

FYSIKA

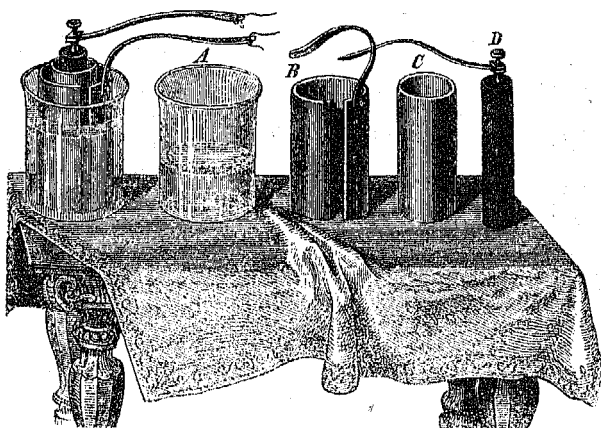
pro

nižší třídy gymnasií a realných škol.

Se-psal

Josef Klika,

profesor na c. k. ústavu ku vzdělání učitelů v Kutné Hoře.



Se 406 vyobrazeními.



V PRAZE.

Nakladatel kněhkupectví: I. L. Kober.

1878.

MUSEJNÍ SPOLEK V JIČÍNĚ

Seznam českých spisův,

jichž při sestavování díla tohoto více méně bylo užito:

- Dr. A. Baumgartner: Počátkové silozpytu. Přeložil J. K. V Praze 1851.
- Jiljí V. Jahn: Fysika čili silozpyt. Dle 12. značně rozmnoženého a opraveného vydání Schoedlerovy „Knihy přírody.“ V Praze 1868.
- Chemie nerostná pro vyšší školy české. V Praze 1868.
- Chemie. Dle 16. vydání Schoedlerovy „Knihy přírody.“ Třetí doplněné a opravené vydání. V Praze 1872.
- Josef Klika: Fysika pro gymnasia a realné školy. Dle druhého valně rozmnoženého vydání učebné knihy, již sepsal Dr. Fr. J. Pisko. V Praze 1870.
- Filip Stanislav Kodým: Naučení o živlech, jejich moci a vlastnostech. Díl I. V Praze 1849. Díl II. V Praze 1864.
- Jan Krejčí: Fysika pro realní a průmyslové školy. V Brně 1859.
- Dr. Antonín Majer: Nauky technické. O spojitosti. V Praze 1855.
- Nauky technické. O rovnováze. V Praze 1857.
- Fysika pro nižší školy. V Praze 1862.
- Fysika pro vyšší školy. V Praze 1870.
- Martin Pokorný: Kronika práce, osvěty, průmyslu a nálezův. Díl druhý. Síly přírody a užívání jich. V Praze 1868.
- Slovník naučný: V Praze 1860—1872.
- Dr. Josef Smetana: Silozpyt čili fysika. V Praze 1842.
- Karel Starý: Fysika pro vyšší dívčí školy. V Praze 1869.
- K. V. Zenger: Fysika zkušební. Díl první. V Praze 1865.
-

O b s a h.

	Stránka
Úvod	1
1. Příroda a přírodověda. 2. Přírodopis a přírodopyt. 3. Fysiologie, fyzika a chemie. 4. Úloha fyziky. 5. Síla. 6. Zákony přírodní.	

Oddíl první.

Všeobecné vlastnosti těles	5
7. Prostornost. 8. Míry. 9. Měřítka. 10. Nепrostupnost. 11. Setrvačnost. 12. Prálinčitost. 16. Roztaživost. 17. Stlačitelnost. 19. Dělitelnost. 19. Vlastnosti všeobecné.	

Oddíl druhý.

O tíži	23
20. Tíže. 21. Směr svislý a vodorovný. 22. Tíže všeobecná. 23. Tíže a váha. 24. Váha prostá a měrná. 25. Hutnost.	

Oddíl třetí.

O soudržnosti	29
26. Soudržnost. 27. Skupenství. 28. Tvrdost. 29. Křehkost. 30. Pružnost. 31. Tažnost. 32. Pevnost. 33. Přílnavost. 34. Vzlínavost. 35. Prolínavost. 36. Pohlcování. 37. Botnání. 38. Roztok. 39. Směšování. 40. Hranění č. krystalení.	

Oddíl čtvrtý.

Základné nauky chemie	57
A. Z chemie všeobecné	—
41. Chemie. 42. Slučivost. 43. Sloučeniny a prvky. 44. Zákony slučivosti. 45. Názvosloví a písmo chemické.	
B. Z chemie podrobné	62
a) Z chemie neústrojné č. nerostné	—
46. Kyslík. 47. Vodík. 48. Dusík. 49. Uhlík. 50. Vzduch. 51. Síra. 52. Prvky halové. 53. Fosfor. 54. Křemík. 55. Draslík. 56. Sodík. 57. Vápník. 58. Hořčík. 59. Hliník.	

- b) *Z chemie ústrojně* 77
 60. Chemické složení ústrojin. 61. Kyseliny ústrojně. 62. Tuhy, silice a pryskyřice. 63. Uhlohydráty. 64. Láh a éther. 65. Hmoty bílkovité. 66. Potrava. 67. Proměny a rozklady ústrojin.

Oddíl pátý.

● teple	85
a) <i>Teple a teploměry</i>	—
68. Teple. 69. Teploměr.	
b) <i>Rozvádění tepla</i>	90
70. Teplivodiči. 71. Vodivost tepla těles pevných 72. Vodivost tepla kapalin. 73. Vodivost tepla plynů.	
c) <i>Roztahování se těles teplem</i>	94
74. Roztahování se těles teplem. 75. Roztahování se těles pevných teplem. 76. Roztahování se kapalin teplem. 77. Roztahování se plynů teplem.	
d) <i>Proměna skupenství teplem</i>	97
78. Tání. 79. Teple při tání těles utajené. 80. Teple při tuhnutí kapalin uvolněné. 81. Výpar a var. 82. Teple při výparu a varu utajené. 83. Teple při zkapalnění par uvolněné. 84. Přehánění a překapování.	
e) <i>Měření tepla</i>	102
85. Jednotka tepla. 86. Teple měrné a vnímavost tepla	
f) <i>Zdroje tepla</i>	103
87. Slunce a země co zdroj tepla. 88. Mechanické zdroje tepla. 89. Chemické slučování hmot co zdroj tepla. 90. Hoření. 91. Hašení ohně. 92. Výkony životní co zdroj tepla.	

Oddíl šestý.

● magnetičnosti	110
a) <i>Magnetické výjevy</i>	—
93. Magnety. 94. Magnetické výjevy. 95. Původ magnetičnosti	
b) <i>Hotovení strojních magnetů</i>	114
96. Tah jednoduchý. 97. Tah dvojnásobný. 98. Magnetování tyčí podkovité ohnutých. 99. Sesilování a zeslabování magnetův.	
c) <i>Magnetičnost zemská</i>	117
100. Země co magnet. 101. Odchyl magnetický. — Kompas. 102. Sklon magnetický. 103. Magnetka volná.	

Oddíl sedmý.

● elektřině	121
A. <i>Elektřina buzená třením a rozkladem</i>	—
104. Elektřina. 105. Sdílení elektřiny. 106. Kladná a záporná elektřina. 107. Elektřina vznikající rozkladem. 108. Kde jak se osazuje elektřina? 109. Původ elektřiny. 110. Elektrojev pozlátkový. 111. Električka. 112. Účinky elektřiny. 113. Elektrofor. 114. Deska Franklinova. 115. Láhev Leydenská. 116. Hustič.	
B. <i>Elektřina ovzduší</i>	140
117. Elektřina ve vzduchu, oblacích a mracích. 118. Blesk a hrom. 119. Hromosvod. 120. Severní zář.	

C. Elektřina buzená dotýkáním

- a) *Základné výjevy a zdroje elektřiny, buzené dotýkáním* —
 121. Základná zkuška Voltova. 122. Zákoný napnutosti elektřiny, buzené dotýkáním 123. Jednoduchý řetěz Voltův. 124. Složený řetěz Voltův. — Sloup Voltův. 125. Retězy stálé. 126. Zambonský sloup.
- b) *Fysiologické a chemické účinky proudu galvanického* 150
 127. Fysiologické účinky galvanického proudu. 128. Chemické účinky galvanického proudu. 129. Chemická činnost proudu v řetězech galvanických. 130. Užívání chemických účinkův proudu galvanického.
- c) *Účinky světla a tepla proudu galvanického* 156
 131. Galvanické světlo a teplo s ním spojené. 132. Galvanické teplo a světlo s ním spojené.
- d) *Magnetické účinky proudu galvanického* 157
 1. Působení proudu v magnet —
 133. Odchylna magnetky účinkem proudu galvanického. 134. Proudovej a proudoměr. — Odpor vodičův. 135. Vzájemné působení proudu v hybný magnet a magnetu v hybného vodiče proudu.
 2. Magnetování železa a ocele proudem galvanickým 161
 136. Elektromagnet. 137. Diamagnetičnosť. 138. Elektromagnetické hybostroje. 139. Elektromagnetické telegrafy. 140. Elektromagnetické hodiny.
- D. Elektřina vznikající soubudem 170
 a) *Elektro-elektřina* —
 141. Proud soubudem vznikající. 142. Účinky elektro-elektřiny.
 b) *Magneto-elektřina* 172
 143. Proud magnetičností vzbuzený. 144. Otáčivé přístroje magneto-elektrické.
- E. Elektřina vzbuzená teplem čili thermoelektřina 175
 145. Thermoelektrický řetěz. 146. Thermoelektrický sloup a účinky jeho.
- F. Elektřina živočišná 177
 147. Elektrické ryby. 148. Elektřina ve svalech a nervech živočišných.

Oddíl osmý.

O rovnováze a pohybu 179

149. Rovnováha a pohyb.

A Rovnováha těles pevných 180

- a) *Skládání a rozkládání sil* —
 150. Síla. 151. Skládání a rozkládání sil. 152. Skládání a rozkládání sil v týž bod v též přímce působících. 153. Skládání a rozkládání sil v týž bod v úhlu působících. 154. Skládání a rozkládání sil v rozličné body směry nerovnoběžnými působících. — Moment sil. 155. Skládání a rozkládání sil v rozličné body směry rovnoběžnými působících.
- b) *Rovnováha v poloze těles* 192
 156. Těžiště. 157. Stanovení polohy těžiště. 158. Rovnováha těles. 159. Zaveršování a podeprání těles. 160. Stálost polohy.
- c) *Rovnováha na strojích* 199
 161. Stroj.
- a) *Stroje páky* —
 162. Páka jednoduchá. 163. Užívání páky jednoduché. 164. Páka složená. 165. Váhy. 166. Kolo na hřídeli. 167. Kolostroje. 168. Kladka. 169. Kladkostroje.

β) Nakloněné roviny	215
170. Nakloněná rovina. 171. Klín. 172. Šroub.	
d) <i>Práce strojů</i>	223
173. Práce. 174. Práce strojů. 175. Užitek a účel strojův.	
B. Pohyb těles pevných	226
176. O pohybu vůbec. 177. Pohyb rovnoměrný. 178. Pohyb rovnoměrně zrychlený a zpzděný. 179. Pád volný. 180. Pád na rovině nakloněné. 181. Kyvadlo jednoduché. 182. Kyvadlo složené. 183. Pohyb těles vržených. 184. Pohyb středoběžný. 185. Odštědivost. 186. Dynamické měření sil. 187. Ráz.	
<i>Překážky v pohybu</i>	250
188. Tření. 189. Odpor v prostředí.	
C. Rovnováha kapalin	252
190. Povaha kapalin. 191. Rozptylování tlaku v kapalinách. 192. Rovnováha kapaliny na povrchu a uvnitř. 193. Tlak na dno. 194. Tlak vzhůru a na stěny. 195. Spojité nádoby. 196. Nestejnorodé kapaliny v nádobách spojitých. 197. Zákon Archimédův. 198. Plování těles v kapalinách. 199. Stanovení hustoty těles vahami hydrostatickými. 200. Stanovení hustoty. 201. Stanovení hustoty piknometrem. 202. Stanovení hustoty hustoměry.	
D. Pohyb kapalin	270
203. Výtok kapaliny. 204. Hybná síla vody.	
E. Rovnováha vzdušín.	272
205. Povaha vzdušín. 206. Expanse vzdušín.	
a) <i>O rovnováze plynů</i>	274
207. Tlak vzduchu. 208. Tlakoměry. 209. Užívání tlakoměru. 210. Tlakoměry kovové č. aneroidy. 211. Stroje, přístroje a náčiní, zakládající se v tlaku vzduchu. 212. Vývěva. 213. Hustilka. 214. Váha a hustota vzdušín. 215. Plování ve vzduchu. 216. Pronikání plynův.	
b) <i>O rovnováze par.</i>	292
217. Rozpínavost par. 218. Působení tlaku vzduchu ve var kapaliny. 219. Pární kotel. 220. Pární stroj. 221. Lokomotiva a pární loď. 222. Vlhkost vzduchu. 223. Výjevy, pocházející z vlhkosti vzduchu.	
F. Pohyb vzdušín	301
224. Výtok vzdušín. 225. Ráz vzdušín.	

Oddíl devátý.

Nauka o zvuku	303
A. Vznikání zvuku	—
226. Zvuk. — Znění. — Tón. 227. Chvění těles pevných. 228. Vlnění kapalin. 229. Vlnění vzduchu. 230. O tónech. 231. Stupnice tónův. 232. Znění strun. 233. Znění pružných tyčí. 234. Znění desk. 235. Znění vzduchu.	
B. Rozvádění a slyšení zvuku	315
236. Ústrojí sluchové. 237. Rozvádění zvuku. 238. Odraz zvuku. 239. Spoluznění.	

Oddíl desátý.

Nauka o světle	321
A. Šíření se světla	—
240. Světlo. 241. Stín. 242. Rychlost světla. 243. Světlost. 244. Původ světla.	

B. Odraz světla	325
245. Ozraz světla. 246. Odraz světla v zrcadle rovném. 247. Odraz světla v kulovém zrcadle dutém. 248. Odraz světla v kulovém zrcadle vypuklém.	
C. Lom a rozklad světla	332
249. Lom světla. 250. Lom světla v těle, plochami rovnoběžnými omezeném. 251. Lom světla ve hranolu trojstěnném. 252. Rozklad světla. 253. Barvy hranolové. 254. Barevnost těles. 255. Duha. 256. Čáry Frauenhoferovy a rozbor spektrální. 257. Čočky. 258. Čočky vypuklé. 259. Čočky duté. 260. Vady čoček.	
D. Oko a nástroje optické	345
261. Oko. 262. Kterak vidíme? 263. Podmínky zřetelného vidění. 264. Subjektivné č. osobné úkazy zření. 265. Drobnohledy. 266. Kouzelná svítilna a temnice. 267. Dalekohledy.	
E. Fosforescence. Chemické účinky světla. Křížení a ohyb světla.	
Dvojlom a polarisace	355
268. Fosforescence. 269. Chemické účinky světla. 270. Fotografie. 271. Křížení světla. 272. Ohyb světla. 273. Dvojlom. 274. Polarisace.	

Oddíl jedenáctý.

O teple sálavém	364
275. Teplo sálavé. 276. Zahřívání země sluncem. 277. Větry.	

O p r a v y.

Na str.	6.	na 10.	řádce z dola má býti:	15,307.398	□° místo: 15,307.421.	□°.
"	23.	" 15-16.	" z dola " "	"	kapky místo: paprsky.	
"	27.	" 10.	" z dola " "	"	141 ₃ ED místo: 14 lib.	
"	28.	" 4.	" z dola " "	"	8_g místo: 8 _g .	
"	34.	" 3.	" z dola " "	"	všecka místo: všecky.	
"	41.	" 14.	" s hora " "	"	provaz místo: prozaz.	
"	42.	" 1.	" z dola " "	"	srovnává místo: svovnává.	
"	47.	" 3.	" s hora " "	"	vniká ji místo: vnikají.	
"	50.	" 4.	" z dola " "	"	ve 100 librách místo: ve 100 dílech.	
"	88.	" 8.	" s hora " "	"	na místo: an.	
"	91.	" 16.	" s hora " "	"	za slovem: se roztaví přidáno: když v nádobě voda neb olej se zahřívá.	
"	93.	" 23.	" s hora " "	"	+ 3°R místo: + °R.	
"	96.	" 30.	" s hora " "	"	se roztáhlo místo: se rozhrálo	
"	104.	" 12.	" z dola " "	"	bavlna, kladivem na kovadlině silně místo: bavlna kladivem na kovadlině, silně.	
"	112.	" 14.	" z dola " "	"	s pólem ovšem nestejnojmenné místo: s pólem ovšem stejnojmenné.	
"	114.	" 15.	" z dola " "	"	drživou místo: bránivou.	
"	125.	" 18.	" z dola " "	"	elektrinu místo: elektrinn.	
"	140.	" 2.	" z dola " "	"	± E místo: + E.	
"	142.	" 2.	" z dola " "	"	v Priméticích místo: v Prendicích.	
"	143.	" 12.	" s hora " "	"	podlodí místo: pod lodí.	
"	185.	" 7.	" s hora " "	"	směrem ax místo: směrem ox.	
"	195.	" 3.	" z dola " "	"	v rovnováze volné místo: v rovnováze stálé.	
"	198.	" 13.	" s hora " "	"	vhlobené místo: vhloubené	
"	204.	" 196.	obrazci má býti	"	u osy kolečka písmeno e místo C.	
"	205.	" 197.	" " " " " "	"	písmeno C na místě A a A na místě C.	
"	208.	" 1.	řádce z dola má býti:	V. ed	místo: V. ed.	
"	224.	" 9.	" z dola " "	"	břemene, v dráze místo: břemene v dráze.	
"	238.	" 4.	" s hora " "	"	sila okamžitá místo: rychlost okamžitá.	

Na str. 288. na 6. řádce z dola má býti: $s = c \times \frac{c}{g} - \frac{1}{2} g \times \frac{c^2}{g^2}$ místo: $s = c \times \frac{c}{g} + \frac{1}{2} g \times \frac{c^2}{g^2}$.

Na str. 288. na 5. řádce z dola má býti: $\frac{360000}{31}$ místo: $\frac{36000}{31}$.

- " 257. " 10. " z dola " " svisnou místo: svisnou.
- " 286. " 12. " shora " " aby poklop místo: aby talíř.
- " — " 13. " shora " " povrch talíře jakož i okraj poklopu místo: talíř jakož i okraj talíře poklopu.
- " — " 14. " shora " " kohoutek F místo: kohoutek E.
- " 298. " 16. " z dola " " méně vlhký místo: vlhčí.
- " 305. " 322. obrazci má býti vedlé číslice 6 písmeno e místo: c.

Ú v o d.

1. Příroda a přírodověda. Ohlédněte se kolem sebe, spatřujeme nesčíslné množství rozličných tvorů, kteréž, neustále se proměňující, jsou takřka v ustavičném přerodu, pročež souhrn jich všech *přírodou* se nazývá.

Pozorujme jabloň! Z jara baví oko naše svým krásným květem, v letě poskytuje nám chladného stínu bujným listím, na podzím podává nám chutný plod, v zimě pak vypíná smutně nahé, veškeré ozdoby pozbavené haluze do mrazivého vzduchu. Jak značných proměn doznává jabloň během jediného roku a jak veliké jsou teprv proměny její za několik let! Podobné proměny viděti na každé rostlině. Živočichové také se proměňují. Patřme jen na kuřátko, jež právě z vejce se bylo vyhllo, jaký rozdíl mezi ním a mezi matkou jeho — a přece bude i kuřátko slepicí a bude pak matce své zcela podobno. Nerosty zvětrávají a mění se taktéž více méně během času účinkem slunečního tepla, vzduchu, vlhka atd.

Věda, kteráž vlastnosti a proměny veškerých tvorův a tudíž celé přírody pozoruje a skoumá, nazývá se *přírodověda*.

2. Přírodopis a přírodopyt. Přírodověda buď vyhledává vlastnosti, kterými jeden tvor od druhého se liší, a slove pak *přírodopisem* — buď přihlíží ku vlastnostem, jež všem tvorům jsou společny, jakož i ku proměnám, jichž tvorové během času doznávají, a ku silám a zákonům, jimiž tyto proměny se řídí, a jmenuje se pak *přírodopyt*.

Popsati lípu tak, aby každý ji poznati a ode všech rostlin rozeznati mohl, jest úlohou *přírodopisu*; vylíčiti proměny, které daly se s lípou, než z malého semene v mohutný košatý strom vzrostla, jakož i proměny, které ustavičně s ní se dějí, a stanoviti zákony, kterými proměny tyto se spravují, jest úlohou *přírodopytu*.

3. Fysiologie, fysika a chemie. Síly a zákony, který se spravují proměny bytostí *ústrojných* (živočichův a rostlin), se od sil a zákonův, jimiž se řídí proměny bytostí *neústrojných* (nerostův); proto dělí se přírodopyt ve dva oddíly, totiž: *v p rodopyt bytostí ústrojných a v přírodopyt bytostí neústrojných.*

Přírodopyt bytostí ústrojných se zove *fysiologie.*

Přírodopyt bytostí neústrojných zahrnuje v sobě dvě věc totiž *fysiku a chemii.*

Vlastnosti všeobecné, jakož i proměny, které se *jeví* na b tostech neústrojných a které tudíž *výjevy* č. *úказы* se zovou, js dvojí, neboť přináležejí buď *prostoru*, jež bytosť zaujímá, b *hmotě*, která v tomto prostoru se nalézá.

Emotou nazývá se vůbec vše, co prostor vyplňuje, ač mnoh *hmatem* o přítomnosti hmoty není lze se přesvědčiti; hmota prostoru určitě omezeném se jmenuje *tělo.*

Fysika pozoruje a vykládá výjevy prostorné těles neústrojných t. j. vlastnosti a proměny, které přináležejí prostoru, jež tělo zaujímá chemie skoumá a vysvětluje výjevy, které přislují hmotě tělu.

Díváme-li se rovnou skleněnou deskou, spatřujeme předměty ní se nalézající tak, jako by mezi nimi a mezi okem naším skla e nebylo; hledíme-li na předměty tyto sklem ve tvaru čočky přibrou ným, vidíme předměty větší; zíráme-li na ně sklem po obou straná tak vyhlubeným, že jest u prostřed nejtenší a odtud ku pokrají čím dále tím silnější, zdají se nám předměty menší; pozorujeme-li k nečně předměty skleněným hranolem trojhranným, uzříme je v jiné místě než dříve, tak že zdá se, jako by byly s původního místa své pošinuty, a každý z předmětův jest barevně lemován. Sklo, t. j. *hmo* desky, čočky a hranolu, může býti totž a předce jest úkaz v každé z těchto případův jiný; patrnó tudíž, že spravují se úkazy tyto pou *prostorem*, jež hmota (sklo) zaujímá. Výjevy takové jsou tudíž *fyz* *kalné* a výklad jejich podá nám *fysika.* Sklo, z něhož byly desk čočka a hranol zhotoveny, nenaskytuje se v přírodě, byloť z křeme sody, vápna a některých jiných nerostův zhotoveno. Proměny, který *hmota* těchto nerostův doznala, než sklo z nich vzniklo, jakož i výkl proměn těch náležejí do oboru *chemie.*

Mnohých úkazův fysikálních nelze vyložití beze známosti zákonů chemických a taktěž potřebí zhusta fysiky ku vysvětlení mnohých výjevů chemických, proto nelze vyloučiti naprosto z chemie fysik aneb fysiku z chemie. Obě tyto vědy stýkají a doplňují se v spolek v případech velmi četných, tak že nemožno jich od se naprosto odloučiti.

4. Úloha fysiky. Úlohou fysiky jest, prostorné výjev těles neústrojných *pozorovati a vykládati.*

Poněvadž není možno, veškeré výjevy vždy v přírodě *pozor* *ovati* a skoumati, musíme často mnohé výjevy *pokusem* (exper *mentem*) pomocí zvláštních, k tomu cíli upravených *fysikálních strojů a přístrojů* vyzovovati.

Každé tělo padá k zemi, jsouc od ní přitahováno. Vypustíme-li, stojíce na střeše věže byt i velmi vysoké, nějaký kámen z ruky, dopadne tento kámen k zemi za dobu tak krátkou, že nelze pozorovati, jak padal, zdaž po celou tu dobu stejně rychle se pohyboval a kterou část své dráhy v každé části té doby proběhl. Pomocí zvláštního stroje fysikálního můžeme však padání jakéhokoliv těla k zemi *dokonalé* pozorovati, dráhu za jistou dobu, ku př. za několik vteřin proběhnutou měřiti a z délky dráhy rychlost pohybu stanoviti.

Pokusy pomocí fysikálních strojů a přístrojů konané poskytují přecasto značných výhod, neboť můžeme jimi docíliti výjevův, kterých bychom v přírodě snad nikdy pozorovati nemohli, aneb které by se naskytly teprv v jiné době a za jiných okolností.

Výklad výjevův záleží v tom, že vytkneme příčinu čili původ jejich.

Mnohdy jest nemožno příčiny nějakého výjevu s úplnou jistotou stanoviti; poněvadž nikdy nemůžeme mysliti sobě výjevu bez původu neb příčiny nějaké, vyhledáváme aspoň příčinu domnělou, kteráž pak *domněnkou* (hypothesou) se zove.

Veškerých výjevů světla nelze vyložiti jinak leč *domněnkou*. Učenci domnívají se, že jest původem světla zvláštní pohyb velmi pružné a roztaživé, nad míru jemné a nevažitelné látky, která se jmenuje *ether*. Látka tato vyplňuje celý prostor světový jakož i prostory mezi jednotlivými částicemi všech těles, pročež může pohyb étheru kdekoliv a jakkoliv způsobený postupovati až k onomu étheru, který v oku našem se nalézá a jehož pohybem vidění se způsobuje.

5. Sila. Vyhledávajíce příčinu nějakého výjevu, pozorujeme často, že příčinou jeho jest výjev jiný, i musíme pátrati po příčině tohoto druhého výjevu; původem výjevu druhého bývá zhusta výjev třetí, původem třetího výjev čtvrtý atd. Postupujíce takto od jednoho výjevu ke druhému, docházíme konečně až ku výjevu takovému, jehož nelze vyložiti ani příčinou skutečnou ani domněnkou. Za původ tohoto posledního výjevu pokládáme pak *silu*.

Sila jest tudíž neznámá, smyslem nedostížná příčina nějakého výjevu.

V zimě vidáme okna často zamrzlá; vykládáme-li výjev ten tím, že venku mrzne, tož pravíme, že původem toho výjevu jest mráz. Pátráme-li se dále: Což pak jest původem mrazu? odpoví se nám: Zima. Pátráme-li po příčině zimy, shledáme, že příčinou zimy jest největší vzdálenost a odchylka země naší od slunce. Proč pak jest země v ten čas od slunce nejvíce vzdálena a odchýlena? Proto, že, pohybujíc se kolem slunce v určité dráze, nalézá se za rozličných dob ve vzdálenosti rozličné a jest také rozličně k slunci nachýlena. Až potud možno každý výjev předcházející výjevem následujícím smyslně vyložiti.

Tážeme-li se však, proč země kolem slunce v určité dráze se pohybuje, tu nelze již odpověditi. Pohyb musí však míti nějakou příčinu, ta jest však smyslům našim nedostížitá, nazýváme ji tudíž silou a pravíme: *Síla* pudí zemi naši, aby kolem slunce se pohybovala.

6. Zákony přírodní. Pozorujíce výjevy, shledáváme, že příčina zcela stejná za okolností zcela stejných má za výsledek výjev zcela stejný. Z toho patrně, že mezi výjevy a jich příčinami jest jistá určitá souvislost a tuto souvislost zoveme *zákonem přírodním*.

Účelem fysiky, kteráž podává nám návod k tomu, jak máme výjevy poznávati a příčiny jejich vyhledávati, jest tudíž, stanoviti zákony přírodní, kterými proměny těles a původy proměn těch, t. j. síly v působení svém se spravují.

Oddíl první.

Všeobecné vlastnosti těles.

7. Prostornost. Každé tělo musí někde býti, musí nějaký prostor zaujímat; tato všeobecná, t. j. všem tělesům příslušná vlastnost jmenuje se *prostornost*.

Prostor, jež tělo zaujímá, jest *určitě omezen*; způsobem, kterým jest prostor omezen, stanoví se *tvar* č. *podoba* těla.

Totéž množství rtuti můžeme nalíti do nádoby baňaté (kulovité), válcovité, hranaté, kuželovité atd.; prostor, jež rtať zaujímá, zůstane při tom vždy *tentýž*, ale *tvar* její, který řídí se tvarem nádoby, *rozdílně omezené*, bude pokaždé *rozličný*.

Prostor, jež tělesa zaujímají, č. *objem* těles můžeme *měřiti*, t. j. můžeme stanoviti, kolikráte jest větší neb menší než objem onen, jež za *jednotku* č. *míru* objemu pokládáme.

Objem 282 liber vody obnáší 5 krychlových stop, t. j. 282 libry vody zaujímají prostor 5kráté tak veliký jako jest prostor onen, jež krychlovou stopou nazýváme, čili: 282 librami vody možno nádobu, mající jednu krychlovou stopu objemu, 5kráté naplniti.

Základem všelikých měr jest *míra délková*; plochy, mající dvojnásobnou rozsáhlost, totiž v délce a šířce, měří se *měrou čtverečnou*, t. j. plochou, která má délku i šířku stejnou a která čtvercem se zve; objem těles, majících netoliko určitou délku a šířku, nýbrž i jistou výšku, stanoví se měrou *krychlovou* č. *kostkovou*, t. j. krychlí (kostkou), jejíž délka, šířka i výška jsou zcela stejny.

Pravíme-li, že vzdálenost dvou stromů od sebe obnáší 3 sáhy, myslíme si, že přímka od jednoho stromu ke druhému vedená jest 3kráté tak dlouhá jako ona míra (jednotka) délky, kterou *sáhem* nazýváme. Přímka, takovou vzdálenost naznačující, jest pouze myšlená a má *pouze jeden rozměr*, totiž délku. — Stín nějakého předmětu nemá výšky, ale má určitou délku i šířku, tudíž *dvojnásobnou rozsáhlost*; řekne-li se, že zaujímá 10 čtverečných stop, značí to, že jest plocha jeho 10kráté tak veliká, jako čtverec, jehož každá strana jest jednu stopu dlouhá. Každé tělo má tři rozměry: délku, šířku a výšku, protože musí

objem jeho měřiti se měrou krychlovou. — Někdy převládá jeden rozměr těla tak, že k ostatním dvěma rozměrům ani nehledíme; o drátu a vlasu říká se pouze jak jest *dlouhý*. Převládají-li dva rozměry velmi značně rozměr třetí, pokládáme tělo téměř za plochu a stanovíme pouze *délku* a *šířku* jeho, o výšce ani se nezmiňujeme; tak ku př. mluvíme-li o velikosti jednotlivého archu papíru, říkáme pouze, jak jest *douhý* a *široký*, ač má každý arch i jistou výšku, což poznáváme, když mnoho archův na sebe položíme, kdež pak i výšku všech a tudíž i výšku každého jednotlivého změřiti můžeme.

8. Míry. Míry délkové jakož i odvozené z nich míry plochové (čtverečné) a tělesové (krychlové) jsou v rozličných zemích rozličně veliké a mají rozličná jména.*)

U nás jsou jednotkami míry délkové vídeňský *sáh* (⁰) a menší oddíly jeho, totiž *stopy* (¹), *palce* (²), *čárky* (³) a *bodý* (⁴). Jestliž pak:
 $1^0 = 6'$, $1' = 12''$, $1'' = 12'''$ a $1''' = 12''''$, tak že
 $1^0 = 6' = 72'' = 864''' = 10.368''''$.

Aby se usnadnilo převádění jistého počtu sáhův ve stopy, stopy v palce atd. aneb naopak: palcův ve stopy a stopy v sáhy, rozdělují mnohdy (zvláště zeměměřiči) sáh v menší oddíly dle soustavy *desetinné*, tak že: $1^0 = 10'$, $1' = 10''$ a $1'' = 10'''$ a tudíž $1^0 = 10' = 100'' = 1000'''$.

Jiné míry délkové jsou: *míle poštovská*, kteráž jest 4000⁰ dlouhá; *míle zeměpisná* = 3912.₄₈₇⁰; *lokot vídeňský* = 29.₆₇₉₇¹ = asi 29²/₃¹; *lokot český* = 22.₅₀₃₆¹ = asi 22¹/₂¹; *pěst* (míra koňská) = 4¹; *krok* = ²/₅⁰, tak že 5 kroků obnáší 2 sáhy.

Jednotkou míry plochové jest vídeňský *čtverečný sáh* (\square^0) se svými oddíly, totiž *čtverečnými stopami* (\square^1), *čtver. palci* (\square^2) a *čtver. čárkami* (\square^3). Jestliž pak:

$$1 \square^0 = 36 \square^1, 1 \square^1 = 144 \square^2, 1 \square^2 = 144 \square^3 \text{ tak že:}$$

$$1 \square^0 = 36 \square^1 = 5184 \square^2 = 746.496 \square^3.$$

V soustavě desetinné jest pak $1 \square^0 = 100 \square^1$, $1 \square^1 = 100 \square^2$ a $1 \square^2 = 100 \square^3$, a tudíž $1 \square^0 = 100 \square^1 = 10.000 \square^2 = 1.000.000 \square^3$. Na obr. 1. jest znázorněn čtverečný palec rozdělený ve 100 čtverečných čárek.

Jiné míry plochové jsou *zeměpisná čtverečná míle*, kteráž obnáší 15.807.421.₆ \square^0 , *jitra* = 1600 \square^0 , *korec* = ¹/₂ jitra = 800 \square^0 a *míra* = ¹/₃ jitra = 533¹/₃ \square^0 .

Ku měření objemu těles slouží *krychlový sáh* (k^0) s menšími oddíly svými, *krychl. stopami* (k^1), *krychl. palci* (k^2) a *krychl. čárkami* (k^3).

$$1 \text{k}^0 = 216 \text{k}^1, 1 \text{k}^1 = 1728 \text{k}^2, 1 \text{k}^2 = 1728 \text{k}^3, \text{ tak že}$$

$$1 \text{k}^0 = 216 \text{k}^1 = 373.248 \text{k}^2 = 644.972.544 \text{k}^3.$$

*) Česká jména měr: *sáh* (což se dá obsáhnouti rukama) *stopa*, *lokot*, *pěst* a *palec* ukazují patrně, že byly původně odvozeny míry z rozměrův údů lidského těla.

V míře desetinné jest pak $1^{k^0} = 1000^{k^1} 1^{k^1} = 1000^{k^2}$ a $1^{k''} = 1000^{k'''}$, takže $1^{k^0} = 1000^{k^1} = 1,000.000^{k^2} = 1000,000.000^{k^3}$.

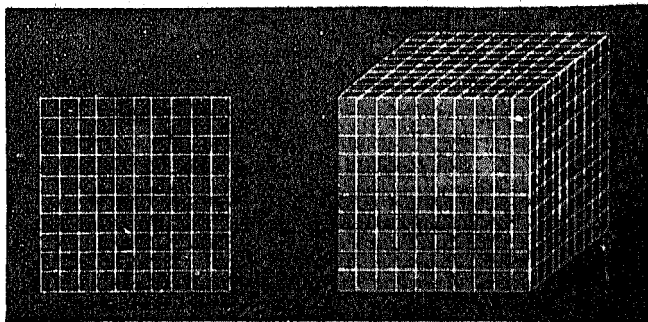
Na obr. 2. viděti krychlový palec rozdělený v 1000 krychlových čárek.

Jiné míry objemové jsou: *všilro* $= 1,79^{k^1} = \text{asi } 1\frac{1}{5}^{k^1}$; *mdx* $= 77,41^{k^1} = \text{asi } 77\frac{2}{5}^{k^1}$; *zejdlík* $= 19,35^{k^1} = \text{asi } 19\frac{1}{2}^{k^1}$; *korec* $= 2,97^{k^1}$; *vidčinská měřice* $= 1,95^{k^1}$.

Neshoda měř v rozličných zemích užívaných jest ve vědách jakož i v obchodu a průmyslu a vůbec v životě obecném velmi závadnou. Učenci francouzští, chtějice dočtiti míry všem národům společné, navrhli v roce 1797, aby za základ míry užilo se

Obr. 1.

Obr. 2.



čtverníkku, t. j. čtvrtiny obvodu zeměkoule. K tomu cíli byl změřen oblouk poledníku od Dünkirchenu do Barcelony a z délky oblouku toho vypočtěna délka celého čtverníku, kteráž rozdělena pak v 10 milionů stejných dílův, z nichž každý nazván *metr* (*mètre*) t. j. *míra*.

Míry metrické užívá se nyní ve Francii, Belgii a Nizozemsku všeobecně, v některých jiných zemích částečně, ve spisech a pracích vědeckých téměř všude; u nás poptrává se jí i v průmyslu a obchodu čím dále tím více místa; není tudíž pochybnosti, že bude v brzku míra tato ve všech zemích všeobecně užívána.

Metr (1^m) obnáší $3,1636' = 3' 1'' 11\frac{1}{2}''' = \text{asi } 38''$;
videňská stopa $= 0,3161$ metru.

Ku měření menších délek, než jest metr, slouží *desetiny*, *setiny* a *tisíciny* metru a sice jest: *decimetr* (1^{dm}) $= 0,1$ metru, *centimetr* (1^{cm}) $= 0,01$ metru a *millimetr* (1^{mm}) $= 0,001$ metru a tudíž
 $1^m = 10^{dm} = 100^{cm} = 1000^{mm}$.

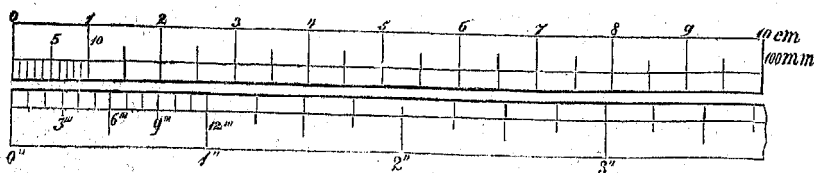
Větší délky než jest metr měří se *dekametrem*, *hektometrem*, *kilometrem* a *myriametrem* a jest

dekametr $= 10$ met.
hektometr $= 100$ met.

kilometr $= 1000$ met.
myriametr $= 10.000$ met.

Obr. 3. znázorňuje nahoře decimetr, rozdělený v centimetry a millimetry, a dole pro porovnání míru ve vídeňské palce a čárky rozdělenou.

Obr. 3.



Metrická míra plochová jest čtverečný dekametr, t. j. plocha 10 metrův dlouhá a 10 metrův široká a tudíž 100 čtver. metrův obnášející, kteráž *ar* (*are*) se nazývá.

$$1 \text{ ar} = 27,7998 \square^0 = 1000,79 \square'.$$

Menší oddíly této plochové míry naznačují se jako při míře délkové předkládáním latinských slov *deci*, *centi* a *milli* ku slovu *ar* a jsou taktéž dle soustavy desetinné upraveny, tak že *deciar* = 10 \square metrův, *centiar* = 1 \square met., *milliar* = 1 \square decim. Ku měření větších ploch slouží *dekar* = 10 ar = 1000 \square^m , *hektar* = 100 ar = 10.000 \square^m , *kiliar* = 1000 ar = 100.000 \square^m a *myriar* = 10.000 ar = 1.000.000 \square^m .

Základem metrické míry tělesné jest *litr* (*litre*) t. j. kostka (*krychle*), jejíž každá hrana jest decimetr dlouhá, tak že litr krychlový decimetr obnáší: *Litr* = 54,7093 $\text{K}'' = 0,707$ mázův = téměř 3 žejdl.

Desetina, setina a tisícina litru zovou se pak opět *decilitr*, *centilitr* a *millilitr*, jakož i 10, 100 a 1000 litrův *dekalitr*, *hektolitr* a *kilolitr* slove.

9. Měřítka. Ku měření slouží měřítka, t. j. tyče dřevěné neb kovové, mající délku jisté míry a rozdělené v menší oddíly té míry. Nejčastěji užívá se měřítka 3' dlouhého a v palce a čárky rozděleného aneb měřítka 1 metr dlouhého a v decimetry, centimetry a millimetry rozděleného. Jsou-li nejmenší oddíly měřítka ku př. čárky, nelze jím měřiti délky menší než 1'''. Má-li se měřiti délka menší než 1''', musí býti měřítko, v čárky rozdělené, opatřeno *drobnítkem*, t. j. měřítkem pobočným, jež po vynálezcí svém Portugalci Nunhesovi též *nonius* se zove a k tomu slouží, abychom ještě i menší oddíly, ku př. desetiny čárky mohli jím správně měřiti. Měřítka drobnítkem opatřená nalézáme na některých přístrojích fysikalných, jako ku př. na tlakoměrech.

Měřítkem možno měřiti velikost jisté délky, plochy a objemu, jsou-li pravidelné, t. j. geometrické; je-li objem nepravidelný, stanoví se velikost jeho dle určitých zákonův fysikalných z váhy těla.

Délka a šířka plochy aneb těla, jejichž rozsáhlost jest tak nepatrná, že nelze jí měřítkem obyčejným stanovití, určuje se *drobnoměrem*, t. j. sítí přímek na skleněné desce diamantem stejně daleko od sebe vyrytých a kolmo se křižujících (obr. 4.). Rozdělíme-li takto 1 □''' v délce i šířce v 10, 20 neb 40 stejných dílkův, vzniknou čtveřečky, mající $\frac{1}{100}$, $\frac{1}{400}$ neb $\frac{1}{1600}$ □''' . Položíme-li předmět na síť a pohledneme-li na něj drobnohledem (zvětšovací sklem), můžeme spočítati kolik čtveřečkův pokrývá, z čehož pak rozměr předmětu lze určití.

Obr. 4.



Tloušťka (průměr) teninkého drátku, vlasu, vlákna a t. p. může se ustanovití, když navinuvše jej na váleček ztěsna k sobě délku všech závitův změříme a rozměr počtem závitův dělíme. Počítá-li se ku př. 24 závitův na 2''' , jest průměr drátku $\frac{2}{24} = \frac{1}{12}$ ''' = 1''' .

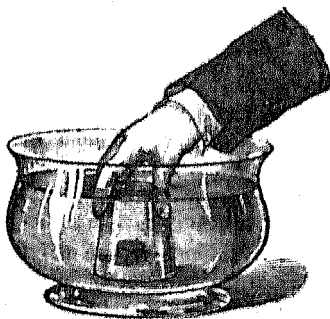
Počítá-li se

10. Neprostupnosť. Kde jest skříň, tam nemůže býti *toutčž* *dobou* stůl; skříň a stůl mohou býti pouze *vedle sebe*, nikdy však nemohou zaujímati *současně tentýž prostor*. Již pouhým hmatem přesvědčujeme se, že nelze, aby dvě rozličná těla současně *týž* prostor vyplňovala; ruka ohmatávající nějaký předmět, cítí *odpor*, poněvadž tělo ze prostoru, jež ruka zaujmouti hodlá, *samovolně neustupuje*. Vniká-li do prostoru tělem jedním zaujatého tělo druhé, vytlačuje se ze prostoru toho tělo, které dřív v něm bylo; zarážíme-li hřeb do dřeva neb do zdi, cítíme odpor částic, jež musí ustupovati ze prostoru, který hřeb zaujímá; narazí-li hřeb na tvrdý kámen, nepostupuje dále ku předu, nýbrž ohne se; řežeme-li dřevo pilou, odpadávají piliny, t. j. částice dřeva z místa, které pila zaujímá.

Dáme-li do nádoby vodou částečně naplněné kámen, padá tento ke dnu, a voda stoupá výše v nádobě; byla-li nádoba zcela plná, vytéká z ní právě tolik vody, kolik vejde se jí do prostoru, jež kámen zaujme; podobně stoupá v nádobě, aneb z ní vytéká ocet, olej, mléko, rtuť a vůbec každá kapalina.

Ponoříme-li sklenici, otvorem dolů obrácenou, svísnou pod vodu, nevniká voda do ní, poněvadž vzduch z ní ucházeti nemůže, čehož důkazem, že sklenice na vnitřní stěně suchá zůstala, když jsme ji opět byli vytáhli, proto zůstává při téměř pokusu i pijavý papír, do sklenice vložený a ke dnu připevněný, zcela suchým; při podobném pokusu bude i korek na vodu vložený a sklenicí přikloponý (obr. 5.) pouze dole mokrým, kde vody se dotýkal, všude jinde zůstává zcela suchý.

Obr. 5.



Byla-li sklenice ponořena do kapaliny barevné, jest viděti patrné že kapalina do ní nestoupá. Ještě patrněji ukáže se, že voda do sklenice vniknouti nemůže, přiklopíme-li sklenicí hořelí svíčku na úzkém prkénku upevněnou a stlačíme-li sklenici i s prkénkem pod vodu; ač vodě po stranách prkénka přístup do sklenice není zamezen, přece hoří

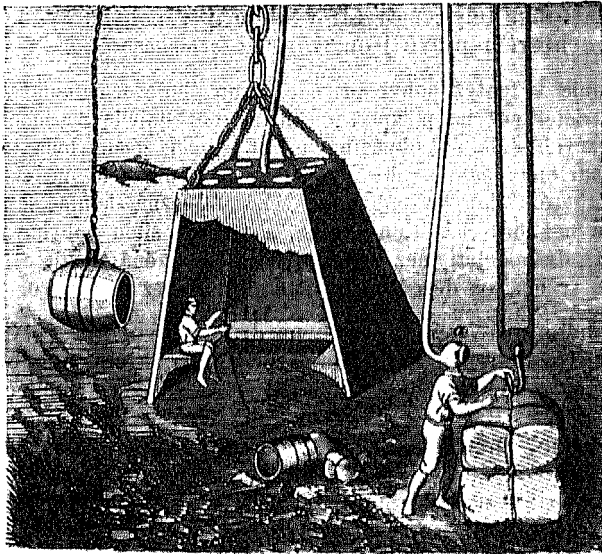
svíčka nějakou dobu a zhasne-li, neděje se to proto, že voda do sklenice vešla, nýbrž z té příčiny, že hořením strávil se veškerý kyslík ve vzduchu ve sklenici obsažený a ku hoření nevyhnutelně potřebný; čím větší nádoba, kterou svíčka jest přiklopena, tím více vzduchu a tudíž také tím více kyslíku obsahuje a tím déle hoří svíčka při tomto pokusu. Při všech těchto jmenovaných pokusech vnikne vždy něco málo vody do sklenice; stoupá-li však voda do jisté, ač neznačné výšky, do sklenice, neděje se z příčiny, že část vzduchu ze sklenice se vypudila, nýbrž proto, že vzduch se stlačuje a poněkud menší prostor zaujímá. Zarazíme-li do skleněného, dole uzavřeného válce píst, který ku stěnam válce neprodyšně přiléhá, vnikne píst dosti hluboko do válce, ale nepodaří se nám, stlačití jej až ke dnu válce. Přiléhá-li nálevka tak těsně ku hrdlu láhve, že vzduch mezi stěnou nálevky a stěnou hrdla z láhve ucházeti nemůže, neteče do láhve kapalina, kterou jsme nálevku naplnili; vnikne-li přece něco málo kapaliny do láhve, jest příčinou toho, že část kapaliny oddělila se od celku v jednotlivých kapkách, kterým vzduch, v bublinách z láhve unikaje, do láhve přístupu dopřává.

Hmota každého těla vyplňuje prostor tak, že *současně* hmota těla jiného ve prostoru tom býti nemůže; tato všeobecná vlastnost těles jmenuje se *neprostupnost*.

Nabíráme-li do nádoby vody, uniká vzduch z nádoby, což pozorujeme na bublinách vzduchových, vodou vzhůru stoupajících. — Do nádobek s hrdlem velmi úzkým nelze kapaliny nalíti, neboť uzavře hned první kapka otvor nádobky tak, že vzduch z ní ucházeti nemůže. — Kadluby na litinu (roztopený, kapa'ný kov) musí míti kromě otvoru, jímž litina do nich se vlévá, ještě jiný otvor, kterým vzduch z nich vychází. — Močály vysuší se, navezeme-li do nich kamení. — Chrámy, škol a divadel netřeba provětrávati, poněvadž každý vcházaje pudí vzduch ze prostoru, jež tělem svým zaujímá, odcházaje pak ponechává prostor ten prázdný, tak že může vniknouti do něho z venku vzduch čerstvý. — V neprostupnosti těles zakládá se úprava *zvonu potápěčtého*, který byl již starým Řekům známý, neboť zmínje se o něm řecký spisovatel *Aristoteles*. Roku 1588 ponořili se dva Řekové u přítomnosti Karla V. a mnoha diváků v Toledě ve velikém kotli, duem vzhůru obráceném, s hořící svíčkou pod vodu a pobývše tam nějakou dobu objevili se divákům opět, aniž by svíčka byla shasla. Potápěcí zvon, jehož užívá se zvláště při stavbách pod vodou, při vyhledávání nákladu utonulých lodí na dně mořském a vytahování ho na lodi, jakož i při lovu perlovic a korálů, musí býti upraven tak, aby potápěcí měli pod vodou vždy dostatek čerstvého vzduchu, ku dýchání, jakož i světla, ku práci potřebného. Proto bývá upraven zvon tak, jak jej obr. 6. znázorňuje. Železná nádoba, dole otevřená, obyčejně asi 6' vysoká a dole asi 6' široká, nahoře poněkud užší, ostatně k rozličným účelům rozměry rozličných, má ve svrchní stěně několik otvorů, do nichž jsou zatměny skloněné, přiměřeně silné desky, kterými světlo do nádoby vchází; trubici, jedním koncem do otvoru ve svrchní stěně zvonu uprostřed

neprodyšně zasazenou a druhým koncem až na břeh neb na loď dosahující, tlačí se shora do zvonu ustavičně a úsilně čerstvý vzduch potápěčům ku dýchání potřebný, kterýmž vzduch kyslíku pozbavený jakož i plyny a páry dýcháním zplozené kolem pokrajů dolejšího otvoru ze zvonu do vody se vypuzují. Na stěnách zvonu jsou, jak patrno z obrazce (na kterém přední stěna zvonu částečně vynechána), uvnitř připevněny lavice, na něž potápěči náradí ku práci potřebné kladou a na nichž sedí, když zvon do vody se ponořuje. Zvon spouští se na řetězech; má-li hlouběji se spustiti neb výše vytáhnouti, dává potápěč, kladivem na zvon narážej, určitá znamení, kteráž jest až ut. loď slyšeti, poněvadž řetěz přivádí tam zvuk, nárazem způsobený. — V době

Obr. 6.



novější užívají potápěči na místě zvonu úplného oděvu kaučukového neb gutaperčového, spojeného s kovovou přilbou, kteráž celou hlavu objímá a naproti očím dvěma zasklenými otvory opatřena jest (obr. 6., a); trubici, jedním koncem v otvoru přilby neprodyšně zasazenou a druhým koncem na loď neb na břeh dosahující, tlačí se do přilby čerstvý vzduch; vzduch kyslíku pozbavený s plyny a parami, jež dýcháním byly vznikly, jakož i nadbytečné množství čerstvého vzduchu do přilby vtačeného unikají kolem přilby u krku aneb, přilčhá-li tato neprodyšně k oděvu, zvláštěni z vnitřku ven se otvírající záklopkou ze přilby do vody. V roce 1863 byly oděvy a přilby takové upraveny přiměřeným způsobem i pro hasiče.

11. Setrvačnost. Poskočí-li kůň s jezdcem ku předu, nakloní se jezdec na zad, taktéž kloníme se do zadu, potrhnou-li koně vůz,

v němž sedíme, prudce v před; zastavíme-li se v běhu náhle, padáme ku předu; jezdec nachyluje se ku předu, zastaví-li se kůň pod ním; při rychlé jízdě padá jezdec mnohdy koni přes hlavu, když tento náhle běh svůj zarazí; když loď na břeh narazí, kloní se plavci ku předu, podobně padá tělo naše ku předu, když vůz, na němž jedeme, náhle se zastaví; mlýnské kolo neotáčí se hned v tom okamžiku, kdy voda na lopatky narážeti počíná, otáčí se však ještě nějakou dobu, když voda na lopatky narážeti již přestala; vlak jede ještě dosti daleko, když pára již působiti přestala.

Tělesa, jsoucí v klidu, snaží se *setrvati v klidu* a setrvávají v něm, pokud nebyla přinucena, se pohybovati; *pohybuje li se* tělo, nemůže samo sebou ni směru ni rychlosti svého pohybu změnití, nýbrž *setrvává v pohybu*, pokud nebylo přinuceno v něm ustáti.

Vlastnost těles, setrvati v klidu i v pohybu, vůbec tedy ve stavu, ve kterém právě jsou, zove se *setrvačnosť*.

Koule v tentýž pohyb přivedená, pohybuje se na uhlazeném prkně mnohem déle, než na písku; železničný vůz dojede na hladkých kolejích železných dále než obyčejný vůz na silnici, jemuž byla táž rychlost pohybu sdělena; na též ploše pohybuje se koule déle, než válec stejně těžký a toutéž silou ku pohybu puzený; železná koule setrvává déle v pohybu než dřevěná stejně veliká a stejnou silou pohybovaná; koule vystřelená dále doletí, než rukou vržená, a vržená tím dále, čím pruději byla vržena; z děla možno dále stříletí než z ručnice.

Pohybuje-li se jedno tělo na druhém, vnikají vyvýšeniny jednoho do hlubin druhého, čímž vzniká *tření*, kteréž pohybu překáží, umenšující rychlost pohybu čím dále tím více, až konečně pohyb zcela přestává. *Tíže*, t. j. silou, kterou země veškerá tělesa do svého středu táhne, mění se též často směr i rychlost pohybu, z čehož patrné, že i tíže jest překážkou setrvačnosti v pohybu. Mimo to musí tělo, pohybující se, ze prostoru, jež zaujímá, vytlačovati neprostupný vzduch, který jsa též setrvačný, pohybu těla *odporuje*. Témito překážkami ruší se setrvačnost pohybu a poněvadž na zemi není pohybu bez těchto překážek, nelze též setrvačnosti v pohybu na žádném těle na zemi pozorovati. *Čím menší jest tření, tím déle setrvává tělo v pohybu*; nutno tudíž souditi, že trval by pohyb neustále, když by nebylo naprosto žádných překážek. Oběžnice, jež pohybují se ve prostoru, kde překážek není, jeví zcela patrně *setrvačnost v pohybu*. Poněvadž jest každá hmotná částice těla setrvačná, *jest setrvačnost tím větší, čím větší jest hmotnosť tělo. Čím větší jest síla, kterou tělo v pohyb přichází, tím snáze překonává překážky v pohybu a tím větší jest tudíž i setrvačnost těla.*

Otáčíme-li *rychle* kotouč vodorovný, kolem kolmé osy, pohybuje se koule, kolem též osy i kolem své vlastní osy otáčivá a na kotouč přiléhající, s počátku protivným směrem, později teprv týmž směrem jako kotouč; zarazí-li se kotouč prudce v běhu, otáčí se koule ještě

nějakou dobu dále a sice tím déle, čím rychleji i s kotoučem se pohybovala; otáčí-li se kotouč pozvolna, obíhá koule s kotoučem ihned v témž směru. Srazíme-li prudce kartu (obr. 7.), která pokrývá otvor láhve, spadne do láhve peníz, ležící na kartě nad otvorem láhve; posouváme-li kartu jen ponenáhlu dále, posouvá se s ní i peníz, zůstává na kartě ležeti. Tyčinku ze suchého dříví, na obou koncích na žíních zavěšenou, můžeme, prudce na ni udeřivše, uprostřed přeraziti, aniž by žíně se přetrhly, udeříme-li ji pozvolna, prohne se tyčinka u prostřed a žíně se přetrhnou. — Tenkou nití možno ponenáhlu i dosti těžký předmět, k němuž niť připevníme, s místa posouvnouti, aniž by niť se přetrhla, potrháme-li nití prudce, přetrhne se a předmět sebou ani nepohne. Hodíme-li kulkou do skleněné tabule v okně, rozbije se celá, střílíme-li toutéž kulkou do tabule, prostřelí se pouze tak veliký otvor, jakého kulka vyžaduje, aby tabuľi proniknouti mohla.

Obr. 7.



Jsou-li těla vespolek spojena, přicházejí z pohybu v stejný klid, jakož i z klidu v tentýž pohyb jen *ponenáhlu*; přestane-li jedno *náhle* se pohybovati, zůstává druhé účinkem setrvačnosti ještě v pohybu, taktéž snaží se, když jedno pohyb svůj *prudce* započíná, druhé v klidu ještě setrvati. Podobně přecházejí i částice téhož těla jen *ponenáhlu* všechny v tentýž klid neb pohyb; je-li jedna část těla přinucena, v pohybu *rázem* ustáti, pohybují se ostatní setrvačností ještě dále, aneb aspoň jeví snahu dále se pohybovati; *přivádíme-li náhle* jednu část těla v pohyb, setrvávají aneb chtějí setrvati ostatní části v klidu, čímž stává se mnohdy, že část v pohyb uvedená od celku se odděluje.

Ku pohybu vozu s těžkým nákladem potřebí veliké síly jen s počátku, když vůz z klidu v pohyb se převádí; je-li vůz již v pohybu, potřebí síly mnohem menší, totiž jen tolik, což postačuje ku překonání překážek, jež setrvačnosti v pohybu odporují. — Trhnou-li koně prudce vozem, na němž jest veliký náklad, nepohne sebou vůz s místa, ale postranní řemeny, jimiž koně vůz táhnou, přetrhnou se, ač jsou dosti silné. Kdyby u vlaku železničního některý vůz z jakékoliv příčiny náhle v jízdě se zastavil, vrazil by vůz za ním následující prudce do něho a srážka obou těchto jakož i každého následujícího vozu s předcházejícím trvá tak dlouho, až setrvačnost v pohybu překážkou se překoná; poslední vůz vlaku, v běhu prudce zastavený, může bítí od celého vlaku oddělen setrvačností vozů předních, které dále ku předu spěchají; ze setrvačnosti plynou tudíž zkázonosné následky ze sražení se dvou vlaků vznikající, jež jsou ovšem mnohem zhoubnější, když

vlakly proti sobě jedou. — Zastavíme-li při stroji, v němž mnoho koleček vespolek tak jest spojeno, že když jedno se pohybuje, i ostatní pohybovati se musí, jen jedno kolečko v pohybu, jest nebezpečí, že celý stroj se poláme. — Udeří-li kovář železnou tyčí prudce do kovadliny, ohne se část tyče, kovadlinu přesahující, dolů aneb se ulomí, je-li železo křehké; neboť setrvává část tato v pohybu, kdežto kovadlina a ruka kovářova ostatním částím tyče pohybovati se nedopouští; takovým způsobem zkouší se železo, není-li příliš křehké. — Vyklepávání oděvu, setřásání sněhu a prachu s oděvu, setřásání ovoce se stromův, vrhání malty na zeď lžící zednickou, vystříkávání inkoustu z péra, kropení štětkou ve vodě smočenou a mnoho jiných podobných výjevův lze ze setrvačnosti snadně vyložiti. — Topůrko vniká do sekery, když na topůrko kladivem bijeme. — Kůň, dostihnuvší cíle při jízdě o závod, běží často daleko za cíl, nemoha se zastaviti; aby vlak nejel za stanici, musí pára mnohem dříve se vypustiti, než vlak na stanici dojíždí a pak ještě nutno třením setrvačnost vozův v běhu zrušiti a je takto přiměti k tomu, by státi zůstaly. — Chceme-li příkop přeskočiti, rozbíháme se; skočíme-li s vozu rychle jedoucího, upadneme, poněvadž tělo snaží se v pohybu ku předu setrvati, v čemž nohy o zemi se opírající mu překážejí. — Na železných kolejích, na kterých tření jest malé, možno pohybovati vůz mnohem menší silou, než na cestě obyčejné; kovkopové vyvážejí na vozíku na železných kolejích jedoucím z bání takové množství rud, uhlí a jiných nerostův, že by na obyčejné silnici vozíkem ani pohnouti nemohli; jediný kůň utáhne na takových kolejích náklad, k jehož pohybu na silnici mnoho koní by bylo potřebí; z toho patrno, jak velikých výhod železnice poskytují. — Týmž způsobem lze vyložiti i snadné a rychlé klouzání se na hladkém ledě. — Při strojích párních slouží veliké a velmi těžké kolo železné, tak zvaný *hon* k tomu, aby setrvačností svou veškeré části stroje v pohybu vždy stejně rychlém udržovalo; podobná, ovšem menší a lehčí kola nalezáme též u přeslic, soustruhů, šicích strojů atd. — Zedník roztlouká kladivem kámen i cihlu, maje je v ruce, aniž by ruka rány ucítila, neboť rozpadá se kámen i cihla dříve, než pohyb všem částicím jejich byl se sdělil. — Skály trhají se tím způsobem, že do skály se vydlabe hluboká jamka, do které na dno střelný prach se nasype, zbytek pak jamky drobným a suchým pískem se vyplní. Zapálíme-li prach roztrhne se skála, poněvadž písek, jsa setrvačný a ze samých drobných částic složený, nemůže dosti rychle ustoupiti plynům ze prachu vzniknuvším a velmi úsilně se rozpínajícím. — Proč dětské hračky *vll*, *přeslička* a *čamrhoun* tak dlouho v pohybu zůstávají, možno z předcházejícího snadně vyložiti.

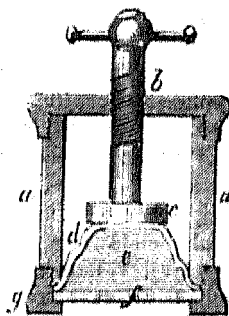
12. Průliněitost. Na houbě mořské, korku, bezové duši, rákosu, střídě chlebové, pemze, dřevě a některých jiných tělesech viděti zcela patrně mezery č. *průlinky*, kterýchž hmota těchto jmenovaných těles nevyplňuje a jež pak vzduch, mnohdy i voda a tudíž hmota jiných těl zaujímá.

Zvětšovacím sklem (drobnohledem) viděti průlinky v lidské i živočišné kůži, v listech rostlinných atd.

Na mnohých tělesech nelze průlinek pozorovati ani drobnohledem, přece však nutno souditi, že i tato tělesa průlinky mají. Roku 1661 chtěli učenci ve Florencii přesvědčiti se, zdaž vodu možno stlačit. Když pak, naplnivše dutou zlatou kouli vodou, vodu úsilně pístem stlačovali, zarosila se koule na povrchu vodou, průlinkami zlata protlačenou. — Zahříváme-li vodu, vystupují z ní bubliny, jež nejsou nic jiného leč vzduch, v průlinkách vody obsažený. — Vložíme-li rákosku jedním koncem do vody a druhým koncem do úst a foukáme-li silně do rákosky vzduch, vystupují z vody bublinky vzduchu, který průlinkami rákosky až do vody a odtud opět průlinkami vody do vzduchu vnějšího postupuje. — Hodíme-li kousek křídý neb cukru do vody, stoupají ve vodě bubliny vzduchu, jež byly v průlinkách křídý neb cukru obsaženy a vodou, do průlinek se vtlačující, vypuzeny. — Zůstane-li dřevo neb kámen déle ve vodě, jsou těžší než dřívě; toho nelze vyložiti jinak leč tím, že voda, vypudivši z průlinek lehčí vzduch, dřívě v nich obsažený, sama v nich se osadila.

Lisem, ježž znázorňuje obr. 8. můžeme rtuť skrze průlinky dřeva protlačiti. V dřevěném válci *a* stlačuje se šroubem *b* píst *c* na kožený neb guttaperčový vak *d*, čímž protlačuje se rtuť *e* průlinkami dřevěného kotoučku *f*, tak že v drobných kapkách jako dešť z nich padá. Kotouček *f* jest šroubem *g* k vaku se rtuť ztěsna přitlačen, aby rtuť nemohla jinudy uniknouti, leč průlinkami kotoučku.

Obr. 8.



Hmota těles nevyplňuje celého prostoru, ježž tělesa zaujímají; mezi částicemi hmoty zůstávají mezery č. *průlinky*, které mohou zaujímati hmotné částičky těles jiných; tato vlastnost těles slove *průlinčitost*; poněvadž průlinky ve hmotě i *póry* se jmenují, zove se průlinčitost jinak též *pórovatost*.

Ze průlinčitosti těles možno vyložiti mnohé výjevy, v průlinčitosti zakládají se též mnohé výkony. V jeskyních prosakuje voda průlinkami i těch nejhutnějších kamenů. — Stěnami párních kotlů železných uniká pára a v nejjemnějších kapkách i voda. — V průlinkách vína, piva a kyselek obsaženo mnoho kyseliny uhličitě, kteráž z nich přechá, jakmile do otevřených nádob je naléváme, z čehož šumění i pění kapalin těch snadně si vyložimo. — Pot nemohl by z těla lidského a zvířecího vystupovati, kdyby kůže průlinek neměla; poněvadž vyměšování potu ku zdaru živočichův jest nevyhnutelně potřebné, omezení člověk i zvíře, když průlinky kůže z příčin jakýchkoliv se zacpou; masti a jiné vnější léky, jimiž tělo potíráme, jakož i lázně zůstaly by bez účinkův, kdyby nemohly průlinkami kůže do těla vnikati. — Rost-

liny vyměšují některé látky do vzduchu, jiné pak ze vzduchu přijímají průlinkami listův, kteréž co ústroje dýchací jim slouží. — Ryby a ostatní živočichové vodní potřebují ku dýchání vzduchu, v průlinkách vody obsaženého; zamrzne-li voda, tak že čerstvý, ku dýchání spůsobilý vzduch přístupu k ní nemá, musí živočichové v ní brzy zahynouti; tomu zabraňují rybáři, prosekávající místem led, aby voda s čerstvým vzduchem se stýkala. — Smícháme-li žejdlík vody a žejdlík líhu, nebude smíšeniny dva žejdlíky, neboť vnikne část jedné kapaliny do průlinek druhé; můžeme se o tom i jinak přesvědčiti, nalijeme-li do láhve asi do polou vody a doplníme-li pak ostatní barevným líhem, ale tak pozorně, aby líh s vodou se nesmísil a nad ní zůstal; když pak zcela plnou láhev zátkou uzavřeme a převrátíme, aby voda s líhem se smísila, nebude láhev již zcela plnou. — Dáme-li do vody kousek železa, vystoupí voda v nádobě výše, byvši vytlačena ze prostoru, jež železo zaujímá; dáme-li do též vody kousek cukru, tak veliký, jako bylo železo, nevystoupí voda tak vysoko, neboť cukr ve vodě se roztéká a částeečky jeho rozdělují se v průlinkách vody. — Uhlí zůstává i v popeli dlouho žhavé, což důkazem, že průlinky popele vzduchu k uhlí přístupu dopřávají. Vložíme-li neprohledný *hydrofan* (t. j. odrůda opálu) do vody, vnikne voda do průlinek jeho a hydrofan jest pak prohledný; podobně stává se prosvitavým papír, napuštěný olejem. — Stavební kámen i dříví obsahují, pokud jsou zcela čerstvé, v průlinkách svých mnoho vody, proto necháváme je dřívě vysychati, než jich ku stavbě užíváme. Suchý kámen a suché dříví jsou mnohem lehčí než vlhké, poněvadž vodu dřívě v průlinkách obsaženou nabradil lehčí vzduch. — Hliněné nádoby jsou velmi průlinčité, tak že kapaliny stěnami jejich prosakují, proto musí se nádoby takové polévati; poleva vyplní totiž průlinky, tak že kapalině zabráněno, stěnami z nádoby unikati. — Pijavý papír propouští průlinkami kapalinu, nepropouští však jimi částic tělesa pevného, proto užívá se papíru takového ku procozování. — Kde jest nedostatek čisté vody k pití, jako ku př. v Paříži, procezuji říčnou vodu kamením; průlinkami kamení prochází pak pouhá čistá voda, všeliké jí dřívě přimíšené látky, jimiž byla znečištěna, zůstávají v kamení vězeti. — Kůže živočišná, jsouc velmi průlinčité, nehodí se za obuv dřívě, než byla vydělána, vydělávání jí záleží pak hlavně v tom, že louh tříslový vnikaje do kůže, jí svrašňuje a bustou a téměř nepromokavou činí; čím lépe jest tedy kůže vydělána, tím více byly průlinky její zmenšeny a tím jest nepromokavější. — Chceme-li dřevo před hnilobou zachrániti, natíráme je dehtem, který do průlinek jeho vniká, je vyplňuje a vodě přístup do nich zabraňuje; mnohdy napouští se dřevo (jako ku př. práhy kolejí železničných, tyče, na kterých upevňují se dráty telegrafní a j.) roztokem soli, kteráž nedopouští, aby vlhkem zkázu vzalo. — Trubky z vypálené hlíny mají stěny značně průlinčité, užívá se jich ku vysušování polí a luk s prospěchem mnohem větším, než obyčejných příkopů, neboť odtéká v příkopě s vodou spolu i plodná prst a příkop brzy se zanese, kdežto průlinkami trubek pouze voda do vnitř prosakuje a trubkou odtéká. — Dřevo, papír,

tkaniny ano i kameny napouštějí se barvami, které, prostupující průlinkami jejich, celé je pronikají. — Smočíme-li vejce do vápenné vody neb do roztaveného vosku, vyplní se průlinky ve skořápce vápnem neb voskem, tak že vzduch do vnitř vniknouti nemůže a vejce takto dlouho před zkázou se zachraňuje. — Porcelán a sklo mají průlinky tak malé, že ani kapaliny ani plyny a páry jimi procházeti nemohou, proto chovají se kapaliny v nádobách porcelánových lépe než v hlíněných a skleněné nádoby slouží hlavně fysikům a chemikům k uzavírání plynů a par. — Zkamenělé živočichy a zkamenělé rostliny pronikla zcela látka nerostná, prostoupivší průlinkami jejich. — Dešťová voda procezuje se v zemi látkami nerostnými a prosakující vrstvu po vrstvě nashromažďuje se konečně v dutinách, odkudž co pramen se prýští.

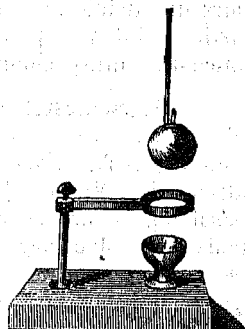
16. Roztaživosť. Upevníme-li strunu, drát neb provaz, dřevěnou neb kovovou tyč jedním koncem a zavěsíme-li na druhý konec jejich dosti těžké závaží, tož objeví se tato tělesa delší a tenčí než byla dříve, ale délky přibylo jim větší měrou než tloušťky ubylo. Rozno a jiné tkaniny možno v délce i v šířce roztažovati i pozorujeme taktéž, že přibývá jim délky a šířky větší měrou než tloušťky ubývá. Snáze ještě podaří se vytáhnouti blánu z měchýře neb kaučuku a guttaperče tak, že značně přibývá jim délky i šířky. Vložíme-li suché dřevo neb suchou hlínu aneb sádru na nějaký čas do vody, vniká voda tak úsilně do průlinek jejich, že průlinky se zvětší, čímž objemu těles těch ve všech třech směrech (v délce výšce i šířce) přibývá.

Kovová koule obr. 9. znázorněná má poněkud menší průměr než kroužek pod ní se nalézající, tak že jí do pobárku propadává. Zahříváme-li však kouli nějakou dobu, zůstává v kroužku vězeti, pokud jest teplejší než kroužek. Zahřátím přibylo tudíž kouli objemu.

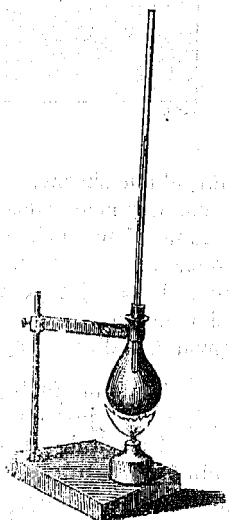
Naplníme-li láhvičku z tenkého skla (obr. 10.) vodou neb líhem, uzavřeme-li ji zátkou a prostředím otvoru u prostřed zátky skleněnou trubicí do láhvičky, tož uvidíme, že zahříváním voda neb líh ve trubicí čím dále tím výše stoupá, až konečně z ní i vytéká. Jsou-li voda neb líh zbarveny, možno stoupání jich ve trubicí tím lépe pozorovati. Zavěsíme-li měchýř, jen částečně vzduchem naplněný a neprodyšně uzavřený ku kamnům, zvětšuje se objem vzduchu teplem tak značně, že měchýř silně se nadýmá ano konečně snad až praskne.

Prof. J. Klíky Fysika pro nižší třídy.

Obr. 9.



Obr. 10.



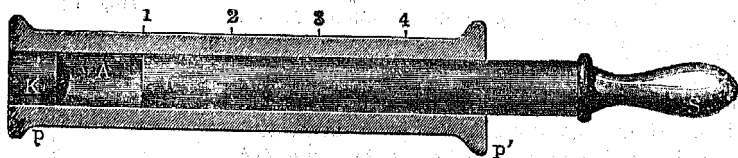
Objem každého těla možno buď nějakou silou buď teplem zvětšiti č. *roztáhnouti*, jestliť tudíž *roztaživost* vlastností všem tělesům přináležející.

Roztaživosti těles teplem užívá se v životě obecném k účelům rozmanitým a zhruba dlužno k ní přihlížeti. Tak ku př. zahříváme hrdlo láhve, abychom mohli zátku těsně v něm vězíci snáze vytáhnouti.

Některá tělesa, byvše zahřáta, zmenšují svůj objem, z čehož by mohlo souditi se, že stává výjimka všeobecného pravidla, dle kteréhož tělesa teplem se roztahují. Výjimka tato jest však pouze zdánlivá, neboť smršťuje-li se ku př. dřevo teplem, jest příčina toho, že teplem vypuzuje se z průlinek dřeva voda, která dříve v nich se nalézala, pročež pak průlinky se zmenšují, částice dřeva k sobě se přibližují a menší objem zaujmají. Také hlína se smršťuje účinkem tepla, dle toho proto, že teplem z průlinek jejích rozličné látky vypuzeny bývají, dle toho proto, že účinkem tepla součástky hlíny chemicky vespolek úzejí se slučují

17. Stlačitelnost. Houbu mořskou můžeme rukama stlačit tak, že jen šestinu, a silnějším tlakem pouze desetinu původního objemu zaujímá; vosk, máslo, hlínu a jiná tělesa můžeme takéž snadně rukou stlačovati. Vázaná kniha, kterou knihař lisem byl stlačil, má vždy menší objem než měla dříve, pokud nebyla stlačena. Dotkne-li se koule ze slonoviny mramorové desky, koptem počerněné, uvidíme na kouli v tom místě, kde desky se dotkla, malou černou tupku; spadne-li koule s větší výšky na desku, uzříme na kouli mnohem větší

Obr. 11.



okrouhlou skvrnu, z čehož patrně, že koule se stlačila. Měchýř vzduchem naplněný můžeme smáčknoti. Vzduch ve trubici *pp'* (obr. 11.) zátkou *K* na jednom konci uzavřen, možno pístem stlačit tak, že pouze prostor *A*, t. j. pětinu původního objemu svého zaujímá; vtlačíme-li píst ještě hlouběji do trubice, vyrazí vzduch zátku *K* a část jeho unikne ze trubice ven (dětská bouchačka). Vodě, líhu, rtuti a jiným kapalinám ubývá objemu, byly-li dosti značně ochlazeny.

Tlakem aneb ochlazením nabývá každé tělo menšího objemu, každé tělo jest tudíž *stlačitelné*.

Stlačitelnost vody, líhu a kapalin vůbec jest velmi nepatrná; neboť zmenšuje se i největší silou objem jejich tak nepatrně, že toho nelze téměř pozorovati, pročež kapaliny takřka za nestlačí-

telné se pokládají; ochlazením ubývá však kapalinám objemu patrně, z čehož následuje, že nejsou naprosto nestlačitelný.

Ve stlačitelnosti těles zakládá se vytlačování šťáv z kořenů, listů a jiných částí rostlin, lisování olejů ze semen, dobývání šťavy cukrové ze třtiny cukrové a z řepy cukrovky. — Kováním nabývají kovy menšího objemu, což patrně již ze stopy, kterou kladivo po každém udeření na kov zůstává. — Pečeť nemohla by vytlačit se ve vosku, kdyby byl vosk nestlačitelným. — Peníze hotoví se tím způsobem, že kovové kotoučky mezi dvěma razidly, do nichž líc a rub peníze jest vyryt, silně se stlačují. — Kovář upevňuje na kola železné pásy, pokud jsou horké; když pás vychladne, smrští se a udržuje takto části kola silněji pohromadě. — Litina nabývá ochlazením objemu menšího, proto musí býti kadluby, do kterých litina se nalévá, poněkud větší než předměty, jež chceme ulíti. — Dřevěným sloupům, na kterých těžká břemena spočívají, přibývá sice tloušťky, ale mnohem méně, než jim ubývá výšky. — Poněvadž jsou i kameny a cihly stlačitelné, nutno též při stavbách ku stlačitelnosti přihlížeti.

18. Dělitelnost. Kus dřeva můžeme v menší díly rozlámati neb rozřezati a každý díl můžeme opět a opět v kousky ještě menší děliti, až konečně povstanou velmi drobné tříščky neb piliny; kus cukru dá se v menší kusy roztlouci a ty možno pak v moždíři paličkou rozdroliti a konečně v jemný prášek rozetřiti; ze žejdlíka vody možno ohromné množství kapek nadělati.

Každé tělo možno v menší a opět menší částice *děliti*, jestli tudíž *dělitelnost* všeobecnou vlastností těles.

Udeříme-li kladívkem na vyhraněný vápenec, rozbije se v kousky, kteréž mají tvar pravidelný, t. j. tvar klonce; leštěnec olověný rozpadá se podobným způsobem v pravidelné kostky (krychle); ze sádrovce a slídy můžeme naštipati velmi tenkých lístkův s plochami zcela rovnými, hladkými a lesklými, jestliže nůž aneb tenké, ostré dlátko určitým a vždy týmž směrem na ně přiložíme a na ně udeříme.

Mnohé nerosty můžeme v určitých směrech v části tvaru zcela pravidelného rozdělovati č. *štípati*, odkudž tato dělitelnost nerostův i *štípnost* se zove.

Jeden grán (240tý díl lotu) *pižma* působuje ve světnici po 20 let zápach, byť i světnice každodenně se provětrávala, t. j. čerstvým vzduchem se naplňovala. Poněvadž jest pižmo ve světnici všude cítiti, obsahuje v sobě všecken vzduch ve světnici nesmírně malinké částěčky pižma, kteréž vnikajíce se vzduchem, jež vdychujeme, do nosu, nerv čichový podráždí a zápach způsobí. Podobně jako pižmo rozprchávají se všechna *voniva* v nesmírně veliký počet nekonečně malinkých částěček, jež pouze čichem pojímáme, jichž však nižádným jiným čidlem pojmouti nemůžeme. — Jedním gránem *karmínu* možno 20 liber (asi 8 mázů) vody na červeno obarviti a tou několik set archů papíru po obou stranách červeně pomalovati, z čehož patrně, jak malinké musí

býti částičky karmínu, když tak velikou plochu pokrývají; i jiná *barviva* rozdělují se jako karmín velmi dokonale v částičky nesmírně malé, zraku však postřizitelné. — *Zlato a stříbro* zůstávají na zkušebním kameně*) částičky tak jemné, že jich hmatem postihnouti nelze. Oba tyto, jakož i jiné *kovy* dají se rozetřiti na prášek velmi jemný, jímž předměty na povrchu se povlékají. — Ocel a drahokamy jsou *smyrkem**)* neb *diamantovým prachem* na povrchu svém rozbrázděny, a nejvíce na lesklých a uhlazených plochách svých prostému oku žádných rýh, odkudž patrno, že částičky smyru i diamantu jsou velmi jemné, když ocel i drahokamy tak nepatrně rozrývají, že toho ani viděti nelze. — *Krev lidská* a živočišná objevuje se pod drobnohledem složená z kuliček, z nichž nejmenší $\frac{1}{875}$ '' největší pouze $\frac{1}{312}$ '' průměru mají. — Vlákna kokonová, z nichž hedbávné nitě se spřádají, mají pouze $\frac{1}{250}$ '' průměru, tak že tedy 250 vláken takových těsně vedle sebe položených teprv 1'' zšíří zaujme, a přece jeví se ještě každé takové vlákno z částic složené. — V jediné kapce vody spatřujeme drobnohledem nesčíslné množství pramalinkých živočichův (*nálevníkův*) čile se pohybujících, se smršťujících a opět se roztahujících, jichž tělo skládá se z ústrojův zažívacích i z ústrojův ku pohybu sloužících. — *Solí* roztékají se ve vodě v částice tak jemné, že od částic vody jich rozeznati nemožno; z chuti a mnohdy i barvy vody nutno však souditi, že i v nejmenší kapce roztoku částičky solí jsou obsaženy. — Částice *kapalin* jsou tak malé, že jich žádným čidlem pojmuti nemůžeme, povrch kapaliny jeví se z té příčiny vždy zcela rovný a hladký. Vypařují-li se kapaliny, unikají z nádoby do vzduchu v bublinkách tak malinkých, že jich viděti nelze. — *Prach* ve vzduchu se vznášející objevuje se pod drobnohledem složen z pramalinkých částiček bytostí ústrojných (živočichů a rostlin) i neústrojných (nerostův), kteréž nemohly by ve vzduchu plovati, kdyby nebyly nesmírně malé a tudíž nesmírně lehké. — *Kostíkem* možno nakresliti na zdi mnoho čar, aniž by kostíku patrně ubylo, a přece každá z těch čar ve tmě světlkuje, z čehož patrno, že z drobninkých částiček kostíku se skládá. — Z jedné libry *bavlny* možno upřísti nit 40 mil dlouhou; jak malinké jsou tudíž částičky, jež nit tu skládají! Indiani tkají musselin (řídce tenkou tkaninu bavlněnou) tak tenký, že 30 loket směstná se ho v tabáček, a přece možno ještě každé jednotlivé vlákno té tkaniny ve veliký počet částic rozdělit. — *Fraunhofer* vyryl strojem rozdělovacím na skleněné desce 1'' dlouhé 32.000 rovnoběžných čar! — Pes poznává bystrým čichem svého pána, ač nesmírně malinké částičky z výparu pánova na cestě zůstávají.

*) Kámen tento *lydit* neb *kámen lydickej*, u zlatníků pak *kámen prábířskoj* nazývaný, jest zcela černá, nezjevně bridlicovitá odrůda *bulžníku*, který jest odrůdou celistvého křemene.

***) *Smyrek* obecně *šmirgl* zvaný jest jemnozrná odrůda korundu obecného.

Rozdělujeme-li tělo nějakým náčiním (nožem, pilkou, kladivem, paličkou v mozdíři atd.), končí se dělení, když částčky již tak jsou malé, že dále jich dělití nelze; můžeme však mysliti sobě, že i malinké posledním dělením vzniklé částčky nechaly by se dále ještě dělití, kdyby náčiní, jakož i zrak a hmat náš byly zcela dokonalé — vůbec možno si *mysliti*, že by pak dělení ani nemělo žádného konce.

Příčí se však rozumu lidskému, domnívati se, že dělitelnost těles jest *nekonečná*, pročež myslí fysikové, že ustavičným *mechanickým* (pomocí náčiní nějakého konaným) dělením částic, čím dále tím menších, nabyli bychom konečně částček *základních* č. *prvotních*, tak zvaných *molekul*²⁶, kteréž jsou mechanicky nedělitelný a jichž smyslem pojmuti nelze, poněvadž jsou nesmírně malé.

Rumělka jest složena ze síry a rtuti a chemie učí, kterak z obou těchto hmot rumělka se skládá i kterak v obě tyto hmoty ji možno rozkládati. Síra a rtuť jsou však v rumělce tak úzce spolu spojeny, že v ní ani tím nejlepším drobnohledem a vůbec nijak částček síry od částček rtuti rozeznati nemůžeme. Nutno tudíž souditi, že každý molekul rumělky složen jest ze síry a rtuti a že dá se v tyto své součástky rozdělití.

Molekuly těles chemicky složených možno chemicky ještě v jich součástky — *prvky* č. *atómy* rozdělití, kteréž jsou pak již naprosto nedělitelný. Molekuly těla chemicky jednoduchého jsou ovšem spolu i prvky, poněvadž jich chemicky dělití nemožno.

Fysikové a lučebníci potřebují ku rozličným účelům nádob rozdělených ve stejné díly určitého objemu, ku př. v krychlové palce neb čárky, aneb v krychlové centimetry atd.; lékárníci mají porcelánové nádoby, jež *mensurami* (mírami) se nazývají, rozdělené tak, že povrch vody až k určitému oddílu příčnou čárkou na vnitřní stěně naznačenému dosahuje, když se jí jistá váha do nádoby nalije; mensurou stává se tudíž odvažování vody zbytečným.

Má-li se nádoba rozdělití ve stejné díly objemu určitého, ku př. v krychlové centimetry, vypočte se nejprvé, mnoho li váží krychl. centim. rtuti, načež se vždy právě tolik rtuti odváží, do nádoby přilévá a povrch její po každém přilítí na stěně nádoby čárkou naznačuje. — Má-li se rozdělití nádoba v oddíly stejné velikosti, ale počtu a objemu jakéhokoliv, postačí, když z tétož vždy plné nádoby vody neb rtuti do nádoby přiléváme a povrch kapaliny na stěnách nádoby po každém přilítí naznačujeme; jednotlivé oddíly nádoby mají pak ovšem tak veliký objem jako nádobka, ze které jsme kapalinu nalévali. — Je-li potřebí rozdělití nádobu v jistý určitý počet stejných dílů celého objemu jejího zváží se rtuť neb voda, která celou nádobu naplňuje, načež vždy tolikátá část váhy veškeré kapaliny do nádoby se přilévá, v kolik dílův nádoba rozdělití se měla. — Má-li nádoba stěny kolmé a tudíž vnitřní průměr všude stejný, stoupá v ní tožéž možnoství kapaliny vždy o stejně mnoho výše, i možno pak jednotlivé oddíly na stěnách nádoby jednodušeji naznačiti pouhým odměřením výšky jednoho oddílu a přenášením ho na stěnu nádoby. — Rozděluje-li se nádoba dle určité váhy nějaké kapaliny, ku př. vody, odváží se tolik vody, což potřebí a nalévá se do nádoby kdež pak při povrchu vody vždy příčnou čarou a číslicí k ní připsanou se naznačí, kam až voda dosahovati musí, aby vážila ku př. 1 lot, 2 loty atd.

19. Vlastnosti všeobecné. Veškeré vlastnosti, o kterých v předcházejících odstavcích bylo pojednáno, přísluší všem tělesům bez rozdílu a zovou se tudíž vlastnostmi všeobecnými. Vlastností všem tělesům společnou jest však pouze ta, že jistý prostor zaujímají. Z této vlastnosti vyplývá pak *prostornost*, *neprostupnost* a *setrvačnost*, pročež tyto tři všeobecné vlastnosti *podstatnými vlastnostmi* se nazývají. Ostatní čtyři vlastnosti, totiž *průhlednost*, *roztavitelnost*, *stlačitelnost* a *dělitelnost* jsou vlastnosti *nepodstatné* čili *nahodilé*.

Oddíl druhý.

0 tíži.

20. Tíže. Utrhne-li se jablko od stromu, padá k zemi; kámen vzhůru vyhozený, jakož i koule z děla vzhůru vystřelená pohybují se jen krátkou dobu vzhůru; dostihnou-li jisté výšky padají k zemi. Zdvihneme-li jakékoliv tělo, zůstává v klidu jen tak dlouho, pokud je v ruce držíme, jakmile je z ruky vypustíme, padá, ač by, jsouc setrvačné, mělo zůstat v tom místě, kde ruka je zanechala.

Všecka tělesa padají, když žádná překážka padati jim nebrání, vždy a všude k zemi, čehož nelze možno vyložití leč tím, že země všecka tělesa jistou silou přitahuje; síla tato zove se *tíže*.

Některá tělesa stoupají vzhůru, jako ku př. kouř, páry vodní, balón zahřátým vzduchem, vodíkem neb svítíplynem naplněný a j.; z toho soudil by mnohý, že země nepřitahuje všech těles bez rozdílu. Tato výjimka zákonu všeobecně platného jest však pouze *zdánlivá*, neboť stoupají tělesa tato jen do určité výšky a vzdalování se jich od země jest tudíž tíží omezeno. Páry vodní, jež ve tvaru jemných bublinek z vody vystupují, oblaky a mraky skládají a výš a výše stoupající od země se vzdalují, padají, byvše ochlazeny, buď co dešťové prasky, buď co kroupy neb sněh opět k zemi.

Obr. 12.

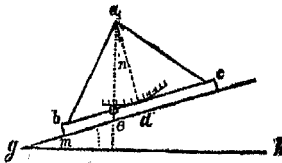
21. Směr svisný a vodorovný. Zavěsíme-li aneb podepřeme-li tělo, jeví *tahem* neb *tlakem* snahu k zemi padati. Olovený válec (obr. 12.), jsa od země přitahován, napíná šňůru, na níž jest zavěšen, tím směrem, kterým tíže ku pohybu jej pudí; přefixujeme-li šňůru, padá válec tímto směrem k zemi. Směr šňůry této značí tudíž směr tíže; kdybychom směr ten přímkou dostatečně prodloužili, protínala by tato přímka střed naší země.

Směr tíže zove se *svisným* (vertikálním). Zavěsíme-li olovnici nad povrchem vody v klidu se nalézající, tož shledáme, že povrch vody svírá se šňůrou olovnice úhel pravý, a že stojí tudíž povrch vody na směru tíže *kolmo*. Proto zove se *vodorovnou* každá přímka neb rovina, stojící kolmo na směru tíže.



Stavitelé potřebují olovnice (obr. 12.) ku naznačování polohy svislé. Je-li ku př. šňůra olovnice, řádně zavěšená, ode zdi neb trámu po celé své délce stejně vzdálena, mají zeď neb trám, jsouce se šňůrou rovnoběžny, polohu svislou. Ku zkoumání vodorovnosti zdi a trámů užívá se krokvice, t. j. dřevěného stejnoramenného trojúhelníku *abc* (obr. 13.), s jehož vrchole *a* visí šňůra s kuličkou olovenou. Má-li základna *bc* polohu vodorovnou, protíná šňůra střed základny *d*, který bývá zvláště označen. Nemá-li však plocha předmětu, na který krokvice se postavila, polohy vodorovné, svírá směr šňůry *ae* s přímkou *ad*, která vrchol *a* se středem základny *d* spojuje, úhel *n*, který rovná se úhlu *m*, jímž plocha od vodorovné *gh* se odchyluje. Obloučkem ve stupně rozděleným možno velikost úhlu toho stanovit.

Obr. 13.



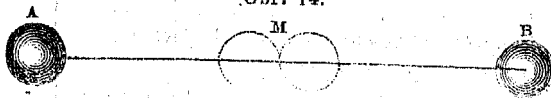
22. Tíže všeobecná. Angličan

Cavendish (vyslov: Kevndyš) zavěsil lehkou, dřevěnou, asi sáh dlouhou tyčinku u pro-

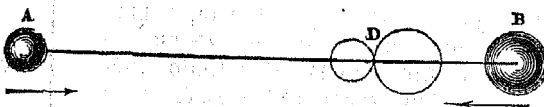
střed na teninkém, přes 6 sáhů dlouhém drátu; na obou koncích tyčinky upevnil pak kovové kuličky. Poněvadž byla tyčinka zavěšena, zrušil se účinek tíže zemské, tyčinku i kuličky přitahující. Když pak byla tyčinka s oběma kuličkami zcela v klidu, přiblížil se ku jedné kuličce s velikou kulí kovovou i shledal, že kulička ke kouli se přichýlila, tak že se vyšinula tyčinka z polohy, kterou v klidu dříve zaujímal. Anglický učenec *Maskeleyne* (vyslov: Mesklain) shledal v roku 1772, že olovnice u vrchu Shehalien ve Skotsku ze směru svislého se odchýlila a ku vrchu se naklonila.

Z těchto a jiných podobných pokusův a ze zkušeností z rozličných ukazův nabytých plyne, že veškerá tělesa vespolek se přitahují jistou silou, kterou zoveme *všeobecnou tíž* (*gravitací*). Tíže zemská není tudíž zvláštní, pouze zemi příslušnou silou, jestiž pouze druhem tíže všeobecné.

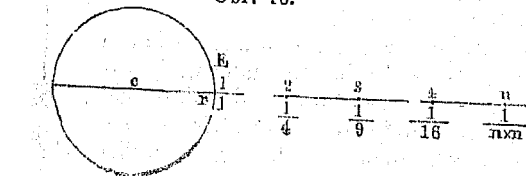
Obr. 14.



Obr. 15.



Obr. 16.



Pokusy shledáno, že 1. přibývá neb ubývá vzájemné přitažlivosti těles tou měrou, kterou přibývá neb ubývá hmoty jejich a 2. že jest přitažlivost tato v převráceném poměru ku čtvercům vzdáleností těles, tak že ve vzdálenosti 2kráté větší jest přitažlivost

4kráté menší, ve vzdálenosti 3kráté větší stává se přitažlivost 9kráté menší, vůbec ve vzdálenosti n kráté větší jest přitažlivost $n \times n$ kráté menší.

Mají-li koule A a B (obr. 14.) hmoty stejně veliké, přitahuje jedna druhou silou stejnou a mohou-li volně se pohybovati, srazi se v M , tak že každá stejnou dráhu probíhá. Je-li však hmota koule B (obr. 15.) 3kráté tak veliká, jako hmota koule A , přitahuje koule B kouli A silou 3kráté tak velikou, i setkají se obě, nepřekáží-li nic účinku přitažlivosti jejich, v D a vykoná A dráhu 3kráté tak velikou jako vykonala B . Obr. 16. znázorňuje ubývání tíže vzdáleností. Značí-li totiž hořejší číslice 1, 2, 3, 4, n vzdálenosti, jsou výtknuty číslicemi 1, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{9}$, $\frac{1}{16}$, $\frac{1}{n \times n}$ velikosti tíže.

23. Tíže a váha. Poněvadž tíže zemská týmiž zákony se řídí, jako tíže všeobecná, musí přitahovati země každé tělo silou jinou, a sice jedno silou tolikrát větší, kolikráté jest hmota tohoto těla větší než těla druhého, stejně od země vzdáleného, a taktéž jedno silou tolikráté čtverečně větší, kolikráté jest tělo toto zemi blíže než druhé, jehož hmota by byla stejná. Podobně přitahují i tělesa zemi silou rozličnou, jsou-li hmoty jejich a vzdálenosti jejich od země rozličné.

Padají-li však dvě tělesa, jichž hmoty dosti značně od sebe se liší, ku př. veliká olověná koule a malý ostřížek papíru, ve prostoru vzduchoprázdném s tétéž výšky, dopadají k zemi v téměř okamžiku, a podobně shledáváme, že tělesa, padající k zemi s výšek dosti rozdílných, za stejné doby stejně veliké dráhy vykonávají.

Země přitahuje všeska tělesa blízko ní se nalézající stejnou silou; všeska tělesa jsou tudíž stejně těžká.

Příčinu toho lze tím vyložiti, že hmota země naší jest u přirovnání ku hmotě těles blíže země se nalézajících nesmírně veliká. Přirovnáme-li tudíž ku př. hmotu olověné koule, jakož i hmotu ostřížku papíru se hmotou země naší, bude rozdíl sil, kterými země olověnou kouli a ostřížek papíru přitahuje a od nich přitahována jest, nesmírně malý, tak že nebude lze ho pozorovati, pročež obě tato tělesa stejně těžkými se jeví. Neprůstupnost země naší jest příčinou, že každé tělo, jak mile povrchu pevné země dosáhlo, padati přestává aneb nanejvýš jen do nepatrné hloubky do země vniká a pak se zastaví; kdyby však nebyla země neprůstupnou, musilo by každé těleso vniknouti až do středu zemského, neboť se sbíhají směry tíže, na rozličných místech země naší stanovené, všesky ve středu země a možno tudíž střed zemský za sídlo tíže pokládati. Poloměr zemský jest však téměř 800 mil dlouhý, z čehož patrně, že, byť i jedno tělo od země třeba 200—300 stop dále se nalézalo než druhé, přece rozdíl vzdálenosti těles těch od středu země vzhledem ku poloměru zemskému jest velmi nepatrný; bude tudíž země obě tato tělesa přitahovati silami tak nepatrně rozdílnými, že obě síly za stejné, a tudíž i obě ta tělesa za stejné těžká pokládati musíme,

Kulička kovová, ostřížek papíru, péro atd. neпадají ve vzduchu stejně rychle k zemi, neboť neprostupný a setrvačný vzduch překáží všem tělesům k zemi padati. Padají-li některá tělesa rychleji k zemi než jiná, děje se proto, že snáze překážky vzduchu překonávají, nikoliv však proto, že těžší jsou než jiná.

Poněvadž země naše velikostí své hmoty velikost hmoty veškerých těles na zemi a blíže ní se nalézajících tak ohromně převyšuje, nelze na tělesech takových tíže všeobecně pozorovati; neboť, jsouce zemi do středu zemského sílou tak velikou přitahována, nemohou přitahovati se vespolek.

Šňůry dvou olovnic blíže sebe zavěšených musily by, jak z předcházejícího patrně, jsouce dostatečně prodlouženy, stýkati se teprv ve středu zemském, tudíž ve vzdálenosti téměř 800 mil, proto můžeme avšak směřy, nejsou-li příliš od sebe vzdáleny, pokládati za *rovnoběžny*.

Tělo na šňůře zavěšené, chtějce padati k zemi, napíná šňůru a sice tím více, čím větší jest hmota těla toho; zavěšujeme-li na tutéž šňůru čím dále tím větší koule olověné, přetrhne se konečně šňůra *tahem* koule. Zdvíháme-li kámen, cítíme, kterak, chtěje padati, na ruku *tláčí* a tlak bude tím větší, čím větší jest kámen.

Je-li tělo zavěšeno neb podepřeno, tak že k zemi padati nemůže, jeví se tíže jeho *tahem* na závěs nebo tlakem na podporu. Velikost toho tahu neb tlaku jmenuje se *váha* těla.

Poněvadž země každou částici hmoty těla přitahuje i od každé na vzájem přitahována jest, musí váha těles jeviti se tím větší, čím více částic hmoty tělesa obsahují. Soudíme tudíž, že obsahuje tělo jedno tolikrát více hmoty než druhé, kolikrát jest váha jeho větší než váha těla druhého.

Tíže a váha jsou tudíž rozdílny, neboť *tíže* jest, jak výše bylo vloženo, u všech zemi blízko se nalézajících těles *stejná*, *váha* jest pak u rozličných těles *rozličná*.

V obecném životě mluví se o tělesech *těžších a lehčích* i nazývá se tudíž často váha *tíží*.

K ustanovení velikosti váhy těles slouží váha přijatá za jednotku vah. Jednotky takové jsou v rozličných zemích rozličné.

U nás jest jednotkou váhy *centnýř* s menšími oddíly svými, jež jsou: *libra*, *lot*, *kventlík* a *gran*.

1 centnýř má 100 liber, 1 libra má 32 loty, 1 lot má 4 kventlíky a 1 kventlík má 60 granů; 1 lot má tudíž 240 granů.

Libra lékárnická má pouze 24 loty a dělí se ve 12 *unci*; *unce* má 8 *drachem*, *drachma* 3 *škruple* a *škrupl* 20 granů.

Jednotkou *nové váhy francouzské* jest *gram* (gramme), t. j. váha zcela čisté a nejhustší vody, která vyplňuje krychlový centimetr, t. j. nádobu krychlovou uvnitř 1 centimetr dlouhou 1 cm šířkou a 1 cm vysokou.

0, gramu	slove	decigram	10 gramů	se nazývá	dekagram
0 ₀₁	"	"	centigram	100	" " "
0 ₀₀₁	"	"	milligram	1000	" " "
			10000	"	" " "
				"	" " "

1 gram = 0.001785 liber = 0.2286 kventlíků = 13.714 granů;
 1 kilogram = 1.78567 liber = 1 libra 25 lotů 34 grany;
 $\frac{1}{2}$ kilogramu = 0.89284 liber = téměř 28 $\frac{1}{2}$ lotu, což zve se
 kousku a Německu *celní librou*, poněvadž dle této váhy *clo* se

24. Váha prostá a měrná. Váha těla vůbec, nehledím k objemu jeho, zove se *vahou prostou* (absolutnou), váha těla určitého objemu, ježž za jednotku objemu pokládáme, t. j. váha jistě *míry* jmenuje se *váha měrná*.

1^k čistě vody váží asi 1.₀₄ lotu, 1^k cínu váží 7.₂₈ lotu, 1^k železa váží 8.₃₂ lotu, 1^k olova váží 11.₄₄ lotu. Je-li 1^k jednotkou čili měrou objemu, jest tudíž měrná váha vody 1.₀₄ lotu, cínu 7.₂₈ lotu, železa 8.₃₂ lotu a olova 11.₄₄ lotu.

a) Známe-li měrnou váhu těla, ku př. váhu krychl. palce, a objem toho těla, t. j. počet krychl. palců, ježž tělo zaujímá, vypočteme prostou váhu, když měrnou váhu objemem znásobíme, neboť kolikrát jest objem těla větší než objem jednoho krychl. palce, tolikrát jest též váha těla větší než váha krychlového palce.

Prostá váha těla rovná se součinu z objemu a měrné váhy jeho.

Mnoho-li váží železná tyč 2° dlouhá, 2" široká a 1.₅" vysoká? — $2^{\circ}=12' = 144''$; $144 \times 2 \times 1.5 = 432k''$, t. j. objem tyče; 432×8.32 loty = 3594.₂₄ lotů = 112 lib. 10.₂₄ lotů = 1 cent. 12 lib. 10.₂₄ lotu, t. j. prostá váha tyče.

Mnoho-li váží sud vody, je-li váha 1^k vody 56.₄ lib? Sud má 4 vědra, 1 vědro = 1._{8k}, tudíž $1.8 \times 4 = 7.2k'$ jest objem vody; 7.2×56.4 lib. = 406.₀₈ lib. = 4 cent. 6.₀₈ lib. jest váha sudu vody.

b) Ze známého objemu a známé váhy prosté lze vypočísti měrnou váhu těla, neboť známo-li, kolik krychl. stop (palců) tělo vyplňuje a kolik liber (lotů) váží, lze též stanoviti, kolik liber na každou jednotlivou krychl. stopu připadá; potřebí toliko počet liber (lotů) počtem krychl. stop (palců) děliti.

Měrná váha těla rovná se podílu z jeho váhy prosté, dělené objemem jeho.

Jaká jest měrná váha rtuti, váží-li 3 žejdlíky rtuti 25 liber 21 lotů? — 25 liber 21 lotů = 821 lotů, t. j. váha rtuti; 1 žejdlík = 19._{36k}, pročež $19.36 \times 3 = 58.08k''$ jest objem rtuti; $821:58.08 = 14.14$ lotu jest váha jednoho krychl. palce čili měrná váha rtuti.

Jaká jest měrná váha pískovce, váží-li čtyrhenné přitesaný balvan pískovce 1° dlouhý, 4' široký a 3' vysoký 101 cent 72 liber? — 101 cent. 72 lib. = 10172 lib., t. j. váha pískovce; $6 \times 4 \times 3 = 72k'$ jest objem pískovce; $10172:72 = 141$ lib. jest váha krychl. stopy č. měrná váha pískovce.

c) Kolikrát jest tělo těžší než jedna krychl. stopa (krychl. palec) jeho, tolikrát jest také objem jeho větší než objem krychl. stopy (krychl. palce). Známe-li tudíž prostou i měrnou váhu nějakého těla, lze vypočísti neznámý objem jeho, čehož zvláště s výhodou možno použítí, když má tělo tvar nepravidelný, tak že objemu jeho měřiti nelze. Dělíme-li prostou váhu těla měrnou vahou jeho, určíme, kolik krychl. stop (palců) tělo to zaujímá.

Objem těla rovná se podílu z jeho váhy prosté, dělené jeho vahou měrnou.

Jaký objem má džber, do kterého se vejde 2 centy 35 liber vody, jejíž krychl. stopa váží 56,4 lib. ? — 2 ct. 35 lib. = 235 lib., t. j. prostá váha vody, 56,4 lib. jest měrná váha vody; $235 : 56,4 = 4,16^k$ jest objem džberu.

Jaký objem musí míti láhev, aby se vešlo do ní 50 liber rtuti, váží-li krychl. palec rtuti 14,14 lotu ? — 50 lib. = 1600 lotů, t. j. prostá váha rtuti; $14,14$ l. jest měrná váha rtuti; $1600 : 14,14 = 113,16^k$ musí míti láhev objemu.

25. Hutnost. Váží-li voda, v krychlové nádobě obsažená a tudíž tvar krychle určité velikosti mající 4 libry, váží stejně veliké krychle cínu asi 28 liber, železa téměř 32 lib., olova asi 44 lib., rtuti bez mála 56 liber atd.

Tělesa téhož objemu ale rozličné hmoty mají rozličnou váhu, z čehož patřno, že do téhož objemu vejde se rozličná váha a tudíž nestejné množství hmoty rozličných těles.

Zaujímá-li jistá váha vody 1^k , zaujímají tytéž váhy cínu téměř jen $1/7^k$, železa asi $1/8^k$, olova téměř $1/11^k$, rtuti asi $1/14^k$ atd.

Tělesa rozličné hmoty ale stejné váhy, jež mají tudíž stejné množství hmoty, zaujímají nestejné objemy, z čehož plyne, že totéž množství rozličné hmoty vyžaduje prostoru rozličného.

Má-li koule železná větší váhu než stejně veliká koule dřevná, soudíme, že hmotných částic (molekul) železné koule jest v témž objemu více a že jsou tedy blíže sebe skupeny, než hmotné částice dřeva, i říkáme, že jest železo *hutnější* (*hustší*) dřeva.

Zaujímá-li libra rtuti prostor téměř 14krátě menší, než libra vody, nutno souditi, že hmotné částice rtuti jsou asi 14krátě *hustší* skupeny než hmotné částice vody.

Hutnost poznáváme tudíž z váhy těla a objemu jeho.

Abychom mohli hutnosti rozličných těles vespolek porovnávat, pokládáme hutnost čisté vody v tom stavu, kde jest nejhutnější, za jednotku hutnosti. Čísla, kterými hutnost těles jiných se vyznačuje, značí pak, kolikrátě jest buď váha těla větší než váha vody téhož objemu buď kolikrátě jest objem těla menší než objem vody stejné váhy.

Hutnost zlata jest 19, t. j. zlato váží 19krátě tolik co voda téhož objemu, aneb zlato zaujímá 19krátě menší objem než voda tétéž váhy.

Kolikrát jest tělo hutnější než voda, tolikrát jest též měrná váha jeho větší, než měrná váha vody; znásobíme-li tudíž měrnou váhu vody číslem, jež značí hutnost nějakého těla, vypočteme měrnou váhu toho těla.

Měrná váha těla rovná se součinu z hutnosti jeho a měrné váhy vody.

Měrná váha vody, t. j. váha 1^k jest 56,4 liber, hutnost mědi jest pak 8,3; měrná váha mědi jest tudíž $8,3 \times 56,4 = 468,32$ liber. Určivše z hutnosti nějakého těla a měrné váhy vody měrnou váhu toho těla, můžeme pak z měrné váhy a prosté váhy toho těla vypočísti objem aneb z měrné váhy a objemu vypočísti prostou váhu jeho, k čemuž již výše návod byl podán.

Oddíl třetí.

0 soudržnosti.

26 Soudržnost. Chceme-li dřevo přelomiti neb kámen rozdrtití aneb vůbec nějaké tělo v části rozdělití, musíme užítí jisté síly. Rozpadá-li se tělo v části bez příčinění našeho, působí tu taktéž síla, ovšem síla přírodní. Tak proměňuje se ku př. kus ledu zahříváním, tudíž účinkem tepla, ve vodu, kteráž přechází dalším zahříváním v páru; vypařování vody záleží pak v tom, že oddělují se od celku částice velmi jemné, jichž ve vzduchu zrakem nelze postihnouti. Nerosty rozpadávají se zvětřáním. Pošineme-li prstem železnou kouli, dotýká se prst jen některých částic koule a puď jen tyto k pohybu a přece pohybuje se koule celá.

Z těchto a mnohých jiných podobných výjevův vyplývá, že nejmenší částice hmoty, totiž molekuly, jsou jistou silou vespolek spoutány. Síla tato odporuje každému, jakkoliv způsobenému oddělování částic od celku, totiž od těla. Poněvadž silou tou veškeré molekuly těla pohromadě se udržují, zoveme ji silou soudrživou čili *soudrživostí*. Účinek soudrživosti jest *soudržnost* částic (cohaesio), kteráž rozmanitým způsobem se jeví.

Rozdrtneme-li sklo, křídu, dřevo a jiná podobná tělesa a přitlačíme-li částice jejich i dosti silně k sobě, nejsou přece ještě tak blízko u sebe, aby soudrživost mohla působiti a je opět v jediný celek spojití. Kusy vosku, měkké hlíny těsta, smoly a podobných těles můžeme však *stlačením opět v celek spojití*, neboť možno částice takových těles tlakem k sobě tak sblížití, že soudrživostí vespolek se poutají. Položíme-li dvě rovné, pečlivě uhlazené desky skleněné na sebe, jeví se soudržnost odporem, jež musíme překonati, když desky od sebe oddělujeme. Odpor ten jest tím větší, čím větší jsou plochy desk, t. j. *čím více částic vespolek se dotýká*. Soudržnost desk možno pokusem stanoviti; jedna deska se zavěsí na váhách na místě jedné misky a váha desky vyrovná se závažím na druhou misku položeným, načež deska zavěšená ke druhé upevněné desce se přitlačí. Přidáváme-li pak na

misku závaží tak dlouho, až desky od sebe se odtrhnou, shledáme, že k odtržení desk od sebe třeba závaží tím většího, čím větší jsou desky. Podobně jeví se soudržnost desk kovových ano i dřevěných.

Soudrživost působí ve vzdálenosti velmi nepatrně, kteréž ani měřiti nelze; tlakem aneb zvětšením ploch vespolek se dotýkajících možno působení soudrživosti podporovati.

Teplem roztahují se tělesa i vzdalují se tudíž částice jejich od sebe, čímž ovšem soudržnosti tělesům ubývá, ochlazením smršťuje se tělo, částice zblížíjí se k sobě. i stává se soudržnost těla větší. Některá tělesa však teplem se smršťují, jako ku př. hlína, dřevo a j., i zvětšuje se tudíž teplem soudržnost jejich.

Zahříváme-li led, taje a mění se ve vodu, jejíž soudržnost menší jest soudržnosti ledu, dostatečným zahříváním voda se vypařuje a páry nejeví již soudržnosti prázdné, neboť ve vzduchu se rozptylují a částice jejich se snaží, od sebe co nejvíce se vzdalovati. Ochlazením však se přibližují částice vodní páry k sobě, soudrživosti jejich přibývá, až konečně shluknou se dohromady a utvoří vodu, kteráž dostatečně ochlazená tuhne v led. Zahřívá-li se hlína neb dřevo, vypuzují se teplem jiné hmoty (ku př. voda) z průlínek jejich, tak že částice mohou soudrživostí k sobě se přibližovati, čímž objemu tělesům takovým ubývá, ale soudržnosti přibývá. Vypálená cibla jest menší, ale pevnější než z čerstvé hlíny zhotovená.

Soudržnost jest původem mnohých výjevů. Ktuť neprotéká sitem, jehož otvory nejsou dosti veliké; i voda zůstává v sítu s drobnými otvory, bylo-li síto dříve tukem navlhčeno a není-li voda v něm příliš vysoko. Částice, jež by účinkem tíže měly otvory síta propadávati a od ostatní kapaliny v sítu obsažené se oddělovati, jsou soudrživostí k ostatním poutány a soudržnost překonává váhu částic. — Jehla tukem potřena nepadá ve vodu na dno nádoby, nýbrž splývá na povrchu vody, jen poněkud prohlubeném, nemožnou vahou svou soudržnosti vody přemoci. Podobně aplyvá na vodě i kousek pozlátka — Vodoměrký *) pobíhají na hladině vodní jako na pevnině. majíce na chodidlech jemné chloupky ku kterým voda neline a kteréž tudíž jako tukem potřená jehla na povrchu jejím zůstávají — Guttaperča jeví soudržnost velmi značnou; čisté plochy její na sebe přitlačené přilnou tak pevně k sobě, že při násilném oddělování jich guttaperča spíše v jiném místě se roztrhne než tam, kde plochy soudržností se spojily. Z pásek guttaperčových dělají se rourky, když páska na obou podélných pokrajích čistým nožem se přiřízne, okolo tyčinky v rourku se zahne a plochy pokračně řezem vzniklé na sebe silně se přitlačí. Podobně hotoví se z guttaperči a kaučuku (gummielasticum) i jiné velmi rozmanité předměty jako míče, balóny, nepromokavé pláště a čepice i jiné části oděvu. — Dvě desky olověné, čistými plochami vespolek se dotýkající, přilnou, byšše dosti silně na sebe přitlačeny, tak silně k sobě, že k odtržení jich od sebe veliké síly potřebí. Kované a válcované kovy jsou pevnější než litiny z týchž kovů, neboť kování a válcováním částice se zblížíjí a soudržnost se zvyšuje. — V soudržnosti zakládá se též sváření kovů,

*) *Vodoměrký* (Hydrometra) jest hmyz z řádu polokřídilých a čeledi stěnic vodních. Má dlouhé, úzké tělo, nitovitá tykadla a dlouhé tenké nohy; přední křídla jsou jakož i tělo černá, zadní křídla huědá.

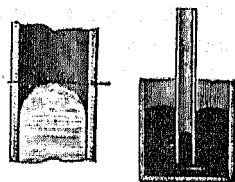
kteřez, změknuvše v ohni, kladivem v jediný pevný celek skovati se mohou. — Dvě veliké, rovné a uhlazené desky skleněné (zrcadlové), na sebe položené, jsou soudržností tak pevně spojeny, že nelze jich od sebe oddělití, ano, rýpá-li se diamantem jedna, trhá se v týchž místech i druhá. — V zemích, kde není dostatek hlíny na ohly a kde i stavební kámen jest vzácným, stlačuje se polní prst (ornice) do kadlubů tak úsilně, až povstávají z ní účinkem soudržnosti, zblížením částic zvýšené, kostky tak tvrdé, že možno za stavivo jich užívati. — Nabytek z vlhkého dříví zhotovený praská a puká, poněvadž dřevo v teplé světnici vysychá a se smršťuje

Poněvadž účinkem soudrživosti každá molekula všechny kolem ní se nalézající molekuly ve všech směrech stejnou silou k sobě přitahuje, shluknou se molekuly, mohou-li volně se pohybovati, kolem jedné, ve středu se nalézající, i povstane tak částice mající tvar kulovitý, kteráž přitahuje pak opět ve všech směrech jiné molekuly k sobě a zvětšuje se, podržujíc tvar koule. Účinkem soudrživosti měl by tedy býti tvar všech těles kulovitý. Mnohá tělesa objevují se skutečně ve tvaru koule; nemá-li tělo tvaru kulovitého, nutno souditi, že účinek soudrživosti překážkami nějakými aneb účinkem jiných sil byl zrušen.

Rtuť i voda objevují se v malých částicích co kapky, jež mají tvar kulovitý; voda, padající z mraku co dešť, vytvořuje na dráze své, než země dostihuje, kapky tvaru více méně kulovitého. — Broky dělají se z olova tím způsobem, že roztopené olovo sítím s okrouhlými většími neb menšími otvory zvolna prosakuje a padajíc s výšky poněkud značnější, soudržností svou táhne a kulovitý tvar podržuje. — Přidáváme-li líbu do vody tak dlouho, až jest směs tak hustá, jako olivový olej a nakapeme-li pak oleje do této směsi, objeví se olej v tvaru kuli, které ve směsi vody a líbu volně se vznášejí. — Zahříváme-li vodu, vystupuje z průlinek jejích vzduch ve tvaru bublinek, majících tvar kulovitý.

Účinkem soudrživosti má ve skleněné trubici rtuť jakož i jiná kapalina, která ku stěnám trubice nelze, a jich nemokří, povrch zakulatělý (obr. 17.), neboť snaží se nabýti tvaru koule. Ponoříme-li pak úzkou trubici skleněnou do rtuti v nádobě širší obsažené, jest netoliko povrch rtuti v rource zakulatělý, anobrž rtuť stojí v rource níže, než v nádobě, a tím níže čím užší jest trubice (obr. 18.). Zdá se jakoby rtuť s horá nějakou silou byla ve trubici stlačována, pročez výjev tento *stlakem* se nazývá. Koule vložená do kapaliny, na které plove a která jí nemokří, táhne se vždy ku stěně, neboť část kapaliny mezi stěnou a kuli jest od ostatní kapaliny oddělena a soudržností dolů stlačována, pročez koule ku stěně takřka spadává. Dvě takové koule (voskové ve vodě aneb železné ve rtuti) přitahují se vespolek (obr. 19.), neboť

Obr. 17. Obr. 18.



Obr. 19.



oddělují mezi sebou část kapaliny od celku; stlakem této části a soudržností částí sousedních jsou pak koule k sobě puzeny.

27. Skupenství. Soudrživost jest původem vzájemné přitažlivosti molekul hmoty; poněvadž pak teplem tělo se roztahuje a tudíž molekuly od sebe se vzdalují, jakoby byly od sebe odpuzovány, možno teplo pokládati za příčinu odpudivosti molekul.

Z působení soudrživosti a odpudivosti možno pak vyložiti způsob, kterým molekuly hmoty v jediný celek, totiž v tělo jsou spojeny čili *skupeny*, pročež způsob tento *skupenstvím* se nazývá.

a) Je-li soudrživost tak veliká jako odpudivost, jest možno částičky těla jen patrnou, více méně velikou silou ze vzájemné souvislosti vyšinouti. Těla skupenství takového zovou se *pevná* a mají určitý tvar a vlastní svůj objem. Všecky kovy, toliko rtuť vyjímaje, dřevo, kameny, papír a j. jsou tělesa pevná.

b) Má-li soudrživost nepatrnou převahu nad odpudivostí, vzniká skupenství *kapalné*, jež proto tak se zove, poněvadž tělesa toho skupenství, totiž *kapaliny*, v malém množství *kapky* tvoří. Částice kapaliny možno *silami dosti nepatrnými* snadně pošínovati a od celku oddělovati; největšími silami mechanickými možno však kapaliny jen tak nepatrně stlačovati, že pokládají se téměř za nestlačitelné. Ochlazením smršťují se však kapaliny, neboť ubývá-li tepla, ubývá též odpudivosti, pročež soudrživostí částice k sobě se přibližují. Kapaliny mají určitý objem, ale pro snadnou pošínutelnost částic přijímají vždy tvar nádoby, ve které se nalézají. Kapaliny jsou ku př. voda, líh, rtuť, olej, mléko a j. v.

c) Má-li odpudivost značnou převahu nad soudrživostí, vzniká skupenství *plynné*, jež také jinak *vzdušným* se zove, poněvadž vzduch v tomto skupenství se objevuje. Částice plynů jsou prchavé a vzdalují se účinkem odpudivosti ustavičně od sebe, snažíc se zaujímati prostor vždy větší a větší, pročež udržují se pohromadě jen v nádobách neprodyšnými stěnami se všech stran uzavřených. Jak patrně nemají plyny ani určitého objemu ani vlastního tvaru.

Společnou vlastností kapalin i vzdušín jest snadná pošínutelnost částic jejich; poněvadž se roztékají zovou se *tekutinami*.

Tělesa skupenství plynného jsou pak opět buď *plyny*, buď *páry*. Některé plyny buď naprosto nikdy nekapalní a slovou *plyny stálé*, jiné byly jen velmi silným tlakem aneb velmi silným ochlazením zkapalněny a zovou se *plyny stuzitelnými*.

Plyny stálé jsou: kyslík, vodík, dusík, vzduch, kysličník uhelnatý a dusičitý a uhlovodík lehký, ostatní plyny jsou stuzitelné.

Páry liší se od plynů tím, že ochlazením neb tlakem snadně zkapalní.

Vodní páry zkapalňují ihned, jakmile na studeném okně byly se ochladily.

Rozeznáváme tudíž tělesa:

- | | | | |
|---------------------|---|--|--|
| A) pevná, | $\left\{ \begin{array}{l} \text{(a) kapalná} \\ \text{aneb} \\ \text{(b) plynná, která jsou} \end{array} \right.$ | $\left\{ \begin{array}{l} 1. \text{ plyny} \\ \text{neb} \\ 2. \text{ páry} \end{array} \right.$ | $\left\{ \begin{array}{l} \text{(α) stálé} \\ \text{aneb} \\ \text{(β) ztužitelné.} \end{array} \right.$ |
| B) tekutá, jež jsou | | | |

Voda objevuje se v obyčejném stavu svém co kapalina; led, kroupy a snůh jsou vodou pevnou; vodní páry, z nichž skládají se mlhy, oblaky a mraky, jsou vodou ve skupenství plynném. — Podobně jest i rtuť v obyčejném stavu svém kapalnou; silným ochlazením stává se kovem pevným. nabývajíce tím všech vlastností pevných kovů ostatních; dostatečně zahřáta vypařuje se rtuť a přechází ve skupenství plynné. — Síra jest za obyčejné teploty pevnou, stává se však, byvši náležitě zahřáta, kapalnou a přechází i v páry, kteréž ochlazeny opět kapalní a dalším ochlazením tuhnou. — Kyselina uhličitá jest plyn ztužitelný; velmi silně stlačena a ochlazená kapalní a mění se konečně i v tělo pevné, ač sněhovité a velmi kypré.

Některá tělesa známe sice až posud toliko ve dvou, plyny stálé ovšem posud toliko v jediném (plynném) skupenství; dlužno však domnívati se, že veškerá tělesa mohou jeviti se ve všech třech skupenstvích, totiž v pevném, kapalném i plynném. Neznáme-li všech těles ve všech třech skupenstvích, nutno hledati příčinu toho v nedostatku prostředkův, kterými potřebí soudrživost aneb odpudivost buď zvětšiti buď zmenšiti tak, jak toho proměna skupenství vyžaduje.

Částice těles pevných možno, jak výše bylo řečeno, ze vzájemné souvislosti vyšínovati jen silou patrnou, více méně velikou. Je-li ku vyšínování takovému potřebí síly značně veliké, zove se tělo *tvrdým*, stačí-li ku vyšínování částic jen malá síla, jest tělo *měkčké*. Byly-li částice pevného těla z polohy své vyšínuty, tu buď zůstává tělo v souvislosti, buď se rozpadává. Rozpadá-li se tělo ihned, jakmile byly částice jeho jen nepatrně ze své polohy vyšínuty, slove *křehkým*; zůstává-li pak tělo v souvislosti, tu buď nabývají veškeré částice původní polohy své, jakmile síla, kterou byly vyšínuty, působiti přestala, a tělo se zove *pružným*, buď zůstávají částice v té poloze nové, které účinkem síly nabyly, a tělo slove *tažným*. Při skutečném oddělování částí pevného těla od celku jeví se soudrživost *odporem*, který zoveme *pevností* těla.

28 Tvrdost. Je-li ku vyšínutí částíček pevného těla ze vzájemné souvislosti jejich potřebí *veliké* síly, nazývá se tělo takové *tvrdé*, postačuje-li ku vyšínutí takovému *malá* síla, slove tělo *měkčkým*. Měkčnost jest toliko nižší stupeň tvrdosti, což patrnó již z toho, že totéž tělo, porovnávajíc se s měkčím, zoveme *tvrdé*, porovnávajíc se pak s tvrdším, jmenujeme je *měkčké*.

Tvrdost seznáváme z odporu, který se jeví při pošínování částic těla aneb při oddělování jich od celku, tudíž při rypání, krájení, řezání atd. Poněvadž nemáme žádné určité míry, kterou tvrdost bylo by možno stanoviti, pokládáme ono tělo za tvrdší, které mezi částice druhého těla vniká, čili je rypá.

V nerostopisu sestavena zvláštní *stupnice tvrdosti*, kterou 10 stupňů tvrdosti se ustanovuje. Nerosty, jichž tvrdost tyto stupně značí, jsou: 1. mastek, 2. kamenná sůl, 3. vápěnc, 4. kazivec, 5. apatit, 6. živec, 7. křemen, 8. topas, 9. korund a 10. diamant. Právě-li se, že má nerost 6. stupeň tvrdosti, značí to, že jest tak tvrdý jako živec, i bude pak nerost ten rýpati měkkí apatit a sám bude rýpán od křemene, živec pak ani nebude rýpati ani nebude od něho rýpán. Kdyby však nerost rýpán byl od křemene a sám rýpal do živce, jest patrně měkkí než křemen, ale tvrdší než živec, a tudíž tvrdost jeho mezi 6. a 7. stupněm.

Tvrdost jest účinek soudrživosti a jest tudíž tím větší, čím větší jest soudrživost aneb čím menší jest odporivost. Z nabytých zkušeností vyplývá:

1. Teplem zvyšuje se odporivost a zmenšuje se tudíž soudrživost, ochlazením pak se zvětšuje soudrživost, pročež *tělesa teplem měknou a ochlazením tvrdnou*; tvrdost řídí se však též i způsobem, kterak tělo bylo ochlazené, jmenovitě činí rozdíl tvrdosti ochlazování náhlé a pozvolné.

Ocel až do bílého žáru rozžhavená a pak náhle ochlazená nabývá nejvyššího stupně tvrdosti, jehož může dosáhnouti. Zahřívá-li se pak tvrdá ocel až k určitým stupňům, jež se posuzují z barvy, které ocel v žáru nabyla, a ochlazuje-li se pak pozvolna, stává se opět měkkí, tak že možno dodělati se ocele tvrdosti jakékoliv.

Mosaz a měď náhlým ochlazením měknou. Železo a sklo zahříváním a náhlým ochlazováním tvrdnou a ochlazováním pozvolným měknou.

2. *Slačováním zvětšuje se soudrživost a tudíž i tvrdost mnohých těles.*

Hlína silně stlačená jest značně tvrdá: kováním a válcováním jakož i vytahováním v dráty nabývají některé kovy, jako ku př. stříbro, železo, mosaz a j. větší tvrdosti.

3. *Směsením dvou různorodých látek nabýváme často směsi tvrdší než jsou součástky její*, jmenovitě dávají mnohé kovy slitiny, které tvrdostí svou kovy ve slitině obsažené někdy značně předčí.

Měď a cín dávají tvrdou zvonovinu, síra se železem dává kyz železný tak tvrdý, že křesáním do něho očítkou jiskry vznikají jako na pazourku (křesacím kamenu). Olovo s antimonem poskytují tvrdé slitiny písmenkové na písmo knihtiskařské. Uhlík se železem skládá tvrdou železnou litinu a ocel. — Naopak jest slitina mědi a cinku, totiž mosaz měkkí obou těchto kovů.

Tvrdost mnohých těles jest důležitá v životě obecném, zvláště však v průmyslu. Z ocele hotoví se nejrozmanitější nástroje a náčiní řemeslníkům ku práci nevyhnutelně potřebné. Cídní, leštění, broušení a podobné výkony, záležejí pouze v tom, že tvrdšími hmotami měkkí částice s povrchu jiných hmot se otírají.

Nástroje ocelové a železné dělají se z měkké ocele aneb z měkkého železa a když jsou hotovy stvrzují se rychlým ochlazením. Diamant, nejtvrdší všech těles, rýpá všechny ostatní tělesa, hlavně užívá se ho ku řezání skla a broušení velmi tvrdých drahokamův. Diamant sám dá se brousiti a ležiti pouze svým vlastním práškem.

29. Křehkost. Ruší-li se jen nepatrným pošunutím částíček těla ihned souvislost jejich, zove se tělo *křehkým*.

Křehkost jeví se trojím způsobem, neboť buď rozpadá se křehké tělo v částice *jiným směrem* než tím, kterým síla působí; buď odděluje se od celku *více částic*, než by mělo se oddělovati účinkem síly; buď konečně rozpadá se *celé tělo* ve značné množství částic, jakmile jediná část od celku byla oddělena.

Křehkost souvisí velmi často s tvrdostí, což patrno již z toho, že mnohá tělesa, byvše zahřáta a náhle ochlazená, jsou netoliko tvrdá, nýbrž i křehká.

Předměty z roztopeného (žhavého) skla zhotovené a náhle ochlazené jsou velmi tvrdé, ale též velmi křehké. Skleněné kapky (obr. 20.), jež vznikají když roztopené sklo do chladné vody padá a tam ztuhne, rozpadávají se ve veliké množství co prach drobných částíček, jakmile špičku jich ulomíme; kapky roztryskují se s takým úsilím, že i láhev ze silného skla se roztrhne, když vodou ji naplníme a špičku kapky ve vodě ponořené ulomíme. Skleněné láhvičky boloňské taktéž rychle chlazené (obr. 20.) jsou tak tvrdé, že dřevem dosti silně naráženy se nerozbijí; spadne-li však do nich úlovek křemene a narýpně-li je jen v jednom místě, rozpadávají se ve více kusův. Skleněné tabule v našich oknech jsou taktéž rychle chlazené a proto také, jak známo, křehké. — Čím tvrdší jest ocel neb železo, tím jsou křehčí; proto přerazí se mnohdy nůž jakož i jiný ocelový nástroj, padne-li na zem.

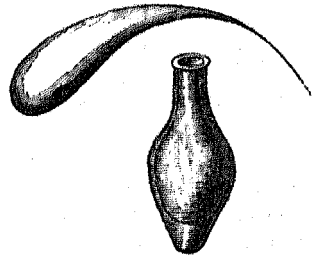
Kováním a tlakem zvětšuje se tvrdost a tudíž i křehkost. Kované železo a kovaná ocel jsou křehké; železná nápravy u vozů (zvláště u vozů železničných), delší čas potřebované, křehnou tak, že se lámou. Ocel dříve kovaná rozpadává se mnohdy jediným udeřením kladiva ve mnoho kusův. Zvonovina jest tvrdší než cín a měď, jest však též značně křehčí obou těchto kovů, z nichž hlavně se skládá.

Křehkost skla *náhle* chlazeného jest příčinou, že předměty skleněné, jako: láhve, sklenice a j. ochlazují se *pozvolna*, t. j. dávají se postupně ze prostoru teplejšího do prostoru čím dále tím chladnějšího, aby nebyly příliš křehké. Skleněné tabule rychle chlazené a tudíž křehké lámou se snadně, když byly diamantem narýpnuty.

30. Pružnost. Vyšinou li se částice těla účinkem nějaké síly ze své polohy tak, že tvar i objem těla se změní, a nabývá-li tělo původního tvaru i objemu hned, jakmile síla ta působiti přestala, zove se *pružným*.

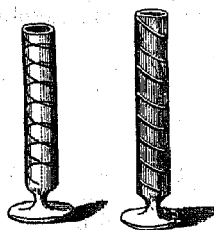
Proužka kaučuková neb guttaperčová dá značně se *roztáhnouti*, smršťuje se však ihned a nabývá délky původní, jakmile přestaneme ji natahovati. — Mítě z kaučukových proužek upletený, na stěnu vržený, *sřadčuje se* nárazem na stěnu, zpružením pak rozepíná se opět a od-

Obr. 20.



skakuje ode stěny. — Dotkneme-li se kulí ze slonoviny desky mramorové, koptem počerněné, vznikne na kouli černá tečka, ješto koule rovné desky v bodu se dotýká; mrštíme-li však kulí prudce na desku, odskočí od ní i spatříme na kouli větší okrouhlou černou fupku na doklad, že koule nárazem poněkud se sploštila a stlačila. Setřeme-li pak fupku a dotkneme-li se kulí v témž místě opět desky, vznikne zase jen černá fupka, což důkazem, že koule nárazem sploštěná, pružností opět se zkulatila.

Obr. 21.



— Měchýř vzduchem naplněný možno stlačiti; jakmile však tlak ustane, nadýmá se měchýř opětně. — Tyčinka z kostice neb rákosu ano i ze dřeva, brk, žíně, vlas a j. dají se více méně ohybati, vzpřími se však ihned, jakmile ohybati je přestaneme. — Úzké proužky skleněné, možno dosti značně ohnouti, aniž by se přelomily. — Tenká vlákna skleněná možno libovolně skrucovati a okolo prstu navinovati, přestane-li však působiti síla, kterou tvar a objem jich se změnil, nabývají hned tvaru i objemu původního. — Patrně jeví se pružnost skla též na skleněné nádobce, spirálně žhavým úhlem roztrhané (obr. 21.). Roztáhnou-li se proužky její od sebe, vytéká z ní voda, přestaneme-li je roztahovati, dotýkají se opět vespolek a nepropouštějí vody.

Nabývá-li tělo, jehož tvar i objem byl účinkem nějaké síly změněn, původního objemu a tvaru *dokonale*, jakmile síla působiti přestala, jest tělo *dokonale pružné*, jinak jest *nedokonale pružné*. Ze zkušeností v příčině této nabytých vyplývá, že jsou všechna tělesa pružná. Mnohá tělesa, jako ku př. olovo, cín atd., jeví však pružnost tak nepatrnou, že v obecném životě za nepružná se pokládají.

Poněvadž jest pružnost účinkem soudrživosti, patrné, že jest pružnost netoliko u rozličných těles rozličná, nýbrž i že pružnost téhož těla změní se, když soudrživost jeho byla se změnila.

Ocel, ač sloučenina málo pružného železa a uhlíku, jeví pružnost velmi značnou. Měď a cín jsou málo pružné, slitina jejich však, t. j. *zvonovina* jest pružná. *Mosaz*, slitina mědi s cínkem, nabývá kováním tak značné pružnosti, že i pružná péra z ní se dělají. — Ocel rozžhavená a pak ochlazená jest pružná, *měď* a *mosaz*, byvše rozžhaveny a pak ochlazeny, pozbývají pružnosti. — Proužka kaučuková, dlouho roztažená, nesmršťuje se více úplně. Tyčinka z kostice neb rákosu, byvši dlouho ohnuta, nevzpřími se již dokonale.

Pružnosti mnohých těles užívá se s výhodou v životě obecném i v průmyslu k účelům rozmanitým.

1. Pružnosti slámy, sena, koudele, chlupův, žíní, peří a t. p. užíváme ku pohodlí i ku zamezení škodlivého nárazu.

Slamky a žíněnky, jakož i sedadla a pohovky, vycpané slámou, mořskou trávou, chlupy a žíněmi, peřiny a t. p. slouží nám ku pohodlí hlavně svou pružností. — Do slámy, sena, pilin, koudelce, bavlny a t. p. zaobalujeme rozličné předměty chtějíce je před pohromou, nárazem způsobenou, zachrániti.

2. Pružnost korku jest příčinou, že užívá se ho s tak velikou výhodou ku zátkám.

Korková zátká dá se úsilím do hrdla láhve zatlačiti a roztahujíc se zpružením přiléhá těsně ku stěnám hrdla.

3. Veliká pružnost kaučuku a guttaperčy činí tyto dvě látky spůsobilými k účelům tak rozmanitým.

Z kaučuku dělají se pásy, veškeré části oděvu, balóny a míče, podušky, které vzduchem se naplňují, zátky atd.

4. Struny a provazy prospívají nám pružností svou v mnohých případech.

Struny hudebních nástrojů naplníme více neb méně otáčivím koflíčkem v jednom neb druhém směru. Druhdy užívalo se strun a provazů též co přístrojů ku zbroji válečné, jako ku př. při luku. Řekové a Římané užívali ve válkách tak zvaných *katapultův* a *ballistův*, jichž hlavní částí byl provaz z žemění, střev a žíní upletený, který, byv velmi silně napnut a pak spuštěn, těžké kameny do dálky značně velmi úsilně metal. Skrucováním šňůry pomocí prostrčeného bidelka dřevěného napínají truhláci pilky své více neb méně.

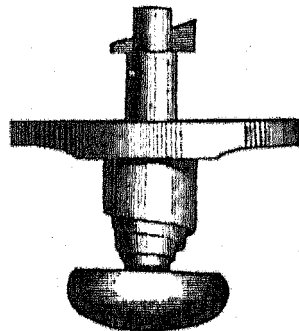
5. Skleněné tabule v oknech našich byly by větrem rozdraceny, kdyby pružností svou nárazu neodolaly. Z vláken skleněných dají se rozmanité předměty hotoviti.

6. Nejvíce prospívá v životě obecném i průmyslu pružnost kovů, jmenovitě ocele.

V zámku tlačí pružné péro ocelové na kliku i na závoru. — Nože při nůžkách postřihacích a ku stříhání ovcí užívaných odpuzují se od sebe pružným pérem; mezi rameny svéráku bývá taktéž podobné péro pružné. — Natahování a spouštění kohoutku u ručnic děje se pomocí pera pružného. — Spirálně stočená péra ocelová máme pro pohodlí v sedadlech a pohovkách, menší péra podobná slouží ve svítilnách u kočáru k tomu, aby plamen svíčky vždy v též výšce zůstával; tlačí péro svíčku výše tou měrou, kterou hořením jí nahore ubývá. Z dětských houhaček střílí se tím spůsobem, že spirálně stočené péro silně se stlačuje a pak se uvolní. — U kočáru umírňují se nepříjemné nárazy pružnými pásy ocelovými na nichž jest kočár zavěšen. — Prudké nárazem železničných vozů na sebe zamezuje se péry ze silného spirálně stočeného plechu zhotovenými (obr. 22.), kteráž nárazem se stlačují, ale pružností opět se rozpínají.

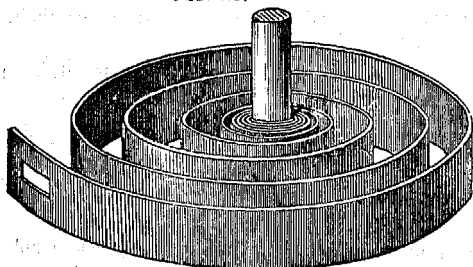
Pružností pér ocelových užívá se co *stily hybridní* v hodinkách kapesních i v hodinkách kyvadlových, při nichž není závaží. Obr. 23. znázorňuje široké ale tonké pružné péro ocelové, které vnitřním koncem na prostředním hřideliku a koncem vnějším na nehybném sloupku jest připevněno. Natažením hodinek

Obr. 22.

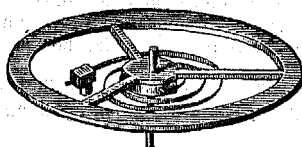


stáčí se péro spirálně dohromady, pružností svou pak se rozvinujíc otáčí hřídelík a ozubené kolečko na něm nasazené, jež, sáhajíc zuby svými do zubův koleček jiných, celý hodinový stroj ku pohybu puďi. Aby stroj hodinový vždy toutéž rychlostí se pohyboval, k tomu slouží malý hon (setrvačné kolečko,

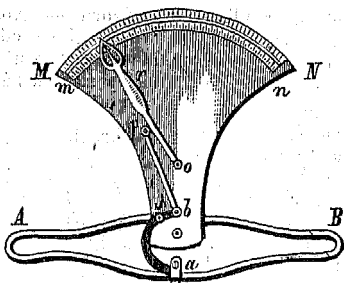
Obr. 23.



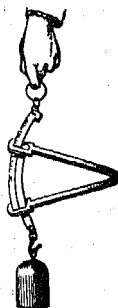
Obr. 24.



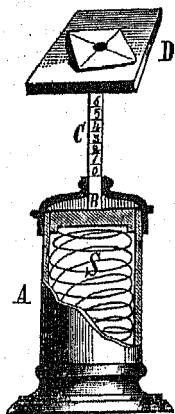
Obr. 27.



Obr. 25.



Obr. 26.



tak zvaný *ne pokoj*, obr. 24.), jehož pohyb spravuje taktéž jemný spirálně svitnutý drátek (*vláseček*), pružný, jedním koncem nehybně upevněný a druhým koncem s hřídelíkem honu spojený. Prodloužením aneb skrácením pérka na honu možno rychlost pohybu přiměřeně upravit.

Váhy pružné záleží v pružném ocelovém prutu, v úhlu zahnutém (obr. 25.), který svírá se dohromady tím více, čím těžší jest zboží na spodním háku zavěšené. Zavěsíme-li na hák postupně ku př. 1 lib., 2 lib., 3 lib. atd. a naznačíme-li vždy na levé obloukovité tyčince jak dalece prut se sevřel, určíme takto stupnici, dle kteréž možno váhu předmětu na hák zavěšeného počtem liber stanovit. Ku vážení lehčích předmětův beře se slabší tyčinka ocelová a stupnice určí se ku př. dle lotův, jež na hák postupně se zavěšují. — Ku vážení psaní užívá se vážek pružných, jichž úpravu znázorňuje obr. 26.

Ve válcovitém pouzdru A jest pružný, šroubovitě svinutý drát S , jež stlačuje kovový kotouč B , spojený tyčinkou C s deskou D , na kterou psaní se klade. Váhou psaní stlačuje se drát a tyčinka C vsouvá se do pouzdra až ku jistému oddílu stupnice, kteráž na drátu C se naznačuje, když na desku D postupně 1 lot, 2 loty, 3 loty atd. se položí.

Siloměr (Dynamometr) t. j. přístroj, kterým síla zvífete (ku př. koně) aneb stroje nějakého při práci se určuje, jest silný ocelový podlouhlý obruč AB (obr. 27.), který jedním koncem ku př. v A se upevní; ke druhému konci B připřáhne se kůň aneb spojí se konec tento se strojem, jehož sílu skoumáme. Táhně-li kůň, prodlužuje se siloměr ale spolu se zúžuje, tak že body a a b k sobě se sblížíjí; kolénko ibp , otáčející se kolem osy b a tlacené obloukovitým raménkem ai , posouvá u p ručičku r , kolem osy o otáčivou, tak že na obloukovité stupnici MN s levé strany ku pravé se posouvá. Má-li sloužit siloměr též ku měření tlaku, bývá opatřen ještě jednou stupnicí mn , na kteréž ručička naznačuje velikost síly, kterou siloměr příčně se stlačuje. Obě stupnice zhotovují se zkusmo závažím a při každém oddílu stupnice bývá vytknut počet centův neb liber, jímž ručička až k tomu oddílu se posouvá.

Poněvadž pružnost těles během času se mění, nutno stupnici pružných vah i siloměru po jisté době vždy znovu stanoviti.

7. Užívání rákosu, kostice, slonoviny a mnohých jiných látek pružných v průmyslu i v domácnosti jest obecně známo.

31. Tažnost. Vyšineme-li částice těla jistou silou ze vzájemné souvislosti tak, že tvar i objem jeho se změní, a podržuje-li tělo tvar i objem, jehož účinkem síly nabylo, i pak ještě, když síla působiti již přestala, jmenuje se *tažným*.

Tažnost jeví se rozličným způsobem; dají se tažná těla *nahovati, ohýbati, stlačovati, kroutiti, stáčetí* atd.

Poněvadž tažnost soudrživostí se spravuje, působí vše to, čím soudrživost těles se mění, i také v tažnost jejich.

Smůla, šelak, kalafuna a pryskyřičné látky vůbec, vosk, sklo a jiné hmoty nejsou tažny za nízké teploty, jeví se však značně tažnými, byly-li dostatečně zahřáty; klíž jest tažný, je-li dosti vlhký. Cínk jest za nízké teploty málo tažný, při teplotě vyšší jest však tažnost jeho tak značná, že nejtěsnější drát a co papír tenký ploch z něho hotoviti se může; podobně jako cínk chová se i vismut. Mosaz a cín jsou však za vyšší teploty méně tažné. Litě železo a ocel jsou velmi tažné, kované železo jest málo tažné.

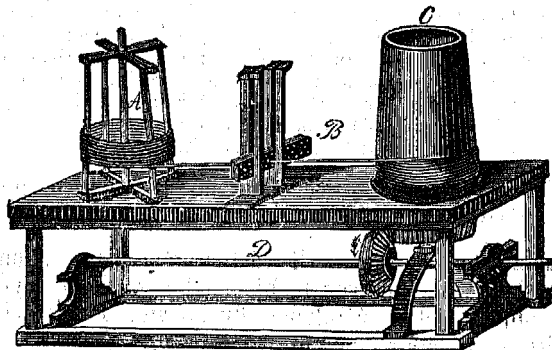
Největší tažnost pozorujeme na kovech, z nichž nejtěsnější dráty a nejménější listky se hotoví; nejtažnější všech kovů jest pak zlato a platina. Ze gránu zlata vytlouká zlatotepec plátek $36\frac{1}{2}$ " veliký a z jednoho dukátu listek $14\frac{1}{2}$ " pokrývající. Stříbrná tyčinka $22\frac{1}{2}$ " dlouhá a $15\frac{1}{2}$ " tlustá, 2 loty zlata pozlacená dá se vytáhnouti v drát 60 mil dlouhý po celém povrchu pozlacený. Vrstva zlata, drát pokrývající, jest však tak tenká, že 500 000 takých listkův na sebe položených má tloušťku sotva $1\frac{1}{2}$ ". Z platiny dělají se drátky tak tenké, že 6000 takových drátkův těsně vedle sebe položených má šířku $1\frac{1}{2}$ ".

Tažnost jest v životě obecném velmi důležitou.

Kování a válcování *kovů* a vytahování jich v dráty zakládá se v tažnosti jejich. Ze zlata a stříbra dělá se tenký plech, kterým se silnější desky měděné plátují; z desk těch takto pozlacených neb postříbřených dělají se pak rozličné předměty. Hotovení pozlátka pravého (ze zlata) i nepravého

(z tombaku) zakládá se pouze v tom, že z kovů tenké lístky se vykovati dají. Z cínu válcuje se tak zvaný *stanniol*, t. j. plech co papír tenký, k rozličným účelům potřebný. Válcováním dělají se z kovů pruty, mající asi 3" průměru a z těch vytahuje se pomocí přístroje obr. 28. znázorněného drát rozličné tloušťky. Prut na svíjáku *A* navinutý se na jednom konci ztenčí u jedním otvorem v ocelovém provlaku *B* prostrčí, jím pak protáhne a na háček na válci *C* upevní. Válec *C* otáčí se pak soukolím pomocí hřídele *D*, při čemž drát na něj se navinuje. Prostrčí-li se pak drát otvorem menším, stává se tenčím i možno takto nabýti drátu tloušťky jakékoliv.

Obr. 28.



V tažnosti *skla* zakládá se hotovení všelikých předmětův skleněných. Tenké trubice, vlákna, bánky se stěnou co papír tenkou a jiné podobné předměty jeví patrně značnou tažnost skla.

Guttaperča dostatečně zahřátá jest podajná jako těsto a dají se za tou příčinou nejrozmanitější předměty z ní hotoviti.

Tažnost *dřeva* a *rohu* vidíme patrně na rozličných pracích kolářských, truhlářských a hřebenářských.

32. Pevnosť. Oddělujeme-li části pevných těles od celku, jeví se soudrživost odporem, jež silou překonávati musíme. Odpor ten zove se *pevností*. V průmyslu i životě obecném nutno přihlížeti zvláště ku pevnosti, která se jeví, když tělo se přetrhuje, láme, tlakem rozdrucuje a překrucuje.

a) *Pevnosť v tahu*. Odpor, který pozorujeme, když tělo *tahem* přetrhnouti chceme, zove se *pevností v tahu* č. *pevností prostou* (absolutnou).

Zkouškami, jež byly s rozličnými tělesy konány, shledáno, že jest pevnost v tahu rozličných těles rozličná, a že téměř tělu přibývá neb ubývá pevnosti v tahu tou měrou, kterou přibývá neb ubývá velikosti příčného průřezu jeho, z čehož patrné:

Čím silnější (tlustší) jest tyč, provaz, řetěz, atd., tím těžší břemeno možno na ně zavěsiti bez obavy, že se přetrhne.

Při zkouškách upevnila se tyč z té které hmoty svísnou jedním koncem a druhý konec obtěžkával se závažím tak dlouho, až tyč se

přetrhla. Největším závažím, které bylo na tyči zavěšeno až k onomu okamžiku, kdy tyč se přetrhla, byla pak vytknuta pevnost v tahu té hmoty. Takto bylo shledáno, že unese tyč, mající 1□" průřezu :

z dřeva dubového	9400—18700	liber	z ocele	9600—124000	liber
" " borového	12000—16200	"	" drátu železná	80000—83000	"
" " smrkového	8600—12000	"	" drátěné struny	110000—180000	"
" " jedlového	10000—13600	"	" drátu měděn.	34000—65000	"
" železa kovaného	40000—60000	"	provaz konopný	5500—7500	"
" " litého	15000—20000	"	cihla	245	"

Má-li tyč vůbec p□" průřezu, potřebí toliko počet liber, které unese tyč z též hmoty, mající 1□" průřezu, pkráté znásobiti, chce-li pevnost tyče té seznati.

Tak unese ku př. tyč ze železa kovaného, mající $\frac{3}{8}$ □" průřezu 40000 lib. $\times \frac{3}{8} = 15000$ lib. až i 60000 $\times \frac{3}{8} = 22500$ lib.; provaz konopný o 2□" průřezu unese 5500 lib. $\times 2 = 11000$ lib. až i 7500 lib. $\times 2 = 15000$ lib.

Pro větší bezpečnost obtěžkávají se ve stavitelství a strojnictví kovy pouze $\frac{1}{n}$, dřevo, kámen a cihly toliko $\frac{1}{10}$, provazy, řemeny a řetězy $\frac{1}{10}$ neb $\frac{1}{5}$ té váhy, kterou by nanejvýše mohly snést; ku váze břemene připočítává se pak i váha tyče, provazu neb řetězu, na nichž jest břemeno zavěšeno.

Jak silná musí býti ocelová tyč, aby unesla 40 centův? Má-li průřez 1□", unese nejméně 9600 lib., pro bezpečnost bere se pou-e 9600 : 6 = 1600 lib.; 40 centův = 4000 liber, pročez 4000 : 1600 = 2 $\frac{1}{2}$, t. j. průřez tyče musí obnášeti 2 $\frac{1}{2}$ □". — Jak silného provazu konopného potřebí, aby mohly zavěsiti se na něj bezpečně 3 centy? Při průřezu 1□" unese nejméně 5500 lib., bezpečně 5500 : 5 = 1100 lib. 300 : 1100 = $\frac{3}{11}$, t. j. průřez provazu musí obnášeti $\frac{3}{11}$ □".

Pevnost v tahu jest ve stavitelství, strojnictví i v životě obecném důležitá, zvláště při provazech, řemenech, řetězech, tyčích a trámech, které značnou silou se natahují a napínají aneb břemeny obtěžkávají. Aby se ušetřilo výloh, dělají se provazy, tyče a t. d. pouze tak silné, jak nutně potřebí. Horníci užívají ku vytahování rud z bání provazů drátěných, které jsou mnohem pevnější než konopné. Visuté mosty bývají na železných tyčích zavěšeny.

b) *Pevnost v lomu.* Odpor, který se jeví, když tělo se láme, zoveme *pevností v lomu* č. *pevností poměrnou*.

Zkouškami dokázáno, že jest pevnost v lomu rozličných těles rozličná a že při též těle spravuje se *délkou, šířkou a výškou* těla jakož i *spůsobem*, kterým jest tělo *podepřeno* neb upevněno a kterak jest *obtěžkáno*. Byloť pak shledáno, že :

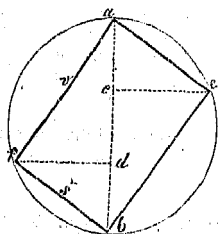
1. pevnost v lomu jest tím větší, čím *kratší* jest tělo, tak že při délce 2-, 3-, 4-, 5kráté *menší* jest pevnost 2-, 3-, 4-, 5kráté *větší*;

2. pevnost v lomu jest tím *větší*, čím *širší* jest tělo, tak že při šířce 2-, 3-, 4-, 5kráté *větší* jest též pevnost 2-, 3-, 4-, 5kráté *větší*;

3. pevnost v lomu jest *čtverečně* tím *větší*, čím *vyšší* jest tělo, tak že při výšce 2-, 3-, 4-, 5kráté *větší* jest pevnost v lomu 4-, 9-, 16-, 25kráté *větší*.

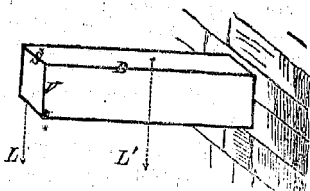
Aby u trámů dřevěných co největší výšky a tudíž i co největší pevnosti se docílilo a dřeva co nejlépe užilo, rozděluje se průměr špalku ab (obr. 29.) ve tři stejné díly $ac = cd = db$, v rozdělovacích bodech c a d sestrojí se pak kolmice ce a cf směrem protivným; spojením bodů a, e, b, f vznikne pak průřez trámu, jehož výškou v bude af a šířkou s bude bf . U trámu takového jest pak poměr výšky ku šířce jako 7 ku 5, i jest tudíž pevnost jeho mnohem značnější než u trámu čtverečně přisekaného, u kterého šířka a výška jsou stejny. U trámův železných možno pro větší pevnost docílití ještě příznivějšího poměru mezi výškou a šířkou.

Obr. 29.

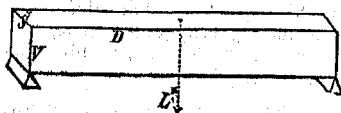


Při stejných rozměrech délky D , šířky S a výšky V (obr. 30. a 31.) má trám z téže hmoty nejmenší pevnost v lomu, když jest jedním koncem zadržěn a na druhém konci břemenem L (obr. 30.) obtěžkán. Rozložíme-li břemeno L' po celé délce trámu rovnoměrně, unese tentýž trám 2kráté tolik co dříve; budeť působiti břemeno tak, jako kdybychom je byli zavěsili u prostřed trámu tohoto, aneb na konci trámu o polovici kraťšího, ješto pak

Obr. 30.



Obr. 31.



délka jest 2kráté menší, jest pevnost 2kráté větší. Tentýž trám, na obou koncích podepřen a u prostřed břemenem L'' (obr. 31.) obtěžkán, unese 4kráté tolik, je-li pak břemeno po celé délce jeho rovnoměrně rozloženo, unese 8kráté tolik, což by unesl, jsa jedním koncem zadržěn a na druhém konci obtěžkán.

Duté trámy a hřídele jsou v lomu pevnější než hmotné, mající stejnou váhu a stejnou délku. Ukazujet nám to příroda sama v dutých stéblech trav a v dutých kostích živočišných.

Pevnost v lomu jest nad míru důležitou ve všech odvětvích stavitelství i ve strojnictví. Pro úplnou bezpečnost obtěžkávaj se trámy, hřídele a j. taktéž jen asi $1/10$ neb nanejvýše $1/6$ břemene, jež mohou snést.

c) Pevnost v tlaku jeví se odporem, když chceme tělo tlakem rozmačkatí neb rozdrtití.

Ze zkušenosti známo, že jest pevnost tato tím větší, čím větší a kruhové ploše podobnější jest příčný průřez těla a čím více svovnává se tloušťka těla s výškou jeho.

Jehlan a kužel jeví větší pevnost v tlaku než válec, který jest pevnější než hranol. Z hranolův unese nejvíce ten, jehož základnou plochou jest čtverec. Duté sloupy unesou více než hmotné, stejně těžké. Zkouškami dokázáno, že rozdrtí se tlakem, působícím na 1 cm^2 průřezu

žula	5000—9500 liber	malta	372— 750 liber
vápenec	1200—4950 "	pískovec	1200—11000 "
mramor	8700—9900 "	cihla	490— 2100 "

Pevnosti v tlaku dlužno šetřiti zvláště stavitelům při kamenech stavebních, při stavbě zdí, pilířů, sloupů atd. Pro jistotu obtěžkává se stavební hmota, sloup atd. obyčejně jen $\frac{1}{10}$ toho břemene, jež máže nanejvýše snést.

d) *Pevnost v kroucení* nazývá se odpor, který jeví se, když chceme tělo překroutiti.

Pevnost tato spravuje se tloušťkou a délkou těla a jest při dutých válcích (hrředelích) větší než při hmotných stejně těžkých a stejně dlouhých.

Důležitá jest pevnost ta zvláště u hrředelů a strojů vrtacích.

33. Přílnavost. Dvě desky z rozličných kovů zhotovené a těsně vespolek se dotýkající přitahují se vespolek tak, že jen jistou silou možno je od sebe odtrhnouti. Podobně přitahují se vespolek deska skleněná a kovová a vůbec dvě různorodá tělesa, dotýkají-li se plochami dosti velikými. Deska skleněná, vložená na povrch rtuti, drží se taktéž rtuti jistou silou, kteráž dá se stanoviti závažím, když desku na místě jedné misky vah na vahadle zavěsíme a na druhou miskou tolik závaží vložíme, až jsou váhy v rovnováze; dosti malým přívazkem, ku závaží přiloženým, vyšine se pak vahadlo z rovnováhy a deska se zdvihá, — dotýká-li se však deska povrchu rtuti, musíme mnohem větší závaží ku závaží na misce přidati, chceme-li desku ode rtuti odtrhnouti. Čím větší jest deska, tím většího závaží potřebí k odtržení jí ode rtuti.

Dvě různorodá tělesa, vespolek se dotýkající, *lnou* k sobě jistou silou, kteráž zove se *přílnavost* (adhaesio). Síla tato, poutající vespolek částice těles *různorodých*, liší se od soudrživosti, která částice *též* hmoty vespolek spojuje.

Zkouškami dokázáno, že jest přílnavost týchž dvou těles za okolností jinak stejných tím větší, čím více částice vespolek se dotýká, t. j. čím větší jest plocha, kterou obě tělesa vespolek se dotýkají.

Vytáhneme-li ruku z vody jest *mokrá*, skleněná tyčinka z vody vytažená jest taktéž vrstvou vody pokryta; rtuť však ani ruky ani skla nezmokří, ke zlatu lue však tak silně, že zlatý předmět rtuti se dotýkající celý vrstvou rtuti se povléká. Posypeme-li ruku výtrusy plavuňovými aneb potřeme-li ji olejem aneb jakýmkoliv tukem, nezmokří jí voda.

Přilnavost rozličných těles jest rozličná; kapaliny jeví mnohdy ku pevným tělesům přilnavost větší než jest soudržnost kapalin, tak že částice kapaliny, od celku se oddělivše, na pevném těle lpěti zůstávají a je mokří.

Desky stejně veliké, jež voda mokří, možno při pokusu s vážkami, výše popsáném, týmž závažím od vody odtrhnouti, ač jsou desky z rozličných látek zhotoveny a tudíž rozličnou mají ku vodě přilnavost. Patrné, že závaží značí tu velikost soudržnosti vody, nikoliv však přilnavost.

Ze přilnavosti lze vyložiti veliké množství výjevů, v přilnavosti zakládá se též mnoho výkonův.

Prach osazuje se netoliko na podlaže, nýbrž i na stěnách a na stropu ve světnici, ač měl by dolů padati. — Kapka rtuti nepodržuje na cínové ploše tvaru kulovitého, nýbrž roztéká se; podobně roztéká se kapka vody na skle. — Dáme-li na skleněnou desku kapku vody a na tuto skélko z hodinek, nespadne skélko, když deska se nahýbá; sklání-li se deska pozvolně, otáčí se skélko v kruhu. — Dechneme-li na dvě uhlazené desky skleněné neb kovové a stlačíme li je pak k sobě, lnou k sobě tak pevně, že nelze jich od sebe odtrhnouti. — Zátka přiléhá ku víhkému hrdlu láhve mnohdy tak silně, že nelze jí vytáhnouti. — Korková koule, do vody vložená, bývá přilnavostí vody vždy ku stěně nádoby odpuzována. — Dvě korkové koule dostatečně k sobě sblížené (obr. 32.) přitahují se vespolek, neboť vystupují na stěnách jejich do výšky částice vody, které soudrživostí vespolek se přitahují. Vložíme li však

Obr. 32.



Obr. 33.



do vody kouli korkovou a voskovou a zblížíme-li je dostatečně k sobě (obr. 33.), odpuzují se vespolek, ješto voda ku korkové kouli lnoucí, vždy více a více částice vody soudrživostí k sobě přitahuje, čímž koule vosková, které voda nemokří, se odpuzuje. — Kapka oleje, na povrch vody položená, rozšíří se na povrchu vody; silice (oleje prchavé) povlékají povrch vody rychleji, majíce větší přilnavost ku vodě než oleje; lih rozširuje se vsak ještě rychleji na povrchu vody, neboť lne ku vodě silou velmi značnou. Vstoupí-li kdo z venku do světnice, cítíme zápach čerstvého vzduchu, jenž na oděvu jeho se osadil. Po zápachu oděvu poznáváme lékárníka, kupce, myslivce, koželuha, kočího, kuřáka atd. Ve sklenicích vidáme vzduch co perličky u vnitř na stěnách, neboť lne ku stěně i tenkrát, když sklenice kapalinou se naplnila.

V přilnavosti zakládá se psaní a kreslení křídou, tužkou, uhlem atd.; plátování kovů; pozlácování, postříbřování, poplatinování; pocínování železného plechu; polévání nádob; voskování nití; broušení nožů (částice ocele lnouce ku brusu oddělují se od celku); bílení, barvení, malování, natírání, psaní; tisk kněh a rytin; kamenopis; klížení a slepování; spájení kovů; spojování kamenův a cihel maltou; tmelení kovů, dřeva, skla, porcelánu atd.; děláni svíček; zapečetování listův a užívání nálepkův na obálky listův atd. Hotovení našich domácích zrcadel zakládá se taktéž na přilnavosti. Na stanniol (cínovou desku jako papír tenkou) rozestí se čistá rtuť a na tuto přiloží se čistá skleněná deska, která se obtěžká. Tlakem přilne rtuť s jedné strany ke sklu a s druhé strany ku stanniolu a zrcadlo jest hotovo. V roce

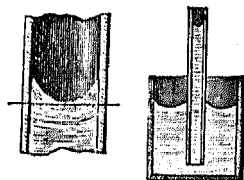
1780 sestavil *Vera* na základě přilnavosti zvláštní stroj ku zdvihání vody. Lněný popruh otáčel se velmi rychle kolem dvou hřídelův, z nichž jeden nalezal se dole ve vodojemu, druhý ve výšce (ku př. v prvním patře) ve zvláštní nádobě, ve které sbírala se voda, jež na popruhu z vody rychle stoupajícím přilnavostí byla se nahromadila. Ač dosti vhodný nevesel stroj tento v užívání obecně, ješto popruhy vlhkem a třením brzy se kazí a tření veliké síly vyzáduje.

Mnohdy bývá nutno přilnavost zameziti.

Chceme-li dřevo před vlhkem zachrániti, vyváříme je v oleji neb je potíráme látkami takovými, ku kterým voda nelze; podobně zabráňuje se potíráním kovů rezavění jich. Džbány bývají opatřeny tak zvanou hubičkou, aby při vylévání kapaliny z nich stékání kapaliny po stěnách vnějších se zamezilo. Vodní ptáci vylučují ze zvláštní žlázy tuk, kterým peří své navlhčují, aby voda k němu nelhla. Chlupy některých ve vodě potravu vyhledávajících ssavcův jsou taktéž tukem naplněny.

34. Vzlinavost. Zavěsíme-li bavlněný knot tak, aby dolejším koncem byl ponořen do oleje neb do vody, tož shledáme, že za krátký čas jest celý knot vlhký. Dotýká-li se arch pijavého papíru jedním rohem vody, jest brzy celý arch vodou prosáklý. Podobně proniká voda naskrze cukr, houbu, dřevo, hlinu, cihlu ano i kámen, když jedním koncem jí se dotýkají. Ve skleněné nádobě stojí voda na stěnách vždy výše než u prostřed a z té příčiny jest v úzkých nádobách povrch její vyhlubený (obr. 34). Ponoříme-li do vody úzkou trubici skleněnou, jest netoliko povrch vody ve trubici vyhlubený, anobrž voda stoupá ve trubici tak, že stojí v ní výše než v nádobě (obr. 35).

Obr. 34. Obr. 35.



Z těchto a těm podobných úkazův patrně, že přilnavost kapaliny ku tělesům pevným mnohdy větší jest než tíže, neboť stoupá-li kapalina na stěnách nádoby aneb v průlinkách pevného těla aneb v úzkých trubiciích, přemáhá jistě přilnavost váhu, která částicím kapaliny vzstoupati zabráňuje.

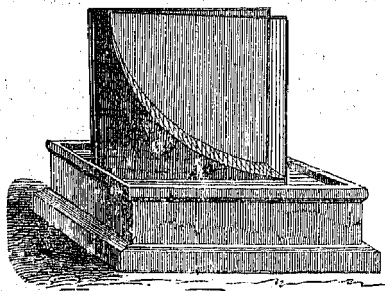
Přilnavost, jevící se stoupáním čili *vzlínáním* kapaliny na tělesech pevných, zove se *vzlinavostí*. Druhdy byla vzlinavost hlavně v úzkých, *vláskových* trubiciích pozorována a nazývala se tudíž *vláskovitostí* (capillaritas).

Poněvadž váha kapaliny vzlinavosti odporuje, *přibývá vzlinavosti kapaliny tou měrou, kterou váhy její ubývá*.

Čím užší jest trubice (obr. 35) do vody neb do jiné k ní inoucí kapaliny ponořená, tím méně váží kapalina ve trubici od ostatní kapaliny oddělená a tím výše stoupá tudíž kapalina ve trubici. Nejvýše stoupá tedy kapalina v průlinkách, jež za trubice přeúzké pokládati možno. Dá se to dokázati též dvěma skleněnými, v ostrém úhlu se stýkajícími deskami (obr. 36), do vody neb do lhu postavenými. Kde jsou desky k sobě nejvíce sblíženy, tam vystoupí kapalina

nejvýše. Obyčejně brává se k pokusu kapalina barevná, aby jí její, který se jeví co křivka, byl zcela patrným.

Obr. 36.



hrnce jsou dole opatřeny otvorem, kterým voda do podložené mísky až ku kořenům rostlin vzstoupá. — V knotech svíček a kahanů náš stupa je vzlinavostí svitivo až ku plameni. — Psací papír jest klížen průlinky jeho jsou křehkem vyplněny, aby inkoust na něm se nerozték na papíru pijavém. — Dřevo napouští se roztokem soli, aby vlhkost

Obr. 37.



Obr. 38.



kaučuk i v tuhé zimě pružným zůstával, zakládá se v tom, že roztope průlinky kaučuku naskrze proniká. — Skřípeec psacích per našich k tomu, aby inkoust v nich se udržoval. — Bavlněnou páskou jedním do kapaliny v nádobě výše položené ponořenou a druhým koncem do níže položené sáhající převádí se kapalina z nádoby hořejší do nádoby

35. Prolinavost. Dáme-li do bezedné láhve *b* (obr. 39) měchýřem obvázané, líh, a zavěsíme-li láhev do nádoby *nn*, ve jest voda, shledáme v brzku, že kapaliny v láhvi *b* přibývá. ku př. líh v láhvi tak vysoko jako voda v nádobě *nn*, naplní v celou láhev a stoupá i ve trubici *aa* až k *r*, ba i výše, až k z ní vytéká. Patrně, že voda z nádoby *nn* průlinkami měch láhve *b* vniká; líh směšuje se však též v nádobě *nn* s vodou cházeje průlinkami měchýře a toto přecházení vody do líhu a l vody trvá tak dlouho, až obě kapaliny stejnoměrně spolu se Tentýž úkaz pozorovati i při jiných dvou různorodých kapa jsou-li od sebe průlinčitou stěnou odděleny a vespolek směsitelný

Takovéto míchání dvou nestejnorodých vespolek sm ných kapalin, průlinkami stěny, kterou jsou od sebe odděleny nikajících č. *prolinajících* zove se *prolinavost* (endosmosa).

Prolinavost jest účinek *vzlinavosti*, kterou kapalina dč

Vzlinavost jest pť mnohých úkazův i použi jí k rozmanitým účelům.

Kapka vody má v kuž vodorovně položené, úzké skleněné tvar obr. 37. znázo pohybuje se vzlinavostí ku s otvorem užším; kapka rtuti v takové jest na obou koncích latělá (obr. 38.) a padí se k širšímu, ješto soudržnost rtu jest než přilnavost její ke s Hromada písku, dole s vodou kající bývá brzy celá vodou nuta. — Stavení ve vlhkér jsou vlhká, ješto voda zeď : prolně a z ní prosakuje. — Kř

valo, a taktéž se naskrze ba pouze účinkem vosti. — Tak *vulkanisování* l t. j. napájení b jež děje se pro

linek vniká, a vzájemné *přitažlivosti* částic obou kapalin, které spolu se směšují. Čím rychleji jedna z obou kapalin do průlinek postupuje, tím více vnikají za tutéž dobu do kapaliny druhé, kteréž pak přibývá.

Důležitost prolinavosti jeví se zvláště v rozvádění šťáv potravných v ústrojích těla živočišného a rostlinného.

36. Pohlcování. Uhasíme-li žhavý uhel dřevěný ve rtuti a necháme-li jej vyplouti na povrch rtuti ve válci, jehož hořejší část jest naplněna kyselinou uhličitou, rtuť od vzduchu vnějšího oddělenou (obr. 40), tož vystoupí rtuť za krátkou dobu, až k hořejšímu konci válce, byl-li objem kyseliny uhličitě asi 20krát tak veliký jako objem uhu. Ujijeme-li ku pokusu tomu na místě kyseliny uhličitě plynného čpavku a na místě uhu vody, vyplní voda a rtuť taktéž celý objem válce.

Úkazův těchto nelze vyložiti jinak leč tím, že kyselina uhličitá do průlinek uhu vnikla a čpavek průlinky vody prolul, čímž plyny ty staly se neviditelnými.

Přilnavost plynův k tělesům pevným a ku kapalinám jest tudíž tak veliká, že plyny netoliko na povrchu těles pevných a kapalin se nahromaďují, nýbrž i do průlinek jejich u velikém množství vnikají a v nich se zhušťují jako by byly od nich *pohlcneny*, pročež výjev ten *pohlčováním* (absorptio) se nazývá.

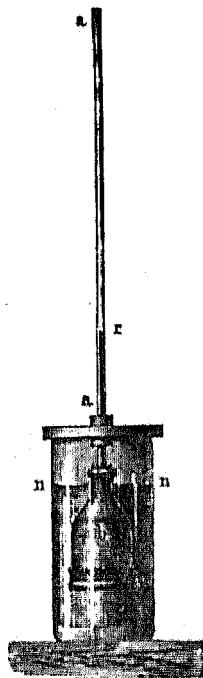
Pevná tělesa pohlcejí netoliko plyny, nýbrž i kapaliny, jakož to snadno možno pozorovati na dřevě do vody vloženém.

Pouěvadž pohlčování jest účinek přilnavosti, kteráž jest mezi rozličnými tělesy rozličná, patrnou, že totéž pevné tělo pohlcuje rozličné kapaliny a rozličné plyny, jakož i táž kapalina rozličné plyny v množství rozličném; z rozličné přilnavosti vyplývá též, že tentýž plyn a táž kapalina od rozličných těles bývají v rozličném množství pohlcneny.

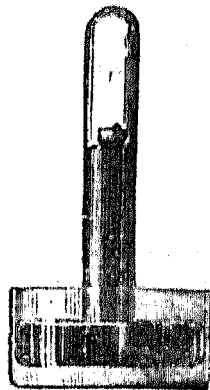
Tak pohlcuje ku př. čerstvý, právě vypálený uhel zimostrázový v jedné krychlové stopě svého objemu:

čpavku	90	kr. stop
chlorovodíku	85	" "
kyseliny siřičité 65	"	" "
siřovodíku	55	" "

Obr. 39.



Obr. 40.



kysličníku dusnatého	40	kr. stop	kyslíku	9.75	kr. stop
kyseliny uhličité	35	" "	dusíku	7.5	" "
kysličníku uhelnatého	9.42	" "	vodíku	1.75	" "

Jeden žejdlík vody pohlcuje :

dusíku	0.015	žejdlíků	kyseliny uhličité	1.002	žejdlíků
vzduchu	0.018	"	sírovodíku	3.233	"
vodíku	0.019	"	kyseliny siřičité	43.564	"
kyslíku	0.03	"	čpavku	727.2	"

Z pohlcování lze vyložití mnohé výjevy.

Z cukru neb soli vystupují, když do vody je hodíme, četné bubl vzduchu, jež v průlínkách byly pohlčeny a jež voda, zaujmajíc jeho n z nich vypuzuje. Naplníme-li skleněnou nádobu vodou a zahráváme-li ji, tříme brzy na dně nádoby četné bubliny vzduchu, jež skleněná stěna k dřive poutala a který teprv nyní, teplem se roztáhnuv, se objevuje. — vyleželém pivě a vině šampaňském jest mnoho kyseliny uhličité, která š úsilně z kapalin uniká, když do sklenic je přeléváme. — Kyselky (kyselá v chovají taktéž v průlínkách svých pohlčenou kyselinu uhličitou. — Uh prach rozatřená pohlcuje vzduch velmi úsilně, čímž mnohdy tak velice se hřívá, že v plamen se vznímá. — Chlorid vápenatý pohlcuje vodní páry v líkém množství, pročez užívá se ho k vysušování vzduchu. — Soli, vnim páry vodní ze vzduchu, vlnou a roztékají se. — Platina čistě uhlazená smíšeniny kyslíku a vodíku ponořená, pohlcuje oba tyto plyny tak úsilně zhustivše se spolu se slučují a vodu skládají. Zvláště pohlcuje však p v míře neobvyčejné tak zvaná houba platinová, t. j. platina měkká, houbo drobná. — Rtuť ve tlakoměrech stýká se v otevřeném rameně se vzduch jež pohlcuje. Pohlčený vzduch prochází pak průlínkami rtuť až do prá: náde rtuť v rameně zavřeném i musí se pak vždy po jisté době odtud ja i ze rtuť vypuzovati.

V životě obecném a průmyslu užívá se nejvíce pohlcování vody a u zvláště uhlu z kostí vypáleného. Ve vodě rozesílají se plyny i připravují z ní rozličné obcerstvující i léčivé nápoje. Uhel slouží ku čistění vody, c líhu, šťávy z řepy cukrové vytlačené, neboť pohlcuje plyny i kapaliny, k jsou původem nepříjemného zápachu aneb zvláštní barvy kapalin výše jm vaných. Pokažený vzduch ve světnici taktéž uhlím čerstvým vypáleným se štuje a nemilého zápachu pozhavuje.

37. Botnání. Dřevo, jež bylo delší čas ve vodě ponořeno, bývá netoliko větší váhy, nýbrž i většího objemu. Hrách vodou vlhčováný zvětšuje objem svůj tak úsilně, že i nádobu, ve které uzavřen, násilně potrhá. Navlhčený provaz zkracuje se sice, ale tloušť přibývá mu větší merou, než délky ubývá. Arch papíru jakoukoliv palinou prolutý jest větší než dřive, pokud byl suchý.

Tyto a všeliké podobné úkazy nasvědčují tomu, že proli: vost kapaliny mnohdy větší jest než soudrživost částic těla p něho, které kapalina prolula. Vnikáť kapalina do těla pevn: mnohdy tak úsilně, že částice jeho od sebe se vzdalují a průlir se zvětšují, čímž pevné tělo většího objemu nabývá č. *botná*, pro výjev ten *botnáním* se nazývá.

Podobné přibývá též objemu kapalin, když dostatečné mn: ství plynu byly pohlčity.

Vypudí-li se teplem aneb jinak kapalina od pevného t pohlcená z průlinek těla, zmenšují se průlínky, částice srážejí

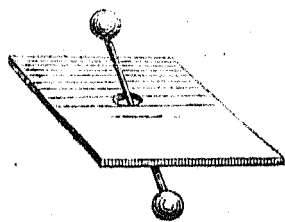
opět dohromady, tělo se smršťuje a nabývá opět původního, menšího objemu. Podobně smršťuje se i kapalina, když plyny z ní byly vypuzeny.

Okna a dvéře nabotnávají mnohdy tak, že nelze jich zavřítí. — Papír neb prkénko, byly-li na jedné straně navlhčeny, skrucují se na druhou stranu, poněvadž na straně navlhčené objemu jim přibývá. — Botnáři dřeva užito mnohdy ku zasilání tajných zpráv. K účeli tomu vytlačila se do hole z lipového dřeva slova, načež hůl až k vyhlubeným slovům se ohoblovala, tak že ničeho nebylo na ní patrno. Odevzdal-li posel hůl, komu přináležela, ponořila se hůl do vody, načež dřevo na místě tom, kde bylo stlačeno, silněji nabotnalo a vyvstalo, tak že bylo možno slova zřetelně čísti. Vysoustruhuje-li se z měkkého, silně stlačeného dřeva tyčinka, ukončená kuličkami, z nichž jedna udělá se poněkud menší, aby otvorem v prkénku (obr. 41.) protlačiti se mohla a navlhčí-li se pak protlačená kulička vodou, tož nabotná tak, že nazpět protáhnouti se nemůže; hračka tato způsobuje mnohdy dosti podivění. — Papír ku kreslení naplná se na prkno vlhký, neboť zmokřením se natahuje, uschnutím pak opět se smršťuje a hladce na prkno přiléhá. — Truhláři, koláři a bednáři ohybají dřevo ku svým pracím, s jedné strany je navlhčujíce a s druhé strany současně je zahřívajíce; na straně navlhčované dřevo botná a částice jeho se rozstupují, na straně zahřívované pak dřevo vysychá a smršťuje se. Botnáním přibývá mnohdy dřevěným nádobám objemu tak úsilně, že i železná obruče jejich se trhají; naopak možno opět nádoby dřevěné, jichž dužiny vyschnutím vody se byly smrštily a od sebe rozstoupily, ku potřebě upravití pouhým vložením jich do vody aneb naléváním do nich vody (zvláště horké). — Suché klíny dřevěné, do mezery ve skále zaražené, roztrnou i nejsilnější skálu, když byly navlhčeny. Ve Francii připravují tím způsobem v některých krajinách mlýnské kameny; vytesají totiž ze skály dlouhý sloup, do toho vysekají v určitých vzdálenostech skuliny, do kterých zarazí dobře vysušené dřevěné klíny. Na vlhčí-li se klíny, byt jen noční rosou neb mlhou, nabotnají tak silně, že sloup v části roztrnou. — Botnání dřeva pouze po jedné straně bývá příčinou, že prkna se bortí a skrucují, což zvláště nábytku škodí. Prkna na podlahu, jakož i na nábytek musí býti suchá, neboť vysychajíc teplem ve světnici smršťovala by se. — Nábytek natřá a leští se netoliko proto, aby byl úhlednější, nýbrž i proto, aby prálinky dřeva nátěrem se vyplnily a vody vnímati nemohly. — Pytevníci, chtějíce rozděliti umrlčí lebku v jednotlivé kosti, z nichž se skládá, naplníjí ji hrachem, který navhčen tak úsilně botná, že lebku roztrhne.

Smršťování se provazů, popruhů, strun a vůbec všech kroucených a točených těles ústrojných ve vlhku nabotnávajících jest obecně známo. Šňůry, na něž zavěšuje se prádlo, vlninají z vlhkého prádla vodu a botnajíc, skracují se tak úsilně, že se pětřhnou. — Že na houslích a jiných nástrojích hudebních střevové struny ve vlhku často se trhají, jest zkušeností dosvědčeno. — Předené a tkané látky oděvní smáčejí se dříve, než odův z nich se hotoví, aby nabotnavše již napřed dostatečně se smrštily. Vyschnuvše nenabývají látky ty již více většího objemu původního a zůstávají smrštěny.

Důležité jest botnání obilí. Zkouškami dokázáno, že obilí vodou skropenému a tím nabotnalému přibývá asi 15%, na váze, ale asi 30—45% v objemu, t. j. téměř 2—3krát tolik v objemu co na váze, tak že ku př. z jednoho korce suchého obilí, který váží 100 liber, povstává botnáním 1,3 až i 1,4 korce o váze 115 liber. Proto přihlížejí obchodníci při koupi i prodeji obilí

Obr. 41.



netoliko k objemu, nýbrž i ku váze jeho, i bylo by vůbec prospěšnější, obilí kupovati i prodávati na váhu; nikoliv na míru, ješto vlhkem váha jeho menší proměny doznává než míra.

38. Roztok. Smočíme-li kus cukru jedním koncem do vody, zpozorujeme, že voda do průlinek cukru vniká a brzy celý kus prolne; spolu však vidíme, kterak spodní část cukru rozplývá se v částice velmi jemné, kteréž, oddělivše se od celku, ve vodě se rozptylují, tak že zraku mizí.

Vniká-li kapalina do průlinek těla pevného, bývá přilnavost kapaliny ku tělu pevnému mnohdy tak veliká, že i soudržnost částic jeho překonává, tak že pevné tělo se rozpadá v jemné částice, jež v kapalině tak se rozptylují, že jich od částic kapaliny nelze rozeznati. O pevném těle v kapalině takto se rozplývajícímu říkáme, že se *roztéká* č. *se rozpouští*, pročež výjev tento *roztokem* č. *rozpouštěním* a kapalinu, ve které pevné tělo se rozpouští, *rozpustidlem* nazýváme.

Roztéká-li se *cukr* ve vodě, nabývá voda chuti *sladké*, *kuchyňská sůl*, ve vodě rozpouštěná, dává roztoku chuť *slanou*, *roztok zelené skalice* ve vodě chutná *nasládle trpce* a má barvu *zelenou*.

Roztok jeví vždy podstatné vlastnosti rozpouštěného těla i rozpustidla.

Aby pevné tělo v kapalině nějaké se roztékalo, musí kapalina pevné tělo prolnouti a soudržnost jeho překonati, což možno jen tenkrát, když jest přilnavost rozpustidla ku pevnému tělu dosti veliká. Přilnavost vody k solím a cukru jest značná, ku látkám pryskyřičným a tukům nepatrná, proto rozpouštějí se soli a cukr ve vodě snadně, nerozpouští se však v ní smola. Kovy roztékají se v kyselinách, pryskyřičné látky v líhu, mastnoty v étheru, kaučuk v bezvodném sírouhlíku atd., vůbec *vyžadují rozličná pevná těla podle rozdílné povahy své také rozličných rozpustidel.*

Ve 100 librách *studené* vody roztéká se nejvýše: 50 liber *zelené* skalice, 37 liber *kuchyňské* soli, 33 liber *skalice modré*, 13 liber *ledku*, $\frac{1}{5}$ libry *sádry* atd. Dáme-li do vody více pevného těla, než ho může nanejvýše rozpustiti, zůstává přebytek *nerozpuštěn*.

Pevné tělo roztéká se v kapalině v určitých mezích, t. j. *v rozpustidle možno při určité teplotě jen určité množství pevného těla rozpustiti.*

Kapalina, ve které rozpouštěno pevného těla tolik, kolik může ho nanejvýš se rozpustiti, nazývá se *roztokem nasyceným*.

Ve 100 librách vody *studené*, z *tajícího* ledu právě vzniklé, rozpouští se pouze 13 $\frac{1}{2}$ liber *ledku*, ve 100 dílech *vařící* vody roztéká se však 236 liber *ledku*.

Čím teplejší rozpustidlo, tím dříve a zhusta i tím více pevného těla v něm se rozpouští.

Roztéká-li se více soli zároveň v témž rozpustidle, ku př. ve vodě, *roztéká se každé tolik, kolik by jí samé o sobě se rozpustilo*. V roztoku jednou solí nasyceném možno mnohdy jiné soli rozpustiti více než v pouhém čistém rozpustidle.

Užitek roztoku jest velmi značný. Mnohé látky teprv pak nám prospívají, když se byly rozpustily, jako ku př. rozličné soli, cukr, křeh atd. — Skvrny na oděvu, papíře atd. dají se vyčistiti kapalinami, ve kterých skvrny se roztékají. — Prádlo vyváří se ve vodě, ve které mýdlo bylo se rozpustilo a tím se čistí, t. j. skvrn pozbavuje. — V lékárnách připravují se rozmanité léky z roztoků pevných těles ve vodě, olejích, silicích a jiných kapalinách. — Malíři rozpuštějí barvy ve vodě neb v oleji. — *Kolloidum*, jehož fotografové potřebují a z něhož i malé velmi jemné a velmi lehké balónky a jiné věci se dělají, jest ztuhlý roztok střelné bavlny v étheru. — Rozpustí-li se kovy ve rtuťi, vzniknou tak zvané *amalgamy*, jichž se ku př. ku zlacení i stříbření v ohni a ku mnohým jiným účelům užívá. —

Ve vodě roztékají se rozličné látky, s kterými ve vzduchu i v zemi se stýká, i dávají jí rozličných vlastností i účinkův, tak že rozeznáváme rozličné druhy vody. *Voda dešťová* obsahuje pouze skrovné množství plynův, jež byla pohltila; *voda sněhová* jest zcela čistá. *Voda pramenitá* č. *studničná* obsahuje vždy více méně solí, jakož i kyselinu uhličitou, která jí příjemné chuti dodává. Poněvadž ve vodě takové nelze luštěnin na měkko uvařiti, zové se *vodou tvrdou*. *Voda říční* liší se od pramenité tím, že vyloučila na dlouhé cestě své kyselinu uhličitou a některé ze solí v ní rozpustěných, ale za to rozpustila rozličné látky ústrojně (živočišné i rostlinné), i nazývá se tak jako *voda sněhová vodou měkkou*.

Voda mořská chová asi 3,5% pevných hmot rozpustěných a má chuť velmi nepříjemnou.

Ve vodách minerálních, jež co léky slouží, jsou rozpustěny látky rozličné ve množství značnějším než ve vodě pramenité. Takové vody jsou ku př. *kyselky*, vody *hořké*, *slané*, *stíraté* atd.

39. Směšování. Do líhu, vína, piva neb mléka můžeme jakékoli množství vody nalíti, podobně možno každé tělo pevné s nějakým jiným pevným, kapalné s kapalným a plynné s plynným v množství zcela libovolném směšovati.

Spojování dvou různorodých těles stejného skupenství v jediný celek zove se *směšování*, tělo pak, které smíšením bylo vzniklo, nazýváme *směs*.

Směs liší se podstatně od roztoku tím, že roztok vyžaduje jistého určitého množství těla *pevného*, které se roztéká, a *kapaliny*, která co rozpustidlo slouží, kdežto směs vzniká z těles *stejného skupenství* ve množství zcela libovolném.

Jako v roztoku jeví se vlastnosti těla rozpustěného i rozpustidla, tak pozorujeme na směsi, ač jeví se co hmota stejnorodá, vlastnosti oněch hmot, z nichž byla vznikla.

Kovy směšují se vespolek roztopením a dostatečným promícháním č. *sléváním*, pročež směs kovů *slitinou* se nazývá.

Směšování jest v životě obecném i v průmyslu velmi důležité.

Slitiny kovových užívá se v průmyslu velmi mnoho. Nejvíce slitin dělá se z *mědi* a některého jiného kovu. Tak jest ku př. *mosaz* slitina z 71,5 dílů *mědi* a 28,5 d. *cínku*, *tombak* slitina z 84,5 d. *mědi* a 15,5 d. *cínku*; z *mosazi* i *tombaku* na teninké lístky roztepaného dělá se *nepravé pozlátko*, z jehož odpadků připravují se rozmanité *barvy bronzové*. — *Zvonovina* skládá se ze 78 částí *mědi* a 22 částí *cínu*, *dělovina* z 91 č. *mědi* a 9 č. *cínu*, *bronz* z 82,5—91,4 č. *mědi*, 10,3—4,2 č. *cínku* a 5,7—1,7 č. *cínu*; *pakfong* č. *argentan* jest slitina z 50—66 částí *mědi*, 19—31 č. *cínku* a 13—18,5 č. *niklu*; *pakfong galvanicky postříbřený* zove se *stříbrem čínským*.

Slitina stejného množství *cínu* a *olova* dává obecnou *pájku měkkou* č. *klempířskou*, směs z 1 dílu *cínu* a 2 dílů *olova* jest *pájka silná*, která se roztápí teplotou vyšší než *klempířská*.

Slitiny *vismutu*, *cínu* a *olova* vynikají tím, že tají při teplotě mnohem menší než každý z těchto kovů sám o sobě. Slitiny takové jsou ku př. *kov Newtonův* z 8 dílů *vismutu*, 5 d. *olova* a 3 d. *cínu*, *kov Roseův*, který ve *vřelé vodě* se roztápí, skládá se ze 2 d. *vismutu*, 1 d. *olova* a 1 d. *cínu*. Pro snadnou roztopitelnost užívá se slitin těch k účelům velmi rozmanitým.

Slitiny *rtuti* s jinými kovy zovou se tak jako roztoky kovů ve *rtuti amalgamy* a slouží k účelům rozličným.

Stříbro čisté jest příliš měkké a otírá se příliš rychle; slitina *stříbra* s *mědí* jest značně tvrdší a pevnější, proto slévá se *stříbro* vždy s *mědí*, mají-li z něho býti zhotoveny nádoby, šperky, peníze a j.

Mnoho-li *stříbra* ryzího ve slitině obsaženo, naznačuje se počtem lotů čistého *stříbra* v jedné *hřivně*, t. j. v 16 lotech slitiny. Tak jest ku př. *stříbro* 16lotové čisté, ryzí; 14lotové neb 12lotové *stříbro* jest slitina, ve které na 16 lotů váhy připadá 14 neb 12 lotů ryzího *stříbra* a 2 neb 4 loty *mědi*. V *Rakousku*, *Francii* a v *Německu* razí se *stříbrné peníze* ze *stříbra* 14,4 lotového t. j. ze slitiny, ve které na 16 lotů váhy připadá 14,4 lotu *stříbra* a 1,6 lotu *mědi*. Z *mincovné libry*, kteráž téměř 28 $\frac{1}{2}$ lotu obnáší a z 9 dílů *stříbra* a 1 dílu *mědi* se skládá, razí se 45 *rakouských zlatníků*, 30 *pruských tolarů* a 112 $\frac{1}{2}$ *francouzských franků*. Do peněz drobných (dvacetikrejcarů, desetikrejcarů a j.) přidává se více *mědi*, poněvadž oběhem více se otírají a hotovení jich poměrně dražší jest. V *Rakousku* razí se z *mincovné libry* čistého *stříbra* nejvýše za 51 $\frac{3}{4}$ z. r. č. drobných peněz.

Zlato slévá se s většinou ostatních kovů i *amalgamuje* se snadno *rtutí*; čisté *zlato* jest příliš měkké, sléváním se *stříbrem* a *mědí* však tvrdne, proto hotoví se *zlaté klenoty*, nádoby, peníze a j. vždy ze slitiny *zlata* a *stříbra* aneb *zlata* a *mědi*.

Slévání *zlata* se *stříbrem* nebo *mědí* děje se vždy měrou zákonem ustanovenou. *Hřivna* t. j. 16 lotů slitiny dělí se ve 24 karáty a karát ve 12 zrn. Pojmenování slitin *zlata* jest podobné jako u slitin *stříbra*. Tak jest ku př. *zlato* 19karátové slitina, jejíž jedna *hřivna* z 19 karátů *zlata* a 5 karátů *přísady* se skládá. U nás rozeznáváme *zlato* číslo 1., kteréž jest 7 $\frac{1}{2}$ karátové, čís. 2. 13 $\frac{1}{2}$ karátové, čís. 3. 18 $\frac{1}{2}$ karátové a *dukátové* 23 $\frac{3}{4}$ karátové. Váží-li tudíž ku př. předmět ze *zlata* čís. 2. jednu *hřivnu*, tož jest v něm 13 karátů a 1 zrno ryzího *zlata* a 10 karátů a 11 zrn *přísady*.

Střelný prach jest směs síry, ledku (salnytru) a dřevěného uhlí a připravuje se tím způsobem, že nejprve každá z těchto hmot sama o sobě na nejjemnější prášek se rozmělní a vodou pokropí, načež v náležitém množství co možná nejlépe vespolek se promíchají, čímž vzniká těsto, které skrze sito protlačené zrnitou směs t. j. střelný prach dává. Na 100 liber *prachu ručníčného* brává se 74.⁸⁴ liber ledku, 11.⁸⁴ lib. síry a 13.³² lib. uhlí; na 100 liber *prachu dělového* č. *trhacího* brává se 66.⁰³ liber ledku, 10.⁴⁵ liber síry a 23.⁵² liber uhlí.

Pečetní vosk červený jest směs šelaku, benátského terpentýnu, pernanského balsámu a čisté rumělky, na špatnější vosk brává se méně rumělky nebo místo ní minium, plavená křída, mastix; *černý pečetní vosk* nejpěknější skládá se ze šelaku, pálené slonoviny, trochu terpentýnu a trochu storaxu, špatnější dělá se z kalafuny, křídly a koptu. Nahradí-li se rumělka neb kopt jiným barvivem, nabudeme pečetního vosku jiné barvy.

Smíšením lhu s vodou nabýváme *kořalky*; kyselina dusičná s vodou smíšená dává *lučavku*, která má odtud svůj název, že užívalo se jí k odlučování zlata od jiných kovů; smíšenina 1 části kyseliny dusičné s 2—4 částmi kyseliny solné dává *lučavku královskou*, která rozpouští téměř všechny kovy, i takové, které kyselinami jinými se nerozpouštějí, jako ku př. zlato (krále kovů), platinu a j.

40. Hranění č. krystalení. Roztopíme-li v nějaké nádobě větší množství síry a ochladíme-li ji pozvolna, až objeví se pevná kůra na povrchu roztopeniny, propíchneme-li pak tuto kůru a vylijeme-li část síry, která ještě kapalnou zůstala, tož užíme po úplném vychladnutí pevnou síru osazenu na stěnách nádoby ve tvarech malých, ale zcela pravidelných, rovnými, hladkými a souměrně rozloženými plochami omezených. Podobně nabudeme též pravidelných tvarů vismutu a jiných těles pevných buď roztopených buď v nějaké kapalině rozpuštěných.

Tělo pevné, stejnorodé, mající od přírody tvar pravidelný, t. j. omezené plochami rovnými, jež působením soudrživosti byly vznikly, v rovných hranách vespolek se stýkají a souměrně rozloženy jsou, nazývá se *hrdň* č. *krystall*; seřadování molekul těla ve tvar pravidelný, totiž ve *hrdň*, jmenuje se *hranění* č. *krystalení*.

V tělesech hraněných jsou molekuly *pravidelně* seřaděny. Má-li tudíž tělo dokonale se vyhraniti, musí býti hmota jeho *kapalná* aneb *vzdušná*, neboť jen v tom případě mohou molekuly bez překážky směrem působících sil se pohybovati a v *pravidelný celek se seřadovati*.

Poněvadž tělo pouze účinkem soudrživosti vyhraňuje, patrně, že hranění napomáhá vše, čím soudrživost se zvyšuje aneb čím překážky soudrživosti se odstraňují.

Hranění podporuje se tudíž:

1. *Ponenáhlym ochlazením* těla roztopeného aneb v páru proměněného, neboť ochlazením zmenšuje se odporivost molekul, tak že může soudrživost pak snáze v ně působiti.

Ochlazujeme-li ponenáhlu veliké množství roztopeného *olova*, vylučují se z roztopeniny hraně. Jímáme-li páry *jódu* ve veliké ochlazené nádobě, zhušťují se a osazují se v hraních na dně i na stěnách nádoby. *Páry vodní*, byvše za silného mrazu na studených tabulkách v oknech značně ochlazeny, hraní a skládají pak na oknech tvary květům podobné. Ve mrazivých vrstvách vzduchu přecházejí vodní páry ve skupenství pevné a krystalujíce tvoří pak jehličky, které ve vzduchu klidném skládají tvary pěkné, hvězdotivé, co *snh* obecně známé.

2. *Ochlazením* aneb *odstraněním rozpustidla*, bylo-li pevné tělo v kapalině rozpuštěno.

a) Rozpouští-li se pevného těla ve vřelé kapalině více, než v též kapalině chladné, a byl-li roztok v horké kapalině nasycen, tož osazují se z roztoku hraně pevného těla, když roztok se ochladí.

V horké vodě roztéká se ledek ve množství mnohem větším, než ve studené; rozpustíme-li tudíž v horké vodě ledku tolik, kolik potřebí, aby roztok byl nasycen, a ochladíme-li pak roztok, osazují se na stěnách nádoby hraně ledku.

Roztéká-li se pevného těla ve studené kapalině více než ve vřelé, musíme, jak patrně, roztok zahřáti, chceme-li hraní pevného těla nabýti.

b) Zahříváme-li ponenáhlu nasycený roztok tak dlouho, až část kapaliny se odpaří a taktó z roztoku se odstraní, tož přechází část pevného těla ve skupenství pevné a vyhraňuje se. Mnohdy postačí, když nasycený roztok na vzduchu se ponechá, kdež kapalina znenáhla se vypařuje.

Dáme-li do mělké, široké nádoby nasycený roztok kuchyňské soli a ponecháme-li jej na vzduchu, uzříme již za několik dní na stěnách nádoby malé lesklé kostky, t. j. hraně soli.

c) Přidáme-li do nasyceného roztoku těla, které s rozpustidlem se spojíc je z roztoku vylučuje a nový roztok neb směs skládá, ve kterém pevné tělo buď naprosto se neroztéká, buď ve množství menším se rozpouští, tož sráží se pevné tělo ve hraních.

Nalijeme-li lhu do nasyceného roztoku ledku ve vodě, vyhraňuje se ledek, poněvadž lha s vodou skládá směs, ve které ledek se nerozpouští.

d) Větších hraní docílíme, necháme-li kapalinu v *úplném klidu*, aby mohly hraně volně a ponenáhlu se tvořiti. Je-li však roztok již blízky tomu, že hraně mohou z něho se skládati, pomáhá

řesení nádoby vyhranění, ješto otřesením takovým lekul se přemáhá a většho zblížení jich a tudíž anění se docílí.

li do roztoku aneb do roztopeniny hráně téhož pe-
eb jiná těla pevná, (nitě, tyčinky a t. p.), na kte-
hráně mohou se osazovati, urychlíme krystalení.

žísouý vzniká, kdýž naplní se¹ roztokem cukru nádoby,
ch v řadách malé dirky, kterými nitě se provléknou.
roztok v klidu. pokrývají se nitě iakož i stěny a dna
1 silnou vrstvou hrání, jež *cukrem kandisovým* se zovou.
amlsky jsou vyhraněným cukrem povlečeny a vytrvají
akrové výrobky.

ší se od těles nehraněných z téže hmoty se skláda-
ni vlastnostmi. Některé vlastnosti tvto se týkají
o těch jedná zvláštní oddíl nerostopisu, totiž *hrá-
lografie*. Fysikálné vlastnosti, kterými hrání² od těles
téže hmoty složených se liší, jsou následující:

é možno v jistých určitých směrech velmi snadně
zecla pravidelného *rozdělovati* č. *štipati*. Plochy, jež
ají, jsou pak hladké a lesklé.

ě mají větší tvrdost než tělo nevyhraněné z tétož

jest vyhraněný uhlík a nejtvrďší všech těles, kdežto
největší části z uhlíku složené, jest měkké.

í mají mnohdy jiné a často pěknější barvy, silnější a
a značnější prohlednost než nehraněné hmoty stejno-
všech hraněných drahokamech nejlépe možno po-

ěná tělesa roztékají a roztápějí se mnohem obtíž-
norodé hmoty nehraněné.

čným nabývá tělo zvláštních vlastností v příčině elek-
tla a tepla, o čemž na příslušném místě pojednáno.
té hráně vnímají při vyhraňování část vody, ve které
iny; byla-li pak tato, tak zvaná *krystalová voda*, jim
udávají se a pozbývají tvaru pravidelného a *zobtrávuji*.
větších hráních bývá mnohdy voda v dutinách uza-
ívají-li se takové hráně, tak že mění se voda v páry,
o mnohdy hrání roztrhují, což vždy úsilně, s prasko-
a *třáskáním hrání* se nazývá.

teré hráně, jmenovitě hráně solí, vnímají ze vzduchu
i par, že tvto v průlínkách jejich se zhuští a ve vodu
kteréž hrání *ponáhla se rozplývá*.

ič, jsouce pravidelně skupeny, zaujímají větší objem
skupenství kapalném.

Zmrzne-li voda v nádobě, roztrhne mnohdy nádobu i dosti pevnou. Čerstvá malta trhá se za mrazu a odpadá ode zdi.

Hranění jest příčinou mnohých výjevů. Revné látky ve vodě rozpustěné aneb jí přimíšené, osazují se na stěnách i na dně nádob, ve kterých voda se odpařuje, zvláště na stěnách párních kotlů, kdež skládají silné vrstvy tak zvaného *kamene kollového* (přivary).

Ze zkušenosti známo, že železo mnohými nárazy, násilným a častým otřásáním, jakož i zahříváním a následujícím pozvolným ochlazováním původního tvaru svého pozbývá a jaksí krystaluje, čímž křehne a pak snadně se láme. Příklady toho vidáme na osách kol železničných vozů, na čepích hřídelů atd.



Oddíl čtvrtý.

Základné nauky chemie.

A. Z chemie všeobecné.

41. Chemie. Rozpustíme-li sůl ve vodě, jeví každá kapka roz-toku vlastnosti soli i vody, podobně rozeznáváme v každém jiném roz-toku vlastnosti těla rozpuštěného i rozpustidla.

Smícháme-li zlato s mědí, spatřujeme i v nejmenším kousku sli-tiny vlastnosti zlata i mědi; taktéž ukazují se v každé směsi vlast-nosti různorodých spolu smíšených hmot.

Rozetřáme-li však *rtuť* po delší dobu se *sírou*, vznikne prášek černý, slabě kovově lesklý, kterýž, byv dostatečně zahřát a pak ochla-zen, osazuje se na stěnách nádoby co hmota pevná, červená, která *rumělkou* se nazývá a naskrze *stejnorodou* od *síry* i od *rtuti* pod-statně *rozdílnou* se jeví, tak že nelze rozeznati na ní ani vlastností *rtuti* ani vlastností *síry*. — *Vodu* možno přiměřeným způsobem rozlo-žití v *kyslík* a *vodík*, jež jsou plyny vespolek od sebe i od vody pod-statně rozdílné.

Nauka o silách a zákonech, podlé kterých možno ze sou-částí *různorodých* hmoty naskrze *stejnorodé* skládati aneb hmoty *stejnorodé* v *různorodé* součásti jejich rozkládati, nazývá se *chemie*.

Oddíl chemie, jednající o tom, kterak tělo stejnorodé ze součástí různorodých se skládá, zove se *chemií skladnou* č. *sluč-bou*; oddíl, který pojednává o rozkladu hmot stejnorodých v sou-části jejich různorodé, jmenuje se *chemie rozborná* č. *lučba*.

42. Slučivost. Za příčinu chemického slučování se hmot ve-spolek pokládají učenci *sílu chemickou* č. *slučivost*.

Slučivost pobádá různorodé hmoty, aby vespolek v jediný celek stejnorodý se spojily.

Mají-li hmoty vespolek chemicky se sloučiti, musí různorodé částice jejich sobě co nejvíce se sblížití, neboť působí sluči-vost toliko ve vzdálenosti tak nepatrné, že ji měřiti nelze.

Sblížení částic různorodých a tudíž i chemickému sloučení je-jich napomáhá: 1. rozetření jich na jemný prášek, ješto rozetřením soudržnost stejnorodých se ruší a nestejnorodým více ploch, kterými

se dotýkají, se poskytuje. 2. Zkapalnění aneb proměnění v páry hmot různorodých aneb aspoň jedné z nich, neboť jest soudržnost kapalin i par menší než těles pevných. 3. Teplo, kterým odpudivost částic stejnorodých se zvyšuje a tudíž soudržnost jejich se zmenšuje. 4. Mnohdy též električnost a světlo.

Síra, byť i roztopená, neslučuje se s uhlíkem; dotýkají-li se však páry sírné ve větším teple žhavého uhlí, slučují se s ním v sírouhlík; kyslík a vodík slučují se ve vodu, proniká-li smíšeninu jich jiskra elektrická; chlór a vodík slučují se na světle slunečním vespolek v chlór vodík.

43. Sloučeniny a prvky. Sól kuchyňskou č. chlóríd sodnatý možno rozložití v chlór a sodík; skalice zelená č. síran železnatý skládá se ze železa, síry a kyslíku; chlór, sodík, železo, síra a kyslík nebyly však až posud ni v různorodé součástky rozloženy, ni z nějakých různorodých součástí složeny.

Veliká většina těles jest ze hmot různorodých složena a může přiměřeným způsobem ve své součástky různorodé se rozkládati. Tělesa taková zovou se *hmotami složenými* č. *sloučeninami*.

Některá tělesa nebyla posud ani v různorodé součásti rozložena ani ze hmot různých složena a jmenují se *hmoty jednoduché* č. *prvky*.

Až posud známo 66 *hmot jednoduchých* č. *prvkův*, z nichž jsou nejdůležitější následující.

Jméno p r v k u	Znak	Ravno- mocina	Jméno p r v k u	Znak	Ravno- mocina
Aluminium	Al	13.7	Mangan	Mn	27.5
Antimón (Stibium)	Sb	122	Měď (Cuprum)	Cu	31.7
Aršen	As	75	Molybdén	Mo	46
Baryum	Ba	68.5	Nikl	Ni	29.5
Bór	B	10.9	Olovo (Plumbum)	Pb	103.5
Bróm	Br	80	Palladium	Pd	53.3
Cadmium	Cd	56	Platina	Pt	98.7
Calcium (vápník)	Ca	20	Rtuť (Hydrargyrum)	Hg	100
Čin (Stannum)	Sn	59	Selen	Se	39.7
Činek (Zincum)	Zn	32.5	Síra (Sulphur)	S	16
Draslík (Kalium)	K	39.2	Sodík (Natrium)	Na	23
Dusík (Nitrogenium)	N	14	Síbro (Argentum)	Ag	108
Fluor	Fl	19	Strontík	Sr	43.7
Fosfor (Phosphorus)	P	31	Titan	Ti	25
Hořčík (Magnesium)	Mg	12	Uhlík (Carbonium)	C	6
Chlór	Cl	35.5	Uran	U	60
Chrom	Cr	26.7	Vanadin	V	68.6
Jód	J	127	Vismut (Bismutum)	Bi	210
Kobalt	Co	29.5	Vodík (Hydrogenium)	H	1
Křemík (Silicium)	Si	14	Volfram	W	92
Kyslík (Oxygenium)	O	8	Zlato (Aurum)	Au	197
Lithium	Li	7	Železo (Ferrum)	Fe	28

Vedle každého prvku jest znak chemický, který záleží v začátečném písmeni latinského jména toho prvku, ku kterémuž připojeno i jiné písmeno, aby bylo možno rozeznati prvky, jichž jména týmž písmenem začínají.

44. Zákony slučivosti. Slučivost chemická spravuje se v působení svém následujícími zákony:

1. Jednoduché hmoty č. prvky slučují se vespolek vždy v jistých poměrech číselných, kteréž vyznačují se vahami hmot, u plynův mnohdy též objemem jejich. Zákon tento zove se zákonem poměrů stálých.

Tak slučuje se ku př. 39,2 částí váhy draslíku s 8 částmi váhy kyslíku, a 1 díl objemu kyslíku s 2 díly objemu vodíku, při čemž možno vyznačiti váhu librami, loty, grány, grammy atd. a objem krychl, palci, krych. centimetry atd.

Poměr váhy, ve kterém slučuje se každý prvek se všemi ostatními prvky, nazývá se *rovnomocninou* prvku toho. Poněvadž jsou rovnomocniny čísla poměrná, nutno uvéstí je na základ společný. Obyčejně klade se rovnomocnina vodíku = 1 a na tom základě jsou pak rovnomocniny ostatních prvků naznačeny čísly, ve výše vytknutém seznamu prvků ku znaku jejich připojenými.

Tak slučuje se ku př. 8 dílů (dle váhy) kyslíku: s 59 díly (dle váhy) cínu, neb s 32,6 dílů cinku, neb s 31,7 dílů mědi, neb se 103,3 dílů olova, neb 28 díly železa atd. Jak patrao, má tudíž 59 částí váhy cínu, 32,6 částí cinku, 31,7 částí mědi atd. rovnou moc a platnost chemickou, odkudž číslům, naznačujícím poměr váhy, dostalo se jména *rovnomocniny* (aequivalenty).

2. Mnohé prvky slučují se vespolek netoliko v jediném poměru, naznačeném čísly rovnomocnými, nýbrž dávají vespolek 2, 3, 4, někdy i více sloučenin. Poměrná čísla toho prvku, kterého ve sloučeninách těch přibývá, odvozují se však vždy násobením rovnomocniny jeho číslem jednoduchým. Zákon tento nazývá se *zákonem poměrů množných*.

Tak slučuje se 14 částí váhy dusíku:

s	8 částmi váhy kyslíku	na kysličník dusnatý
"	16 " " " "	" " dusičitý
"	24 " " " "	" " kyselinu dusíkovou
"	32 " " " "	" " dusičelou
"	40 " " " "	" " dusičnou.

Množství kyslíku, sloučená s 14 částmi dusíku, jsou: 8, 16, 24, 32, 40, čili: 8, 2×8 , 3×8 , 4×8 , 5×8 .

3. Též hmoty složené slučují se vespolek toliko v poměrech určitých a sice buď v poměrech rovnomocnin, buď dle zákona poměrů množných.

Váha hmot nemění se ni chemickým slučováním ni rozlučováním, z čehož patrno, že *rovnomocnina sloučeniny rovná se součtu rovnomocnin prvků.*

V kyselině sirkové jsou na 1 rovnomocninu síry obsaženy 3 rovnomocniny kyslíku, i jest tudíž rovnomocnina kyseliny sirkové $= 16 + (3 \times 8) = 16 + 24 = 40$; kysličník cinečnatý skládá se z 1 rovnomocniny cinku a 1 rovnomocniny kyslíku a jest tudíž rovnomocnina kysličníku toho $= 32_{\cdot 6} + 8 = 40_{\cdot 6}$. V bílé skalici č. síranu cinečnatém sloučena 1 rovnomocnina kyseliny sirkové s 1 rovnomocninou kysličníku cinečnatého i jest tudíž rovnomocnina síranu tohoto $= 40 + 40_{\cdot 6} = 80_{\cdot 6}$.

45. Názvoslovi a písmo chemické. Prvky rozdělují se obyčejně v *někovy a kovy.*

Z prvkův ve výše vytknutém seznamu obsažených jsou *někovy*: arsén, bór, bróm, dusík, fluor, fosfor, chlór, jód, křemík, kyslík, selen, síra, uhlík a vodík; ostatní v seznamu tom jmenované prvky jsou *kovy.*

Sloučeniny, jež vznikají přímo sloučením ze dvou neb více prvkův, jmenují se sloučeniny *stupně prvního*, jež podlé počtu prvků jsou buď *podvojně* (ze dvou prvků), *potrójně* (ze tří prvků) atd.

Sloučeniny *stupně druhého*, kteréž někdy slučují se vespolek ve sloučeniny *stupně třetího.*

a) Ze sloučenin *stupně prvního* jsou nejdůležitější a nejhojnější sloučeniny nějakého prvku s kyslíkem, jež rozeznáváme co *kyseliny, zásady* aneb *hmoty netečné.*

Kyseliny mají chuť *kyselou*, rozpouštějí-li se ve vodě, a *červené* některé *modré* barvy rostlinné. Ponoříme-li papír roztokem lakmusu na modro zbarvený (tak zvaný papír *skoumací* č. *reagenční*) do kyseliny nějaké, tož papír *zčervená.*

Zásady, rozpustné ve vodě, mají chuť *louhovitou* (žíravou č. alkalickou) a barví lakmus, který kyselinami *zčervená*, opět *na modro*, tak že skoumací papír, lakmusem nejprve na modro a pak v kyselině na červeno obarvený, v zásadě opět *zmodrá.*

Kyseliny a zásady jsou tudíž, jak patrno, nadány *opácnými vlastnostmi* chemickými, což jeví se i tím, že papír skoumací kurkumou na žluto obarvený v zásadě zhnědne, ale zhnědlý v kyselině opět *původní žluté* barvy nabývá.

Hmoty netečné nepůsobí v barvy rostlinné a slučují se velmi nesnadně s jinými sloučeninami, čímž liší se od kyselin i od zásad.

Sloučeniny prvního stupně nazývají se v češtině jmény obou prvkův, z nichž sloučenina tato se skládá; jméno jednoho z prvkův jest jménem *podstatným*, jméno druhého pak *přídavným*, ku *podstatnému* připojeným, jehož koncovka naznačuje spolu poměr, ve kterém jsou oba prvky spolu sloučeny.

Ku pojmenování kyseliny slouží *podstatné* jméno *kyselina* s příslušným jménem *přídavným*, ostatní sloučeniny kyslíku s ně-

jakým prvkem zovou se *kysličníky*. Podobně mají též názvy sloučenin jiných dvou prvků jméno podstatné při českých jmenech prvků zakončené příponou *-ník*, při latinských jmenech prvků zakončené příponou *-id*, jako ku př. *sírník, jódid, bromid, fluorid* atd.

Písemně naznačují se sloučeniny prvního stupně znaky prvků, jež vedle sebe se napíší. Znak prvku sám o sobě značí již hned jednu rovnomocninu jeho; je-li prvku více rovnomocnin ve sloučenině obsaženo, připojuje se ku znaku jeho v pravo pod řádkou malá číslice, která značí počet rovnomocnin prvku toho.

Značí-li *A* a *B* vůbec rovnomocninu dvou různých prvků, končí přidavné při poměru :

$A + B$	příponou -natý (chlóríd sodnatý, NaCl),
$A + B_2$	" -ičitý (kyselina uhličítá, CO_2),
$A + B_3$	" -ový (sírník antimónový, SbS_3),
$A + B_4$	" -ičelý (kyselina dusičelá NO_4),
$A + B_5$	" -ičný (kyselina dusičná, NO_5),
$A + B_7$	" -istý (kyselina chlórístá, ClO_7),
$A_2 + B$	" -ičnatý (sírník mědičnatý, Cu_2S),
$A_2 + B_3$	" -itý (kysličník železitý Fe_2O_3).

Sloučeniny vodíku s jinými prvky nazývají se jménem podstatným ze jmén obou prvků složeným, jako ku př. *chlórovodík* (HCl), *sírovodík* (HS) atd.

b) Ze sloučenin druhého stupně jsou nejdůležitější *solí*, skládající se z kyseliny a zásady. Soli nemají ni vlastností kyselin, ni vlastností zásad, nepůsobí v barviva rostlinná a zovou se hmotami obojetnými. Soli, ve kterých převládá kyselina, jmenují se *kyselé*, je-li v nich zásady nad obyčejný poměr, zovou se *zásadité*.

Ku pojmenování solí slouží taktéž podstatné jméno s připojeným přidavným. Podstatným jménem jest jméno kyseliny s určitou význačnou příponou, kteráž jest ukončena druhou příponou *-an*; přílavným jménem jest jméno zásady s přiměřenou koncovkou.

Písemně značí se sloučeniny druhého stupně, když znaky, sloučenin stupně prvního tečkou neb stojatým křížkem se spojí; je-li ve sloučenině jedné neb obou součástí více rovnomocnin, naznačí se počet jejich číslem v levo na řádku před sloučeninou stupně prvního. Tak ku př. dá

kyselina : s *kysličníkem* :

sírková (SO_3) draselnatým (KO) *stran* draselnatý ($\text{KO} \cdot \text{SO}_3$ neb : $\text{KO} + \text{SO}_3$)

" " železitým (Fe_2O_3) " železitý ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SO}_3$ neb : $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{SO}_3$)

dusičná (NO_5) sodnatým (NaO) *dusičan sodnatý* ($\text{NaO} \cdot \text{NO}_5$ neb : $\text{NaO} + \text{NO}_5$)

fosforečná (PO_5) vápenatým (CaO) *fosforečnan vápenatý* ($3\text{CaO} \cdot \text{PO}_5$ neb : $3\text{CaO} + \text{PO}_5$)

uhličítá (CO_2) " " *uhličitan* " ($\text{CaO} \cdot \text{CO}_2$ neb : $\text{CaO} + \text{CO}_2$).

Sloučeniny vody se sloučeninami stupně prvního nazývají se *hydráty*; tak jmenuje se ku př. sloučenina kyseliny sirkové s vodou *hydrát kyseliny sirkové*.

c) Sloučeniny třetího stupně, které skládají se ze dvou solí, zovou se *solí podvojně*. Mají-li kyselinu společnou, vysloví se jméno její jen jednou a připojí spojená jména obou zásad, jako ku př. *stran hlinito-draselnatý*.

V písmě značí se sloučeniny stupně třetího v ten způsob, že znaky sloučenin druhého stupně, ze kterých sestávají, vedlé sebe se staví a stojatým křížem spojí. Tak jest ku př. znak síranu hlinito-draselnatého: $(\text{KO}.\text{SO}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3.3\text{SO}_3)$.

B. Z chemie podrobné.

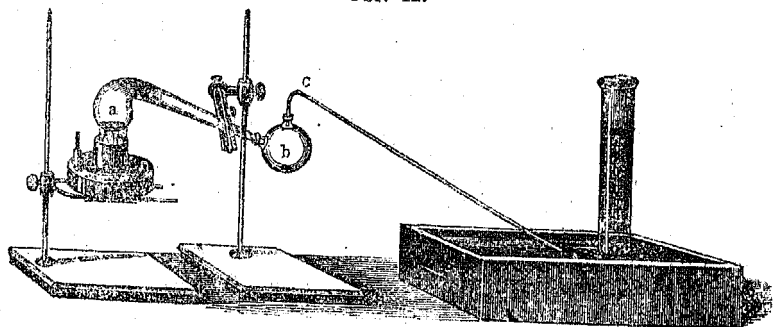
a) Z chemie *neústrojné* č. *nerostné*.

46. Kyslík (Oxygenium). — *Kyslík* (O) jest ze všech prvků v přírodě nejvíce rozšířen; nalézá se co plyn pomíšen s dusíkem ve vzduchu; s vodíkem sloučen skládá vodu a jest obsažen ve většině sloučenin nerostných, v rostlinách i v zvířatech i vyvinuje se ze všech zelených částí rostlin, pokud slunce na ně svítí.

Dobývání. Kyslík dobývá se v ten způsob, že odlučuje se ode hmot, s kterými jest sloučen. Nejspůsobilejší jsou k tomu sloučeniny, ve kterých jest kyslík ve *větším množství* obsažen a jen *slabě poután*.

Kyslíčník rtuťnatý (HgO) pálí se ve křivuli *a* (obr. 42), jejíž hrdlo sáhá do jímadla dvouhrdlitého *b*, z něhož vede rourka *c* pod

Obr. 42.



mostek pneumatické vany a pod nádobu naplněnou vodou. Rtuť (Hg), pustivši horkem kyslík, nashromáždí se v jímadle *b*, kyslík (O) pak stoupá do nádoby vodou naplněné a vytlačuje z ní vodu. Dáme-li *chlórčecnan draselnatý* ($\text{KO}.\text{ClO}_5$) do křivule *a*, vedeme-li z hrdla jejího

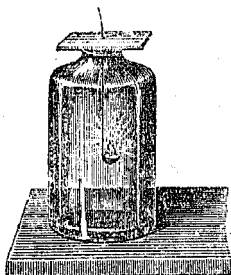
rourku přímo pod mostek pneumatické vany a pod nádobu vodou naplněnou a zahříváme-li pak křivuli *a*, sloučí se chlór s draslíkem v *chlóríd draselnatý* (KCl) a 6 rovnomocnin kyslíku (6O), jež byly v chlórečnanu draselnatém obsaženy, nashromáždí se v nádobě nad vodou.

Vana pneumatická jest nádobka s příčkou, tak zvaným mostkem, ve kterém nalezá se nálevkový otvor. Pod otvor ten sáhá konec rourky plynopudné a nad otvor stává se nádoba s vodou.

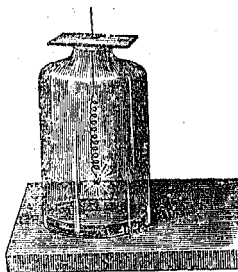
Vlastnosti. Kyslík jest plyn stálý, ni barvy, ni chuti, ni vůně nemající, vodou jen velmi skrovně pohlcovaný, sám nehořící ale hoření a tudíž i dýchání velmi mocně podporující. Vdychování pouhého kyslíku způsobuje však zánět plic.

Doutnající tříščka vzejme se v kyslíku hned jasným plamenem, fosfor jakož i uhlí a síra hoří v kyslíku neobyčejně světlým plamenem

Obr. 43.



Obr. 44.



(obr. 43), ano i zpruha ocelová zapaluje se v kyslíku doutnající hubkou a spaluje se jasným světlem, roztryskujíc žhavé kapky na vše strany (obr. 44).

Sloučeniny. Kyslík slučuje se se všemi prvky, vyjímaje jediné fluor, a dává takto *kysličnky* (oxydy), jež jsou nejdůležitější všech sloučenin prvního stupně.

Jeví-li se při slučování kyslíku s nějakou hmotou značné *světlo a teplo*, nazývá se děj tento *hořením*, o kterém v náuce o teple obšírněji pojednáno.

Často slučuje se kyslík s jinými hmotami též poněmhu. Příklady takového slučování jsou dýchání lidí a živočichů, rezavění kovů, zvětrávání, tlení atd.

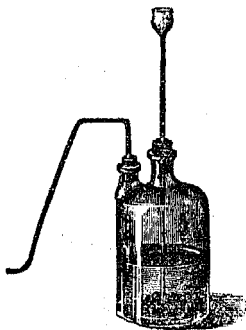
Kyslíku užívá se hlavně při spalování, aby většího tepla neb světla se docílilo.

47. Vodík (Hydrogenium). — *Vodík* (H) naskytuje se ve přírodě toliko ve sloučeninách, hlavně sloučen s kyslíkem ve *vodě*, odkudž má i své jméno. Též jest podstatnou součástí hmot rostlinných i živočišných.

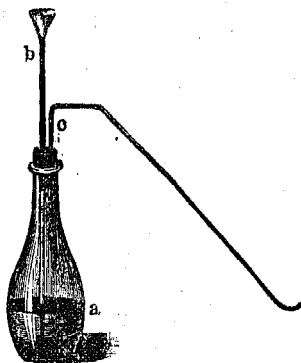
Dobývání. Vodíku nabýváme nejnázve rozkladem vody.

Polijeme-li piliny cinkové (Zn) v láhvi dvouhrdlité (obr. 45) neb jednohrdlé, ale zátkou dvakrát provrtanou opatřené (obr. 46), kyselinou sirkovou (SO_3), která byla zředěna vodou (HO), vylučuje se z vody kyslík (O) a slučuje se s cínkem (Zn) v kysličník cinečnatý (ZnO), který s kyselinou sirkovou (SO_3) dává síran cinečnatý ($\text{ZnO} \cdot \text{SO}_3$); z vody uvolněný vodík (H) nashromáždí se pak v lahvi a odvádí se rour-

Obr. 45.



Obr. 46.



kou c (obr. 46). Podobně vyvinuje se vodík, byly-li piliny železné kyselinou sirkovou a vodou polity. Vzniká pak sloučením kyslíku se železem kysličník železnatý (FeO), který s kyselinou sirkovou síran železnatý ($\text{FeO} \cdot \text{SO}_3$) skládá; vodík (H) z vody uvolněný pak uniká.

Vodík takto vyloučený jímá se teprv pak, když již všechen vzduch z nádoby se vypudil, což poznáváme, když trochu plynu v malé nádobce tak zvané *skoumavce* nachytáme a jej zapálíme. Hoří-li tiše, bez výbuchu, vychází ze trubice již jen pouhý vodík; pokud následuje při zapálení výbuch, vychází spolu s vodíkem ještě vzduch. Nálévkovitě rozšířená a téměř až ke dnu sáhající rourka b (obr. 46.) slouží k tomu, abychom mohli kyseliny do nádoby a přilévati.

Vlastnosti. Vodík jest plyn stálý, bezbarvý, průzračný, nevonný a nechutný, $14\frac{1}{2}$ krátě lehčí než vzduch a 16krátě lehčí než kyslík. Není dychatelný, nepodporuje hoření, sám však hoří zapálen plamenem modrým, málo světlým ale velmi horkým.

Sloučeníny. Směs z jedné rovnomocniny vodíku (H) a jedné rovnomocniny kyslíku (O) čili dle objemu ze dvou dílů vodíku a jednoho dílu kyslíku nazývá se *plynem třáskavým*. Zapálí-li se tato směs, sloučí se součástky její při *prudkém výbuchu* ve vodu (HO). Jinak vzniká voda č. *kysličník vodnatý* (HO) spálením vodíku ve vzduchu.

Zapálíme-li vodík ze trubice *c* (obr. 46) unikající a poklopíme-li plamen suchým zvonovitým přiklopem skleněným, pokrývá se přiklop brzy uvnitř na stěnách rosou kapek vodních.

Voda slučuje se s mnohými sloučeninami chemickými v tak zvané *hydráty* (vodany), při čemž obyčejně teplo se zvyšuje.

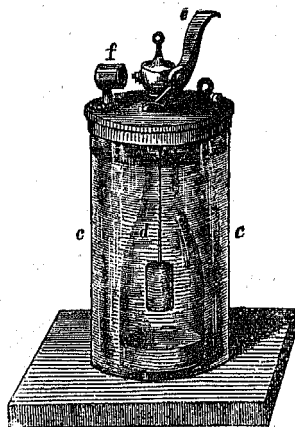
Vodíku užívá se k odkysličování, ku přípravování plynu tráskavého a ku naplňování malých balónů.

V houbě platinové zhušťuje se vodík tak značně, že, dotýkaje se s kyslíkem rovněž silně zhuštěným, se zapaluje. Toho užil *Döbereiner* při svém rozžehadle, jež znázorňuje obr. 47. V nádobě *cc* jest voda s kyselinou sirkovou smíšená, do směsi zavěšen kousek cinku, čímž uvolňuje se, jak výše již bylo vyloženo, vodík, který nashromažďuje se v nálevkovitém, nahoře kohoutkem opatřeném přiklopem *d*. Otevřeme-li kohoutek *e*, proudí vodík do houby platinové *f*, kdež se vznímá.

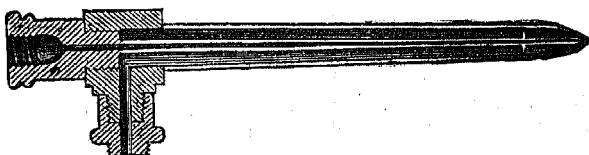
Přiklopí-li se na plamen vodíkový zvolna s břury trubice skleněná neb plechová, vznikají zvláštní tóny účinkem výbuchů rychle za sebou následujících, pročež zkouška taková *harmonikou chemickou* se nazývá.

Pouští-li se vodík a kyslík ze dvou rozličných nádrží do kohoutku mosazného dvojité vrtaného (obr. 48; kyslík jde otvorem prostředním) a na konci zúženého a zapálí-li se plyn, vznikne plamének

Obr. 47.



Obr. 48.



málo světlý, ale nejprudčího horka, kterým i drát platinový se roztápí a dílem spaluje. Vedeme-li plamen takový na váleček křídový, vzniká světlo téměř tak jasné jako sluneční, tak zvané světlo *Drummondovo*, jehož k osvětlování s výhodou se užívá.

Užívání *vody* co rozpustidla a k jiným účelům jest obecně známo.

Poněvadž ve vodě rozmanité látky se roztékají a jí přimíšeny bývají, jest potřebí, chceme-li nabýti vody *zcela čisté*, ji dříve vypařiti a páry pak v jímadle opět ochladiti, aby zkapalněly, což *překapováním* č. *destillací* vody se nazývá.

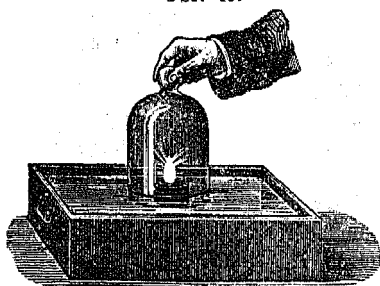
48. Dusík (Nitrogenium). — *Dusík* (N) nalezá se u velikém množství s kyslíkem smíšen ve vzduchu a s jinými prvky sloučen též v některých sloučeninách neústrojných (ku př. v salnytru) jakož i rostlinných a živočišných.

Dobývání. Dusíku nabýváme nejjednodušší cestou ze vzduchu, jemuž přiměřeným způsobem všechen kyslík odejmeme.

Na vodu položíme ku př. kus korku a na ten postavíme misku porculánovou s kouskem fosforu (P). Fosfor pak se zapálí a bání skleněnou přiklopí, kteráž poněkud do vody se ponoří, aby vzduch v ní byl uzavřen (obr. 49). Fosfor stráví hořením svým veškeren kyslík ze vzduchu a slučuje se s ním na prášek sněhovitý, kyselinu fosforečnou (PO_5), kteráž ve vodě rychle se rozplývá. Pod bání zbývá pak pouze dusík (N), který jen asi

$\frac{4}{5}$ původního objemu vzduchu zaujímá.

Obr. 49.



Vlastnosti. Dusík jest plyn stálý, bezbarvý, nevonný a nechutný, málo řídčí obecného vzduchu, nepodněcuje hoření a nehoří; sám pro sebe není dýchatelný. Zvířata dusí se v dusíku velmi brzy, odkudž i jméno jeho. Ve vzduchu po-

třebí dusíku k umírnění příliš prudkých účinků kyslíku.

Sloučeniny. a) *Kyslík* dává s *dusíkem* pět rozličných sloučenin, z nichž jest nejdůležitější *kyselina dusičná* (NO_5), obyčejně sloučená s jednou rovnomocninou vody (HO) v *hydrát dusičný* (HO.NO_5).

Hydrátu dusičného nabýváme z ledku (salnytru) chilského, t. j. *dusičnanu sodnateho* (NaO.NO_5), jež překapujeme ve křivuli s hydrátem *kyseliny sirkové* (HO.SO_3). *Kysličník sodnatý* (NaO) slučuje se s kyselinou sirkovou (SO_3) na *síran sodnatý* (NaO.SO_3) a kyselina dusičná (NO_5), přibírajíc z hydrátu kyseliny sirkové vodu (HO), dává *hydrát dusičný* (HO.NO_5), který horkem v páry se mění a ve chlazeném jímadle se nashromáždí.

Čistý hydrát dusičný jest v obecné teplotě kapalina bezbarvá, chutí velmi kyselá, žíravá, červení lakmus, okysličuje velmi mocně, porušuje všechny hmoty ústrojně a barví hmoty živočišné trvanlivě na žluto. Zředěný vodou prodává se co *lučavka* a slouží zvláště ku rozpouštění kovů. Druhdy užívalo se lučavky k odlučování zlata od jiných kovů, odkudž i jméno její. Se zásadami dává kyselina dusičná *dusičnany*, kteréž vesměs horkem se rozkládají a na žhavém uhlí tráskají.

a vodík slučují se spolu jen tehdy, setkávají-li dobou, kde byly z některé sloučeniny vypuzeny. H sloučenin dusíku a vodíku nejdůležitější jest *amoniak* (NH_3), který vzniká hnitím a pálením ústrojných.

chlóríd ammonatý (H_4NCl) zahřívá se ve křivuli, t. kysličníkem vápenatým (CaO), čímž vzniká *chlóríd voda* (HO), jež ve křivuli zůstávají, a *amoniak* (NH_3), nádobě rtuť naplněné (poněvadž voda jej pohlcuje).

st plyn bezbarvý, velmi ostře zapáchající, slzy vyžíravé; modří červený papír lakmusový, hoří na nesnadno a dusí plamen i nepřipouští dýchání živením a velmi mocným tlakem kapalná. Voda jej pohlcuje v množství velmi značném a je pouze skupenství kapalná, tytéž vlastnosti co ony i zove se *čpavkem vodnatým* neb *amoniakem salmiakovým*.

sičně užívá se ku přípravování královské lučavky, ku barvení dříví, vlny a kůže na žluto, k leptání a rozpouštění kovů, od stříbra, ku přípravování dusičnanů, k děláni kyseliny sířelové bavlny, k barvení zlata, mosazi a bronzu atd. slouží v lékařství a barvířství, k vypírání skvrn po mastnotě, ku přípravě strojných perli, při fabrikaci tabáku šňupacího atd.

(Carbonium). — *Uhlík* (C) nachází se v přírodě úplně čistý a hraněný co *diamant* (Ca), méně čistý co *tuha* č. *grafit* ($\text{C}\beta$) a *bezvodný* ($\text{C}\gamma$) co součástka ústrojných.

Tuhu možno přiměřeným způsobem připravit lze z ústrojnin vyloučiti *uhlí* t. j. téměř čistý ($\text{C}\gamma$), pálíme-li ústrojiny za nepřítomnosti vzduchu. *Uhlík* jest ve všech třech způsobech hmota pevná, lehká, chutí, v kapalinách nerozpustná, neroztopitelná a *diamant* naskytuje se vyhraněný neb zrnitý, jest nejtvrdší a prohledný, silně lesklý a převyšuje tvrdostí všechny ostatní hmoty. *Tuha* jest uhlík neprohledný, barvy šedé až černé, tvrdost má velmi skrovnou. *Uhlík bezvodný* a vyniká hlavně tím, že mocně pohlcuje a zadržuje plyny.

st nejjaznější drahokam a slouží co šperk, k řezání skla, a k jiných tvrdokamů a k rytí v kamenech a v kovech. Malé křivky rozbíjejí se na prášek, kterým se brousí pěknější diafiry atd. — *Tuha* slouží k děláni tužek a tyglíků, ve kterých se kovy se roztápějí, dále ku leštění broků, ku natírání by nerozavěly; tuhou s tukem rozetřenou potírají se dřevěné nástroje jest nejstálější černá barva, slouží při rychlém přiučštění prostorů podzemských od záhubných plynů, odní-

mání zápachu shnilému masu, ku čistění vody, odnímání vápna a barviva štávé repové při vyrábění cukru atd.

Sloučeniny. a) *Kyslík* slučuje se s *uhlíkem* ve dvou rozličných poměrech na *kysličník uhelnatý* (CO) a na kyselinu uhličitou (CO₂).

Kysličník uhelnatý (CO) vzniká všude, kde hmoty uhelnaté za nedostatku vzduchu se spalují; jest plyn stálý, bez barvy, bez chuti a bez vůně, plamen hasící, ale sám modrým plamenem hořící, k dýchání nespůsobilý, ano jedovatý.

Vzduch usmrcuje již tenkrát, když v něm 4—5% kysličníku uhelnatého obsaženo. Odtud pochodí tak mnohé nehody, jež vznikají předčasným uzavíráním kamen na noc a pálením uhlí v uzavřených svétnicích, čímž kysličník uhelnatý se vyvinuje.

Kyselina uhličitá (CO₂) nachází se volná ve vzduchu a ve mnohých vodách zvláště tak zvaných *kyselkách*, proudí též z rozsedlin a jeskyní v krajinách sopečných (ku př. z jeskyně psí u Puzzuoli) a jest sloučena zvláště hojně se zásadami, nejčastěji s vápnem. Většinou jiných kyselin vypuzuje se snadně ze svých sloučenin, čímž vzniká vření č. šumění.

Kyselina uhličitá vzniká spalováním hmot uhelnatých za neobmezeného přístupu vzduchu, dýcháním živočichů, kvašením, tlením hmot ústrojných atd.

Nejsnadněji připravuje se kyselina uhličitá z křídly, t. j. uhličitánu vápenatého (CaO.CO₂), polije-li se kyselinou solnou (HCl); vzniká pak chlóríd vápenatý (CaCl), a voda (HO), v které chlóríd se roztéká, a kyselina uhličitá (CO₂) uniká co plyn i může nad volou se jímati.

Kyselina uhličitá jest v obecné teplotě plyn bezbarvý, vůně slabě štiplavé, chuti slabě nakyslé a občerstvující. Není spůsobilá k dýchání ani k hoření, aniž hoří sama; jest 1 1/2krátě hutnější vzduchu a může se jako kapalina z nádoby do jiné nádoby přelévati. Mocným tlakem zkapalní a tuhne v hmotu pevnou, sněhovitou. Voda ji pohlcuje značně a tím více, čím jest voda studenější a čím mocnější tlak na ni působí.

Kyselina uhličitá slouží ku připravování dvojuhličitánu sodnatého, strojených kyselk a minerálních vod, jakož i mnohých sloučenin, k čistění repové štávy v cukrárnách, též v lékařství. V životě rostlin jest velmi důležitou; z kyseliny uhličitě ze vzduchu dostává se rostlinám nejvíce uhlíku, kdežto kyslík opět do vzduchu téměř úplně se vrací; ve vodě obsažená kyselina uhličitá proměňuje nerostnou potravu, tak že rostlinám záživnou sestává.

b) Ze sloučenin *vodíku* s *uhlíkem* nejdůležitější jsou: *uhlovodík lehký* (C₂H₄) a *uhlovodík těžký* (C₄H₄).

Uhlovodík lehký č. *plyn bahnatý* (C₂H₄) vzniká v bařinách hnitím látek ústrojných, vyvinuje se však mnohem hojněji v dolech uhelných, pročež i *plynem báňským* se nazývá. Jest plyn bez-

barvý a nevonný, k dýchání nespôsobilý, nepodporuje hoření, sám však hoří plamenem bledým, nažloutlým, velmi horkým. Smísí-li se se vzduchem a zapálí-li se, způsobuje výbuch velmi prudký.

V dolech uhelných nazývá se tento plyn *třáskavý plyn horníků* č. *bicí větry* a bývá původem strašných nehod.

Uhlovodík těžký č. plyn *olejotvorný* (C_4H_4) jest plyn bezbarvý, zápachu nepříjemného; hoří plamenem skvělým, bílým, ale plameny hasí i jest nedýchateľný.

Uhlovodík těžký připravuje se nečistý, co *svítíplyn* obecně známý, u velikém množství ze dříví a kamenného uhlí, jež ve válcích litinových se vypalují; pak se čistí a rozvádí se v troubách litinových po městě. Ve válcích zbývá značná část uhlíku co *kok*, který jest výborným palivem. Svítíplyn obsahuje v sobě kromě uhlovodíku těžkého též uhlovodík lehký a vodík a jest tudíž značně lehčí vzduchu, pročež užívá se ho nyní obecně ku naplňování velikých balónů.

50. Vzduch. — *Vzduch obecný* č. *atmosférický* jest směs z kyslíku a dusíku, kteráž má všude totéž složení, pročež hutnost vzduchu za jednotku při stanovení hutnosti plynů slouží.

Dle objemu jest ve 100 dílech vzduchu 20,9 d. kyslíku a 79,1 d. dusíku
 „ váhy „ „ „ „ „ 23,2 „ „ „ 76,8 „ „

Čísła právě vytknutá vypátrána zkouškami tím způsobem, že odejmul se určité váze aneb určitému objemu vzduchu kyslík hmotami okysličitelnými, načěž z toho, co přibýlo hmotě okysličené na váze, vypočetly se váha i objem kyslíku a ustanovily váha i objem zbývajícího dusíku.

Vzduch ve vodě pohlcený obsahuje více kyslíku (34,9% dle objemu). — Kromě kyslíku a dusíku bývá ve vzduchu vždy více méně par vodních (průměrně 0,5%) kyselina uhličitá (0,04%) ammoniak (0,000001%), jakož i velmi malé množství hmot ústrojných a nerostných.

Vzduch jest nutně potřebný k dýchání, životu rostlin a hoření, ač vlastně slouží k tomu jen kyslík, ješto dusík pouze příliš prudké účinky kyslíku mírní. Ač dýcháním a hořením kyselina uhličitá se zplozuje a do vzduchu uniká, přece nepřibývá kyseliny uhličitě ve vzduchu, aniž ubývá kyslíku, což tím lze vyložiti, že zelené části rostlin za slunečního světla kyselinu uhličitou pohlcují a uhlík si podrževše největší část kyslíku opět vzduchu navracejí. Dusík ve vzduchu obsažený dává s kyslíkem a vodou účinkem elektřiny dusau ammonatý, kterým dostává se rostlinám potřebného dusíku.

51. Sira (Sulphur). — *Sira* (S) naskytuje se v přírodě velmi hojně jak samorodá, tak i sloučená s jinými prvky, zvláště s kovy.

Dobývání děje se buď čistěním síry samorodé, nebo vylučováním jí z nerostův, hlavně z kyzů.

Síra čistí se tím způsobem, že v hlíněných džbánkách se zahřívá, až se vypařuje, páry pak ochlazují se ve zvláštních jímadlech. — V Čechách dobývá se síra ze *sírníku železičitého* (pyritu č. železného kyzu, FeS_2), který v troukách železných neb hlíněných silně se zahřívá a horkem asi 24 % síry pouští.

Vlastnosti. Síra jest hmota nevonná a nechutná, zvláštní žluté barvy, prosvitavá až i prohledná, velmi křehká, ve vodě nerozpustná, v sírouhlíku a chlórídu sířičnatém snadně rozpustná. Objevuje se pevná, dvojitým způsobem vyhraněná, jakož i beztvárná. Teplem taje a jest pak kapalná, dostatečně zahřáta mění se v páry tmavě rudohnědé. Ochladí-li se páry sírné poněkud, tuhnou v prášek jemný, kyprý, pěkně žlutý a velmi čistý, který *květ sírkový* se nazývá. V kuličkách předrobných, téměř bílých, zove se *mlékem sírkovým*.

Síra slouží ku dobývání anglické kyseliny sírkové, ku děláni střelného prachu, sírek, kyseliny sířičité a jiných sloučenin síry, k sírkování chmele a vína, k vulkanisování a tvrzení kaučuku a guttaperčy, k otiskování mincí a v lékařství vně i vnitř (hlavně co květ sírkový a co mléko sírkové).

Sloučeniny. a) *Kyslík* skládá se *strou* 7 rozličných sloučenin, z nichž jsou nejdůležitější *kyselina sířičitá* (SO_2) a *kyselina sírková* (SO_3).

Kyselina sířičitá (SO_2) nalézá se na blízkou činných sopek buď co plyn, buď rozpuštěna v pramenech; vzniká *spálením síry* na vzduchu a připravuje se čistá, zahřívá-li se silná kyselina sírková s některým čistým kovem ku př. s mědí, rtuť neb stříbrem.

Zahříváme-li měď (Cu) s kyselinou sírkovou (2SO_3), vzniká síran měďnatý ($\text{CuO}.\text{SO}_3$) a kyselina sířičitá (SO_2).

Kyselina sířičitá jest plyn ztužitelný, bezbarvý, zápachu pronikavého a dusivého, chuti silné a nepřijemné, jenž ochlazením aneb silným tlakem v kapalinu bezbarvou velmi řídkou a ještě silnějším dostatečným ochlazením v hmotu sněhovitou se mění. Voda pohlcuje ji co plynu velmi mnoho, líc ještě více.

Užívá se jí ku přípravování anglické kyseliny sírkové, ku bílení hedbávi, vlny, peří, slaměných klobouků, k sírkování vína, chmele, masa a zelín, k vyhubení škodných zvířat, též v lékařství atd.

Kyselina sírková jest dvojitá, totiž *česká* a *anglická*.

Česká č. *dýmavá kyselina sírková* jest hydrát sírkový, ve kterém jest více méně *bezvodné* kyseliny sírkové rozpuštěno ($\text{HO}.\text{SO}_3 + \text{SO}_3$). Připravuje se překapováním *sírany železičitého* ($\text{Fe}_2\text{O}_3.3\text{SO}_3$), který horkem rozkládá se v součástky své, totiž *kyslíčnick železitý* (Fe_2O_3) a v *kyselinu sírkovou* (3SO_2), která do jímadel se odvádí a s vodou v jímadlech obsaženou českou kyselinu sírkovou ($\text{HO}.\text{SO}_3 + \text{SO}_3$) dává. Česká kyselina sírková jest kapalina hustá, olejovitá, obyčejně nažloutlá až i hnědá, velmi kyselá a žíravá; na vzduchu dýmá a přitahuje

nocně vodu, do vody nalitá syčí jako žhavé železo a směs zahřívá se velmi silně.

České kyseliny sirkové se užívá hlavně v barvířství ku rozpouštění nýchcu.

Anglická kyselina sirková jest hydrát sirkový (HO.SO_3), obyčejně s nadbytkem vody a připravuje se ve množství převelikém oxidací kyseliny siřičité v olovených komorách, načež zavaří se ve křivulích skleněných nebo v kotlích platinových až má hustotu 1.84. Jest kapalina hustá, olejovitá, bezbarvá, velmi kyselá a žíravá, nedýmá na vzduchu, ale přitahuje z něho vodu, s kterou má znamenitou slučivost, pročež látky ústrojně zublaje, odnímaje jim vodu. Káži prožírá a v životě účinkuje co prudký jed.

Kyselina sirková anglická slouží přímo ku přípravě přemnohých lučebnin a jest tudíž v chemii předuležita; dále užívá se jí k čistění plechu před pocínováním, k odloučení stříbra od zlata, k čistění oleje a jiných látek, v barvířství a tiskařství atd.

b) *Vodík* slučuje se se sírou v *sírovodík* (HS), který ve vodě mořské a v pramenech sirnatých se naskytuje. Vzniká hnitím ústrojním sirnatých (bílků, masa, krve) a vylučuje se ze *sírnku železnatého* (FeS), polijeme-li jej *kyselinou sirkovou* (SO_3), která byla vodou (HO) zředěna, čímž vzniká *siřan železnatý* (FeO.SO_3) a *sírovodík* (HS).

Sírovodík jest plyn ztužitelný, bezbarvý, prohledný, po shnilých vejcích hnušně zapáchající. Hořící plamen v něm rychle hasne, on sám zapálen hoří plamenem bledě modrým. Zvířata usmrčují se jím velmi rychle.

Slouží k odlučování kovův od sebe, v barvířství a lékařství a k hubení škodných zvířat.

c) *Sírouhlík* č. *sírník uhličitý* (CS_2) jest sloučenina uhlíku se sírou a vzniká, pouštějí-li se páry sírné na žhavé uhlí dřevěné a jímají-li se páry v nádobě dobře chlazené, kdež zkapalní. Sírouhlík jest kapalina velmi těkává, bezbarvá, zápachu nepřijemného a omamujícího, chuti palčivé, kořenité. Zapálen hoří velmi snadně plamenem modrým.

Slouží v lékařství k omamování, též k usmrčování škodného hmyzu, k rozpouštění síry, fosforu a kaučuku, k vytahování mastných olejů a silic z částí rostlinných atd.

52. Prvky halové (haloidy). — Prvky: *chlór, bróm, jód a fluor* skládají s kovy sloučeniny solím kyslíkovým velmi podobné (ku př. sůl kuchyňskou, chlóríd sodnatý, NaCl), kteréž na rozdíl od vlastních, z kyseliny a zásady složených solí nazývají se *solí halové*; prvky pak samy: chlór, bróm, jód a fluor jmenují se *prvky halové (solitvorné)* č. haloidy.

a) *Chlór* (Cl) není v přírodě nikde volný, nýbrž nejhojněji sloučený se sodíkem co *sůl kuchyňská* (NaCl) a s amoniakem co

salmiak (H_2NCl). Dobývá se nejčastěji z kyseliny solné č. *chlórovodíku* ($2HCl$), která zahřívá se s burelem t. j. *kysličnkem manganitým* (MnO_2), čímž vzniká *voda* ($2HO$), *chlóríd manganatý* ($MnCl$) a vylučuje se *chlór* (Cl). *Chlór* jest plyn ztužitelný, zelenavě žlutý, zápachu pronikavě dusivého a trpkého, působí v plíce velmi zhoubně; studenou vodou se pohlcuje a jímá se proto nad vodou vřelou neb slanou. Ve vodě se roztéká a roztok tento, *voda chlórůvá*, jest kapalina nažloutlá, mající tytéž vlastnosti jako chlór.

Chlóru užívá se ku bílení mnohých látek (jmenovitě lnu, bavlny, papíru) a k rušení hmot smrdutých a nakažlivých (v nemocnicích) i hojně též v chemii rozborné č. analytické.

Chlór slučuje se se všemi *kovy* a skládá s nimi *chlórídy*. — S *kyslíkem* skládá patero kyselin, z nichž jsou nejdůležitější *kyselina chlórnatá* (ClO) a *kyselina chlórečná* (ClO_2), jež se zásadami dávají soli užitečné. — S *vodíkem* slučuje se chlór na *chlórovodík* (HCl), který vzniká přímo, když chlór a vodík v rovných objemech na slunečním neb jiném chemicky působícím světle spolu se stýkají. Nejčastěji dobývá se chlórovodík mírným zahříváním soli kuchyňské č. *chlóridu sodnatého* ($NaCl$) ve válcí litinovém s kyselinou sírkovou ($HO SO_3$), čímž vzniká *stran sodnatý* ($NaO.SO_3$) a vylučuje se *chlórovodík* (HCl). Chlórovodík jest plyn ztužitelný, bezbarvý, zápachu dusivého a kyselého, červení silně papír lakmusový a zhasí předměty hořící. Roztok chlórovodíku ve vodě zove se *všbec kyselinou solnou* a užívá se ho téměř vždy na místě plynu. Směs 2—4 částí kyseliny solné s 1 částí kyseliny dusičné dává *lučavku královskou*, ve které všechny kovy (i zlato, král kovů, a platina) se roztékají.

Kyselina solná slouží co rozpustidlo kovů, ku dobývání chlóru a sloučenin jeho, ku dobývání mědi z pražených kyzů měděných, při bílení bavlny, v lékařství atd. Lučavky královské užívá se hlavně co rozpustidla zlata a platiny.

b) *Bróm* (Br) není v přírodě nikde volný, naskytuje se vždy sloučen s kovy a nachází se ve většině živočichů mořských vždy společně s chlórem a jódem; jest kapalina temně rudohnědá, hustá, silně a nepříjemně zapáchající. Slučuje se s kovy i nekovy v *brómidy*, jež skládají pak vespolek *soli brómové*.

Brómu užívá se v lékařství ve fotografii a mědiryctví a k dobývání některých barev dehtových; poněvadž barví škrob na hnědo, užívá se ho někdy co skroumadla k vypátrání škrobu.

c) *Jód* (J) nenachází se v přírodě nikde volný, doprovází však chlór téměř ve všech sloučeninách. Naskytuje se s chlórem a brómem v mnohých rostlinách a zvířatech mořských. Dobývá se hlavně z popele mořských rostlin. Jest pevný, modravě černý a kovolesklý, v šupinkách vyhraněný. Vyparuje se již v teplotě obecné, dostatečně zahrát mění se v páry překrásně fialové, zvláštního zápachu. Chuť má ostrou a jest prudký jed. Ústrojniny

ruší, škrob barví na modro. Roztéká se hojně v líhu a sirouhlíku. S jinými prvky dává *jódiidy*, jež vespolek se slučují v *soli jódové*.

Slouží v lékařství zvláště při chorobách kůže a žláz, ve fotografii, k dobývání některých barev dehtových a co skoumadlo k vypátrání škrobu. Roztok jódu v líhu jest známá *tinktura jódová*.

d) *Fluor* (Fl) č. *kazík* naskytuje se v přírodě toliko ve sloučeninách jako na př. ve *fluoritu* č. *kazivci* (CaFl), v němž jest sloučen s vápníkem. Jest plyn bezbarvý, nepříjemně zápachající. Má snad ze všech prvků nejmocnější slučivost s ostatními a slučuje se přímo se všemi kovy, vyjímaje pouze zlato a platinu. Sloučeniny jeho zovou se *fluoridy*. S vodíkem dává *fluorovodík* (HFl), jehož nabývá se, když ve křivuli zahříváme čistý kazivec (CaFl) s kyselinou sirkovou (HO.SO_3), čímž vzniká síran vápenatý (CaO.SO_3) a fluorovodík (HFl), který jest plyn bezbarvý, velmi kyselý, zápachu štiplavého, pronikavého. Vodnatý fluorovodík rozežírá sklo a slouží k leptání skla.

Sklo povlékne se vrstvou vosku nebo pokostu, do povlaku vrývá se výkres, tak že sklo v těch kterých místech povlaku se zbaví, načež se položí sklo na trubník olověný, ve kterém fluorovodík se vyvinuje. Nákras objevuje se pak poněkud vyhlubený, draslavý a mdlý a zcela viditelný.

53. Fosfor (Phosphorus). — *Fosfor* č. *kostík* (P) nalézá se obyčejně sloučen s kyslíkem co kyselina fosforečná, která naskytuje se v mnohých nerostech a horninách; hlavně jest však obsažen ve fosforečnanu vápenatém, kterýž jest součástí kostí ssavců.

Dobývání. Fosfor dobývá se vždy z kostí, odkudž i jméno jeho *kostík*.

Vypálí-li se kosti do běla, t. j. zruší-li se ústrojná část jejich horkem, skládají se téměř již jen z *fosforečnanu vápenatého* (3CaO.PO_3). Polije-li se moučka z pálených kostí zředěnou kyselinou sirkovou, vylučují se dvě třetiny vápna co *sádra*, t. j. síran vápenatý (2CaO.SO_2), i zůstává v roztoku kyselý fosforečnan vápenatý. Roztok slije se se sražením sádry, zavaří se a pálí se s uhlím; uhlík odnímá dvěma třetinám kyseliny fosforečné kyslík s nímž slučuje se na kysličník uhelnatý (CO) a kyselinu uhlíčitou (CO_2), jež prchají co plyny. Vyloučený kostík pak se překapuje a páry jeho zhustují se v jímadle, studenou vodou naplněném.

Vlastnosti. Kostík jest v obecné teplotě pevný, bezbarvý, průzračný a jako vosk lesklý, po čase zbledá a sežloutne. Na vzduchu ve tmě svítí a *velmi snadno se zapaluje*, pročež chová i krájí se vždy pod vodou; z roztoku v sírouhlíku vyhraňuje; třením velmi snadně se zapaluje. Vypařuje se již v obecné teplotě a zapáchá slabě po česneku. Náleží k nejprudším jedům.

Dostatečným zahříváním nebo světlem slunečným vzniká z kostí obecného *kostíle červený*, kterýž jest nelesklý a nevonný,

červený neb červenavě hnědý na vzduchu za obvyčné teploty *nezměnitelný, nesnadno zapalitelný a nejedovatý.*

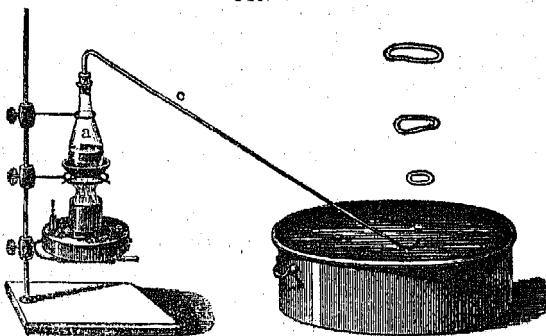
Kostíku užívá se hlavně k hotovení třecích sirek obecných (červený jest v sirkách švédských č. bezpečných) a co jedu k vyhubení myši a jiných škodných zvířat.

Sloučeniny. a) Ze sloučenin fosforu s kyslíkem nejdůležitější jest *kyselina fosforečná* (PO_3), kteráž vzniká spalováním fosforu v kyslíku; jest prášek bílý, sněhovitý, který vodu ze vzduchu dyctivě přitahuje a v ní se rozplývá.

Slouží v lékařství, nečistá z kostí ku čistění šťávy řepy cukrové a ku připravování fosforečnanů. Rostliny potřebují ke vzrůstu kyseliny fosforečné, kteráž dostává se jim z fosforečnanů v půdě aneb ve strojených hnojivech obsažených. Rostliny, jež mají mnoho kyseliny fosforečné v semenech, jako ku př. druhy obilné, jsou potravou člověka a dávají jemu potřebnou kyselinu fosforečnou.

b) S vodíkem skládá fosfor tři sloučeniny, totiž *fosforovodík plynný* (PH_3), *kapalný* (PH_2) a *pevný* (P_2H). *Fosforovodík plynný* (PH_3) s fosforovodíkem kapalným (PH_2) smíšený, dobývá se, naplníme-li láhev skleněnou *a* (obr. 50.) silným žravým louhem draselnatým a dáme-li do louhu několik kousků kostíku. Láhev

Obr. 50.



pak se uzavře a mírně zahřívá a trubicí *c* odchází pak plyn, který nad vodou se jímá a na vzduchu samovolně se zapaluje, zanechávaje pěkné bílé kroužky dýmu kyseliny fosforečné. Fosforovodík plynný jest plyn bezbarvý, hnusně po shnilých rybách zapáchající.

Fosforovodík plynný s kapalným smíšený jest bezpochyby příčinou světélek, jež prý objevují se v bařinách i vodách stojatých.

54. Křemík (Silicium). — *Křemík* (Si) není v přírodě nikde volný, ale nad miru hojně jest sloučen s kyslíkem v *kyselinu křemičitou* (SiO_2), kteráž co *křemen* náleží k hlavním součástkám země naší.

Kyselina křemičitá (SiO_2) nachází se více méně čistá co křemen, křišťál, křesací kámen atd., jakož i s jinými hmotami sloučená v *křemičitany* č. *silicáty*. Jest bezchutná, velmi tvrdá, rypá sklo, rozpouští se pouze v kyselině fluorovodíkové a roztápí se toliko nejprudším známým horkem na tvrdé sklo.

Slouží ku přípravě skla, porcelánu atd.

55. Draslík (Kalium). — *Draslík* (K) nenalézá se nikde ve přírodě sám o sobě, sloučeniny jeho s kyslíkem a kyselinami jakož i s chlórem jsou však nad míru rozšířeny. Draslík jest kov barvy stříbrné a lesku silného, měkký jako vosk, tak že nožem dá se krájet. Na vzduchu, zvláště vlhkém, okysličuje se velmi rychle a proto chová se v kapalině kyslíku prostě, totiž v kamenném oleji. Vodu rozkládá již za obyčejné teploty, ubírá jí kyslík a vypuzuje vodík, čímž tak se zahřívá, že vyloučený vodík purpurovým plamenem se vznímá a hoří.

Ze sloučenin draslíku nejdůležitější jsou:

1. *Uhlíčan draselnatý* (KO.CO_2), kterýž nečistý co *salajka* (*potas*) nejhojněji vyluhováním popele rostlinného tou solí bohatého se dobývá a ve sklářství, ku přípravování ledku (*salnytru*) a prachu střelného, šmolky, mýdla jakož i za hnojivo slouží; čistěný slouží lučebníkům i lékárníkům.

2. *Dusičnan draselnatý* (KO.NO_3), obecně *ledek* č. *salnytr obecný* zvaný, který hnitím dusičnatých ústrojnin za přítomnosti vzduchu, vody a některé zásady vzniká a ve sklářství, ku přípravě střelného prachu, kyseliny dusičné a anglické kyseliny sirkové a mnohých jiných lučebnin, co okysličovadlo a tavidlo, ku nakládání masa (spolu se solí kuchyňskou) k chlazení vody, v lékařství, a co hnojivo slouží.

3. *Křemičtan draselnatý*, v přírodě s jinými křemičitany sloučený, hlavní to součástka skla českého (*draselnatého*).

4. *Jódid a bromid draselnatý* (KJ, KBr.), jichž se užívá valně v lékařství a hlavně ve fotografii.

56. Sodík (Natrium). — *Sodík* (Na) jest v přírodě tak hojně rozšířen jako draslík, nenaskytuje se nikde sám o sobě, ale sloučen s jinými prvky aneb co kysličník sloučen s kyselinami. Podobá se draslíku, jest však bělejší a na vzduchu stálejší. Vodu rozkládá, ale vodík se při tom nezapaluje, vyjímaje ve vodě gummové aneb na mokřím papíře, kdež vodík žlutým plamenem hoří.

Ze sloučenin sodíku jsou nejdůležitější:

1. *Hydrát sodnatý* (NaO.HO), který slouží při dělání mýdla a papíru, v barvířství a tiskařství atd. (často co roztok, *žravý louh sodnatý*).

2. *Uhlíčan sodnatý* ($\text{NaO.CO}_2 + 10\text{HO}$) co *soda* známý, hlavně z popele mořských a pobřežních rostlin a ze soli kuchyňské připravovaný, a v mydlářství, sklářství, bělidlářství, lékařství a ku přípravě mnohých lučebnin rozsáhle užívány a tudíž veledůležitý.

3. *Dvojuhličitan sodnatý* ($\text{NaO} \cdot 2\text{CO}_2 + \text{HO}$), ku přípravě strojních vod minerálních a prášků šumivých sloužící.

4. *Dusičnan sodnatý* ($\text{NaO} \cdot \text{NO}_3$), *ledek* č. *salnytr chilský*, který naskytuje se v Chilsku velmi hojně a ku přípravě salytru obecného slouží.

5. *Chlóríd sodnatý* (NaCl) č. *sůl kuchyňská*, jež naskytuje se pevná i ve vodě rozpuštěná na celé zemi a jejíž užívání jest neobyčejně rozsáhlé a nad míru důležité. Slouží co přísada potravy, k dobývání sody, salmiaku, sodíku a j., v mydlářství, k nasolování masa, k naponštění dříví na koráby a práhy železniční atd.

6. *Síran sodnatý* ($\text{NaO} \cdot \text{SO}_3 + 10\text{HO}$), po nálezi svém *soli Glauberovou* zvaný, naskytuje se v přírodě pořádku, připravuje se nejhojněji z kuchyňské soli a slouží k dobývání sody, ku přípravě ultramarinu a skla, směsinek mrazivých, i v lékařství (Seidlicovy prášky skládají se ze soli Glauberovy, kamene vinného a sody).

7. *Křemičitan sodnatý* jest součástka skla francouzského (sodnatého) a tak zvaného *vodního skla* sodnatého, rozpustného ve vodě.

8. *Dvojbórán sodnatý* ($\text{NaO} \cdot 2\text{BO}_3 + 10\text{HO}$) vůbec *borax* č. *bledna* zvaný, hlavně při *spájení kovů* potřebovaný.

57. Vápník (Calcium). — *Vápník* (Ca) nenalézá se nikde volný, jest však co kysličník, sloučený s kyselinami, nad míru rozšířen. Dobývá se z chlórídu vápenatého. Jest kov bledě žlutý, silně lesklý, velmi tažný, na suchém vzduchu dosti stálý, na vlhkém rychle se okysličující.

Ze sloučenin jeho důležitější jsou:

1. *Kysličník vápenatý* (CaO), obyčejné vápno, jež připravuje se pálením čistého uhličitanu vápenatého ($\text{CaO} \cdot \text{CO}_2$) č. *vápence*. Kropí-li se pálené vápno vodou, slučuje se s ní v *hydrát vápenatý*, tak zvané *hašené vápno*, jehož k čistění svítiplynu, k máčení obilí před setím i mletím, k čistění šťávy cukrové, v koželužství a jirchářství, ku přípravování tmelů, hlavně však ku přípravě malty a ku bílění se užívá.

2. *Uhličitan vápenatý* ($\text{CaO} \cdot \text{CO}_2$), v přírodě co *vápenec*, *křída*, *mramor* atd. velmi hojně se naskytující, ku přípravě vápna v stavitelství, řezbářství i sochařství atd. sloužící.

3. *Síran vápenatý* ($\text{CaO} \cdot \text{SO}_3$) nalézá se v přírodě bezvodný co *anhydrit*, zvláště hojně však *vodnatý* co *sádrovec* ($\text{CaO} \cdot \text{SO}_3 + 2\text{HO}$). Drobnozrný sádrovec, tak zvaný *alabastr*, slouží k pracím sochařským a řezbářským. Pálená sádra, s vodou na kaši rozmělněná, slouží k děláni odličků, strojeného mramoru, stavitelských okras, jakož i co přísada do hnoje strojeného.

4. *Chlóríd vápenatý* (CaCl), jehož nabývá se při dobývání kyseliny uhličitě (str. 68.), pohlcuje lakotné páry vodní a slouží hlavně ku vysušování plynů.

5. *Chlórnatán vápenatý* ($\text{CaO} \cdot \text{ClO}$), s chlórídem vápenatým a hašeným vápnem smíšený, dává *vápno chlórové* č. *běličské*, jehož užívá se hlavně k bílění tkanin bavlněných a lněných i kaše papírové a k rušení nakažlivých výparů ve vzduchu.

58. Hořčík (Magnesium). — *Hořčík* (Mg) jest v přírodě obyčejně sloučen s kyslíkem v kysličník, který skládá s kyselinami soli hořečnaté. Jest kov stříbrolesklý, tak tvrdý jako vápennec; rozpálí-li se na vzduchu do červeného žáru, hoří světlem neobyčejně jasným.

Drát hořčíkový asi 0,3 millimetru tlustý dává světlo tak jasné jako 74 svíčky stearinové (v kyslíku spálen jako 120 svíček), proto užívá se ho k osvětlování, zvláště při fotografování v noci.

Ze sloučenin hořčíku nejdůležitější jsou :

1. *Kysličník hořečnatý* (MgO) obyčejně *magnesia* (v lékárnách *pálená magnesia*) zvaný, jehož se v lékařství hlavně co protijedu arseniku užívá.

2. *Stran hořečnatý* (MgO.SO₃) č. *hořká sůl* (Epsomit) slouží také v lékařství a ku přípravování magnesia i jiných sloučenin hořečnatých.

59. Hliník (Aluminium). — *Hliník* (Al) nenalézá se nikde volný, jest však v přírodě velmi rozšířen, neboť jsou všechny naše horniny, vyjímaje vápencové, hlavně složeny z křemičitanů, v nichž jest hliník součástí nejpodstatnější. Dobývá se z chloridu hlinitosodnatého; jest kov stříbrolesklý, barvy cínové, tažný a kujný a velmi lehký. Na vzduchu se nemění, v bílém žáru spaluje se jasným bílým plamenem.

Pro lehkost dělají se z něho hlavně mnohé přístroje fysikální a hvězdářské, též šperky, ozdoby, vahadla vah chemických atd.

Velmi důležité jsou sloučeniny hliníku, které *kamence* se nazývají a jichž více druhův rozeznáváme.

Vzácné drabokamy: korund, rubín a safír jsou v podstatě kysličník hlinitý (Al₂O₃).

b) *Z chemie ústrojně*

60 Chemické složení ústrojnin. Veliká většina těles ústrojných jest sloučenina *uhlíku, vodíku a kyslíku*; ve mnohých hmotách, zvláště živočišných, jest mimo to obsažen *dusík*, méně ústrojnin skládá se pouze ze dvou prvků, totiž z uhlíku a vodíku aneb z uhlíku a dusíku. Co vzácnější součást naskytují se v ústrojninách ještě síra a fosfor. *Veškeré sloučeniny ústrojně obsahují uhlík*, tak že za sloučeniny *uhlíkové* je pokládati můžeme.

61. Kyseliny ústrojné. Kyseliny ústrojné podobají se téměř ve všem kyselinám nerostným a slučují se s kysličníky kovovými, vylučující vodu. Naskytují se v rostlinách, zvláště v plodech a semenech, i v tucích zvířat. Mimo *kyselinu štovíkovou* jsou nejedovaté. V žádné z *přirozených kyselin rostlinných* není dusíku. Jsou buď prchavé neb neprchavé.

Nejdůležitější jsou:

1. *Kyselina šťovíková* ($C_4H_2O_8$), která s kyslíčkem draselnatým (KO) sloučená co *šťovan draselnatý* č. *sůl šťovíková* ve šťávě šťovíku a šťavele se nalézá. Kyselina šťovíková dává s kyslíčnický železa soli snadno rozpustné, proto slouží k vypírání skvrn inkoustových a rezových. Podobně užívá se též soli šťovíkové.

2. *Kyselina mravenčí* ($C_2H_2O_4$) jest nad míru žiravá, nalézá se v kusadlech mravenců a v pichlavých chloupkách kopřiv.

3. *Kyselina octová* ($C_4H_4O_4$) vzniká okysličením líhu, má chuť ostře kyselou. Rozředěna vodou dává známý *acet*. Se zásadami slučuje se v *octany*, z nichž důležitý jest *octan olovnatý* č. *cukr olovený* a *octan měďnatý* č. *plsta*.

4. *Kyselina vinná* ($C_8H_6O_{12}$) nachází se hlavně ve šťávě hroznů vinných co *kyselý vinan draselnatý* č. *kámen vinný* a slouží v barvíčství i ku přípravě nápojů šumivých.

5. *Kyseliny tříslové* č. *třísloviny* nacházejí se zvláště v kůrkách stromů a slučující se s kůrkami zvířecími činí je ohebnými a nepromokavými, v čemž zakládá se vydělávání kůže č. *koželužství*. Se solemi železími dávají kyseliny tříslové sraženiny zelené až modročerné a slouží tudíž ku přípravě *inkoustu*.

železy draselné

62. Tuky, silice a pryskyřice. — a) *Tuky* nalézájí se v tělech ústrojných a jsou sloučeniny kyselin mastných (stearové a palmitové pak olejové) s *glycerinem* č. *tukostadinem* ($C_nH_{2n}O_6$). Vyznačují se nerozpustností ve vodě, líhu a kyselinách, roztékají se však v benzínu, silici terpentýnové a étheru. Na papíře způsobují skvrnu mastnou, která zahřátím nevysychá.

Podlé užívání možno tuky v několik skupení seřaditi. Za *potravu* slouží: olej olivový a makový, olej z vlašských ořechů, máslo, vepřové sádlo a j. Co *palivo* a *světlo* slouží: olej řepkový a konopný, trán (tuk savců v moři žijících), lůj atd. Ku přípravě *mýdla* užívá se oleje dřevěného, řepkového a konopného, tuku palmového, loje kokosového, tránu a loje obecného. K *máslu* brává se olej dřevěný a sádlo vepřové. *Pokosty* a *harvy olejad* připravují se z oleje lněného, makového, konopného a z oleje z vlašských ořechů.

Sloučeniny kyseliny olejové s kyslíčkem draselnatým slovou *mýdla mazavá*, jež bývají měkká nebo tekutá, a jichž při chorobách kůže a v továrnách se užívá; kyselina stearová a palmitová s kyslíčkem sodnatým dává *mýdla tvrdá* č. *jadrná*, v domácnostech užívaná; kyseliny tytéž s vápnem sloučený dávají *mýdlo nápenaté*, z něhož připravují se čisté kyseliny na *sůlky stearinové*.

b) *Silice* jsou kapaliny snadno zapalitelné, ve vodě velmi málo rozpustné, snadno rozpustné v líhu, étheru a olejích mastných. Mají pronikavý, téměř vždy příjemný zápach. Na papíře způsobují skvrnu mastnou, která brzy zmizí. Naskytují se v rozličných částech rostlin, jmenovitě v květech, plodech a listech.

Silice terpeninová, naskytující se ve všech částích našich stromů jehličnatých, slouží hlavně ku přípravě *pokostů*; k hotovení *voňavek* užívá se silice citronové, nerolové, hřebíčkové, skořicové, lavandulové, růžové a j.; ku přípravě *léků* slouží silice jalovcová, anisová, feniklová, kminová, skořicová, hřebíčková a j. v.

c) *Pryskyřice* skládají se z uhlíku, vodíku a z mála kyslíku, vznikají obyčejně oxysličením silice a roní se z poraněných míst některých rostlin, obyčejně spolu se silicí. Některé jsou měkké až i kapalné a zovou se *balsámy*. Pryskyřice mívají barvu žlutou nebo hnědou, nerozpouštějí se ve vodě, roztékají se však v líhu, étheru a v silicích. Ostaví-li se na vzduchu v tenkých vrstvách, odpaří se rozpustidlo i zbývá pak lesklá vrstva pryskyřice co tak zvaný *pokost* č. *politura*.

Nejdůležitější pryskyřice jsou: 1. *Terpentin*, který ze všech jehličnatých stromů, hlavně pak z modřínu vytéká; jest směsina ze silice terpeninové a pryskyřice. Překapuje-li se s vodou, prchá silice i zbývá hnědá pryskyřice, tak zvaná *kalafuna*. Zaschne-li terpentin na vzduchu, dává žlutou *pryskyřici smrkovou*, která vyčistěna slove *smolou bednářskou*. 2. *Kopal* jest bleďožlutý, přiváží se z Indie a slouží ku přípravě *pokostu kopalového*, nejtrvanlivějšího všech pokostů. 3. *Šelak* č. *laka lupková* roní se z kůry rozličných stromů východoindických po uštknutí hmyzu, červec lakového. Slouží hlavně k děláním vosku pečetiho a rozpuštěn v líhu co *politura truhlářská*.

K silicím druží se chemickým složením svým *kaučuk* a *guttaperča*, mléčné šťávy některých rostlin, jež na vzduchu zasychají v látky pevné a pružné. Kaučuk čistý jest bezbarvý, v sírouhlíku a silici terpeninové rozpustný. Z roztoků těchto dělají se nepromokavé pláště a jiné části oděvu. Přísadou síry zvětšuje se trvanlivost i pružnost kaučuku, i vzniká pak *kaučuk vulkanisovaný*. Podobné vlastnosti má *guttaperča*, ale jest méně pružná. Užívání kaučuku a guttaperčy jest obecně známo. Spojením kaučuku, síry a guttaperčy vznikají látky tvrdé, jež mohou jako dřevo, roh a kůže se vzdělávati.

63. Uhlohydráty. — *Uhlohydráty* jsou ústrojiny bezdusičné, netečné, z uhlíku, vodíku a kyslíku složené; poněvadž obsahují vodíku a kyslíku v rovném počtu rovnomocnín, tudíž v tom poměru, ve kterém prvky tyto obsaženy jsou ve vodě, možno je pokládati téměř za sloučeniny uhlíku s vodou, pročez *uhlohydráty* se nazývají, ač název ten není správným, poněvadž není v nich obsažena skutečně hotová voda, nýbrž jen prvky její.

a) *Buničina* č. *cellulosa* ($C_{12}H_{10}O_{10}$) tvoří buniče a cevy, z nichž tělo rostlinné se skládá, a nalézá se též ve zvířatech nižších. Čistá buničina (ku př. bavlna, bílý papír ze lučných ha-drův) jest bezbarvá, prosvitavá, nevonná a nechutná, v *obyčejných rozpustidlech nerozpustná*, v roztoku kysličníku měďnatého v ammoniaku rozpustná; na vlhkém vzduchu rozpadává se po delším

čase na prášek bílý nebo žlutý. Dříví skládá se hlavně z buničiny a dřevoviny (*ligninu*), kteráž jest buničinně podobná.

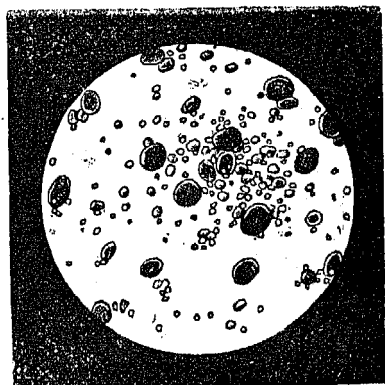
Buničina jest velmi užitečná co *len*, *bavlna*, *papír* atd. Namočí-li se bavlna během 4—5 minut do směseniny z 1 částí dýmavé kyseliny dusičné a 1½—2 č. kyseliny sirkové, vypere-li se pak dokonale a vysuší-li se, tož mění se v *bavlnu střelnou* č. *pyroxylin*, kteráž rychlým zahřátím, jakož i udeřením prudce vybuchuje a k střílení i trhání skal slouží. Roztok střelné bavlny v étheru dává *kolloidium*, k zalepování ran a ve fotografii užívané. Smočí-li se papír na krátko do silné kyseliny sirkové, nabývá sklovité prohlednosti a značné pevnosti i slove *pergamén rostlinný*, jehož užívá se k nepromočitelným obalům, pracím knihařským atd.

b) *Škrob* (*amylum*, $C_{12}H_{10}O_{10}$) jest hlavně obsažen v semelech druhů obilných a lustrénin, v bramborech, v dřeni palem, v mnohých plodech (ku př. kaštanech) a t. d. Rozetrou-li se takové části rostlinné jak náleží a vypírají-li se vodou na síť, osazuje se z protékající vody škrob nerozpustný. Škrob se skládá z bílých zrněk, jež mají podle rostliny, ze které pocházejí, tvar rozdílný, ale vždy určitý, tak že možno původ jich poznati.

Obr. 51.



Obr. 52.



Obr. 51. ukazuje škrob bramborový a obr. 52. škrob pšeničný 200násobně zvětšený. Horkou vodou puchne škrob v *maz*, v knihařství užívány.

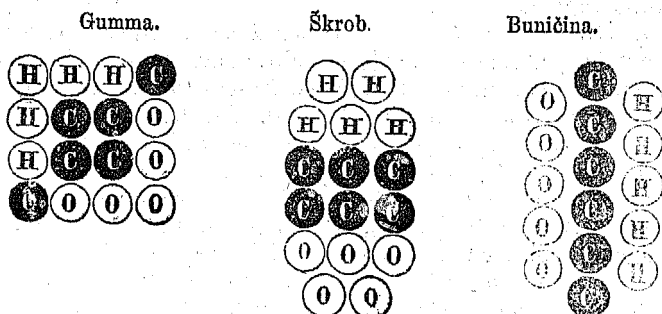
Zahřívá-li se škrob, velmi rozředěnou kyselinou sirkovou navlhčený, po nějaký čas, mění se v *klovatinu škrobovou* č. *dextrin*, kterýž má téměř úplně vlastnosti gummy arabské, tak že ji nahraditi může.

c) *Gumma* č. *klovatina* ($C_{12}H_{10}O_{10}$) roní se z některých rostlin ve způsobu kapek na vzduchu tvrdnoucích. Sem náleží *gunma arabská*, ronící se z akací, *klovatina třešňová* čili *cerasin*, *tragant* a j. v.

d) *Cukr* jsou uhlohydráty sladké, rozpustné ve vodě a v rostlinstvu nad míru rozšířené. Podlé množství vody, kterou v sobě drží, rozeznáváme *cukr třtinový* ($C_{12}H_{11}O_{11}$), *hroznový* ($C_{12}H_{12}O_{12} + 2HO$) a *mléčný* ($C_{12}H_{11}O_{11} + HO$).

Cukr třtinový obsažen hlavně ve třtině cukrové, v javoru, v bříze a mnohých palmách. Nejvíce dobývá se ho z čistěné šťávy třtiny a řepy cukrové. Rozpouští se v $\frac{1}{3}$ č. vody chladné, silnou kyselinou sirkovou černá. — *Cukr hroznový* nalézá se ve šťávě hroznů vinných a sladkého ovoce a připravuje se obyčejně ze škrobu, jenž vaří se delší čas s kyselinou sirkovou velmi rozředěnou. Rozpouští se v rovné váze vody a sladí mnohem méně než cukr třtinový. Žiravým draslem zčerná, v kyselině sirkové se roztéká, ale nečerná. Slouží hlavně ku zlepšování vin a dobývání líhu. — *Cukr mléčný* jest obsažen v mléce ssavcův. Rozpouští se v 6 č. vody a sladí málo.

Hmoty, jež mají tentýž vzorec chemický, ale rozdílné vlastnosti fyzikální i chemické (jako buničina, škrob a gumma) slovou *isomerické*. Rozdílnost fyzikální a chemické povahy takových hmot vysvětluje se tím, že jsou atomy jejich jiným způsobem spořádány. Můžeme si ku př. složení gummy, škrobu a buničiny takto znázorniti:



64. Lih a éther. — *Lih obecný* č. *alkohol* ($C_4H_6O_2$) tvoří se kvašením cukru hroznového ($C_{12}H_{12}O_{12}$), kterýž, dotýká-li se v teple prostředním s vodou a kvasnicemi, rozkládá se v lih [$2(C_4H_6O_2)$] a kyselinu uhlíčitou [$4CO_2$], která v bublinách prchájcíc zanechává lih smíšený s vodou. Překapováním vyprostujeme lih od vody a tak nabýváme *lihu prodajného*, kterému vždy ještě něco vody přimíšeno. Lih vody úplně pozbavený zove se *bezvodný* č. *absolutný*. Lih bezvodný jest kapalina bezbarvá, nemrznoucí, ve které roztékají se mnohé látky, nerozpustné ve vodě; zápach má příjemně obcerstvující, chuť palčivou. Hoří plamenem bledým, horkým bez kouře, pročež i co palivo slouží. Vodu lakotně pohlcuje a směšuje se s ní v poměru jakémkoliv. Jest podstatná součást rozmanitých nápojů líhových č. *lihovin*; látky živočišné a rostlinné chrání před zkázou, odnímaje jim vodu.

Éther (C_4H_5O) připravuje se zahříváním směsi ze dvou částí silného líhu a tří částí kyseliny sirkové, čímž líh rozpadá se v éther a vodu. Éther jest kapalina bezbarvá, velmi tekavá, zápachu pronikavého, velmi snadno zapalitelná. Rozpouští tuky, oleje, pryskyřice, bróm, jód atd. Vdychne-li se pára jeho, působuje omámení a bezcitnost, čehož se užívá s prospěchem při operacích chirurgických.

65. Hmoty bílkovité. — *Hmoty bílkovité* č. *proteinové* jsou základem podstatné potravy člověka i zvířat. Obsahují mimo uhlík, vodík a kyslík vždy ještě 16% dusíku a až i 2% síry; v mozku jest obsažen též kostík a v krvi též železo. Hmoty bílkovité jsou bez vůně, bez chuti i bez tvaru; kyselinou dusičnou barví se na žluto, silnou kyselinou solnou na modro. V tělech rostlinných a živočišných jsou rozpuštěny ve vodě. Hlavně rozeznáváme tři druhy hmot bílkovitých a při každé několik odrůd.

a) *Bílkovina* č. *albumin* naskytuje se ve vejcích ptáčích, v krvi živočichův a téměř ve všech šťávách rostlinných, sráží se dostatečně zahřáta na nerozpuštěnou hmotu klkatou, kteráž obaluje v sobě nečistoty kapalin, v nichž vylučuje se, a odstraňuje je; proto slouží bílkovina výborně k *čistění* kalných kapalin, na př. při rafinování cukru.

b) *Sýrovina* č. *kasein* jest obsažena v mléce ssavců a ve žloutku vajec, z roztoku sráží se zahříváním pohnáním v podobě bílé mázdry, okamžitě však sráží se kyselinami neb syřidlem (sliznou blanou čtvrtého žaludku telecího). V luskovinnách jest obsažen *legumin* (*sýrovina rostlinná*), nad míru podobný kaseinu.

c) *Vláknina* č. *fibrin* tvoří se z krve, puštěné z těla, za málo minut a vylučuje se co *slitina krevná*. Červená hmota, z níž skládají se svaly zvířat (maso), jest nerozpuštěná *vláknina svalová*. V semenech obilných a mouce z nich jest podobná sloučenina nerozpuštěná, *vláknina rostlinná*, kteréž nabývá se odloučením škrobu; hněte se totiž mouka pšeničná v šátku s čerstvou vodou, a zbývající šedá, lepkavá hmota, zvaná *lep*, vyváří se ještě líhem a étherem. Tento lep jest dobrá přísada do chleba a též lepidlo (lucin).

66. Potrava. Každým pohybem, jež vykoná zvíře nebo člověk, ztravují se jisté částky při tom zúčastněné a vyměšují se v podobě výkalů pevných nebo kapalných a potu. Schodek tento dosazuje se krví; jak patrně, nutno krvi náhradu za něj dáti, nemá-li dříve nebo později po životě veta býti. Tato nutná náhrada krvi poskytuje se *potravou*. Veškerá potrava, kteráž přivádí se tělu, dělí se ve dvě veliké skupiny:

1. *Potrava bezdusičná* č. *dýchací*, jako: škrob, gumma, cukr, líh, tuk atd. Potravou toho druhu dodává se tělu uhlíku, kterýž vylučuje se dýcháním v podobě kyseliny uhličitě. Dýchání druží se tudíž k úkazům hoření. Skutečně zplozují se jím teplo, pročež má krev těla zvířecího a lidského při přiměřené potravě teplo své

stálé, nezměnitelné a nespravující se teplem okolí (vody a vzduchu). Pouhou potravou dýchací nezachovali by se však lidé ani zvířata při životě, poněvadž by nemohli pro nedostatek dusíku dáti přiměřenou náhradu za vyloučené hmoty dusičnaté.

2. *Potrava dusičnatá č. křevtvořná* (plastická), jako: bílkovina, vláknina, sýrovina.

Nejlépe hodí se za potravu takové hmoty, v nichž jsou jak součástky zahřívající, tak i části krev a kosti tvořící, totiž: *senena obilná, luskoviny, mléko, maso, prorostlé sádlem, vejce a krev*. V rýži a zemčatech jest obsaženo málo vlastní potravy křevtvořné, protože jest jich tělu mnohem více třeba, aby dostály úkolu potravy.

Rychlejším pohybem a klopotnější prací doznává tělo větší ujmy a potřebuje tudíž i více potravy. Čím více kyslíku spotřebuje tělo a čím více tepla ze sebe vydává, tím více potravy nutno mu dodati, i naopak: čím více potravy tělo dostává, tím větší teplo v něm se zplozuje, proto v zimě a ve studeném pásmu potřebují lidé potravy, zvláště dýchací, více než v létě a v pásmu norském.

Rostliny přijímají nejvíce potravy své z půdy, i nutno tudíž také půdě nahražovati, což rostliny jí odňaly. Děje se to hnojenem obecným i hnojivy strojenými. Poněvadž každá rostlina jiných látek ku rozvoji svému vyžaduje, patrně, že nehodí se každá půda pro každou rostlinu, jakož i že každé hnojivo nemůže každé rostlině stejně ku zdaru přispívati. Tak prospívá ku př. rostlinám vápno obsahujícím, jako: jeteli, hráchu, bramborům a j. hnojení *sádrou* neb vápnem, rostlinám draslo vyžadujícím, jako: zelí, řepě, tabáku a j. *popel dřevěný a hnojiva draselnatá z Katusze a Stassfurtu* atd.

67. Proměny a rozklady ústrojnín. Účinkem rozličných hmot proměňují se ústrojniny rozmanitě, čímž vzniká více rozmanitých zplodin.

a) *Kvašení obecné č. uhové záleží* v tom, že cukr hroznový v některém těle obsažený rozkládá se působením *kvasnic* v líh a kyselinu uhličitou. Jiné cukry mění se dříve v hroznový, načež kvasí se teprv.

Postavíme-li na vzduch jakoukoliv cukernatou šťávu rostlinnou (ku př. šťávu hroznů, ovoce, cukrové třtiny, odvar sladu a j. v.), kteráž mimo cukr i látku dusičnatou v sobě obsahuje, tož přijímá nejprve dusičnatá část její kyslík a vylučuje se pohnáhlu v podobě nahnědlé sedliny, kteráž se jmenuje *kvasnice*. Spolu rozkládá se cukr v líh a kyselinu uhličitou a kapalina nabývá zápachu líhového. Kyselina uhličitá, vystupující všude ve tvaru bublinek, způsobuje pění a stoupání kapaliny, což důkazem, že kapalina se kvasí. Kvašení dostupuje konce, když všecken cukr kapaliny v líh se proměnil. Kvasnice osadivší se na dně jsou nadány mocí, že, byvše svedeny s novým množstvím cukru, způsobují rozklad jeho, i jest skrovná část kvasnic

s to způsobiti kvašení značného množství cukru. Líhové nápoje, jako: líh a rozličné druhy kořalky, víno a pivo jsou vesměs zplodiny kvašení kapalin cukernatých.

b) *Kvašení octové* č. *kysání* zakládá se na proměně líhu v kyselinu octovou, kteráž děje se kyslíkem vzduchovým tím způsobem, že k jedné rovníomocnině líhu ($C_4H_8O_2$) přistupují 4 rovníomocniny kyslíku a tvoří vodu ($2HO$) a kyselinu octovou ($C_4H_4O_4$).

V kvašení octovém zakládá se *octářství*, t. j. *připravování octa*, k čemuž slouží látky rozličné, často odpadky, jichž nabývá se ve vinařství a pivovarství. Nejrychleji nabývá se octa, když rozředěná kořalka lije se sudem, hoblovinami naplněným, dole pak zachycuje se a sudem ještě několikráte se použítí. Líh rozptýliv se po hoblovinách a kapaje poněnáhu dolů, dotýká se velikého množství kyslíku a mění se v kyselinu octovou a vodu. Obyčejný ocet prodajný má toliko 2—3% kyseliny octové, v silném (Essigsprit) bývá jí až 10%.

c) *Hnití* jest samovolný rozklad ústrojnín, jímž rozštěpují se ve sloučeniny jednodušší, obyčejně *nelibě zapáchající*.

Podmínky, v nichž děje se hnití, jsou: 1. smrt bytnosti ústrojně; 2. přítomnost vlhkosti čili vody; 3. přítomnost kyslíku, tudíž i vzduchu obecného, nutná jen k započetí rozkladu; 4. přiměřená teplota; 5. hmota, kteráž rozkládá se, budiž dusičnatá, nebo *není-li tomu tak*, dotýkejž se s hmotou již hnijící, t. j. s *kvasidlem* (fermentem).

Rozklady tyto přicházejí nám velmi nevhod při potravě, kteráž jest jim zvláště podrobena. Způsoby, jež čelí k zachování potravy před hnitím, záležejí vesměs v tom, že zruší se podmínky hnití nebo že přičiní se ku potravě některé hmoty, jež staví se dle zkušenosti hnití na odpor.

Líh obecný a sůl kuchyňská odnímají ústrojnínám vodu a brání tudíž hnití. — *Apperátův* způsob k zachování potravy záleží v tom, že naplní se pouzdro plechové na př. masem a uzavře se neprodyšně, načež zahřívá se vroucí vodou. Teplem ničí se účinek kvasidla a zbývá v pouzdře jen dusík a kyselina uhličitá, pročež nemůže počíti hnití. — Většina solí kovových (na př. chlóríd rtuťnatý a cinečnatý, síran měďnatý) dává s hmotami bílkovitými sloučeniny nehijící, čehož užívá se k zachování dříví stavebného, mrtvol i preparátův anatomických. Podobným způsobem účinkuje i kreosot, obsažený v kouři, při uzení masa. — Přičiní-li se k hmotám hnutí schopným sloučeniny, velmi snadno okysličitelné, odnímají tyto vzduchu kyslík a nedopouštějí tudíž hnití, pokud jich dosti málo přítomno, čímž vysvětluje se účinek kyseliny siřičité (*sírkování sudů* na víno, syrupu, bílku, masa, chmele atd).

Tlení zove se rušení látek ústrojných, dějící se hlavně stířdávým působením kyslíku vzduchového, světla a vody; je-li látka ústrojná jen u velmi skrovné míře vydána v tyto troje účinky, jmenovitě za skrovného přístupu vzduchu, pak *práchniví*.

Kozeluhovitý, kvasidlo, kvasidlo

Oddíl pátý.

O teple.

a) *Teplota a teploměry.*

68. Teplota. Dáme-li do nádoby kousek *ledu* a zahříváme-li nádobu plamenem kabanu, zkapalní *leď* a mění se ve *vodu*; dalším neustálým zahříváním vypařuje se *voda* i unikají páry *vodní* z nádoby tak dlouho, až veškerá *voda* v *páru* se promění. Ochlazují-li se páry *vodní* v zimě na skleněné tabuli v okně, srážejí se na ní v kapkách, t. j. mění se opět ve *vodu* a za silného mrazu ztuhnou v *leď*. Jako *voda* mění i jiná tělesa dostatečným zahříváním a ochlazováním, t. j. účinkem *tepla* své skupenství. — Že objem těles zahříváním se zvětšuje a ochlazováním se zmenšuje, bylo již v odstavci 16. a 17. dovozeno. Podobně bylo vytknuto, že tvrdost, křehkost, pružnost, tažnost a pevnost těles teplem se spravují (viz odst. 28.—32.)

Příčinou proměny skupenství i objemu, jakož i vlastností ze soudržnosti vyplývajících jest *teplota*; stav, ve kterém tělo se nalézá, když takové proměny na něm se jeví, zove se také *teplem*. Dotýkáme-li se nějakého těla, vzbuzuje v nás zvláštní pocit, který taktéž *teplota* se jmenuje.

Jak patrně, vyznačujeme slovem *teplota* jistý stav těles, jakož i příčinu toho stavu a pocit, jež tělesa ve stavu tom v nás vzbuzují.

Příliš malé *teplota* způsobuje pocit nepříjemný, který jmenuje se *zimou*, příliš veliké *teplota* jest nám taktéž nepříjemné a nazývá se *horkem*.

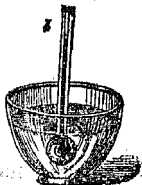
Teplota jest ku zdaru živočichů i rostlin nevyhnutelně potřebné.

Stav těla vzhledem k *teple*, kterým může v jiná tělesa působiti, nazývá se *teplotou* (temperaturou) jeho.

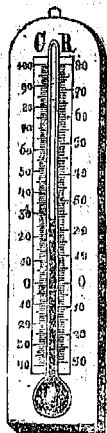
69. Teploměr. Dotýká-li se teplejší tělo těla jiného studenějšího, sděluje mu tepla tak dlouho, až mají obě tělesa teplotu stejnou. Ponoříme-li tudíž skleněnou baňku, která jest velmi úzkou trubicí *b* (obr. 53.) opatřena a *rtuť* naplněna, do *teplé* vody, *zahřívá* a *roztahuje* se rtuť tak, že ve trubicí *stoupá*. Dáme-li pak baňku do vody *studené*, nabývá rtuť opět *menšího* objemu a *padá* ve trubicí. Je-li přístroj takový přiměřenou stupnicí opatřen, možno jím měřiti *teplo* těles, kterých se dotýká.

Každý přístroj, kterým možno *teplotu* těles vzhledem k určitému základu *měřiti*, t. j. *určitými jednotkami vytknouti*, zove se *teploměrem* (Thermometer).

Obr. 53.



Obr. 54.



Ač všechna tělesa teplem se roztahují, možno přece jen některých co teploměřů užití. Hmota teploměrná musí míti vlastnosti následující: 1. musí roztahovati se v mezích dosti od sebe vzdálených *teplu zcela poměrně*, t. j. objemu hmoty musí přibývati tou měrou, kterou přibývá tepla; 2. musí teplo snadně přijímati i snadně pozbývati a každou změnu v teple jeviti hned patrnou změnou v objemu; 3. kapaliny mohou sloužiti co teploměr jen tehdy, vrou-li a vypařují-li se teprv účinkem *vyšší* teploty a *tuhnou-li* teprv značným ochlazením.

Veškerým těmto požadavkům nemůže dostáti ani jediná hmota úplně; v jistých mezích má však rtuť téměř veškeré vlastnosti teploměrné, proto užívá se nejvíce teploměřů rtuťových.

a) *Teploměr rtuťový* (obr. 54.) skládá se z nádoby kulovité neb válcovité a úzké rourky, která má po celé délce stejný průměr světlosti a nahore uzavřena jest. V nádobce a rource jest rtuť, která teplem se roztahuje. Aby pak mohla *vobně se roztahovati*, jest prostor v rource nade rtuť *vzduchoprázdný*. Na rource neb na desce, ku které

Obr. 55.



teploměr bývá připevněn, jest pak *stupnice*, kterou se měří délka rtuťového sloupce, z níž teplotu posouditi možno.

Teploměr rtuťový zhotovuje se takto: Nejprve vybere se rourka, která má po celé délce *zcela stejný průměr světlosti*. K tomu cíli připevníme na jeden konec rourky *a* neprodyšně kaučukový měchýř *v* (obr. 55.), ponoříme druhý

otevřený konec rourky do rtuti a stlačíme měchýř poněkud, aby část vzduchu se vypudila. Tlakem vzduchu vnějšího vnikne pak do rourky malý sloupeček rtuťový, jehož délku na rozličných místech rourky měřítkem *mn* měříme. Má-li všude délku stejnou, jest vnitřní průměr rourky po celé délce její *stejný*. Objeví-li se rtuťový sloupek v některé části rourky *delší*, má rourka v té části průměr *menší* a nehodí se pak k teploměru, neboť byl by i sloupek rtuťový, teplem se roztahující v té části rourky *delší* než býti má, z čehož soudili bychom, že působí ve rtuťové teplo *větší* než které skutečně jest.

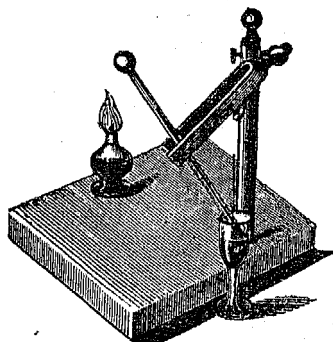
Má-li rourka po celé délce stejný průměr, zasklí se na jednom konci, načež k otevřenému konci připevní se opět kaučukový, vzduchem naplněný měchýř. Zasklený konec rourky zahřívá se pak v plameni lampy *F* (obr. 56.) tak dlouho, až jest sklo dostatečně měkké, načež se stlačí měchýř. Vzduch z měchýře vypuzený tlačí ve všech směrech stejnoměrně na stěny rourky a tak rozšíří se zasklený konec v kuličku *K*.

Poněvadž jest rourka velmi úzká, nelze kuličku naplnití rtuťí způsobem obyčejným, poněvadž jediná kapka rtuťí rourku tak těsně uzavře, že vzduch z kuličky uniknouti nemůže. Ponoříme-li však *otevřený* konec rourky do rtuťí

Obr. 56.



Obr. 57.



(obr. 57.) a zahříváme-li *kuličku*, vystupuje z ní vzduch; když pak kulička *vychladla*, vstupuje do ní účinkem tlaku vzduchu vnějšího část rtuťí z nádoby, což opětuje se tak dlouho, až jest kulička a rourka rtuťí naplněna. Přebytek rtuťí odstraní se z rourky teplem. Jinak naplňuje se kulička a rourka rtuťí, když konec rourky nálevkovitě se rozšíří aneb se spojí s nálevkou, do které náležité množství rtuťí se nalije. Rourka postaví se kolmo a kulička zahřívá se zdola, čímž vzduch se vypudí a vnější vzduch rtuťí do kuličky i rourky tlačí.

Abý zůstal prostor nade rtuťí vzduchu prázdný, vytáhne se otevřený konec rourky v plameni v teninkou trubičku, načež zahřívá se kulička, aby rtuť se roztáhla a vzduch z rourky vypudila. Vycházejí-li trubičkou kapky rtuťové, není nade rtuťí žádného vzduchu více a v tom okamžiku pak otvor rourky v plameni sklářské lampy rychle se zalije.

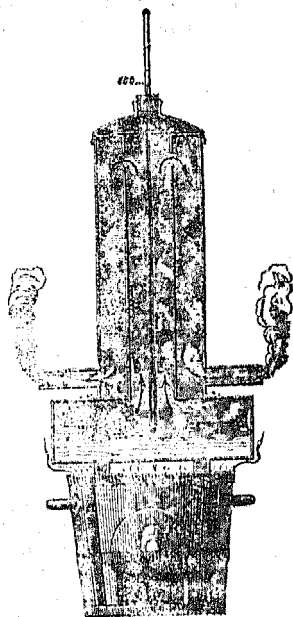
Takto připravený teploměr necháme pak po delší dobu v klidu viseti, aby kulička i rourka, jež několikrát zahříváním značně byly se roztáhly, nabýly opět původního svého objemu, načež zhotoví se stupnice.

Na stupnici jsou *dva hlavní oddíly*, totiž tak zvaný *bod mrazu* a *bod varu*. První oddíl značí teplotu, při které led taje, a druhý teplotu, při které voda vře.

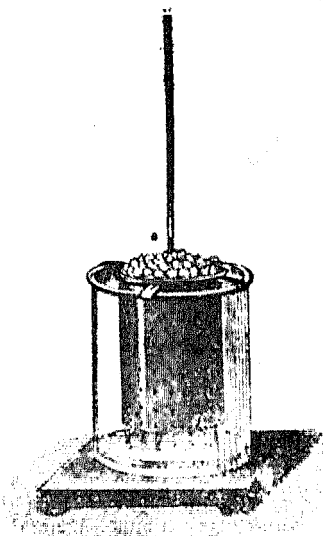
Bod varu určuje se takto: Plechová nádoba upravená tak, aby páry volně sice ale oklikou z ní unikati mohly (obr. 58.), naplní se částečně překa-panou vodou a skrze zátku hrdla prostrčí se rourka teploměrná tak hluboko, aby kulička (neb nádobka válcovitá) povrchu vody se dotýkala. Páry unikající z vody, která z dole až k varu se zahřívá, mají *tulěž* teplotu jako vařící se voda na povrchu a *podržují* tuto teplotu *tak dlouho*, pokud voda se vypařuje. Do-
stoupí-li tudíž rtuť parami zahřívána jisté výšky v rource, zůstane v této výšce, kterou *bodem varu* zoveme, dosti dlouho státi, tak že můžeme výšku rtuti an rource čárkou si poznamenati.

Bod mrazu stanoví se, ponoříme-li kuličku teploměrnou do tajícího ledu neb sněhu, který jest v nádobě síťovité, aby voda táním vznikající odtékati mohla (obr. 59.). *Poněvadž led teploty své nemění*, pokud jen ještě dosti malá část jeho pevnou zbývá, zůstává rtuť, jež ochlazením byla se smršťila, po delší dobu nepohnutě v rource v též výšce státi, tak že možno *bod mrazu* na rource označiti.

Obr. 58.



Obr. 59.



Poněvadž objemu rtuti od bodu mrazu až k bodu varu přibývá tou měrou, kterou přibývá tepla, můžeme rozdělití délku rourky od bodu mrazu až k bodu varu v jakýkoliv počet *stejných* dílů, jež *stupně* se zovou. *Réaumur* (vyslov: *Reomýr*) rozdělití délku tuto v 80 stupňův, označiv bod mrazu nullou a bod varu 80. *Celsius* rozdělití vytknutou délku ve 100 stupňův, naznačiv bod mrazu nullou a bod varu 100. *Fahrenheit* rozdělití délku od bodu mrazu až k bodu varu ve 180 stupňův, připsal však nullu o 32 stupně níže pod bod mrazu, tak že označil bod mrazu číslem 32 a tudíž bod varu číslem 212.

Stupně, jež buď přímo na rource teploměrné, buď na desce, na kterou teploměr se připevňuje, se vyryjí, můžeme přenést i na část trubice nad bodem varu, jakož i na část trubice pod bodem mrazu. Stupně nad bodem mrazu zovou se *stupně tepla* a značí se znaménkem + (ku př. + 8°R), pod bodem mrazu jsou pak *stupně mrazu* neb *zimy* a značí se znaménkem — (ku př. — 6°C).

Poněvadž teplota $80^{\circ}R = 100^{\circ}C = 180^{\circ}F$ a
tudíž také $\frac{80}{80}^{\circ}R = \frac{100}{80}^{\circ}C = \frac{180}{80}^{\circ}F$,
aneb $1^{\circ}R = \frac{5}{4}^{\circ}C = \frac{9}{4}^{\circ}F$,

převédeme jakýkoliv počet stupňů Réaumurových ve stupně Celsiovy, znásobíme-li počet ten $\frac{5}{4}$, a ve stupně Fahrenheitovy, znásobíme-li jej $\frac{9}{4}$, načež ovšem ku číslu vypočtenému ještě 32 stupně, jež jsou na teploměru Fahrenheitově pod nullou, připočísti musíme. Tak jest ku př.

$$20^{\circ}R = (20 \times \frac{5}{4})^{\circ}C = 25^{\circ}C = (20 \times \frac{9}{4} + 32)^{\circ}F = 77^{\circ}F.$$

Podobně lze porovnávatí stupně Celsiovy se stupni Réaumurovými a Fahrenheitovými. Převádějíce stupně Fahrenheitovy ve stupně Réaumurovy neb Celsiovy, musíme nejdříve 32°, jež jsou na teploměru Fahrenheitově pod bodem mrazu, odečísti a pak teprv zbytek převáděti.

b) *Teploměr luhový.* Při — 40°C. rtuť tuhne, načež ani se nesmršťuje ani se neroztahuje *tou měrou*, kterou tepla ubývá neb přibývá. *Nepravidelné* této proměny v objemu doznává však rtuť již *dříve*, než stuhla, z čehož patrnó, že nehodí se teploměry rtuťové ku pozorování teploty velmi nízké. K účelům takovým slouží pak *teploměr luhový*, v němž na místě rtuti *bezvodý barevný luh* obsažen. Láh roztahuje se totiž i při velmi nízké teplotě *tou měrou*, kterou tepla přibývá, a nepřechází při žádné posud známé teplotě v skupenství pevné.

Při teplotě nad nullou roztahuje se luh teplem velmi *nepravidelně*, proto stanoví se stupně tepla na teploměru luhovém, zahříváme-li vodu, jejíž teplotu dobrým teploměrem rtuťovým ustavičně měříme, postupně tak, aby měla 1°, 2°, 3°, 4°, ... a naznačíme-li na stupnici luhového teploměru, do vody té ponořeného, vždy dotýčený stupeň tepla. Podobně určují se též jednotlivé stupně teploměru rtuťového, jehož rourka nemá po celé délce stejného průměru světlosti.

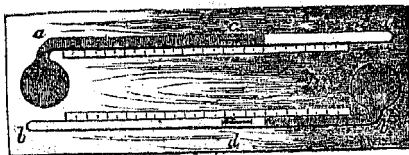
Teploměr jest přístroj ve vědách i ve všech odvětvích průmyslu veledůležitý, ano i v domácnosti potřebný. Teploměrem stanovíme teplotu vzduchu ve světnici i ve stájích; lékař potřebuje ho nutně v nemocnicích, aby vyšetřil, zdaž teplota vzduchu neb lázně jest nemocnému přiměřena; zahradník pozoruje teploměr ve hřijnách, kdež musí udržeti vzduch v teplotě, cizokrajným tam chovaným rostlinám potřebné; fysik a lučebník nemohou bez teploměru se obejítí.

Při pozorování vědeckých jest často potřebí určiti, jaký byl v jisté době v nějakém místě *nejvyšší* a *nejnižší* stupeň tepla. Ku pozorování takovým slouží *Rutherfordův teploměr výmězní*, který skládá se z teploměru rtuťového *bb* (obr. 60.) a z teploměru luhového *aa*.

Rourka teploměru rtuťového *bb* má tak veliký průměr světlosti, že může v ní se posouvatí železná tyčinka *d*, kterou rtuť teplem se

roztahující, před sebou dále puďí, a ochlazením se smršťující za sebou ostavuje, tak že konec tyčinky obrácený ke rtuti zůstává při tom od-
dlu stupnice, kterého rtuť dostihla. V teploměru líhovém *aa* jest skle-
něná tyčinka *c* barvy jiné než
má líh. Smršťuje-li se líh uhý-
váním tepla, táhne tyčinku, ku
které lne, s sebou nazpět; roz-
tahuje-li se líh teplem, postu-
puje kolem tyčinky ku předu,
a poněvadž jest pak přilnavost
jeho ku tyčince ve všech smě-
rech stejná a tudíž vzájemně
se ruší, zůstává tyčinka v témž

Obr. 60.



místě, tak že konec její ke kuličce obrácený značí nejmenší teplotu
v tom kterém místě v určité době.

Oba teploměry bývají na skleněné neb dřevěné desce v protíném směru
připevněny a připraví se ku každému novému pozorování tím způsobem, že
deska postaví se kolmo tak, aby byla kulička *a* obrácena vzhůru; tu klesne
pak tyčinka *c* i tyčinka *d* dolů, tak že dotýkají se obě konci svými povrchu
kapalin, načež deska opět vodorovně se postaví. Aby nemohla tyčinka *c* do ku-
ličky *a* padnouti, kdyby tato omylem dolů byla obrácena, jest teploměr *aa* při
kuličce zahnutý.

b) Rozvádění tepla.

70. Teplivodiči. Položíme-li studené tělo na horká kamna a
ponecháme-li je nějakou dobu na kamnech, zpozorujeme, že tělo se
zahřálo; stanovivše teploměrem teplotu kamen i těla, shledáme pak,
že teplota kamen i těla jest stejná. Držíme-li jeden konec kovového
drátu dosti dlouhého v ruce a dotýká-li se druhý konec plamene svíčky,
zahřívá se za krátkou dobu celý drát tak značně, že musíme z ruky
jej pustiti; krátkou sirku na jednom konci plamenem hořící můžeme
však na druhém konci v prstech držeti, aniž bychom značnějšího
tepla cítili.

Dotýkají-li se vespolek dvě tělesa nestejně teploty, sděluje
teplejší studenějšímu tepla tak dlouho, až jest teplota obou těles
stejná. Výjev tento zove se *sdělením tepla*.

Zahřívá-li se tělo v jednom místě, sdělují zahřáté částice na-
bytého tepla sousedným studenějším, tyto pak sdělují tepla opět
částicím následujícím a tak postupuje teplo od částice ku částici
tak dlouho, až mají veškeré částice teplotu vyšší, kteráž spravuje
se teplotou zdroje teplotového a vzdáleností částic ode zdroje toho.

Rychlost, kterou teplo v těle od částice k částici postupuje,
jest u rozličných těles rozličná, i rozeznáváme v té příčině tělesa
dvojího druhu, a sice:

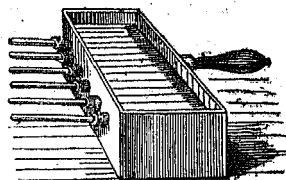
1. *Dobré teplivodiče*, ve kterých teplo rychle celou hmotou
se rozšiřuje čili se rozvádí a kteří, dotýkajíce se těla teplejšího, brzy

se zahřívají, dotýkající se však těla *chladnějšího* (ku př. vzduchu) tolik tepla mu sdělují, že brzy se ochlazují, protože také *dobrymi sděleči* tepla se zovou.

2. *Špatné teplovodiče*, ve kterých teplo jen *zvolna* od částice ku částici se rozvádí a kteří, zvolna od jiných teplo přijímající i zvolna jiným ho sdělující, zdlouha se zahřívají i zdlouha se ochlazují, protože i *špatnými sděleči* tepla se nazývají.

71. Vodivost tepla těles pevných. Vodivost tepla těles pevných určuje se tyčinkami *stejně délky i tloušťky*, z rozličných pevných těles zhotovenými, jež zastrčí se do postranních otvorů plechové nádoby (obr. 61.) tak, aby jedním koncem částečně do vnitř nádoby zasáhaly, a na povrchu z nádoby vyčnívající rovněž silnou vrstvou vosku se povlekou. Čím lepší teplovodič jest tyčinka, tím *rychleji* a tím *dále* ode stěny nádoby vosk se roztaví.

Obr. 61.



Nejllepší vodičové tepla jsou *kovy*, *dobří vodičové* jsou *kamenné*, *dostí špatní vodičové* jsou rozličné *druhy skla*; kosti, dříví, sláma, seno, uhlí, popel, země, hlíněné nádoby, vlna, vlasy, chlupy, peří a sníh jsou *špatní teplovodiči*.

Z rozličné vodivosti tepla těles pevných lze vyložití některé *výjevy*.

Vezmeme-li do jedné ruky kousek kovu a do druhé kousek dřeva, a je-li teplota kovu i dřeva stejná, ale menší než teplota ruky, tož jeví se kov *chladnějším* než dřevo, je-li pak teplota kovu i dřeva stejná, ale větší než teplota ruky, jeví se kov *teplejším* než dřevo. V prvním případě odnímá a ve druhém sděluje kov ruce rychleji tepla než dřevo. Totéž pozorujeme u všech *dobrych a špatných teplovodičů*. — V nádobách kovových vaří se voda dříve než ve skleněných a ve skleněných dříve než ve hlíněných. — Níť na kovovou tyčinku navinutou můžeme plamenem svíčky protáhnouti, aniž by shořela. — Na plechové střeše taje sníh dříve než na cihlové, na cihlové dříve než na šindelové a na šindelové dříve než na doškové; na kamenné dlažbě taje sníh dříve než na polích. — V dřevěných staveních jest v zimě tepleji než v zděných.

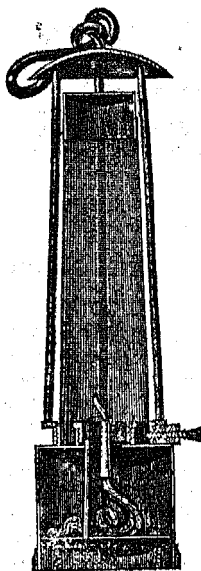
Dobrych i špatných teplovodičů užívá se za příčinou jich rozličné vodivosti tepla *spůsobem rozličným*.

V zimě odíváme se v kožichy a ve vlněný šat, poněvadž co špatní teplovodičové tělu vnitřního tepla jeho neodnímají. — Sníh, který v zimě zemí naši pokrývá, chrání jako plášť zimní osení i jiné rostliny, aby nepomrzly. — Chceme-li zmrzlého člověka ku životu vzkřísiti, musíme jej ve chladné světlnici sněhem pokryti. Sníh neodnímá tělu tepla, protože může vnitřním teplem, pokud ještě nějaké v těle zbývá, tělo *poněmžku* se zahřáti. — Eskimáci staví své příbytky ze sněhu i ledu. — Studně a stromy obalují se v zimě slámou; kamenné dlažby pokrývají se na zimu prkny a dřevěná podlaha ve světlnici pokrývá se vlněnými koberci; jezdci obalují si za mrazu římeny slámou neb senem. — Žehličky, pohrabáče, dvířka u kamen a j. mají dřevěné rukojeti. —

Ohnivzdorné pokladnice mají dvojitě stěny a prostor mezi vnější a vnitřní stěnou popelem aneb jiným špatným teplovodíčem vyplněný. — Lednice bývají prkny a slamou pokryty. — Železná kamna rychle se zahřívají a rychle vychladnou, proto hodí se jen do takových místností, kde potřebí tepla brzy ale na krátký čas; hlíněná kamna pomalu se zahřívají ale dlouho teplo podržují. — Dáme-li nad plamen líhový neb svíčkový síť drátěnou, dostí hustou, odnímá síť co dobrý teplovodič hořlavým parám tolik tepla, že, když byly síti prostoupily, nemohou více hořeti. V tom zakládá se *Davy-ho kahan bezpečný*, jehož užívají horníci, aby zapálení a zákazonosnému výbuchu třaskavých plynů v dolech zabránili. Jestli to obyčejný kahan (jak jej obr. 62. v průřezu znázorňuje, opatřený komínkem síťnatým, z drátu utkaným a nahoře mosazným kotoučem uzavřeným.

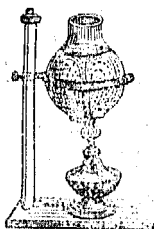
72. Vodivost tepla kapalin. Zahříváme-li kapalinu v nádobě *zdola*, zahřívají se nejprve částice na dně nádoby a *roztahují se*, stavše se *řidčtmi* a tudíž i *lehčtmi* stoupají pak vzhůru; *studenější* a tudíž *hustší* a *těžší* částice klesají pak ke dnu a byvše zahřátý stoupají opět vzhůru, tak že postupně jedna vrstva kapaliny po druhé dna se dotýká a veškeré vrstvy její se zahřejí.

Obr. 62.

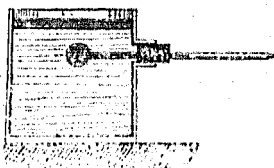


Toto proudění kapaliny možno pozorovati, nasypeme-li prášku jantarového aneb drobných pilin dřevěných do vody, kterou v skleněné nádobě z dola zahříváme. U prostřed stoupá prášek *vzhůru*, při stěnách pak klesá dolů (obr. 63.).

Obr. 63.



Obr. 64.



V zahřívání vody z dola prouděním zakládá se topení horkou vodou. Voda zahřívá se v kotli a ohnuté trubici, která jedním koncem v hořejší stěně kotle ústí a druhým koncem téměř až ke dnu kotle sáhá. Kotel i trubice jsou vodou zcela vyplněny; trubice stoupá nejprve vzhůru do místnosti, která má se vytápěti a jest pak dolů zahnutá. Zahřátá voda vystupuje ustavičně z kotle do trubice a sděluje tepla vzduchu, čímž chladne a opět v druhém rameni trubice dolů na dno kotle klesá, kdež znovu se zahřívá.

Zahříváme-li kapalinu *s hora*, jest proudění její nemožno. Zahřáté částice, jsouce *řidčt* a *lehčt*, zůstávají nahoře a sdělují tepla dolejší částicím jen *velmi zdlouha*.

Otvorem po straně plechové nádoby prostrčí se teploměr i nalije se pak do nádoby vody tak vysoko, aby povrch její byl nad teploměrem (obr. 64). Nalijeme-li pak na vodu horký olej aneb líc, který se zapálí, zahřívá se voda tak zvolna, že teprv za značnou dobu rtuť v teploměru nepatrně stoupá.

Vyjímaje rtuť (která co kov jest dobrým teplovodičem) jsou všechny kapaliny špatní teplovodiči.

Ochlazují-li se kapaliny, chladnou a houstnou nejprve hořejší vrstvy a jsouce těžší padají ke dnu, dolejší, teplejší a tudíž řídkí a lehčí vrstvy přicházejí na jich místo a tak přicházejí postupně všechny vrstvy kapaliny na povrch i ochlazuje se prouděním poněnáhu celá kapalina.

Voda ochlazuje se způsobem právě vytknutým tak dlouho, až má naskrze teplotu $+3^{\circ}R$, kdež jest hustota její největší, načež prouděním přestává. Ochladí-li se hořejší vrstva vody ještě více, totiž pod $+3^{\circ}R$, tu počíná opět řidnouti a nemůže tudíž více ke dnu klesati. Dalším ochlazováním proměňuje se voda konečně v led.

V jezerech a rybnících zmrzla by voda až ke dnu i pobynuli by všickni živočiškové v ní žijící, kdyby ochlazování a jím vznikající proudění vody trvalo neustále. Jak z předcházejícího patrno, přestává však voda klesati, jakmile na $+3^{\circ}R$ byla ochlazená. Ochlazuje-li se voda ještě více, mění se hořejší vrstvy v led, který co špatný teplovodič dalšimu ochlazování dolejších vrstev zabraňuje, hlouběji pod ledem má však voda teplotu $+^{\circ}R$, ve kteréž živočiškové ve vodě žijící mohou obstáti. — V řekách a potocích míší se teplejší voda s chladnější padáním i proudem i tvoří se tudíž led netoliko na povrchu, nýbrž i na dně (námráz), avšak voda odtrhuje led ode dna a zdvihá jej, co tělo lehčí na povrch, čehož důkazem jsou mnohdy kusy hlíny a kamení spolu s ledem ode dna řečiště odtržené. Čím více ledu ode dna na povrch přichází, tím volněji splývá led na hladině vodní, až konečně utvoří se souvislá vrstva ledu na celém povrchu.

73. Vodivost tepla plynů. Tělesa skupenství plynného jsou špatní teplovodiči. Zahřívají-li se však v prostoru se všech stran uzavřeném z dola, vzniká jako u kapalin proudění teplejších vrstev vzhůru a studenějších dolů i zahřívají se pak znenáhla všechny vrstvy jejich.

O proudění vzduchu ve vytopené světnici možno přesvědčiti se proužkou papíru do závitů stočenou a na drátě zavěšenou, kteráž na kamnech proudem vzduchu ustavičně se otáčí (obr. 65.), poněvadž vzduch vzhůru vystupující na šikmou plochu její naráží a ji stále na stranu tlačí. — Ve světnici vytopené jest vzduch na stropě vždy o několik stupňů teplejší než na podlaze. — Držíme-li hořící svíčku v pootevřených dveřích (obr. 66.), obrací se plamen nahore ze světnice ven (c), dole do světnice do vnitř (a), u prostřed pak hoří klidně (b), což důkazem, že studený vzduch proudí do světnice dolem, teplý pak uniká ze světnice horem.

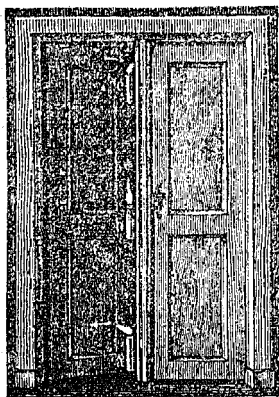
V proudění vzduchu z dola zahřívánoho zakládá se návod Meissnerův k vytápění světnic vzduchem. Vytápění toho rozeznáváme dvoji způsob, a sice: a) Obvyčejná kamna opatří se tak zvaným p'áštěm, t. j. širokým válcem železným aneb kachlovým, který nahore jsa otevřen na podlaze spočívá a dole při zemi několika otvory opatřen jest. Vzduch u vnitř

Obr. 65.



pláště se zahřívá, stoupá vzhůru a na jeho místo tlačí se dolejšími otvory vzduch chladnější do pláště. Vzduch neustále z pláště ke stropu vystupující shání teplý vzduch se stropu dolů, čímž docílí se *stejnomyerného* zahřátí vzduchu v celé světnici. b) Kamna jsou ve zvláštní komoře, kteráž spojena jest se světnicí aneb i s více světnicemi, jež mají vzduchem se vytápěti, dvěma rourami. Jedna z rour ústí jedním koncem ve stropu komory a druhý konec její zasazen ve stěně světnice asi 1° vysoko od podlahy. Touto rourou přitéká teplý vzduch do světnice. Studený vzduch odtéká ze světnice rourou, která v podlaže světnice zasazena jest a téměř až ku podlaže komory sáhá. Komora, ve které se topí, musí, jak patrně, býti vždy pod těmi místnostmi, které mají teplým vzduchem se vytápěti.

Obr. 66.



V komíně zahřívá se vzduch ohněm z dola a uniká nahoře ven do vzduchu vnějšího, vnější studený vzduch proudí pak dolem do kamen a poskytnuv ohni kyslíku ku hoření potřebného uniká s parami hořením zplozenými do komína, čímž vzniká neustále proudění vzduchu v komíně. — Podobně proudí vzduch též ve skleněném komínku lampy. Zahřívá-li se vzduch sluncem v jednom místě na zemi naší více než v druhém, stoupá zahřátý do výšky a dolem přichází na jeho místo vzduch studenější z krajin sousedních. Takovému *proudění vzduchu* zove se *větrem*. Že i při každém větším požáru vítr vzniká, vyplývá z předcházejícího.

Špatné vodivosti tepla vzduchu užívá se k rozmanitým účelům.

Špatné vodivosti tepla vzduchu užívá se k rozmanitým účelům.

Dvojitá okna a dvojitě dveře zabraňují, aby vzduch ve světnici nevychladnul, ješto vzduch mezi okny a mezi dveřmi co špatný teplovodič vzduchu ve světnici tepla neodnímá. Podobně prospěšné jsou též dvojitě podlahy a stropy. — Lednice u pivovárů mívají dvojitě zdi a mezi nimi vrstvu vzduchu, tak že teplo sluneční do vnitř vniknouti nemůže. — Duté cihly jsou velmi výhodné ku stavbě, ješto vzduch v dutinách jejich uzavřený činí zeď špatným teplovodičem a tudíž příbytek teplým a suchým.

c) Roztahování se těles teplem.

74. Roztahování se těles teplem. Že každé tělo teplem se roztahuje, t. j. většho objemu nabývá, bylo již v odstavci 16. při roztaživosti těles vytknuto. Roztahování těles možno stanoviti buď v *jednom*, buď ve *dvou*, buď ve *třech* na sobě kolmých směrech, tak že rozeznáváme roztaživost v *délce* (*podélnou*), v *ploše* (*plochovou*) a v *objemu* (*krychlovou* č. *tělesovou*).

U těles pevných stanoví se nejčastěji pouze roztaživost v délce, u kapalin a vzdušin určuje se roztaživost v objemu.

75. Roztahování se těles pevných teplem. Zkouškami bylo dokázáno, že rozličná pevná tělesa roztahují se *stejným* teplem *rozličně* a že roztaživosti jejich v *délce* od bodu mrazu až k bodu varu přibývá tou měrou, kterou přibývá tepla. Při teplotě 100°C.

přesahující roztahují se pevná těla větší měrou než tou, kterou přibývá tepla.

Zahřejeme-li cinkovou tyč z 0°C postupně na $1^{\circ}, 2^{\circ}, 3^{\circ}, 10^{\circ}, 100^{\circ}\text{C}$, prodlouží se o $\frac{1}{34000}, \frac{2}{34000}, \frac{3}{34000}, \frac{10}{34000}, \frac{100}{34000}$ té délky, kterou měla při teplotě 0°C ; zahřejeme-li ji však až ku 200°C , prodlouží se o více než $\frac{200}{34000}$ délky, již měla při 0°C .

Číslo, jímž vytknuto, o kolikátý díl své délky pevné tělo se prodlužuje zahřátím z 0° až ke 100°C , zove se *koefficientem roztaživosti*. Je-li pak k koefficient roztaživosti, bude $\frac{k}{100} = \alpha$ značiti, o kolikátý díl délky se prodlužuje tělo, když teplota jeho o 1°C se zvýší; α jest koefficientem roztaživosti pro 1°C .

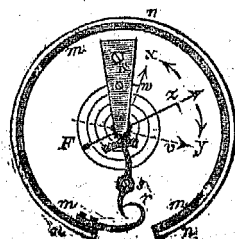
V následujícím přehledu vytknuty jsou koefficienty roztaživosti pro 1°C některých těles

Tělesa	α	Tělesa	α
litina	0·000017182	měď	0·000017182
železo kované	0·000012204	stříbro	0·000019097
ocel nekalená	0·000010788	zlato	0·000014660
ocel kalená	0·000012394	platina	0·000008842
olovo	0·000028575	sklo bezolovné	0·000008969
cín	0·000021730	sklo flintové anglické	0·000008613

V roztaživosti těles pevných teplem zakládají se některé důležité přístroje.

V nestejně roztaživosti kovů teplem zakládá se teploměr *Holzmannův*, který záleží ve dvojité proužce železné (nebo platinové) m a mosazné (nebo měděné) n , kteráž jest do kruhu ohnuta a jedním koncem připevněna (obr. 67.). Druhý konec její se dotýká dvouramenné páky, mající na konci ozubený oblouček kruhový, který zasáhá do ozubeného kolečka, na jehož ose upevněna ručička z . Přibývá-li teploty, rozevirá se proužka a ručička se pohybuje směrem α ; ubývá-li teploty, zakřivuje se proužka více, čímž oba konce její k sobě se přiblíží a ručička směrem γ se pohybuje. Stupnice zhotovuje se zkušební pomocí teploměru rtuťového. — Malé pírkó spirálně tlačí na páku, aby vždy k volnému konci proužky přiléhala. — V ručičce z jest kolmý nýtek, který posouvá ručičky w a v , jež ukazují pak nejvyšší a nejnižší stupeň tepla v určité době. Teploměr nalézá se v okrouhlém pouzdru a podobá se vícejší svou úpravou kapesním hodinkám. Někdy bývají i rtuťové a liňové teploměry podobně upraveny, majíce rourky do kruhu zahnuté.

Obr. 67.



Žároměr Daniellův zakládá se v nestejně roztaživosti platiny a tuhy. Do tuhové tyče 8 angl. palců dlouhé, u prostřed až do hloubky 7·5" provrtané, zastrčí se až ke dnu válec platinový 6·5" dlouhý a pak váleček porcelánový, který váleček platinového se dotýká a z otvoru tyče tuhové poněkud vyčnívá. Dá-li se tuha s platinovým a porcelánovým válečkem do žáru, roztahuje se platina značněji než tuha a postrčí tudíž váleček porcelánový dále z otvoru tyče tuhové. Když pak přístroj vychladl, zůstává váleček porcelánový, který otvorem těsně prochází a tudíž nazpět do původní polohy posouvnuti se nemůže, v tom místě, kam byl pošinut, a citlivým měřítkem možno pak část, o kterou válec platinový žárem se prodloužil, a tudíž i počet stupňů žáru určití.

Z roztaživosti těles pevných možno vyložití mnohé výjevy i potřebí k ní v mnohé příčině jak ve vědách tak v životě obecném přihlížeti.

Železné svorníky, jimiž bývají kameny spolu spojeny, trhají se v silném mrazu a ohybají se v silném horku, poněvadž více se smršťují i roztahují než kameny. Aby se tomu zabránilo, dělají se otvory do kamenů průměru většího, než ho tloušťka svorníku vyžaduje, a prázdné prostory vyplňují se olovem, kteréž poddávajíc se roztahování a smršťování se svorníků nepřekáží. — Kotle a roury kovové nesmí býti těsně zazděny. — Části kolejí železničných nesmí vespolek těsně se dotýkati. Železné trouby vodovodů bývají na koncích jedna do druhé tak zasazeny jako trubice dalekohledu. — Plechové desky na střechách teplem se ohýbají a hřeby z nich vylézají. — Poleva (glasura) nádob železných horkem praská a loupá se. — Rozličné druhy dřeva, spolu sklížené, odlučují se od sebe, když horkem nestejně se roztahují. — Skleněné tabule, zasazené těsně do kovových rámců, praskaly by v zimě, poněvadž kov ochlazením smršťuje se silněji než sklo. — Příčinou praskotu šindelových střech v zimě jest úsilné smršťování se hřebů, kterými jest šindel na latích přibít. — Kovář dává na kola železné obruce pokud jsou horké, neboť když obruc ochlazením se smrští, drží kolo tím pevněji pohromadě. — Nemůžeme-li zátku z láhve vytáhnouti, zahříváme hrdlo; když hrdlo zabřátím se rozhrálo, vytáhneme zátku snadně. — Dvřka u kamen nesmí otvor těsně uzavíratí, neboť bychom jich nemohli otevřítí, když v kamnech jest zatopeno. — Želízko musí míti menší objem, než jest dutina v žehliče. — Postavíme-li sklenici na horká kamna, praskne, poněvadž dolejší části sklenice zahřívají a roztahují se dříve než hořejší. — Kadluby na litinu musí býti poněkud větší než má býti lité předmět, poněvadž litina vychladnuvši se smršťuje. — Za velikého horka visí železný most níže než v zimě, ješto tyče, na kterých jest zavěšen, v letě horkem se prodlužují, v zimě pak se skraccují. — Na konservatoři pařížské rostoupili se pod těžkou střechou zdi tak značně, že bylo se obávati, že budova se sesuje. Prostrčeny skrze otvory, naproti sobě ve zdích učiněné, tyče železné, jež měly na obou koncích, poněkud ze zdi vyčnívajících, šroubové závitý. Tyče pak se zahřály a prodloužily a na závitý obou konců navlečeny silné desky kovové, které šroubovou maticí, k závitům tyče příslušnou, ke zdi se přitlačily. Když tyče ochlazením byly se smrštily, stály zdi dohromady, tak že stály zpřímá a budova byla zachována. — Teplem prodlužuje se a zimou skraccuje se tyč kývadla hodinového, čehož následek jest pak, že hodiny jdou v letě volněji a se opozdují, v zimě pak jdou rychleji a předbíhají.

76. Roztahování se kapalin teplem. Četnými zkouškami dokázáno, že kapaliny teplem více se roztahují než tělesa pevná a že rozličné kapaliny *týmž* teplem rozličně se roztahují. Poněvadž v mezích z 0° až ke 100°C kapalinám nepřibývá objemu tou měrou, kterou přibývá tepla, nelze stanoviti koeficientu roztaživosti kapalin. Že jen takové kapaliny mohou sloužití co teploměry,

jimž přibývá objemu tou měrou, kterou přibývá tepla, vyplývá z věci samé.

Rtuť roztahuje se z 0° až ke 100°C teple poměrně a její koeficient roztaživosti pro 1°C jest $\frac{1}{5550}$.

Zahřátím z 0° na 100°C přibývá objemu:

líhu $\frac{1}{9}$,	tak že z	9	zejdlíků	nabýváme	10	zejdlíků.
oleji $\frac{1}{12}$	" " "	12	" "	" "	13	"
vodě $\frac{1}{22.76}$	" " "	22.76	" "	" "	23.76	"
rtuti $\frac{1}{55.5}$	" " "	55.5	" "	" "	56.5	"

Poněvadž líh teplem tak značně se roztahuje, musíme při koupi většího množství líhu též ku teplotě jeho přihlížeti.

77. Roztahování se plynů teplem. Plyny se roztahují teplem mnohem více než kapaliny a tělesa pevná. Zkouškami bylo dokázáno, že všechny plyny, byly-li stejnou měrou zahřáty, také stejnou měrou se roztahují, tak že koeficient roztaživosti jest pro všechny plyny stejný, a sice pro 1°C $\frac{1}{273}$ a z 0° na 100°C $\frac{11}{30}$.

Zahříváme-li tudíž vzduch, kyslík, vodík aneb jakýkoliv jiný plyn z 0° na 1° , 2° , 3° , ... n° , zvětšuje se objem jejich o $\frac{1}{273}$, $\frac{2}{273}$, $\frac{3}{273}$, $\frac{n}{273}$.

Roztaživosti plynů přibývá i při vyšší teplotě než 100°C tou měrou, kterou přibývá tepla.

Poněvadž vzduch teplem poměrně se roztahuje, užívá se vzduchu též co teploměru. Úprava teploměrů vzduchových bývá rozličná, užívá se jich však pouze k účelům vědeckým. Ku potřebě obecné nehodí se, protože teplota z pozorovaného objemu vzduchu teprv vypočísti se musí.

Vzduchový žároměr *Petersenův* jest hruškovitá neb kulovitá nádobka platinová, mající asi 1 k^{c} objemu. Nádobka ta naplní se suchým vzduchem, není však neprodyšně uzavřena. Dá-li se do žáru, unikne z ní část vzduchu, a vhodí-li se pak do studené vody, vnikne tlakem vzduchu vnějšího do nádobky voda. Když žároměr nabyl původní teploty, stanoví se stupeň žáru vahou vody, která do něho vnikla. — Podobnou úpravu má žároměr *Pouilletův*, který záleží v kouli platinové, do níž ústí úzká rourka platinová.

d) Proměna skupenství teplem.

78. Tání. Mnohá pevná tělesa, byvše jistou dobu přiměřeně zahřívána, konečně tají, t. j. přecházejí ze skupenství pevného ve skupenství kapalné — mění se v kapaliny.

Teplota těla pevného, na teploměru pozorovaná, stoupá zahříváním až k jistému stupni, při kterém pak tělo kapalně. Pokud tělo taje, jeví se na teploměru teplota stejná, byť tělo i silněji se zahřívalo.

Dáme-li do vytopené světnice nádobu s ledem neb sněhem, do něhož jsme teploměr ponořili, ukazuje teploměr z prvu teplotu několika stupňů pod nullou, brzy vystoupí však rtuť k nulle a zůstane tak dlouho u bodu mrazu, až všecken led neb sníh zkapalní.

Rozličná pevná tělesa tají při rozličné teplotě, jak patrně z následujícího přehledu:

Tělesa	stupně C	Tělesa	stupně C
alkohol čistý	-78°	vismut	264°
rtuť	-40	olovo	335
terpentinová silice	-10	cínk	412
led	0	antimon	480
lůj	40	stříbro	916
stearin	49	zlato	1040
vosk žlutý	61	litina	1100
vosk bílý	68	měď	1200
fosfor	44	železo kované	1600
síra	115	ocel	1800
cín	235		

Slitiny kovů tají teplotou nižší, než jest ona, kterou tají jednotlivé kovy v slitině obsažené.

Slitina z 5 částí olova, z 3 částí cínu a z 5 částí vismutu taje při 100°C.

79. Teplu při tání těles utajené. Taje-li tělo, podržuje teplotu, při které táti počalo, tak dlouho, pokud celé neroztálo, byt i velmi silně se zahřívalo.

Teplem tajícímu tělu sděleným tudíž tání pouze se urychluje a ještě tající tělo teplo pohlcuje, aniž by jím teplota jeho se zvyšovala, zoveme teplo toto *utajeným* aneb *poutaným*.

V papírovém obale možno olověnou kuličku roztaviti, je-li obal hladký a přiléhá-li těsně ke kuličce. Držíme-li v ruce led, bude ruka čím dále tím studenější. — *Když led z jara taje, ochlazuje se vzduch značně.*

Roztéká-li se pevné tělo v kapalíně, utajuje též teplo, odnímajíc je kapalíně, nádobě a vůbec celému svému okolí.

V tom zakládá se příprava *smíšenin mrazivých a strojeného ledu*. Smíšeniny mrazivé skládají se buď ze solí a kapalných kyselin, buď ze solí neb kyselin a sněhu neb ledu. Smícháme-li ku př. Glauberovu sůl se stejným množstvím kyseliny dusičné, klesne teplota z +10° na -12°R. Smíšením sněhu a kyseliny sírkové po stejném množství klesne teplota z -5° až na -41°R. Ochlazuje-li se voda smíšeninou mrazivou, povstává z ní led, k čemuž užívá se nádob kovových, jež bývají rozděleny ve více oddílův, z nichž některé vodou, jiné pak mrazivou smíšeninou se naplňují. Cukráři připravují *mražené*, jež také jinak ač nepěkně *zmraženinou* se nazývá, stavíce cukrovou kaši v plechové nádobě do smíšeniny ledu a kuchyňské soli.

Při roztékání některých pevných těles v kapalínách *zvyšuje se teplota kapaliny, poněvadž chemickým slučováním těla pevného s kapalinou více tepla se uvolňuje, než roztékáním pevného těla se utajuje.*

80. Teplota při tuhnutí kapalin uvolněné. Ochlazujeme-li kapalinu až k jistému stupni, *stuhne* konečně, t. j. promění se v tělo *pevné*, což děje se *pravidelně* při teplotě, kterou totéž pevné tělo kapalně.

Tuhnoucí kapaliny *uvolňují* tolik tepla, kolik ho při tání byly utajily.

Poněvadž mrznoucí voda teplo vypouští, tvoří se na řekách a jezerech led jen *pozvolna*. Část vody mění se totiž v led a jiná část vody zahřívá se teplem uvolněným.

Voda roztoků solných mrzne při menší teplotě než 0° a led obsahuje jen část soli v průlinkách uzavřenou.

V studenějších krajinách dobývají soli, odstranivše velikou část vody co led ze solanky.

Voda mající teplotu 0°C a led při též teplotě 0°C nemají stejné hustoty, zaujímáť voda při 0°C 0.9 objemu onoho, ježž led při 0°C vyplňuje. Výjev ten vykládá se tím, že v ledu jsou jednotlivé částice nahnány a tudíž jinak seřaděny a více od sebe vzdáleny než ve vodě. Podobným způsobem jako led chová se též *litina* a *vismut*.

Nádoby naplněné vodou trhají se, zmrzne-li voda, poněvadž led více místa zaujímá než voda, z níž povstal. — Poněvadž jest hustota ledu menší než hustota vody, plove led na vodě.

81. Výpar a var. Přechází-li kapalina neb pevné tělo na povrchu svém *ve skupenství vzdušné*, tu říkáme, že se vypařuje a vzdušiny, jež takto povstaly, zovou se *páry*.

Čím *více* kapaliny se zahřívají, tím *rychleji* se vypařují, z čehož patrně, že teplota kapaliny ve výpar její působí.

Výpar kapaliny pozorujeme, necháme-li ji delší čas v otevřené nádobě ve vzduchu, neboť ubývá jí pohenáhlou, až konečně všecka zmizí, t. j. v páry se promění. Výpar kafru a jiných pevných těles pozorujeme již ze zápachu, ježž ve vzduchu rozšířují.

Kapalina vypařuje se na povrchu i při teplotě velmi nízké; zahřejeme-li však kapalinu až ke stupni, který *podem varu* se zove, proměňuje se kapalina též *uvnitř* v páry, jež pak v bublinách úsilně ku povrchu vystupují, což *vřentím* čili *varem* kapaliny se zove.

Teplota *varu rozličných* kapalin jest *rozličná*. Tak vře ku př.:

kapalina	při teplotě	kapalina	při teplotě	kapalina	při teplotě
kyselina uhličitá	-98°	alkohol . . .	+78°C	kysel. sirková	+310°C
" sířičitá	-10°	voda	+100°	lněný olej . . .	+316°
éter	+35°	voda mořská . .	+103.7°	rtuť	+360°
sírouhlík . . .	+47°	fosfor	+290°	síra	+420°

Při teplotě menší, než jest teplota varu, vypařují se kapaliny pouze *na povrchu*. Kapaliny, které velmi rychle i při obyčejné teplotě vzduchu se vypařují, zovou se *prchavé*, jako ku př. alkohol, éther, silice, kapalná kyselina siřičitá, kapalná kyselina uhličitá a t. d.

Též některá pevná tělesa jsou prchavá, jako: kafr, jód, utrych a j. v.

Prádlo uschne za každé teploty, i v zimě, poněvadž voda za každé teploty se vypařuje. — Sušení sena záleží též ve vypařování se vody na vzduchu.

82. Teplo při výparu a varu utajené. Přechází-li kapalina ve skupenství vzdušné, t. j. mění-li se v páru, utajuje teplo.

Dáme-li teploměr do kapaliny, kterou zahříváme, tož stoupá rtuť až k okamžiku, kde kapalina vřítí počíná. Zahříváme-li pak kapalinu ještě více, urychluje se výpar, teplota kapaliny zůstává však vždy tatáž, tak že nelze ji zvýšiti nad teplotu varu.

Z toho vyplývá, že v otevřené nádobě nelze vodu zahřáti výše než na 100°C a že možno vařiti nad ohněm v nádobách cínových i olověných aneb i plechových na měkko spájených; neboť podržuje i nádoba, pokud voda se vaří, ustavičně teplotu 100°C , kteráž nepostačuje k tomu, aby kov neb pájka roztály. Voda vaří se i v papíře nad plamenem svíčky, aniž by papír shořel.

Páry odnímají teplo, jež utajují, kapalině, která se vypařuje, a nejbližšímu okolí svému a sice v míře tím větší, čím *rychleji* se vyvinují a tudíž čím *menší* jest teplota k varu kapaliny potřebná. Při výparu *příliš rychlém* může býti tolik tepla utajeno, že část kapaliny *zmrzne*. Vypařuje-li se kapalina *pozvolna*, nahrazuje se teplo utajené teplem z okolí.

Utajováním tepla při výparu vykládají se mnohé výjevy i užívá se ho mnohdy k rozličným účelům.

Po dešti ochlazuje se vzduch. — Na blízkou vod jest v letě vždy chladnější. — Vlhké půdy jsou chladné. — Obalíme-li kuličku teploměru bavlnou, kterou líhem neb étherem zvlažujeme, klesá rtuť rychle. — Navlhčíme-li ruku líhem neb étherem, cítíme ihned chladno, poněvadž kapaliny tyto rychle se vypařující ruce tepla odnímají. — Chceme-li za tichého povětří zvědět, zdaž a odkud vítr vane, nasliníme prst a vztýčíme jej do výšky. S té strany odkud vítr vane, jest prst chladnější, poněvadž voda úsilněji se tu vypařuje. — Mýš étherem politá zmrzne. — Po koupeli bývá nám chladno. — Zapocení člověk nastudí se snadno v průvanu, kde pot rychleji se vypařuje. — Pro ochlazení kroupí se v letě. — Sudy obalují se navlhčenými tkaninami, aby kapalina v sudech chladná zůstala. — Ve Španělsku uchovávají vodu v nádobách, jež nazývají *alkarazzas*. Jsouť nádoby ty z hlíny nepolévané a tudíž průlničité, tak že voda z nich pořádě slabě prosakuje a na povrchu se vypařující vodě uvnitř zbývající tepla tolik odnímá, že vždy chladnou zůstává. — V též základě spočívá výroba ledu v Bengalsku. Za jasné noci rozestaví tam na planině slamou pokryté pod širým nebem ploché nádoby s vodou. Výparem ubývá pak vodě teploty tak silně, že z části v led se mění. Sláma podestřená zabraňuje přístup tepla z vyhřáté půdy. — Postavíme-li mističku z tenkého plechu měděného na stůl vodou politý a dáme-li do mističky sírouhlík, do něhož pak měchem aneb i jinak dmycháme, vypařuje se sírouhlík a mistička přimrzne i v letě aneb ve vytopené svítnici na stůl. — Postaví-li se voda

v kovové nádobě do jiné větší nádoby s étherem do prostoru, ve kterém (pomocí vývěvy) vzduch se zředuje, vypařuje se éther velmi úsilně a odnímá vodě tolik tepla, že voda zmrzne.

83. Teplo při zkapalnění par uvolněné. Přejíždějí-li páry ve skupenství kapalné, uvolňují teplo, jež při přechodu ze skupenství kapalného do vzdušného byly utajily. Vedeme-li horké vodní páry do studené vody, stoupá teplota vody mnohem výše, než by pouhým smíšením vystoupiti měla, neboť uvolňují páry, jež ochlazením zkapalněly, veškeré utajené teplo, tak že jím voda až k varu může se zahřáti.

Vedeme-li páry z jakékoliv kapaliny měděnou rourou, hadovitě svinutou a ponořenou do nádoby se studenou vodou, zahřívá se voda, ješto páry, v rouře se ochlazující, utajené teplo uvolňují. Teplota vody může teploměrem se měřiti a zvážíme-li kapalinu, jež z par byla povstala, možno pak množství uvolněného tepla určití.

Před deštěm bývá v letě veliké horko, ješto uvolňují vodní páry teplo, které byly utajily. Taktěž otepluje se vzduch v zimě, než sníh padá.

Páry vodní, kteráž v párním stroji úkol svůj již byla vykonala a do vzduchu bez užítu vypustiti by se musila, užívá se v továrnách nezřídka k tomu, aby ochlazující se a přecházející ve vodu, uvolněným teplem svým vodu aneb jinou kapalinu v jiných nádobách zahřívala. — Také slouží páry vodní ku vytápění příbytků a ku vyhřívání suširen.

84. Přehánění a překapování. Převádění těla pevného v páry zahříváním a par taktó vzniklých opět v tělo pevné ochlazením nazývá se *přehánění* čili *sublimace*, odkudž také pevné tělo, které z par co jemný prášek bylo se usadilo, *sublimát* se jmenuje.

Zahříváme-li kousek kafry ve skoumavce, vidíme bílé páry z kafry vystupující, jež na hořejší chladnější stěně skoumavky co jemný prášek se osazují.

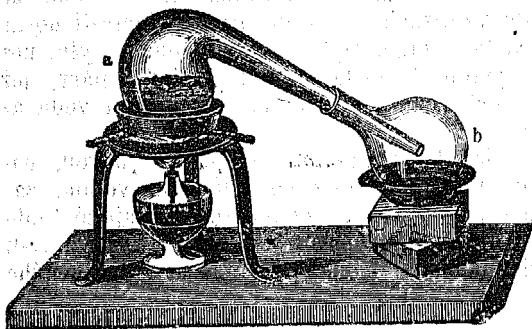
Překapování č. destillace záleží v tom, že kapalina zahříváním se vypařuje a páry její ochlazením opět kapalní.

Ku překapování menšího množství kapaliny slouží přístroj obr. 68. znázorněný. Ve křivuli *a* zahřívá se kapalina až k varu, páry ochlazují se a kapalní v jímadle *b*. Má-li větší množství kapaliny se překapovati, zahřívá se kapalina v kotli, páry odcházejí pak z kotle rourou *c* do *chladiče* (obr. 69.), t. j. do dlouhé kovové trubice *s*, haditě zatočené, která ochlazuje se vodou v nádobě *ab*. Když pak proměnily se páry ochlazením v kapalinu, otevře se kohoutek *d* a kapalina vyléka. Teplem, jež přechodem par v kapalinu se uvolní, zahřívá se voda v nádobě *ab* a musí nahrazovati se ustavičně jinou, studenou, k čemuž slouží trubice *f*, kteráž jest dole při dně nádoby nálevkovitě rozšířena. Studená voda přitéká do nádoby *ab* trubicí *f*, oteplená odtéká pak z chladiče borem, postranním otvorem *e*. Širší trubice *ee*, která trubicí *f* obhájí, slouží k tomu, aby voda oteplená trubicí *f* se dotýkala a studenou vodu do chladiče přitékající otepliti nemohla.

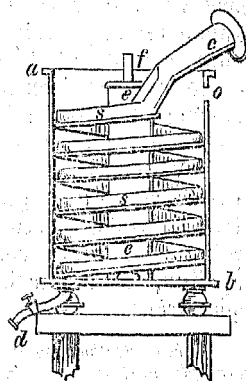
Překapováním odlučujeme hmoty prchavé ode hmot jiných v ohni stálých aneb méně prchavých. Zahříváme-li ku př. směs líhu a vody, odcházejí ze směsi páry líhové již při teplotě 79°C i můžeme taktó líh překapováním

odlepění od vody. — Překapováním nabýváme vody zcela čisté, ješto pouze voda v páry se mění, pevné látky v ní rozpuštěné, jakož i všeliké příměsky její však v kotli zůstávají.

Obr. 68.



Obr. 69.



e). Měření tepla.

85. Jednotka tepla. Stanovíme-li teploměrem teplo nějakého těla, poznáváme pouze účinek tepla, jevíci se roztahováním rtuti v teploměru; množství tepla, jež v těle jest ohsaženo, zůstává nám neznámo. Chceme-li množství tepla určit, musíme je měřiti a k tomu zapotřebí určité míry.

Poněvadž teplo opět jen teplem měřiti možno, bře se za měru č. *jednotku tepla* ono teplo, jehož potřebí, aby 1 libra čistě (překapané) vody z 0° na 1°C se zahřála.

Ka zahřátí 2, 3, 4 n liber vody z 0° na 1°C jest patrně potřebí 2, 3, 4 n jednotek tepla.

86. Teplo měrné a vnímavost tepla. Smícháme-li 1 libru železných pilin, na 45°C zahřátých, s 1 librou vody 0°C teplé, tož bude za jistou dobu směs stejně teplá, ale bude jevíti teplotu pouze 5°C . Jak patrně, pozbyla 1 libra železa 40°C tepla a týmž teplem zahřála se stejné množství vody, t. j. 1 libra, z 0°C pouze na 5°C ; přibývá tedy vodě 8krát méně teploty, než by jí týmž teplem přibylo stejnému množství železa.

Porovnávajíce vespolek množství tepla, jichž potřebí, aby 1 libra rozličných těles z 0° na 1°C se zahřála, shledáváme, že množství tato jsou u rozličných těles rozličná, i nazýváme *ono množství tepla* čili *počet jednotek tepla*, jehož potřebí, aby teplota 1 libry (nebo 1 gramu, vůbec jednotky váhy) o 1°C se zvýšila, *teplem měrným*.

Poněvadž teplo, kterým teplota 1 libry vody z 0° na 1°C stoupá, za jednotku tepla klademe, jest patrně měrné teplo vody při teplotě 0° jednice (1).

Měrné teplo některých těles pevných a kapalných vytknuto v následující přehledné tabulce:

t ě l o	měrné teplo	t ě l o	měrné teplo	t ě l o	měrné teplo
led	0·9000	železo	0·1188	platina	0·0829
fosfor	0·2514	zvonovina	0·1100	zlato	0·0324
sůl kuchyňská	0·2300	nikl	0·1086	olovo	0·0314
síra	0·2026	cínk	0·0956	voda	1·0000
sklo 0° — 300°C	0·1900	měď	0·0952	alkohol	0·6058
„ 0° — 100°C	0·1770	mosaz	0·0939	éter	0·5158
ocel nekalená	0·1765	stříbro	0·0570	olivový olej	0·5040
litina	0·1298	cín	0·0562	kyselina sirková	0·3490
ocel kalená	0·1175	antimón	0·0508	rtuť	0·0333

Tělesa, jejichž měrné teplo jest větší, musí býti opatřena schopností, aby větší množství tepla pohlcovala č. *vnímala*, pročež zoveme schopnost těla, pohltiti jisté množství tepla, aby teplota jeho o 1°C se zvýšila, *vnímavostí tepla*.

Poněvadž přibývá vnímavosti tepla tou měrou, kterou přibývá měrného tepla, jest vnímavost tepla nějakého těla tím větší, čím větší jest jeho měrné teplo.

Vnímavost tepla spravuje se:

a) hmotou těla, a jest tudíž, jak z předcházející tabulky vyplývá, u rozličných těles rozličná;

b) teplotou, neboť známo ze zkušenosti, že ku zvýšení teploty těla o 1°C potřebí tím více tepla, čím vyšší jest teplota těla.

Ku zahřátí těla z 20° na 21°C jest potřebí více tepla než ku zahřátí téhož těla z 0° na 1°C .

c) Čím více ubývá hustoty těla, tím větší jest jeho měrné teplo a tudíž i vnímavost tepla, pročež má totéž tělo ve skupenství plynném vnímavost tepla největší a ve skupenství pevném nejmenší;

d) vnímavost tepla mění se, když dvě tělesa vespolek chemicky se slučují, a mnohdy též, když pevné tělo v kapalině se roztéká.

f) Zdroje tepla.

87. Slunce a země co zdroj tepla. Nejpřednějším zdrojem tepla jest slunce, jež zemi naši netoliko osvětluje, nýbrž i zahřívá.

Za okolností jinak stejných zahřívají paprsky sluneční tělo tím silněji, čím více jich na tutéž plochu přichází, t. j. čím jsou hustější, čím méně šikmo a čím déle na tělo dopadají a čím více jich tělo pohlcuje.

Teplu sluneční jest k životu a zdaru živočichův i rostlin nevyhnutelně potřebné. Teplem slunečním spravují se proměny teploty denní a roční, jakož i teplota rozličných pásem na naší zemi, o čemž, jakož i o mnohých jiných z tepla slunečního vyplývajících výjevech, na jiném místě obšírněji pojednáno.

Slunce zahřívá pouze vrchní vrstvy země naší, do vrstev hlouběji položených teplo sluneční nevniká. V hloubce 60—80' zůstává teplota po celý rok stejná. Ve vrstvách hlubších přibývá pak teploty tou měrou, kterou se přibližujeme středu zemskému. Až posud neznámo, kterak teploty ku středu zemskému přibývá, ale nutno souditi, že ve hloubi 8—10 mil země ve stavu žhoucím neb tekutém se nalézá. Špatná vodivost kůry zemské jest příčinou, že teploty ohnivého jádra zemského pozorovati nemůžeme.

Ve sklepě pařížské hvězdárny 27.^m hlubokém ukazuje teploměr od roku 1788 ustavičně teplotu 11.₈₂°C.

Že země naše má své vlastní teplo, toho důkazem jsou: výbuchy *sopel*, které *žhavou* lávu vyhazují, — *horké prameny* (jako ku př. vřídla v Karlových Varech 59—60°R., v Teplicích 22—39°R., v Svatojanských lázních blízce Trutnova 23—25°R. atd.), jež mají teplotu tím vyšší, z čím větší hloubky ze země vynikají, — *táni* nejhlubších vrstev ledu v ledovcích atd.

Ve sklepech v zimě nemrzne; řepu a zeměky zahrabáváme do země, abychom je mrazu uhájili; v severních krajinách dělají si zvířata v zimě své brlohy v zemi, ano i lidé hledají v zemi útočiště před silným mrazem.

88. Mechanické zdroje tepla jsou: tlak a ráz, přilnavost a pohlcování a tření.

a) *Tlakem i rázem* přibližují se hmotné částice těla k sobě, pročež *hustnosti* těla *přibývá* a tudíž *vnímavosti tepla* dle odst. 86. c) *ubývá*, čímž *část tepla* v tělesech obsaženého *se uvolňuje*.

V zápalkách (kapslích) střelných zbraní jsou tráskavé soli, kteréž nárazem kohoutku se zapalují. — Nárazem kladiva na kov zahřívá se kov, ba mnohdy až se rozžhaví. — Střelná bavlna kladivem na kovadlině, silně udeřená, zapaluje se a tráská. — Při ražení zahřívají se pentze velmi silně. — Křesáním ocele o křemen odletují rozžhavené částičky oceli co jiskry, jichž druhdy užívalo se obecně k rozžhání olné. Podobně vidáme jiskry, vznikající silným nárazem podkovy koňské na tvrdý kámen. — Stlačíme-li píst, na jehož dolním konci upevněn kousek zápalné hubky, do válce dole uzavřeného, k jehož stěnám píst neprodyšně přiléhá, vzniká stlačením vzduchu ve válci horko tak značné, že hubka se zapaluje, pročež přístroje toho se užívalo co tak zvaného *pneumatického zapalovadla*. — Nárazem aneb stlačováním zahřívá se též kůže, papír, dřevo a j. v.

Zvětšením objemu a z něho plynoucím zmenšením hustosti vzniká ochlazení.

Roztáhneme-li prudce tenkou proužku kaučukovou, ochladí se dosti značně. — Pára z párního kotle proudící jest v neveliké vzdálenosti od kotle již dosti chladná, poněvadž na vše strany se rozchází, značně se zředňuje. — Proudí-li *silně zhuštěný* vzduch *úzkým* otvorem a dáme-li v určité vzdálenosti do proudu jeho trochu vody, zmrzne voda, ač teplota vzduchu pod nullu neklesla. — Podobně ochlazujeme horké pokrmy úsilným foukáním.

b) *Přilnavosti a pohlcováním* splozuje se značné teplo. Kapalin i vzduch lnou ku pevným tělesům a bývají od nich pohlčovány a zhuštěny mnohdy v takové míře, že tělo teplem, které ze zhuštění vzniklo, se vznímá a hoří.

Pevná těla ústrojná, byvše vodou zmokřena, zahřívají se tak silně, že teplota jejich o několik stupňů se zvyšuje. — Dřevěné uhlí na prach rozmělněné pohlcuje a zhušťuje v sobě tolik kyslíku ze vzduchu, že mnohdy teplem ze zhuštění vznikajícím se zapaluje. — Olejem neb pokostem napuštěné a stlačené látky (jako: plátna, provazy a j.) vnímají při vysychání oleje tolik kyslíku, že mnohdy se zapalují, jakož stává se mnohdy ve skladištích takových látek. — Seno, sláma a hnůj, byly-li mokré na hromadu složeny, taktéž mnohdy se zapalují. — Působení rozžehadla Döbereinerova (viz obr. 47. na str. 65.) zakládá se v pohlcování a zhušťování se vzduchu v houbě platinové.

Třením vyvinuje se vždy mnoho tepla, a sice tím více, čím rychleji tělesa se trou.

Rumford dokázal jednoduchou zkouškou, že třením mnoho tepla se zplozuje. Otáčením kovového čepu v kovové pánvi a z něho vznikajícím třením spůsobil tolik tepla, že 20 lib. vody, která čep obklopovala, až k varu se zahřálo.

Pilníky, píly, nebozozy, čepy, nápravy, zavírky kol vozových a j. zahřívají se třením silně, což ze zkušenosti dostatečně známo. — Nápravy vozů potírají se kolomazí a čepy olejem, aby tření se umírnilo a přílišné zahřátí jich se zamezilo. — Sírky vznímají se plamenem, když na drsné ploše se trou. — Divochové rozdělávají oheň třením suché dřevěné tyčinky v dółku, do druhého dřeva vyhlubeném. — Soustružníci dělají na pracích svých hnědé proužky, přitlačující špičaté dřevo na věc, která na soustruhu rychle se otáčí. — Při broušení nožů vzniká třením mnohdy tak veliké horko, že z ocele žhavé jiskry odletují. — Pod mlýnským kamenem bývá čerstvé semletá mouka teplá. — Trouce jednu ruku o druhou, zahříváme obě. — Třeme-li v chladném prostoru kus ledu jiným kusem ledu, zahřívá se led tak, že taje.

89. Chemické slučování hmot co zdroj tepla. Chemickým slučováním hmot zplozuje se mnohdy značné množství tepla, což lze vyložiti tím, že slučováním mění se hustota a skupenství a tudíž i vnímavost tepla.

Nalijeme-li kyseliny sirkové do vody, zahřívá se směs dosti značně. — Nehašené vápno vodou polité, velmi silně se zahřívá. — Smísíme-li dusičnou kyselinu dýmavou s kyselinou sirkovou a nalijeme-li směsi do stejného objemu sílice terpentínové, zplozuje se tolik tepla, že směsina se zapaluje. — Dříve užívané sírky byly na konci chlórěčnanem draselnatým povlečeny a rozžehaly se, byly-li koncem tím de kyseliny sirkové smočeny.

Hořením a dýcháním, kteréž záleží v chemickém slučování se kyslíku s látkou jinou, č. v *okysličování*, vzbuzuje se tak mnoho tepla, že oba tyto výkony za nejznačnější zdroj tepla nutno pokládati.

90. Hoření. Jeví-li se při slučování se kyslíku s některou jinou hmotou č. při *okysličování* značné *světlo* a *teplo*, nazývá se děj ten *hořením*.

1. K hoření jest nutně potřebí, aby měla hořící látka dostatek *tepla*, t. j. aby *zahřála se* do určité teploty, řídící se zvláštní povahou látky, č. aby se *zapálila*. Když látka hořeti již počíná, zplozuje se hořením samým obyčejně více *tepla*, než ho ku dalšímu hoření potřebí.

Dřevo, jež má hořeti, musíme dříve zapáliti, t. j. v plameni až do určité k hoření potřebné teploty zahřáti. — Podobně vznikají se plamenem síra, kostik a jiné látky, když byly dostatečně zahřáty č. zapáleny.

Kostik se zapaluje při teplotě 37·5°C, síra při 294°, vodík při 300°C atd.

Některé látky vznikají se již za obyčejné teploty, tak že není potřebí jich zapalovati. Látky takové zovou se *pyroforoy* (ohněnoši) i náleží k nim ku př. *fosforovodík*, o kterém již na str. 74. bylo pověděno, že na vzduchu samovolně se zapaluje.

2. Kromě přiměřené *teploty*, *vyšší* potřebí ku hoření, aby *hořlavina dotýkala se stále s dostatečným množstvím kyslíku a tudíž s obecným vzduchem*, z něhož kyslík k hoření potřebný si bere.

Čím rychleji a čím více vzduchu ku hořlavině se přivádí, tím více podporuje se hoření. Ku dokonalému hoření potřebí též, aby plyny hořením zplozené volně odcházeti mohly.

Foukajíce ústy aneb měchem vzduch úsilně do plamene, urychlujeme hoření dříví a uhlí. — Komíny pomáhají odcházení plynův hořením vznikajících a způsobují silné proudění vzduchu, čímž ku hořlavině ustavičně čerstvý, kyslík obsahující vzduch se přivádí. — Podobně slouží skleněné komínky u lamp, neboť dává lampa, jak ze zkušenosti známo, pod komínkem plamen mnohem jasnější, poněvadž jest hoření dokonalejší. — Argandské svíčky a lampy mají duté knoty, aby měl vzduch i do vnitř plamene volný přístup. — Rošty (železné mřížky) v našich kamnech napomáhají hoření, propouštějíce vzduch z dole do vnitř plamene.

3. Hmoty, které horkem *prchají*, jako na př. *síra, kostik, draslík* a *plyny*, hoří plamenem, hmoty *neprchavé* toliko *řeřaví*.

Podlé toho, užíváme-li při obyčejném hoření *světla* aneb *tepla*, mluvíme o *svícení* aneb o *topení*.

4. *Světlo*, jehož obyčejná svítiva naše poskytují, spravuje se hlavně *řeřavením* částíček uhlíku v plameni se vznášejících.

Plamén svíčky jest tím jasnější, čím více v něm žhavých částíček uhlíku. Plamén líhový dává slabé světlo, poněvadž v něm málo uhlíku.

V plameni svíčkovém neb olejovém možno rozeznati zřejmě části následující: 1. u vnitř tmavý kužel *aa'* (obr. 70.), jehož základna jest přímo nade knotem; 2. část bledě modrou dole při knotu a kolem něho; 3. část bílou *fg*, která skvělé světlo dává, kužel *aa'* obklopuje a nad ním do konce plamene vybíhá; 4. nejkrásnější obal *bcd*, který málo světla dává, ale nejpálčivější část plamene skládá.

Svítilno teplem roztopené postupuje plamenem do výšky a rozkládá se u vnitř v tmavé části plamene *a*, čímž vylučuje se uhlík, který do běla se rozpaluje a nejjasnější část plamene *fg* utvoří v krajním obalu *bcd* se spaluje. Poněvadž v krajním obalu *bcd* látky okysličitelné, k nimž má vzduch volný přístup, velmi rychle se okysličují, zove se obal ten plamenem *kysličitvým* (oxydačním); ve světlé části plamene odnímá žhavý uhlík kysličníkem kyslík a *odkysličuje* je, pročež světlá část plamene *plamenem odkysličivým* se jmenuje.

Obr. 70



5. Množství *tepla*, hořením se vyvinující, stanoví se spalováním těla pod nálevkovitým příklopem, z něhož vystupují žhavé plyny a páry hořením zplozené do hadovité zohybané trubice, obklopené vodou, která se zahřívá a z jejíž teploty teplo hořením vzniklé vypočítati možno. Zkouškami takovými shledáno, že spálením 1 lib. následujících druhů paliva zahřívá se připojený počet liber vody z 0°C, na 100°C.:

rašeliny	15—30 lib.	uhlí z rašeliny	63 lib.	loje	80 lib.
dříví	29—36 "	svítiplynu	64 "	oleje řepkového	93 "
líhu	60—67 "	koka	66 "	dřevěného	112 "
uhlí kamenného	60—78 "	uhlí dřevěného	73 "	voříku	230—236 "

Chceme-li topením značného tepla docílit, potřebí netoliko výhřevného paliva, nýbrž i aby bylo palivo dokonale suché, neboť vězí-li v palivu voda, vyparuje se a s parami uchází valná část tepla od nich poutaného, aniž by nám prospěla. Aby palivo dokonale hořelo a co nejvíce tepla zplozovalo, musí míti vzduch k němu přístup a dým musí míti volný odchod. Přítok vzduchu do plamene a odtékání plynů a par hořením zplozených spravuje se prouděním vzduchu v komíně a úpravou kamen.

Zvláště výhodná jsou kamna od *Kodyma* upravená (tak zvané *Kodymky*), kteráž mají rošt se stran ohrazený, tak že palivo leží pouze nad roštem, nemohouc na strany se rozkutálet, čímž jest veškeré palivo vzduchu z dola roštem proudícímu ostaveno; rošt jest od plotny tak vzdálen, že špička plamene, t. j. jeho nejteplejší část plotny se dotýká, a kouř vede se dříve, než do komína vchází, do spodu kamen, čímž stává se, že kamna i od spodu hřejí a vzduch ve světnici lépe se čistí.

91. Hašení ohně. Podmínky ku hašení ohně jsou přímo *opáčné* podmínek *trvání* ohně. Oheň hasne totiž, když hořící hmotu ochladíme pod onu teplotu, které ku hoření potřebuje, aneb když vzduchu a tudíž i kyslíku, ku hoření nutně potřebnému, přístup k ohni zamezíme, aneb když obklopíme oheň plyny, které hoření nepodněcují, ku př. kyselinou uhličitou neb siřičitou.

1. Nalijeme-li *dosti vody* do ohně, *zhasne tento*, neboť ochlazuje se hořlavina chladnější vodou, kteráž vyparuje se úsilně a utajující mnoho tepla, odnímá je hořlavině, čímž tato ještě značněji se ochlazuje. Poněvadž voda hořící látky obklopuje a je pokrývá, zabraňuje spolu přístup kyslíku ze vzduchu a tudíž i hoření.

2. Nalijeme-li jen *málo vody* do silného plamene, nehasne tento, nýbrž *hoří tím úsilněji*, neboť rozkládá se voda na hořících látkách v kyslík, který hoření podněcuje, a vodík, který sám hoří. — Uhlí kropí se vodou, aby lépe hořelo.

3. Hořících *mastnot* jako: másla, oleje a j. nemůžeme vodou uhasiti, neboť padá voda do nich nalitá, jsouc hutnější, rychle dolů, tak že mastnota na vrchu se vzduchem stýká se nepřestává; žhavou mastnotou zplozují se pak z vody páry, kteréž značnou rozpínavostí svou hořící mastnotu na vše strany rozmetávají, čímž mnohdy záhubný požár vzniká, jakož, bohužel, často při převáření másla se stává.

Nejsnáze uhasíme hořící mastnoty ano i *jiné látky*, posypeme-li je hustě popelem, pískem, prstí aneb jakoukoliv jinou látkou (třeba i *řezankou*), která vzduchu přístup zamezuje.

4. Hořící *saze* v komíně uhasí se nejsnáze, zacpeme-li neprodyšně hořejší otvor komína (mokrout houní) tak, aby proudění vzduchu v komíně a tím i přitékání vzduchu k sazím se překazilo. Spálením dostatečného množství síry pod komínem hasí se taktéž saze, ješto hořící síra vzduchu kyslík odnímá a zplazená kyselina siřičitá hoření sazí zabraňuje. Mnohdy postačí, když v komíně z ručnice vystřelíme, neboť výstřelem se otřeše komín a saze spadnou dolu na ohniště, kdež nebezpečím nehrozí.

5. *Ve sklepích, skladištích zboží, v báních a ve všech uzavřených a nepřístupných místnostech* uhasí se oheň, když veškeré otvory (okna dvěře atd.), kterými vzduch k ohni přistupovati může, jakýmkoliv látkami neprodyšně se ucpou.

6. Obklopíme-li plamen *hustou sítí* drátěnou, odnímá síť co dobrý teplovodič plamenu tolik tepla že za sítí hořlavé plyny zapáliti se nemohou. Na tom základě upraven pro horníky *Davy-ho bezpečný kahan* (obr. 62. na str. 92.)

7. Přivádí-li se tak mnoho kyseliny uhličitě do ohně, že jej může obklopiti, dá se takto i značný oheň uhasiti. V době novější konány v této příčině mnohé zkoušky s výsledkem uspokojivým.

92. Výkony životní co zdroj tepla. Dýcháním zplozuje se teplo jako hořením, neboť jest dýchání zvláštní způsob hoření.

V *potravě* (srovnej odst. 66.) přijímá tělo naše hlavně *uhlík a vodík*, kteréž plyny s kyslíkem vzduchu, jež vdychujeme, spalují se na *kyselinu uhličitou*, a *vodní páry*, jež dýcháním a výparem z těla odcházejí. Tak vyvinuje se v těle našem, jakož i v těle zvířat teplo, jako by uhlík a vodík uvnitř v těle byly shořely.

Aby zachovala se v těle vždy teplota příslušná a zdraví přiměřená, nutno potravou uhlík a vodík nahrazovati tčtu měrou, kterou byly stráveny.

V zimě jíme více než v letě, po rychlejších pohybu, zvláště na čerstvém vzduchu a po namáhavé práci potřebujeme více potravy; ve studeném pásmu požívají lidé více masa, v horkém více potravy rostlinné. — V horké nemoci člověk mnohdy čtrnácte dní mimo nápoj ničeho nepožívá a přece má tělo větší teplotu než jindy, za to však stravuje se člověk tak, že velmi se zeslabuje a po uzdravení dlouhého zotavení a hojné potravy potřebuje. — Zplozuje li se v těle příliš mnoho tepla, ulevuje si tělo potem, který teplo utajuje a tělu odnímá.

Ponebím, stářím atd. mění se teplota krve člověka a zvířat teplokrevných jen nepatrně. Zdravé tělo lidské má teplotu 37°C ., v nejprudší horečce stoupá teplota nejvýše do $40\text{--}42^{\circ}\text{C}$. — Ptáci mají teplotu $32.2\text{--}43.9^{\circ}\text{C}$., ssavci $37.3\text{--}39.7^{\circ}\text{C}$., obojživelníci $28.9\text{--}32.2^{\circ}\text{C}$., ryby $25\text{--}25.5^{\circ}\text{C}$., hmyzi 25°C .

Oddíl šestý.

0 magnetičnosti.

a) Magnetické výjevy

93. Magnety. Ruda železná, která v nerostopisu železovec osmistěnný a v lučbě kysličník železato-železitý ($FeO \cdot Fe_2O_3$) se nazývá, přitahuje železo a drží je u sebe jistou silou. Staří Řekové nazývali rudu tuto *magnetēs*, poněvadž u města *Magnēsie* v Lydii se dobývala; nyní nazýváme ji *magnetit* č. *magnetovec*, odkudž i výše vytknutá vlastnost její jakož i souhrn výjevů v té vlastnosti se zakládajících *magnetičnost* se jmenuje.

Tělesa, kteráž přitahují a drží u sebe železo, zovou se *magnety*. Různějáváme pak magnety *samorodné*, které jsou magnetičností již od přírody obdařeny a *magnety strojené*, které z ocele připravujeme.

V novější době bylo seznáno, že magnet přitahuje netoliko železo, nýbrž i nikel, kobalt, chróm, mangan, platinu a několik jiných prvků, pročež prvky tyto nazývají se magnetickými.

Číňané užívali již 1000 let před Kristem magnetičnosti k účelům rozmanitým. — Ve středověku vypravovaly se vymyšlené pověsti o skalách magnetických, jež přitahovaly k sobě a vyťahovaly hřeby železné z lodí, kteréž pak se rozpadávaly. — O rakvi Mohamedově bájilo se, že vznáší se v Mekce mezi dvěma magnety ve výši mezi nebem a zemí.

94. Magnetické výjevy. 1. Dotýká-li se železo magnetu, přitahuje a drží je magnet jistou silou, tak že jen zase silou možno železo od magnetu oddělití.

Zastrčíme-li magnetickou tyč do směsi pilin železných a měděných, zachytí se pouze železné piliny na magnetu, i možno tudíž magnetem piliny železné z jiných vylučovati. — V továrnách, ve kterých jehly a jiné ocelové a železné předměty se hotoví, poletuje ve vzduchu železný prášek velmi jemný, který se vzduchem do plic vniká a tam zhoubně působí. Učenci radili dělníkům v továrnách takových, aby opatřili ústa a nos sítkami magnetickými, by takto vzduch, ponechávaje v sítkách železný prášek od nich přitahovaný,

jaksi se procezoval. — Magnetickým kladivem zatloukají se pohodlně malé hřebíčky. — Magnetickou tyčinkou vytahujeme snadně ocelová péra z kalamáče.

2. Magnet přitahuje a drží železo již v jisté vzdálenosti; přitaživosti magnetické *ubývá* pak v poměru ku vzdálenosti *čtverečně*, t. j. ve vzdálenosti 2-, 3-, 4kráté větší jest přitaživost 4-, 9-, 16kráté čili 2²-, 3²-, 4²kráté menší.

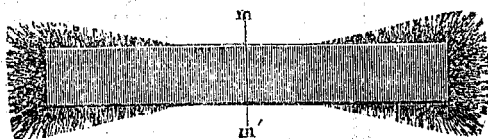
Zblížíme-li magnetu kuličku železnou, na niti zavěšenou, pohybuje se kulička v oblouku ku magnetu. — Jehla na stůl položená vyskočí a přichytí se magnetu, který s hora k ní dostatečně přiblížíme. — Upadne-li jehla na zemi, nalezneme a zdvihneme ji nejsnáze pomocí magnetické tyče. — Lékaři užívají magnetu ku vytažování železných pilin, jež dělníkům v továrnách na zboží železné někdy do oka se zarývají.

3. Magnet přitahuje a drží železo i tehdáž, když mezi ním a železem jsou látky nemagnetické, jako: papír, dřevo, sklo, měď, voda a j.

Pokryjeme-li magnet papírem, přitahuje železné piliny, jakoby papíru mezi ním a pilinami nebylo. — Jablko, do kterého kousek železa zastrčeno, pobíhá zdánlivě samovolně na stole, když pod deskou stolu silný magnet sem tam pohybuje.

4. Magnetická tyč přitahuje železo na rozličných místech silou rozličnou. Největší přitaživost má tyč nedaleko konců, odtud pak ku prostředku síly ubývá, tak že u prostřed tyče možno si mysliti čáru *mm'* (obr. 71.), na které magnet železa nepřitahuje. Čára tato se jmenuje *středovou*; body, ve kterých jeví se magnetická přitaživost největší, slovou *magnetické póly*, a přímka, která oba póly spojuje, nazývá se *magnetickou osou*.

Obr. 71.



Položíme-li magnetickou tyč do železných pilin, pilnou v největším množství k oběma koncům jejím (obr. 71.), kdež jedna na druhou se nachytají, skládajíce skupiny, podobné husté srsti ježaté. Od koncův ku středu pilin ubývá a na středové čáře *mm'* není pilin zcela žádných.

5. Magnetická tyč, tak podepřená aneb zavěšená, *aby mohla kolem kolmé osy v rovině vodorovné snadně se otáčeti*, směřuje vždy, jsouc sama sobě ostavena, *týmž jedním koncem k severu a druhým k jihu*, i vrací se vždy do této polohy, byla-li z ní vyšinuta.

Konec tyče k severu obrácený jmenuje se *pólem severním* a druhý konec k jihu, směřující nazývá se *pólem jižním*.

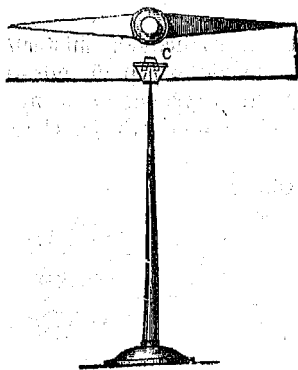
Má-li magnetická tyčinka tvar kosočtverečný a je-li u prostřed v *c* (obr. 72.) opatřena kloboučkem, kterým na špičatou osu volně se zavěšuje, nazývá se *magnetka* (*magnetická jehla*, *dralka*, *střelka*).

6. *Stejnomenne póly magnetické* (severní a severní aneb jižní a jižní) *odpuzují se*, *nestejnomenne póly* (severní a jižní) *přitahují se* vespolek.

Z odpuzování se pólu nestejnomených možno seznati, je-li nějaké tělo magnetem a kterak jsou konce jeho zmagnetovány. Železo bývá od magnetu na obou pólech stejnou silou přitahováno, nemá tudíž magnetických pólů a není magnetem. Přitahuje-li však jeden pól magnetu jeden konec nějaké tyče a odpuzuje-li tentýž pól druhý konec její, jest tyč magnetem a má pól jižní na konci od severního pólu přitahovaném. V přitaživosti pólů nestejnomených a odpudivosti pólů stejnojmenných zakládá se úprava některých hraček magnetických. Obecně známy jsou ku př. rybičky a husičky z tenkého plechu zhotovené, duté a lehké, tak že ve vodě plovou. Bývá v nich kratičký drát magnetický. Přiblížíme-li se k nim delší tyčinkou magnetickou, přitahuje jeden konec její rybičku, (vlastně nestejnomený pól magnetu v ní vězícího) druhý pak ji (vlastně stejnojmenný pól magnetu) odpuzuje. — Tak mají i kejklíři upravené přístroje s ručičkou, která, otáčevší se nějakou dobu, na jistém čísle neb na jistém písmeni se zastavuje, poněvadž posouvnul tam kejklíř nepozorovaně magnet za číselníkem ukrytý, jehož póly s póly ručičky vespolek se přitahují.

7. Dotýká-li se tyčinka z měkkého železa pólu magnetu, jest sama magnetem, tak že přitahuje tyčinku druhou, druhá třetí, třetí čtvrtou atd. Na koncích tyčinek k pólu obrácených jsou póly s pólem magnetu nestejnomené, na koncích od pólu odvrácených jsou póly s pólem magnetu stejnojmenné. Čím silnější jest magnet, tím více tyčinek možno takto v souvislý řetěz spojit.

Obr. 72.



Vousaté skupiny železných pilin na tyčích magnetických vznikají tím, že pilina, dotýkající se magnetu, sama se zmagnetuje a druhou přitahuje, ta pak jako magnet drží třetí atd. — Magnetické řetězky skládají se z několika vespolek se dotýkajících kroužkův, z nichž první ku magnetu se přiloží.

Je-li magnet velmi silný, není ani potřeba, aby první tyčinka jeho se dotýkala, stává se magnetickou již pouhým zblížením se ku magnetu.

Přiblížíme-li se dvěma železnými tyčinkami na niti zavěšenými nad pól magnetu, budou pólu zblížené konce zmagnetovaných tyčinek vespolek se odpuzovati, majíce póly stejnojmenné vespolek, ale s pólem ovšem stejnojmenné.

8. Železo pozbývá magnetičnosti ihned, jakmile od magnetu se vzdálí, ocel podržuje však magnetičnost po delší dobu i pak ještě, když od magnetu se vzdálí. Byla-li ocelová aneb železná tyč zmagnetována dotýkáním se pólu magnetu aneb zblížením se k němu, říkáme, že byla zmagnetována *rozkladem* aneb *návodem*.

Potíráme-li ocelovou tyč magnetem samorodým aneb strojním v určitém směru a po jistou dobu, nabývá tyč magnetičnosti *trvalé a zůstává povždy magnetem*.

Ocelová tyč nabývá *trvalé magnetičnosti*, když na jeden konec její kladivem se tlouče, aneb když tyč se krotí, stlačuje aneb piluje, aneb když silně zahřáta *náhle* se ochlazuje.

Ocelové nástroje často užívané, jako pilníky, nebozezy, průbojníky a j. bývají magnetické.

9. Magnet nepozbývá magnetičnosti, když jím ocel potíráme a magnetujeme, tak že jediným magnetem možno nesčíslný počet ocelových tyčí zmagnetovati, aniž by mu síly magnetické ubylo.

10. Přelomíme-li magnetickou tyč ve *více kusův*, objeví se každý kus co dokonalý magnet, mající oba póly, severní i jižní. Severní pól každého kusu jest v tom konci, který byl severnímu pólu přelomené tyče blíže, jižní pól každého kusu jest pak v konci, který byl blíže jižnímu pólu tyče.

Složíme-li všechny kusy opět v jedinou tyč dohromady, má tyč opět pouze jeden pól severní a jeden pól jižní jako dříve, pokud byla celou.

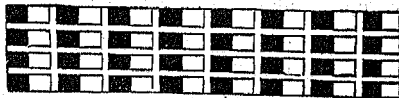
Nejmenší části magnetu musíme tudíž pokládati za malé magnetky č. *magnetické prvky*, jichž stejnojmenné póly v tutéž stranu směřují. Přitaživost magnetu jest tudíž výsledek přitaživých sil všech jednotlivých prvkův.

95. Původ magnetičnosti. Magnet nepozbývá magnetováním ocele ničeho ze své magnetičnosti i nelze tudíž pokládati magnetinu za látku, která z jedné hmoty do druhé přechází. Zmagnetováním nepřibývá oceli váhy i jest tudíž magnetina nevažitelnou. Poněvadž i v nejmenším kousku magnetu nalezáme oba póly, severní i jižní, nutno souditi, že v tělesích magnetických každá molekula má magnetinu severní i jižní.

Pokud jsou molekuly nepravidelně rozloženy, nejeví tělo magnetičnosti žádné, neboť magnetiny nestejnojmenné ruší se vzájemně ve svých účincích; seřadí-li se molekuly tak, aby stejnojmenné magnetiny v tutéž stranu směřovaly, jest tělo magnetem. *Magnetování zleží tudíž v tom, že molekuly z nepravidelné polohy své se vyřinují a tak se seřadí, aby stejnojmenné magnetiny v tutéž stranu obráceny byly, jakož*

znázorněno obr. 73., kdež značí bílé čtverečky, vesměs v tutéž stranu obrácené, magnetinu severní a černé čtverečky magnetinu jižní.

Obr. 73.



Přitahování železa magnetem vykládá se tím, že stává se železo příslušným seřaděním molekul nejprve magnetem, jež pak magnet přitahuje. *Vlastně přitahují se tedy jen magnety vespolek.*

Železo zmagnetuje se snadně, ale taktéž snadně magnetičnosti pozbývá; ocel těžce magnetičnosti nabývá ale na vždy ji podržuje.

Soudíme tudíž, že jistá *síla držívá*, proměně stavu magnetického odporující, železo a ocel vždy v témž magnetickém stavu udržovati se snaží; síla tato jest v železe *nepatrná*, v oceli *veliká*.

b) *Hotovení strojených magnetů.*

96. Tah jednoduchý. Ocelová tyč, kterou chceme zmagnetovati, může se natíratí magnetem tak, že vodíme pouze *jeden* pól magnetu na tyči vždy tímž směrem. Natírání toto zve se *tahem jednoduchým*, jehož rozeznáváme dvojí způsob, a sice:

1. Ocelová tyč položí se vodorovně a na jeden konec její postavíme *kolmo* magnet, který na tyč poněkud přitlačíme a ke druhému konci tyče vedeme, kdež pak s tyče jej sejmem, načež tah vícekrát zcela stejně opakujeme, vracejíce se od konce, na kterém tření přestává, obloukem ve vzduchu vždy opět s tímž pólem magnetu k témuž konci tyče, na kterém tření započalo.

Zmagnetovaná tyč má na konci, na kterém třetí se počala, pól stejnojmenný s tím pólem magnetu, kterým se třela, druhý pól jest na konci druhém.

2. Pól magnetu postavíme do středu tyče ocelové a vodíme magnetickou tyč v úhlu $25-30^\circ$ skloněnou vždy ode středu ku témuž konci tyče ocelové, vracejíce se vždy obloukem ve vzduchu od konce tyče do středu jejího. Druhá polovice tyče potírá se tímž způsobem druhým pólem magnetu. — Máme-li *dvě* tyče *stejně silně* magnetické, můžeme zmagnetovati ocelovou tyč v době kratší, když, vzavše do každé ruky jeden magnet, postavíme oba, v úhlu $25-30^\circ$ ku koncům tyče skloněné, *nestejnojmennými* póly do středu tyče a potíráme způsobem právě vytknutým *současně* jednu polovici tyče pólem jedním a druhou polovici pólem druhým.

Zmagnetovaná tyč má severní pól v konci, který se potíral pólem jižním; v konci, jež jsme potírali pólem severním, má tyč pól jižní.

Magnetické síly přibývá třené tyči tím více, čím déle se tře, až tyč konečně tak silně se zmagnetovala, jak vůbec možno, kdež pak dalším potíráním větší síly již nedocílíme. Magnetická síla, kterou třená tyč *navždy* *podržuje*, spravuje se hlavně *brzdovou silou* tyče.

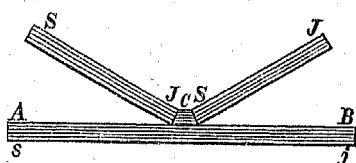
97. Tah dvojnásobný. Pohybují-li se *oba póly* magnetu *současně k témuž konci* ocelové tyče, zve se tento způsob potírání *tahem dvojnásobným*.

Při tahu dvojnásobném staví se *nestejnojmenné póly J a S* (obr. 74.) *dvou stejně silných* magnetů, v úhlu $12-25^\circ$ ku koncům tyče skloněných, do prostřed tyče ocelové, vodorovně položené, a vodí se, zůstávajíce špalíčkem dřevěným c $2-3'''$ od sebe vzdáleny, nejprve ode středu ku konci *B*, odtud nazpět ku konci *A*, z *A* opět k *B* atd., což vícekrát se opakuje, až konečně, když obě polovice tyče *rovněkráté* byly přetaženy, *ve středu* se přestane. Na místě dvou magnetů možno užití magnetu jediného, v podkovu tak ohnutého, aby póly jeho blízko sebe se nalézaly.

Zmagnetovaná tyč má na konci *A* pól severní s a na konci *B* pól jižní j.

Složíme-li čtyry tyče v čtverhan dohromady a vodíme-li počínajíce v středu jedné z nich, oba magnety jako při tahu dvojnásobném, několikrátě kolem po všech tyčích, zove se tento způsob potírání tahem okrouhlým.

Obr. 74.

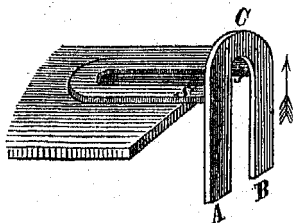


98. Magnetování tyčí podkovitě ohnutých. Aby oba póly magnetu mohly společně železo přitahovati, dává se magnetům tvar podkovy. Ocelová tyč nejprvé v podkovu se ohne a pak teprv se zmagnetuje.

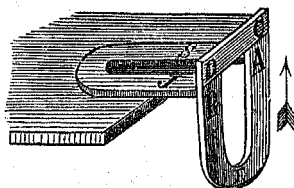
Ocelová podkova potírá se nejsnáze magnetem podkovovitým, i může se zmagnetovati dvojím způsobem.

a) Ocelová podkova AB (obr. 75.) přiloží se záhybem C na póly magnetické podkovy S a J a tře se vícekrátě vždy od záhybu až ku koncům. Na konci A , který byl potírán pólem severním S , jest pól jižní, na konci B pól severní.

Obr. 75.



Obr. 76.



b) Oba konce podkovy A a B (obr. 76.) přiloží se na oba póly magnetu S a J a spojí se železnou příčkou CD , tak zvanou kotvou, načež trou se od konců až k záhybu E . Obloukem ve vzduchu se vracejíce, přikládáme vždy tytéž konce podkovy k týmž pólům magnetu a natíráme podkovu tak dlouho, až jest zmagnetována.

Každý konec podkovy má v tomto případě pól stejnojmenný s tím pólem, kterým byl potírán.

99. Sesilování a zeslabování magnetův. a) Železo ku magnetu přiložené netoliko zmagnetí, ale magnet sám zesiluje. Z té příčiny spojují se konce podkovových magnetů příčkou z měkkého železa, tak zvanou kotvou, kteráž, magnet zesilující a jej tak říka ozbrojujíc, také zbrojí magnetu slove.

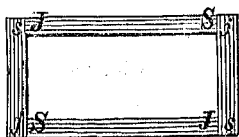
b) Magnety tyčkové kladou se nestejnojmennými póly SJ a JS (obr. 77.) vedle sebe a opatřují se na obou koncích kotvami z měkkého železa, aby nestejnojmenné póly js a sj v nich vzbudí

zujíce a přitahováním jich ustavičně zaměstnány jsou se sesilovaly.

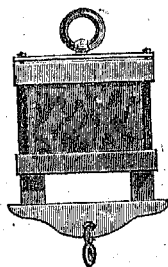
c) Samorodé magnety ozbrojují se tím způsobem, že vyřeže se z nich podlouhlý špalíček, mající na jednom konci (v pravo) pól severní a na druhém konci (v levo) pól jižní (obr. 78.) Na oba tyto póly přiloží se železné pásky, ukončené dole v patky, ku kterým kotva se přikládá. Aby pásky lépe ku magnetu přiléhaly a jeho pevně se držely, jsou dole i nahore mosaznými sponami vespolek spojeny a ku magnetu pevně přitlačeny.

d) Spojením několika magnetických tyčí aneb magnetických podkov ve svazek tím způsobem, aby póly stejnojmenné vespolek se dotýkaly, vzniká *soumagnetí* (*magnetická batterie*), jehož síla, až není tak *veliká jako součet sil* magnetů takto v celek spojených, jest přece mnohem větší než síla každého magnetu jednotlivého.

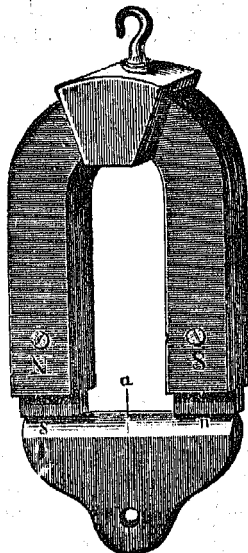
Obr. 77.



Obr. 78.



Obr. 79.



Soumagnetí skládá se obyčejně z lichého počtu magnetů, z nichž nejdelší a nejsilnější dává se do prostřed. Soumagnetí tyčkové bývá na konci opatřeno společnou zbrojí železnou. Magnetické podkovy spojují se nahore páskou měděnou neb mosaznou (obr. 79.), do které zasazen hák, kterým soumagnetí se zavěšuje. Ku prostřední nejdelší podkově přiléhá kotva *sn*, opatřená ouškem, do kterého přivěšujeme závaží, kterým magnet zesilujeme.

e) Magnetu přibývá síly, když mu vždy po uplynutí jistého času poněnáhu více a více železa, aneb na misku v oušku kotvy zavěšenou závaží přidáváme.

f) Násilným odtržením kotvy, otřásáním a proměnou teploty se slabuje se magnet. Nepřitahuje-li magnet kotvy, zeslabuje se ta ktěž. Zahrátím až do žáru pozbývá magnet své magnetičnosti úplně. Podobně pozbývá magnet úplně magnetičnosti své, když magnetuje se ve smyslu protivném způsobem jakýmkoliv.

Magnet nebudíž nikdy uložen na blízku jiných magnetů a budiž chráněn též vlhka a rezavění.

e) *Magnetičnost zemská.*

100. Země co magnet. Magnetka *sj* (obr. 80.), která kolem *vodorovné* osy *ab*, zasazené v rámci mosazném, na nekroucené niti zavěšeném, zcela volně se otáčí, staví se, byvši zmagnetována, vždy tak, že *severní* pól její s vždy k severu směřuje a u nás vždy dolů skloněn bývá, tak že svírá magnetka s rovinou vodorovnou úhel, který *magnetický sklon* (magnetická inklinace) se nazývá.

Rovina kolmá, magnetkou *sj* (obr. 80.) v klidu se nalézající vedená tak, aby póly její obsahovala, nazývá se *poledníkem magnetickým* a svírá s poledníkem zeměpisným úhel, který se nazývá *magnetický odchyl* (magnetická deklinace).

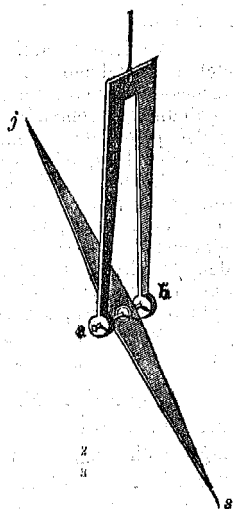
Magnetický sklon i odchyl jsou na rozličných místech země naší jakož i na témž místě za rozličných dob rozličné. *Sklon* obnášel v Praze v r. 1868 průměrně $65^{\circ} 25'$; *odchyl* jest u nás nyní *západní* a obnášel v Praze dne 24. listopadu 1871 v 10 hodin dopoledne $11^{\circ} 51\frac{1}{2}'$.

Vyšíneme-li magnetku *sj* (obr. 80.) z polohy, kterou v klidu zaujímá, vrací se, kolisavši nějakou dobu, zase do ní nazpět, z čehož patrně, že účinkem nějaké vnější síly v poloze výše vytknuté se udržuje. Síla tato jest *magnetická*, neboť zůstává magnetka, pokud není zmagnetována, v každé poloze v klidu. Z toho výjevu jakož i z toho, že sklon i odchyl jsou v rozličných místech na zemi rozličné, nutno souditi, že jest země naše velmi velikým magnetem.

Že jest země magnet, vyplývá i z toho, že železná neb ocelová tyč stává se v poloze s magnetickým sklonem toho místa rovnoběžně silným magnetem, majícím na konci dolů skloněným pól severní.

Uderíme-li na tyč, pokud v poloze této se nalézá, několikrát kladivem, zůstává magnetickou navždy, čímž možno vyložiti, že nástroje zámečnické a kovářské bývají téměř vždy magnetické. Taktéž jeví se mnohdy železné mříže

Obr. 80.



a zábradlí co magnety, jsou-li ve směru magnetického poledníku, i možno z tétož příčiny dle domněnky některých učencův vyložití také magnetičnost samorodých magnetů.

Poněvadž nestejnomyenné póly se přitahují a stejnojmenné se odpuzují, nutno souditi, že má země jakožto magnet na severu magnetický pól se severním pólem magnetky nestejnomyenný a na jihu magnetický pól se severním pólem magnetky stejnojmenný. Pól magnetky obrácený k severu měli bychom tedy vlastně (jak to činí učenci francouzští a angličtí) nazývati magnetickým pólem *jižním* aneb *aspoň pólem k severu obráceným*, nikoli však pólem severním.

101. Odchyl magnetický. — Kompas. Odchyl magnetický stanoví se zvláštními přístroji, jež se nazývají *odchyloměry* (deklinatorie). Podstatnou částí každého odchyloměru jest magnetka, která může volně se otáčeti v rovině vodorovné kolem kolmé osy, nalézající se ve středu kruhu přiměřeně rozděleného.

Pomocí odchyloměrů bylo shledáno, že jest magnetický odchyl v rozličných místech rozličný a že i v témž místě ustavičně se mění.

Spojivše čarami na mapě neb na zeměkouli veškerá místa, mající tentýž odchyl, nabudeme čar *rovnoodchylných* (isogonických), z nichž jedna jest *čarou bezodchylnou*, spojující místa, kde odchylu není, t. j. kde poledník magnetický s poledníkem zemským dohromady splývá. Čarou bezodchylnou dělí se země ve dvě polovice; v jedné z nich (v Evropě, Africe a východní Americe) jest nyní odchyl *západní*, ve druhé (v západní Americe a v Asii) jest odchyl *východní*.

Proměny odchylu jsou *pravidelné* a *nepravidelné*. *Pravidelné* proměny jsou pak denní, roční a stoleté. Z pozorování na hvězdárně Pražské od *Kreila* konaných vyplývá, že jest odchyl každodenně dvakráte největší a dvakráte nejmenší: v *čubnu* jest největší, v *prosinci* nejmenší. Roku 1580 byl v Paříži odchyl východní $10^{\circ}30'$; v roce 1663 byl tam odchyl nulou, od roku 1663 jest *západní* a nabyl největší hodnoty $22^{\circ}34'$ v roce 1814, od kteréhož roku odchylu opět ubývá, tak že stane se dle výpočtu asi v roce 1937 opět nulou.

Nepravidelné proměny způsobují bouře, zemětřesení a výbuchy sopek. Při *záři severní* jeví se *vsude* proměny v odchylu.

Magnetka okolo kolmé osy v rovině vodorovné volně se otáčející zůstává v klidu pouze v poledníku magnetickém. Známe-li magnetický odchyl v některém místě, můžeme magnetkou též směr poledníku zemského toho místa a tudíž i hlavní směry zeměpisné: sever, jih, východ a západ stanovit. Magnetka k tomu stanovení zvláště užívaná zove se *kompas* a slouží zvláště plavcům, horníkům, cestovatelům, fysikům a hvězdářům i bývá dle rozličných účelů rozličně upravena. Aby bylo možno rozeznati póly magnetky, bývá polovice její, pól severní obsahující, obyčejně modře zkalena.

Kompas loďní (obr. 81.) jest magnetka okolo kolmé osy volně se otáčející; na magnetku jest shora připevněn tenký sídový plátek, na který přilepen papír s nákresem tak zvané *růže větrné* s 32 směry zeměpisnými. Poněvadž s magnetkou též větrná růže se otáčí a tudíž koncem, který co severní pól zeměpisný zvláště bývá označen, vždy k severu okazuje, možno plavcům, kteří však znáti musí odchyl toho kterého místa, kompasem

stanoviti směr, kterým loď plouti musí, aby zadaného cíle cesty dosáhla. Poněvadž loď vlnobitím sem tam bývá zmršována, zavěšuje se loďní kompas do dvou soustředných kruhů, z nichž jeden otáčí se kolem osy rovnoběžné s délkou a druhý kolem osy rovnoběžné se šířkou loďi, tak že kompas, dole obtěžkaný, při jakékoliv poloze loďi vždy zachovává polohu takovou, aby osa, na které magnetka zavěšena jest, vždy kolmo stála.

Kompas loďnický jest kruh ve 24 dílů rozdělený, v jehož středu zasazena jest kolmá osa, na kterou magnetka se zavěšuje.

Cíňanům znám byl kompas od pradávných dob; v Evropě znám teprv od r. 1181. Marco Polo užil ho nejprvé při plavbě r. 1260.

102. Sklon magnetický.

Sklon magnetický měří se sklonoměry (inklinatoriemi), jichž podstatnou částí jest magnetka (obr. 82.), pohybující se kolem osy vodorovné, která se nalézá v středu kruhu kolmého, v magnetickém poledníku toho místa postaveného.

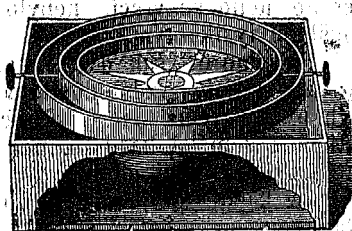
Kolmý kruh otáčí se tak dlouho, až magnetka kolmo se postaví, otočíme-li pak kruh ten na kruhu vodorovném v úhlu 90° , jest osa magnetky kolmo na poledníku magnetickém a magnetka tudíž v rovině magnetického poledníku.

Pomocí sklonoměru se znáno, že jest magnetický sklon na rozličných místech rozličný a že i v týchž místech ustavičně se mění.

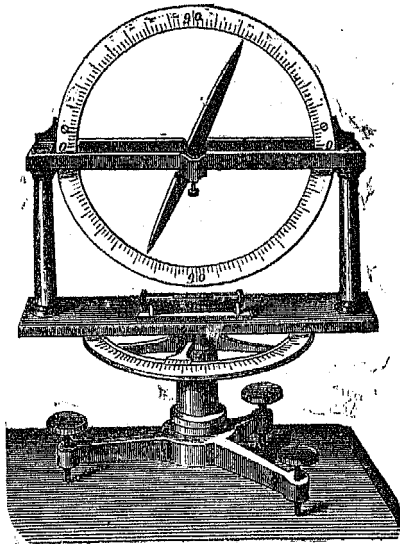
Čáry, jež spojují místa stejného sklonu, jmenují se rovnošklonné (isoklinické). Mezi čarami těmi jest jedna, která spojuje místa, v nichž žádného sklonu není. Čára tato slove magnetickým rovníkem a dělí zemi v polovici severní, ve které severní pól magnetky dolů se sklání, a v polovici jižní, ve které jižní pól dolů směřuje. Místa, ve kterých magnetka, nalézající se v poledníku magnetickém, kolmo se staví, jsou magnetické póly zemské. Severní pól nalezen od kapitána Rossa v severním moři blíže ostrova Melvillského; jižní pól nebyl posud objeven.

Proměny sklonu jsou pravidelné a nepravidelné. Pravidelné proměny jsou denní, roční a staleté. Z pozorování na Pražské hvězdárně od Kreila konaných vyplývá, že denně jest sklon dvakráte největší a dvakráte nejmenší;

Obr. 81.



Obr. 82.



při střední teplotě na jaře bývá *největší* a při střední teplotě na podzim *nejmenší*. V Londýně dosáhl sklon největší hodnoty 74° v první čtvrti 18. století, od té doby sklonu stále ubývá. Ku konci nynějšího století počne dle výpočtu sklonu opět přibývat.

Nepravidelné proměny sklonu jsou buď *místní* buď *všeobecné*.

103. Magnetka volná. Poněvadž magnetka pouze v poledníku magnetickém v klidu zůstává a byvši z něho vyšinuta, opět do něho se vrací, nebylo by možno užívati jí ku rozličným zkouškám fysikalným.

Spojíme-li však dvě magnetky rovné velikosti a síly tak, aby byly v jisté vzdálenosti nad sebou a aby *nestejnojmenné* póly jejich byly v témž směru obráceny, tož přitahuje a odpuzuje magnetičnost zemská každý konec spojených magnetek silou *stejnou*, tak že přitaživost i odpudivost bez účinku zůstává, pročez magnetka v každé poloze v klidu setrvá a tudíž *magnetkou volnou* (astatickou) se jmenuje.



Oddíl sedmý.

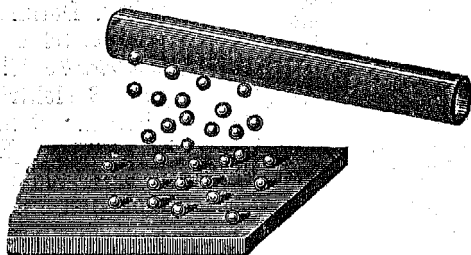
O elektřině.

A. Elektřina buzená třením a rozkladem.

104. Elektřina. Třeme-li suchou skleněnou neb pryskyřicovou tyč po délce vlněnou neb hedbávnou tkaninou a sblížíme-li pak tyč kuličkám z bezové duše, ostřížkům papírovým aneb jiným *lehkým* předmětům, tož shledáme, že tyč tyto lehké předměty již s jistě vzdálenosti *přitahuje*, a když jí byly *se dotkly*, je opět *odpuzuje* (obr. 83).

Jě-li tyč *silnějši* a byla-li *déle* a *úsilněji* třena, jest slyšeti zvláštní *praskot*; sblížíme-li se tyči kotníkem prstu, přeskakují do

Obr. 83.



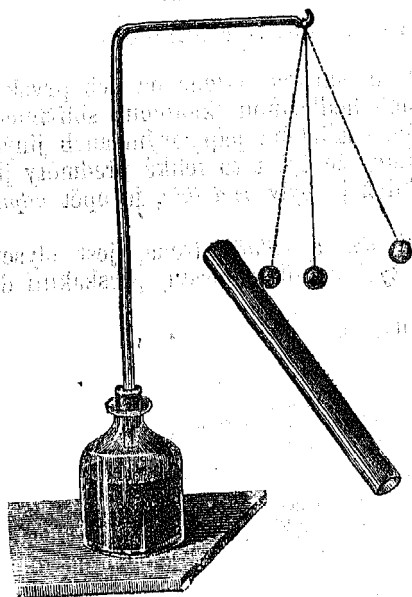
něho malé praskavé *jiskry*; při tření déle trvajícím vidíme *modravý svit*, který natěradlo sleduje, a cítíme zvláštní *zápach*; sblížíme-li tyč obličejí, přitahuje jemné chloupky na kůži, což vzbuzuje pocit, jako bychom v pavučině byli uvázli.

Výjevy právě vytknuté byly pozorovány nejprvé na jantaru, který řecky *elektron* (*ἤλεκτρον*) se zove, odkudž veškerá tělesa, na nichž tyto výjevy pozorujeme, *elektrickými* se nazývají; příčina výjevů těch jakož i stav, ve kterém tělesa se nalézají, pokud elektrická jsou, jmenuje se *elektřina* a vzbuzování elektřiny v tělesích sluje *elektrování*.

Řecký mudřec Thales, který žil před více než 2400 lety, znal již tu vlastnost jantaru, že třen lehké hmoty přitahuje, a řecké ženy pozorovaly ji při předení na cívkách jantarových aneb jantarem vykládaných. — Angličan Gilbert seznal pak asi v r. 1600, že netoliko jantar, nýbrž i mnohé jiné hmoty třením zelektrovati možno.

Přitažlivost a odpudivost jest základným úkazem a podstatným znakem elektriny, z něhož můžeme posouditi, zdaž tělo elektrickým jest, aneb není. Přístroj, jehož pomocí možno pozorovati, zdaž tělo elektrické jest, zove se *elektrojev* č. *elektroskop* a záleží v kuličce z bezové duše (aneb v balónku z tenkého papíru), zavěšené hebdávnou nití na skleněné, ohnuté a háčkem ukončené tyčince. Přitahuje-li nějaké tělo kuličku a odpuzuje-li ji, když byla jeho

Obr. 84.



se dotkla (obr. 84.), jest tělo elektrické, jinak jest neelektrické aneb tak slabě elektrické, že kuličku přitáhnouti nemůže.

Magnetičnost i elektrina jeví se přitahováním, magnet přitahuje však pouze železo a několik jiných látek a drží je pevně u sebe, tělo elektrické přitahuje však jakékoliv *lehké* látky a *odpuzuje* je od sebe, když ho byly se dotkly.

105. Sdílení elektriny. Dotkneme-li se elektrickým tělem *A* jiného neelektrického těla *B*, jeví se i tělo *B* elektrickým a kolik elektriny *B* nabylo, tolik jí *A* pozbylo. Elektrické tělo *sděluje* tudíž jinému tělu elektrinu.

Některá tělesa nabývají elektriny *velmi snadně*, dotkneme-li se jich tělem elektrickým jen v jediném místě, stávají se *velmi rychle* na celém svém povrchu elektrickými; dotkneme-li se jich prstem jen v jediném místě, pozbývají *velmi snadně a velmi rychle* na celém povrchu *veškeré* své elektriny. Poněvadž v tělesích takových každá částice všem částicím sousedním a tělo takové tělu jinému elektrinu *dobře sděluje*, nazýváme je *dobrymi sděleči* (*dobrymi vodiči*) elektriny. Tělesa, která nabývají elektriny jen v tom místě, kde jim se sděluje, a pozbývají elektriny jen v tom místě, kde jim se odnímá, rozvádějíce ji od částice ku částici jen velmi zvolna, aneb nerozvádějíce jí naprosto, jmenují se *špatní sděleči* (*špatní vodiči*) elektriny.

Dobří sdíleči elektřiny jsou: kovy, uhlí, vlhká bezová duše, korek, kapaliny (vyjma oleje), vodní páry, vlhký vzduch, vlhké dříví, vlhký papír, země, tělo lidské i zvířecí a j. v. — *Špatní sdíleči* elektřiny jsou: sklo, hedbávi, síra, pryskyřice, slonovina (pokud jsou tělesa tato suchá); taktéž: suchý vzduch, suché vlasy, suchý papír, suché dříví, oleje atd.

Chceme-li v dobrých sdílečích elektřinu po delší dobu udržeti, musíme je obklopiti špatnými sdíleči, kteří jim elektřiny neodnámají. Takoví špatní sdíleči, kteří k tomu slouží, aby ve sdílečích dobrých elektřina se udržela, slovou *drživci* (jinak samotiči č. izolatori).

Zelektrovaná koule kovová v suchém vzduchu na suché skleněné tyči spočívající aneb na hedbávné niti zavěšená, podržuje elektřinu dosti dlouho a jmenuje se tudíž kuli *drživou*, sklo aneb hedbávi a suchý vzduch působí tu co *drživci*. Koule taková slouží obyčejně ku nahromadění č. jímání elektřiny a zove se *jímač* (svodič, conductor) elektřiny.

106. Kladná a záporná elektřina. Dotkneme-li se dvou papírových balónek (neb kuliček z bezové duše), které, jsouce na hedbávných nitích zavěšeny, v klidu vespolek se dotýkají, sklem vlnou třením a sdělíme-li takto oběma elektřinu *sklovou*, tož vespolek se *odpuzují*, taktéž *odpuzují se*, sdělíme-li oběma týmž způsobem elektřinu *tyčinku pryskyřicovou*, sukнем třením.

Sdělíme-li však jednomu balónku elektřinu *sklovou* a druhému, opodál zavěšenému, elektřinu *pryskyřicovou*, tož *přitahují se* vespolek s jistě vzdáleností velmi rychle a dotknuvše se vespolek jeví se oba neelektrickými, měl-li jeden z nich tolik elektřiny sklové, kolik bylo ve druhém elektřiny pryskyřicové; má-li však jeden z nich elektřiny více než druhý, odpuzují se balónky po vespolečném dotknutí i mají oba elektřinu tu, které bylo v jednom z nich více.

Z výjevů těchto vyplývá, že tělesa, mající *elektřiny stejnorodé*, se *odpuzují* a tělesa *elektřiny různorodé vespolek se přitahují*, jakož i že *elektřiny různorodé v téměř množství v téměř těle smíšené vespolek se ruší*. Ze zkoušek v této příčině konaných pak vyplývá, že *přitažlivosti i odpudivosti elektrické ubývá ve vzdálenosti čtverečně*, t. j. že ve vzdálenosti 2, 3, 4, ... nkrátě větší jest přitažlivost 4, 9, 16, ... n²krátě menší.

Poněvadž elektřiny sklové a pryskyřicové ve stejném množství vespolek se ruší, nazývá se elektřina skla vlnou neb hedbávním třením *kladnou* a značí se $+E$; elektřina pryskyřicová sluje *zápornou* a značí se $-E$.

Zelektrujeme-li tělo jakékoliv, shledáme, že má elektřinu buď *kladnou* buď *zápornou*, z čehož patrno, že *není více druhů elektřiny než kladná a záporná*.

Trou-li se dvě tělesa o sebe, nabývá vždy jedno z nich elektřiny *kladné* a druhé elektřiny *záporné*. Které z obou těles třením *kladně* a které *záporně* se zelektruje, nelze vytknouti všeobecně, neboť se to spravuje netoliko hmotou, nýbrž i povrchem těles.

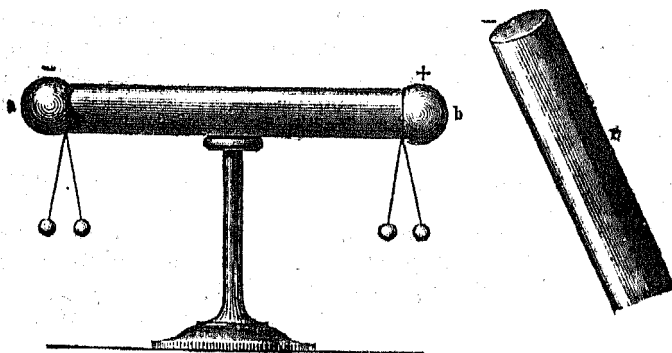
Leštěné sklo, hedbávím neb vlnou třené, zelektruje se kladně, hedbáví a vlna záporně; lišším ocasem aneb kočičí srstí třené sklo jest záporně elektrické, taktéž zelektruje se záporně sklo drsného povrchu, hedbávím neb vlnou třené.

107. Elektrina vznikající rozkladem. Opatříme-li válec kovový *ab* (obr. 85.) na skleněném podstavci spočívající na obou zakulatělých koncích dvěma kuličkami z bezové duše, na tenkých drátcích aneb elektrinu dobře sdílejících nitích zavěšenými, tož budou kuličky v klidu vespolek se dotýkati.

a) Přiblížíme-li se pak k jednomu konci válce, ku př. ku konci *b* tělem silně záporně zelektrovaným *r*, odpuzují se kuličky na obou koncích, čehož příčinou, že nabyly elektriny stejnorodé a sice té, kterou má válec v místě, kde kuličky jsou zavěšeny.

Skoumajíce elektrinu kuliček, shledáváme, že má polovice válce *b*, k tělu záporně elektrickému obrácená, elektrinu kladnou a polovice *a* od těla odvrácená že má elektrinu zápornou. Obou elektrin ubývá však od koncův ku středu válce, tak že u prostřed jeví se válec neelektrickým, což patrně z toho, že kuličky čím dále od koncův a čím blíže ku středu byly zavěšeny, tím méně se odpuzují, u prostřed pak naprosto se neodpuzují.

Obr. 85.



Vzdálíme-li tělo *r* od válce, aniž bychom kde válce byli se dotkli, přestávají kuličky okamžitě odpuzovati se, z čehož patrně, že válec pozbyl veškeré elektriny.

Z obou předcházejících výjevů patrně, že tělo *r* válci *ab* elektriny nesdělilo, neboť by měl válec naskrze elektrinu zápornou a podržel by ji i pak, když tělo *r* od něho se vzdálilo.

b) Dotkneme-li se prstem válce *ab*, pokud mu tělo *r* na blízkou, přejde do prstu elektrina a kuličky na konci *a* přestávají se odpuzovati, kdežto na konci *b* pak silněji se odpuzují. Dotknutím přechází do prstu pouze elektrina záporná, od stejnorodé záporné těla *r* odpuzovaná; elektrina kladná, na konci *b* nahroma-

děná, jest od *nestejnorodé* záporné těla r *přitahována* č. poutána, tak že ji s válce odvésti nelze.

Vzdálíme-li tělo r , když jsme válce dříve byli se dotkli, uvolní se poutaná elektřina kladná a rozloží se po celém povrchu válce, tak že kuličky na obou koncích odpuzují se pak elektřinou kladnou.

c) Je-li tělo r kladně elektrickým, objevují se na válci ab tytéž úkazy s tím toliko rozdílem, že kde byla dříve elektřina kladná, jest nyní záporná, a kde byla dříve záporná, jest nyní kladná.

d) Tělo r jakož i vůbec každé, jehož ku této zkoušce užijeme, nepozbývá zkouškou samou zcela žádné elektřiny.

Ze všech vytknutých výjevů vyplývá:

1. Elektřina kladná i záporná byly ve válci ab obsaženy již dříve, než jsme tělo r mu sblížili.

2. Válec jevil se v neelektrickém č. přirozeném stavu, protože kladná a záporná elektřina ($+E$ a $-E$) smíšeny byly ve množství stejném, pročež přirozený stav znaménkem $\pm E$ naznačiti možno.

3. Přirozená elektřina $\pm E$ rozkládá se ve válci účinkem $-E$ těla r , které různorodou $+E$ přitahuje a stejnorodou $-E$ odpuzuje.

Bylo-li tělo nějaké tak jako válec ab zelektrováno, říkáme, že bylo zelektrováno *rozkladem* (poněvadž v něm dříve $\pm E$ se rozložiti musf).

Že elektrické tělo lehké a snadně pohyblivé hmoty (ku př. papírový balónek) přitahuje a když ho byly se dotkly, je od sebe odpuzuje, lze vyložití tím, že elektřina těla rozkládá v balóнку elektřinn $\pm E$ a pak nestejnorodou, která mu *blíže*, silou *větší* přitahuje, než odpuzuje stejnorodou, vzdálenější. Když pak balónek těla byl se dotknul, smísí a zruší se elektřiny nestejnorodé a zůstává tudíž v balóнку elektřina s elektřinou těla stejnorodá, pročež po dotknutí následuje odpuzování. Elektrování dvou těles třením jich o sebe záleží v tom, že v obou $\pm E$ se rozkládá a v jednom $+E$, ve druhém pak $-E$ se nahromaďuje.

Tělo rozkladem zelektrované a železná tyč magnetu zblížená a takto zmagnetovaná jsou si ve mnohém podobny, ale v jiném značně od sebe se liší. V čem jeví se podobnost a jaký mezi nimi rozdíl?

Elektrické tělo může v jiných tělesích elektřinu pouze v jisté vzdálenosti rozkládati. Prostor, ve kterém tělo v jiných rozkladem elektřinu zplozjuje, jmenuje se *elektrickou atmosférou* č. *oborem* elektrického působení toho těla.

108. Kde a jak se osazuje elektřina? Zelektrojeme-li kovovou kouli k (obr. 86), pokryjeme-li ji pak dvěma dutými polokoulemi h h , těsně k ní přiléhajícími, a vzdálíme-li polokoule h h (uchopivše *skleněné* sloupky i i) od koule k , jest pak neelektrickou. Zelektrojeme-li

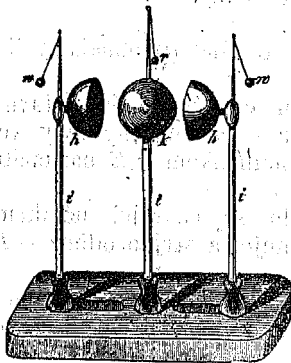
polokoule, když ke kouli k přiléhají, nejeví koule k taktéž nižádné elektřiny, ač polokoule jí se dotýkají.

Z výjevu tohoto patrné, že elektřina *pouze na povrchu těles* se osazuje.

Na *větším* i *menším* povrchu dvou rozličných těles může býti stejné množství elektřiny nahromaděno; na povrchu *menším* musí pak býti *hustota* elektřiny *větší*.

Elektřina na povrchu těles nahromaděná snaží se do okolí svého odtékati a jeví snahu tuto jistým tlakem na tělesa, která povrch obklopují. Tlak tento jmenuje se *elektrickou napnutostí* a jest tím větší, čím větší jest hustota elektřiny.

Obr. 86.



Na povrchu koule jest hustota a tudíž i napnutost elektřiny na všech místech stejná. Ve válci na koncích zakulatěném jest však na koncích nejsilnější zakřivených hustota a tudíž i napnutost největší a u prostřed nejmenší. V rozích a špičkách, kdež jest povrch nejmenší, nahromaduje se vždy nejvíce elektřiny, tak že z nich uniká.

Hmači elektřiny mívají nejčastěji tvar koule a těla, jež mají jiným elektřinu odnímati, bývají opatřena špičkami.

109. Původ elektřiny. Za původ elektřiny pokládají učenci dvě jemné nevažitelné látky v tělesích obsažené, t. j. elektřinu *kladnou* a *zápornou*, jichž částice stejnorodé vespolek se odpuzují a různorodé vespolek se přitahují. Částice elektřiny kladné i záporné jsou pak od hmotných částíček těles přitahovány.

Má-li tělo obou elektřin stejně mnoho, jeví se neelektrickým; má-li však jedné z nich více aneb je-li v některém místě těla jedné z nich více nahromaděno, jeví tělo elektřinu tu, která převládá.

Jak se však zdá, jest příčinou elektrických výjevů kmitání (zvláštní způsob pohybu), kterého posud nebylo možno vyložiti.

110. Elektrojev pozlátkový. Přístroj, jenž k tomu slouží abychom vyskoumali, zdaž jest tělo elektrické a jakou má elektřinu (zdaž *kladnou* či *zápornou*), zove se *elektrojev* č. *elektroskop*. *Elektrojev pozlátkový* (obr. 87.), jehož k tomuto účeli obyčejně se užívá, záleží ve dvou úzkých proužkách pozlátku, na dolejších koncích drátu zasazen do kovového kotouče. Aby elektřina, v kotouči vzbuzená, ze drátu neunikala, jest drát zastrčen do skleněné trubice; aby pak proužky průvanem vzduchu se nechvěly, jsou ve skleněné bance, ze které pouze svrchní konec drátu vyčnívá. Po-

něvadž jsou pozlátka dobrým sdílečem elektriny, odnímal by jim vlhký vzduch elektrinu, čemuž zabrániti možno látkami, jež vlhko ze vzduchu pohlcují (jako ku př. chlóríd vápenatý) a k tomu cíli na dně báňky ve zvláštních nádobkách uloženy bývají.

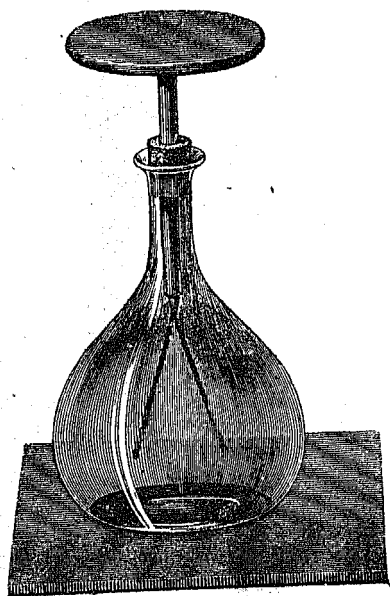
a) Je-li tělo *slabě* elektrické, musí kotouče elektroskopu se *dotknouti*, aby mu elektriny své sdělilo; kotouče sdílí pak elektrinu pozlátkům, která odpuzují se tudíž vespolek *toutěž elektrinou*, jakou má tělo, a sice v úhlu *tím větším*, čím *silněji* byla zelektrována. Je-li elektrojev opatřen kruhovým, ve stupně rozděleným obloukem, aby velikost úhlu tohoto měřiti se mohla, může sloužiti elektrojev též co *elektroměr* (elektrometr). Dotkneme-li se kotouče prstem, odvedeme s pozlátek veškerou elektrinu i můžeme elektrojevu ihned ku novým zkouškám užiti.

b) Je-li tělo *silně* elektrické, *sblížíme je* ku kotouči i rozkládá pak s jistě vzdálenosti v kotouči elektrinu, přitahující nestejnorodou, která v kotouči, a odpuzující stejnorodou, která v proužkách se nahromaduje. Dotkneme-li se kotouče prstem, odvedeme odpuzovanou stejnorodou elektrinu a pozlátka se srazí dohromady; vzdálíme-li pak tělo od kotouče, rozloží se dříve poutaná nyní však uvolněná nestejnorodá elektrina na drátu i na proužkách, kteréž pak odpuzují se elektrinou *nestejnorodou*, totiž tou, *kteřé tělo nemá*.

c) Z odpuzování se pozlátek poznáváme pouze, že tělo jest elektrické; jaká jest elektrina jeho, seznáme, přiblíživše se ku kotouči, pokud pozlátka se odpuzují, silně zelektrovaným tělem, jehož elektrina jest známa, ku př. silně třenou tyčí skleněnou, která má elektrinu kladnou. Tyč rozkládá elektrinu v kotouči a odpuzuje stejnorodou, totiž kladnou do pozlátek, kteréž pak buď silněji se odpuzují, měla-li elektrinu kladnou, buď dohromady se srazí, měla-li elektrinu zápornou. Seznavše, jakou elektrinou pozlátka se odpuzovala, víme již, jaká byla elektrina těla, neboť jest v případě a) tatáž jako pozlátka a v případě b) s ní nestejnorodá.

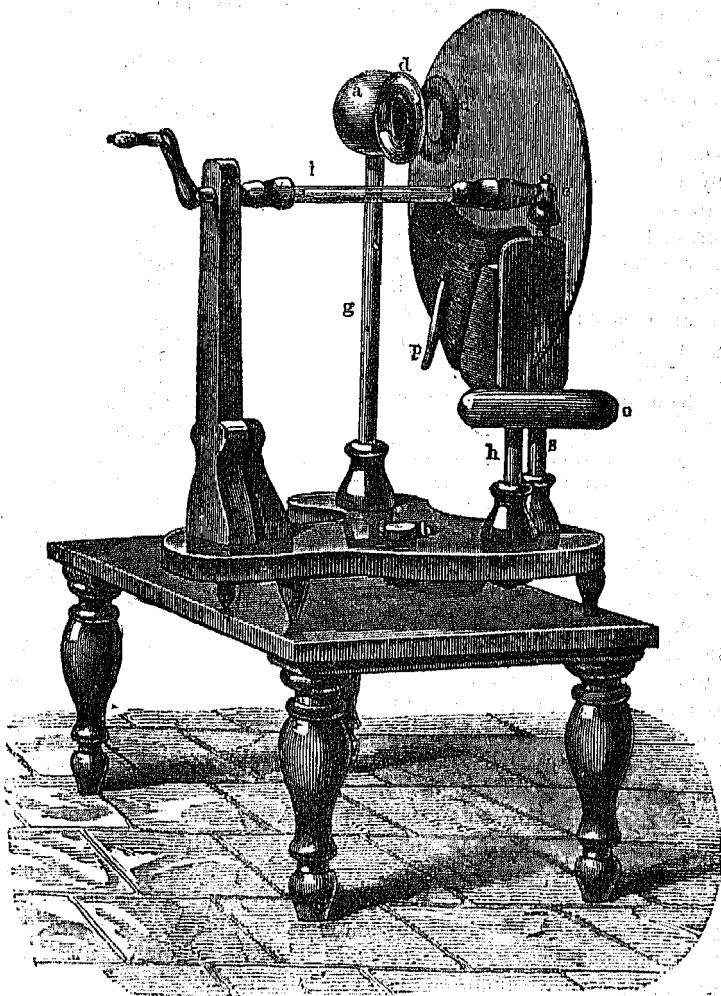
Jak patrně, můžeme pomocí elektrojevu pozlátkového zákony elektriny rozkladem vznikající skoumatí a vespolečné rušení se elektriny kladné a záporné pozorovati.

Obr. 87.



111. Električka. Chceme-li účinky elektřiny zkoumati, musíme jí větší množství na nějakém těle nahromaditi. Toho docílíme *elektrikou*, která k tomu slouží, aby elektřina s těla jednoho,

Obr. 88.



třením o druhé tělo zelektrovaného, na povrch těla třetího se převáděla, kdež pak ku další potřebě ve *velikém množství* se nahromaduje.

Podstatné části *elektriky obecné* jsou :

1. Tělo, které se tře, t. j. *silný, pečlivě uhlazený kotouč*, z tvrdého *zrcadlového skla* zhotovený, který na dlouhé *skleněné ose* *i* (obr. 88.) nasazen jest a klikou se otáčí. Na druhé straně spočívá osa ve skleněném podstavci *es*.

2. Natěradlo, kterým kotouč se tře a jež záleží ve dvou prkénkách, po straně ku kotouči obrácené sukнем a pak ještě telecí koží povlečených a amalgamou, t. j. práškem ze dvou částí rtuti, 1 č. cínu a 1 č. cinku hladce potřených. Natěradlo jest upevněno na vidlicovitém podstavci, který na skleněném sloupku *h* spočívá, a pružná péra přitlačují s každé strany jedno prkénko na kotouč tak těsně, že při otáčení amalgamou se tře.

3. *Jímač* (svodič), který elektrinu třením v kotouči vznikající jíma, jest dutá mosazná koule (někdy válec na koncích zakulatělý) *a*, na skleněném sloupku *g* nasazená, s níž spojeny jsou dva dřevěné, na vnitřní ke kotouči obrácené straně stanniolem polepené a kovovými špičkami (neb pouze *jedinou* takovou špičkou) opatřené kroužky *d d*.

Aby elektrina neodtékala do vzduchu dříve, než kroužky *dd* ji vsávají a k jímači převádějí, přidržuje skřípec *p* s obou stran od natěradla až k jímači na kotouč kusy tykty, voskovaného tařetu aneb jiného špatného sdíleče elektriny, které jako křídla po obou stranách s natěradlem jsou spojeny.

Otáčíme-li klikou, tře se kotouč amalgamou natěradla, čímž elektrina ve skle i v natěradle se rozkládá a kotouč *kladné*, natěradlo pak *záporné* elektriny nabývá. Kladná elektrina kotouče uniká do špiček kroužkův *dd*, jak mile třená část kotouče otáčenním jim se sblíží, a nahromaduje se na povrchu jímače *a*. V mosazném válci *o*, na skleněném podstavci *h* spočívajícím a s natěradly dobrým sdílečem elektriny spojeném, nahromaduje se záporná elektrina natěradla.

Aby elektrina kladná, na jímači *a* se nahromadující, nebyla poutána elektrinou zápornou, na povrchu válce *o* se osazující, bývají oba jímači *a a o* co možno nejvíce od sebe vzdáleni.

Spojíme-li kouli *a* s válcem *o* drátem kovovým aneb jiným dobrým sdílečem elektriny, odtékají obě elektriny protivným směrem i vzniká tak zvaný *elektrický proud*. S koule *a* odtéká do válce *o* elektrina *kladná*, pročež *kladný proud* z *a* do *o* směřuje, s válce *o* odtéká pak ku kouli *a* elektrina *záporná*, tak že jest *oa* směr *proudu záporného*. Proudů těmito obě elektriny ve stejném množství vespolek se směšují a *se ruší*, tak že jímači *a i o* opět *neelektrickými* se stávají.

Spojíme-li válec *o* drátem se zemí, odtéká $-E$ do země, i možno pak s elektrinou kladnou $+E$ na jímači *a* nahromaděnou rozličné zkoušky konati a takto účinky její pozorovati. Chceme-li seznati účinky elektriny záporné, spojíme kouli *a* vodivě

se zemí a činíme pak zkoušky s elektřinou na povrchu válce o nahromaděnou.

Čím sušší jest vzduch, čím větší jest kotouč a čím rychleji se tře a čím lépe — *E* s válce *b* do země se odvádí, tím větší jest napnutost elektřiny kladné na povrchu jímáče *a*.

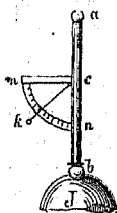
Zasadí-li se do koule *a* drát spirálně svinutý, do kruhu zahnutý a v dutém kruhu z lípového dřeva uzavřený, zvyšuje se napnutost elektřiny na jímáči *a* velmi značně.

Elektriku sestrojil nejprve *Otto Guericke* (1672); bylať však tato první elektrika nedokonalá, záležejíc v kouli ze stříbra, jednou rukou otáčené a druhou rukou třené. V roce 1743 byla poprvé sestrojena elektrika se skleněným válcem, jakou až posud ve starších kabinetech fysikálních vídáme. Elektriky se skleněným kotoučem zhotovují se od r. 1764.

Sblíží-li se jímáči *a*, na kterém napnutost elektřiny jistého stupně dosáhla, dobrý sdíleč elektřiny, se zemí kovovým řetízkiem spojený, přitahuje kladná elektřina jímáče *a* zápornou elektřinu sdíleče a obě tyto elektřiny vyrovnávají se jasnou, *praskavou jiskrou*. Čím větší jest napnutost elektřiny na jímáči, tím větší jest též vzdálenost, ve které jiskra přeskakuje, tak že z této vzdálenosti, která *doskokem elektřiny* se zove, napnutost elektřiny na jímáči posouditi možno.

112. Účinky elektřiny. Na jímáči elektriky nahromaduje se elektřina ve množství velmi značném i možno tudíž pomoci elektriky účinky elektřiny dokonale pozorovati. Rozeznáváme pak: 1. účinky mechanické, 2. účinky světla, 3. účinky tepla, 4. účinky chemické a 5. účinky fyziologické.

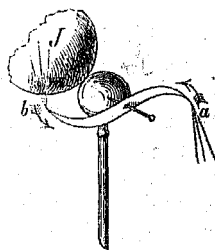
Obr. 89.



Obr. 90.



Obr. 91.



1. *Účinky mechanické* jeví se přitahováním se elektřin nestejnorodých a odpuzováním se elektřin stejnorodých.

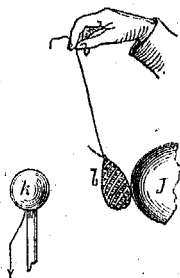
a) Spojíme-li s jímáčem elektriky *J* (obr. 89.) sloupek kovový *ab*, v jehož středu *c* na dřevěné tyčince zavěšena jest kulička z bezové duše *k*, která, majíc v klidu polohu svislou, sloupku se dotýká, tož odpuzuje se kulička od

sloupku, když na jímači elektrina se nahromaďuje, poněvadž sloupek i kulička od jímače elektriny stejnorodé nabývají. Na sloupku bývá upevněn oblouk kruhový *mn*, z lepenky neb slonoviny zhotovený a ve stupně rozdělený, aby velikostí úhlu, jež dřevěná tyčinka se sloupkem *ab* svírá, napnutost elektriny na jímači stanoviti se mohla, odkudž přístroj ten také *elektroměrem čtvernicovým* aneb po vynálezci svém *Hanleyovým* se zove. — Papírové proužky, na hořejším konci *a* (obr. 90.) kovového aneb dřevěného, stanniolem povlečeného sloupku přilepené, odpuzují se od sloupku, když tento do jímače *J* se zastrčí. — Tak zvaná *elektrická růže* rozvíjí se, když dotkne se jímače drát, na kterém jsou přilepeny jednotlivé listy, před zkouškou v poupě složené. — Svádíme-li elektrinu s jímače do vody v nálevce, která má velmi úzkou trubici, rozšiřuje se voda z nálevky vytékající co *elektrický dešť*. — Spojí-li se s jímačem *J* plíšek kovový *ab* (obr. 91.), tvar písmene *S* mající a okolo osy středem jeho jdoucí snadně otáčivý, odtéká elektrina ze špiček, čímž vzduch, špiček se dotýkající, se elektruje a stejnorodou elektrinou špičky od sebe puď plíšek směrem šipkou naznačeným v otáčení přivádí, odkudž přístroj ten *elektrickým kolečkem* se jmenuje. — Postaví-li se člověk na stoličku, skleněnými nohami

Obr. 92.



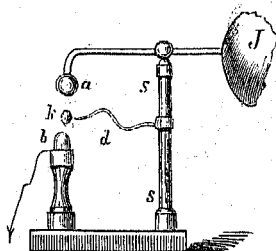
Obr. 93.



a (obr. 92.) opatřenou (drživou), a dotkne-li se jednou rukou jímače *J*, zjeví se mu vlasy a lehké předměty (jako: papírové ostřížky, kousky bezové duše a t. p.) jež v ruce drží, odletují od ruky, jakmile ji otevře. Sblíží-li se někdo plochou rukou *r* shora ku hlavě (obr. 92.), jeví se vlasy ještě více, poněvadž v ruce elektrina se rozkládá a nestejnorodé elektriny vlasů a dolejšího poruchu ruky vespolek se přitahují.

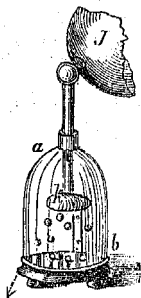
b) Sblížíme-li jímači *J* papírový balónek *b* (obr. 93.) na hedbávné niti zavěšený, rozkládá se v balónku elektrina v kladnou a zápornou. Kladná jímače přitahuje zápornou balónku, kteráž jí blíže se nalézá, pročez balónek ku jímači přiskočí a jeho se dotkne. Dotknutím vyrovnají a zruší se elektriny nestejnorodé, tak že v balónku zbývá pouze elektrina kladná, pročez jej pak jímač odpuzuje ku kouli *k*, se zemí drátem spojené, které balónek veškerou svou elektrinu sdělí, načež opět jímač jej přitahuje a odpuzuje, tak že balónek mezi jímačem *J* a koulí *k* poletuje potud, pokud jest jímač dosti silně elektrický. — Balónek možno nahraditi lehounkou, malou mouchou z látky vodivé zhotovenou i máme pak *elektrickou mouchu*. — Z týchž příčin poskakuje *elektrické kla-*

Obr. 94.

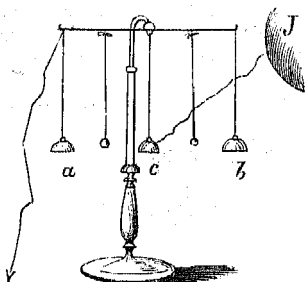


dvítko k, na skleněné tyči *ss* pružným drátkem *d* nasazené, mezi kuli *a*, spojenou s jmačem *J*, a sloupkem *b*, se zemí spojeným (obr. 94.). — Dáme-li do skleněného válce *ab* (obr. 95.), jehož kovové dno se zemí jest spojeno, *vřklé* kuličky z bezové duše a spojíme-li kouli *k*, která skrze hořejší příklop do válce jest prostrčena, s jmačem *J*, poletují kuličky mezi kulí *k* a dnem, což *elektrickým krupobítkm* se nazývá. — Dáme-li do válce malé lehké figurky, poskakují podobně nahoru i dolů, čímž vzniká *elektrický tanec*. — Podobně poletují lehké kovové kuličky mezi zvonkem *c*, s jmačem spojeným a zvonky *a* a *b* se zemí spojenými, a narážením kuliček na zvonky vzniká *elektrické zvonění* (obr. 96.).

Obr. 95.



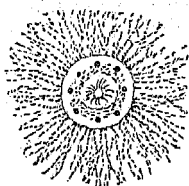
Obr. 96.



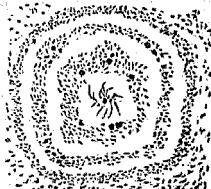
c) Spojíme-li jeden drát, ostrou špičkou ukončený, s jmačem elektřiny kladné a druhý, taktéž v ostrou špičku vybíhající drát s jmačem elektřiny záporné, dáme-li mezi obě špičky desku z lepenky aneb z tenkého skla a sblížíme-li špičky ku desce co nejvíce tak, aby byly v též přímce, tož proráží jiskra elektrická, kterou elektřiny se vyrovnávají, desku tak, že vzniká v ní otvor paprskovitě se rozbíhající.

d) Přeskočí-li silná jiskra s jmače do kovového kroužku, položeného na kotouč pryskyřicový, sejmeme-li pak kroužek a posypeme-li kotouč výtrusy plavuňovými, objeví se tak zvané *obrazy Lichtenbergovy* na kotouči. Po jiskře

Obr. 97.



Obr. 98.



elektřiny kladné seřadí se prášek na kotouči ve tvaru *paprskovitém* (obr. 97.) a po jiskře elektřiny *záporné* ve tvaru *soustředných kruhů* (obr. 98.), čímž i rozdílnost obou elektřin se objevuje.

e) Elektrická jiskra, pronikajíc vzduchem a spolu zahřívajíc jej, způsobuje na dráze své zředění vzduchu. Poněvadž vzduch ihned zase do prostoru, jež dříve zaujímal, úsilně se hrne, povstává *praskot*, který jest tím silnější, čím větší byla napnutost elektřiny. Přeskakuje-li jiskra s jmače elektriky do nějakého těla, jest praskot její patrněji slyšeti, než když přeskakuje s třeně trubice skleněné.

2. *Účinky světla* jeví se elektrickými jiskrami, jež do dobrých sdílečův elektřiny přeskakují, když jímači dostatečně se sblížili.

a) Dotýká-li se tělo jímače, sděluje mu jímač elektřiny, aniž by oko nějakého úkazu pozorovalo; je-li však tělo k jímači pouze sblíženo, tak že elektřina procházeti musí špatným sdílečem (ku př. suchým vzduchem), tu objevuje se pak *jiskra*, která v rozličných plynech a parách má rozličné barvy. Tak jest: ve vzduchu obecném *bělavá* a lesklá, ve vzduchu silně zředěném *fialově červená*, v kyslíku *fialově modrá*, v dusíku *modrá* a ve vodíku *červcová*; v kyselině uhlíčitě, ve chlóru a v parách étherových *zelená*, v parách vodních *žlutá* atd. — Dotýká-li se člověk na stoličce, skleněnými nohami opatřené, stojící, rukou jímače a sblížíme-li mu kdekoliv kotník prstu, přeskakují do kotníku jiskry (obr. 92.), jako kdybychom jímači byli se přiblížili.

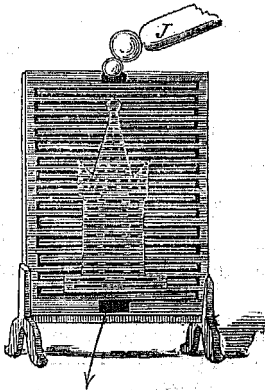
b) Je-li dobrý sdíleč, kterým oba jímači elektřiny kladné a záporné spolu jsou spojeni, na mnohých místech špatným sdílečem přerušen, přeskakují na všech těchto místech současně jiskry, čímž vzniká *elektrické osvětlení*. Nalepíme-li na desku skleněnou proužky stanniolu, jež v obr. 99. *černé* proužky značí, vyřizneme-li a odstraníme-li pak stanniol v těch místech, jež jsou v obr. 99. bíle naznačeny, tož osvětlují elektrické jiskry všechna tato místa, jež, jsouce si na blízku, v temné světnici téměř dohromady splývají se zdají a tudíž zdánlivě souvislý obraz tvoří. Nalepi-li se tímž způsobem proužky stanniolu na skleněnou tyč aneb kouli blízko sebe tak, aby na mnohých místech jiskry přeskakovaly, objeví se celá tyč neb koule osvětlena. Mnohdy bývají stanniolové proužky na skleněné desce v těch místech, kde jiskry se objevují, ještě průsvitným *barevným* papírem pokryty, čímž elektrické světlo, papírem pronikající, v rozličných barvách se ukazuje.

c) Dosáhla-li elektřina na jímači napnutosti příliš veliké, uniká samovolně do vzduchu ve způsobě paprskovité záře. Září tuto možno pozorovati nejlépe ve tmavé světnici, když jímač elektřiny kladné hrotem na konci ne příliš ostrým jest opatřen (obr. 100.) Byl-li hrot takový spojen s jímačem elektřiny záporné, objevuje se na špičce jeho pouze světlý bod, podobný malé, třpytivé hvězdě. Sblížíme-li se jímači kladné elektrickému hrotem, objevuje se na konci jeho světlý bod a sblížíme-li se jim záporně elektrickému jímači, objevuje se na konci hrotu paprskovité rozbíhavé světlo. Tímto úkazem taktéž rozdílnost obou elektřin patrně se dovozuje.

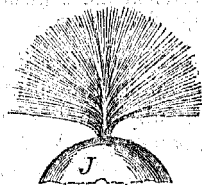
3. *Účinky tepla*. Elektrickým proudem zahřívá se drát, kterým proud prochází, a elektrickou jiskrou zapalují se mnohé látky zápalné.

a) Dáme-li do misky kovové, se zemí dobrým sdílečem spojené, éther, *teplý* lín, střelnou bavlnu, střelný prach, kalafunu na prášek rozmělněnou, fosfor aneb jiné snadné zápalné látky a přskočí-li s jímače skrze tyto látky do misky jiskra elektrická, zapalují se tyto látky.

Obr. 99.

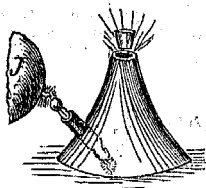


Obr. 100.



b) Tráskavý plyn zapaluje se jiskrou elektrickou v *bambítce elektrické*, která záleží v láhvičce kovové (obr. 101.), mající blíže dna po straně otvor, jímž prostrčena neprodyšně do vnitř skleněná rourka, ve které zatmelen drát, na obou koncích kuličkou opatřený tak, aby vnitřní kulička dnu byla sblížena, ale jeho se nedotýkala. Otevřeme-li zátku a necháme-li do láhvičky vstoupiti vodík, směšuje se tento s kyslíkem vzduchu v láhvičce obsaženého v plyn tráskavý. Když pak otvor zátku uzavřeme, láhvičku se zemí spojíme (třeba

Obr. 101.



v ruce ji držíce) a vnější kuličku jímačí sblížíme, aby do ní jiskra přeskočila, přeskočí jiskra též s kuličky vnitřní na dno, čímž tráskavý plyn se zapálí a zátku s výbuchem, slabě ráně z bambítky podobným, vyrazí. — Podobně spaluje se smíšenina kyslíku a vodíku v tak zvaném *eudiometru*, t. j. ve trubici skleněné, svrchu uzavřené, otvorem dolejším do rtuti ponořené. Vpusťme-li do trubice, ve které z dola rtuť vzduch jest uzavřen, vodík a proráž-li pak směsí vodíku a vzduchu jiskra elektrická (mezi dvěma dráty, z nichž jeden se zemí a druhý s jímačem spojen), spaluje se vodík s kyslíkem na vodu a zbývá pak ve trubici dusík, jehož objem možno měřiti, poněvadž jest trubice stupňována.

4. *Účinky chemické* jeví se patrně rozkladem látek chemicky složených v prvky jejich.

a) Potřeme-li vlhké proužky procezoovacího papíru škrobovým mazem a pak jódidem draselnatým a vedeme-li na papír špičky dvou drátův, z nichž jeden spojen s jímačem elektriny kladné a druhý s jímačem elektriny záporné, vylučuje se jód, kterým škrob na modro se barví.

b) Pracujeme-li déle s elektrickou, jest cítiti ve vzduchu zvláštní zápach, t. j. zápach kyslíku vzduchového, který nabývá elektrinou netoliko tohoto zvláštního zápachu, nýbrž i jiných vlastností, jichž v obecném stavu svém nemá, pročez na rozdíl od kyslíku obecného *ozón* nazván jest.

5. *Účinky fyziologické* jsou ony, jež v čidla naše působí.

Přeskočí-li elektrická jiskra kdekoliv do těla, cítíme píchnutí; svedeme-li kladnou elektrinu s jímače na jazyk, cítíme chuť nakyslou, záporná elektrina vzbuzuje chuť žíravou.

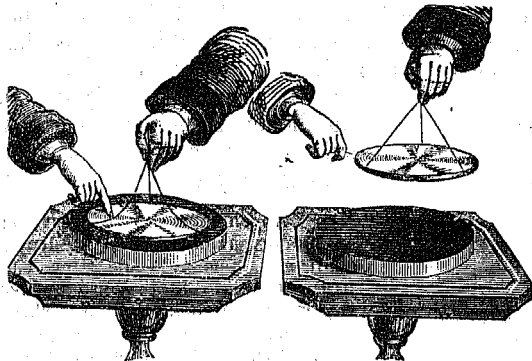
113. Elektrofor čili *elektronoš* má jméno své odtud, že možno elektrinu dlouho v něm udržeti. Skládá se: a) z *misky* mělké, obyčejně z pocínovaného plechu železného zhotovené; b) z *kotouče pryskyřicového*, do misky vlitého, na hořejším povrchu rovného a pečlivě uhlazeného, tak aby nebylo v něm ni bublin ni puklin; c) z *příklopu* cínového aneb dřevěného, stanniolenem polepeného, který má poněkud menší průměr než miska, na dolejším povrchu dokonale uhlazen a na hořejším povrchu buď *hedbávnými* šňůrkami buď *skleněnou* rukovětí opatřen jest, aby elektrina do ruky jej zdvihající neodtékala.

Sejmeme-li příklop a šleháme-li kotouč lišším ocasem aneb zaječínou, nabývá kotouč na hořejším povrchu elektriny *záporné*. Položíme-li pak příklop na něj, rozkládá $-E$ kotouče $+E$ v příklopu, přitahuje nestejnorodou $+E$ a odpuzuje stejnorodou $-E$. Dotkneme-li se příklopu prstem (obr. 102.) odvedeme odpuzova-

nou a proto *volnou* $-E$ s něho do země, $+E$ pak zůstává na dolejšímu povrchu jeho, jsouc zápornou elektrinou kotouče pryskyřicového *poutána*. Zdvihneme-li příklop, když dříve byli jsme prstem jeho se dotkli, uvolní se v něm $+E$ a rozloží se na celém povrchu jeho; sblížíme-li se k němu prstem (obr. 103.), přeskakuje s něho jiskra do prstu.

O br. 102.

Obr. 103.



Kovová miska slouží k tomu, aby elektrina v kotouči pryskyřicovém se seslila, neboť třením vzbuzená $-E$ kotouče rozkládá v misce $+E$, přitahuje $+E$, kteráž na spodním povrchu kotouče se nahromadí, a odpuzuje $-E$, kterou možno do země odváděti. Poněvadž $-E$ na povrchu hořejším a $+E$ na povrchu dolejšímu na kotouči pryskyřicovém vespolek se poutají, možno dalším třením opět nové množství $-E$ na hořejším povrchu vzbuditi, načež opět v misce $+E$ se rozkládá a vše jako dříve se opětuje.

Přiléhá-li příklop na kotouč a odvedeme-li s něho $-E$, poutá jeho $+E$ část $-E$ na hořejším povrchu kotouče, protože část $+E$ na dolejšímu povrchu kotouče se uvolní, v misce $+E$ rozkládá, $-E$ přitahuje a $+E$ odpuzuje. Odvedeme-li odpuzovanou $+E$ s misky do země, má pak miska $-E$. Spojíme-li pak prsty pozdvižený příklop s miskou, vyrovná se $+E$ příklopu a $-E$ misky, čímž vznikne v ruce dosti silné otřesení.

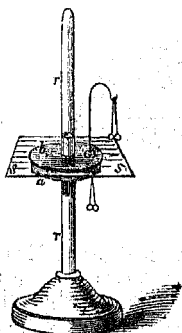
Druhdy užívalo se elektroforu k zapalování vodíku v Döbereinerově rozžehadle (viz str. 65.) jiskrou s příklopu přeskakující.

114. Deska Franklinova jest deska *skleněná* na obou stranách *stanniolem* polepená tak, aby pokraje její na 1—3" zůstaly *stanniolem nepokryty*. Pokraje tyto, vnímající vlhkost ze vzduchu, odváděly by elektrinu s nálepů stanniolových, čemuž zabraňuje se potřením pokračův pokostem anebo pečetním voskem v líhu rozpuštěným.

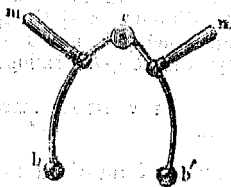
Spojíme-li jeden nálep s jímáčem elektriky, přechází do nálepu elektrina $+E$, rozkládá se po celém povrchu jeho a vniká částečně i do skla, jehož ovšem naskrze až ku nálepu druhému proniknouti nemůže. Majíc však značnou napnutost, rozkládá $+E$ nálepu s jímáčem spojeného $+E$ v nálepu druhém, přitahuje

— E , kteráž částečně i do skla vniká, a odpuzuje $+E$, kterou možno, poněvadž *volná* jest, s nálepu odvésti. Poněvadž $+E$ a $-E$ vespolek se poutají a jen malá část $+E$ na nálepu s jímačem spojeném *volnu* zůstává, přechází opět s jímače část $+E$ do tohoto nálepu, načež opět v nálepu druhém $+E$ se rozkládá a vše jako dříve se opětuje. S jímače přechází do nálepu s ním spojeného $+E$ tak dlouho, pokud napnutost *volné* $+E$ na něm nerovná se napnutostí $+E$ na jímači. Když napnutosti tyto jsou stejny, jest deska *naelektrována* (nabita) i má pak na jednom nálepu $+E$ a na druhém $-E$. Je-li skleněná deska tenká, vyrovnají se obě tyto elektriny, když dosti veliké napnutosti dosáhly; prorazivše totiž desku, kteráž pak ku dalším zkouškám více se nehodí, směšují se vespolek a oba nálepy jeví se neelektrickými.

Obr. 104.



Obr. 105.



Někdy bývá deska upravena tak, že elektriny jiskrou samy se vyrovnají, když napnutost určitého stupně dosáhla.

115. Láhev Leydenská. Deska Franklinova ve válec svitnutá a dnem opatřená jmenuje se *láhví Leydenskou*. Jestli nádoba skleněná (obr. 106.) vně i vnitř stanniolem polepená a na bořejším pokraji vně i vnitř pokostem neb pryskyřicí potřená. Nádoba přikrývá se kotoučem z lepenky, majícím u prostřed otvor, jímž prostrčen do vnitř drát, kterýž dolejšším koncem vnitřního ná-

Abychom mohli se přesvědčiti, že skutečně na jednom nálepu $+E$ a na druhém $-E$ se hromadí a že obě tyto elektriny částečně s obou stran do skla vnikají, bývá upravena deska tak, aby mohla se rozkládati. Na skleněném sloupku jest vodorovně upevněna silnější deska cínová a (obr. 104.), na té jest položena deska skleněná s a na desku skleněnou klade se svrchu deska cínová b skleněnou rukovětí r opatřená. Naelektrujeme-li desku a rozložíme-li ji v části, shledáme, že jedna deska má $+E$, druhá $-E$ a deska skleněná na jedné straně $+E$ a na druhé $-E$.

Spojí-li se nálepy naelektrované desky dobrým vodičem elektriny, vzniká *elektrický proud*, jehož účinky jsou velmi značné. Aby proud nemohl do ruky vniknouti, užívá se ku vyrovnání se obou elektrin tak zvaného *vyrovnavatele* (vybiječe), složeného ze dvou silných drátů kovových, v kloubu c (obr. 105.) pohyblivých a na koncích kuličkami b b' opatřených. Chopíme-li se drátů skleněnými rukovětmi m m' a přiložíme-li b na jeden a b' na druhý nálep desky, nepocítíme žádného otřesení v těle, poněvadž proud do skleněných rukovětí nepřechází.

lepu stanniolového na dně se dotýká a na hořejším konci kovovou kuli k opatřen jest.

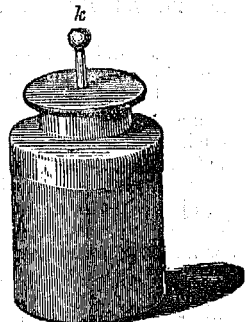
Spojíme-li kouli k s jmačem $+E$, nahromaduje se na vnitřním nálepu láhve $+E$, kteráž rozkládá v nálepu vnějším $+E$, $-E$ přitahuje a $+E$ odpuzuje. Spojíme-li vnější nálep se zemí, třeba tím, že láhev v ruce držíme, odchází odpuzovaná $+E$ vnějšího nálepu do země i zbývá na něm pouze $-E$. Jako při desce Franklinově bylo vyloženo, přechází $+E$ s jmače do nálepu vnitřního tak dlouho, až volná $+E$ tohoto nálepu má tutéž napnutost jako $+E$ na jmači. Když toho se docílilo, jest láhev naelektrována i mohou elektriny $+E$ a $-E$ vyrovnatelem (obr. 105.) opět se vyrovnati. Byl-li vnější nálep spojen s jmačem $+E$ a vnitřní se zemí, má láhev vně $+E$ a u vnitř $-E$.

Láhev možno naelektrovati též přiklopem elektroforu jako jmačem elektriky.

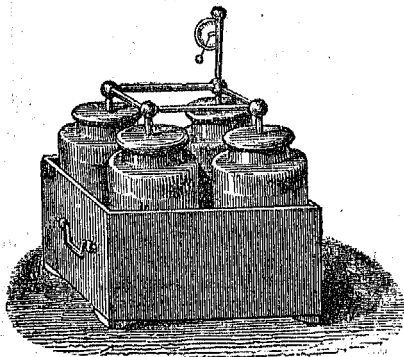
Postaví-li se do nádoby cínové nádoba skleněná a do této opět nádoba cínová, vzniká *láhev rozkládací*. Rozložíme-li láhev takovou, když byla naelektrována, jeví se cínové nádoby jen velmi málo elektrické. Odvedeme-li z nich elektrinu a složíme-li láhev opět dohromady, vyrovnávají se elektriny přece silnou jiskrou, což důkazem že elektriny $+E$ a $-E$ vlastně na obou stranách skla jsou rozloženy a že nálepy pouze k tomu slouží, aby sklu elektrinu všude současně sdělovaly a ji taktéž všude současně s něho odváděly. Spojí-li se vnější nálep s kovovou kuli, kterou kouli k s vnitřním nálepem spojené dostatečně sblížíme, vyrovnávají se $+E$ nálepu vnitřního a $-E$ nálepu vnějšího jiskrou elektrickou, která mezi oběma kulema přeskakuje do vzdálenosti tím větší, čím větší jest napnutost elektrin, t. j. čím silnější byla láhev naelektrována. Láhev tak upravená zove se *láhví vyrovnací* č. po vynálezci svém *láhví Leane-ovou*. — Vytáhne-li se hedbávnou nití drát s kuli k z láhve, zůstává láhev v suchém vzduchu delší dobu naelektrována, ješto $+E$ a $-E$, vzájemně se poutajíce, s nálepy unikati nemohou.

Láhev Leydenská má v menším objemu větší povrch a může pohodlněji se naelektrovati než deska Franklinova. Čím větší jest povrch nálepu, tím více elektriny možno na nich nahromaditi. Poněvadž však příliš veliké láhve bývají nepohodlné, spojuje se více láhví menších v jedinou, jejíž povrch stanniolový jest pak tak veliký

Obr. 106.



Obr. 107.



jako povrchy všech jednotlivých láhví dohromady. Spojení takové slove *soulahví* čili *elektrická batterie*, i docílí se ho, když několik láhví do kovového aneb dřevěného, na dně stanniolem vylepeného truhlíku se postaví a všechny koule vespolek drátem se spojí (obr. 107.). Pomocí elektroměru *Henleyova* (obr. 89.) s jednou láhví spojeného (obr. 107.) lze napnutost *volné* elektřiny na vnitřním nálepu měřiti.

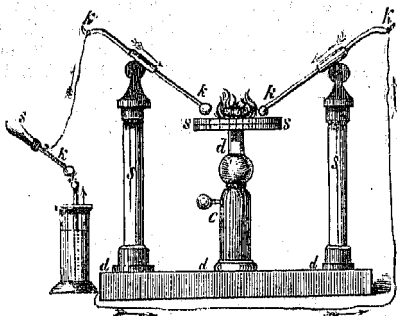
Účinky elektřiny sesilují se láhví Leydenskou, zvláště pak soulahvím velmi značně.

a) Jiskra, kterou $+E$ a $-E$ láhve neb batterie se vyrovnávají, proráží lepenku ano i poněkud silnější desku skleněnou.

b) Jiskry batterie doskákují do větší vzdálenosti než s jmače elektřiky a hodí se tudíž lépe k *elektrickému osvětlení*. Proráží-li jiskra batterie elektrické, silně naelektrované, cukr, merotec, kazivec a jiná světélkující tělesa, světélkují tato ve tmě dlouho.

c) Prochází-li elektrický proud batterie *tenkým a krátkým* drátem, rozpaluje se tento až do žáru, a je-li proud silnější, trhá a roztrhává se drát a konečně se roztápí. — Jiskrou láhve Leydenské zapalují se látky zápalné a vznímají se plamenem. — Zvláště vhodně užívá se jiskry takové ku zapalování látek, kterými skály (i pod vodou) se trhají; neboť možno zapalovati náboje i ve vzdálenosti velmi značné a tudíž *bez nebezpečí a též více nábojův současně*. K tomu cíli uzavře se papírový váleček na jednom konci zaklizenou zátkou korkovou, do válečku ku zátku dá se pak kousek střelné bavlny, na tu prášek ze stejného množství *sírníku antimónového* a *chlóřečnanu drusebnatého*, do něhož ponoří se oba konce drátu k sobě sblížené, načež na prášek nalije se roztopená pryskyřice, která ztuhnuvši dráty od sebe odděluje a spolu váleček na druhém konci uzavírá. Zápalka takto připravená vloží se do náboje se střelným prachem; spojí-li se pak jeden drát ze zápalky a z náboje vyčnívající s vnějším a druhý drát s vnitřním nálepem láhve neb batterie naelektrované, zapálí se jiskrou zápalka i náboj. Trhají-li se skály pod vodou, musí náboj i zápalka býti opatřeny pouzdem smolou potřeným neb plechovým, aby voda neměla k nim přístupu; drát bývá pak povlečen gutta-perčou. — Zápalkami tímž způsobem upravenými, možno pomocí jiskry láhve neb batterie více svíček neb raket a t. p. *najednou* zapáliti, zvláště když knoty svíček terpentínem aneb jinou snadně zápalnou kapalinou dřívě byly navlhčeny.

Obr. 108.

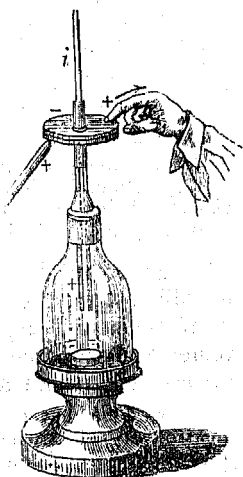


d) Dotkneme-li se jednou rukou vnějšího nálepu naelektrované láhve a sblížíme-li druhou ruku ku kouli drátu, dotýkajícího se nálepu vnitřního, proběhne proud tělem a způsobí velmi silné otřesení, jež i více osob pocítí, když vespolek za ruce se drží a jeden z obou krajních nálepu vnějšího a druhý koule se dotkne. Rány bývají tak silné, že i větší zvířata jimi se usmrcují aneb aspoň se omráčí.

Ku skoumání účinkův láhve neb batterie užívá se obyčejně *Henleyova všeobecného vyrovnatele*, jehož úpravu znázorňuje obr. 108. Skleněné části jsou písmeny *s*, dřevěné písmeny *d* a kovové písmeny *k* označeny; šroubem *c* udržuje se kotouč *ss* v jakékoliv výšce.

Otáčíme-li velmi rychle kotouč, v několik rozličně zbarvených výsečích rozdělený, nemůžeme jednotlivých barev od sebe rozeznati, neboť splývají všechny dohromady v barvu jedinou, z jednotlivých barev složenou; otáčí-li se však kotouč velmi rychle v tmavé světlici a osvětlí-li se jiskrou elektrickou, objeví se všechny jednotlivé barvy zcela patrně, jako by kotouč byl v klidu, neboť trvá světlo jiskry dobu tak kratičkou, že zdá se, jakoby kotouč za dobu tuto ani byl se nepohnul. *Wheatstone* vypočetl, že rychlost elektřiny, t. j. dráha, kterou proud v jedné vteřině koná, téměř 62.000 mil obnáší.

116. Hustič (*kondensator*) jest přístroj obyčejně s elektrojevem spojený, kterým i velmi slabá elektřina nějakého těla patrnou se stává. V podstatě má hustič úpravu tutéž jako deska *Franklinova* a působí tímž způsobem jako tato. Kovový kotouč elektrojevu, spojený drátem s pozlátky (obr. 109.), jest na hořejším povrchu svém potřen tenkou vrstvou pokostu a na něj klade se druhý kotouč, taktéž kovový, na dolejšímu povrchu pokostem jemně potřený a nahoře skleněnou rukověťí *i* opatřený.



Dotkne-li se dolejšího kotouče tělem, jež má ku př. slabou $+E$, sdělí tělo $+E$ kotouči i pozlátkám, která však se neodpuzují, jsouce slabě elektrická. Je-li však hořejší kotouč na dolejší položen, rozkládá $+E$ kotouče dolejšího $\pm E$ v kotouči hořejším, přitahuje a poutá $-E$ a odpuzuje $+E$, kterou musíme prstem odvésti. Poněvadž v kotouči dolejšímu jen málo volné $+E$ zůstalo, přechází s těla opět $+E$ do kotouče, i opakuje se vše jako dříve tak dlouho, až volná $+E$ dolejšího kotouče má tutéž napjatost, jako $+E$ těla. Když pak hořejší kotouč sejmete, uvolní se dříve poutaná $+E$ dolejšího kotouče a přechází i do pozlátek, kteráž pak se odpuzují elektřinou $+E$, kterou má i tělo. Dotkne-li se však tělem kotouče hořejšího a prstem kotouče dolejšího, odpuzují se po sejmutí kotouče hořejšího pozlátka elektřinou $-E$, což snadně možno vyložití.

Pomocí hustiče možno dokázati, že tělesa zelektrují se netoliko třením, nýbrž i tlakem, štěpáním, proměnou skupenství, zahříváním a hořením, vůbec proměnou soudržnosti částic.

a) Stlačíme-li na sebe dvě tělesa, skleněnými držadly opatřená, aniž bychom jedno o druhé třeli, jeví po rychlém oddělení jich od sebe jedno z nich vždy $+E$ a druhé $-E$. Kovová deska na voskované hedbávi přitlačená, má po oddělení $+E$ a hedbávi $-E$. Ze dvou nestejně teplých na sebe přitlačených kousků korku má jeden $+E$, druhý $-E$. Vápenec jeví se elektrickým, když mezi prsty byli jsme jej stlačili. — b) Naštípíme-li plátek slídy v rohu, připevníme-li pak na obě části skleněné rukověti a odtrhneme-li je těmito od sebe, má jedna část $+E$, druhá $-E$. Totéž jeví se u vápence a sádrovce. Rozbijíme-li křídou neb cukr ve tmě, objevují se elektrické jiskry. — c) Vypařuje-li se voda z roztoku soli, jsou páry vodní *kladně* elektrické. Roztopíme-li síru neb vosk, jeví se po opětném ztuhnutí elektrickými. — d) Zabřejeme-li bráň turmalínu, má jeden konec její $+E$ druhý $-E$; — e) Hořící uhel objevuje se pomocí hustiče *kladně* elektrickým, zplodiny hořením jeho vznikající mají pak $-E$.

B. Elektrina ovzduší.

117. Elektrina ve vzduchu, oblacích a mracích. Jakmile seznány byly účinky jisker, jež vznikají vyrovnáním $+E$ a $-E$ batterie z láhví Leydenských sestavené, porovnávali učenci blesk s jiskrou elektrickou i seznali, že účinky obou jsou *tytéž*, ač jeví se ovšem účinky blesku *silněji*. Z toho vyplývá, že v mracích nahromaděno jest velmi mnoho elektriny.

Franklin pouštěl v roce 1752 papírové, kovovými špičkami opatřené draky na konopné šňůře do mraků a sváděl elektrinu s mraků po šňůře, která, navlhnuvši deštěm, vodivou se stala, do zvláštních jimačův. Četnými zkouškami dokázal pak, že účinky elektriny této jsou *tytéž* jako účinky elektriny na jimačí elektriky nahromaděné.

Ze zkoušek v té příčině konaných seznáno, že má vzduch, několik stop od země počínaje, vždy *volnou* elektrinu, a sice za deště nejčastěji *zápornou*, jinak obyčejně *kladnou*, že oblaky jsou téměř vždy *záporně* elektrické, mraky pak že jsou hned *kladně* hned *záporně* elektrické a mají nejvíce *volné* elektriny.

V době novější užívá se ku skoumání elektriny vzduchu zvláštních elektrojevů (elektroskopů), jež, ve výších se nalezající, ukazují, že vzduch jest elektrický a jakou má elektrinu.

Původem elektriny ve vzduchu jsou, jak učenci se domnívají:

1. hoření a dýchání lidí i zvířat;
2. vypařování se vody mořské;
3. rychlé srážení se vodních par, ve vzduchu náhle ochlazených;
4. vzrůst živočichů a rostlin;
5. tření částic vzduchu i vodních par, prouděním vzduchu vznikající;
6. proměny teploty vyšších vrstev vzduchu.

118. Blesk a hrom. Srážejí-li se páry vodní ochlazením v bublinky, nabývají elektriny, a shlukne-li se velmi mnoho bublinek takových ve mrak, jest na něm elektrina tak nahromaděna jako na jimačí elektriky.

Přiblíží-li se elektrický mrak k jinému, rozkládá v něm $+E$, poutá elektrinu nestejnorodou, stejnorodou pak odpuzuje, z čehož možno vyložit, proč mraky v čas bouře hned $+E$, hned

opět $-E$ mají. Nestejnorodé elektřiny dvou sobě dosti sblížených mraků vyrovnávají se buď náhle *bleskem*, buď *ponenáhlu*.

Sblíží-li se mrak, mající $+E$, k zemi, rozkládá v ní $\pm E$, přitahuje $-E$, kteráž mraku nejbliže, tudíž na povrchu země se nahromaduje, a odpuzuje $+E$, která ve větší hloubi v zemi se shromáždí.

Sejde-li mrak ještě blíže k zemi, přemáhá napnutost elektřiny odpor vzduchu a *bleskem* vyrovnává se pak $+E$ mraku a $-E$ země, i říkáme pak, že *hrom* (vlastně *blesk*) udeřil. Poněvadž na místech z roviny vyvýšených nejvíce elektřiny se nahromaduje, bije blesk nejčastěji do věží, vysokých stromů atd., i neradno tudíž stavěti se v čas bouře k vysokým předmětům, ku stromům, věžím, komínům, ani ku dobrým sdílečům elektřiny.

Udeří-li blesk do země přestává na okamžik příčina rozkladu elektřin v zemi a $+E$ i $-E$ země naší splývají pak úsilně dohromady tak zvaným *zpátečným udeřením*, jehož účinkem mnohdy zvířata i lidé usmrceni bývají, ač blesk ve veliké vzdálenosti od nich do země byl udeřil. Podobně vzniká též *zpátečné udeření*, když mrak, jehož elektřinou $\pm E$ v zemi se rozložila, náhle od země se vzdálí.

Bleskem, který vzduch klikatě proniká, rozpalují se částice vzduchu tak silně, že značně se rozšiřují; propustiv však ihned zase nabyté teplo svému okolí, hrne se vzduch do prázdného prostoru velmi úsilně, čímž vzniká třeskot, co *hrom* známý, který, odrážej se ode mraků, hor, lesů a t. d., mění se v otrásající *hučení*, jemuž síly až do jistého stupně přibývá a pak opět *ponenáhlu* ubývá.

Ve značných výšcích jest vzduch tak řídký, že vyrovnání elektřiny děje se tu bez značné překážky, pročoz viděti pouze *blesk*, není však hromu slyšet. Výjev ten nazývá se *blýskavice* č. *blýskání na počast*.

Účinky blesku jsou zkázopločné; bleskem roztápějí se kovy, špatní vodičové elektřiny pak jím bývají rozdraceni; zvířata a lidi blesk usmrcuje, hořlavé látky zapaluje; vnikne-li blesk do země, roztápí zrnka písečná, kteráž slévají se s jinými částmi země v tak zvané *bleskové roury*.

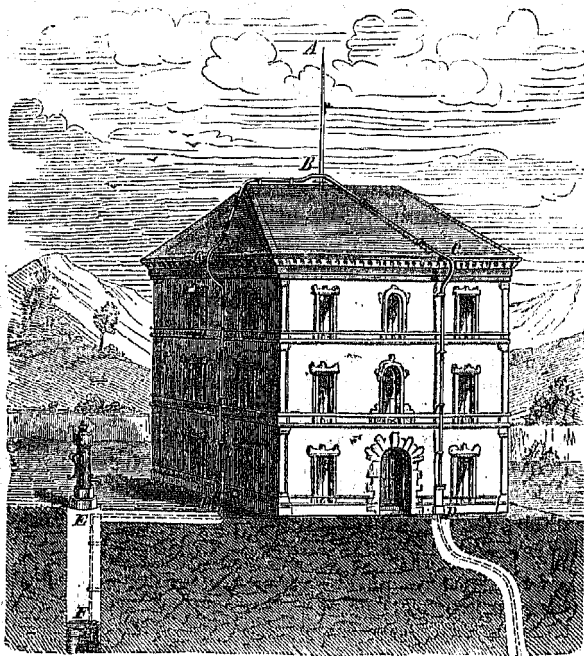
Špičky věží, stežňů a jiných vysokých předmětů září v noci, což vysvětluje se vycházením elektřiny na špičkách nahromaděné do vzduchu taktéž elektrického. Výjev ten zove se oheň *Eliášův* č. oheň *Elmský* neb *Helenský* (od starých Řekův a Římanův též *Kastor* a *Pollux* nazvaný). — Podobné světélkování elektrické vidáti též na chlupcích zvířecích, na př. kočičích, na špičkách uší koňův a na vlasech lidských. — Pohybuje-li se elektrický mrak nad hladinou vody, rozkládá se v ní elektřina a voda vyzdvihuje se mnohdy značně vzhůru. — Na zemi nejsou účinky rozkladu elektřiny patrný; citlivé osoby mívají však při bouři zvláštní pocity.

119. Hromosvod. Zkázonosné účinky blesku možno zameziti *hromosvodem* (vlastně *bleskosvodem*), kterým blesk svádíme do místa, kdež rozptýlením se oslabuje a neškodným se činí.

První hromosvod sestrojil *Diviš* (nar. 1696 v Žamberce v Čechách) v roce 1754 nedaleko sycho obydlí v Prendicích na Moravě. Železný sloup 8' vysoký měl na hořejším konci čtyry vodorovná železná ramena, z nichž každé blíže konce opět dvěma příčnými rameny bylo opatřeno. Na každém z těchto 12 konců byla bednička se železnými okujemi, z nichž vyčnívalo do vzduchu 27 železných hrotů. Hlavní sloup stál na dřevěném podstavci a byl se zemí řetězy spojen. Hromosvod tento konal dobré služby; když však r. 1756 veliké sucho nastalo, přičítána vina toho hromosvodu a *Diviš* byl přinucen jej odkliditi. — *Franklín*, jemuz vůbec vynález hromosvodu se připisuje, postavil r. 1760 ve Filadelfii hromosvod, záležející v tyči železné, 9 $\frac{1}{2}$ ' dlouhé 1" silné, jinou kovovou tyčí se zemí spojené a na stavení špatnými vodiči elektřiny připevněné.

Hromosvod jest tyč železná *AB* (obr. 110.), 8–20' dlouhá a $\frac{3}{4}$ –2" tlustá, obyčejně čtyřhranná, nahore hrotem 9–10" dlouhým, měděným, dobře pozlaceným aneb poplatinovaným (aby ne-

Obr. 110.



rezavěla) ukončená, kteráž kolmo na vrcholi stavení se upevňuje. Od této tyče vede se *svodidlo BCD*, skládající se z tyčí železných asi 9' dlouhých a $\frac{1}{2}$ " průřezu majících, vespolek v jednu tyč spojených a na železných 4–5" vysokých sloupcích spočívajících, podél střechy a zdí budovy až k zemi, obyčejně do vody (studně), aneb, není-li této na blízkou, jest ukončeno hluboko v zemi velikou

deskou kovovou, aneb rozvětňuje se v zemi dřevěným uhlím obklopeno daleko silnými dráty.

Zkušenost učí, že chrání hromosvod prostor, jehož průměr rovná se asi čtyřnásobné délce kolmé tyče. Na větších budovách bývá proto více hromosvodů. Střechy plechem pokryté netřeba hromosvodem chrániti, postačí tu, když kovové žlaby svodidlem se země se spojí. — Svodidlo má jíti přes všechny komíny a má nad každým komínem hrotem se opatřiti. Je-li v budově uvnitř mnoho kovových předmětů značné hmotnosti (ku pt. *zvony* na věžích), spojují se tyto předměty vodivé s hromosvodem. — *Prachárny* opatřují se hromosvodem, který na vysokém sloupu opodál budovy se nalezá. — *Stežně* korábů mají na vrcholi kovový hrot a odtud po celé své délce měděné proužky, jež s měděným pokrovem pod lodí se spojují. — Za svodidlo brávají se místo tyčí též provazy z měděných neb mosazných drátů aneb měděný plech. — Dráty telegrafické musí býti taktéž hromosvodem opatřeny.

120. Severní zář nazývá se velikolepý úkaz na nebi, v polárních končinách země naší obyčejný, téměř každodenní, u nás jen tehdy patrný, když objevuje se u veliké síle a rozsáhlosti.

Nad severním obzorem ve směru poledníku magnetického vystupuje záhy po skončeném soumraku široká výšeč kruhová oblaku podobná, avšak zcela prohledná, nad níž rozestírá se jemný svit, jasnému soumraku podobný, obyčejně bělavý, řidčeji žlutavý neb červenavý, z něhož řinou dlouhé světlé sloupy co paprsky, jež po několika minutách hasnou, načež opět nové se tvoří. Světlo paprskův těch jest bílé, na konci bývají z fialova a bělomodra všemi odstíny až do žluta a nachova zbarveny. Celé severní nebe pokrývá se průzračnými oblaky žhavě červenými. Okolo onoho bodu oblohy, ku kterému směr magnetky sklonkové čelí, shluknou se paprsky ve skvělý paprskový věnec tak zvanou *korunu*, čímž celý výjev končí. Na jižním pólu objevuje se týmž způsobem *jižní zář*, která se severní obyčejně současně povstává.

Jak učenci se domnívají, jsou světlé sloupy záře polární svítící *magnetické čáry*, jdoucí kolem země světovou prostorou od jednoho pólu ke druhému, i možno tudíž výjev tento nazvati *bouří magnetickou*, kterou nestejnorodé magnetičnosti zemské vespolek snad asi tak se vyrovnávají jako $+E$ a $-E$ jiskrou elektrickou aneb při bouři bleskem se vyrovnávají. Původ k domněnce této dala ta okolnost, že magnetka při záři severní jest velmi nepokojná, odchyľuje se mnohdy v úhlu několika stupňů z obyčejné své polohy.

C. Elektrina buzená dotýkáním.

a) *Základné výjevy a zdroje elektriny, buzené dotýkáním.*

121. Základná zkouška Voltova. Položíme-li na rovný, co nejlépe *uhlazený* kotouč *měděný* jiný taktéž *rovný* a velmi dobře *uhlazený* kotouč *cinkový* a oddělíme-li oba kotouče, skleněnými rukovětmi opatřené, aniž bychom jeden na druhý byli přitlačili aneb jeden o druhý byli třeli, od sebe tak, aby na všech místech *najednou* přestaly vespolek se dotýkati, tož jeví se na kotouči *cinkovém* elektrina *kladná* a na *měděném* elektrina *záporná*, o čemž možno *hustičem* (odst. 116.) se přesvědčiti.

Jako cink a měď stávají se elektrickými všickni sdíleči elektriny, jakmile dva *různorodí* vespolek se *dotýkají*, i nabývá vždy

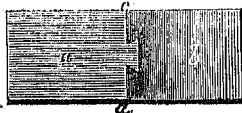
jeden z nich elektřiny *kladné* a druhý elektřiny *záporné*. Pokud oba sdíleči se dotýkají, poutají se $+E$ a $-E$ v nich zplozené tak, že jen malá část jich *volnou* zůstává, pročež možno elektřinu v kotoučích *dotýkántm* vznikající pozorovati teprv pak, když je od sebe vzdálíme.

Hustiči mívá obyčejně jeden kotouč *měděný* a druhý *cinkový*, abychom skoumajíce elektřinu dotýkántm se cinku a mědi zplozenou, mohli přiložiti cink k cinku a měď k mědi a aby dotýkántm se dvou různorodých kovů na hustiči nebudila se opět elektřina, kterou mohla by rašiti se ona, již skoumatí chceme. Spojíme-li desku měděnou *a* (obr. 111.) s deskou cinkovou *b* v *cd* pájkou, dotýkají se kovy tyto *ustavičně* vespolek, a přiložíme-li, majíce v ruce měď *a*, cink *b* k cinkovému kotouči hustiče, jeví se cink *b* kladně elektrickým; přiložíme-li pak majíce v ruce cink *b*, měď *a* k měděnému kotouči hustiče, jeví se měď *a* *záporně* elektrickou.

Elektřina *dotýkántm buzená* nazývá se po objevitelích svých též elektřinou *Voltovskou* aneb *galvaničností*.

Galvani, profesor v Boloni, pozoroval v roce 1789, že noha žabí, na stole ležící, pokaždé sebou *trhla*, když dotýkal se jí nůž a když na blízkou sjímače elektriky jiskra do jiného těla přskočila. Ukaz tento můžeme *rozkladem* elektřiny snadně si vyložití, ale

Obr. 111.



Galvani se domníval, že příčinou úkazu toho jest elektřina v těle žabím se nalézající a chtěje ji důkladněji proskoumatí, zavěsil žabí stehénka měděnými háčky na železném mříži. Tu shledal, že *stehénka pokaždé sebou trhla, kdykoliv mříže železně se dotkla*.

Volta, profesor v Pavii, opakoval tyto zkoušky a seznal, že stehénka potrhují sebou účinkem elektřiny, *dotýkántm se dvou různorodých kovů zplozenou*, a dokázal pak nezvratně zkouškou nahoře vytknutou, která proto *základnou zkouškou Voltovou* se nazývá, že dotýkántm skutečně elektřina se zplozuje.

Poněvadž s desk vespolek se dotýkajících skleněnými rukovětmi žádná elektřina se neodvádí, ni rukovětmi jim se nepřívádí, nutno souditi, že dotýkántm *rozkládá se* v obou deskách elektřina a že $+E$ z mědi do cinku a $-E$ z cinku do mědi přechází, tak že jeví potom cink pouze $+E$ a měď toliko $-E$. Za původ tohoto rozkladu elektřiny v obou vodičích a pohybu $+E$ a $-E$ pokládají učenci zvláštní sílu *elektrobudící*, pročež oba sdíleči elektřiny, kteří dotýkántm se zelektrují, *elektrobudiči* se zovou.

Poněvadž $+E$ cinku a $-E$ mědi vespolek se přitahují, nahromadují se nejvíce v místech, kde oba kovy vespolek se dotýkají; ale poněvadž $+E$ a $-E$ vespolek se *nevyrovnávají*, nutno tvrditi, že *síla elektrobudící* netoliko elektřinu rozkládá a $+E$ do cinku a $-E$ do mědi puď, nýbrž že i opětному smíšení se čili *vyrovnání se těchto obou elektřin nestejnorodých brání*.

122. Zákony napnutosti elektřiny, buzené dotýkántm. Nestejnorodé elektřiny, v obou elektrobudících vznikající, poutají se vespolek jen v místě, ve kterém elektrobudiči se dotýkají,

na ostatní části povrchu elektrobudičův zůstává elektřina *volnou* a má tudíž jistou *hustotu* i *napnutost*, kteráž jest ovšem *menší*, pokud elektrobudiči se dotýkají, než když od sebe se vzdálí, kdež pak i poutaná část elektřiny na obou budičích *se uvolňuje*.

Rozdíl napnutosti obou elektřin $+E$ a $-E$, které při dotýkání se elektrobudičův *volny* zůstávají, nazývá se *elektrická difference*. Rozdíl tento jest pak potud *stejný*, pokud zůstávají oba elektrobudiči *stejní*, i nemění se, ni když plochy, kterými budiči vespolek se dotýkají, se *zvětší* aneb *zmenší*, ni když oběma vespolek se dotýkajícím budičům *elektřina z venčí se sdělí*, ni když jeden z budičův *se zemí se spojí*, ni když oba elektrobudiči vespolek buď *přímo se dotýkají*, buď *jiným třetím vodičem* elektřiny (drátem) aneb i více jinými vodiči *vespolek jsou spojeny*.

Kovy a některé jiné pevné elektrobudiče možno seřaditi tak, že dotýkají-li se dva z nich vespolek, stává se každý *předcházející* *kladně* a každý *následující* *záporně* elektrickým. Tato řada elektrobudičův zove se *řadou napnutosti* a tělesa v řadě té jmenovaná slovou elektrobudiči *prvního řádu*. Kapaliny a všecka jiná tělesa, jichž nelze do řady této vložit, nazývají se elektrobudiči *druhého řádu*.

Nejdůležitější členové řady napnutosti jsou: $+ \text{cink, olovo, cín, železo, měď, stříbro, zlato, platina a uhel} -$.

Elektrická difference jest tím větší, čím *vzdálenější* jsou elektrobudiči v řadě této od sebe, neboť rovná se difference dvou budičův této řady *součtu* *diferencí* všech členův, mezi oběma těmi budiči v řadě obsažených.

Měď, dotýkaje se cinku, má $-E$, dotýkaje se platiny, má $+E$; *cink* jest *kladně* elektrický, když dotýká se kteréhokoliv budiče v řadě jmenovaného, ale dotýká-li se *platiny*, jest rozdíl napnutosti volných elektřin č. elektrická difference *větší*, než když dotýká se cinku *mědi*.

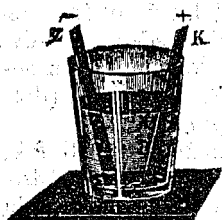
123. Jednoduchý řetěz Voltův. Dotýká-li se pevné tělo kapaliny, vzniká elektřina účinkem síly elektrobudičí v těle pevném i v kapalině. Ponoříme-li dva *rozličné* kovy aneb některý kov a uhel *současně* do též kapaliny, shledáme, že jest elektrická napnutost jejich *rozličná*; ten kov, na němž jest napnutost *větší*, jeví se na konci z kapaliny *vyčnívajícím záporně* elektrickým, druhý má na témž konci $+E$. Důležitější kovy a uhel lze v této příčině seřaditi takto: *cink, cín, olovo, železo, měď, stříbro, platina a uhel*. Jsou-li dva z těchto elektrobudičův ponořeni do *kyseliny sirkové*, vodou zředěné, aneb do *vodnaté kyseliny dusičné*, má elektrobudič, *předcházející* v této řadě, na konci z kapaliny *vyčnívajícím* $-E$ a budič *následující* na témž konci $+E$.

Spojení dvou elektrobudičův řádu prvního s jedním aneb dvěma elektrobudiči řádu druhého, t. j. s jednou aneb dvěma kapalinami, nazývá se *jednoduchým řetězem galvanickým*.

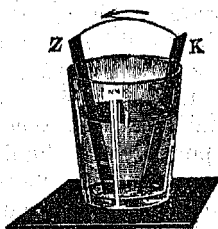
Jednoduchý řetěz Voltův skládá se ze tří článkův, totiž z *kyseliny sirkové*, vodou zředěné, do které částečně ponořeny jsou

deska cinková Z (obr. 112.) a deska měděná K , jež, *nikde vespolek se nedotýkajíce*, spojeny jsou jen kapalinou, tedy pouze na jednom konci, pročež řetěz takový *otevřeným* se zove. Jak bylo výše vyloženo, jeví se na hořejším, z kapaliny vyčnívajícím, konci mědi $+E$ a na témž konci cinku $-E$. Spojíme-li oba volné konce kovů č. *pólů drátem pojivým* č. *póldrnným* (obr. 113.), jest řetěz

Obr. 112.



Obr. 113.

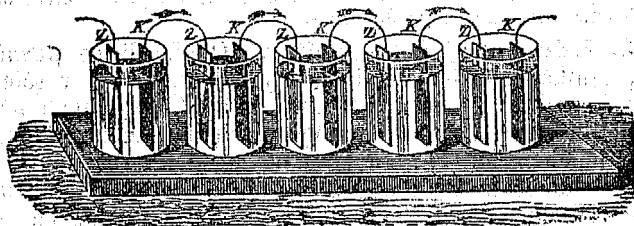


uzavřen a elektrická napnutost na pólech se ruší, poněvadž $+E$ mědi a $-E$ cinku *galvanickým proudem*, který *polárným drátem* a kapalinou prochází, vespolek se vyrovnávají, a sice proudí $+E$ od pólu kladného k pólu zápornému a od tohoto $-E$ k pólu kladnému,

Mimo kapalinu směřuje kladný proud z mědi k cinku a v kapalině z cinku k mědi. Jest tedy měď mimo kapalinu pólem kladným a v kapalině záporným, cink jest mimo kapalinu záporným a v kapalině kladným pólem.

Poněvadž silou elektrobudičí v hořejším volném konci cinku $-E$ a v témž konci mědi ustavičně $+E$ nahromaduje se tak dlouho, pokud tyto elektrobudičí kapaliny se dotýkají, *jest proud v řetězu nepřetržitý.*

Obr. 114.

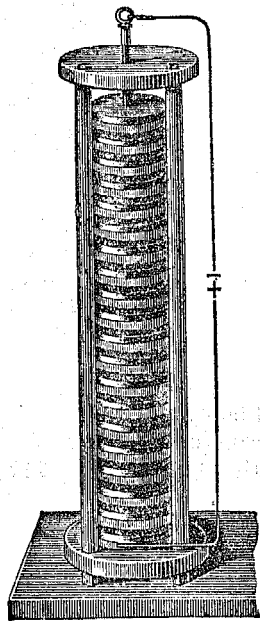


124. Složený řetěz Voltův. — Sloup Voltův. *a) Spojíme-li více jednoduchých řetězů tak, aby cink Z každého předcházejícího spojen byl s mědí K každého následujícího (obr. 114.), zove se spojení takové řetězem složeným č. souzdrojím aneb baterií galvanickou. Volný konec mědi řetězu posledního jest pólem kladným a volný konec cinku řetězu prvního jest pólem záporným. Spojíme-li oba tyto póly drátem polárným, jest složený řetěz uzavřen i vzniká proud silnější než v řetězu jednoduchém, poněvadž*

na obou krajních pólech elektrické napnutosti přibývá tou měrou, kterou přibývá počtu řetězů jednoduchých, v složený řetěz spojených.

b) *Voltův sloup* jest složený řetěz, poněkud jiným způsobem upravený, a skládá se z většího počtu kotoučů měděných a cinkových a z kotoučů plstěných neb vlněných, slanou neb nakyslou vodou navlhčených. Obyčejně bývá každý kotouč cinkový spájen s kotoučem měděným v jediný celek, tak zvaný *článek Voltův*. První článek položíme na desku skleněnou a ostatní klademe na sebe i sestavujeme z nich *sloup* mezi skleněnými tyčinkami tak, aby *cinkové* kotouče všech článkův *dolů* a *měděné* kotouče *nahoru* (neb i naopak) byly obráceny a aby vždy dva sousední články kotoučem, slanou neb nakyslou vodou navlhčeným, byly od sebe odděleny (obr. 115.). První kotouč cinkový jest pólem kladným a poslední kotouč měděný pólem záporným. Spojíme-li oba tyto póly drátem, probíhá jím proud tím silnější, čím více článkův sloup skládá, neboť přibývá napnutosti na obou pólech tou měrou, kterou přibývá počtu článkův.

Obr. 115.



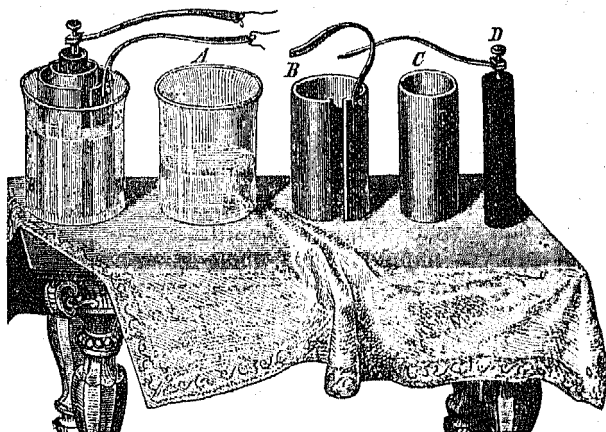
125. Řetězy stálé. a) Jednoduchý i složený řetěz Voltův, jakož i Voltův sloup dávají dosti silný proud jen krátkou dobu, neboť brzy ochabují a konečně téměř žádného účinku více nejeví. Z té příčiny sestrojeny jsou *řetězy stálé*, jichž proud po delší čas stejně silný zůstává. Rozeznáváme jich více druhův, z nichž důležitější jsou: řetěz *Daniellův*, *Robertsův*, *Groveův* a *Bunsenův*, kteréž vesměs složeny jsou ze dvou *elektrobudičův řádu prvního a dvou kapalin*, z nichž jest jedna v nádobě skleněné a druhá v nádobě *průlinčité*, z nepolévané hlíny neb sádry zhotovené. Jedním z *elektrobudičův řádu prvního* jest u všech těchto řetězův cink, druhým u řetězu *Daniellova* měď, u řetězu *Robertsova* železo, u *Groveova* platina a u *Bunsenova* uhel.

Aby docílilo se většího povrchu, bývá deska platinová ve tvaru písmene S zahnutá, měď, uhel a cink mívají tvar desk v dutý válec stočených a železo, mnohdy též cink mívá tvar sloupce o hvězdovitém průřezu příčném. Do jedné nádoby dává se u všech čtyř řetězův kyselina sirková, vodou silně zředěná, a do té staví se *cink*, který bývá *amalgamován*, t. j. rtuť povlečen, aby kyselina nemohla ho tak silně porušovati. Ve druhé nádobě

jest pak při mědi nasycený roztok skalice modré, při železe, platině a uhlí sehnaná kyselina dusičná.

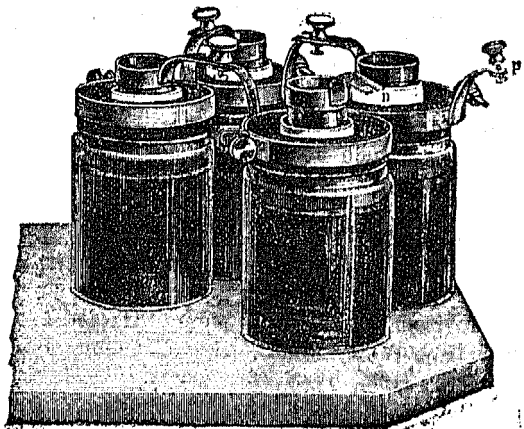
Úpravu řetězu Bunsenova znázorňuje obr. 116. Do nádoby *A*, ve které jest kyselina sirková, vodou zředěná, stává se deska cinková *B*, válcovitě ohnutá, do válce cinkového pak nádoba průlincitá *C* s kyselinou dusičnou a do té dá se uhlí *D*. Spojí-li se kovové proužky, na cinkovou desku a na uhlí připájené aneb svorníkem připevněné, drátem polárným, jest řetěz uzavřen i vzniká galvanický proud stálý.

Obr. 116.



b) Sestavíme-li více jednoduchých řetězů stálých tak, aby vždy kladný pól jednoho spojen byl vodivě se záporným pólem druhého, vznikne souzdrojí č. složený řetěz aneb batterie Daniellova neb Bunsenova (obr. 117.) atd. Spojením všech pólů kladných ve-

Obr. 117.



spolek a záporných vespolek povstává řetěz velcodeskový, jehož účinky jsou takové jako řetězu jednoduchého o deskách, jichž povrch rovná se součtu povrchů desk jednotlivých spolu spojených.

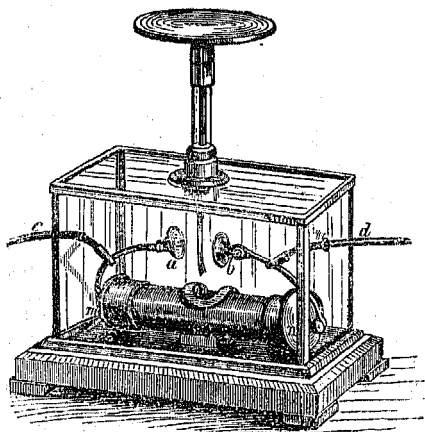
c) Řetěz *Smeeův* záleží v tenké vlnité zprohýbané desce stříbrné, jemně rozmělněnou černí platinovou povlečené, kteráž mezi dvěma silnými deskami cinkovými, vně spolu spojenými, tak jest zavěšena, aby nikde jich se nedotýkala. Desky jsou v nádobě společné, naplněné kyselinou sirkovou, vodou zředěnou.

Při *batterii Smeeově* jsou desky kovové zavěšeny v rámci dřevěném tak, že mohou současně všechny do nádob s kapalinou se spustiti aneb z nich se vytáhnouti.

126. Zambonský sloup skládá se z kotoučkův z nepravého zlatého (měděného) a stříbrného (cínového) papíru, jichž stlačí se na sebe 500—2000 ve skleněné, uvnitř pokostem potřené

trubicí tak, aby sloup skládaly a aby všechny zlaté k jednomu a všechny stříbrné ke druhému konci trubice obráceny byly. Papír, který vždy poněkud vlhký zůstává, slouží k rozvádění volné elektřiny jako vlhké kotouče plstěné sloupu Voltova. Na krajním kotoučku stříbrném (cínovém) jeví se pak po delší čas (po několik let) volná elektřina kladná a na krajním kotoučku zlatém (měděném) na druhém konci jest volná elektřina záporná. Oba krajní kotoučky jsou tudíž *póly* sloupu.

Obr. 118.



Bohnenbergerův elektrojev liší se od obecného elektrojevu pozlátkového (odst.

110.) tím, že má pouze jednu proužku pozlátká, zavěšenu mezi dvěma plátky *a b* (obr. 118.), které spojeny jsou drátem s oběma póly *m* a *n* sloupu Zambonského, vodorovně položeného. Nevodivými tyčinkami *c d* možno plátky dle potřeby pozlátku sblížiti aneb od něho je vzdáliti.

Je-li proužka pozlátká zeaktivována, přitahuje ji plátek, mající elektřinu *nestejnorodou*, druhý pak, mající elektřinu *stejnorodou*, ji odpuzuje, tak že proužka k jednomu plátku nachýlí se i tenkrát, když jest *velmi slabě* zeaktivována, pročež elektrojev Bohnenbergerův velmi citliv jest a hodí se zvláště za *hustič* (odst. **116.**), i ku základné zkoušce Voltově (odst. **121.**), kdež potřebí pouze kotouč cinkový aneb měděný přímo s drátem elektrojevu spojit a druhý, skleněnou rukovětí opatřený, na něj položit a ihned kolmo zdvihnouti. Mimo to možno ihned posouditi, jakou elektřinu má proužka pozlátká, známo-li,

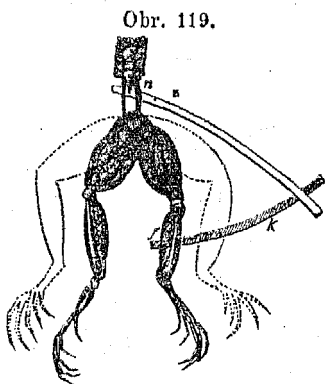
který z plátků *a* a *b* spojen s pólem kladným a který s pólem záporným sloupu Zambonského.

Zavěsíme-li *ledláncu* nití mezi plátky *a* a *b* lehounký *kovový* kroužek a sblížíme-li jej plátku *a*, přitáhne jej tento, sdělí mu své elektriny, načež jej odpuzuje, druhý plátek *b* jej pak přitáhne, a když nestejnorodé elektriny byly se vyrovnaly, sdělí mu své elektriny a odpuzuje jej, pročež opět *a* jej přitahuje. Kroužek musí tudíž neustále od jednoho plátku ke druhému se pohybovati č. se kývati, pročež přístroj takový elektrickým *kyvadlem* aneb elektrickým *samohybem* (*perpetuum mobile*) se nazývá.

b) *Fysiologické a chemické účinky proudu galvanického.*

127. Fysiologické účinky galvanického proudu. a)

Zkouška galvanická. Obr. 119. ukazuje zadní část těla žáby. S nohou jest kůže svlečena a poslední dva neb tři obratle jsou z páteře vyňaty, aby odkryly se dva do



nohou vblíhající svazky nervů *n*. Dotkneme-li se nervů *n* proužkou cinkovou *z* a svalův nohy *f* proužkou měděnou *k* a dotýká-li se obě kovové proužky vespolek, vzniká jednoduchý uzavřený řetěz Voltův, jehož proud svaly a nervy probíhá a v každém okamžiku, kdykoliv řetěz se uzavře neb otevře, silně trháni působuje.

Podobné trháni sebou svalův jeví veškeré oudy živočišné, pokud jsou ještě čerstvé. Pijavice se smršťuje a roztahuje, dotýká-li se dvou kovův vespolek spojených, což nejlépe můžeme pozorovati, když na mokrou desku kovou položíme kotouček (třeba peníz) z jiného kovu a na tento pijavici; čerstvý zvířecí jazyk stahuje se velmi mocně, prochází-li jím proud galvanický; i na mrtvolách lidských byly zvláště od lékařův anglických podobné zkoušky konány.

Proud galvanický působí mocně též v čidla. Dotkneme-li se jedním koncem polárního drátu zavřeného víčka očního a druhým tváře, zasvitne se v oku; vložíme-li konce polárního drátu do uší, uslyšíme zvláštní hučení; na jazyku zplozuje pól kladný chuť kyselou, záporný chuť žíravou; v nose působuje pól kladný necitelnost, záporný kýchání atd.

b) *Rádný elektrické.* Navlhčíme-li u každé ruky jeden prst vodou slanou nebo nakyslou, aby byla kůže lépe vodivou, a dotkneme-li se jedním prstem pólu kladného a druhým pólu záporného sloupu Voltova, asi z 50 článkův složeného, ucítíme *okamžité otrěsení* t. j. *ránu elektrickou*, která jest tím silnější, čím více jednotlivých článkův v sloup jest spojeno. V okamžiku, kde prsty obou pólův se dotýkají přestanou, ucítíme opět *ránu elektrickou*, kteráž jest *silnější* než při uzavření sloupu. Pokud jest sloup

tělem lidským uzavřen, nevzbuzuje žádného pocitu, vyjímaje pouze proud *velmi silný*, který v místech, kde do těla vchází, palčivost způsobuje.

Mají-li elektrické rány rychle za sebou následovati, třeba, aby sloup (nebo batterie) rychle se uzavíral a otevíral, čehož možno docíliti nejjednodušším způsobem, klepáme-li rychle

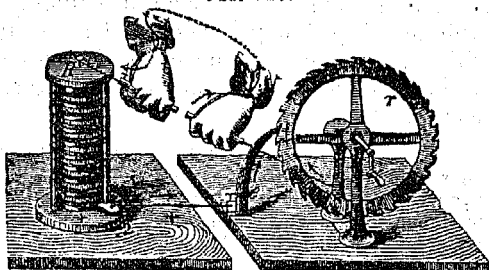
prsty na oba póly, kovovými kulemi nebo válci ukončené. K rychlému přerušování proudu užívá se často zvláštních přístrojův, z nichž zobecnělo kolečko Neefovo, t. j. ozubené kolečko měděné *r* (obr. 120.), které pomocí proužky *e* s jedním pólem sloupu Voltova spojeno jest a klikou okolo osy rychle se otáčí, čímž proužka hned zubu kolečka se dotýká, hned opět vzduchem s jed-

noho zubu na druhý přeskakuje, tak že proud rychle se přerušuje. Šípkami naznačen jest směr proudu kladného, který, jak z obrazce patrné, z dolní desky cinkové drátem do proužky *e* a z této, když zubu kolečka se dotýká, do kolečka *a* do osy jeho přechází, odkudž jednou rukou do těla vchází a proběhnuv je druhou rukou k pólu zápornému, totiž ke svrchní měděné desce sloupu směřuje. Při každém přeskoce proužky *e* s jednoho zubu na druhý jest proud přerušen. — Kolečko Neefovo možno nahraditi pilníkem, který s jedním pólem řetězu drátem se spojí a po kterém posouváme rychle váleček špičkou opatřený, jež v jedné ruce držíme, majíce v ruce druhé váleček jiný, s druhým pólem řetězu drátem spojený. — Aby ruce lépe elektrinu vodily, navlhčíme je před zkouškou v slané nebo nakyslé vodě.

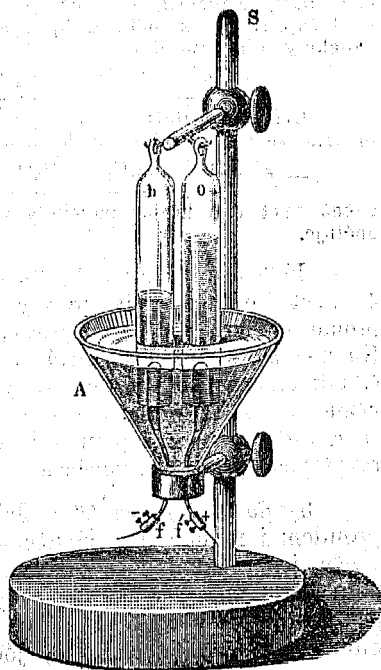
Fysiologických účinků proudu užívá se v době novější v lékařství ku křesení zdánlivě mrtvých, jakož i k jiným účelům.

128. Chemické účinky galvanického proudu. a) *Rozklad vody.* Spojíme-li drát *f'* (obr. 121.), v malou platinovou desku vybíhající, s pólem *kladným* a druhý drát *f*, taktéž platinovou deskou ukončený, s pólem *záporným* silného řetězu aneb bat-

Obr. 120.

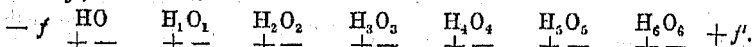


Obr. 121.

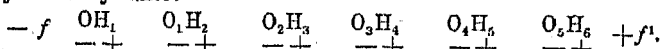


terie, naplníme-li nádobu *A* jakož i obě na platinové desky přiklo- pené nádobky *h* a *o* vodou, do které něco kyseliny sirkové přidáno, aby elektřinu lépe vodila, tož prochází vodou galvanický proud, i uvidíme, že na obou platinových deskách vylučují se z vody plyny, jež, co bublinky vzhůru stoupajíce, v nádobkách *h* a *o* se nashromá- žďují. Skoumajíce vlastnosti obou vyloučených plynův shledáváme, že na pólu *kladném* v nádobce *o* vylučuje se *kyslík* a v nádobce *h* na *záporném* pólu *vodík*. Jsou-li nádobky ve stejné díly rozděleny, vidíme, že jest objem vodíku dvakrát tak veliký, jako objem ky- slíku v též době vyloučeného. Z toho patrně, že účinkem proudu voda rozkládá se v kyslík a vodík, totiž v ony dva prvky, z nichž jest složena.

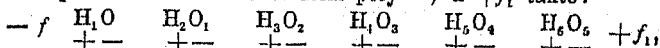
Rozklad vody vysvětluje se takto: V každé nejmenší částici vody dotýkají se vespolek *kyslík* a *vodík* a dotýkáním tímto stává se vodík *H* kladně (+) a kyslík *O* záporně (−) elektrickým. Elektřina kyslíku a vodíku nemůže však jeviti se, pokud jsou molekuly nepravidelně rozloženy, neboť obě protivné elektřiny v účincích svých se ruší. Ponoříme-li však oba póly batterie $+f$ a $-f$ (obr. 121.) do vody, seřadí se molekuly vody mezi oběma póly tak, že + elektrický vodík k − elektr. pólu *f* a − elektr. kyslík ku + elektr. pólu *f* směřuje, totiž takto:



Pól $-f$ přitahuje $+H$ a odpuzuje $-O$, čímž *HO* se rozloží, $+H$ na $-f$ se osadí a $-O$ se uvolní; taktéž přitahuje pól $+f$ $-O_6$ a odpuzuje $+H_6$, čímž H_6O_6 se rozloží, $-O_6$ na $+f$ se osadí a $+H_6$ se uvolní. Volný kyslík *O* slučuje se pak s vodíkem H_1 , kyslík O_1 s vodíkem H_2 atd., tak že objeví se molekuly seřázeny takto:



Účinkem přitažlivosti nestejnorodých a odpudivosti stejnorodých elektřin převrátí se pak celá řada molekul mezi póly $-f$ a $+f$, takto:



načež opět obě krajné molekuly vody se rozkládají a vše jako zprvu se opětuje.

Voltametr. Proud 2-, 3-, 4-... nkrátě silnější rozkládá 2-, 3-, 4-... nkrátě více vody za *stejnou dobu*. Z množství vody, jež bylo proudem v určité době rozloženo, můžeme tudíž sílu proudu posouditi. Ku měření síly proudu užívá se *chemického proudoměru* Faradayova č. tak zvaného *voltametru*, který podobá se úplně přístroji, znázorně- nému obr. 121., vyjímaje pouze, že oba plyny, kyslík a vodík, jímají se v *jedném*, na obě platinové desky přiklopeném, a ve stejné díly rozděleném přiklopu skleněném.

b) *Rozklad jiných těles.* Jako voda rozkládají se galvanickým proudem i mnohé jiné sloučeniny chemické, jmenovitě *kysličníky kovův*, jež rozkládají se tak, že na pólu záporném vždy kov a na pólu kladném vždy kyslík se vylučuje, z čehož souditi nutno, že jest kyslík vždy *záporně* a kov s ním sloučený *kladně* elektrickým. Sloučeniny kovů s chlórem, jódem a brómem rozkládají se jako

kysličníky kovův; vylučuje se totiž kov vždy na pólu záporném a chlór, jód neb bróm na pólu kladném.

Rozkládá-li se proudem *sůl*, vylučuje se kyselina na pólu kladném a zásada na pólu záporném, jest tudíž kyselina *záporně* a zásada *kladně* elektrickou.

Rozklad solí možno jednoduchým způsobem znázorniti. Zbarvíme-li roztok Glauberovy soli (síranu sodnatého NaO.SO_3) modrou barvou rostlinnou (fialkovou) na modro a rozkládáme-li roztok proudem, jeví se kapalina na pólu kladném *červená* a na pólu záporném *zelená*, což důkazem, že na pólu kladném kyselina (kyselina sirková SO_2) a na pólu záporném zásada (kysličník sodnatý NaO) se vylučuje.

Má-li tělo proudem se rozložit, musí býti dobrým vodičem elektriny; pevná tělesa musí tudíž buď se roztopiti, buď v kapalině se rozpustiti. — Rozkládání těles proudem galvanickým možno vyložiti podobným způsobem jako výše vysvětlen byl rozklad vody.

Proudem galvanickým rozloženy byly mnohé sloučeniny chemické, které až po tu dobu za prvky se pokládaly.

129. Chemická činnost proudu v řetězech galvanických.

a) V řetězu *Voltové* (odst. 123.) rozkládá se proudem voda, kterou byla kyselina sirková zředěna, ve vodík a kyslík; *kladně* elektrický vodík osazuje se na *záporném* pólu, totiž na mědi, *záporně* elektrický kyslík osazuje se na pólu *kladném*, totiž na cinku, s nímž slučuje se v kysličník cinečnatý, který s kyselinou sirkovou dává síran cinečnatý, jenž ve vodě se roztéká a proudem opět se rozkládá, načež osazuje se záporně elektrická kyselina sirková na cinku a kladně elektrický kysličník cinečnatý na mědi, kdež kyslík s vodíkem z vody tam vyloučeným ve vodu se slučuje, pročez cink z kysličníku vyloučený na mědi se osazuje a ji pokrývá. Osazováním se vodíku přestává deska měděná hned s počátku kapaliny se dotýkati, pozdějším osazováním se cinku zamezuje se toto dotýkání se mědi a vody v míře čím dále tím větší, pročez proud čím dále tím více ochabuje, a když měděná deska cinkem byla se pokryla, působiti přestává.

b) V řetězu *Daniellové* (odst. 125.) prochází proud průlinkami nádoby hlíněné, poněvadž kapalina průlinky tyto vyplňuje; síran cinečnatý, který na cinku byl se utvořil, rozkládá se sice proudem, ale kysličník cinečnatý, z něho vyloučený, nemůže průlinkami nádoby ku mědi proniknouti. Síran měďnatý rozkládá se proudem v kyselinu sirkovou a kysličník měďnatý, který na mědi se osazuje, kdež kyslík s vodíkem se slučuje a vyloučená čistá měď desku měděnou pokrývá. V řetězu *Daniellové* jest tudíž proud potud stálý, pokud zůstává roztok modré skalice nasycen.

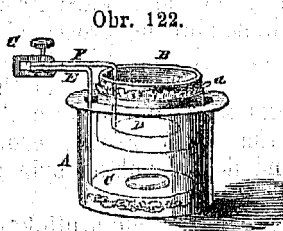
c) V řetězu *Groveově* a *Bunsenově* (odst. 125.) zůstává taktéž síran cinečnatý při cinku, vodík na platině a uhlí vyloučený slučuje se pak s částí kyslíku kyseliny dusičné, čímž vzniká voda a kyselina dusičelá, která v parách uniká, pročez platina i uhlí zůstávají vodíkem nepokryty.

d) V řetězu *Smeeově* (odst. 125.) brání drsný povrch černí platinové osazování se vodíku na desce stříbrné.

130. Užívání chemických účinkův proudu galvanického. Jak bylo výše vyloženo, osazuje se kov, z příslušné sloučeniny proudem řetězu vyloučený, vždy na záporném pólu galvanického řetězu. Tohoto účinku proudu užívá se výhodně k rozmanitým účelům, jmenovitě ku hotovení odlik rytin, penízů, medailií, pečeti, pamětních desk, sošek a jiných ozdobných věcí, matic tiskařského písma atd., jakož i ku povlékání předmětů tenkou vrstvou kovu, z příslušné sloučeniny jeho proudem vyloučeného.

a) *Galvanoplastika* č. *galvanické odlikování* zakládá se v tom, že v řetězu Daniellově pokrývá se deska měděná za nějaký čas mědí tak úplně, že vzniká nová deska měděná, kterou můžeme s desky prvotní sloupnouti. Má-li deska prvotní zvýšeniny a prohlubiny, objevuje se na desce, která na ní byla se usadila, odlika jejich *obrácená* č. *negativní*, t. j. zvýšeniny jsou prohlubeny a prohlubiny zvýšeny. Použijeme-li pak této negativní odliky co pólu záporného, vytvoří se na ní z mědi nová odlika *pozitivní*, která desce prvotní zcela se podobá.

Jednoduchý přístroj galvanoplastický má úpravu řetězu Daniellova a skládá se ze skleněné nádoby *A* (obr. 122.), do které zavěsí se kratší a užší válec skleněný *B*, ovázaný na spodu kusem navlhčeného měchýře, který válci co dno slouží. Do nádoby *A* dává se roztok modré skalice a do nádoby *B* kyselina sirková, vodou zředěná.



Obr. 122.

deska *C*, na kterou upevní se peníz aneb jiný předmět, jehož odliky chceme nabýti, a do zředěné kyseliny sirkové dá se deska cinková *D*. Dráty *E* a *F*, z nichž jeden spojen s mědí *C* a druhý s cínkem *D*, spojí se svorníkem *G* vespolek, načež, když takto řetěz jest uzavřen, proud chemickou činností svou započne. — K odlikování větších předmětů slouží na místě nádob skleněných větší dřevěné nádoby, povlečené uvnitř guttaperčou neb olovem, asfaltem potřeným, z nichž menší, ve druhé zavěšená, má takéž dno průlinčité; dráty *E* a *F* (obr. 122.) jsou pak opět spojeny vespolek svorníkem *G*.

Užívá-li se ku galvanickému odlikování proudu řetězu Daniellova, naplní se dřevěný, olověnými deskami uvnitř pokrytý a vysmolený truhlík nasyceným roztokem skalice modré, do které zavěsí se dvě desky měděné naproti sobě. Na jednu desku upevní se předmět, který chceme odlikovati a tato deska se spojí se záporným pólem řetězu Daniellova, druhá deska jest pak spojena s kladným pólem téhož řetězu.

Chceme-li nabýti odliky zdařilé, musíme šetřiti následujících pravidel:

1. Roztok modré skalice musí býti vždy nasycen, pročež musíme po čase vždy skalice do roztoku přidávati.
2. Měď musí se osazovati na předmětu jen pozvolna, neboť čím rychleji měď na pólu záporném se sráží, tím hrubší zrnatější a křehčí jest. Aby měď pozvolna se osazovala, musí býti proud *slabý*.
3. Aby měď všude rovnoměrně se osazovala, musíme předmět čas od času obracet a desku, na které předmět jest připevuen, dle tvaru předmětu upravit.

4. Předmět, který má se odlikovati, musí býti na povrchu docela čistý a za tou příčinou ob čas z přístroje se vyndává a oplachuje.

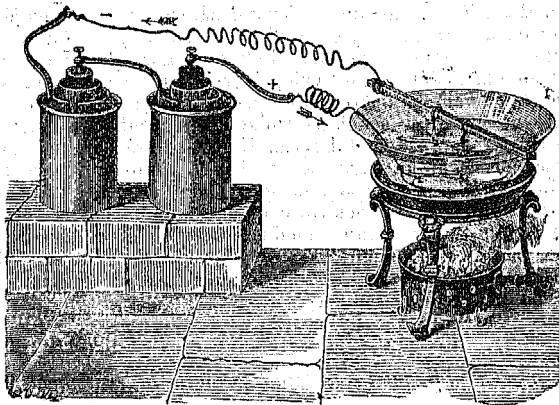
5. Aby osazená odlika snáze mohla s předmětu se sloupnouti, potře se předmět slabě olivovým olejem, načež měkkým pijavým papírem se osuší.

6. Místa, na kterých nemá měď se osaditi, pokryjí se voskem, stearinem aneb jiným špatným sdílečem elektřiny.

7. Aby práce se ušetřilo a předmět, který odlikujeme, pohromy se uchránil, dělají se negativné odliky z vosku, stearinu neb guttaperčy, kteréž vkládají se do přístroje na místě předmětu, čímž nabýváme pak přímo měděných odlik pozitivních. Nejlépe hodí se k odlikám negativním guttaperča a k odlikám jemných předmětů směs z guttaperčy, stearinu, obuvnické smůly a oleje. Aby na takové negativné odlice měď se osazovala, musí býti na povrchu vodivou, ku kterémuž cíli potírá se jemnou štětičkou rozmělněným práškem tuhovým aneb povléká se velmi jemnou vrstvou stříbra, čehož docílíme, potře-me-li odliku roztokem dusičnanu stříbrnatého a ostavíme-li ji pak proudem sírovodíku, kterým stříbro z roztoku se poráží a na povrchu odliky se osazuje.

8. Z penízův a medailií hotoví se dvě odliky (lic a rub), které pak se spájí a na pájce osazuje se opět měď. Taktéž dělají se odliky větších předmětů v několika oddílech, kteréž pak se spájí.

Obr. 123.



b) *Galvanické pokovování*, t. j. povlékání předmětů tenkou vrstvou kovu, ku př. zlata, stříbra, platiny (*galvanické pozlacování, postříbřování, poplatinování*) atd., zakládá se ve vylučování se kovu z příslušné sloučeniny na pólu záporném právě tak jako galvanoplastika.

Ku pokovování bývají přístroje obyčejně tak upraveny, aby kapaliny, z nichž kov má se vylučovati, mohly se zahřívati. Obr. 123. znázorňuje takový přístroj s příslušnými dvěma řetězy galvanickými. V nádobě, která zdola se zahřívá, jest roztok, z něhož kov se vylučuje. Do roztoku ponořen jest drát s plátkem z téhož kovu, který proudem se vylučuje, a drát tento spojuje se s kladným pólem řetězu; záporný pól řetězu spojen jest s drátem na pokrajích nádoby spočívajícím, na který zavěšuje se do roztoku drátkem z téhož kovu, který se vylučuje, předmět, jež chceme kovem povléknouti.

Ku *pozlacování* brává se 1 díl chlórídu zlatnatého, 8 dílů kyanidu draselnatého a 100 dílů čisté vody. Ku *postříbřování* slouží 1 díl chlórídu stříbrna-

tého, 6 dílů kyanidu draselnatého a 100 dílů čisté vody. — Ku *poplatinování* užívá se 1 dílu kyanidu platinatého, 10 dílů krevné soli a 100 dílů čisté vody. — Použijeme-li příslušných kapalin, můžeme předměty též poměďovati, pocínovati, pocínkovati atd.

Než předmět do přístroje se vloží, musí býti dokonale očištěn; předměty železné a ocelové, mají-li se pozlacovati, povlékají se nejprve galvanoplasticky mědí. Předměty ze špatných sdílečů elektřiny zhotovené taktéž způsobem výše vytknutým nejprve mědí se povlékají a pak teprv postříbřují neb pozlacují.

Má-li se postříbřiti neb pozlatiti pohár aneb jiný předmět pouze uvnitř, ovine se drát s pólem záporným spojený vně okolo poháru, do poháru dá se pak kapalina postříbřovací neb pozlacovací, do níž ponoří se drát, spojený s pólem kladným, tak aby nikde poháru se nedotýkal. — Menší předměty pozlacují a postříbřují se, vložíme-li je do kapaliny, která asi k 60°O se zahrála a do které něco kuchyňské soli bylo přidáno, a dotýkáme-li se jich cinkovou tyčinkou. — Velmi tenkou vrstvou kovu povléká se předmět, když do příslušné kapaliny se ponoří. Vylučuje se totiž z roztoku ku př. zlato a osazuje se na předmětu a místo vyloučeného zlata zaujímá pak v kapalině kov, z něhož předmět jest zhotoven.

c) Chemických účinkův proudu užívá se též ku *galvanokaustice*, *galvanografii* a *galvanochromii*.

Galvanokaustika č. *galvanické leptání* záleží v tom, že na čisté, měděné, pokostem povlečené desce vyryje se nákras, tak aby deska v místech, jež nákras zaujal, byla pokostu prosta. Pak se ponoří deska co *kladný pól* do přístroje galvanoplastického, čímž vyleptá (vyhlubi) se celý nákras v desce. — *Galvanografie* č. *galvanické zobrazování kresby* záleží v tom, že na desce měděné, postříbřené vymaluje se obraz rudkou v terpentínové silici rozpustěnou, načež potře se obraz práškem tuhovým. Na desce sráží se pak měď v přístroji galvanoplastickém a deska měděná srážením tímto povstala se sloupne a slouží k tisku. — *Galvanochromie* č. *galvanické barvení* vykonává se v ten způsob, že na desku měděnou, postříbřenou, s kladným pólem řetězu spojenou, nalije se asi na 2^{'''} zvýší octanu měďnatého, do něhož ponoří se platinový drát, s pólem záporným spojený tak, aby desky se nedotýkal. Kolem drátu vytvoří se pak *pěkně barevné kruhy*, rozkladem octanu vznikající. Tak barví se i zvonky, poháry a jiné předměty.

e) *Účinky světla a tepla proudu galvanického.*

131. Galvanické světlo a teplo s ním spojené. Kdykoliv řetěz galvanický uzavíráme neb otevíráme, objevuje se v místě, kde řetěz se uzavírá neb otevírá, malá *jiskra*, tím *jasnější*, čím čistší jest polární drát v místě, kde proud se uzavírá neb se přerušuje. Je-li jeden drát polární ponořen do rtuti a ponořujeme-li druhý do ní, jeví se jiskra velmi jasnou, poněvadž rtuť proudem se spaluje.

Účinky světla i tepla jsou tím mocnější, čím větší jest povrch kovových desk galvanického řetězu. Aby docílilo se většího povrchu, spojuje se k tomuto účeli několik jednoduchých řetězů galvanických v ten způsob, že jsou spojeny všechny kladné póly vespolek a taktéž všechny záporné póly vespolek, čímž vzniká tak zvaný *řetěz velkodeskový*.

Vedeme-li od obou pólů silného řetězu velkodeskového, ze mnohých řetězů Bunsenových neb Groveových složeného, dráty, ukončené kuželi z uhlí neb koku a postavíme-li kužele špičkami naproti sobě, až se dotknou, načež je opět poněnáhu od sebe vzdalujeme, tož objeví se, pokud jsou si špičky sblíženy, mezi nimi *světlý oblouk nad míru jasný*, oslňující, složený ze světla žhavicích částecek uhlí, které od jednoho pólu ke druhému přecházejí. Při tom rozpaluje se uhlí až do běla a ve světlem oblouku taje a vypařuje se zlato, stříbro, ano i platina v kratičké době.

Světla galvanického užívá se k nápodobení slunce na divadle, ku zkouškám optickým a k osvětlování krajin podmořských (poněvadž i ve vodě, kteráž při tom silně se rozkládá, z obou kuželů světlo se íne.) K osvětlování ulic a majákův nehodí se světlo galvanické, ac jest nad míru silné, neboť ve vzdálenosti ubývá mu jasnosti velmi značně. V Londýně a v Paříži užívalo se světla tohoto při stavbách v noci. — Poněvadž uhlí se spaluje, musí zvláštními přístroji špičky uhlí přibližovati se k sobě tou měrou, kterou jich ubývá, aby zůstaly od sebe vždy v příslušné vzdálenosti, ve které jest světlo nejjasnější.

132. Galvanické teplo a světlo s ním spojené. Spojíme-li póly galvanického řetězu *tenkým, krátkým* drátem *železným*, neb *velmi krátkým a velmi tenkým* drátem *platinovým*, rozžhaví se drát brzy do běla a *spaluje* neb *roztáplí se*. Řetězem velkodeskovým rozžhaví se i silnější drát platinový a vypařují se *teninké* lístky zlaté neb stříbrné.

Tenkých železných drátů, proudem galvanickým rozžhavených, užívá se s prospěchem k zapalování prachu střelného v nábojích, kterými skály i pod vodou se trhají. — Tenkých drátů platinových proudem rozžhavených užívají ranhojiči k odnímání chorobných částí těla. Drát přiloží se ku části, která má se odejmouti, ve způsobě oka neb nože, načež jím proud se propustí a žhouncí oko se zatáhne aneb co nůž tak protáhne, jako činívá to mydlář při řezání mýdla drátem. Výhody tohoto způsobu operativního jsou značné, neboť provádí se odnímání chorobných částí rychle i tam, kam jiným nástrojům nelze přistoupiti (ku př. v krku), a zamezuje se zároveň i krvácením.

d) *Magnetické účinky proudu galvanického.*

1. Působení proudu v magnet.

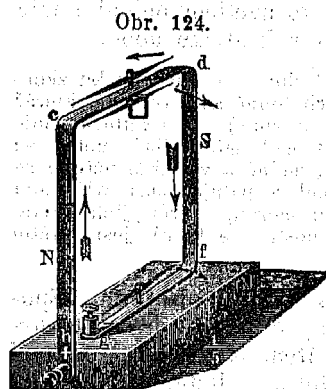
133. Odchylka magnetky účinkem proudu galvanického. a) V roce 1820 pozoroval *Oersted*, profesor v Kadani, že magnetka ze směru svého, totiž z magnetického poledníku se odchyluje, když sblíží se drátu, kterým galvanický proud prochází.

Prochází-li proud měděnou páskou *bcdfg* (obr. 124.), u *b* s kladným a u *g* se záporným pólem galvanického řetězu spojenou a plochou svou v magnetickém poledníku postavenou, a zavésíme-li blíže pásky magnetku, ku př. nad aneb pod část *cd* aneb nad část *fg*, tož odchýlí se magnetka z magnetického poledníku, ve kterém by účinkem magne-

tičnosti zemské měla setrvati, působením proudu vždy v jistém směru, který spravuje se směrem proudu a polohou magnetky.

b) Směr, kterým magnetka v každém jednotlivém případě účinkem proudu z poledníku magnetického se odchyluje, můžeme stanoviti nejsnáze dle pravidla *Ampérea* :

Mysleme-li si sebe samy plovoucí v proudu tak, aby proud od nohou ku hlavě směřoval a abychom obličejem obrázení byli ku magnetce, tož odchýlí se vždy severní pól její k levici a jižní pól ku pravici naší.



Na obr. 124. značí veliké šípky směr proudu a menší šípky směr, kterým jižní pól magnetky z poledníku magnetického se odchyluje.

c) Nalézá-li se nad aneb pod drátem magnetka volná (astatická) v poloze s drátem rovnoběžné, tož postaví se ihned, jakmile drátem galvanický proud procházeti počíná, do polohy na směr drátu téměř kolmé.

Obě magnetky, které magnetku volnou skládají (odst. 103.) musí býti delší osou spolu spojeny, tak aby pouze jedna magnetka drátu byla sblížena, druhá pak od něho dosti vzdálena. Na magnetku bližší působí pak proud silně, druhou magnetku snaží se proud vyšinouti protivným sice směrem ale silou nepatrnou.

Není-li magnetka volnou, působí v ni magnetičnosť zemská, která snaží se, aby udržela ji v poledníku magnetickém, a proud, který chce postaviti ji do polohy na směr magnetického poledníku kolmé, pročež magnetka účinkem obou sil do polohy střední se staví a se směrem poledníku magnetického jistý úhel svírá, který úhlu pravému tím více se sblíží, čím silnější jest proud, t. j. čím více převládá působení proudu nad působením magnetičnosti zemské.

d) Působení proudu v magnet nezáleží tedy, jak patno, ni v přitahování, ni v odpuzování, nýbrž pouze v odchylování se pólu severního v levo a pólu jižního v pravo (plavce v proudu tak plovoucího, jak výše vyloženo) z té roviny, kterou myslíme si položenu pólém magnetu a vodičem, jímž proud prochází.

134. Proudovej a proudoměr. — Odpor vodičův. a)

Pomocí magnetky, kolem které drát s póly řetězu spojený a od magnetky nepatrně vzdálený se vede, možno určiti netoliko, zdaž drátem proud prochází, nýbrž i jaký jest směr proudu toho, pročež přístroj tak upravený *proudovej* (galvanoskop, rheoskop) se nazývá. Proudovej tak upravený, aby úhlem, který magnetka, z poledníku magnetického se odchýlivší, se směrem poledníku tohoto svírá,

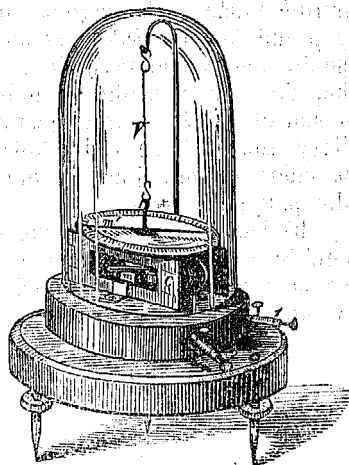
mobla měřiti se mocnost proudu, slouží co *proudoměr* (galvanometr, rheometr).

Myslíme-li si magnetku zavěšenou u prostřed čtverhranu *badfg* (obr. 124.), tož vyšinují dle pravidla Ampérea všechny čtyři části pásky *bc*, *cd*, *df*, a *fg* magnetku týmž směrem z polohy její (z poledníku magnetického), pročež účinek proudu páskou takovou, *kolem* magnetky vedenou, značně se sesiluje.

Aby i slabý proud mohl v magnetku působiti, vede se drát hedbávím opředený v závitěch co možná úzkých několikrátě okolo magnetky, čímž účinek proudu téměř tolikrátě se zvětší, v koliku závitěch drát kolem magnetky byl ovinut. Poněvadž přístrojem takovým účinek proudu téměř se násobí, zove se přístroj ten *multiplikátor* (násobitel, množitel).

Obr. 125. znázorňuje multiplikátor s magnetkou *téměř volnou*, t. j. ze dvou magnetek *téměř stejně silně* magnetických složenou, na hedbávném vlákně *V* zavěšenou. Magnetka dolejší *m* jest u prostřed závitův drátu hedbávím opředeného, na dřevěné cívce *c* navinutého; magnetka hořejší *m'* slouží co ukazovatel a naznačuje na obvodu vodrovinného kotouče, ve stupně rozděleného, velikost úhlu, kterým magnetka z poledníku magnetického účinkem proudu se vyšinula. Počet závitův drátu jest omezen a přístroj musí postaviti se vždy tak, aby závitův byly s magnetkou rovnoběžny, načež teprv oba konce drátu, ve sloupcích 1 a 2 upevněné, s póly řetězu se spojí. Jsou-li magnetky *m* a *m'* téměř stejně silně magnetické, působí magnetičnost zemská v magnetky silou nepatrnou, pročež i slabým proudem magnetky z poledníku magnetického v úhlu dosti velikém se vyšinují. Dle pravidla Ampérea působí proud v hořejších závitěch drátu v obě magnetky týmž směrem. Úplně volnou nesmí býti magnetka multiplikátoru, neboť by se odchylovala účinkem každého proudu z poledníku magnetického v úhlu 90°.

Obr. 125.



Známo-li, jakým směrem drát na cívce multiplikátoru jest navinut, možno z odchylky magnetky k východu neb k západu určiti směr proudu dle zákona Ampérea. Multiplikátor slouží toliko co *proudojev*; ku měření *mocnosti* č. *silly* proudu užívá se *proudoměrů* poněkud jinak upravených, a sice *proudoměru sinusového* a *tangentového* (*bussoly sinusové* a *tangentové*).

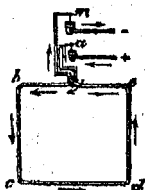
b) *Prodloužíme-li* pojivý (polární) drát řetězu, odchyluje se magnetka proudojevu neb proudoměru v úhlu *menším*, z čehož patrné, že proud prodloužením drátu polárního *se oslabuje*; *skrátíme-li* drát polární, jeví se proud *silnějším*. Z toho patrné, že zeslabuje se proud v tělese, kterým prochází, což vykládá se tím, že tělesa rozvádění proudu *odporují*. Čím větší jest odpor vodiče, tím více

zmenšuje se mocnost i rychlost proudu, vodičem tím procházejícího. Pomocí proudoměrů shledáno, že jest odpor rozličných vodičů rozličný a v kapalinách vůbec větší, než v tělesech pevných. Zvýšením teploty odporu v kapalinách ubývá, v tělesech pevných však přibývá. Zůstává-li hmota i teplota vodiče stejnou, přibývá odporu tou měrou, kterou přibývá délky neb kterou ubývá tloušťky vodiče.

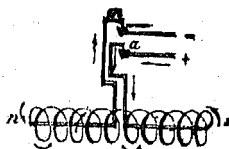
135. Vzájemné působení proudu v hybný magnet a magnetu v hybného vodiče proudu. a) Jak bylo v předcházejícím odstavci vyloženo, odchyluje se účinkem galvanického proudu severní pól hybného magnetu dle pravidla Ampérea vždy k levé ruce plavce. Obrací-li se plavec vždy opět obličejem k severnímu pólu, tož patrně, že bude pól ten míti snahu, aby otáčel se v kruhu směrem s pravé strany na levo. Jižní pól jeví však snahu, aby otáčel se účinkem síly stejně veliké v kruhu směrem protivným, t. j. s levé strany v pravo, pročež magnet ni v levo ni v pravo kolem vodiče v kruhu otáčeti se nemůže. Pomocí zvláštních přístrojů může však magnet aneb vodič proudu tak se upravit, aby proud toliko v jeden pól aneb v jednu polovici magnetické tyče působil, načež magnet kolem vodiče, s osou magnetu rovnoběžného, skutečně v kruhu se otáčí. — Je-li přístroj takový upraven tím způsobem, že magnet jest nehybný, vodič proudu však snadně otáčivý, tož otáčí se vodič kolem magnetu směrem, který protivný jest směru onomu, jímž by otáčel se magnet, kdyby byl hybným, vodič pak nehybným.

b) Účinkem magnetičnosti zemské staví se drát do čtverhranu *bode* (obr. 126.) aneb do kruhu zahnutý, ve rtuti v mističkách *m* a *a* přišpičatělými konci svými zavěšený, a tudíž volně otáčivý, když jím proud probíhá (když mističky *m* a *a* s póly $+$ a $-$

Obr. 126.



Obr. 127.



galvanického řetězu se spojí), vždy tak, aby rovina jeho byla kolmo na magnetický poledník a aby dolejší část jeho od proud probíhal směrem od východu k západu. Drát takový možno tudíž pokládati takřka za magnet s osou velmi krátkou. Drát spirálně stočený *ns* (obr. 127.) č. tak zvaný solenoid možno pokládati za magnet, složený z velmi mnoha takovýchto kruhových magnetů o velmi krátkých osách. Zavěsíme-li solenoid v mističkách *m*, *a*, rtutí naplněných,

aby mohl volně se otáčeti, postaví se, když jím proud směrem šipkami naznačeným probíhá, vždy tak, že osa jeho *ns* jest v poledníku magnetickém a že dolejší částí závitů probíhá proud od východu k západu. Konce nestejnomyenné dvou solenoidů přitahují se vespolek a stejnojmenné odpuzují se vespolek právě tak, jako nestejnorodé a stejnorodé póly dvou magnetů, pročež podobá se solenoid magnetu.

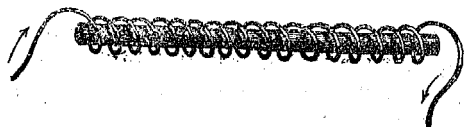
c) Dle výkladu *Ampéroveho* jsou původem magnetičnosti galvanické proudy, jež kolem všech nejmenších částic magnetu týmž směrem jako v solenoidu obíhají. V tělesech magnetických obíhají proudy tyto směry rozličnými, tak že účinek jejich vzájemně se ruší. Magnetování záleží tudíž, jak *Ampère* dokládá, v tom, že všechny jednotlivé proudy stávají se vespolek rovnoběžnými a kolují týmž směrem, na osu magnetu kolným. Původem *magnetičnosti zemské* jest dle domněnky *Ampéroveho* galvanický proud, který zemi od východu k západu obíhá a za jehož zdroj fysikové proměny tepla slunečního a vnitřního tepla zemského pokládají.

2. Magnetování železa a ocele proudem galvanickým.

(Elektromagnetičnost' v užším smyslu).

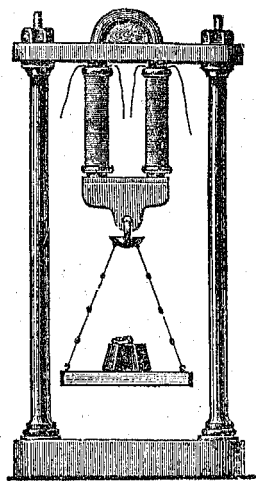
136. Elektromagnet. a) Měděný drát, kterým prochází proud galvanický, přitahuje a drží na sobě železné piliny tak dlouho, pokud proud jím prochází.

Obr. 128.



b) Vedeme-li kolem tyče z měkkého železa směrem kolným na podélnou osu tyče galvanický proud, stává se tyč okamžitě magnetem, jehož magnetická osa s podélnou osou tyče splývá. Aby byl magnet dosti silným, zastrkuje se tyč z měkkého železa do spirálního závitu drátu hebavým opředeného, jímž proud prochází (obr. 128.), aneb do duté dřevěné cívky, drátem měděným, hebavým opředeným, v mnohých závitech ovinuté. Je-li tyč v podkovu ohnuta, zastrčí se každé rameno její do jedné takové cívky (obr. 129.) a konce drátu obou cívek spojují se pak přiměřeným způsobem vespolek a s póly řetězu galvanického.

Obr. 129.



Jakmile proud drátem procházeti přestane, pozbývá měkké železo magnetičnosti. Přiléhá-li však těsně ku tyči podkovitě zahnuté kotva, podržuje podkova část magnetičnosti tak dlouho, pokud kotva se nevzdálí.

Železné tyče, jež účinkem proudu galvanického se zmagnetují a magnetičnosti ihned opět pozbývají, jakmile proud působiti přestává, nazývají se *elektromagnety*.

Magnetické póly elektromagnetu staví se dle zákona *Ampérea* tak, že plavec v proudu plovoucí a obličejem k tyči obrácený, má po *levé* ruce pól *severní* a po *pravé* ruce pól *jižní*.

Elektromagnet jest tím silnější, čím silnější jest galvanický proud, čím více závitův drátu na cívice a čím větší jest průměr železné tyče.

c) Zastrčíme-li do závitů drátu, jímž proud prochází, tyč *ocelovou*, podržuje tato magnetičnost, které účinkem proudu nabyla, na vždy, i možno tudíž ocel takto trvale zmagnetovati. Obvyklejší potírá se ocelová tyč, kterou chceme zmagnetovati, na koncích měkkým železem (zbrojí) opatřená, několikráte sem tam kruhem úzkým, složeným z několika závitů drátu tlustého, jímž silný proud prochází; když pak závity právě u prostřed tyče se nalézají, otevře se řetěz.

K účinkům magnetickým užívá se řetězu *velkodeskového*, z několika větších řetězů Bunsenových složeného.

137. Diamagnetičnost. Proudem galvanickým docílno magnetičnosti tak silné, že působení její ve všechny hmoty mohlo se pozorovati.

Roku 1845 pozoroval *Faraday*, že silný elektromagnet ve všechny hmoty působí, jedny k sobě táhna, druhé od sebe pudě. Hmoty od magnetu přitahované nazvány jsou *magnetickými*, hmoty od magnetu odpuzované jmenují se *diamagnetické*.

Zavěsíme-li tyčinku mezi oba póly silného podkovového elektromagnetu (ze dvou tyčkových dole železnou příčkou spolu spojených elektromagnetů složeného) tak, aby v rovině vodorovné volně mohla se otáčeti, tož staví se tyčinka, je-li ze hmoty magnetické, do polohy takové, že prodloužena byvši, oba póly elektromagnetu by vespolek spojovala, a poloha tato zove se *polohou osovou*; je-li však tyčinka ze hmoty diamagnetické, staví se do polohy na polohu osovou kolmé a tato poloha jmenuje se *rovníková*.

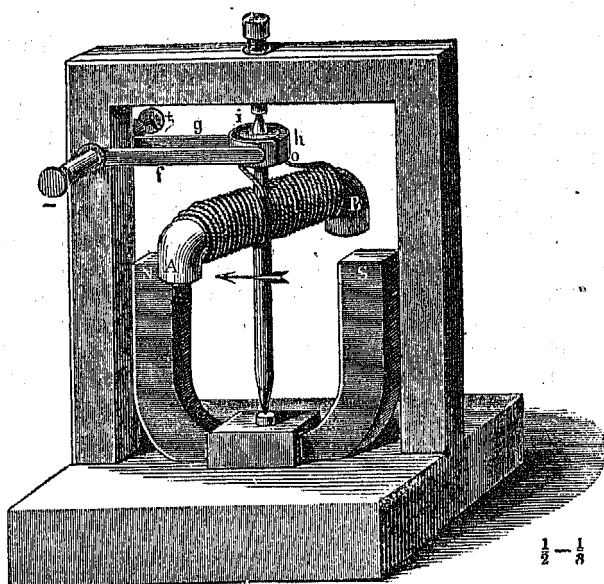
Silně magnetické jeví se: železo a mnohé sloučeniny jeho, pak nikl, kobalt, mangan a platina; slabě magnetické jsou: papír, pečetní vosk, tuš, asbest, tuha, šelak, dřevěný uhel a j. — Silně diamagnetické jsou: vismut, fosfor, antimon, cínk, cín, olovo, měď a j. v.

Mnohé roztoky magnetických kovů jsou taktéž magnetické; diamagnetické kapaliny jsou: voda, líh, kyselina sirková a téměř všechny šťávy ústrojnín i krev (ač železo obsahuje).

Kromě *kyslíku* jsou všechny plyny a páry diamagnetické.

138. Elektromagnetické hybostroje. Obr. 130. znázorňuje *Ritchieův elektromagnetický přístroj otáčivý*, který zakládá se v proměňování směru proudu a záleží v silném magnetu podkovovém NS a elektromagnetu AB na kolmé, snadně otáčivé ose připevněném, jehož oba póly $A B$ nad póly magnetu NS se staví. Na otáčivé ose jest nad elektromagnetem nasazen dřevěný kotouč hi , s dvěma mosaznými polokruhovitými pásy, ve dvou protivných místech dřevem neb slonovinou od sebe oddělenými. Jeden konec drátu závitového spojen s jedním, druhý pak s druhým tímto

Obr. 130.

 $\frac{1}{2} - \frac{1}{3}$

pásem. K pásům přiléhají pružné kovové proužky $f g$ s póly řetězu $+ a -$ spojené. Je-li proud uzavřen, stává se tyč AB elektromagnetem a má ku př. v B pól severní, v A pól jižní. Severní pól N magnetu NS přitahuje pak jižní pól A , taktéž přitahují se póly S a B . Elektromagnet otočí se pak směrem šipky tak, že A nad N a B nad S se postaví. V témž okamžiku však, kde pól elektromagnetu nad póly magnetu NS se octnou, dotknou se proužky $f g$ dřeva neb slonoviny, jimiž mosazné pásy na kotouči hi od sebe odděleny, čímž proud se přeruší. Setrvačností pohybuje se však elektromagnet o něco dále, tak že v nejbližším okamžiku přijdou pod proužky $f g$ protivné vodivé části kotouče hi , čímž i proud v závitěch a tudíž i póly elektromagnetu se obrátí, pročez odpuzování pólů, jež právě se přitahovaly, nastává. Pohybem při-

chází pak opět A nad S a B nad N , kdež opět proud se obrátí a vše jako znovu se opětuje. Tak otáčí se elektromagnet nepřetržitě vždy týmž směrem.

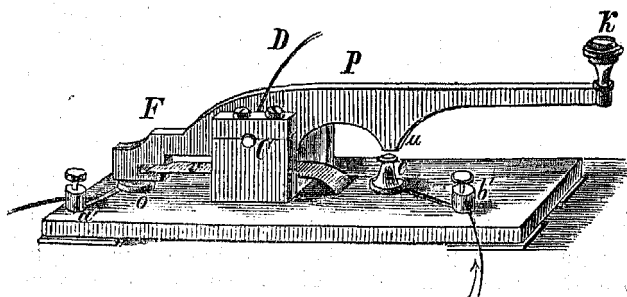
Nehybný magnet NS může se nahraditi elektromagnetem, v němž magnetičnosť proudem tétěž batterie se zplozuje.

Elektromagnetické hybostroje jiné úpravy sestrojili *Page, Stöhrer, Froment* a j. v. Poněvadž spotřebuje se v batteriech galvanických mnoho cinku i kyselin a tudíž hybostroje značného nákladu vyžadují, nelze pro ten čas nadíti se, že by elektromagnetičnosť co síla hybná vešla v užívání všeobecné na místě síly strojů párních, mnohem menšího nákladu vyžadujících.

139. Elektromagnetické telegrafy. V odchylování se magnetky a magnetování měkkého železa účinkem proudu galvanického, který drátem, jakého obyčejně k tomu cíli se užívá, za vteřinu dráhu více než 20.000 mil koná, zakládá se úprava elektromagnetických telegrafů, t. j. přístrojů, kterými pomocí jistých znaků zprávy v nejkratší době do nejvzdálenějších míst se dodávají.

Nyní užívá se u nás a téměř po celé zemi nejvíce telegrafu *Morseova*, který skládá se, jako vůbec každý telegraf elektromagnetický, ze čtyř podstaných částí, totiž: a) z *batterie*, která potřebného proudu galvanického poskytuje; b) z *drátu*, kterým proud s místa jednoho na druhé se vodí; c) z *klíče*, kterým proud rychle se přerušuje a uzavírá; d) z *přístroje zapisovacího*, který telegrafem zaslano zprávu t. j. tak zvaný *telegram* určitými znaky znázorňuje.

Obr. 131.

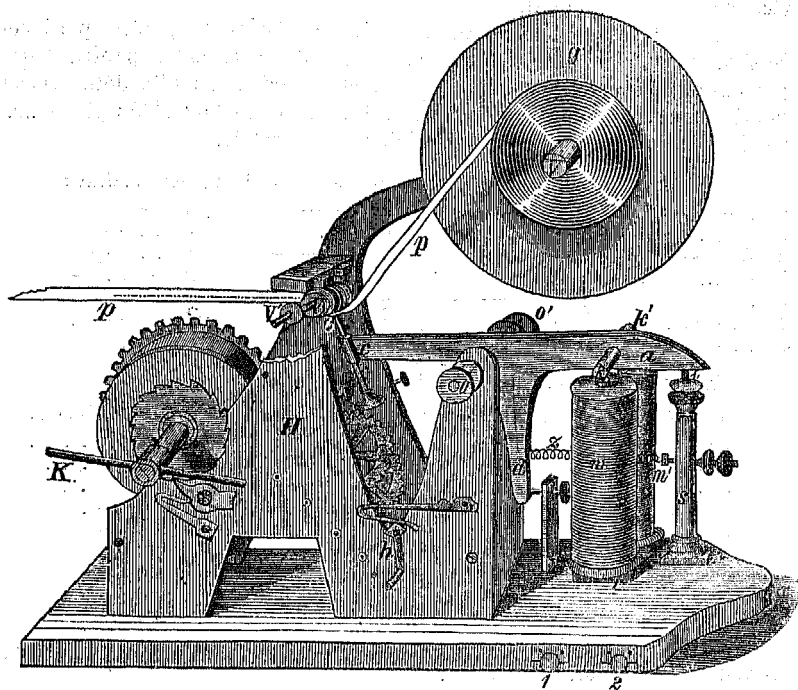


a) *Klíč* jest mosazná páka dvouramenná P (obr. 131.), kolem vodorovné osy C otáčivá. Obě ramena této páky mají na straně dolejší malé kovové kužele, pod nimiž se nalézají kovové sloupky o a e . Je-li klíč v klidu, přiléhá rameno F kuželem svým k sloupku o , jsouc k němu zpruhou v přitlačeno. Stlačíme-li však přední rameno dřevěným kotoučem K dolů, zdvihne se rameno F a klíč přestává býti vodivě spojen se sloupkem o , za to však vstupuje kužel u ve spojení se

sloupkem e . Sloupky o a a' jakož i sloupky e a b' jsou spolu vodičivě spojeny. Ze sloupku a' vchází drát do přístroje zapisovacího na též stanici, sloupek b' jest pak spojen s jedním pólem batterie. Z klíče aneb kovové osy jeho vede se pak drát D ke druhé stanici. Stlačíme-li klíč kotoučkem K , vchází proud z b' do e a z e do klíče, odkudž pak jde drátem D do přístroje zapisovacího na stanici druhé.

b) Přístroj zapisovací skládá se z elektromagnetu mm_1 (obr. 132.), který záleží ve dvou železných tyčinkách, dole železnou příčkou r spojených a do cívek, na kterých drát v četných závitech jest navinut, zastrčených. Konce drátu spojeny jsou se svorníky 1 2, do kterých

Obr. 132.



polární drát se zasazuje. Nad póly elektromagnetu leží železná kotva lc_1 zasazená v rameně a páky, kolem vodorovné osy oo_1 otáčivé. Stlačíme-li klíč, přichází proud drátem D (obr. 131.) do drátu elektromagnetu mm_1 , čímž tento se zmagnetuje a kotvu lc_1 přitáhne, pročež rameno a dolů se stlačí a rameno c s bodcem b se pozdvihne. Bodec b přitlačí se ku proužce papíru p v místě, kde váleček v jest vyhlubenou rýhou opatřen, a udělá v papíru prohlubenou známku. Hodinovým strojem H posouvá se proužka papírová mezi válečky v a v' vždy

dále, svinuje se s válce V , na kterém mezi dvěma kotouči g (z nichž přední v obrazci vynechán) jest navinuta. Klíčem K natahuje se hodinový stroj a klíčkou h zastavuje se v pohybu, když se netelegrafuje.

Přerušil-li se proud, t. j. přestane-li klíč na druhé stanici se stlačovati, pozbývá elektromagnet mm_1 své magnetičnosti a zpruha z , k dolejšímu rameni d páky připevněná, vzdálí kotvu kk_1 od elektromagnetu a bodec b od papíru. Poněvadž elektromagnet, dotýká-li se ho kotva, podržuje část magnetičnosti tak dlouho, pokud kotva se nevzdálí, přiléhá páka dolů stlačená ramenem a , do něhož kotva jest zasazena, k sloupku s , jehož hořejší konec i možno výše vyšroubovati neb níže spustiti. Kotva může tudíž elektromagnetu více méně se sblížit, aniž by se ho dotýkala. Otáčením kotoučku e možno zpruhu více neb méně napnouti.

Pokud jest batterie uzavřena, zůstává bodec k papíru přitlačen. Stiskne-li se tudíž klíč jen na okamžik, dotkne se bodec papíru taktéž jen okamžitě a udělá v něm pouze tečku, drží-li se klíč déle stlačen, udělá bodec na papíře čárku. Z těchto dvou znaků skládají se znaménka všech písmen, číslic i rozdělovacích znaků.

V Rakousku užívá se k naznačení písmen následujících znakův:

a	. —	g	— —	m	— —	t	—
b	— . . .	h	. . . .	n	— .	u	. . —
c	— . — .	ch	— — — —	o	— — — —	v	. . . —
d	— . . .	i	. .	p	. — — .	x	. . . —
e	. . . .	j	. — — —	q	— — . —	y	— . — —
é	. . . .	k	— . — .	r	. . — .	z	— . . .
f	. . — .	l	. — . .	s	. . . .	

K naznačení číslic slouží znaky následující:

	obecně:	skráceně:	obecně:	skráceně:
1	. — — — —	. —	6	—
2	. . — — —	. . —	7	— — . . .
3	. . . — —	. . . —	8	— — — . .
4	. . . . —	. . . . —	9	— — — — .
5	0	— — — — —

Znaménka rozdělovací jsou pak:

:	:	. . . — . . .	?	. . — — . .
;	;	— — — . . .	!	— — . . — —

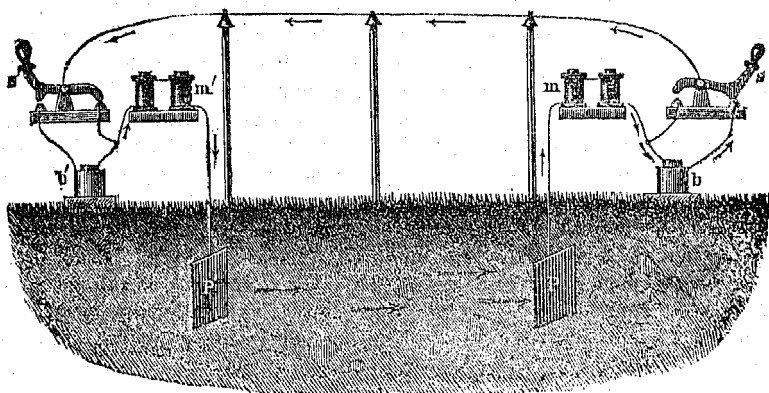
Mezi jednotlivými písmeny nechává se prostora tří teček, mezi jednotlivými slovy prostora šesti teček.

c) Z toho, což bylo až posud pověděno, zdálo by se, že potřebí čtyř drátů vodivých, aby ze stanice A do B a z B do A mohlo se telegrafovati, a sice: 1. z klíče v A k zapisovacímu přístroji v B , 2. ze zapisovacího přístroje v B k batterii v A nazpět, 3. z klíče B k zapisovacímu přístroji v A a 4. ze zapisovacího přístroje v A k batterii v B nazpět.

Jak obr. 133. znázorňuje, stačí však jediný drát k telegrafickému spojení dvou sousedních stanic. Značí-li s a s' klíče, m a m' zapisovací přístroje, b a b' batterie dvou sousedních stanic A a B a

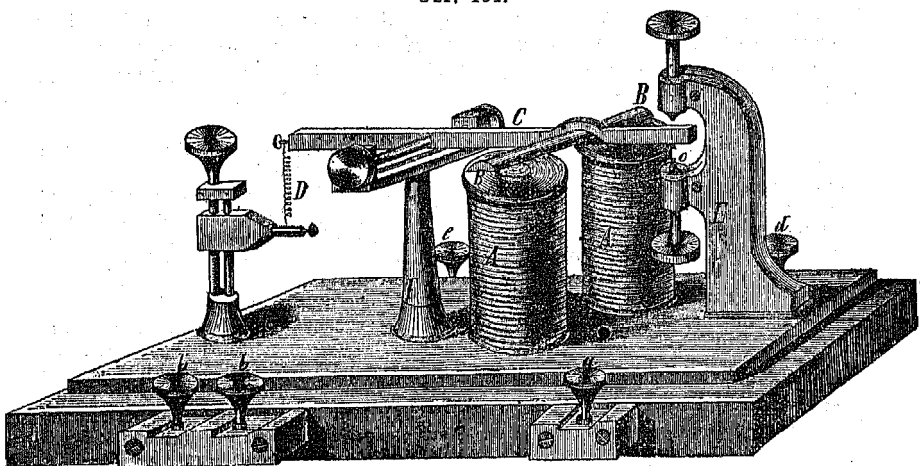
je-li klíč *s* stlačen, tož jde proud z batterie *b* do klíče *s*, odtud vodivým drátem do klíče *s'*, z něhož vchází k elektromagnetu *m'*, a když závity byl proběhl, do veliké měděné desky *P'*, pak postupuje zemí k druhé měděné desce *P*, z ní ku přístroji zapisovacímu *m* a odtud k batterii *b* nazpět.

Obr. 133.



d) Při velikých vzdálenostech zeslabil by se proud *odporem* vodivého drátu tak značně, že by nepostačoval ku přitážení kotvy elektromagnetu v přístroji zapisovacím, k čemuž potřebí síly značné, má-li

Obr. 134.



bodec k papíru řádně se přitlačovati. Nedostatek tento odstraněn přístrojem, který obyčejně francouzským jmenem *relais*, t. j. *přendšeč* se

nazývá. Přístroj ten má za úkol, aby sebe slabším proudem hlavním uzavřel baterii postavenou na stanici, na které zpráva se přijímá. Batterie tato zove se *místní*, kdežto hlavní *řádovou* slove. Batterie místní skládá se pouze z několika řetězdů. Úprava přenášeče jest následující: *AA* (obr. 134.) jsou dva elektromagnety, nad jejichž póly leží kotva *BB*, zasazená v páce *C*, kolem osy snadně otáčivé. Slabé pérko *D* drží, pokud jest přístroj v klidu, kotvu od elektromagnetu vzdálenou. Proud ze vzdálené stanice vstupuje sloupkem *a* do závitův a odtud sloupkem *b* do země aneb do vodivého drátu k třetí stanici. Na druhé straně má přenášeč opět dva sloupky *d* a *e*. Jeden z nich jest spojen přímo s jedním pólem místní batterie, druhý s přístrojem zapisovacím, od něhož jde pak drát polární ke druhému pólu místní batterie. Sloupek *d* jest vodivě spojen se sloupkem *E*, *e* se sloupkem *F* a tím i s pákou *C*. Vstoupí-li proud batterie řádové do závitův *AA*, přitáhnou elektromagnety kotvu, čímž přichází ve styk čípek *o* s dolejšším šroubkem sloupku *E* a místní batterie se uzavře. Preruší-li se však hlavní proud, zdvihne zpruha *D* kotvu *BB* vzhůru, tak že rameno páky, v kterém kotva zasazena jest, dotýká se hořejšího šroubku ve sloupku *E*. Šroubek ten má na špičce nasazený čípek ze slonoviny, tak že, dotýká-li se ho páka, vodivé spojení páky se sloupkem *E* se přerušuje a místní batterie se otevírá.

e) *K batterie* užívá se v Rakousku nejvíce řetězdů Daniellových. — Aby elektřina nemohla z vodivého drátu unikati, zasazují se do země dřevěné tyče se železnými roubíky, na nichž jsou nasazeny porculánové neb železné, tvrzeným kaučukem osamotěné zvonky, opatřené nahoře paličkou (viz obr. 133.), kolem níž drát jednou neb dvakráte se otočí, než dále se vede. Jde-li drát kolem pevného stavení, bývají železné roubíky se zvonky do zdi zasazeny. Dříve užívalo se k telegrafům drátu měděného, poněvadž elektřinu výborně vodí; nyní užívá se lacinějšího drátu železného, při němž špatnější vodivost tloušťkou se vyrovnává.

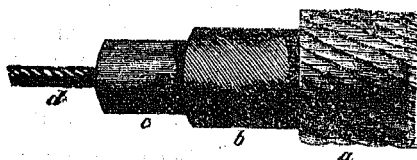
Telegrafické dráty musí býti *hromosvodem* opatřeny. Obyčejně bývá hromosvod upraven takto: Řádový proud vede se v některém místě drátem mosazným, mezi dvěma sloupky napnutým. Sloupek, do něhož přichází proud ze sousední stanice, má po straně kužel s ostrým platinovým bodcem, čelícím ku blízkému kuželi s prvním zcela stejnému a drátem s deskou podzemní spojenému. Pijde-li blesk po drátu ke stanici, přechází z prvního kužele k druhému a tím pak do země. Kdyby však přece ubíral se od prvního sloupku ke druhému, roztápí mosazný drát a tudíž další cestu sám si zamezuje.

V novější době zaveden u nás na některých stanicích telegraf *Hughův*, který má úpravu mnohem složitější než Morseův, od něhož i tím se liší, že zapisovací stroj jednotlivá písmena na proužce papírové přímo tiskne, tak že netřeba ze znamének písmena a slova sestavovati. — Druhdy užívalo se u nás telegrafu *Bainova*, který se zakládá v odchylování se dvojitého magnetu účinkem galvanického proudu; palička s magnetem spojená bije pak do zvonku v pravo neb v levo a ze znakův takto vznikajících sestavena jednotlivá písmena. — V Anglii užívají telegrafu *Wheatstoneova*, záležejícího v ručičce, která účinkem galvanického proudu obíhá na kotouči, na jehož obvodu jsou vyznačena písmena, číslice a ostatní znaky písemné, zastavující se u znakův těch, které zprávodajce naznačuje. — Ve Francii zaveden od roku 1865 všeobecný

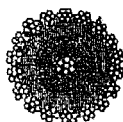
telegraf (pantelegraf), upravený od *Caselliho*, který podává chemicky zprávu jak se byla napsala neb nakreslila beze změny, tak že telegram pomocí tohoto telegrafu zasláný lze nazvatí dopisem. — O zdokonalení telegrafování dobyli sobě v novější době u nás zásluhy Čechové *Ferd. Teirich* a *Jul. Ginil*.

Při *telegrafu podmořském* neuzívá se přístroje Morseova, poněvadž galvanický proud, do tak veliké dálky vedený, tak velice se se slabuje, že by přístroj zapisovací určitých znakův nedával. Dle návrhu *Thomsonova* přívádí se malá magnetka proudem v kolísání a pootáčí při tom zrcadélkem, jež na ní jest upevněno. Od zrcadélka odráží se pak plamen silného světla ku proužce papíru, černými čarami ve stupně rozdělené. Z odchylky jehly a zablesknutí paprsku v pravo neb v levo a zastavení se jeho na rozličných místech stupnice sestavují se pak znaky jednotlivých písmen a číslic. Vodivý drát, tak zvaný *kabel*, vyžaduje však zvláštní úpravy, neboť musí býti, dotýkaje se všude vody, velmi dobře osamotěný a dostatečně silný.

Obr. 135.



Obr. 136.



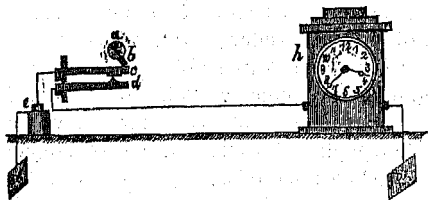
Kabel skládá se z několika měděných drátů *d* (obr. 135. a 136.) v provazec spletených, obalených guttaperčovým pouzdem *c* a vrstvou *b* šňůr konopných, dehtem napojených, kteráž pak dráty železnými *a* se opráďá. Kladení kabelu do moře počalo r. 1857 a ukončeno po překonání ohromných překážek r. 1866, kdež docíleno telegrafického spojení *Valencie* (na pobřeží irském) s *Novým Foundlandem* (v *Americce*).

140. Elektromagnetické hodiny. Elektromagnetů užívá se v novější době také k tomu, by hodiny na všech věžích v městě vždy zcela *stejně* ukazovaly a dle jedněch důkladných hodin řídicích se spravovaly.

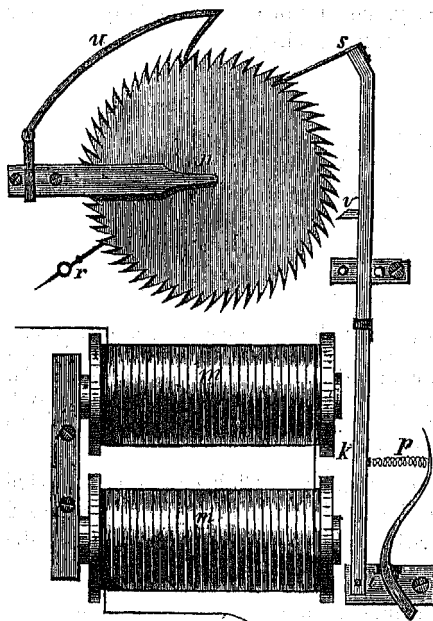
Obr. 137. znázorňuje u *a* hřídelek kolečka, které strojem hodin řídicích za minutu jednou se otáčí. Na hřídelku tom vyčnívá čípek *b*, který tedy každou minutu jednou v nejnižší polohu svou přichází a ocelové pérko *c* dolů stlačuje, tak že toto čípek pérka *d* se dotkne. Pérko *c* jest spojeno s jedním pólem *batterie e*, pérko *d* spojeno drátem vodivým se závití elektromagnetu v hodinách *h*, odkudž vede se pak drát do hodinového stroje druhého, z toho do třetího atd., z posledního stroje hodinového svádí se pak do země k desce *d*₂, tak že proud zemí od desky *d*₂ k desce *d*₁ a ke druhému pólu *batterie* se vrací. Dotknou-li se pérka *c* a *d* vespolek, zavře se řetěz a stroj hodin *h* vejde v pohyb. — Stroj hodinový skládá se z elektromagnetu *m m* (obr. 138.), před nímž jest kólmá kotva *k*, kolem osy *i* otáčívá. Ko-

lečka n má 60 zubů a na ose jeho jest připevněna ručička minutová r . Zavře-li se řetěz, vstoupí proud do závitů elektromagnetu, který pak kotvu k přitáhne. Kotva zasáhne pak noscem s do zubů kolečka, čímž kolečko se pootočí. Poněvadž proud hned opět se přeraší, postoupí ručička r o minutový stupeň ku předu. Zároveň vyzdívne se pérko u a zapadne mezi zuby, zpruha p odtrhne pak kotvu od elektromagnetu. Tak postupuje kolečko n každou minutu o jeden zub ku předu. Kdyby bylo a (obr. 137.) hřídelem kolečka vteřinového, postupovalo by kolečko n každou vteřinu o jeden zub ku předu a vykonalo by tudíž oběh svůj za jednu minutu. S kolečkem n spojuje se pak kolečko s ručičkou hodinovou.

Obr. 137.



Obr. 138.



Hodiny elektromagnetické takovým způsobem upravené jsou vlastně přístroje ku telegrafování času, hodiny řídicí jsou pak klíčem tohoto telegrafu. — Skutečné hodiny elektromagnetické, které, nemajíce ni pružných per ni závaží, toliko galvanickým proudem v pohybu se udržují, nevěly v užívání všeobecné, poněvadž vyžadují velikého nákladu.

Elektromagnetičnosti užívá se ještě ku mnohým jiným účelům. Pomocí elektromagnetů dávají se ku př. znamení, když vlak železniční z nádraží vyjíždí, když rtuť v teploměru jisté výšky dostoupí, když uhelny doly tak zvanými „bicími větry“ (viz str. 69.) se naplní, atd. Velmi výhodně slouží elektromagnety ku měření a zapisování pramalých částí času (elektromagnetické *chronometry a chronografy*). I v domácnosti užívá se zvonicích přístrojů elektromagnetických, příslušnými klíči opatřených, k účelům rozmanitým.

D. Elektrina vznikající soubudem.

a) Elektro-elektřina.

141. Proud soubudem vznikající. a) Elektrický proud vzbuzuje v okamžiku, kdy řetěz, z něhož proud ten vychází, se

otevře aneb uzavře, v jiném uzavřeném vodiči, polárnému drátu sblíženém a s ním rovnoběžném, elektrický proud okamžitý, který má v okamžiku, kdy proud původní, z batterie vycházející, vzniká, směr *protivný*, v okamžiku pak, kdy původní proud přestává, směr *souhlasný* se směrem proudu původního, což multiplikátorem, s kterým konce drátu se spojí, možno pozorovati.

Aby větších účinků se docílilo, navine se na tenkou cívku *H* (obr. 140.) tlustý a dlouhý drát, kterým původní proud batterie se vede, a cívka tato zastrčí se do dutiny jiné, tlustší cívky *J*, na které jest navinut drát tenčí a delší. Oba dráty jsou hebdávím opředeny a v *četných závitoch* na cívkách navinuty; neboť jest mocnost proudu, proudem původním vzbuzeného tím větší, čím silnější jest proud původní a čím delší jsou dráty na obou cívkách navinuté. — Někdy bývají oba dráty na též cívce buď nad sebou buď vedle sebe navinuty.

Na rozdíl od proudu *původního* č. *hlavního*, který z galvanického řetězu vychází, nazývá se okamžitý proud, při každém otevření a uzavření řetězu v uzavřeném, polárnému drátu sblíženém vodiči vznikající, proudem *soubuzeným* (navedeným) č. *vedlejším* (*podružným*). Elektrina účinkem elektriny povstávající zove se pak *elektro-elektrina* č. *elektrina*, vznikající *soubudem*.

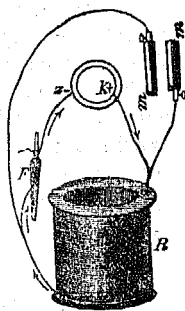
Vedlejší proud okamžitý vzniká netoliko při každém uzavření a otevření řetězu, nýbrž i kdykoliv dráty k sobě sblížíme aneb je od sebe vzdalujeme.

Je-li tenčí cívka opatřena rukovětí, můžeme ji do dutiny druhé cívky vsouvat, aneb ji z ní vytahovati, čímž vznikají ve drátu cívky tlustší proudy vedlejší tak, jako když jedna cívka ve druhé zůstává a hlavní proud se přerušuje.

b) Ve drátu polárném vzniká při každém otevření a uzavření řetězu vedlejší proud týchž vlastností jako proud v jiném uzavřeném vodiči soubuzený. Tento vedlejší proud, v drátu polárném vznikající, jmenuje se proudem *protivným* a *seslabuje* proud původní při uzavření řetězu (má směr *protivný*), při otevření řetězu pak *jesiluje* (má směr *souhlasný*).

Navineme-li na cívku *R* (obr. 139.) jen jediný dlouhý drát, na obou koncích rozvětvený, spojíme-li jednu z větví s pólem řetězu a druhou s kovovým válečkem *m*, tož přeskakuje, jsou-li válečky ty sobě na blízku, při každém otevření i uzavření řetězu s jednoho válečku na druhý elektrická jiskra, při otevření řetězu jest však jiskra tato mocnější. Vezmeme-li do každé ruky jeden z válečkův, ucítíme při každém otevření i uzavření řetězu mocné otřesení. — K rychlému přerušování proudu hlavního můžeme použití pilníku *F*, který s pólem řetězu se spojí a po kterém konec drátu rychle sem tam se posouvá.

Obr. 139.

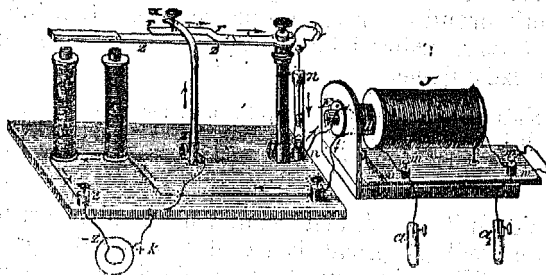


Mocnost proudu protivného jest tím větší, čím mocnější jest proud hlavní a čím delší jest drát.

142. Účinky elektro-elektřiny. Proud vedlejší jakož i proud protivný jeví tytéž účinky jako jiné proudy galvanické, má však mnohem větší napnutost, pročež vyrovnává se jiskrami silnějšími a působí mocně v tělo živočišné. Poněvadž směr proudu soubudem vznikajícího ustavičně se mění a proud pouze okamžik trvá, užívá se proudu toho hlavně v lékařství k účinkům *fysiologickým*, ku kterémuž účeli nutno postarati se o to, aby proud hlavní rychle se přerušoval, t. j. aby řetěz rychle a střídavě se uzavíral a otevíral, čehož docílí se nejlépe tak zvaným *kladivkem Neefovým* (obr. 140.).

Zavřeme-li řetěz (obr. 140.), tož vchází proud do šroubku α , odtud do zpruhu rr a do kotvy zz , kterou vede se pak do drátu na cívce H navinutého. Tímto proudem hlavním vzniká ve drátu na cívce J proud vedlejší okamžitý, jehož účinek (ráz) ucítíme, navlhčíme-li ruce vodou slanou aneb nakyslou a vezmeme-li do jedné ruky váleček a a do druhé váleček a_1 . Proběhnuv drátem na cívce H vejde proud do závitův elektromagnetu a vrací se odtud k zápornému pólu řetězu

Obr. 140.



nazpět. V okamžiku, kde proud závitův elektromagnetu probíhá, stává se elektromagnet magnetickým, přitáhne kotva zz , čímž zpruha rr od šroubku α se vzdálí a tudíž hlavní proud se přeruší, pročež v drátu J opět okamžitý proud směrem dřívějšímu protivným povstává. Přerušením proudu hlavního pozbývá elektromagnet magnetičnosti, kotva se odtrhne a zpruha rr dotkne se opět šroubku α , čímž proud opětně se uzavře a vše jako zprvu se opětuje. Poněvadž řetěz takto rychle po sobě se uzavírá a otevírá, následují rázy v těle, kterým proud probíhá, rychle za sebou a mají účinky velmi mocné.

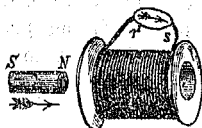
b) *Magneto-elektřina.*

143. Proud magnetičnosti vzbuzený. a) Vsouváme-li do duté cívky, na které jest navinut hedbavím opředený drát, konci r a s (obr. 141.) s multiplikátorem spojený, magnetickou tyčinku NS , vzniká v drátu *okamžitý* proud, jehož směr z odchytky

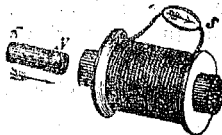
magnetky multiplikátoru seznáváme; vytáhneme-li tyčinku z cívky, vzniká v drátu opět okamžitý proud ve směru *protivném* proudu dřívějšího. Vsouváme-li aneb vytáhneme-li týmž otvorem cívky *druhý pól* magnetu, vznikají proudy ve směrech dřívějším *protivných*.

b) Naplníme-li dutinu cívky tyčinkami z *měkkého železa* a sblížíme-li se jim po délce magnetem aneb ku koncům jejich s jedné strany pólem *N* (obr. 142.) silného magnetu, tož zmagnetují se tyčinky a v drátu vzniká *okamžitý proud*; vzdálíme-li magnet, *pozbývají tyčinky magnetičností* a v drátu vzniká opět *okamžitý proud* ve směru dřívějšimu proudu *protivném*. Je-li magnet nehybný, přibližujeme cívku k němu aneb vzdalujeme ji od něho.

Obr. 141.



Obr. 142.



Působí-li v tyčinky, do cívky vložené, na obou koncích *současně* protivné póly dvou magnetův, jest okamžitý proud *mocnější*.

c) Směr proudu magnetičností vzbuzeného jest *protivný* směru onomu, jež by proud týmž drátem probíhající míti musil, aby účinkem jeho póly magnetu právě tak se pohybovaly, jak se to děje při vsouvání a vytahování magnetu silou *mechanickou*.

d) Čím *silnější* jest magnet a čím *rychleji* do cívky se vsouvá a z ní opět se vytahuje, tím *mocnější* jest proud, magnetem vzbuzený č. *magneto-elektrický*. *Mocnosti proudu přibývá též* tou měrou, kterou přibývá počtu závitův drátu na cílce, jsou-li závitů všechny *stejně veliké*.

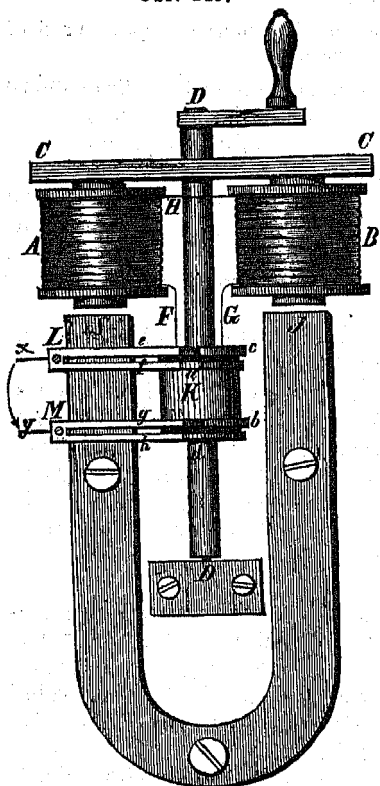
e) Vložíme-li do dutiny cívky *H* (obr. 140.), na které navinut jest drát, konci svými s póly řetězu spojený, svazek tenkých, pokostem potřených drátů železných *E*, zesilují se jimi účinky proudu vedlejšího; neboť stávají se dráty účinkem proudu magnetickými, přerušením proudu hlavního pozbývají pak magnetičností, čímž vzniká vedlejší proud se směrem proudu hlavního *souhlasný*, pročž při přerušení proudu hlavního proud vedlejší *značně* se zesiluje. Dráty do cívky *H* (obr. 140.) vložené mohou spolu sloužiti co elektromagnet ku přerušování proudu hlavního, čímž *kladivko Neefovo* jednodušší úpravy nabývá.

144. Otáčivé přístroje magneto-elektrické. Proudu magnetoelektrického užívá se v lékařství k účinkům fyziologickým. V době novější slouží též co zdroj proudu k telegrafu, galvanoplastice, elektrickému světlu a jiným účelům fyzikálním velmi výhodně, neboť nevyžaduje žádného nákladu, ješto ke vzbuzování jeho potřebí pouze mechanické síly k rychlému sblížení se pólu magnetu a vzdalování se od něho tyčinky z *měkkého železa*,

zastrčené do cívky, na které hedbávím opředený drát jest navinut. Poněvadž elektromagnetický proud jest okamžitý a při vzdalování se železné tyčinky od pólu magnetu má směr protivný onomu, jež měl při sblížení se tyčinky pólu, hodil by se pouze k účinkům *fysiologickým*; má-li sloužiti k účelům jiným, nutno postarati se o to, aby okamžité proudy následovaly tak rychle za sebou, by skládaly proud jediný, nepřetržitý a aby měl proud vždy tentýž směr. Toho docíleno *otáčivými přístroji magnetoelektrickými*, příslušným *proudovratem* opatřenými. Příklad takový znázorněn obr. 143.

Naproti pólům *S J* silné batterie magnetické, z podkovových magnetů složené, jsou dvě železné tyčinky v cívkách dřevěných *A B*, osamotěným drátem ovinutých, zastrčeny a na železné příčce *CC* připevněny. Příčka *CC* jest přidělena na ose *DD*, která klikou se otáčí. Jeden konec drátu jest u *F*, druhý u *G* připevněn na proudovratu *K*, jež obr. 144. a 145. znázorňuje. Na obou koncích mosazné trubice *K* jsou připájeny dva ocelové hřebeny *a* a *b*, zrovna naproti sobě ležící

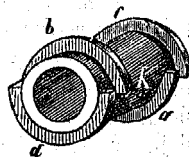
Obr. 143.



Obr. 144.



Obr. 145.



a jeden přes druhý trochu sáhající. Uvnitř ve trubici *K* jest jiná mosazná trubice, od vnější rourou z tvrdého dřeva oddělená. (Dřevěná roura jest na obr. 144. černě naznačena.) Na koncích vnitřní mosazné trubice jsou opět dva ocelové hřebeny *c* a *d* tímž způsobem upraveny jako *a* a *b*. Konec drátu *F* jest spojen s hřebem *a* a trubicí *K* i s hřebem *b*, konec drátu *G* spojen s hřebem *c* a trubicí vnitřní i s hřebem *d* a proudovrat upevněn jest na hřídeli, s kterým zároveň se otáčí. Dvě tenká, plošná pára ocelová *L* a *M* jsou na podstavci připevněna a přední vidlicovitě rozeklané konce jejich *e f* a *g h* přiléhají zlehka ku hřebem proudovratu, tak že proud do pár *L* a *M* vstupuje. Spojíme-li konce

jejich drátem xy , tož koluje v drátu tom elektrický proud. V poloze, kterou obrazec 143. znázorňuje, přiléhá péro f na hřeben a , péro h na hřeben d , péra e a g jsou pak volná. Jde-li v okamžiku tom proud od G ku H , tož jde v cívce druhé směrem protivným od H k F a vstupuje tudíž z F do hřebenu a , odtud do péra f a pérem do drátu xy . Proběhnuv drát xy vchází pak proud do péra h a do hřebenu d , jenž jest s hřebenem c vodivě spojen, tak že proud opět do G se vrací. Otočí-li se klika, tak že cívky od magnetů se vzdálí a příčka CC úhel 90° opíše, tož pozbyvají železné tyčinky v cívkách magnetičnosti své, čímž vzniká proud *druhý*, jehož směr jest protivný směru proudu předešlého. Bude tudíž kolovati v jedné cívce směrem od H ku G a v druhé od F ku H , spolu otočil se však též proudovrat o 90° , čímž přichází péro e ve vodivé spojení s hřebenem c a péro g ve vodivé spojení s hřebenem b , péra f a h jsou pak volná. Proud má tudíž nyní směr $GcexygbaFH$ a probíhá drátem xy v témž směru jako dříve. Otočí-li se pak klika o dalších 90° , tož přichází cívka B nad pól S a cívka A nad pól J , tím vzniká pak proud *třetí*, jehož směr jest směru proudu *prvního* protivný a tudíž se směrem proudu *druhého* souhlasný. Poněvadž péro e hřebenu c a péro g hřebenu b dotýkati se nepřestalo, probíhá drátem xy opět proud směrem xy . Otočí-li se klika opět o dalších 90° , povstává v drátu GHP proud *čtvrtý* ve protivném směru proudu *třetího* a tudíž souhlasném se směrem proudu *prvního*. Poněvadž však tímto otočením péro f opět do spojení s hřebenem a a péro h ve spojení s hřebenem d vešlo, probíhá proud nyní opět drátem ve směru xy . Otočí-li se klika ještě o 90° , přicházejí cívky do původní na obr. 143. naznačené polohy, proud tím vznikající jest s čtvrtým proudem souhlasný, pročež probíhá opět směrem xy . Při každém následujícím otočení cívek opakuje se vše jako dříve.

Poněvadž proud první s čtvrtým a druhý s třetím mají směr souhlasný, vznikají otáčením osy DD vlastně jen *dva protivné proudy*, proudovratem možno pak docílití toho, že drátem xy proud vždy týmž směrem probíhá.

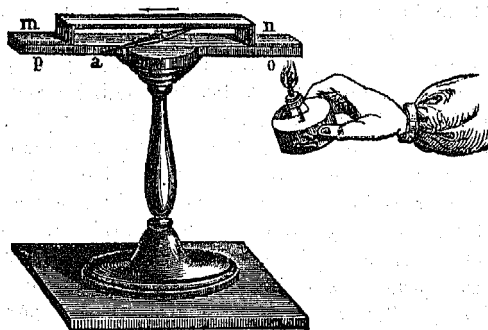
K účinkům *chemickým* a *fysiologickým* brávají se cívky AB s drátem *tenkým* a *velmi dlouhým*, k účinkům *tepla* a *světla*, jakož i k účinkům *magnetickým* užívá se cívek s drátem *tlustým* a *krátkým*. — K účinkům *fysiologickým* netřeba proudovratu, neboť účinky tyto jsou tím mocnější, čím rychleji směr proudu se mění.

E. Elektrina vzbuzená teplem čili thermoelektrina.

145. Thermoelektrický řetěz. a) Na *vismutovou* tyč *op* (obr. 146.) připájí se na obou koncích *antimonová* tyč *mn*, tak ohnutá, aby mezi obě tyče mohla se zavěsiti magnetka. Přístroj postaví se do magnetického poledníku, aby magnetka právě u prostřed mezi oběma tyčemi se nalézala. Zahříváme-li tyče v jednom místě, kde spolu jsou spájeny, na př. v *on*, odchýlí se magnetka

z poledníku magnetického, což důkazem, že prochází tyčemi *elektrický proud*. Byl-li severní pól magnetky a tak vyšínut, jak obrazec naznačuje, má proud směr *onmpo* a směřuje tudíž na zahřátém místě od vismutu k antimonu, na druhém chladnějším místě směřuje pak od antimonu k vismutu.

Obr. 146.



Proud jest tím *mocnější*, čím *větší* jest rozdíl v teplotě obou oněch míst, ve kterých oba kovy pájkou vespolek jsou spojeny, protože jeví se proud zvláště silným, když v jednom tomto místě kovy se *zahřívají* a ve druhém současně se *ochlazují*.

Elektrina teplem vzbuzená nazývá se *thermoelektrina* a přístroj tak upravený, jak obr. 146. jej znázorňuje, jest *jednoduchý řetěz thermoelektrický*.

b) Ze zkoušek, jež pomocí multiplikatoru o málo závitů silného drátu (aby odpor byl menší) konány byly, sestaveny jsou některé kovy v řadu následující:

Antímon, železo, cín, zlato, měď, mosaz, olovo, cín, stříbro, vismut.

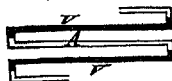
Spojme-li dva z těchto kovů způsobem v obr. 146. naznačeným a *zahříváme-li* je v místě, kde jsou spájeny, vzniká proud elektrický, který směřuje od kovu v řadě pozdějšího ke kovu v řadě předcházejícímu, ku př. od vismutu k mědi, od mědi k antimonu atd. Proud jest pak tím *mocnější*, čím jsou kovy v řadě od sebe odlehlejší.

Že magnetičnost zemská vzniká dle domněnky fysikův účinkem elektrického proudu proměnami teploty zemské povstávajícího, již na str. 161. podotknuto.

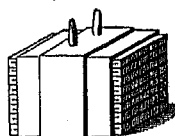
146. Thermoelektrický sloup a účinky jeho. a) Spojme-li více jednotlivých řetězů thermoelektrických z vismutu *V* a antimonu *A* (obr. 147.) se skládajících, způsobem z obr. 147. a 148. patrným, vzniká *thermoelektrický sloup*. Aby kovy vždy jen

v těch místech vespolek se dotýkaly, kde spolu jsou spájeny, od-
dělují se od sebe na všech ostatních místech obyčejně sádrou.
Sloup bývá upraven tak, aby na jednom konci (párou z vařící
vody vystupující) mohl na 100°C se zahřívati a na druhém konci
(tajícím ledem) na 0°C se ochlazovati. Volný
konec vismutu jest pólem kladným a volný konec
antimonu pólem záporným sloupu thermoelek-
trického.

Obr. 147.



Obr. 148.



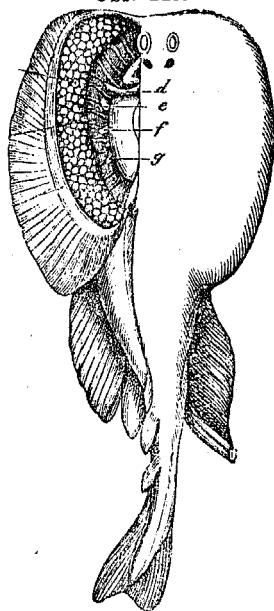
b) Proud thermoelektrický má tytéž účinky
jako proud galvanický, ale v míře *značně menší*;
thermoelektrický sloup může však býti tak citli-
vým, že magnetka multiplikátoru s póly sloupu
spojeného odchyľuje se ze své polohy, jakmile
teplota na místech pájkou spojených na jedné
straně sloupu liší se jen nepatrně od teploty
na straně druhé. *Sloup thermoelektrický s multiplikátorem spojený
jest tedy nejcitlivějším teplovzvěstem.*

F. Elektrina živočišná.

147. Elektrické ryby. Četnými zkouškami bylo dokázáno,
že životnými výkony živočichův elektrina se zplozuje. Největší
elektrickou napnutost pozorovati v těle
některých ryb, jmenovitě v těle *elektri-
ckého rejnoka, elektrického úhoře a elektri-
ckého sumce*. Ryby tyto mají v těle zvláštní
ústroj, sloupu Voltovu (str. 147) podobné.

V těle *elektrického rejnoka* (obr. 149.) záleží
toto ústrojí ve velikém počtu sloupečků, blanami
od sebe oddělených a vedlé sebe kolmým směrem
ode hřbetu ku břichu postavených; *defg* značí
svazky nervů, jež v ústrojí elektrickém se roz-
vívají. — *Úhoř elektrický* má elektrické ústrojí
po obou stranách páteře od hlavy až do konce
ocasů po celé délce rozdělené asi 30 nad sebou
ležícími přehrádkami, jež opět mnohými kolnými
stěnami příčnými v podélné články rozvrženy
jsou. — *Sumec elektrický* jest ústrojím elektrickým
jako dutým válcem od hlavy až k ocasu obalen.
Ústrojí toto skládá se z tělísek čočkovitých, ka-
palinou naplněných a bývá na prst tlusté, tak
že ryba tučnou býti se zdá.

Obr. 149.



Ze zkoušek s rybami těmi konaných
shledalo se, že u rejnoka jde proud vodou
v oblouku po obou stranách od hřbetu k břichu,
u úhoře od hlavy ku konci ocasu a u sumce
od ocasu k hlavě. Proto může dávatí rejnok
elektrické rány na přič v každé poloze těla,

úhoř a sumec však ohybají se při tom v oblouk, při čemž zvláště úhoř okolo zvířete se zavínuje. Elektrický proud jest zvláště mocný, když byly ryby podrážděny, a skládá se z velmi mnohých velmi rychle za sebou následujících rázů. Rány elektrické, jež ryby dávají, záležejí úplně na vůli jejich a mohou býti slabší neb silnější.

Když ryba více silných ran byla dala, ochabuje elektrina; po odpočinku a posilnění potravou nabývá ryba opět elektriny.

148. Elektrina ve svalech a nervech živočišných. Vložíme-li zadní nohy žáby právě usmrcené do sklenice s roztokem kuchyňské soli a páteř do druhé sklenice, taktéž roztokem kuchyňské soli naplněné, a spojíme-li obě kapaliny mokrým knotem bavlněným, tož *potrhují* sebou nohy žabí účinkem proudu elektrického, jehož původ, poněvadž jiných elektrobudičův tu není, ve svalech žáby nutno hledati.

Pomocí velmi citlivých proudojevů (multiplikatorů) bylo shledáno, že ve svalech i nervech živočichů ustavičně elektrické proudy kolují.

0 rovnováže a pohybu.

149. Rovnováha a pohyb. Tělo buď jest v klidu, zůstávajíc v témž prostoru, buď se pohybuje, přicházejíc postupně do prostoru vždy jiného vzhledem k tělesům sousedním, t. j. k jedněm tělesům se přibližujíc, od druhých pak se vzdalujíc.

Poněvadž jest každé tělo setrvačné, nemůže samo sebou, jsouc v klidu, pohyb započítí, ni pohybujíc se směr neb rychlost pohybu změnití aneb v pohybu ustátí. Změní-li tělo stav, ve kterém se nalézá, t. j. přichází-li z klidu v pohyb neb z pohybu v klid aneb změní-li směr neb rychlost svého pohybu, nutno příčinu každé takovéto proměny hledati mimo tělo.

Smyslům našim nepochopitelná příčina pohybu neb proměny jeho aneb zrušení jeho se nazývá síla.

Působí-li jedna neb více sil v nějaké tělo, může účinek jejich jinými silami aneb překážkami býti zrušen, tak že tělo v klidu zůstává, aneb působují síly skutečný pohyb těla. Síly, jichž účinky vespolek se ruší, jsou v rovnováze.

Nauka o působení sil zove se *mechanika* a dělí se v nauku o rovnováze č. *statiku* a v nauku o pohybu č. *dynamiku*.

Je-li tělo v klidu, nelze souditi, že žádná síla v ně nepůsobí, neboť zůstává tělo, jak bylo vyloženo, v klidu i tehdaž, když působí v ně více sil, jichž účinky vespolek se ruší, t. j. když síly v tělo působící jsou vespolek v rovnováze. Na zemi naší není ni jediné tělo v klidu, neboť pohybuje se vše, což na zemi jest, se zemí okolo osy její a spolu okolo slunce. Mluvíme-li klidu, porovnáváme tělo vždy s jinými tělesy. Člověk, plovoucí v lodi, jest v klidu vzhledem k lodi, ve které sedí, vzhledem k jiným tělesům však se pohybuje.

A. Rovnováha těles pevných.

(Statika).

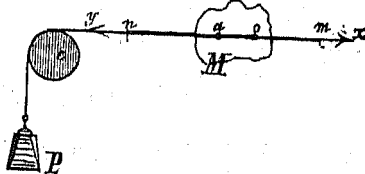
a) Skládání a rozkládání sil.

150. Síla. Majíce sílu stanoviti, musíme určití: a) *působíště* síly, t. j. onen bod těla, ve který síla působí; b) *směr*, t. j. přímku, kterou působíště účinkem síly se pohybuje aneb pohybovati se má; c) *velikost* síly.

Na obr. 150. značí bod a působíště a přímka ax směr síly, kterou tělo M má se pohybovati. Je-li tělo M pevný celek, jehož části jsou nepohybnelně vespolek spojeny, tak že vždy ve stejných vzdálenostech mezi sebou zůstávají, můžeme působíště síly z bodu a přeložiti do bodu o , v též přímce ax ležícího, *aniž by tím účinek síly se změnil*. Je-li totiž o bod pevné přímky ao , s celkem M pevně spojené, zůstává výsledek síly v bodu o i v bodu a tentýž, neboť záleží působení síly v pohybu přímky ao směrem ax , i docílí síla pohybu toho, když má působíště v bodu a , neb v bodu o , aneb v kterémkoliv jiném bodu v přímce ao ležícím.

Velikost sil můžeme posuzovati pouze z účinkův jejich, i soudíme tudíž, že jest ona síla, 2-, 3-, 4kráté větší, jejíž účinek jest 2-, 3-, 4kráté větší. Porovnávajíce účinek síly nějaké s účinkem

Obr. 150.



síly jiné, kterou za měřítko sil pokládáme, můžeme velikost síly měřiti. Měrou sil jest *tíže*, jejíž účinky jsou nám nejznámější, a jednotkou míry sil jest tudíž váha jedné libry.

Je-li síla, působící směrem ax (obr. 150.), v rovnováze se závažím P , jehož účinkem tělo M má pohybovati se *protivným* směrem ay , rovná se síla, působící

směrem ax , toliko libram, kolik P váží. Síla 2-, 3-, 4kráté větší než ona, která působí směrem ax , rovná se tudíž $2P$, $3P$, $4P$.

Značí-li přímka an závaží P , možno naznačiti přímku am , kteráž tak jest veliká jako an , sílu, působící směrem ax , která rovná se síle P . Přímku možno však naznačovati toliko *poměrnou velikost* sil, neboť můžeme z délky přímky ustanoviti velikost síly teprv pak, když seznáme *poměr* této přímky ku přímce oné, jejíž délkou *jedna libra* se vyjadřuje.

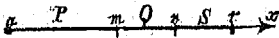
151. Skládání a rozkládání sil. Působí-li *současně* více sil v nějaké tělo, mohou míti *všecky dohromady* výsledek jen *jeden*, pročež můžeme nahraditi všecky jednotlivé působící síly pouze

jedinou silou, jejíž účinek rovná se účinku všech působících sil. Síla, která v tělo *týmž směrem a toutéž velikostí* působí, jako více jiných sil, *zároveň působících*, nazývá se silou *výslednou* č. *výslednicí*; síly pak, jež výslednice *nahraňuje* a z jejichž účinkův účinek výslednice se skládá, zovou se *složkami*.

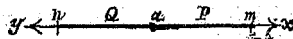
Vyhledávání výslednice několika složek slove *skládání sil*; vyhledávání několika sil, jež působí právě tak jako síla jediná, za jejichž výslednici ji pokládáme, nazývá se *rozkládání sil*.

152. Skládání a rozkládání sil v též bod v též přímce působících. a) Působí li v bod *a* (obr. 151.) síly *P*, *Q* a *S* v též přímce a *týmž směrem ax*, přidruží se k sobě účinky všech tří sil, pročež *velikost výslednice V* rovná se *součtu velikostí složek* a

Obr. 151.



Obr. 152.



má totéž působíště *a* a tentýž směr *ax*. Značí-li přímky *am*, *an* a *ar* poměrné velikosti sil *P*, *Q* a *S*, jest poměrná velikost výslednice rovna součtu $am + an + ar$. Síla *V* může též rozložiti se ve složky $P + Q + S$.

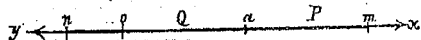
Je-li $P=2\text{čb.}$, $Q=3\text{čb.}$, $S=4\text{čb.}$, jest výslednice $V=2\text{čb.}+3\text{čb.}+4=9\text{čb.}$ — Aby vůz s nákladem se pohyboval, musilo by táhnouti jej 7 lidí; zapřáhneme-li do vozu koně a pohybuje-li se vůz tak rychle jako dřívě, jest síla koně výslednicí sil sedmi lidí.

b) Působí-li dvě *stejně veliké* síly v bod *a* (obr. 152.) v též přímce *ay* *směrem protivným*, a sice síla *P* směrem *ax* a poměrnou velikostí *am*, síla *Q* směrem *ay* a poměrnou velikostí *an*, tak že $am = an$ a tudíž $P = Q$, tož zůstává působíště *a* v *klidu*, neboť ruší se účinek síly jedné účinkem síly druhé. Síly *stejně veliké*, v též přímce *protivným směrem působící*, nemají žádné výslednice, jsou tedy *v rovnováze*; nutno tudíž souditi i naopak, že síly v též přímce *protivným směrem působící*, jsou-li *v rovnováze*, mají *velikost stejnou*.

Chceme-li tělo jistou silou k zemi *dolů* padající v klidu udržeti, musíme stejně velikou silou táhnouti je *vzhůru*. Táhnou-li koně vůz vzhůru do vrchu silou tak velikou, jakou vůz účinkem *těžné síly* s vrchu dolů padá, zůstává vůz v *témž místě státi*.

c) Působí-li v bod *a* (obr. 153.) dvě *nestejně veliké* síly *směrem protivným*, a sice síla *P* směrem *ax* a poměrnou velikostí *am*, síla *Q* směrem *ay* a poměrnou velikostí *an*, takže *an* o část *on* větší jest než *am* a tudíž *Q* větší jest než *P*, tož zruší se účinkem menší síly *am*

Obr. 153.



stejně veliká část účinku *ao* síly větší, zbývající pak část *on* síly větší bude působiti. Výslednice sil jest tudíž rovna *rozdílu* obou

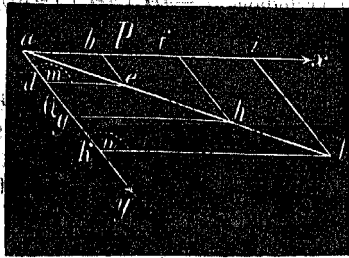
sil a má směr síly větší, t. j. $V = Q - P$. Na místě síly V , jejíž poměrná velikost jest on , možno klásti síly P a Q , jichž poměrné velikosti jsou am a an .

Je-li $P = 7 \text{ lb}$, $Q = 10 \text{ lb}$, jest výslednice $V = 10 \text{ lb} - 7 \text{ lb} = 3 \text{ lb}$. — Zdviháme-li břemeno kolmo vzhůru, nepohybuje se účinkem celé síly, kterou působíme, nýbrž stoupá toliko rozdílem této síly a své váhy, kterou dolů padáti usiluje. — Sud po lize účinkem síly těžné dolů padající zadržujeme v pohybu příliš rychlém, táhnouce jej vzhůru provazem, jež jen poněmáhlu spouštíme.

d) Působí-li v též přímce jedním i druhým směrem více sil zároveň, vyhledáme nejprve výslednici sil, působících směrem jedním, pak výslednici sil, působících směrem druhým, a výslednice obou těchto výslednic, t. j. rozdíl jejich dá, výslednici všech sil.

153. Skládání a rozkládání sil v týž bod v úhlu působících. a) Působí-li v bod a (obr. 154.) síla P směrem ax , síla Q směrem ay , tak že svírají směry obou sil úhel xy , a vykonalo-li by působíště a v první vteřině účinkem síly P dráhu ab a účinkem síly Q dráhu ad , tož dočlí se účinku obou sil, když bod a v přímce ax ku bodu b postupuje a současně přímka

Obr. 154.



ax , zůstávajíc vždy s původní polohou rovnoběžna, tak se pohybuje, aby v tom okamžiku, kde a octne se v b , dostihla polohy de . Stalo-li se tak, jest na konci první vteřiny působíště a v bodu e , je-li $de = ab$. Vykonalo-li by působíště a v druhé vteřině účinkem síly P dráhu af a účinkem síly Q dráhu ag a myslíme-li si opětně, že v témž čase, v němž a směrem ax až do f postupuje, přímka ax , zůstávajíc s původní polohou rovnoběžna, tak se pohybuje, aby v okamžiku, kdy a octne se v f , byla v poloze gh , tož jest koncem druhé vteřiny bod a v bodu h , je-li $gh = af$. Vykonalo-li by působíště a ve třech vteřinách účinkem síly P dráhu ai a účinkem síly Q dráhu ak , octne se bod a účinkem obou sil zároveň působících na konci třetí vteřiny, jak v předcházejícím vyloženo, v bodu l , je-li $kl = ai$. Body a , e , h , l , ve kterých působíště v rozličných dobách se nalézají, jsou v též přímce al .

Dráhy ab a ad byly vykonány za jednu vteřinu, ai a ak značí dráhy, vykonané za tři vteřiny, pročež

$$ab : ai = 1 : 3$$

$$\text{taktéž } ad : ak = 1 : 3$$

a tudíž $ab : ai = ad : ak$; poněvadž $de = ab$ a $kl = ai$, vyplývá, že $de : kl = ad : ak$.

Poněvadž jest $\sphericalangle m = \sphericalangle n$. Z poslední srovnalosti a rovnosti úhlův plyne pak, že $\triangle ade \sim \triangle ak l$, tudíž $\sphericalangle dae = \sphericalangle kal$, což možno jen tehdy, když body a , e a l jsou v též přímce al .

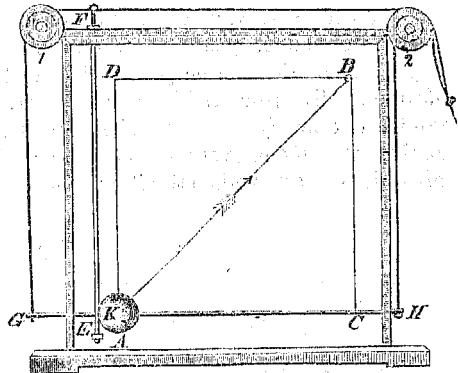
Spojme-li bod i s bodem l přímkou il , bude $il \parallel a = ak$ i vznikne rovnoběžník $akti$, jehož úhlopříčnou jest al ; značí-li pak ai směr a poměrnou velikost síly P , ak směr a poměrnou velikost síly Q , jsou dány směr i poměrná velikost výslednice úhlopříčnou al onoho rovnoběžníku, jež sestrojíme ze přímek, kterými směr a poměrná velikost složek se vyznačuje, a z úhlu, přímkami těmi sevřeného.

Rovnoběžník, jehož strany vyznačují směr a poměrnou velikost složek a jehož úhlopříčnou dány jsou směr a poměrná velikost výslednice, jmenuje se *rovnoběžník sil*.

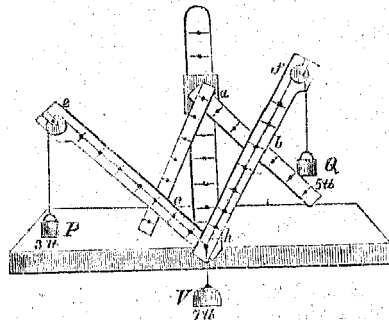
Přístrojem, který znázorňuje obr. 155., možno dokázati, že úhlopříčnou rovnoběžníku sil dán jest směr výslednice. Na tyčince GH jest navlečena koule K ; zdvihá-li se tyčinka šňurami na kladkách 1 a 2, aby zůstávala vždy s původní polohou GH rovnoběžna, pohybuje se koule K směrem AD a dotáhne bodu D , když tyčinka GH octne se v poloze DB . Vidlice EF pohybuje se šňúrou, v kroužku F upěvněnou a na kladku 2 položenou, s levé strany ku pravé a posouvá kouli K na tyčince GH směrem AC , tak že koule K octne se v C , když vidlice přišla do polohy BC . Pohybují-li se tyčinka GH a vidlice EF současně, nekoula koule pohybuje směrem AD , ni směrem AC , nýbrž pohybuje se směrem AB , t. j. směrem úhlopříčné rovnoběžníku, sestrojeného ze směrův AD a AC obou složek.

Ku dokladu toho, že úhlopříčnou rovnoběžníku sil netoliko naznačen směr, nýbrž i dána velikost výslednice sil v úhlu působících, slouží přístroj, znázorněný obr. 156. Pravidko ah , v palce rozdělené a v každém oddílu průvrtem opatřené, upevněno kolmo dolejším koncem v podstavci. Pravidka ab , ac , a hb , hc , taktéž v palce rozdělená a v každém oddílu průvrty opatřená, možno vespolek a s pravidkem ah kolíčky spojití tak, že skládají rovnoběžník s příslušnou úhlopříčnou. Spojíme-li pravidka v bodech a , b , c , h vespolek a v bodech a a h s pravidkem kolmým, vznikne rovnoběžník $abch$ s úhlopříčnou ah . Na kladkách e a f pohybují se šňúry he a hf , u h s třetí šňúrou spojené. Na šňúru he zavěsíme závaží P a na šňúru hf závaží Q . Jsou-li závaží ta poměrná stranám rovnoběžníku hc a hb , kterými směr a poměrná velikost složek jest vyznačena, je-li totiž $P = 3 \ell b$, a $Q = 5 \ell h$, tož jest směr a poměrná velikost výslednice V sil P a Q dána úhlopříčnou ha i musíme tudíž na dolejší šňúru zavěsiti závaží $V = 7 \ell b$, aby účinek výslednice silou stejně velikou a

Obr. 155.



Obr. 156.

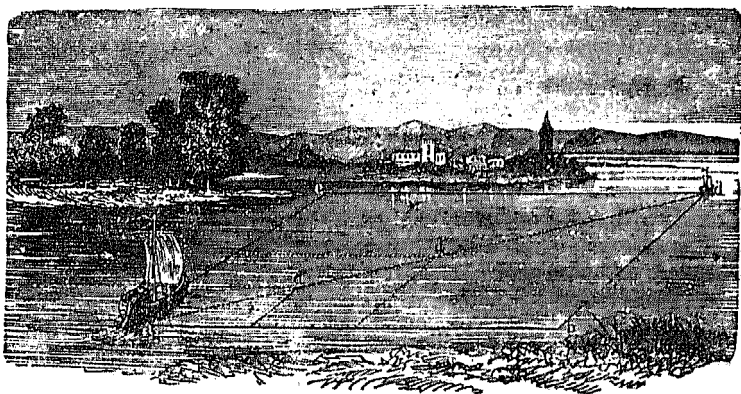


protivným směrem, t. j. kolmo dolů působící se zruší a rovnováha se zachovala. — Spolu možno přístrojem tímto dokázati, že velikost výslednice řídí se netoliko velikostmi obou složek, nýbrž i velikostí úhlu, jež směry složek svírají. Spojíme-li totiž pravídka ab a ac s pravídkem ah v některém jiném oddílu nad a neb pod a ležícím, jest úhlopříčná rovnoběžníku větší neb menší i musíme též v h zavěsiti závaží *větší* neb *menší*, ale vždy poměrné velikosti úhlopříčné.

Působí-li více sil v jakýchkoli úhlech v nějaký bod, vyhledáme výslednice jejich, když, sestrojivše nejprvé rovnoběžník dvou sil, ustanovíme úhlopříčnou jeho výslednici těchto dvou sil. Pak vyhledáme týmž způsobem výslednici první výslednice a síly třetí, i nabudeme takto výslednice tří sil. Vyhledávajíc takto postupně sestrojením příslušných rovnoběžníků výslednici výslednice předcházející a síly následující, nabýváme konečně výslednice poslední, kteráž jest výslednicí všech působících sil.

Je-li výslednice všech působících sil *kromě jedné* rovna velikosti svou této jedné, ještě zbývající složce a působí-li v též *přímce* jako tato složka, ale směrem *protivným*, zůstává působistiše sil v klidu a všechny působící síly jsou tudíž *v rovnováze*. — Sestrojením rovnoběžníků vzniká tak zvaný *mnohouhelník* sil, jehož jednou stranou, jak nákras ukáže, vyznačena velikost výslednice všech sil a jehož stranami ostatními dány jsou velikosti sil působících.

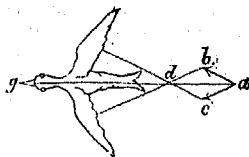
Obr. 157.



Z předcházejícího dá se vyložit, proč loď a (obr. 157.), kterou plavec a spolu i vítr o plachtu se opírající, puď směrem ac , kdežto *současně* proud unáší ji směrem ab , po uplynutí té doby, ve které octla by se účinkem jedné síly v c a účinkem druhé síly v b , nalezá se v d , proběhnoucí dráhu $ad'd'd$, kteráž jest úhlopříčnou rovnoběžníku $abcd$, ze směrův sil sestrojeného. — Člověk směrem ac (obr. 157.) plovoucí a proudem ve směru ab unášený, pohyboval by se taktéž směrem ad . — Pták odráží v letu vzduch křídly svými k oběma stranám (obr. 158.) a vzduch chtěje původní místo zaujmouti, způsobuje tlak ve směrech protivných, čímž vzniknou síly ab a ac , jichž výslednicí ad

pták směrem ag se pohybuje. — Naráží-li ryba ocasem na vodu směrem ba (obr. 159.), působí voda tlakem ve směru ab , naráží-li ryba na vodu směrem ca , způsobuje voda tlak ve směru ac . Následují-li rázy ty velmi rychle za

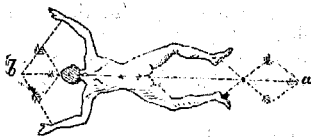
Obr. 158.



Obr. 159.

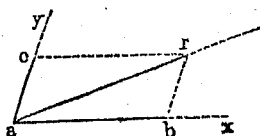


Obr. 160.



se bou, působí tlaky směrem ab a ac téměř *současně* a výslednicí jejich pohybuje se ryba směrem ad ku předu. — Z pohybu rukou a nohou plovoucího člověka (obr. 160.) a z tlaku vody pohybem tím zplozeného dá se podle předcházejícího vyložiti, proč voda plavce směrem ab pūdí. — Skočí-li člověk směrem ca (obr. 161.) s vozu, jedoucího směrem ay , dopadne k zemi v r , neboť skokem vykonal by dráhu ab a dopadl by k zemi v b , setrvačností v pohybu (s vozem ku předu) vykonal by současně dráhu ac a octnul by se v c ; poněvadž působí obě síly současně, pohybuje se člověk účinkem výslednice obou sil ve směru ar . Spolu z toho patrně, proč jest nebezpečno, skákati s vozu, zvláště *po straně* a při *rychlé* jízdě. — Vykonal-li koule směrem

Obr. 161.



Obr. 162.



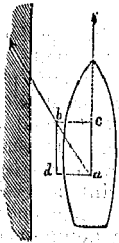
ca (obr. 161.) vržená, za jistou dobu dráhu ab a pūdí-li ji *současně* vítr z a do c , tož koná koule účinkem výslednice obou sil dráhu ar . — Vyskočí-li jezdec kolmo vzhůru a vykonal-li by dráhu ab (obr. 162.) v téměř čase, ve kterém na koni byl by dojel z a do c , tož pohybuje se současným účinkem skoku a setrvačností ve výslednici jich ad ; octnuv se v d , počíná vahou svou padati směrem dc , setrvačností pūdí ho však směrem de , pročež padá opět ve výslednici df a dostihne v bodu f koně, který zatím tam byl dojel. Tak pohybují se i předměty, které jezdec vzhůru vyhazuje a v jízdě neustáváje opět chytá.

b) Poměrná velikost síly naznačuje se přímkou a každou přímkou možno učiniti úhlopříčnou nesčíslného počtu rovnoběžníků, můžeme tudíž každou sílu, považující ji za výslednici, rozložití ve dvě složky v jakémkoliv úhlu působící. Poněvadž každá složka může opět se rozložití ve dvě složky, jichž směry jistý úhel svírají, patrně, že postupným rozkládáním můžeme rozložití každou sílu v libovolný počet sil, v libovolných úhlech a tudíž v libovolných směrech působících.

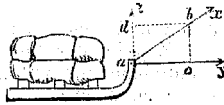
K potřebám obecným rozkládá se síla ve složky obyčejně tak, aby pouze jedna složka určitým směrem působila, druhá pak žádného účinku nejevila; nejčastěji bývají směry složek na sobě kolmo.

Táhne-li kůň loď ve směru ab (obr. 163.) silou, jejíž poměrná velikost dána jest přímkou ab , tož možno rozložit ab ve složky ad a ac . Poněvadž účinek složky ad ruší se odporem vody na bok lodi tlačící, zbývá pouze složka ac , kterou loď postupuje. — Právě tak pohybují se i saně toliko částí síly ab (obr. 164.), kterou koně ve směru ax je táhnou; neboť rozložíme-li ab ve složky ac a ad , ruší se složka ad ve směru az vahou saní a břemenem na nich naloženého i může tudíž působiti pouze druhá složka ac ve směru ay , kterým

Obr. 163.



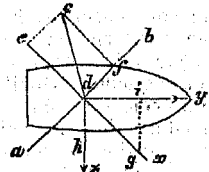
Obr. 164.



Obr. 165.



Obr. 166.

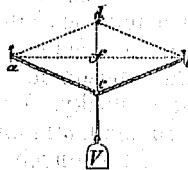


saně se pohybují. — Tlačí-li veslař na veslo silou ab (obr. 165.), kterou rozložili jsme ve složky ac a ad , tož ruší se účinek složky ad i zbývá pouze složka ac , působící ve směru ay . Síla ac působí však tak, jako bychom ve směru ay na vodu tlačili a o ni jako o pevnou stěnu se opírali, pročež pohybuje se loď směrem protivným, totiž směrem ax . — Je-li plachta na stěžni korábu upevněna v poloze ab (obr. 166.) a působí-li v ni vítr silou cd , tož, rozloživše sílu tu, nabudeme složek ed a fd . Poněvadž fd žádného účinku nejeví, působí pouze složka ed směrem ex , a přeložíme-li sílu tuto na přímkou dx , jeví se dg co poměrná velikost její. Rozkladem síly dg vznikají složky dh a di , a poněvadž voda, na bok lodi tlačící, účinek ve směru dz ruší, zbývá pouze složka di , kterou loď směrem dy ku předu se pohybuje. Aby loď určitým směrem ploula, třeba tudíž plachty obrátiti vždy tak, by složka větru, jejíž účinek jest možný, ve směru žádaném působila. — Rozkladem síly, kterou vítr na lopaty větrného mlýna tlačí, vznikají dvě složky, z nichž jedna nečinnou zůstává, druhá pak kolo otáčí. — Stoupání a plování papírových draků ve vzduchu lze na témž základě vysvětliti. — V každém značnějším záhybu způsobuje řeka vždy škody na pobřeží. Značí-li ab (obr. 167.) směr

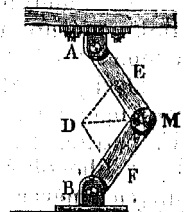
Obr. 167.



Obr. 168.



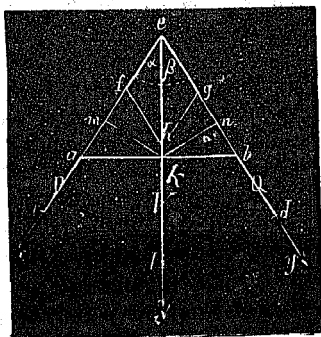
Obr. 169.



a velikost síly, kterou by voda, v a se octnuvši, dále postupovala, kdyby záhyb tomu nebránil, a rozložíme-li ab ve složky ac a ad , tož účinkem složky ad voda v řečišti postupuje, účinkem složky ac pak na břeh naráží a jej porušuje. Poněvadž složka ad menší jest než síla ab , pohybuje se voda z bodu a volněji, i odtéká jí odtud méně, než jí v témž čase přitéká, pročež řeky v záhybech nezřídka ze břehů vystupují a pobřeží svá zavodňují. Labe činí každoročně nesmírné škody na pobřežích svých, majíc velmi četné záhyby. — Provaz ab (obr. 168.), na koncích upevněný, napne se závažím V , v c zavěšeným. Naznačíme-li velikost napnutí přímkami ac a bc a sestrojíme-li rovnoběžník sil, jeví se úhlopříčná cd co výslednice, kteráž rovná se toliku librám, kolik V váží. Složky ac a bc jsou větší nežli síla cd , pročež napíná se provaz silou tolikráte větší, kolikráte ac větší jest než cd , tudíž možno provaz neb drát dlouhý a silně napnutý lehkým na něj zavěšeným závažím neb i nepatrným rázem přetrhnouti. — V rozkládání sil spočívá úprava kolena, jež záleží ve dvou ramenech AM (obr. 169.) a BM , v M kloubem spojených. Rameno AM se opírá kloubem A o nehybnou podporu, rameno BM spojeno kloubem B s hybnou deskou, která na předmět, pod ní ležící, se tlačí. Působí-li v M síla, jejíž směr a poměrnou velikost značí přímka MD , tož rozloží se MD ve složky ME a MF ; složka ME ruší se hořejší operou, složka MF , která působí, může pak opět rozložití se ve dvě složky, z nichž jedna vodorovně působí a nečinnou zůstává, druhá pak, kolmo dolů působící, předmět pod deskou B se nalezající stlačuje. — Ku zdvihání berana, k zarážení kolů do země užívaného, třeba značné síly, kteráž rozkládá se ve složky tím způsobem, že provaz, kterým beran se zdvihá, rozvětven jest ve více ramen, v úhlech se rozbíhajících, a že na každém rameni jeden muž táhne.

154. Skládání a rozkládání sil v rozličné body směry nerovnoběžnými působícími. — Moment sil. a) Působí-li v bod a (obr. 170.) síla P směrem ax a poměrnou velikostí ac , v bod b síla Q směrem by a poměrnou velikostí bd , mohou míti síly tyto výslednici jen tehdy, když působíště jejich a a b jsou vespolek pevně spojena. Jsou-li směry sil P a Q , totiž přímkami ax a by v též rovině, vyhledáme výslednici, když směry obou sil prodloužíme, až setkají se ve společném bodu e . Poněvadž bod tento jest ve směru obou sil, možno, jak bylo na počátku odst. 150. vyloženo, působíště obou sil do tohoto bodu přenést, aniž by změnil se tím účinek sil. Sestrojíme-li pak $ef = ac$ a $eg = bd$, značí ef a eg poměrné velikosti sil P a Q , a úhlopříčnou eh rovnoběžníku $efgh$ dán jest směr i určena poměrná velikost výslednice sil P a Q . Není-li bod e , ve kterém prodloužené směry obou sil spolu se stýkají, s body a a b spojen, možno přeložití působíště výslednice do jiného bodu, ve směru az ležícího, který s oběma působíšti a a b pevně jest spojen. Přeložíme-li ku př. působíště výslednice V do bodu k , ve kterém přímka az přímkou ab pretíná, a učiníme-li $kl = eh$, jsou přímkou kl dány směr i poměrná velikost výslednice V obou sil P a Q .

Obr. 170.



b) Působí-li více než dvě síly, každá v jiném působišti, a jsou-li všechna působišť v pevný celek spojena, vyhledáme nejprve výslednici dvou sil, pak výslednici této první výslednice a síly třetí atd., až zbývá pouze jediná síla. Výslednice této síly a výslednice naposledy určené jest pak výslednicí všech působících sil.

c) Považujice sílu V , v bod e směrem ez a poměrnou velikostí eh působící, co výslednici, můžeme ji rozložití ve složky P a Q směrem ew a ey působící. Sestrojením rovnoběžníku $efhg$ objeví se ef a eg co poměrné velikosti těchto složek i můžeme pak přeložití působišť síly P do kteréhokoliv bodu v přímce ew a působišť síly Q do kteréhokoliv bodu v přímce ey ; jsou-li působišť sil P a Q s působišťem síly V pevně spojena, jest účinek sil P a Q týž, jako účinek síly V , i možno tudíž sílu V oběma silami P a Q nahraditi. Poněvadž P i Q lze opět dvěma v rozličných bodech působícími složkami nahraditi, můžeme tudíž každou sílu rozložití ve více sil, působících směry rozličnými v bodech rozličných ale s působišťem původní síly pevně spojených.

Moment sil. Směr výslednice *stejně velikých sil pŕlí úhel*, jež směry obou sil spolu svírají; neboť není příčiny, proč by měl býti směr výslednice směru složky jedné blíže, než směru složky druhé. Směr výslednice dvou *nestejně velikých sil* skládá se směrem síly *větší* úhel tolikrát *menší*, kolikrát síla tato větší jest než druhá; neboť čím větší je složka, tím více přibližuje bod se pohybující směru vlastnímu a tím více vzdaluje jej ode směru druhé menší síly.

Je-li $ac = bd$ (obr. 170.) a tudíž $P = Q$, jest též $\sphericalangle \alpha = \sphericalangle \beta$; je-li však Q větší než P , jest úhel β menší než úhel α , a sice β tou měrou menší než α , kterou Q větší než P .

Vzdálenost směru výslednice ode směru složek měří se nejkratšími přímkami, totiž *kolmicemi*, vedenými ze kteréhokoliv bodu výslednice na směry obou složek. Je-li $km \perp aw$ a $kn \perp by$, jest kn tolikrát menší než km , kolikrát Q větší jest než P , tak že

$$P : Q = kn : km,$$

t. j. *kolnice, vedené ze kteréhokoliv bodu, ve směru výslednice V ležícího, na směry složek P a Q , jsou v převráceném poměru s velikostmi těch složek.*

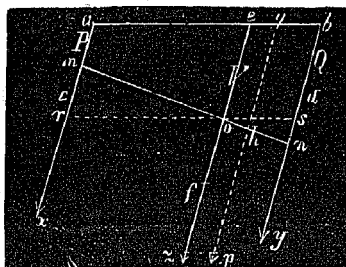
Ze srovnalosti $P : Q = kn : km$ plyne pak, že $P \times km = Q \times kn$. Součin síly a vzdálenosti směru jejího od kteréhokoliv bodu ve směru výslednice ležícího zove se *statický moment* té síly vzhledem k tomu bodu výslednice, z něhož kolmice, vzdálenosti směrů naznačující, byly sestrojeny. Možno tudíž výše vytknutou rovnost $P \times km = Q \times kn$ vyjádřiti takto:

Statické momenty dvou sil jsou vzhledem ku kterémukoliv bodu, ve směru výslednice jejich ležícímu, sobě rovný.

155. Skládání a rozkládání sil v rozličné body směry rovnoběžnými působících. a) Působí-li v bod a síla P (obr. 171.)

směrem ax a v bod b síla Q směrem by , směřují-li obě síly v tutéž stranu a jsou-li směry jich rovnoběžny, totiž $ax \parallel by$, a jsou-li působíště a a b pevně spolu spojena, lze výslednici sil P a Q následovně ustanoviti: Poněvadž mají obě síly *týž směr*, musí i výslednice, jejíž účinek rovná se účinku obou sil, zároveň působících, míti směr *se směry* ax a by *rovnoběžný*; poměrná velikost výslednice musí rovnati se *součtu poměrných velikostí obou složek*, t. j. $V = P + Q$, neboť působí-li síly *týmž směrem*, druží se účinek síly jedné k účinku síly druhé. Potřebí tudíž vyhledati pouze působíště vý-

|Obr. 171.



slednice. K tomu užije se výše vytknutého zákona o rovnosti statických momentů dvou sil vzhledem k některému bodu ve směru výslednice jejich ležícímu. Sestrojivše mn kolmo na ax a tudíž také kolmo na by , vyhledáme v kolmici mn bod o , kterýž jest bodem ve směru výslednice ležícím, když kolmici mn rozdělíme bodem ve dvě části mo a no , jež jsou v převráceném poměru se silami, na jejichž směrech stojí kolmo. Je-li o bod ve výslednici ležící, musí býti $P \times om = Q \times on$, pročež $mo : no = Q : P$. Kdyby síla Q se zvětšila, musilo by i mo se zvětšiti a tudíž no se zmenšiti a byl by ku př. bod h bodem výslednice, když by $mh : hn = Q : P$.

Ze srovnalosti $mo : no = Q : P$ lze délku přímky mo a tudíž polohu bodu o ustanoviti, neboť

$$\text{pročež } mo : no = Q : P \\ \text{pročež } mo : mo + no = Q : Q + P$$

$$\text{čili } mo : mn = Q : V, \text{ z čehož } mo = \frac{mn \times Q}{V}. \text{ Poněvadž}$$

Q, V a mn jsou známy, lze mo vypočísti. — Je-li ku př. $P = 5 \text{ t.}$, $Q = 7 \text{ t.}$, a tudíž $V = 7 \text{ t.} + 5 \text{ t.} = 12 \text{ t.}$ jest $mo = \frac{mn \times 7}{12}$, t. j. rozdělíme-li kolmici mn ve 12 stejných dílův, náleží přímce mo 7 těchto dílův, i nalézá se tedy bod o na konci sedmého dílu, počítáme-li díly od m .

Vedeme-li bodem o přímku ez rovnoběžně s ax a by , můžeme působíště výslednice V přeložiti do bodu e a je-li ef rovno součtu poměrných velikostí obou složek $ac + bd$, značí ef poměrnou velikost výslednice V . Je-li bod h bodem ve výslednici ležícím, jest g působíště a gp směr výslednice.

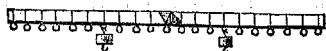
Vedeme-li bodem o přímku $rs \parallel ab$, vzniknou trojúhelníky mro a sno , ve kterých $\sphericalangle mor = \sphericalangle son$ a $\sphericalangle omr = \sphericalangle ons = 90^\circ$, pročež jsou trojúhelníky ty podobny a tudíž

$$\begin{aligned} mo : no &= or : os, \\ \text{poněvadž } mo : no &= Q : P, \\ \text{patrnó, že též } or : os &= Q : P, \text{ a poněvadž } or = ea \text{ a } os = eb, \\ \text{bude } ea : eb &= Q : P, \end{aligned}$$

Spojíme-li tudíž působíště a a b přímkou ab a rozdělíme-li přímku tuto v tolik stejných dílů, koliku librám síly $P + Q$ se rovnají, vyhledáme působíště výslednice jednoduchým způsobem, když od a počínaje tolik dílů na přímce ab sečteme, koliku librám Q se rovná; na konci posledního z těchto sečtených oddílů jest působíště výslednice, neboť je-li ku př. v e působíště výslednice, bude $ea : eb = Q : P$.

Zákon právě odvozený lze zkouškou dovésti. Tyč ve stejné díly, ku př. v palce rozdělená a v každém oddílu kroužkem o patřené závesí se uprostřed

Obr. 172.

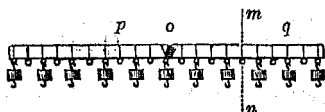


Obr. 173.

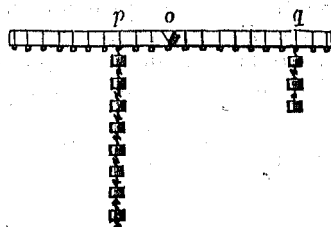


na siloměr (obr. 25. na str. 38.) a ve stejných vzdálenostech ode středu závesí se na tyč stejná závaží, ku př. ve 4. kroužku ode středu v pravo i v levo 1 libra (obr. 172.) Účinek na siloměru zůstane tentýž, když obě libry zavěsíme v kroužku prostředním (obr. 173.). Zavěsíme-li na tyč více stejných závaží s obou stran středu tak, aby vždy po dvou stejně byla vzdálena ode středu o (obr. 174.) a myslíme-li si tyč rozdělenou přímkou mn ve dva nestejně díly, tož působí dle předcházejícího tři závaží na kratším dílu tyče zavěšená

Obr. 174.



Obr. 175.



tyž účinek na siloměru, když všechna tři zavěsíme ve středu jejich q (obr. 175.) a osm závaží na delším dílu tyče zavěšených působí tyž účinek, když všech osm zavěsíme v středu jejich v p (obr. 175.). Zavěsíme-li konečně všech 11 závaží ve středu o , jeví se na siloměru tyž účinek jako když bylo každé závaží zavěšeno zvláště, jako na obr. 174., aneb když byla zavěšena v q tři a v p osm závaží jako na obr. 175. Z toho patrné, že výslednice rovná se součtu sil a že vzdálenosti směru složek ode směru výslednice jsou v převráceném poměru s velikostmi sil, neboť je-li v $p = 8 \text{ \textit{ř.}}$ a v $q = 3 \text{ \textit{ř.}}$, jest $oq = 5''$ a $op = 3''$.

b) Působí-li více než dvě síly v působíštích rozličných ale vespolek pevně spojených směry rovnoběžnými v tutéž stranu, skládají se vždy po dvou tak dlouho, až nabudeme výslednice poslední, která jest výslednicí všech působících sil.

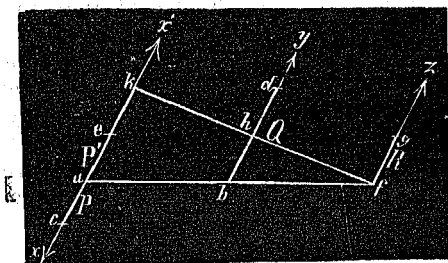
c) Každou sílu lze rozložit ve dvě složky, působící rovnoběžnými směry v tutéž stranu v rozličných působíštích a poněvadž i každou složku opět takto můžeme rozložit, lze tudíž nahradit

každou sílu jakýmkoliv počtem sil, působících rovnoběžnými směry v tutéž stranu a v rozličných působíštích.

Táhnou-li dva koně vůz, táhne každý kůň dvěma postráňky, působí tudíž vlastně čtyry síly ve čtyřech rozličných působíštích; vůz pohybuje se účinkem výslednice, jejíž velikost rovná se součtu velikostí všech čtyř sil a jejíž působíště jest v háku na voji, v němž váhy jsou zavěšeny. — Podepře-li trám na obou koncích a leží-li na trámu břemeno uprostřed, tož tlačí na každou podporu polovice váhy trámu a váhy břemene; je-li břemeno jedné podpore blíže, připadá na podporu tuto větší část břemene, než na podporu druhou, a sice jsou části břemene na obě podpory připadající v převráceném poměru se vzdálenostmi břemene od podpory. — Nesou-li dva lidé břemeno 90 liber těžké, na tyči 6' dlouhé, kde je musí zavěsiti, aby jeden 60 a druhý 30 liber nesl? Poněvadž $P:Q=60:30=2:1$, rozdělí se tyč na tři stejné díly, a břemeno zavěsí se na konci jedné třetiny tyče. Na toho, který ponese na konci delším, připadne pak 30 liber, na onoho, který ponese na konci kratším, připadne 60 liber.

d) Působí-li síly P a Q (obr. 176.) v působíštích a a b , v pevný celek spojených, směry rovnoběžnými ale protivnými ax a

Obr. 176.



by, a jsou-li ac a bd poměrné velikosti sil P a Q , tak že jest bd větší než ac a tudíž Q větší než P , vyhledá se výslednice způsobem následujícím:

Sílu větší, totiž Q rozložíme ve složky P' a R tak, aby $P'+R=Q$, složku P' učiníme rovnou P a přeložíme působíště její do a , velikost druhé složky bude $R=Q-P'=Q-P$ a působíště její f lze vyhledati.

Ze srovnalosti $bf:ab=P':R$, kteráž výše byla odvozena, a z rovnosti $P'=P$ a $R=Q-P$ vyplývá, že $bf:ba=P:Q-P$, pročež $bf=\frac{ab \cdot P}{Q-P}$, z čehož bf a tudíž i působíště složky R možno vyhledati.

Na místě síly Q působí nyní síly P' a R . Poněvadž P' a P , působíce v též přímce směrem protivným a jsouce stejně veliké, v účincích svých vespolek se ruší, působí pouze složka R , kteráž jest tedy výslednicí sil P a Q . Jak patrné, rovná se výslednice, sil rovnoběžně v protivném směru působících, rozdíl sil a má směr síly větší. I v tomto případě jsou statické momenty

sil vzhledem k některému bodu ve směru výslednice ležícímu sobě rovny. Je-li totiž f působiště výslednice, $fh \perp by$, $fk \perp ax$, jest $P \times fk = Q \times fh$.

Vzdálenosti působišť sil o l působiště výslednice jejich jsou v převráceném poměru s velikostmi sil, t. j.

$$P : Q = bf : af \text{ a poněvadž } \triangle bfh \sim \triangle afk$$

$$\text{a tudíž } bf : af = fh : fk$$

$$\text{vyplyvá, že } \frac{P : Q = fh : fk, \text{ pročež } P \times fk = Q \times fh.$$

e) Působí-li více sil rovnoběžnými ale protivnými směry ve více působištích, vyhledáme nejprve výslednici všech sil, působících v jednu stranu, pak výslednici všech sil, působících v druhou, protivnou stranu, výslednice obou těchto výslednic jest pak výslednicí všech sil.

b) Rovnováha v poloze těles.

156. Těžiště. Každé tělo jest složeno z nescíslného množství částic *hmotných* a tudíž *těžkých*, pročež každou tuto částici země do středu svého přitahuje. Směry sil těžných, ve všechny jednotlivé částice těla působících, stýkají se ve středu zemském (odst. 21.). Poloměr země naší obnáší téměř 800 mil, možno tedy, nemá-li tělo rozměru příliš velikého, směry sil těžných, ve všechny hmotné částice těla působících, pokládati za *rovnoběžné*, a poněvadž jsou nejmenší hmotné částice těla stejné a ode středu zemského téměř stejně vzdálené, lze těžné síly v ně působící pokládati za *stejně veliké*.

Výslednice všech těžných sil, v tělo působících, působí rovnoběžným a týmž směrem jako všechny jednotlivé síly těžné, i rovná se tudíž dle odst. 155. *součtu* jejich a velikost výslednice této jest *prostá váha* těla.

Poněvadž jsou všechny hmotné částice těla pevně spolu spojeny, protíná směr výslednice všech sil těžných, v tělo působících, při jakémkoliv poloze těla *tentýž jeden bod*, který *působištěm této výslednice* jest a *těžiště* se nazývá.

Svislá přímka, těžištěm protínající, naznačuje *směr*, kterým by těžiště k zemi padalo, kdyby překážky padání jeho nebránily, a kterým skutečně k zemi padá, když překážek není.

Z předcházejícího lze vyložit:

a) Každé pevné tělo má těžiště a může mít *pouze jedno* těžiště.

b) Kapaliny a vzdušiny mohou mít těžiště jen tenkrát, když jsou částice jejich nepohnutelně spolu spojeny, t. j. když jsou v nádobách uzavřeny, kdež možno pokládati je za tělo *souvislé* (takřka pevné).

c) Poloha těžiště mění se, jakmile změnil se tvar neb hmotnost těla.

d) Váhu těla možno si mysliti soustředěnu v těžišti jeho a možno tudíž pokládati všechny ostatní, mimo těžiště ležící hmotné částice těla za netěžké.

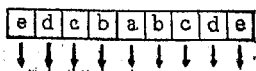
e) Účinkem výsledné síly těžné snaží se těžiště směrem přímky svislé, která těžiště protíná, do středu zemského se pohybovati a padá tudíž při jakékoliv poloze těla co možná *nejhlouběji*.

Dvojkužel pohybuje se *vzhůru* po nakloněné rovině tak upravené, aby pohybem tímto těžiště dvojkužele *dolů* padalo.

157. Stanovení polohy těžiště. a) *Rovná* a velmi *tenká* tyčinka, kterou možno pokládati téměř za *těžkou přímku* (fysickou čáru přímou), má těžiště *u prostřed*. Hmotné částice tyčinky takové možno mysliti si vždy po dvou ode středu jejího stejně vzdáleny a poněvadž jsou síly, ve dvě takových částic působící, stejně veliké, jest působisté výslednice těchto sil, t. j. těžiště tyčinky, u prostřed mezi oběma působíšti složek, tudíž ve středu tyčinky.

Tyčinka *ee* (obr. 177.) má těžiště *v a*, neboť jest *a* působíště výslednice sil těžkých *v* částice *a, b b, c c, d d* a *e e* působících.

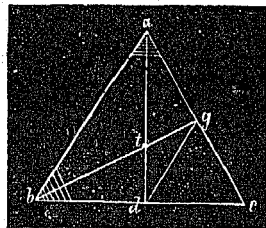
Obr. 177.



b) Tělo *tloušťky nepatrné* možno pokládati téměř za *plochu* z velmi tenkých tyčinek (fysických přímek) složenou. Těžiště každé takové tyčinky jest v středu jejím, pročež jest těžiště všech jednotlivých tyčinek, plochu skládajících, a tudíž i těžiště celé plochy ve přímce, která všechny tyčinky pólí a proto z těžišť všech tyčinek se skládá. Přímka, ve které těžiště těla se nalézá, jmenuje se *těžná přímka*. Vyhledáme-li dvě těžné přímky nějaké plochy, jest těžiště plochy v bodu, ve kterém obě tyto přímky se stýkají; neboť má každé tělo pouze jedno těžiště a je-li těžiště plochy v každé z obou těžných přímek, musí býti v bodu oběma přímám společném.

Trojúhelník *abc* (obr. 178.) možno rozdělití v tyčinky se stranou *bc* rovnoběžné. Pálíme-li stranu *bc* v bodu *d* a spojíme-li *d* s *a*, jest *ad* těžná přímka, neboť pólí všechny tyčinky, z nichž trojúhelník *abc* se skládá. Pálíme-li stranu *ac* v *g*, jest *bg* druhá těžná přímka a bod *t*, v němž obě těžné přímky se stýkají, jest těžiště trojúhelníku *abc*.

Obr. 178.



Těžiště ploch pravidelných jako na př. čtverce, rovnoběžníku, pravidelného šestiúhelníku, plochy kruhové, plochy elipsově atd. jsou v *geometrickém středu* jejich, neboť protínají se všechny těžné přímky, způsobem výše vytknutým sestrojené, v geometrickém středu ploch pravidelných.

c) Těžiště těles, jež nelze pokládati ni za přímku ni za plochu, poněvadž mají všechny tři rozměry (délku, šířku i výšku)

značně veliké, ustanovíme, vyhledavše bod všem těžným přímkám společný. — U těles tvaru geometrického možno těžné přímky se strojiti a těžiště geometricky vyhledati. Má-li tělo tvar nepravidelný, vyhledává se těžiště zkusmo a sice *zavěšváním* aneb *podepřáním* jich.

Tělo zavěšené padá tak dlouho, až se octne těžiště jeho v nejnižší možné poloze, kdež pak musí se nalézati v přímce, již nabudeme prodloužením směru napnuté šňury, kterou tělo jest zavěšeno; neboť jen při této poloze těžiště ruší se účinek výslednice všech těžných sil, šňuru napínající, odporem šňury. — Každá přímka, prodloužením směru napnuté šňury vznikající, jest tedy přímkou těžnou. Zavěšivše plochu ve dvou rozličných bodech, nabýváme prodloužením směru napnuté šňury dvou těžných přímek, zavěšivše tělo ve třech rozličných bodech nabýváme tří těžných přímek, a bod přímkám těmto společný jest hledané těžiště. V těle na ostré hraně podepřeném musí býti těžiště ve svislé rovině, která hranu v sobě obsahuje; vyhledáme-li dvě neb tři takové roviny, podepřevše tělo na ostré hraně ve dvou neb třech rozličných polohách, jest těžiště těla v bodu, všem těmto rovinám společném.

Těžiště krychle (kostky) aneb koule jest v geometrickém středu jejich, mají-li tělesa tato hutnost naskrze rovnoměrnou. — Těžiště hranolu aneb válce všude stejně hutného jest v středu přímky, která spojuje těžiště hořejší a dolejší základné plochy. — Těžiště jehlanu a kužele jest na konci první čtvrtiny té přímky, která spojuje těžiště základné plochy s vrcholem jehlanu neb kužele.

d) Tělesa dutá tvaru pravidelného mají těžiště v geometrickém středu a tudíž mimo hmotu.

Těžiště dutého válce, duté koule, duté krychle, prstenu atd. jest v geometrickém středu, tudíž mimo hmotu jejich.

e) Není-li hutnost těla všude naskrze stejnou, nelze těžiště geometricky stanoviti, možno toliko souditi, že jest těžiště hutnější části blíže. Tělesa mající hutnost nerovnoměrnou, byvše podepřena neb zavěšena, zaujímají vždy polohu takovou, při které část hutnější, v níž jest těžiště, co možná nejnižše se nalézá.

Válec dřevěný naskrze stejně hutný, zůstává na rovině vodorovné v klidu v jakékoliv poloze. Je-li však válec po jedné straně přímo pod povrchem opatřen dutinou, olovem vyplněnou, zůstává v klidu jen tenkrát, když část olovem vyplněná, ve které těžiště válce se nalézá, jest *nejvýše*. Válec takový pohybuje se po šikmé rovině *vzhůru*, když pohybem tímto těžiště *níže* padá. — Sklenice s dnem velmi silným má těžiště ve dnu, v němž nejvíce hmoty soustředěno; převrhno-li se taková sklenice, stává se sama opět na dno, poněvadž jen v této poloze těžiště její jest *nejníže*. — Falešné kostky mají po jedné straně dutinu olovem vyplněnou a padají tudíž, byvše vrženy jakkoliv, vždy touto stranou dolů. — Sloupek z bezové duše, na jednom konci jakýmkoliv způsobem (ku př. hřebíčkem do konce toho zaraženým) obtěžkaný, stává se sám vždy kolmo a koncem obtěžkaným *dolů* obrácen; podobně stává se i mnohé dětské hračky, tak zvané *ostavači*, mající těžiště v *určitém* místě, vždy do *určité*

a sice takové polohy, při které těžiště co možná nejnižší místo zaujímá — Tak zvané vejce *Kolumbovo*, t. j. obyčejné vejce, do něhož něco rtuti přidáno, stojí i na špičce, poněvadž obrátíme-li vejce špičkou dolů, klesá rtuť do špičky a zaujme tudíž rtuť a spolu i těžiště celého vejce polohu nejnižší. — Premítání dřevěných figurek po schůdkách dolů zakládá se v přeměňování polohy těžiště, v setrvačnosti a pružnosti.

158. Rovnováha těles. Aby tělesa nepadala, čili aby v rovnováze zůstávala, musí působiti v ně síly neb překážky, jichž velikost rovná se *váze* těla a jichž směr jde těžištěm *visle vzhůru*.

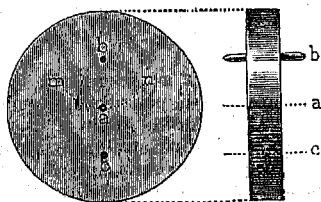
a) Má-li tělo v rovnováze polohu takovou, aby těžiště jeho *zdvihalo se a přicházelo výše než dříve*, když tělo, byť i nepatrně z polohy své se vyšine, tož jest tělo *v rovnováze stálé*; neboť tělo, byvši samo sobě ponecháno, ihned opět původní polohy nabývá, poněvadž těžiště snaží se padnouti co možná nejnižše.

b) Je-li rovnováha těla taková, že těžiště jeho *padá*, totiž *níže než dříve* přichází, když tělo, byť i nepatrně, z polohy své bylo vyšinuťo, tož zoveme rovnováhu tuto *vrátkou* č. *nestálou*, neboť tělo, nemohouc nabýti polohy původní, poněvadž těžiště jeho *vzhůru* pohybovati se nemůže, padá č. *převrací se* tak dlouho, až těžiště jeho co možná nejhlubšího místa dostihne.

c) Když těžiště těla vyšinuťm jeho z polohy původní ni se nezdvihá, ni nepadá, nýbrž vždy v stejné výšce zůstává, má tělo *rovnováhu volnou* (indiferentní), t. j. zůstává v každé poloze, do které bylo pošinuťo.

Má-li kotouč, obr. 179. znázorněný, těžiště své v *a* a je-li v *b* podepřen (na ose zavěšen), jest *v rovnováze stálé*; neboť vrací se do polohy, ve které jest znázorněn, ihned, jakmile přestala působiti síla, kterou byl z polohy této vyšinuť, poněvadž vyšinuťm kotouče z této polohy těžiště směrem *am* neb *an* se pohybuje a tudíž *výše* stoupá. — Je-li v *a* těžiště a v *c* podpora (osa) kotouče, jest rovnováha jeho *vrátká*, neboť vyšinuťm, byť i nepatrným, těžiště *a* octne se *níže*, pročež kotouč se *převrátí*. — Je-li však v *a* těžiště i podpora (osa) kotouče, jest rovnováha jeho *volná*.

Obr. 179.



159. Zavěšování a podepírání těles. Síla neb překážka, která, padáuí těles zabránujíc, v rovnováze je udržuje, má působíště své buď *v těžišti*, buď *nad těžištěm*, buď *pod těžištěm*.

a) Působí-li síla, kterou tělo v rovnováze se udržuje, *v těžišti* těla, jest rovnováha jeho *volná*.

Koule, válec, kotouč, kolo a j. v., otáčející se kolem osy, jež těžiště jejich prochází, jsou v rovnováze stálé. — Hvězdárské dalekohledy váží často mnoho centů a přece se otáčejí snadně kolem osy, která těžiště jejich proniká, a zůstávají v jakékoliv poloze v rovnováze.

b) Je-li působiště síly, která tělu padnouti zabraňuje, *nad těžištěm* těla, tož jest tělo *zavěšeno* a rovnováha jeho jest *stádlá*; neboť každým, byť i nepatrným vyšínutím zavěšeného těla z polohy, kterou v klidu zaujímá, stoupá těžiště vždy *výše*.

Těleso na šňůře (drátu, tyči atd.) zavěšené, zůstává pouze v určité poloze v klidu a vrací se, bylo-li z ní silou nějakou vyšínuto, do polohy té nazpět, jakmile síla působiti přestala. — *Loďní kompas* (obr. 81. na str. 119.) má těžiště hluboko pod osami, na nichž jest zavěšen a kolem nichž ve dvou na sobě kolmých směrech může volně se otáčet, pročez zůstává vždy v určité poloze, byť i vlny lodí jakkoliv zmítaly. — Podobně upraveny jsou i *svítilny* a jiné předměty na lodích. — *Svítilna kolotavá*, otáčivá kolem osy, uprostřed obruče se nalézající, hoří klidně, byť obruč i po zemi kolotal, neboť udržuje těžiště, pod osou se nalézající, svítilnu vždy v též poloze. — Podobným způsobem bývají upraveny též mnohé dětské hračky kolotavé.

Mnohdy bývá tělo zavěšeno, ač zdá se býti podepřeno, i jest tudíž rovnováha těla takového vždy *stádlá*.

Na špičce podepřený kužel, jímž jest provlečen drát, ukončený těžkými kulemi, kterými těžiště celku pod podporu se snižuje, jest vlastně *zavěšen*, pročez nepadá, byv z polohy své vyšínut, a vrací se, po nějakou dobu se kývav, vždy zase do polohy původní. Podobně jsou upraveny mnohé dětské hračky, zdánlivě v jednom místě podepřené, vlastně však *zavěšené*, poněvadž mají těžiště pod podporou. Tak stojí ku př. dřevěný kůň na pokraji stolu na zadních nohou, jestliže spojen s ním drát dolů zahnutý a opatřený na konci kulí, kterou těžiště celku pod podporu jest sníženo.

c) Má-li síla, která tělo v rovnováze udržuje, působiště své *pod těžištěm* těla, jest tělo *podepřeno* a rovnováha jeho jest buď *stádlá* buď *vrátká*.

1. Je-li tělo podepřeno pouze *v jediném bodu*, musí býti bod ten *ve svislé přímce*, s těžiště vedené, a rovnováha těla jest *vrátká*.

Udržování rovnováhy těles pouze v jednom bodu podepřených, č. tak zvané *balancování* (vážkování) záleží v tom, aby tělo vždy v takové poloze se udrželo, při které svislá přímka, s těžiště vedená, podporu protíná.

Dlouhou a těžkou tyč, jedním koncem na špičce prstu a tudíž téměř v jediném bodu podepřenou, snáze lze balancovati, než krátkou a lehkou tyčinku (drát, tužku, jehlu a j.), poněvadž na tyči snáze lze pozorovati, když těžiště k některé straně se sklání a tyč padati počíná. — Má-li socha spočívati ku př. pouze na špičce prstův jedné nohy (téměř v jediném bodu), musí sochař těžiště její umístiti tak, aby svislá přímka s těžiště vedená podporu protínala. — Chce-li člověk na špičce prstův jedné nohy v rovnováze se udržeti, musí tělo své balancovati.

2. Je-li tělo podepřeno pouze *ve dvou bodech*, jest v rovnováze jen tehdy, když svislá přímka, s těžiště vedená, protíná přímku, oba tyto body spojující. Taktéž děje se, když tělo podepřeno přímku, ku př. ostrou hranou, již lze co přímku považovati. Rovnováha těla jest v obou případech *vrátká*.

Chůze po provaze nebo po ostré hraně jest nebezpečná, poněvadž tělo podepřené téměř jen *přímku* (provazem nebo hranou) jest v rovnováze *vrátké*.

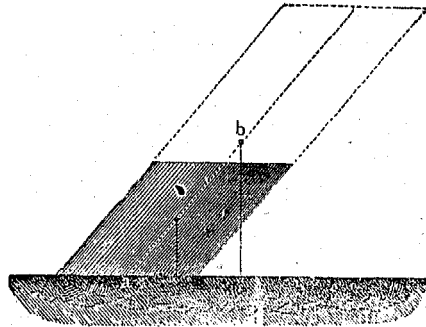
Chodíce po provaze, upírají provazolezci zrak svůj na nějaký předmět, aby ihned spozorovali, když tělo a tudíž i těžiště ku straně chýlí se počíná, a pomáhají si při chůzi těžkou tyčí, kterou, v ruce ji držíce, sem tam dle potřeby nachylují, aby svislá přímka se společného těžiště těla a tyče vedená, vždy provaz protínala. — Chůze na chodítkách a jízda na dvoukolovém velocipedu (samovoze) jest též nesnadná a vyžaduje nemalého cviku. — Zhotoví-li sochař koně s jezdcem a má-li socha podeprěna býti pouze zadními nohama koně, kde a jak musí umístiti těžiště sochy?

3. Je-li tělo podeprěno ve třech neb ve více bodech, jež nejsou v též přímce, jest v rovnováze stálé, když svislá přímka, vedená s těžiště těla, protíná plochu, kterou sestrojíme, spojivše přímkami body, v nichž tělo jest podeprěno.

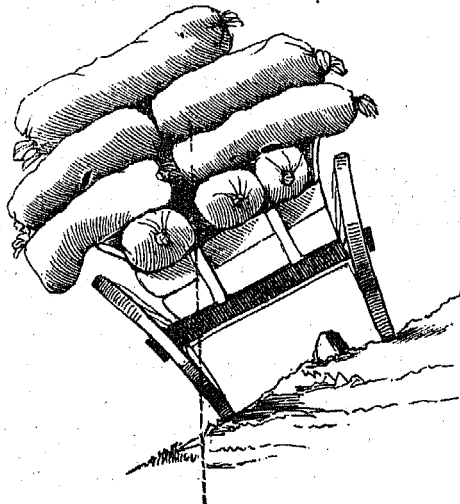
Často bývá tělo celou plochou podeprěno a jest v rovnováze stálé, když svislá přímka s těžištěm vedená, plochu tuto protíná.

Šikmo stojící sloup (obr. 180.) jest v rovnováze stálé, když svislá přímka, s těžiště jeho vedená, protíná základnou plochu, kterou sloup jest podeprěn. Tak stojí pevně též nakloněná věž v Pise a Boloni, ač jedna z věží Boloňských při výšce 327' o 3,6' a druhá, 140' vysoká, o 8' vrcholem od svislého směru se odchyluje. Kdyby měl sloup, šikmo stojící, délku na obr. 180. tečkovaně vyznačenou, převrátil by se, poněvadž svislá přímka, s těžištěm *b* vedená, základně plochy by neprotínala. — Vůz nezvrátí se, pokud svislá přímka, s těžištěm vedená, protíná plochu, sestrojenou z přímk, spojujících vespolek místa, v nichž kola země se dotýkají. Proč převrátí se vůz znázorněný obr. 181.? — Píliše, sloupy, zdi a všeliké stavby musí býti v rovnováze stálé, t. j. svislá přímka s těžištěm vedená, musí podporu jejich protínati. — Podporou těla našeho jest plocha, již sestrojíme, spojivše přímkami pokračné body nohou, na zemi stojících; chceme-li tělo v rovnováze udržeti, musíme ustavičně snažiti se, aby svislá přímka, s těžištěm vedená, podporu tuto protínala. — Tato snaha těla našeho jeví se klátním v chůzi a v běhu, bezvolným rozpráháním rukou, když tělo ku předu padá, a

Obr. 180.



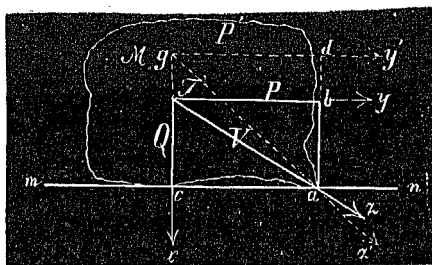
Obr. 181.



sklápěním těla v rozličné strany. — Když v chůzi levou nohu zdvihneme, spočívá celé tělo pouze na pravé noze a kloní se tudíž v pravo, zdvihá-li se noha pravá, kloní se tělo v levo. Vykračují-li dva těsně vedle sebe jdoucí nestejnou nohou (jednu pravou, druhou levou), narážejí v chůzi ustavičně na sebe; aby narážení toto zamezilo se, vykračují vojáci, v řadách vedle sebe jdouce, vždy toutéž nohou. Neseme-li břemeno na hlavě, držíme tělo zpřímá, neseme-li břemeno v náruči, kloníme tělo na zad, majíce břemeno na zádech, kloníme se ku předu, neseuce břemeno v pravé ruce, kloníme se na levo atd. — vůbec snažíme se vždy, abychom udrželi tělo v poloze takové, při které avysílá přímka se společného těžiště těla a břemene vedená, podporu protíná. — Řezbáři, sochaři a malíři, majíce člověka v rozličných jeho zarůstáních znázorniti, musí tyto rozličné polohy těla důkladně pozorovati. — Husy, kachny a vodní ptáky vůbec, majíce nohy příliš daleko v zadu vhlubené, kolébají se v chůzi, kterou ustavičnému padání lze přirovnati.

160. Stálost polohy. Je-li T (obr. 182.) těžiště těla M , jeho, a působí-li v tělo to síla P , jejíž působíště přeložíme do T , tak že směr síly té jest Ty , a má-li výslednice V sil P a Q směr Tz , tak že protíná bod a , v němž tělo jest na rovině mn podepřeno, tož jest rovnováha těla tohoto stálá. Čím větší síly P třeba, aby tělo M se převrátilo, tím stálejší jest poloha jeho.

Obr. 182.



Je-li a bod ve směru výslednice ležící, jsou, jak

bylo na str. 188. vyloženo, statické momenty sil vzhledem k tomuto bodu sobě rovny. Sestrojíme-li tudíž ac kolmo na Tx a ab kolmo na Ty , jest $P \times ab = Q \times ac$. Poněvadž $ab = Tc$, jest tož $P \times Tc = Q \times ac$, a tudíž $P = \frac{Q \times ac}{Tc}$, z čehož patrné:

1. P musí býti tím větší, čím větší jest Q , t. j. poloha těla jest tím stálejší, čím větší jest váha jeho.

Prázdná nádoba, prázdný vůz, prázdná loď snáze se převrhnou, než když jsou nějakou hmotou naplněny. Vůz senem naplněný snáze se převrátí, než když naplněn v téměř objemu železem. Železný sloup pevněji stojí, než dřevěný téhož objemu a tvaru.

2. P musí býti tím větší, čím větší jest ac , t. j. poloha těla jest tím stálejší, čím větší jest základna, na které tělo spočívá.

Cihla na každou ze tří rozličně velikých ploch svých postavená, jeví zákon pravě vytknutý zcela patrně, neboť převrátí se nejsnáze, když spočívá na ploše nejmenší. — Úzká loď a úzký vůz snáze se převrátí než širší. — Čtvernohá zvířata stojí pevněji než lidé a člověk stojí tím pevněji, čím více se rozkročí. — Sloupy, pilíře, zdi a jiné stavby mají základnu co možná nejširší. — Egyptské pyramidy stojí již několik tisíc let a posud velmi pevně, majíce základnu velmi velikou. — Svícny a lampy mají podstavce dole značné

rozšířené. — Sklenice a jiné nádoby stojí pevněji, má-li dno větší průměr než otvor hořejší. — Nohy nábytku našeho (stolů, sedadel, skříní) bývají dole rozevřeny.

3. P musí býti tím větší, čím menší jest Tc , t. j. *poloha těla jest tím stálejší, čím hlouběji leží těžiště jeho.*

Na vozy a lodě nakládá se nejtěžší zboží nejhluběji, aby těžiště celku co nejnižše se nalézalo. — Podstavce svícňů a lamp bývají dole olovem aneb aspoň pískem vyplněny. — Ochranné čluny mají tlusté a těžké dno a dvojité stěny kožené, korkem vycpané a tudíž lehké, takže těžiště jejich ve dnu se nalézá, pročež čluny takové ani za největší bouře se nepřekotí.

Působí-li síla P' srážem tečkovaným výše než P , prodloužíme směr sil P' a Q , až setkají se ve společném bodu g , do něhož působí obou přeložíme. Je-li gz' směr výslednice, v němž opět bod a se nalézá, jest $P' \times ad = Q \times ac$, čili $P \times gc = Q \times ac$, pročež $P' = \frac{Q \times ac}{gc}$.

Poněvadž gc větší jest než Tc , jest P' menší než P , tudíž třeba ku převrácení těla síly tím menší, čím výše od základny působí její se nalézá.

c) Rovnováha na strojích.

161. Stroj. Každé náčiní, jímž lze přeložiti účinek nějaké síly do bodu, který není ve směru té síly, aby překonala síla užitá jinou sílu (odpor, překážku) nazývá se stroj.

Síla, již užíváme, zove se zvláště *silou*, síla neb odpor, ježž překonáváme, nazývá se obyčejně *břemenem*.

Má-li na stroji zachovati se *rovnováha*, musí býti velikosti síly a břemene v určitém poměru. Je-li poměr síly a břemene jiný, než onen vytknutý, t. j. zvětší-li aneb zmenší-li se síla aneb břemeno, jest rovnováha na stroji zrušena, i nastává *pohyb* účinkem výslednice působících sil.

Stroje jsou *jednoduché*, když nelze rozložiti je v části, jež možno za stroje pokládati, a *složené*, možno-li je rozložiti ve dva neb více strojů jednoduchých.

Veškeré stroje možno ze dvou jednoduchých strojů odvoditi; máme tudíž vlastně jen *dva* stroje, a sice: stroje *páky* a stroje *nakloněné roviny*.

Při strojích páky ruší se v rovnováze účinek výslednice působících sil odporem nehybné osy, okolo které výslednice stroj otáčeti se snaží. Při strojích nakloněné roviny ruší se účinek výslednice působících sil odporem nehybné roviny, na níž břemeno spočívá.

a) Stroj e p á k y.

162. Páka jednoduchá. a) Každá *neohebná* tyč a vůbec každé *neohebné* tělo tvaru jakéhokoliv, jež dvě aneb více sil kolem pevné,

nehybné podpory č. osy směrem protivným otáčeti se snaží, jmenuje se *páka*.

Nemá-li páka žádné váhy, zove se *pákou mathematickou*, a takovou lze si pouze mysliti co nechebnou přímkou mathematickou; každá páka skutečná (ku př. tyč, sochor a t. p.) má jistou váhu a sluje *pákou fysickou*.

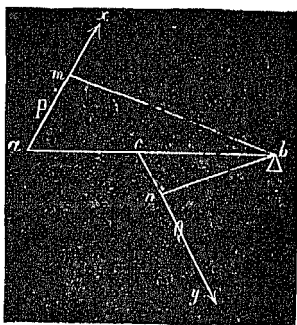
Části páky mezi podporou a působišti síly a břemene nazývají se *ramena páky*.

Značí-li přímka ab (obr. 183.) páku mathematickou, v b podepřenou, a působí-li v a síla P , v c břemeno Q , tož jest bod b podpora č. osa páky, a působíště síly, c působíště břemene, ba jest rameno síly, bc rameno břemene.

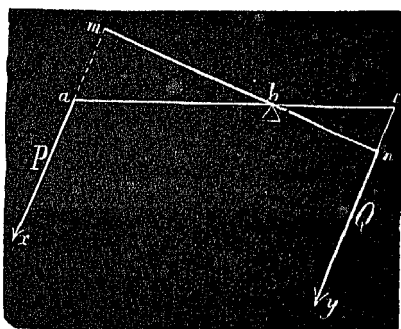
b) Působí-li na páce mathematické ab (obr. 183.), v bodu b podepřené, síla P směrem aw a břemeno Q směrem cy , zůstává páka tato v rovnováze jen tehdy, když výslednice sil P a Q protíná bod b ; neboť na páce jest pouze jediný bod nehybný, totiž *osa* č. podpora její, pročež účinek výslednice ruší se jen tehdy, když směr její nehybnou osu protíná.

Je-li bod b ve směru výslednice sil P a Q , tož jsou dle odst. 154. statické momenty těch sil vzhledem k bodu b sobě rovny. Sestrojíme-li tudíž bm kolmo na ax a bn kolmo na cy , jest $P \times bm = Q \times bn$, z čehož plyne srovnalost $P : Q = bn : bm$, t. j. *síla a břemeno jsou na páce mathematické vespolek v rovnováze, mají-li se k sobě jako převráceně kolmice z podpory na směry jejich sestrojené*.

Obr. 183.



Obr. 184.



c) Působí-li na *přímé* páce mathematické ac (obr. 184.) síla P a břemeno Q směry *rovnoběžnými* ax a cy a sestrojíme-li z podpory b kolmice bm a bn na směry ax a cy , tož vyplývá z předěšlého pro rovnováhu páky, že

$P : Q = bn : bm$. Z podobnosti $\triangle abm$ a $\triangle bcn$ následuje $bn : bm = bc : ba$
z čehož $P : Q = bc : ba$, t. j. *síla a břemeno, působící na*

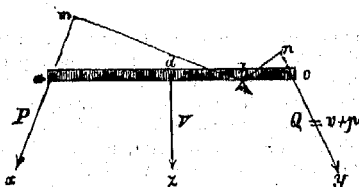
přímé páce matematické směry rovnoběžnými, jsou vespolek v rovnováze, mají-li se k sobě jako převráceně ramena páky.

Bylo-li by $bc = ba$, musila by síla P rovnati se břemenu Q , t. j. působí-li na matematické přímé páce stejnoramenné síla a břemeno rovnoběžně, musí v rovnováze síla rovnati se břemenu.

d) Je-li těžiště páky fyzické v ose její, nemůže tíže v páku takovou působiti, a rovnováha na páce takové, chovající se tak, jako by váhy neměla, spravuje se týmiž zákony, jež byly pro rovnováhu na páce matematické odvozeny. Není-li páka fyzická v těžišti podepřena, působí v těžišti jejím směrem svisným síla, jejíž velikost rovná se váze páky. Naznačíme-li sílu tuto přímkou jako ostatní na páce působící síly, můžeme určití podmínky rovnováhy sil na páce fyzické tvaru jakéhokoliv.

Značí-li ac (obr. 185.) páku fyzickou, v b podepřenou, a působí-li v a síla P směrem ax , v c břemeno Q směrem cy a v těžišti páky v d váha její V směrem svisným dz , a je-li páka v rovnováze, tož snaží se, jak z obrazce patrné, síly P a V , aby otočily páku jedním a týmž směrem, síla Q snaží se, aby otočila páku směrem protivravným. Sílu Q možno pokládati za výslednici dvou složek v a p , v též přímce a týmž směrem cy působících, z nichž jedna, totiž v , udržuje v rovnováze sílu V a druhá, totiž p , jest v rovnováze se sílou P .

Obr. 185.



Jestli pak $v \times bn = V \times bd$

a $p \times bn = P \times bm$

pročež $(v + p) bn = V \times bd + P \times bm$,

čili: $Q \times bn = V \times bd + P \times bm$,

z čehož patrné, že více než dvě síly na též páce působící jsou v rovnováze, když součet statických momentů sil, jež snaží se, aby otočily páku v jednom směru, rovná se součtu statických momentů sil, jež snaží se, aby otočily páku ve směru protivravném.

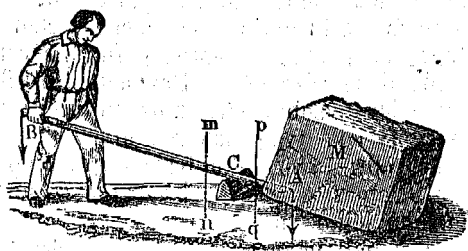
163. Užívání páky jednoduché. Páky užívá se v životě obecném přehojně k účelům velmi rozmanitým dílem k tomu, aby síly se ušetřilo, dílem aby práce pravidelnější a snáze konati se mohly.

Podlé polohy osy rozeznáváme páku trojího způsobu, a sice: a) páku, která má podporu mezi působišťem síly a působišťem břemene; b) páku, u které jsou působišťe síly i břemene na téže straně podpory, na jednom konci páky se nalézající, rameno síly jest však delší než rameno břemene; c) páku, mající působišťe síly i břemene také na též straně podpory, na jednom konci páky se nalézající, ale rameno síly kratší, než rameno břemene.

V obecném životě nazývají páku prvního způsobu *pákou dvouramennou*, páku druhého a třetího způsobu *pákou jednoramennou*, což však jest nepravé, poněvadž na každé páce působí nejméně *dvě* síly a má tudíž každá páka nejméně *dvě* ramena, totiž rameno síly a rameno břemene.

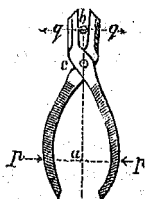
a) *Příklady páky prvního způsobu.* Obr. 186. znázorňuje *sochor AB*, podepřený v *C*, jímž zdvihá člověk břemeno *M*. V rovnováze na této páce může dle předcházejících zákonů síla, působící v *B*, býti tolikrát menší, než bře-

Obr. 186.

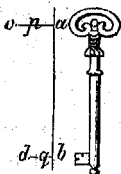


meno *M*, působící v *A*, kolikrát rameno břemene *CA* menší jest, než rameno síly *CB*. — *Hál* na ramené podepřená, na jejímž jednom konci peseme břemeno, druhý konec v ruce držíce, slouží co páka, i možno břemeno nésti tím snáze, čím delší je rameno síly než rameno břemene. — Houpají-li se dva hoši, sedící na koncích prkna, v jednom místě mezi konci podepřeného, a má-li jeden z nich váhu větší, musí býti podpoře tolikrát blíže, kolikrát jest váha jeho větší. — Pákou vytahuje se mnohdy okov s vodou ze studně. Jedno rameno páky té bývá kratší a těžší, na druhé delší a lehčí rameno zavěsí se prázdný okov a ponoří se do studně; když pak vodou se naplnil, přestane delší rameno dolů se stlačovati a převahou těžšího ramene kratšího zdvihá se okov ze studně. — Podobným způsobem bývají upraveny zábradlí u mýtin, jimiž silnice se přehraňují. Chce-li mýtný cestu zameziti, stáhne řetězem delší rameno zábradlí dolů, přestane-li dolů je stahovati, zdvihá se zábradlí převahou těžšího ramene kratšího samo vzhůru. — *Kleště, klíčky* a obecné *nůžky*

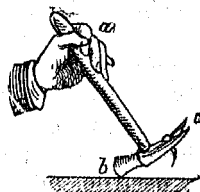
Obr. 187.



Obr. 188.



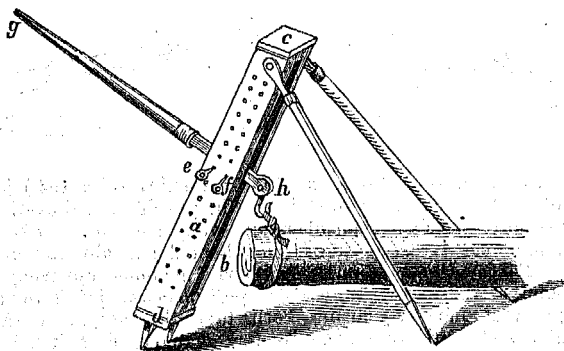
Obr. 189.



jsou dvojité páky prvního způsobu. Obr. 187. znázorňuje působení síly *p* a břemene *q* na klíčkách; v rovnováze jest $p \times ca = q \times ob$. — *Klíč* a *klíčka* slouží co páky; podporou klíče jest cívka *ab* (obr. 188.), ac jest pak rameno síly *p* a *bd* rameno břemene *q*. — *Kladivo* k vytahování hřebů sloužící jeví se co zvláštní způsob páky v *b* (obr. 189.) podepřené, na které působí v *a* síla a v *c* břemeno. — Ku zdvihání těžkých břemen slouží *hasádky*, jichž užívá se ku zdvihání kmenů na vozy, vytahování pařezů ze země a t. d. a jichž rozeznáváme více druhů. Obr. 190. znázorňuje *hasák obecný*, záležející ve dvou

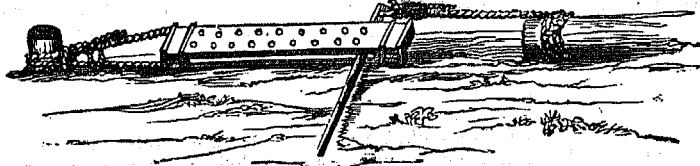
silných fošnách *a*, *b*, nahoře a dole příčkami *c*, *d* ve sloup spojených a opatřených v náležitých vzdálenostech průvrty, do nichž železná kolíky *e* a *f* se zastrkují. Páka *gh* má při konci *h* na spodní straně dvě polokruhovitě vyhlu-

Obr. 190.

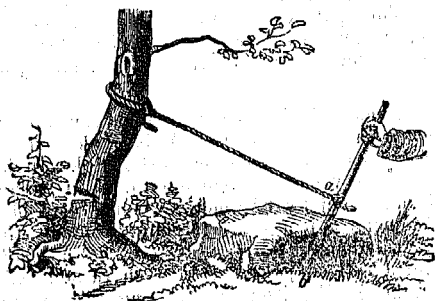


beniny, aby na kolíku *e* neb *f* spočívajíc, nemohla po něm se smykati. Upáky na kolíku *e* podepřené stlačíme rameno *g* dolů tak hluboko, až rameno *h* zdvihne se tak vysoko, bychom kolík *f* do vyššího otvoru zastrčiti mohli; pak pustíme rameno *g* vzhůru tak vysoko, aby páka na kolík *f* se podepírala a abychom kolík *e* do vyššího otvoru zastrčiti mohli, načež páku, jako zprvu o kolík *e* se opírajíc, ramenem *g* stlačujeme. Takto zdviháme břemeno na konci páky *h* zavěšené postupně vždy výše. — Obr. 191. znázorňuje, kterak

Obr. 191.



Obr. 192.

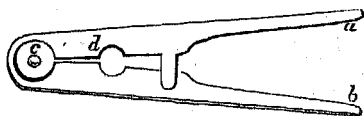


slouží hasák k pohybu břemene směrem vodorovným. — Ku přesmykávání kolejí na železnicích užívá se taktéž páky. Čerpadla (pumpy) opatřena jsou taktéž pákami prvního neb druhého způsobu. — Vesla loď slouží též co páky.

Příklady páky druhého způsobu. Každé tělo jedním koncem podepřené, jež na druhém konci zdviháme, jest pákou druhého způsobu; jestli břemenem páky této váha tělesa, působící v těžišti jeho. — Užívání páky dru-

lého způsobu znázorňuje obr. 192., *b* značí podporu a *ab* rameno břemene — K vytačování štávy z citronů užívá se dvojitě páky *ca*, *cb* (obr. 193.); v *c* jest osa páky, v *d* dutina, do které citron se vkládá. — Podobnou úpravu má

Obr. 193.

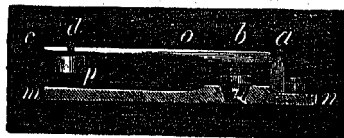


Obr. 194.

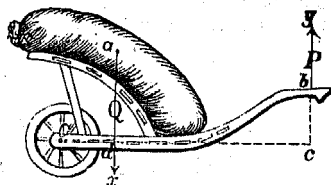


louskáček na ořechy. — *Sekáček* ku krájení zeleniny (obr. 194.) jest pákou druhého způsobu, okolo osy *c* se otáčející; síla působí na rukověti *a*. — *Řesačka* k řezání řezanky. — Týmž způsobem upraveny jsou *nože ku krájení kovů*, jež mají čepel mnohem tvrdší a rukovět mnohem delší, aby rameno síly se prodloužilo. — *Pákové lisy a trlice* na len bývají podobně upraveny. — Páky druhého způsobu užívá se při *záklopkách pojišťovacích*, jež k tomu slouží, aby, když rozpínavost páry v párním kotli takového stupně dosáhla, že kotel by se mohl roztrhnouti, otevřevše se tlakem páry, část jí z kotle vypustily. Záklopku takovou znázorňuje obr. 195. Otvor ve svrchní stěně *mn* párního kotle uzavřen jest záklopkou *z*, na kterou přiléhá u *b* páka *ca*, kolem osy *a* otáčivá a v *d* přivěšeným závažím *p* obtěžkaná. Tlak páry, z dola na záklopku působící, jest břemenem, závaží *p* působí co síla, kteráž spolu s váhou páky a záklopkou, v těžišti *o* působící, udržuje tlak páry v rovnováze. Aby

Obr. 195.



Obr. 196.

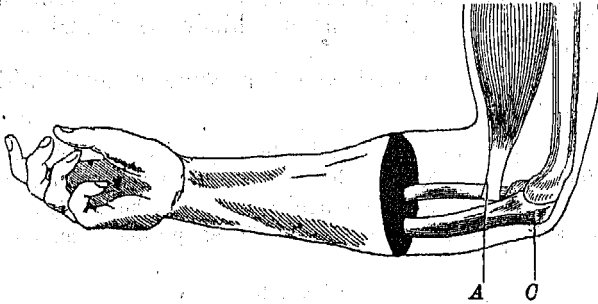


zákloпка otevírala se pouze tenkrát, když toho nutně třeba, nutno váhu závaží *p*, jakož i délku ramene *da* určití, a když byly určeny, nesmíme závaží na tyči na jiné místo posouvatí, ni za lehčí neb za těžší je vyměnití. — *Trakač a kolečko* jsou páky, v ose kola svého podepřené. Na trakači působí v těžišti *a* (obr. 196) těla, jež vezeme, váha jeho *Q* a v *b*, kdež trakač držíme, síla *P*; v rovnováze má se $P:Q = de:ce$, z čehož patrno, že může býti břemeno tím těžší, čím delší jsou ramena trakače, a čím blíže nalézá se těžiště břemene ose kolečka. — *Klíče* k vytačování šroubů a *rukověti vrtáků* a šroubů jsou taktéž páky druhého způsobu.

Příklady páky třetího způsobu. Ruka naše jest páka, mající osu v lokti *A* (obr. 197.) a rameno síly kratší, než rameno břemene. Váha ruky působí co břemeno v těžišti jejím *a* síla působí v *C*, kdež upevněn jest sval k pohybu ruky sloužící, jehož smršťování a napínání v nadloktí můžeme druhou rukou ohmatati a pozorovati. Zdviháme-li rukou nějaký předmět, jest působíště břemene ve společném těžišti ruky a břemene a jest tudíž rameno břemene tím delší, čím těžší jest předmět, jež zdviháme. — *Péro, tužka, štětec, rydlo* působí při psaní, kreslení, a malování a rytí co páky, při kterých rameno síly jest kratší než rameno břemene. — Takové páky jsou též *lžice, vidlička a nůž*,

kosa, motyka a cep, lopata, vidle a poždávky, když působí při práci, kterou jimi konáme, na delším jich rameně břemeno a na kratším síla. — *Dolejší čelist* jest též páka jedním koncem podepřená (vkloubená), síla svalů působí na ra-

Obr. 197.

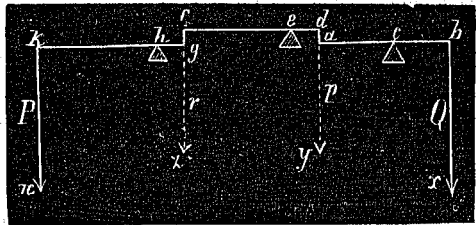


meně kratším této páky. — *Podnože kolovratů, brusů, soustruhů a šicích strojů*, na něž našlapujeme, kolo strojů těchto otáčejíce, jsou páky jedním koncem podepřené, na druhém konci působí břemeno a mezi podporou a působištem břemene jest působišťe síly v tom místě, kde na podnož našlapujeme; jest tedy rameno síly *kratší*, i třeba tudíž síly *větší*, než jest břemeno.

164. Páka složená. Nestačí-li jedna páka k jistému účeli, spojují se dvě aneb více pák v jediný celek tak, aby síla, která by

měla působiti na páce jedné, stala se břemenem páky druhé, síla druhé břemenem třetí atd. Takovéto spojení slove pak složenou pákou. Na páce *ab* (obr. 198.) bylo by třeba ku př. síly *p*, aby udržela břemeno *Q* v rovnováze; tato síla *p* jest břemenem páky *df* a bude v rovnováze se silou *r*, kteráž opět jest břemenem páky *gk*, na které působí síla *P*. Je-li na slo-

Obr. 198.



na páce *ab*, jejíž podpora jest v *c* ... $p:Q = cb:ac$
 " " *df* " " " v *e* ... $r:p = de:ef$
 " " *gk* " " " v *h* ... $P:r = gh:hk$

z čehož ... $P:Q = cb \cdot de \cdot gh : ac \cdot ef \cdot hk$,

t. j. síla má se ku břemenu jako součin všech ramen břemene k součinu všech ramen síly.

Složené páky jsou váhy můstkové.

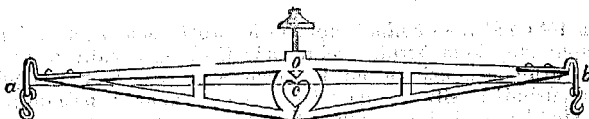
165. Váhy. Nejdůležitějšího a nejobecnějšího užívání doznávají páky co váhy obecné, římské a můstkové.

a) *Váhy obecné* jsou páka stejnoramenná *ab* (obr. 199.), která *vahadlo* slove *o* kolem vodorovné, u prostřed délky vahadla se nalézající osy *o* volně se otáčí. Osa spočívá na svislém sloupku pevném aneb ve vidlici, nahoře opatřené kroužkem, jímž bývá zavěšena. Na obou koncích vahadla v *a* a *b* jsou šňůrami, dráty neb řetízkami zavěšeny misky, na něž klade se závaží a předmět, jež chceme vážit.

Dobré váhy musí býti *pravé* a *citlivé* a musí míti rovnováhu *stálou*.

1. *Pravé* jsou váhy, když vahadlo č. *podélná osa* jeho t. j. *přímka ab*, spojující body *a* a *b*, v nichž misky jsou zavěšeny, jsou v *rovnováze stálé*, nalézají se v *poloze vodorovné* jen tehdy, když závaží, položené na misku jednu, *právě tolik váží* co předmět na misce druhé.

Obr. 199.



Váhy jsou *pravé*, když a) vahadlo v klidu samo o sobě vždy v *rovnováze stálé* a v *poloze vodorovné* se nalézají, čehož docílí se, když *těžiště* vahadla se nalézají pod osou *o* v rovině osy *o* obsahující a kolmo na *podélnou osu ab* položené, ku př. je-li *těžiště* vahadla v bodu *t*; b) když vahadlo s oběma prázdnými miskami v klidu vždy v *rovnováze stálé* a v *poloze vodorovné* se nalézají, k čemuž třeba, aby byly misky stejně těžké, aby byla ramena vahadla *ca* a *cb* stejně dlouhá a aby střed *c* *podélné osy* byl *pod osou o* v rovině osy *o* obsahující a kolmo na *podélnou osu ab* sestrojené.

Ramena vahadla *ca* a *cb* musí býti stejně dlouhá, poněvadž na konci jednoho ramene závaží co síla *a* na konci druhého ramene předmět, jež vážíme, co břemeno působí; je-li pak síla rovna břemenu a působí-li na páce přímé rovnoběžně vespolek, musí býti dle odst. 162. c) páka *stejnoramenná*. Je-li *ca = cb*, musí pak býti *misky stejně těžké* i mohou tudíž vespolek se vyměňovati

Z předcházejícího vyplývá, že *těžiště* vahadla *t* a střed *podélné osy c* musí býti v *přímce* na *ab* kolmo sestrojené a osu *o* protínající. V *prodloužené přímce* této nalézají se *jazýček*, t. j. *kovová tyčinka* na vahadle u prostřed kolmo upevněná, kteráž vodorovnou polohu vahadla naznačuje, ukazující příšpičatělým koncem svým buď vzhůru na hrot, nahoře ve vidlici upevněný, buď dolů na bod, ležící svisně pod osou, a naznačený na sloupku, na němž vahadlo spočívá.

Skoumajíce, zdaž jsou váhy *pravé*, pozorujeme, zdaž vahadlo zůstává v *rovnováze stálé* a v *poloze vodorovné*, když misky s něho sejme, když misky na ně zavěsíme a když misky vyměníme. Je-li ve všech těchto případech vahadlo v *poloze vodorovné* a v *rovnováze stálé*, jsou váhy *pravé*.

Jsou-li váhy *pravé* a značí-li *M* váhu misky, zavěšené v *a*, do níž vloženo závaží *P*, *M'* váhu misky, zavěšené v *b*, do níž vloženo zboží *Q*, tož rovná se vzhledem k ose scutet momentů sil, otáčejících páku *ab* směrem jedním, součtu momentů sil otáčejících páku směrem protivným, t. j.

$$M \cdot ac + P \cdot ac = M' \cdot bc + Q \cdot bc.$$

Poněvadž jest $M = M'$ a $ac = bc$, jest též $P = Q$.

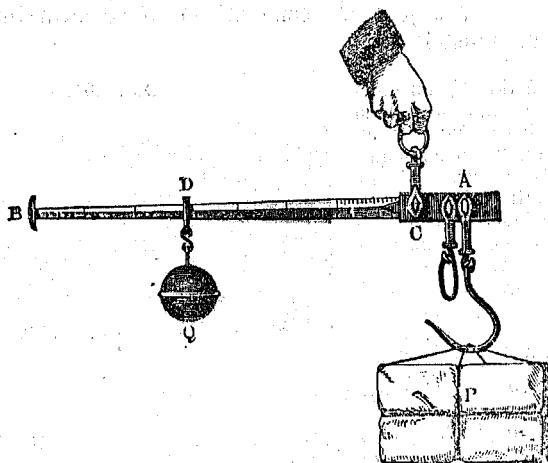
Působíště výslednice sil P a Q nalézá se v bodu c , pod osou o a tudíž má vahadlo, jsouc i se závažím a zbožím zavěšeno, rovnováhu stálou.

I nepravými váhami lze právě vážit, jsou-li jen citlivé. Do jedné misky dá se zboží a do druhé dává se tára, až jest vahadlo v rovnováze. Pak sejme se zboží s misky a na jeho místo dává se závaží, až docílí se opět rovnováha. Váha závaží rovná se pak váze zboží, jež jsme jím na tétéž misce nahradili.

2. Citlivé jsou váhy, když výšine se vahadlo, zůstávají však v rovnováze stálé, i když misky značně jsou obtěžkány, z polohy vodorovné ihned, jakmile na jednu z misek i nepatrný přivažek se přidá. Jazyček musí svírat s původní svislou svou polohou úhel tím větší, čím větší jest rozdíl vah těles, na miskách se nalézajících, a váhy jsou tím citlivější, čím větší jest úhel tento, způsobený tímž nepatrným přivažkem, aneb čím menšího přivažku třeba k vyšinutí jazyčku v témž značném úhlu.

Citlivost vah vyžaduje: a) aby byly snadně pohyblivé, k čemuž třeba, aby bylo vahadlo lehké a tření co možná nejmenší; b) aby bylo vahadlo dlouhé, poněvadž jest otáčecí moment téhož přivažku tím větší, čím delší jsou ramena vahadla; c) aby body c a t byly od osy o co nejméně vzdáleny, neboť v případě tom jsou otáčecí momenty sil v c a t působících malé i stačí malý přivažek, na jednu misku přiložený, aby rovnováha vahadla se zrušila.

Obr. 200.



Abý bylo vahadlo lehké, dlouhé a předce psné (neohebné), mívá tvar znázorněný obr. 199.; aby pak tření se umenšilo, jest osa o ocelová, trojhranná, a spočívá dolejší ostrou hranou svou na podložce rovné, zhotovené z ocele velmi tvrdé neb z achatu aneb jiného tvrdokamu; misky jsou taktéž zavěšeny háčkem z tvrdé ocele na ostrých hranách, s osou o rovnoběžných.

b) Váhy římské č. přezmen (mincíř) jsou páka nestejnoramenná AB (obr. 200.), v C podepřená, na jejímž delším rameni CB posouvá se závaží, tak zvaný běhoun Q , tak dlouho, až jest v rovnováze se zbožím P , zavěšeným v A na háku neb na misce. Vahadlo

musí v klidu samo o sobě býti v poloze vodorovné a v rovnováze stálé, čehož docílí se, když váha ramene kratšího s miskou neb hákem rovná se váze ramene delšího a když těžiště celku při vodorovné poloze vahadla jest pod osou ve svísné přímce, osu protínající. Zavěsíme-li na hák zboží P a udržuje-li v rovnováze běhoun Q , zavěšený v D , tož jest $P \cdot CA = Q \cdot CD$, z čehož vyplývá $P = Q \cdot \frac{CD}{CA}$, t. j. váha zboží jest tolikrát větší než váha běhounu,

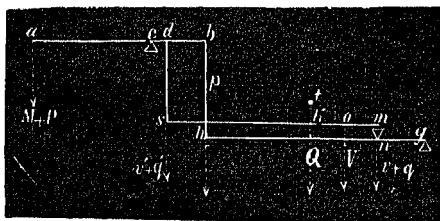
kolikrát CA v CD jest obsaženo. Rozdělíme-li rameno CB v oddíly, z nichž každý jest tak veliký jako AC , třeba toliko pozorovati, při kolikátém oddílu, od C počítaje, běhoun jest zavěšen. Znásobivše počtem tím váhu běhounu, vypočteme váhu zboží. Je-li ku př. běhoun Q , který váží 5 lib., zavěšen při 4. oddílu, tak že $CD = 4AC$, váží zboží P 4×5 , t. j. 20 lib.

Jsou-li na kratším rameně zavěšeny dva háky k vážení zboží rozličného, bývá pro každý hák na delším rameně rozdělení zvláštní, jak obr. 200. ukazuje.

c) *Váhy můstkové* skládají se z páky ab (obr. 201.), v c podepřené, z páky gh , v g podepřené, z můstku ms , v m na páku gh podepřené, a z tyčí bh a ds , jež spojují páku gh a můstek ms s pákou ab . V a jest zavěšena miska M se závažím P , zboží Q klade se na můstek ms .

Váhu můstku V , působící v těžišti jeho o , lze mysliti si rozloženu ve dvě složky v a v' , působící na obou koncích můstku v m a s , tak že $v + v' = V$. Tak-též lze si mysliti váhu těla Q , na můstek položeného, rozloženu ve dvě složky q a q' , působící na obou koncích můstku v m a s , tak že $q + q' = Q$. Na páce gh třeba v h síly p , aby udržela v rovnováze sílu $v + q$, kterou působí v n konec můstku m . V rovno-

Obr. 201.



váze jest pak $p \cdot gh = (v + q) \cdot ng$, pročež $p = (v + q) \frac{ng}{gh}$.

Na páce ab působí pak v a váha misky M a váha závaží P na ni položeného a udržuje v rovnováze síly p a $v' + q'$, jež tyčemi bh a ds co břemeno na páku ab se převádějí. V rovnováze jest pak

$$(M + P) \cdot ac = (v' + q') \cdot cd + p \cdot cb. \text{ aneb, vložíme-li na místě } p \text{ hodnotu jeho}$$

$$(M + P) \cdot ac = (v' + q') \cdot cd + (v + q) \cdot \frac{ng}{gh} \cdot cb.$$

Jsou-li páky sestrojeny tak, že $ng : gh = cd : cb$,

jest $cd = \frac{ng}{gh} \cdot cb$, což když do předešlé rovnice vložíme,

$$\text{jest } (M + P) \cdot ac = (v' + q') \cdot cd + (v + q) \cdot cd,$$

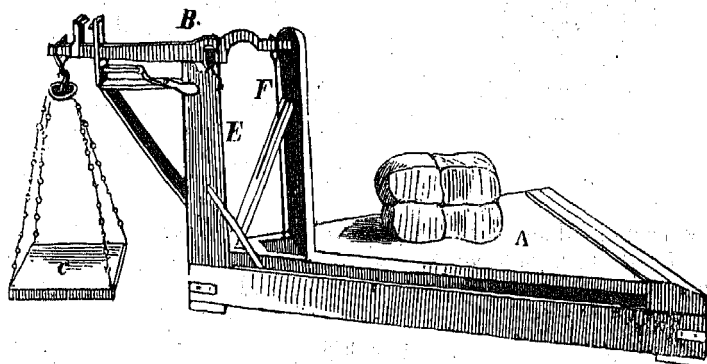
$$\text{čili } (M + P) \cdot ac = (v' + q' + v + q) cd = (V + Q) \cdot cd$$

$$\text{aneb } M \cdot ac + P \cdot ac = V \cdot cd + Q \cdot cd.$$

Váhy bývají sestrojeny tak, že prázdná miska a prázdný můstek jsou ve spolek v rovnováze, protože $M. ac = V. cd$. Je-li tomu tak, musí též $P. ac = Q. cd$, z čehož vyplývá $P:Q = cd:ac$.

Má-li se $cd:ac = 1:10$, má se též $P:Q = 1:10$ a váhy se zovou *desetinné*, má-li se pak $cd:ac = 1:100$, má se též $P:Q = 1:100$ a váhy se jmenují *setinné*.

Obr. 202.



Obr. 202. znázorňuje úpravu vah můstkových; A jest můstek se zbožím, B značí páku ab , E tyč ds a F tyč bh (z obr. 201.).

Výhody vah můstkových jsou značné a záleží v tom, že může býti závaží 10, 100 někdy (při vahách tisícinných) až 1000krát lehčí než zboží a že zboží velmi snadně a kdekoliv na můstek může se položit. K vážení vozů s nákladem jest můstek upraven tak, aby vůz na něj mohl vjetí.

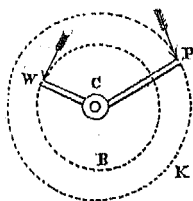
166. Kolo na hřídeli skládá se z kotouče č. *kola*, spojeného pevně s válcem č. *hřídelem* tak, aby osa hřídele, na ploše kotouče kolmo stojíc, střed jeho protínala. Hřídel s kolem v jediný celek pevně spojený otáčí se kolem dvou čepů, ve směru osy hřídele zasazených. Na obvodu hřídele působí břemeno, zavěšené na provaze (neb řetězu), který na hřídeli jest navinut a vahou břemene s hřídelem se stáčeje kolo s hřídelem určitým směrem otáčení se snaží. Má-li zůstat kolo i s hřídelem v rovnováze, musíme silou, na obvodu kola působící, otáčení kola zameziti.

Poněvadž jest kolo s hřídelem pevně spojeno, můžeme působistě břemene přeložiti do též roviny, v níž působistě síly se nalézá. Značí-li pak kruh K (obr. 203.) průřez kola a kruh B průřez hřídele a působí-li v bodu W břemeno a v bodu P síla směry šipkami naznačenými, tož patrně, že v rovnováze musí výslednice protínati osu hřídele C a že zůstane síla s břemenem v rovnováze, nahradíme-li kolo na hřídeli pákou WCP , kolem osy C otáčivou.

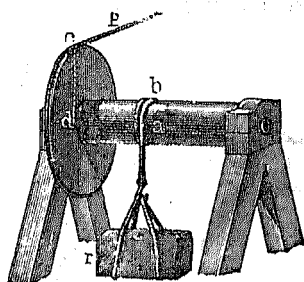
Kolo na hřídeli lze pokládati za páku nestejnoramennou, kolem osy hřídele otáčivou, jejímiž rameny jsou poloměr kola a poloměr hří-

dele. Působí-li na obvodu hřídele v b (obr. 204.) břemeno r a na obvodu kola v c síla p , a značí-li ab poloměr hřídele a cd poloměr kola, tož jsou v rovnováze otáčecí momenty síly a břemene vzhle-

Obr. 203.

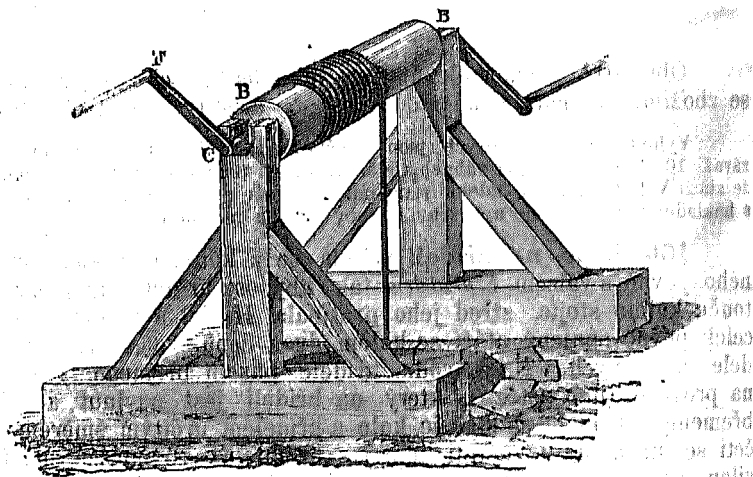


Obr. 204.



dem k ose hřídele sobě rovny a tudíž $p \cdot cd = r \cdot ab$, pročež $p:r = ab:cd$, t. j. je-li na kole na hřídeli rovnováha, má se síla ku břemenu, jako poloměr hřídele k poloměru kola.

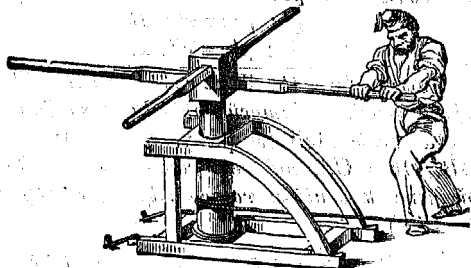
Obr. 205.



Na místě kola bývá s hřídelem spojena kliky jako viděti to u rumpálu (obr. 205.); ramenem síly jest tu pak CF , t. j. délka kliky. — Někdy bývá kolo nabraženo dvěma klikami, aby dva lidé mohli rumpál otáčeti, aneb tyčemi, jež lze pokládati za poloměry kola, které nabražují, jakož vidáme to u rumpálu křtžového, skrze jehož hřídel prostrčeny jsou křížem dvě v pravém úhlu se protínající dlouhé tyče, na jejichž koncích síla působí. — Tak jest upraveno též vratidlo obecné (obr. 206.), jehož hřídel jest stojatý. — Vratidlo lodní, jehož užívají hlavně k vytahování kotvy, liší se od vratidla obecného tím, že má stojatý silný hřídel na obvodu více otvorů, do nichž tyče se zasazují, aby

více lidí práce mohlo se súčastniti. — *Stožár* liší se od vratidla pouze tím, že má stojatý hřídel vysoký, a že provaz natáčí se na hřídel nahore nad tyčemi. — *Kolo šprlatné* liší se od obecného kola na hřídeli tím, že na obvodu kola v přiměřených vzdálenostech jsou otvory, do nichž tyče se zasazují. —

Obr. 206.



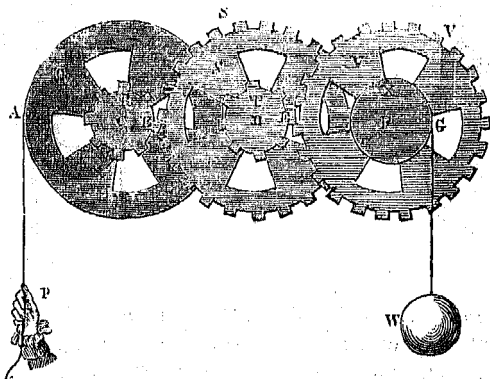
Žentoury mají na místě kola dlouhá, neohébná ramena (poloměry kola), k nimž připřahají se voli neb koně, kteří v kruhu chodíce žentour a jiné s ním spojené stroje, (ku př. mlatidla) pohybují. — *Kola šlapací a vodní, píla kruhová, brus* a mnohé jiné stroje jsou kola na hřídeli; — jestli vůbec kolo na hřídeli stroj v rozmanité úpravě nejhojněji užívaný.

167. Kolostroje. Spojíme-li více kol na hřídeli v jediný celek tak, aby otáčela se všechna, když jedno z nich účinkem nějaké síly se otáčí, vzniká *kolostroj* č. *soukolli*.

Kola bývají spojena vespolek napnutými řemeny, šňůrami, řetězy, aneb působí jedno kolo třením na hřídel druhého kola, aneb jsou kola i hřídele ozubený, jako na obr. 207.

Kolostrojem se přenáší síla, která by měla působiti na obvodu prvního kola, co břemeno na hřídel kola druhého, síla kola druhého jest břemenem hřídele kola třetího atd.

Obr. 207.



Aby zůstalo v rovnováze ozubené kolo V (obr. 207.), na jehož hřídeli X působí břemeno W, musila by na obvodu kola pů-

sobiti síla p , a $p : W = FG : EF = r : R$. Síla p přenesena pak co břemeno na obvod hřídele T , na kole S třeba síly p' , a $p' : p = DE : DB = r' : R'$. Je-li pak síla p' břemenem hřídele R a působí-li na kole Q síla P , jest v rovnováze $P : p' = CB : CA = r'' : R''$.

$$\begin{aligned} \text{Poněvadž v rovnováze } p : W &= r : R \\ p' : p &= r' : R' \\ P : p' &= r'' : R'' \end{aligned}$$

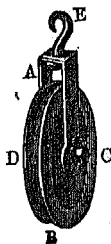
patrné, že $P : W = r \cdot r' \cdot r'' : R \cdot R' \cdot R''$ t. j. síla má se ku břemenu jako součin poloměrů hřídelů k součinu poloměrů kol. Pokládáme-li kola na hřídeli za páky, jichž ramena by byla FG a EF , DE a DB , CB a CA , má se v rovnováze síla ku břemenu jako součin ramen břemene k součinu ramen síly (jak dovozeno při páce složené v odst. 164.)

Mlýnské a hodinové stroje skládají se z kol na hřídeli a složené stroje všeho druhu, jichž v továrnách k účelům přerozmanitým se užívá, jsou téměř naskrze kolostroje č. soukolí.

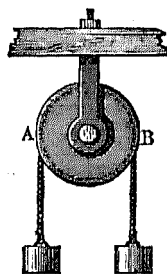
168. Kladka. Kladka jest kotouč (obr. 208.), opatřený na obvodu žlábkem, do něhož klade se provaz (řetěz). Kotouč otáčí se volně kolem osy C , procházející středem jeho a upevněné ve vidlici A , kteráž má na konci hák E , na němž buď břemeno buď kladka se zavěšuje.

Je-li kladka na háku zavěšena, tak že pouze okolo osy může se otáčeti, nikoliv však i s osou s místa se pohybovati, nazývá se *kladkou nehybnou*; je-li pak břemeno zavěšeno na háku a může-li kladka nejen okolo osy se otáčeti, nýbrž i s břemenem stoupati a padati, jmenuje se *kladkou hybnou*.

Obr. 208.



Obr. 209.



a) Na kladce nehybné (obr. 209.) působí síla P i břemeno Q na koncích téhož provazu. Poněvadž jest osa kladky podporou, kterou v rovnováze směr výslednice musí protínati, a poněvadž kolmice, sestavené z osy na jakýkoliv směr síly i na jakýkoliv směr břemene, jsou jakožto poloměry kladky sobě rovny, patrné, že v rovnováze na kladce nehybné síla rovná se břemenu. Je-li totiž

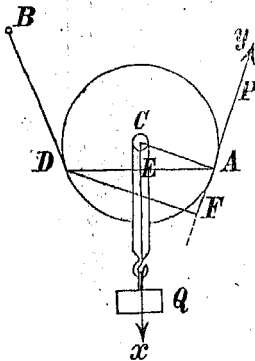
r poloměr kladky a značí-li tudíž r kolmice, z osy na směr síly a břemene sestrojené, jest $P \times r = Q \times r$, pročež $P = Q$. Kladku nehybnou lze patrně nahraditi pákou stejnoramennou AB , kolem osy v středu páky ležící otáčivou.

Kladka nehybná neslouží k tomu, abychom síly ušetřili, nýbrž užívá se jí pouze k tomu, aby směr síly dle potřeby se změnil.

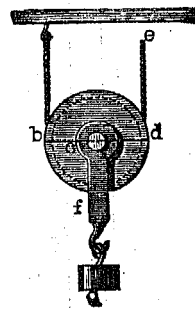
Pomocí kladky nehybné zdvihají se předměty do výšky, při čemž možno užívati též síly koňské, poněvadž může síla směrem jakýmkoliv a tudíž i směrem vodorovným působiti. — Člověk sednuv na sedadlo, na jednom konci provazu zavěšené, může pomocí kladky nehybné sám sebe do výšky zdvihati aneb dolů spouštěti, když na druhý konec provazu větší neb menší částí váhy svého těla působí a rukama provaz dolů stahuje neb volně nahoru popouští. — K zavírání dveří užívá se závaží, zavěšeného na jednom konci provazu na nehybnou kladku položeného, jehož druhý konec s dveřmi jest spojen. — Lustry, plynojemy a jiné předměty udržují se pomocí kladky ve výšce jakékoliv v rovnováze se závažím stejně těžkým a mohou snadně se zdvihati neb se spouštěti.

b) Na kladce hybné (obr. 210.) působí břemeno Q v ose C *svisně dolů* směrem cx , na jednom konci provazu působí síla P směrem Ay *vzhůru*, druhý konec provazu jest pak v B upevněn. Poněvadž jsou body D , C , A pevně spolu spojeny, lze kladku tuto pokládati za páku nestejnoramennou, v bodu D podepřenou, bod C jest pak působištem břemene a bod A působištem síly.

Obr. 210.



Obr. 211.



Sestrojíme-li z bodu D , který při rovnováze musí býti ve směru výslednice, $DE \perp cx$ a $DF \perp Ay$, jest $P \times DF = Q \times DE$, pročež $P : Q = DE : DF$. Prodloužením přímky DE až k bodu A a spojením bodu A se středem C vzniknou trojúhelníky CEA a DAF , jež jsou si podobny, neboť $\sphericalangle CEA = \sphericalangle DFA = 90^\circ$ a poněvadž $CA \parallel DF$, též $\sphericalangle CAE = \sphericalangle ADF$. Z podobnosti $\triangle CEA$ a $\triangle DAF$ vyplývá pak, že $AE : DF = CA : DA$ a poněvadž $AE = DE$, též $DE : DF = CA : DA$;

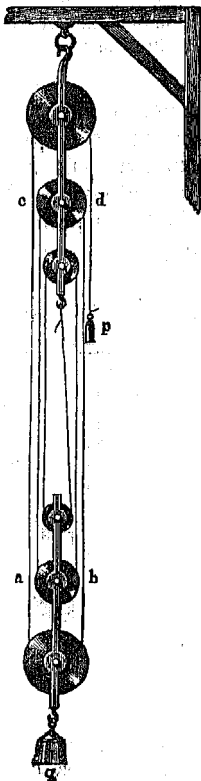
výše dovozeno, že $P : Q = DE : DF$,
pročež $P : Q = CA : DA$, t. j.

v rovnováze na kladce hybné má se síla ku břemenu, jako poměr kladky k tetivě oblouku, provazem opásaného.

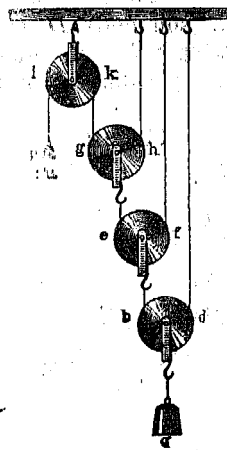
Jak patrné, ušetří se na kladce hybné síly tím více, čím větší jest tetiva oblouku, provazem opásaného. Poněvadž největší tetivou kruhu jest průměr, docílí se nejvýhodnějšího poměru síly ku břemenu, když jsou oba konce provazu rovnoběžny jako na obr. 211., kdež $P : Q = cd : bd = r : 2r$ čili $P : Q = 1 : 2$, pročež $P = \frac{Q}{2}$, t. j. síla rovná se polovici břemene.

Poněvadž kladka vahou svou dolů padati usiluje, nutno ku břemenu připočísti váhu kladky, v těžišti jejím působící.

Obr. 212.



Obr. 213.



Kladky hybné užívá se ku zdvihání břemen a zavěšování těles, ku kterýmž účelům bývá mnohdy kladka hybná spojena s nehybnou, aby směr síly mohl dle potřeby se měniti.

169. Kladkostroje. Spojením více kladek hybných a dle potřeby i nehybných vznikají kladkostroje.

a) *Kladkostroj obecný* (obr. 212.) skládá se ze dvou *skřipcův*, z nichž jeden jest nehybný, na háku zavěšený, druhý pak hybný, na nějž břemeno q se zavěšuje. V každém skřipci jest *dvé* neb i více kladek spojeno a okolo všech kladek vine se jediný provaz jak to obr. 212. znázorňuje. Síla p působí na volném konci provazu; břemeno q , působící na háku hybného skřipce, rozděluje se v tolik stejných dílův, na koliku provazech jest zavěšeno, neboť jsou v rovnováze všechny provazy *stejně napnutý*. Provazův jest však tolik, kolik kladek kladkostroj skládá; je-li kladek 6, jako na kladkostroji v obr. 212., připadá na každý provaz, tudíž i na provaz c a následovně i na provaz d , na němž síla p působí, $\frac{1}{6}$ břemene i jest tudíž $p = \frac{q}{6}$. Je-li tudíž vůbec kladek n , jest pak $p = \frac{q}{n}$ a v rovnováze $p : q = 1 : n$.

b) *Kladkostroj Archimedův* skládá se z více kladek *hybných*, vespolek tak spojených, že síla, kteráž má působiti na kladce první, přenáší se co břemeno na kladku druhou, síla druhé jest břemenem kladky třetí atd. Obvyčejně bývají provazy rovnoběžny a volný konec posledního provazu bývá vložen na kladku *nehybnou*, kterou pouze směr síly, nikoliv však poměr její ku břemenu se mění.

Na kladce bd (obr. 213.) bylo by třeba v rovnováze síly p' , aby zůstalo břemeno q v rovnováze, a $p' = \frac{q}{2}$; na kladce ef jest p' břemenem, jež vyžaduje v rovnováze síly $p'' = \frac{p'}{2} = \frac{q}{4}$; na kladce gh jest břemenem p'' , jež bylo by v rovnováze se silou $p''' = \frac{p''}{2} = \frac{q}{8}$. Na nehybné kladce ik jest síla p v rovnováze s břemenem p''' a poněvadž $p = p'''$, jest $p = \frac{q}{8}$. Jak patrně, půlí se břemeno tolikrát po sobě, z koliku hybných kladek kladkostroj Archimedův se skládá.

Má-li poměr síly ku břemenu zevrubně se ustanoviti, nutno při kladkostrojích též ku váze kladek přihlížeti.

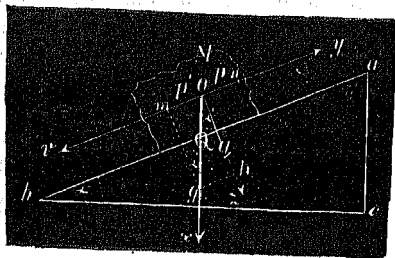
Kladkostrojů užívá se ku zdvihání břemen.

β) Nakloněné roviny.

170. Nakloněná rovina. Působí-li síla, již za břemeno pokládáme, *šikmým směrem* na nějakou pevnou rovinu, nazývá se rovina tato *nakloněná*. Sílu rozkládáme pak ve složky, z nichž jedna, působící na pevnou rovinu *kolmo*, odporem jejím se ruší, druhá pak jinou silou v rovnováze se udržuje.

a) Chceme-li tělo M (obr. 214.), jež vahou svou Q svísně dolů spadati usiluje, na nakloněné rovině ab udržeti v rovnováze silou P , působící v těžišti těla o směrem oy , s délkou ab nakloněné roviny rovnoběžným, tož vyhledáme podmínky rovnováhy následovně:

Obr. 214.



Váha těla Q , působící v těžišti jeho o , směrem svísným oz a poměrnou velikostí og , rozloží se ve složky q a P' tak, aby složka q působila směrem oz , na rovinu ab kolmým, a složka P' aby působila v též přímce oy , ve které síla P působí, ale smě-

rem protivným, t. j. směrem ov . Sestrojením rovnoběžníku $omgh$ jeví se oh co poměrná velikost síly q a om co poměrná velikost síly P' . Poněvadž síla q odporem nakloněné roviny se ruší, může působiti pouze síla P' a účinkem jejím padá tělo M po nakloněné rovině ab směrem ov . Má-li tělo zůstati v rovnováze, musí účinek síly P' rušiti se účinkem síly P , což děje se, když $P_1 = P'$. Učiníme-li $on = om$, jest on poměrná velikost síly P .

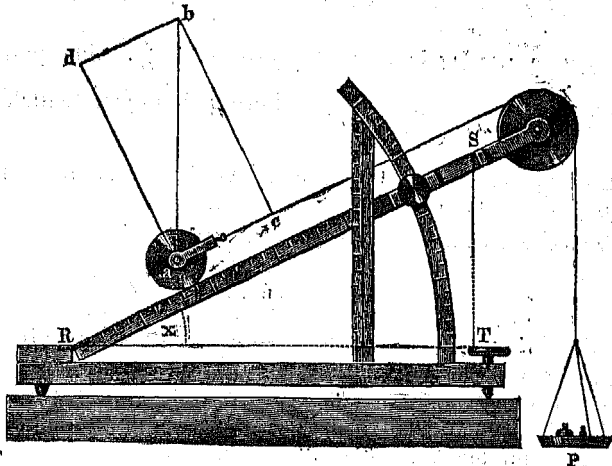
Poměr síly a břemene vyhledáme ze stran trojúhelníku mog ; neboť $P_1 : Q = om : og$ a poněvadž $P_1 = P'$, též $P : Q = om : og$. Poněvadž $\sphericalangle bca = \sphericalangle gmo = 90^\circ$ a $\sphericalangle \alpha = \alpha'$ (neboť $og \perp bc$ a $gm \perp ab$), jest $\triangle mog \sim \triangle abc$ a tudíž

$$om : og = ac : ab;$$

$$\text{a poněvadž } P : Q = om : og$$

vyplývá, že $P : Q = ac : ab$; ac jest pak výška a ab jest délka nakloněné roviny, protože:

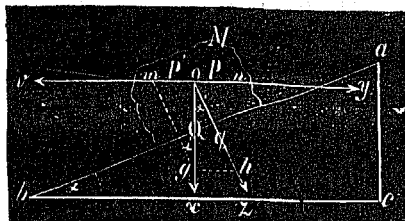
Obr. 215.



Působí-li na rovině nakloněné síla rovnoběžně s délkou roviny, má se v rovnováze síla ku břemenu, jako výška nakloněné roviny ku délce její.

Přístrojem, jež znázorňuje obr. 215. lze pravost zákona právě odvozeného zkouškou dosvědčiti. Rovinu RS lze k rovině vodorovné RT v jakémkoliv úhlu α skloniti a pomocí šroubu v jakémkoliv poloze udržeti. Válec mosazný a , dobře uhlazený, udržuje se na rovině RS v rovnováze závažím P na miskou vloženým, jež musí býti tím větší, čím větší jest výška nakloněné roviny. Že možno velikost úhlu α , jakož i výšku a délku nakloněné roviny měřiti a tudíž poměr výšky ku délce stanoviti, jest z obrazce patrné.

Obr. 216.



b) Působí-li síla P (obr. 216.) v těžišti těla o rovnoběžně se základnou bc nakloněné roviny ab , totiž směrem oy , rozložíme Q ve složky q a P' tak, aby složka q , působící kolmo na rovinu ab směrem oz , odporem roviny se zrušila a složka P' by působila směrem protivným ov v též přímce vy , ve které P působí. Značí-li og poměrnou velikost váhy těla Q , jeví se sestrojením rovnoběžníku $omgh$ oh co poměrná velikost složky q a om co poměrná velikost složky P' . Má-li tělo M zůstat v rovnováze, musí $P = P'$ a je-li tudíž $on = om$, značí on poměrnou velikost síly P , kterou tělo M na nakloněné rovině ab v rovnováze se udržuje.

$P : Q = om : og$ aneb $P : Q = om : og$. Poněvadž $\sphericalangle bca = \sphericalangle gom = 90^\circ$ a $\sphericalangle a = \sphericalangle \alpha'$ (nebot $og \perp bc$ a $gm \perp ab$) jest $\triangle mog \sim \triangle abc$, a tudíž

$$om : og = ac : bc;$$

$$\text{a poněvadž } P : Q = om : og$$

vyplývá, že $P : Q = ac : bc$; ac jest pak výška a bc jest základna nakloněné roviny, pročez:

Působí-li na rovině nakloněné síla rovnoběžně se základnou roviny, má se v rovnováze síla ku břemenu, jako výška nakloněné roviny ku základně její.

Nakloněné roviny užíváme, abychom zdvihání břemen do výšky si usnadnili. — *Liha* jest nakloněná rovina, které při nakládání sudů na vůz, jakož i při skládání jich se užívá. — *Schody* a šikmo stojící *žebříky* jsou taktéž nakloněné roviny; nakloněných rovin prkenných užívá se při stavbách, aby stavivo snáze na lešení mohlo se donášeti a dovážeti. — *Silnice* a *cesty*, vedoucí přes vrchy, jeví se co nakloněné roviny, při nichž hledí stavitelé navázkou docíliti co nejpříznivějšího poměru mezi výškou a délkou. Na silnicích připadá na 100' délky nanejvýše 5' výšky; na železnicích nesmí na 100' délky ani 1/2' výšky připadati. — *Rečičky* jsou taktéž nakloněné roviny, po kterých padá voda tím rychleji, čím větší jest sklon jejich.

171. *Klin* jest třístěnný hranol, jehož ostrá hrana nejčastěji mezi částí pevného těla se zaráží k tomu cíli, aby části tyto od sebe se oddělily.

Od roviny nakloněné liší se klín pouze tím, že nakloněná rovina v klidu zůstává, kdežto klín se pohybuje, pročež na klínu síla protivným směrem působí.

V průřezu znázorněn klín trojúhelníkem ACD (obr. 217.); strana AD se jmenuje čelo, AC slove pak délka a CD šířka klínu. Poněvadž jest klín nakloněná rovina, platí za rovnováhy síly a břemene tytéž zákony, jež byly odvozeny při nakloněné rovině.

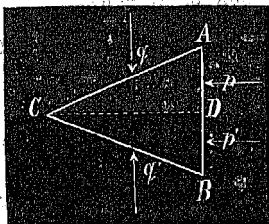
Působí-li tudíž síla p (obr. 217.) kolmo na čelo klínu a tudíž rovnoběžně se šířkou CD a břemeno kolmo na šířku CD , bude v rovnováze $p : q = AD : CD$.

Působí-li břemeno s obou stran na klín, přistří se klín na obou stranách, tak že skládá se takřka ze dvou nakloněných rovin ACD a BCD (obr. 217.) síla p musí pak býti v rovnováze s břemenem q a síla p' s břemenem q' . Výše bylo dovozeno, že $p : q = AD : CD$, pročež $\frac{p}{q} = \frac{AD}{CD}$; taktéž $p' : q' =$

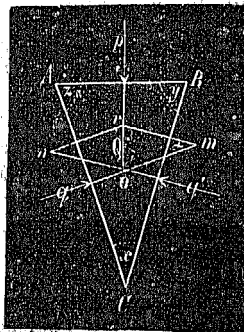
$BD : CD$, pročež $\frac{p'}{q'} = \frac{BD}{CD}$. Sečtením rovností vzniká pak $\frac{p}{q} + \frac{p'}{q'} = \frac{AD}{CD} + \frac{BD}{CD}$.

Je-li pak $q = q' = Q$, bude $\frac{p}{Q} + \frac{p'}{Q} = \frac{AD}{CD} + \frac{BD}{CD}$ aneb $\frac{p + p'}{Q} = \frac{AD + BD}{CD}$. Je-li pak $p + p' = P$ a $AD + BD = AB$, bude $\frac{P}{Q} = \frac{AB}{CD}$, a tudíž $P : Q = AB : CD$.

Obr. 217.



Obr. 218.



Působí-li síla P kolmo na čelo AB (obr. 218.) a po obou stranách břemena q a q' kolmo na AC a BC , t. j. kolmo na délku, tož prodloužíme směr q a q' , až setkají se ve společném bodu o . Je-li tento bod o s ostatními body klínu pevně spojen, lze působíště sil q a q' do tohoto bodu přeložit. V rovnováze musí výslednice sil q a q' t. j. Q rovna býti síle P a působiti směrem protivným, to jest kolmo vzhůru na čelo AB . Značí-li pak or poměrnou velikost výslednice Q , tož sestrojením rovnoběžníku jeví se om co poměrná velikost síly q a on co poměrná velikost síly

q' , pročež $Q : q : q' = or : om : on$; poněvadž $Q = P$ a $on = mr$, násladuje, že i $P : q : q' = or : om : mr$. Poněvadž $om \perp AC$, $mr \perp BC$ a $or \perp AB$, jest $\sphericalangle \alpha = \sphericalangle x$, $\sphericalangle \beta = \sphericalangle y$ a $\sphericalangle \gamma = \sphericalangle z$ a tudíž $\triangle mro \sim \triangle ABC$, pročež:

$$or : om : mr = AB : AC : BC;$$

výše dovozeno, že $P : q : q' = or : om : mr$

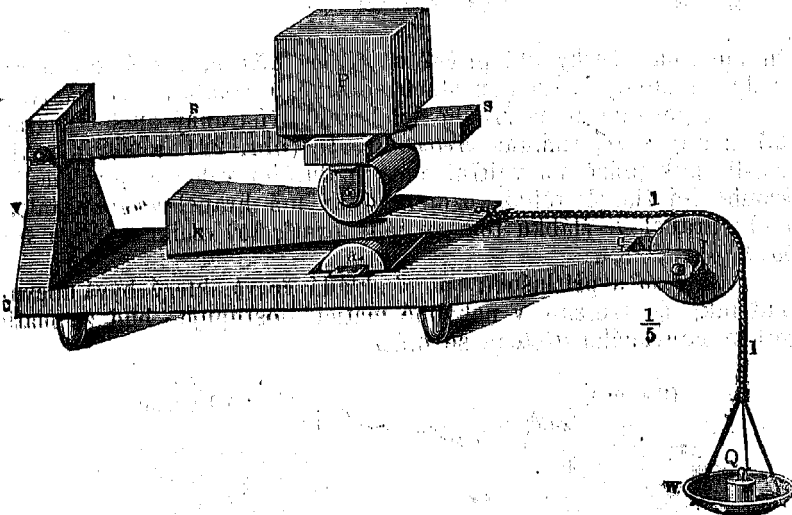
a tudíž $P : q : q' = AB : AC : BC$, z čehož vyplývá, že $P : q = AB : AC$ a $P : q' = AB : BC$.

Ze srovnalostí výše odvozených a z obou srovnalostí posledních vyplývá:

Je-li na klínu rovnováha, má se síla ku břemenu jako čelo klínu k tomu rozměru jeho, ve který břemeno kolmo působí.

Jak patrnó, může býti při stejném břemenu síla tím menší, čím ostřejší jest klín, to jest čím užší jest čelo a čím větší jest délka jeho.

Obr. 219.

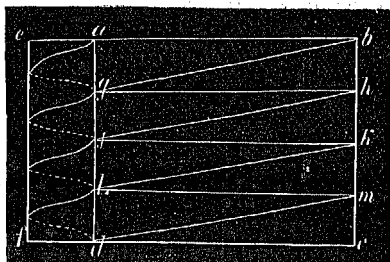


Přístrojem, jež obr. 219. znázorňuje, lze zákony o rovnováze na klínu odvozené zkušou dosvědčiti. Břemeno P tlačí na klín k , mezi válci a a b velmi snadně pohyblivý; co síla působí závaží Q , vložené do misky w , zavěšené na provazu l , který jest ku klínu upevněn a přes kladku r přehozen. Čím ostřejší klín, tím menšího závaží Q bude třeba, aby totéž břemeno P v rovnováze se udrželo a klín v jakékoliv poloze v klidu setrval.

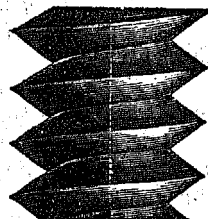
Zuby řezácky a špičácky, nože, nůžky, sekery, dláta, srpy, kosy, šavle, kordy, zuby na píle, rýče, motyky, rádló, pluh a vůbec veškeré nástroje řezací a sekací jsou klíny, obyčejně s pákou spojené. — Někdy bývají klíny více než dvěma nakloněnými rovinami omezeny, ano bývají i kuželovité, jako: hřebíčky, šídla, jehly, vidličky, zátky, kolíky atd. — Klínů užívá se též k pevnému spojování dvou hmot vespolek, ku zdvihání těžkých předmětů do malé výšky, ku šlupání dříví a trhání kamene. Druhdy užívalo se klínových lisů k vytařování oleje z řepkového semene.

172. Šroub. Sejmeme-li plášť (povrchní plochu postranní) válce *aeſd* (obr. 220.) a rozestřeme-li jej, objeví se plášť co obdélník *abcd*. Tento rozdělíme rovnoběžkami *gh*, *jk* a *lm* ve stejné obdélníky *abgh*, *ghjk*, *jkln* a *lmcd* i sestrojíme v rovnoběžnicích těch úhlopříčné *bg*, *hj*, *kl* a *md*. Navineme-li pak opět plášť na válec,

Obr. 220.



Obr. 221.

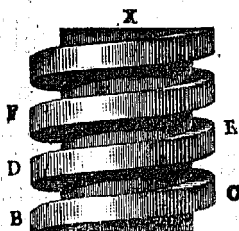


tu splynou všechny úhlopříčné v *jedinou křivku*, která kolem válce vždy ve stejných vzdálenostech se vine a *šroubovice* se nazývá.

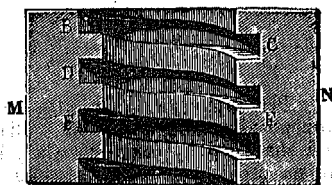
Upevníme-li na šroubovici hranol třístranný aneb čtyřstranný tak zvaný *závit*, vznikne *vřeteno šroubu* (obr. 221. a 222.), navineme-li pak plášť na vnitřní povrch dutého válce a uděláme-li ve šroubovici žlábek téhož rozměru, jaký má hranol vřetene, tak aby mohl hranol ve žlábků tom se pohybovati, tož vznikne *matice šroubová* (obr. 223.).

Vřeteno s příslušnou *maticí* skládá *šroub*, který bývá upevněn buď tak, že vřeteno v nehybné matici postupuje, buď že matice kolem nehybného vřetene se otáčí.

Obr. 222.



Obr. 223.



Šrouby se zhotovují rozdílným způsobem, a sice lije se kov do kadluby, aneb se dělá vřeteno pilníkem, aneb připravují se na soustruhu zvláštními struháky z hmotných válců vřetena a z válců vyvrtaných příslušné matice, aneb vyřezává se zvláštním šroubořezem vřeteno z válce, který ve šroubořezu v kruhu se otáčí, a šroubovým vrtákem zhotovuje se matice. Tenčí vřetena dělají se z drátu na šrubnici, t. j. ocelové desce, v níž jsou matice rozmanité velikosti vyřezány, ve kterých drát olejem navlhčený zvolna v kruhu se otáčí.

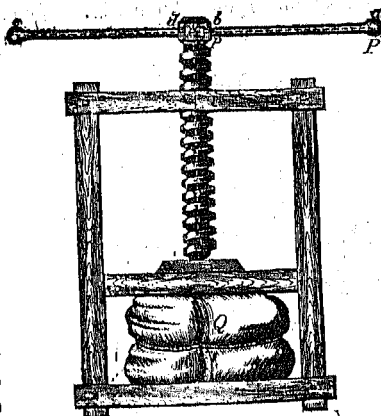
Vřetenem šroubovým kuželovitým připevňuje se často jedno tělo ke druhému; vřetenem zhotovuje si pak, otáčejíc se ve dřevě, kovu atd., příslušnou matici v těle samém, pročež zhusta pouhé vřetenem v životě obecném šroub se nazývá.

Každým úplným otočením šroubu v kruhu postupuje vřetenem aneb, je-li vřetenem nehybné, postupuje matice o výšku jedné otočky dále. Břemeno působí tudíž rovnoběžně s osou vřetenem, a kdyby nebylo značného tření, pohybovalo by se účinkem břemene vřetenem v matici aneb matice po nehybném vřeteně jako po nakloněné rovině. Pohybu tomu zabráňuje síla, kteráž působí na obvodu vřetenem směrem protivným onomu, jímž vřetenem aneb matice účinkem břemene v kruhu se otáčeti se snaží. Šroub lze tudíž pokládati za nakloněnou rovinu, na které působí břemeno rovnoběžně s výškou a síla rovnoběžně se základnou. Jak bylo v odst. 170. b) dovozeno, má se tu v rovnováze síla P ku břemenu Q , jako výška nakloněné roviny ku základně její. Výškou nakloněné roviny jest pak výška jedné otočky v a základnou jest obvod vřetenem; je-li r poloměr vřetenem, jest obvod $2\pi r$, pročež $P : Q = v : 2\pi r$, to jest *v rovnováze na šroubu má se síla ku břemenu, jako výška jedné otočky k obvodu vřetenem.*

Obr. 224.

Aby mohla síla na obvodu vřetenem působiti, prodlužuje se vřetenem v rukovět aneb bývá na konci opatřeno žlábkem, do něhož zasazuje se dlátko, jež co rukovět slouží, aneb jest vřetenem ukončeno hlavici čtyř- neb šestihrannou, na kterou se zasazuje klíč šroubový, kterým vřetenem se otáčí. Nejčastěji spojuje se však šroub s jednoduchou tyčí, která do vřetenem aneb, když toto jest nehybné, do matice se zastrkuje, jakož patrno na obr. 224. Síla P působí pak na konci tyče v a neb e a opisuje v působení svém kruh, jehož polo-
měrem jest délka tyče ac neb ce . Do srovnalosti, kterou zákon rovno-
váhy na šroubu byl vytknut, klade se pak na místě obvodu vřetenem obvod kruhu, jež síla opisuje. Značí-li tudíž R délku tyče ac neb ce , bude v rovnováze $P : Q = v : 2\pi R$, t. j. *v rovnováze má se tu síla ku břemenu, jako výška otočky k obvodu kruhu, jež působíště síly opisuje.*

Jak z předcházejícího patrno, může býti v rovnováze na šroubu břemeno tolikrát větší než síla, kolikrát obvod vřetenem aneb obvod kruhu, jež působíště síly při působení svém opisuje, větší jest než výška otočky. Je-li tudíž výška otočky velmi malá u přirovnání k obvodu vřetenem, lze pomocí šroubu, *nehledíme-li ku tření*, i nepatrnými silami docíliti účinkův velmi velikých. Tření vřetenem v matici jest však tak značné,



že valná část síly jím na zřít přichází. Za to však již *pouhý* břemeno v matici ruší se obvykle účinek břemene, a zdemuje čení se vřeteně v matici.

Šroubu užívá se v obecném životě velmi hojně a sice:

a) Ku *připevňování* a *spojování* těles, při čemž působí zvláštní tření vřeteně v matici. Známý jsou rozličné druhy *svěráků*, *spládek* a rozmanitých *šroubů* a *šroubků*, jimiž jeden předmět s druhým se spojuje.

b) *Vrták* (nebozez) a *vřivka* k vytahování zátek z láhvi slouží šrouby obecně užívané.

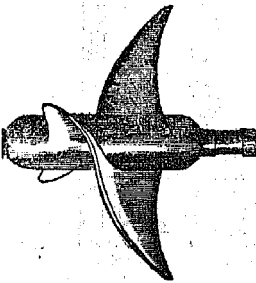
c) Šroubu užívá se s výhodou všude, kde chceme docílit velkého tlaku. Obr. 224. znázorňuje *šroubový lis*.

d) Šroub slouží ku *zdvíhání* těžkých břemen do neveliké výšky.

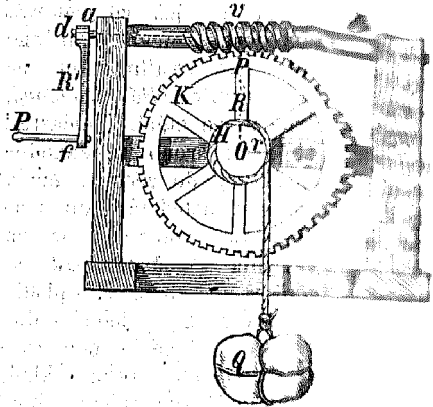
e) Poněvadž jedním otočením šroubu v kruhu postupuje vřeteně matice pouze o výšku jedné otčky, patrné, že pootočí-li se šroub o 360. díl kruhu, postupuje vřeteně o výšku jedné otčky. Šroubem možno tudíž tělesa sobě vespolek sblížit od sebe vzdalovati do vzdáleností tak nepatrných, jichž nelze jiným způsobem docílit. Šroub jest spolu nejcitlivější nástroj, jímž i nejmenší vzdálenosti předmětů od sebe, jakož i nejnepatrnější tloušťka těles zevrubně měříti; šrouby k tomu cíli zvláště upravené zovou se proto *šrouby měrné* a jsou podstatnou částí *strojů rovdělovacích*.

f) Na *parních lodích šroubových* jest vřeteně s dvojitým položením šroubovým (obr. 225.). Parním strojem otáčí se vřeteně toto velmi rychle okolo své osy a pohybující se ve vodě jako v matici postupuje i s lodí jest spojeno, rychle ku předu. (Vynálezcem šroubu lodního byl Čech Josef Besseľ, narozený v Chrudimi r. 1793.)

Obr. 225.



Obr. 226.



g) Šroub bezkonečný čili (dle vynálezce svého) šroub *Archimedeův* (obr. 226.) jest vřeteně šroubové, spojené s ozubeným kolem na hřídeli. Vřeteně zasáhá závity svými do zubův kola *K* a otáčejíc se nepostupuje dále, tak že bez konce otáčetí se může, pročez celý stroj šroubem bezkonečným se nazývá. Na hřídeli *H*, který kolem osy *O* se otáčí, působí břemeno *Q*, jež by v rovnováze na obvodu kola vyžadovalo síly *p*. Je-li *r* poloměr hřídele a *R* poloměr kola, bude v rovnováze $p:Q = r:R$, pročez $p = \frac{Q \times r}{R}$. Síla *p* jest bře

měnem na vřetenu ab a udržuje se v rovnováze silou P , působící na klíče df , kterou vřeteno se otáčí. Značí-li R' délku klíky čili poloměr kruhu, jejíž síla na konci klíky působící opisuje, a je-li v výška otočky vřetene, bude v rovnováze $P:p = v:2\pi R'$, pročež $P = \frac{p \times v}{2\pi R'}$, a nahradíme-li p hodnotou

jeho dříve vypočtenou, jest $P = \frac{Q \times r}{R} \times \frac{v}{2\pi R'}$.

Je-li ku př. $r = 3''$, $R = 36''$, $v = \frac{1}{2}''$, $R' = 24''$ jest $P = \frac{Q \times 3}{36} \times$

$\frac{1}{2} = \frac{Q}{3617 \cdot 28}$, t. j. břemeno může v tomto případě 3617·28krátě větši býti než síla, pročež silou 20 liber břemeno 72345·6 liber v rovnováze bylo by možno udržeti, kdyby stroj bez pohromy tak těžké břemeno mohl snést.

d) Práce strojů.

173. Práce. Pohybuje-li síla nějaké tělo, tak že koná tělo jistou dráhu, aneb překonává-li se účinkem síly jistý odpor na dráze určité délky, pak říkáme, že síla ta vykonala jistou práci.

Práce, již třeba, aby jedna libra nějaké hmoty v jedné vteřině dráhu jedné stopy vykonala, aneb aby odpor jedné libry na dráze jedné stopy v jedné vteřině se překonal, jest jednotkou práce a jmenuje se *librostopa*.

Aby 6 liber hmoty v jedné vteřině dráhu jedné stopy vykonalo, třeba práce 6 librostop; aby jedna libra hmoty v jedné vteřině dráhu 4 stopy dlouhou vykonala, třeba práce 4 librostop; jestliže však 6 liber hmoty za jednu vteřinu dráhu 4 stopy dlouhou vykonalo, byla práce $6 \times 4 = 24$ librostop.

Práce nějakou silou ve vteřině vykonaná rovná se tudíž součinu dvou činitelů; jeden z nich vyznačuje počet liber, jež se pohybovaly aneb jichž odpor se překonával, a druhý vyznačuje počet stop dráhy, kterou tělo ve vteřině vykonalo aneb na které odpor byl překonáván.

Práce 48 librostop dá se rozložit v činitele 1×48 , 2×24 , 3×16 , 4×12 , 6×8 i možno tudíž práci 48 librostop zdvihnouti v jedné vteřině 1 *čl.* do výšky 48', 2 *čl.* 24', 3 *čl.* 16', 4 *čl.* 12', 6 *čl.* 8' aneb 48 *čl.* do výšky 1', 24 *čl.* 2', 16 *čl.* 3', 12 *čl.* 4', 8 *čl.* 6'.

Ku měření větší práce běže se práce koně za jednotku. Práce koně jest pak 430 librostop.

Pravíme-li, že pracuje parní stroj silou čili vlastně prací 7 koní, jest práce stroje $430 \times 7 = 3010$ librostop.

174. Práce strojů. Zvětšíme-li sílu, již bylo třeba, aby na stroji břemeno v rovnováze se udrželo, nastane pohyb břemene aneb bude se překonávati odpor jeho. Síla koná pak jistou práci, čili, jak se říká, stroj koná jistou práci.

a) Působí-li na páce ab (obr. 227.) síla P v a , břemeno Q v b , a vykoná-li v jisté době působíště síly dráhu ad , tož vykoná působíště břemene v téže době dráhu be . V rovnováze platí zákon, že

$$P : Q = bc : ac$$

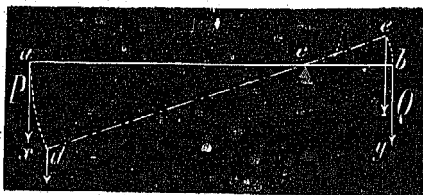
Z obrazce patrné, že $bc : ac = be : ad$

pročež

$$P : Q = be : ad \text{ a tudíž } P \times ad = Q \times be.$$

$P \times ad$ jest však práce síly a $Q \times be$ jest práce břemene, pročež na páce jest práce síly rovna práci břemene.

Obr. 227.



Jak patrné, můžeme síly na páce ušetřiti, neboť může býti síla tolikrát menší než břemeno, kolikrát jest rameno síly delší než rameno břemene; ale kolikrát jest rameno síly delší, tolikrát delší musí dráhu konati, neboť práce síly rovná se práci břemene a co ušetříme síly, musíme nahraditi dráhou a tudíž i časem. Patrné tedy, že pákou práce neušetříme.

b) Při kole na hřídeli bylo na str. 210. dokázáno, že v rovnováze má se síla P ku břemenu Q , jako poloměr hřídele r k poloměru kola R , totiž $P : Q = r : R$. Otočilo-li se kolo v jisté době jednou kolem své osy, vykonala síla dráhu, která rovná se obvodu kola $O = 2\pi R$; provaz, na němž jest břemeno zavěšeno, ovinul se v témž čase jednou okolo hřídele, pročež vykonalo břemeno dráhu, která se rovná obvodu hřídele $o = 2\pi r$. Poněvadž

$$o : O = r : R$$

a v rovnováze $P : Q = r : R$

patrné, že

$$P : Q = o : O, \text{ pročež } P \times O = Q \times o,$$

t. j. práce síly jest i při kole na hřídeli rovna práci břemene.

Totéž platí i o kolostrojích.

c) Na kladce nehybné (str. 212.) jest v rovnováze síla rovna břemenu; pohybuje-li se konec provazu, na němž síla působí, dolů, stoupá druhý konec, který jest působíštěm břemene v dráze stejně veliké vzhůru, z čehož patrné, že síla koná v jisté době tak velikou dráhu jako břemeno, pročež práce síly rovná se práci břemene.

Na kladce hybné (str. 213.) docílíme nejpříznivějšího poměru mezi silou P a břemenem Q , když $P : Q = 1 : 2$, t. j. síla může býti o polovici menší než břemeno. Aby však břemeno jistou dráhu vykonalo, musí vykonati síla dráhu dvojnásobně tak velikou, jest tudíž práce síly rovna práci břemene.

Totéž platí i o kladkostrojích.

Síla $F=3$ \mathcal{L} , a břemeno $Q=6$ \mathcal{L} , jsou na kladce hybné v rovnováze; vykoná-li však břemeno Q dráhu $2'$, vykoná síla v též době dráhu $4'$, i jest pak $6 \mathcal{L} \times 2' = 3 \mathcal{L} \times 4' = 12$ librostop práce síly i břemene.

d) Působí-li na rovině nakloněné síla rovnoběžně s délkou roviny (str. 216.), může býti v rovnováze tolikráte menší než břemeno, kolikráte jest výška roviny menší než délka její; zdviháme-li však silou touto břemeno po nakloněné rovině vzhůru a vykonala-li síla dráhu, rovnající se délce roviny, tož zdvihlo se břemeno v též době pouze do výšky nakloněné roviny, i jest tudíž opět dráha síly tolikráte delší než dráha břemene, kolikráte jest břemeno větší než síla. *Práce síly i břemene jest tudíž zcela stejná.*

Působí-li síla rovnoběžně se základnou nakloněné roviny (str. 217.), koná břemeno v jisté době dráhu, rovnající se výšce roviny, a síla koná v též době dráhu, rovnající se základně, pročež jest opět dráha síly tolikráte delší, kolikráte jest síla menší, i jest tudíž *práce síly rovna práci břemene.*

e) Poněvadž jest klín nakloněná rovina, vyplývá, že i na klínu *práce síly rovná se práci břemene.*

f) Na šroubu (str. 220.) může býti síla v rovnováze tolikráte menší než břemeno, kolikráte obvod kruhu, jež síla v působení svém opisuje, větší jest než výška otočky. Aby však břemeno o výšku jedné otočky postoupilo, musila síla proběhnouti obvod kruhu, jež opisuje, a vykonala tudíž dráhu tolikráte delší, kolikráte jest menší, pročež i na šroubu *práce síly rovná se práci břemene.*

175. Užitek a účel strojův. Z předcházejících úvah vyplývá, že, vyjímaje kladku nehybnou, na každém stroji lze síly ušetřiti, t. j. že menší silou lze větší břemeno v rovnováze udržeti aneb je pohybovati, že však dráha, kterou koná působitě břemene, tolikráte kratší jest, než dráha, kterou koná působitě síly, kolikráte síla menší jest než břemeno a že tudíž, ušetříme-li síly, toutéž měrou pozbýváme času, k práci potřebného.

Síla koná na stroji tutéž práci jako břemeno, pročež nelze strojem práce ušetřiti, anobřž spíše práce síly se zmenšuje třením, odporem, neohybností provazův, přilnavostí atd.

Strojův užíváme hlavně:

1. abychom mohli libovolného poměru mezi silou a břemenem docíliti a i menších sil ku pohybu velikých břemen užívati;
2. abychom mohli břemeno jakoukoli rychlostí pohybovati;
3. abychom mohli všeliké práce dokonale a pravidelně vykonávati, a
4. abychom k práci rozličných sil přírodních mohli užívati, jako: síly vody, páry atd.

Poněvadž překážkami práce síly ustavičné a tudíž čím dále tím více se zmenšuje, nelze nikterak sestrojiti *samohyb (perpetuum mobile)*, t. j. stroj takový, který by, byv jednou v pohyb uveden, sám sebou stále se pohyboval.

B. Pohyb těles pevných.

(Dynamika.)

176. O pohybu vůbec. Při každém pohybu musíme pozorovati:

1. *Emotný bod* aneb *tělo*, jež se pohybuje. Nejjednodušší jest pohyb jediného bodu, zákony tohoto pohybu lze však na pohyb celého těla rozšířiti.

2. Příčinu pohybu, t. j. *hybnou sílu*. Působí-li síla v tělo neb v bod jen okamžik, t. j. dobu tak kratičkou, že ji měřiti nelze, jmenuje se *silou okamžitou*, jako ku př. vrh, ráz; působí-li dobu, již možno měřiti, zove se *silou trvalou*, jako ku př. tah, tlak. Síla trvalá působí po celou dobu buď velikostí stejnou a jest pak *stálá*, buď mění se velikost její a zove se síla *proměnná*.

3. *Směr* pohybu, t. j. *přímku*, ve které bod skutečně se pohybuje aneb setrvačností svou se pohybovati se snaží.

4. *Dráhu*, kterou pohyující se tělo koná. Dráha tato jest *čára*, kterou pohyující se bod aneb tělo, jež myslíme si co jednoduchý bod, v pohybu opisuje. Čára tato jest *přímá* při pohybu *přímocárném*, a *křivá* při pohybu *křivocárném*. *Délka* dráhy určuje se obecnými měrami délkovými.

Při pohybu *přímocárném* jsou vyznačeny směr i dráha toutéž *přímkou*, ve které bod se pohybuje; při pohybu *křivocárném* naznačuje dráhu *křivka*, kterou pohyující se bod opisuje, směr jest pak v každém bodu dráhy jiný a určuje se *tečnou*, vedenou k tomu kterému bodu dráhy směrem tím, jímž tělo se pohybuje.

Otáčme-li kámen do praku vložený v kruhu, pohybuje se kámen v dráze *kruhové*, vypustíme-li však náhle kámen z praku, pohybuje se směrem *tečné*, k tomu kterému bodu kruhu *sestrojené*.

5. *Čas* pohybu, t. j. jak dlouho pohyb trvá. Jednotkou času jest *vteřina*, pročež jest doba pohybu vždy vytknuta počtem vteřin.

6. *Rychlost*, t. j. délku dráhy, kterou tělo v jednotce času, t. j. v jedné vteřině koná.

Pravíme-li, že rychlost kulky z ručnice vystřelené jest 1500', značí to, že kulka za vteřinu dráhu 1500' dlouhou koná. Rychlost fek jest 3—5', větru 10', vichru 50', parovozů 30', 24liberní koule dělové 3300', zvuku 1050', světla 42000 mil, elektřiny 62000 mil atd.

U parovozů určuje se často rychlost délkou dráhy za jednu hodinu vykonané i běže se tu hodina za jednotku času.

7. *Spůsob* pohybu. Koná-li tělo ve *stejných*, třeba i velmi malých dobách *stejně* dráhy, nazývá se pohyb *rovnoměrný*. Tělo, pohyující se *rovnoměrně*, koná v každé vteřině dráhu *stejně* dlouhou a pohybuje se tudíž rychlostí *ustavičně stejnou*. — Koná-li tělo ve *stejných* dobách *nestejně* dráhy, jmenuje se pohyb *nerovno-*

měrný a ten jest buď *zrychlený*, když tělu rychlosti přibývá, buď *zpozděný* č. *zdržovaný*, když tělu rychlosti ubývá.

Přibývá-li aneb ubývá-li tělu ve stejných dobách rychlosti stejně č. *rovnoměrně*, nazývá se pohyb *rovnoměrně zrychleným* aneb *rovnoměrně zpozděným*; přibývá-li aneb ubývá-li tělu ve stejných dobách rychlosti nestejně, č. *nerovnoměrně*, jest pohyb *nerovnoměrně zrychlený* aneb *nerovnoměrně zpozděný*.

Koná-li tělo ve *stejných* dobách dráhy *nestejně*, jest délka dráhy v každé z jednotlivých za sebou následujících vteřin vykonané *nestejná*, pročť jest *rychlost* pohybu v každém jednotlivém bodu dráhy *jiná*.

177. Pohyb rovnoměrný. Značí-li vůbec c rychlost, kterou tělo *rovnoměrně* se pohybuje, t. j. délku dráhy, kterou tělo v jedné vteřině koná, tož bude, poněvadž tělo rovnoměrně se pohybující ve *stejných* dobách *stejně* dráhy koná, značiti c dráhu v *každé vteřině* vykonanou. Za 1 vteřinu vykoná tudíž tělo dráhu $1c$, za 2 vteřiny dráhu $2c$, za 3 vteřiny dráhu $3c$ a vůbec tedy za t vteřin dráhu $t \times c$.

Značí-li tudíž s dráhu, kterou vykonalo tělo v čase t , pohybovalo-li se rychlostí c , tož jest všeobecně $s = c \times t$, pročť $c = \frac{s}{t}$ a $t = \frac{s}{c}$, t. j.

1. *Dráha, kterou vykonalo tělo, pohybující se rovnoměrně, rovná se součinu rychlosti a času (počtu vteřin).*

Jak daleko dojde lokomotiva, pohybující se rovnoměrně rychlostí $30'$, za $\frac{1}{4}$ hodiny? — Odpověď: $\frac{1}{4}$ hodiny = 15 minut = 900 vteřin; $30' \times 900 = 27000'$ = $\frac{1}{8}$ míle.

2. *Rychlost, kterou tělo rovnoměrně se pohybovalo, vypočteme, dělivše délku dráhy časem (počtem vteřin).*

Voda v řece rovnoměrně proudící vykonala za hodinu dráhu $\frac{3}{4}$ míle dlouhou; jakou rychlostí se pohybovala? — Odpověď: $\frac{3}{4}$ m. = $3000'$ = $18000'$, hodina = 60 minut = 3600 vteřin; $18000' : 3600 = 5'$ jest hledaná rychlost.

3. *Čas (počet vteřin), jak dlouho rovnoměrný pohyb trval, rovná se podílu z dráhy, dělené rychlostí.*

Jakého času potřebuje sluneční světlo, aby až k zemi došlo, lže-li průměrná vzdálenost slunce od země 20,500,000 mil a rychlost, kterou světlo rovnoměrně postupuje, 42,000 mil? Odpověď: $20,500,000 : 42,000 = 488$ vteřin = 8 minut a 8 vteřin.

Síla okamžitá, působící v tělo dobu nesmírně kratičkou, již ani měřiti nelze, uděluje tělu jisté rychlosti a touto rychlostí pohybovalo by se tělo, jsouc setrvačné a nemohouc tudíž ni směru ni rychlosti v pohybu svém změnití, *přímocárně a rovnoměrně*, kdyby nebylo pře-

kážek a tíže, v každé tělo působící. Překážkami a účinkem tíže ubývá však tělu vždy rychlosti a mění se mnohdy i směr pohybu, pročež *silou okamžitou nelze pohybu rovnoměrného doclítí. K pohybu rovnoměrnému užíváme tudíž sil trvalých, jichž působení zvláště se upravuje,*

V hodinových strojích, jež pohybují se rovnoměrně, slouží co síla *tíže* (váha závaží) aneb *pružnost* pěr spirálních.

178. Pohyb rovnoměrně zrychlený a zpzděný. a) Působí-li v tělo síla *trvalá*, uděluje mu nepřetržitě jisté rychlosti. Poněvadž tělo, jsouc setrvačné, nabytou rychlost *podrzuje* a v každé následující době nové rychlosti nabývá, jest rychlost jeho *čím dále tím větší* a tělo se pohybuje *zrychleně*. Je-li síla *stálá*, přibývá tělu ve *stejných* dobách rychlosti *stejně* i pohybuje se tělo *rovnoměrně zrychleně*, t. j. *rychlosti přibývá tou měrou, kterou přibývá času.*

Bylo-li tělo v pohyb rovnoměrný přivedeno a působí-li pak v ně síla *trvalá* a *stálá* směrem *protivným*, bude tělu v pohybu ve směru *původním rychlosti ubývatí* *tou měrou, kterou přibývá času* i pohybuje se pak tělo *rovnoměrně zpzděně*.

b) Poněvadž v pohybu zrychleném i zpzděném rychlost *ustavičně* se mění, lze stanoviti pouze rychlost, jakou má tělo v *jistém okamžiku*, ku př. na konci *jisté vteřiny*, a tato rychlost zove se pak *rychlostí konečnou* č. *rychlostí dobní*, poněvadž jest to rychlost, které tělo za *jistou dobu*, t. j. až do konce *jisté vteřiny* nabylo. Kdyby síla na konci *jisté vteřiny* působiti přestala, pohybovalo by se tělo nabytou rychlostí *konečnou rovnoměrně*, a konalo by v každé vteřině *dráhu, která této rychlosti konečné se rovná.*

c) Rychlost, která tělu rovnoměrně zrychleně se pohybujeřimu v každé vteřině *přibývá*, zove se *zrychlení* (akcelerace). Značí-li *g* zrychlení, tož má tělo na konci 1. vteřiny rychlost *1g*, na konci 2. vteřiny rychlost *2g*, na konci 3. vteřiny rychlost *3g*, a na konci doby *t*, která vytknuta jest počtem vteřin, má tělo *konečnou rychlost*

$v = g \times t$, t. j. *konečná rychlost rovná se součinu ze zrychlení a času (počtu vteřin).*

Z rovnice $v = g \times t$ vyplývá, že $g = \frac{v}{t}$ a $t = \frac{v}{g}$, t. j. *zrychlení rovná se podílu z rychlosti konečné, dělené časem (počtem vteřin) a čas (počet vteřin) rovná se podílu z rychlosti konečné dělené zrychlením.*

Tělo padající volně s výšky *nepříliš veliké* pohybuje se zrychlením *31'*; jakou má rychlost *konečnou* po uplynutí *5 vteřin*? Odpověď: $31 \times 5 = 155'$.

Jak dlouho padá tělo, má-li v *jistém okamžiku* rychlost *248'*? Odpověď: $248 : 31 = 8$ vteřin.

d) Počíná-li tělo z *klidu* rovnoměrně zrychleně se pohybovati, tož jest *počátečná rychlost* jeho *0* a je-li zrychlení *2'*, tož má tělo na konci *0., 1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8. vteřiny* *konečnou*

rychlost 0', 2', 4', 6', 8', 10', 12', 14', 16'. Na konci 4. vteřiny, t. j. za polovici doby celé (neboť pohybovalo se tělo 8 vteřin), má tělo rychlost 8' a rychlost tato jest rychlost střední, neboť o kolik stop jest rychlost na konci 5., 6., 7. a 8. vteřiny větší než rychlost střední, právě o tolik jest na konci 3., 2., 1. a 0. vteřiny menší, než rychlost střední, pročež, když přebytek od rychlosti na konci 5., 6., 7. a 8. vteřiny odečteme a k rychlosti na konci 3., 2., 1. a 0. vteřiny jej připočteme, bude rychlost ve všech vteřinách stejná, totiž střední 8'.

	Na konci 5. vteřiny rychl.	10' - 2' = 8'
	" " 6. " "	12' - 4' = 8'
	" " 7. " "	14' - 6' = 8'
	" " 8. " "	16' - 8' = 8'
a taktéž	na konci 3. vteřiny rychl.	6' + 2' = 8'
	" " 2. " "	4' + 4' = 8'
	" " 1. " "	2' + 6' = 8'
	" " 0. " "	0' + 8' = 8'

Mělo-li tělo *A* začátečnou rychlost 0 a pohybuje-li se rovnoměrně zrychleně, vykoná v době *t* dráhu tak velikou, jako tělo jiné *B*, jež v témž okamžiku pohybovati se počalo a střední rychlostí (polovičnou rychlostí konečnou) těla *A* rovnoměrně se pohybovalo; neboť o mnoho-li jest dráha těla *B* v první polovici času delší, než dráha těla *A*, právě o tolik jest dráha těla *B* ve druhé polovici delší, než dráha těla *A*.

Při pohybu rovnoměrném jest dráha rovna součinu rychlosti a času (str. 227.); značí-li tudíž *s* dráhu, *v* rychlost konečnou, pročež $\frac{1}{2}v$ rychlost střední, a *t* čas, koná tělo *B* dráhu $s = \frac{1}{2}v \times t$. Tutéž dráhu koná tělo *A* po stejnou dobu *t* rovnoměrně zrychleně se pohybující, jehož počátečná rychlost jest 0 a konečná rychlost *v*, jest tudíž dráha jeho $s = \frac{1}{2}v \times t$, t. j. dráha, již vykoná tělo rovnoměrně zrychleně se pohybující, rovná se součinu z polovice konečné rychlosti a času.

Jak bylo výše u c) dokázáno, jest $v = g \times t$, pročež $s = \frac{1}{2}g \times t \times t = \frac{1}{2}g \times t^2$, t. j. dráha při pohybu rovnoměrně zrychleném rovná se součinu z polovice zrychlení a čtverce času.

179. Pád volný. Z příčin na str. 25. vyložených možno sílu těžnou pokládati za sílu trvalou a stálou, působí-li v témž místě v tělesa, jichž vzdálenosti od středu zemského jen nepatrně od sebe se liší.

Důkladnými zkouškami, při nichž hledělo se i ku překážkám, které tělo padající vzduchem překonati musí, bylo dokázáno, že se pohybuje každé tělo, s výšky nepřilíš značné volně padající, rovnoměrně zrychleně, pročež konečná rychlost těla volně padajícího

po uplynutí doby t jest $v=g \times t$, z čehož patrně, že rychlosti při pádu volném přibývá tou měrou, kterou přibývá doby pohybu.

Dráha za dobu t vykonaná $s = \frac{1}{2}v \times t$ čili $s = \frac{1}{2}g \times t^2$; vložíme-li tudíž na místě doby t určitý počet vteřin, shledáme, že koná tělo volně padající

za 1 vteřinu dráhu	$s_1 = \frac{1}{2}g \times 1^2 = \frac{1}{2}g \times 1$
" 2 vteřiny	$s_2 = \frac{1}{2}g \times 2^2 = \frac{1}{2}g \times 4$
" 3 "	$s_3 = \frac{1}{2}g \times 3^2 = \frac{1}{2}g \times 9$
" 4 "	$s_4 = \frac{1}{2}g \times 4^2 = \frac{1}{2}g \times 16$ atd.

Porovnávajíc dráhy tyto vespolek, vidíme, že

$$s_1 : s_2 : s_3 : s_4 = 1^2 : 2^2 : 3^2 : 4^2, \text{ t. j.}$$

dráhy, při pádu volném od počátku pohybu až do konce jisté doby vykonané, mají se k sobě jako čtverce dob, v nichž byly vykonány.

Z předcházejícího vyplývá, že koná tělo volně padající

v 1. vteřině dráhu	$s' = s_1 = \frac{1}{2}g \times 1$
ve 2. " "	$s'' = s_2 - s_1 = \frac{1}{2}g \times 3$
ve 3. " "	$s''' = s_3 - s_2 = \frac{1}{2}g \times 5$
ve 4. " "	$s'''' = s_4 - s_3 = \frac{1}{2}g \times 7$ atd.

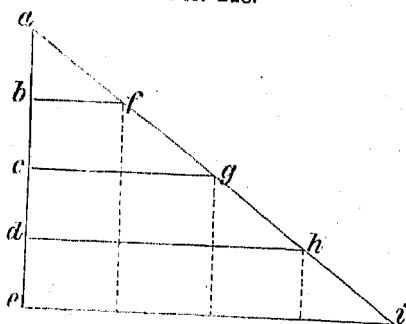
Porovnávajíc tyto dráhy vespolek, shledáváme, že

$$s' : s'' : s''' : s'''' = 1 : 3 : 5 : 7, \text{ t. j.}$$

velikosti dráh v jednotlivých po sobě jdoucích vteřinách vykonaných, přibývá při pádu volném jako čísel lichých.

Všecky tři zákony právě vyložené lze jednoduchým nákresem znázorniti. Stejně přímky (obr. 228.) $ab = bc = cd = de$ značí vteřiny za sebou

Obr. 228.



následující, přímky bf, cg, dh a ei , jež mají se k sobě jako 1:2:3:4, jsou konečné rychlosti na konci vteřin za sebou následujících, trojúhelníky abf, acg, adh, aei , jež mají se k sobě jako 1:4:9:16 čili jako $1^2:2^2:3^2:4^2$, jsou plochy dráh za 1, 2, 3, 4 vteřiny proběhnutých a plochy $abf, bfcg, cgdh, dhe i$, jež jsou vespolek v poměru 1:3:5:7, značí plochy dráh, vykonaných v jednotlivých vteřinách za sebou následujících, totiž ve vteřině první, druhé, třetí a čtvrté.

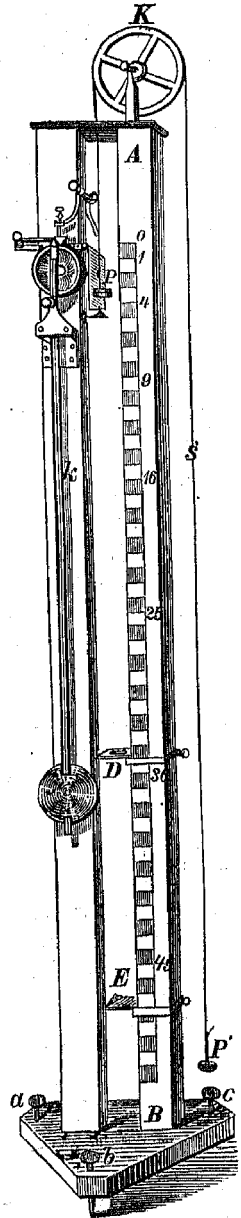
Zrychlení g těžné síly bylo zkouškami stanoveno a jest v našich krajinách $g=31'$.

Poněvadž jest zrychlení těžné síly veliké a překážka vzduchu značná, nelze zákony volného pádu právě odvozené, na tělesích volně padajících pozorovati a osvědčovati, nýbrž užívá se k tomuto účeli Atwoodova padostroje.

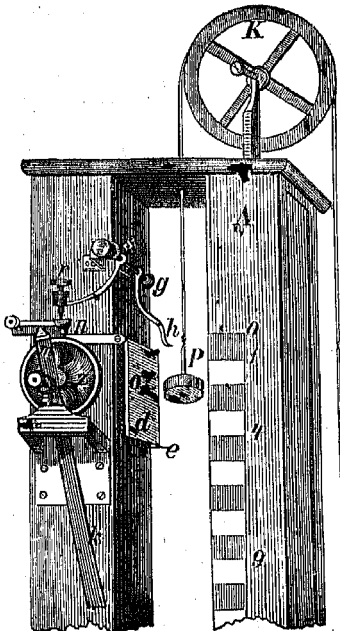
Atwoodův padostroj jest sloup AB (obr. 229.) asi 8' vysoký, v palce rozdělený, který pomocí šroubů a, b, c svisně se staví. Na hořejším konci sloupu AB pohybuje se okolo své osy velmi snadně kladka K . Do žlábků kladky klade se tenká hedbávná šnůrka s , na jejíchž koncích zavěšena jsou *stejně těžká* závaží P a P' , kteráž tudíž v poloze jakékoliv v rovnováze zůstávají. Přidáme-li na závaží P přivažek p , nejméně tak těžký, aby tření kladky přemáhal, padá tento podél sloupce AB zrychlením g' mnohem menším, než $31'$, neboť se pohybuje silou těžnou, v přivažek působící, netoliko hmota přivažku samého, nýbrž i hmota obou závaží P a P' , jakož i hmota kladky a šnůrky. Obyčejně brává se přivažek tak těžký, aby zrychlení g' bylo $2''$; jestli pak $\frac{1}{2}g' = 1''$ a dráha za první vteřinu vykonaná jest pak $s_1 = \frac{1}{2}g' \times 1 = 1'' \times 1 = 1''$, dráha za dvě vteřiny vykonaná jest $s_2 = \frac{1}{2}g' \times 2^2 = 1'' \times 4 = 4''$, za tři vteřiny $s_3 = \frac{1}{2}g' \times 3^2 = 1'' \times 9 = 9''$ atd.; dráha v první vteřině vykonaná jest pak $s' = 1''$, ve druhé vteřině $s'' = 3''$, ve třetí vteřině $s''' = 5''$ atd., z čehož patrně, že dráhy mají se k sobě jako čtverce dob, v nichž byly vykonány, a že velikosti drah v jednotlivých za sebou jdoucích vteřinách vykonaných přibývá jako čísel lichých.

Podél sloupce AB posouvá se vodorovná deska D , kterou možno v jakékoliv poloze upevniti. Deska tato opatřena otvorem, kterým závaží P volně pro-

Obr. 229.



Obr. 230.



padává, přívazek p bývá pak podlouhlý, tak že na desce D ležeti zůstává. Druhá podobná deska E , otvoru nemající, zastavuje pád závaží P na konci jisté doby. Od onoho okamžiku, kde přívazek na desce D ležeti zůstal, pohybuje se pak závaží P dolů a závaží P' nahoru účinkem setrvačnosti rychlostí konečnou rovnoměrně a koná tudíž v každé vteřině dráhu rovnající se této rychlosti konečné.

Zůstal-li přívazek na desce D ležeti na konci 1., 2., 3., 4. vteřiny, pohybují se závaží konečnou rychlostí $v_1 = g' \times 1 = 2'' \times 1 = 2''$, $v_2 = g' \times 2 = 2'' \times 2 = 4''$, $v_3 = g' \times 3 = 2'' \times 3 = 6''$, $v_4 = g' \times 4 = 2'' \times 4 = 8''$ atd., z čehož patrné, že konečné rychlosti při pádu volném přibývá tou měrou, kterou přibývá doby pohybu.

Poněvadž na padostroji Atwoodově zrychlení obyčejně jen $2''$ obnáší, překáží vzduch volnému padání závaží a přívazku jen nepatrně, pročez překážkou touto zákony pádu volného se nemění.

S Atwoodovým padostrojem bývá spojeno kyvadlo k , jež bývá upraveno tak, že kývající se, hořejším koncem svým m (obr. 230.) zdvihá paličku n , kteráž opět padající na konci každé vteřiny na zvonek z naráží a znění způsobuje, čímž počítání vteřin od počátku pohybu až do konce jisté vteřiny jest usnadněno. Aby padání počátkem první vteřiny započalo, staví se závaží P s přiloženým přívazkem p na desku d , kteráž, na háčku h skrze otvor o provlečeném spočívajíc, v poloze vodorovné při počátku 1. palce se přidržuje. Počátkem 1. vteřiny zdvihne hořejší konec kyvadla m paličku n a tudíž i konec r pákového přístroje $rsgh$, paličky se dotýkající, takže rameno rs vzhůru a tudíž rameno gh v levo se pošine a háček h otvorem o se vysouvne. Deska d , pozbyvši podpory na háčku h , spadne a zachytí se háčkem e a závaží P počne se pohybovati.

180. Pád na rovině nakloněné. Padá-li tělo po nakloněné rovině ab (obr. 214. na str. 216.) směrem ov dolů, tož působí v ně pouze složka P' těžné síly Q . Tělo pohybuje se ovšem rovnoměrně zrychleně, ale poněvadž síla P' menší jest než tíže Q , jest zrychlení g' při pádu na rovině nakloněné tolikrát menší než zrychlení g síly těžné, kolikrát složka P' menší jest než těžná síla Q . Ježto pak P' tolikrát menší jest než Q , kolikrát menší jest výška nakloněné roviny než délka její, jest i zrychlení g' tolikrát menší než $31'$, kolikrát výška nakloněné roviny menší jest než délka její.

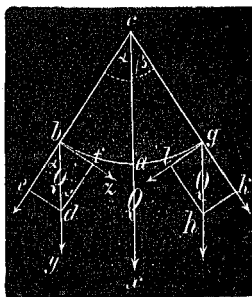
Je-li ku př. nakloněná rovina $248''$ dlouhá a $4''$ vysoká, jest zrychlení $248 : 4 = 62$ krát menší než $31'$ i jest tudíž $g' = \frac{31'}{62} = \frac{1}{2}' = 6''$ a tudíž $\frac{1}{2} g' = 3''$. Za první vteřinu vykonalo by tudíž tělo dráhu $s_1 = 3''$, za dvě vteřiny dráhu $s_2 = 12''$, za tři vteřiny dráhu $s_3 = 27''$ atd.

Na místě Atwoodova padostroje lze použiti k dokladu zákonův volného pádu nakloněné roviny (jakož učinil to *Galilei*, který r. 1602 zákony o pádu volném byl vyslovil). Ve žlábkú dosti dlouhém na jednom konci podloženém (nakloněném) a dobře uhlazeném pohybuje se koule kovová určitým zrychlením i možno, je-li délka žlábkú ku př. v palce rozdělena, měřiti dráhy, jež koule v určitých dobách koná.

181. Kyvadlo jednoduché. a) Zavěsíme-li těžkou kovovou kuličku a (obr. 231.) v ose c hedbávným vláknem ca , tož působí v ní tíže Q směrem svisným ax a kulička zůstává v rovnováze jen tehdy, když vlákno ca jest v poloze svisné, poněvadž v této poloze působení tíže se ruší, ješto kulička nemohouc od osy c se vzdalovati, směrem ax pohybovati se nemůže.

Vyšineme-li kuličku z a do b , tak že vlákno polohy cb nabývá a s původní svislou polohou ca úhel α svírá, a pustíme-li kuličku z ruky, tož působí v ni tíže Q směrem svislým by a poměrnou velikostí ba . Rozložíme-li Q ve složky na sobě kolmé be a bf , tož zruší se působení složky be , v prodlouženém směru vlákna cb působící, a účinkem druhé složky bf , působící směrem bz , vrací se kulička, pohybujíc se v kruhovém oblouku ba , do svislé polohy ca nazpět. Síla bf jest složka síly těžné, tudíž síly *trvalé*, pročež pohybuje se kulička z b do a *zrychleně*. V $\triangle bdf$ jest $\sphericalangle a' = \sphericalangle \alpha$ (poněvadž $by \parallel ca$), a poněvadž úhel α a tudíž i $\sphericalangle a'$ stává se tím menší, čím více cb svislému směru ca se blíží, jest též strana bf v $\triangle bdf$ a tudíž i složka bf čím dále tím menší,

Obr. 231.



pročež jest pohyb z b do a *nerovnoměrně zrychlený*. V a jest složka bf nullou, poněvadž dostihne-li cb polohy ca , úhel α jest nullou; ale kulička nezůstává v a v klidu, nýbrž, jsouc setrvačná, pohybuje se, nabyvši v a největší konečné rychlosti a zůstávajíc od osy c vždy stejně vzdálena, v kruhovém oblouku ag vzhůru. V každém jednotlivém bodu dráhy ag působí však v kuličku síla těžná Q a rozložíme-li ji ku př. v bodu g ve složky gl a gk , vidíme, že složka gk , v prodlouženém směru vlákna cg působící, se ruší, složka gl pak kuličku stále směrem protivným onomu, jímž se pohybuje, pohybovatí se snaží, pročež rychlosti, kterou kulička z a do g stoupá, ustavičně ubývá a kulička z a do g zpozděně se pohybuje. Složka gl jest však tím větší, čím více přibývá velikosti úhlu β , t. j. čím více ca ode směru svislého se vzdaluje, ubývá tedy účinkem složky této kuličky v pohybu z a do g rychlosti čím dále tím více, pročež je pohyb z a do g *nerovnoměrně zpozděný*. Poněvadž *toutéž silou* pohyb z a do g se zpozdňuje, kterou z b do a se zrychloval, ubývá rychlosti při pohybu z a do g *toutéž měrou*, kterou jí přibývalo při pohybu z b do a , i musí tudíž v g konečná rychlost býti nullou, když oblouk $ag = ab$. Z g pohybuje se kulička do a právě tak, jako z b do a , t. j. *nerovnoměrně zrychleně*, nabývá v a největší konečné rychlosti, stoupá pak v oblouku ab *nerovnoměrně zpozděně*, pohybuje se pak opět z b do a *nerovnoměrně zrychleně* a t. d. i pohybovala by se takto bez konce, kdyby nebylo odporu vzduchu a tření na ose c .

Pohybuje-li se tělo, vzdalujíc se od polohy, ve které v rovnováze se nalézá, *nerovnoměrně zpozděně*, a koná-li, vracějíc se do polohy, v níž v rovnováze se nalézá, pohyb *nerovnoměrně zrychlený*, nazývá se tento způsob pohybu *kývání* a tělo takto se pohybující nazývá se *kyvadlo*. Pohyb z b do g aneb z g do b slove *kyv*, čas k vykonání kyvu potřebný jmenuje se *doba kyvu* a úhel α jest *úhel kyvu*.

Jediný těžký bod a , zavěšený v ose c nití ca , která žádné váhy nemá, jmenuje se *kyvadlo jednoduché* neb *mathematické*, a vzdálenost bodu a od osy c , t. j. přímka ca zove se *délkou* tohoto kyvadla.

Jednoduchého kyvadla, jež možno toliko si mysliti, ve skutečnosti nestává; nejvíce přibližuje se mu těžká platinová kulička, tenkým hedbávným vláknem v ose zavěšená, ježto malou kuličku za jediný bod pokládati můžeme a váha vlákna u porovnání k váze kuličky tak jest nepatrná, že vlákno téměř netěžké se jeví.

Všecka kyvadla skutečná jsou *kyvadla složená* č. *fysická*.

c) Dle výpočtu je doba kyvu $t = \pi \cdot \sqrt{\frac{l}{g}}$, v čemž značí l délku kyvadla a g zrychlení tíže v tom místě, kde kyvadlo se kývá. Z této rovnice odvozeny pro pohyb kyvadla jednoduchého zákony následující:

1. Doba kyvu t nespravuje se velikostí úhlu kyvu, pokud úhel ten 10° nepřevyšuje, pročež totéž kyvadlo, v témž místě se kývajíc, *kratší i delší oblouky v též době probíhá*, pokud oblouky tyto 10° nepřesahují.

Poněvadž doba kyvu $t = \pi \cdot \sqrt{\frac{l}{g}}$, jest $t^2 = \pi^2 \cdot \frac{l}{g}$; má-li pak kyvadlo délku L , jest i doba kyvu jiná, totiž T , a zůstalo-li zrychlení g téžné síly nezměněno, t. j. kývá-li se toto kyvadlo v témž místě, jako ono, jehož délka jest l , tož bude $T = \pi \sqrt{\frac{L}{g}}$, a tudíž $T^2 = \pi^2 \cdot \frac{L}{g}$. Z porovnání vyplývá pak $t^2 : T^2 = \pi^2 \cdot \frac{l}{g} : \pi^2 \cdot \frac{L}{g}$ a tudíž $t^2 : T^2 = l : L$, z čehož plyne zákon:

2. *Doba kyvu jest tím delší, čím delší jest kyvadlo*, a sice musí při stejném zrychlení téžné síly býti délka kyvadla $2 \times 2 = 4$ kráté, $3 \times 3 = 9$ kráté, $4 \times 4 = 16$ kráté větší, má-li býti doba kyvu 2kráté 3kráté, 4kráté delší.

Výše bylo odvozeno, že $t^2 = \pi^2 \cdot \frac{l}{g}$. Kývá-li se totéž kyvadlo, mající délku l , na jiném místě, kdež zrychlení téžné síly jest G , bude doba kyvu $T^2 = \pi^2 \cdot \frac{l}{G}$. Z porovnání plyne pak $t^2 : T^2 = \pi^2 \cdot \frac{l}{g} : \pi^2 \cdot \frac{l}{G}$ čili $t^2 : T^2 = \frac{1}{g} : \frac{1}{G}$ aneb $t^2 : T^2 = G : g$, z čehož vyplývá zákon:

3. *Doba kyvu je tím větší, čím menší je zrychlení téžné síly* v tom místě, kde kyvadlo se kývá, a sice musí při stejné délce kyvadla zrychlení téžné síly býti $2 \times 2 = 4$ kráté, $3 \times 3 = 9$ kráté, $4 \times 4 = 16$ kráté větší, má-li býti doba kyvu 2kráté, 3kráté, 4kráté kratší.

182. Kyvadlo složené č. fyzické možno pokládati za souhrn velmi mnohých kyvadel jednoduchých, nestejně dlouhých; neboť jest každá hmotná částice kyvadla s osou pevně spojena i možno tudíž každou za kyvadlo jednoduché pokládati. Poněvadž jsou hmotné částice složeného kyvadla od osy nestejně vzdáleny, mají kyvadla jednoduchá, z nichž kyvadlo fyzické se skládá, délku a tudíž i dobu kyvu nestejnou. Kratší kyvadla, t. j. hmotné částice ose bližší, snaží se, aby kývala se rychleji, a zrychlují tudíž kývání hmotných částic od osy vzdálenějších; delší kyvadla, t. j. hmotné částice od osy vzdálenější, snaží se, aby kývala se volněji a zpozdují tudíž kývání částic ose bližších. Ze všech těchto kyvů skládá se kyv složeného kyvadla, k němuž třeba jisté doby. Myslíme-li si vedlé kyvadla složeného kyvadlo jednoduché, jehož délku upravili bychom tak, aby byly kyvy obou kyvadel stejnodobé, tož *jest délka kyvadla jednoduchého převedenou č. redukovanou délkou kyvadla složeného.*

Položíme-li skrze osu kyvadla v klidu se nalézajícího svisnou rovinu a vedeme-li v této rovině rovnoběžně s osou přímkou, od osy tak vzdálenou, jaká jest převedená délka kyvadla, tož kývají se všechny hmotné body kyvadla v té přímce ležící stejnodobě s tím kterým kyvadlem jednoduchým a kývání jejich nezrychluje ani nezpozdjuje se kýváním bodů ostatních. Přímkou tato se jmenuje *osou kyvu* a každý z bodův jejích jest *bod kyvný*. Kyvný bod, ležící ve svisné, těžištěm kyvadla vedené, slove *střed kyvu* a jest vždy *pod těžištěm*. Kyvadlo složené kývá se tudíž tak, jako by veškerá hmota jeho v kyvném bodu byla soustředěna.

Převedenou délku kyvadla složeného lze též vypočísti. Poněvadž $t^2 = \pi^2 \cdot \frac{l}{g}$, jest $l = \frac{t^2 \cdot g}{\pi^2}$, z čehož, známa-li doba kyvu t a zrychlení g téžné síly, délku l možno stanoviti. Je-li t jedna vteřina, tak že $t = 1$, jest $l = \frac{g}{\pi^2}$ a poněvadž $g = 31 \cdot 03'$, $\pi = 3 \cdot 1415$ a tudíž $\pi^2 = 9 \cdot 869$, jest *délka kyvadla vteřinového* $l = 31 \cdot 03' : 9 \cdot 869 = 3 \cdot 144'$.

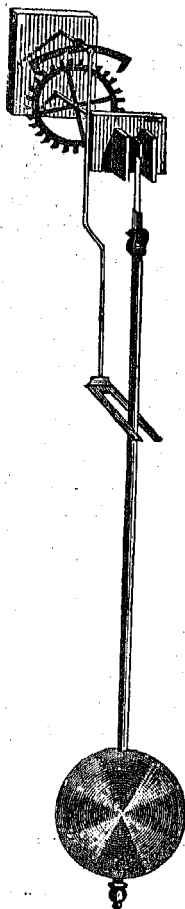
Kyvadla užívá se k účelům následujícím :

1. Poněvadž kyvadlo v témž místě koná kyvy své stejnodobé, pokud délka jeho se nemění, slouží ku měření času a sice samo o sobě co kyvadlo vteřinové (ku př. při Atwoodově padostrojii viz obr. 229. str. 231.) aneb co kyvadlo hodinové ve spojení se strojem hodinovým.

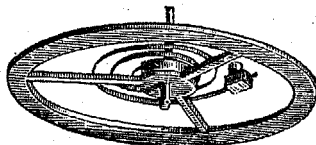
Na obraze 232. viděti kyvadlo na ohebném plišku zavěšené, jež prochází vidlicí, s kterou spojena jest kotva. Každým kyvem postupuje kotva o jeden zub ozubeného kolečka, s nímž spojena jsou ostatní kolečka hodinového stroje. Kolečko, do jehož zubův kotva zasáhá, udržuje se v pohybu buď závažím, buď pružným párem, spirálně svinutým. Pomocí kolečka udržuje se kyvadlo v *pohybu stálém*, ježto zuby kolečka, na kotvu narážejíce, vždy právě tolik hybné síly kyvadlu sdělují, kolik jí odporem vzduchu a třením pozbyvá; kotva udržuje pak celý stroj hodinový v *pohybu rovnoměrném*, ježto koná kyvadlo kyvy *stejnodobé* a tudíž kolečko, do jehož zubův kotva zasáhá, *vždy ve stejné době o jeden zub dále postupuje.*

V hodinkách kapesních jest na místě kyvadla tak zvaný *nepokoaj*, t. j. pružný drátek spirální, spojený s kolečkem (obr. 233), jež kolem osy své právě tak se otáčí jako kyvadlo.

Obr. 232.



Obr. 233.



Obr. 234.



Teplem *prodlužuje* se tyč kyvadlová a kyvadlo kývá se *volněji*, *ochlazením* skracuje se tyč kyvadlová a kyvadlo kývá se *rychleji*. V teple zpozdují se tudíž hodiny, v zimě běh svůj zrychlují. Změnilo-li kyvadlo účinkem tepla se nalezajícího, čocku na tyči výše zdvihnouti neb níže spustiti a tím převedenou délku kyvadla opět nálezitě upravití. Není-li čocka na tyči posouvna, skracuje aneb prodlužuje se dle potřeby nit, kterou jest kyvadlo na ose zavěšeno.

Kyvadla vyrovnávací bývají upravena tak, že střed kyvu od osy vždy stejně vzdálen zůstává a tudíž převedená délka kyvadla účinkem tepla se nemění, pročež kyvadlo za každé teploty stejně rychle se kývá. *Kyvadlo roštové* (obr. 234.) skládá se z tyčí železných re , ws a r_1e_1 , a tyčí mosazných ws a w_1z_1 ; na příčné tyči r_1 jest připevněna proužka cn , kterou jest kyvadlo zavěšeno, tyč ws s čockou upevněna na příčce w_1 . Teplem prodlužují se železné tyče *dolů* a mosazné *nahoru*. Střed kyvu zdvihá se pak prodloužením tyčí mosazných právě tak vysoko, jak hluboko klesá prodloužením tyčí železných. — Tyče ze suchého dříví jedlového neb smrkového, v oleji vyvařené a pak pokostem potřené, mění účinkem tepla délku jen velmi nepatrně a hodí se tudíž nejlépe za tyče kyvadlové.

2. V hudbě slouží kyvadlo co *Mälzläuv metronom* k určování tempa (doby taktu) skladob hudebních.

Na kyvadle, jež zpružením péra se pohybuje, jest pod závěsem těžká olověná kulička a nad závěsem posouvá se na tyči kyvadlové závažíčko až do jisté výšky, stupnicí naznačené.

3. Kyvadlo v klidu se nalézající naznačuje směr síly těžné.

Kyvadel k tomu účeli sloužících užívá se hlavně při stavbách ve spůsobu *olovnice* a *krokvíce*, o nichž bylo pojednáno na str. 24.

4. Poněvadž *totéž* kyvadlo v *témž* místě za *tentýž* čas vždy *totéž* množství kyvů vykonává, patrně, že jest těžná síla v *témž* místě vždy stejná.

5. Kyvadla z *rozličných* hmot zhotovená, ale *stejně* dlouhá, kývají se v *témž* místě stejně rychle, z čehož patrně, že tíže ve všechny hmoty *stejně* působí.

6. Na vrcholi *vysokých* hor kývá se kyvadlo volněji než na úpatí týchž hor, z čehož patrně, že *těžné síly ubývá, když přibývá vzdálenosti ode středu země.*

7. Pozorováním kyvů téhož kyvadla bylo shledáno, že síly těžné *od točen k rovníku ubývá, tak že jest těžná síla na rovníku nejmenší na točnách největší.* Příčiny toho vyloženy jsou v odst. 185.

8. Na blízkou velikých hor vyšinuje se kyvadlo se svisné polohy a nachyluje se k hoře, z čehož patrně, že hmoty vespolek se přitahují (srovnej odst. 22.).

9. Kyvadlem dokázal *Foucault* r. 1851, že země okolo své osy se otáčí.

Kyvadlo co možná nejdříve kývá se ustavičně v *tétož* rovině, v níž kýváti se počalo. Dělá-li dolejším koncem svým rýhy v písku pod ním nasypáném, odchylují se rýhy tyto velmi brzy z této původní roviny, což důkazem, že země (i s pískem) v klidu nezůstává, nýbrž okolo své osy se otáčí.

183. Pohyb těles vržených. Bylo-li tělo účinkem okamžité síly v pohyb postupný uvedeno, říkáme o těle takovém, že bylo *vrženo*. Dle směru okamžité síly rozeznáváme pak vrh *svisný* dolů a nahoru, vrh *vodorovný* a vrh *šikmý*.

V tělo vržené působí zároveň síla těžná a vržené tělo pohybuje se tudíž výslednicí síly okamžité a síly těžné. — Nauka o pohybu těles vržených jednající jmenuje se *ballistika*.

a) Vrháme-li tělo *svisně dolů*, působí vrh i tíže týmž směrem, pročež rovná se účinek výslednice obou sil součtu účinkův jejich. Po uplynutí času t má tělo rychlost c , kterou mu udělila síla okamžitá, a k tomu ještě rychlost, které nabylo účinkem síly těžné a kteráž jest $g \times t$, značí-li g zrychlení síly těžné. Má tudíž tělo na konci doby t rychlost $v = c + g \times t$. Koncem doby t vykonalo tělo účinkem vrhu dráhu $c \times t$ a účinkem tíže dráhu $\frac{1}{2} g \times t^2$, celkem vykonalo tedy tělo v době t dráhu $s = c \times t + \frac{1}{2} g \times t^2$.

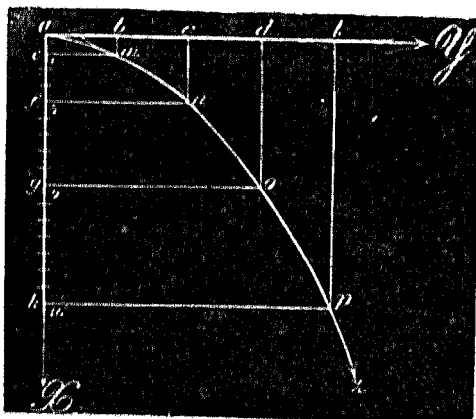
Bylo-li ku př. tělo vrženo svisně dolů rychlostí $c = 30'$, má na konci 3. vteřiny rychlost $v = 30' + 31' \times 3 = 30' + 93' = 123'$ a vykonalo za 3 vteřiny dráhu $s = 30' \times 3 + 15.5' \times 9 = 90' + 139.5' = 229.5'$.

b) Vrhne-li tělo *svisně vzhůru*, působí vrh protivačným směrem onomu, jímž působí tíže, pročež rovná se účinek obou sil zároveň působících rozdílu účinků jejich. Po uplynutí času t jest rychlost c , kterou udělila tělu rychlost okamžitá, *zmenšena* o rychlost $g \times t$, které nabylo účinkem síly těžné, ve směru protivačném působící. Má tudíž tělo na konci doby t rychlost $v = c - g \times t$. Koncem doby t bylo by vykonalo tělo účinkem vrhu dráhu $c \times t$, dráha tato jest však menší o $\frac{1}{2} g \times t^2$, t. j. o dráhu, kterou bylo by vykonalo tělo v též době ve směru protivačném účinkem tíže. Vykoná tudíž tělo v době t skutečně dráhu $s = c \times t - \frac{1}{2} g \times t^2$.

Kulka, vystřelená *svisně vzhůru* rychlostí $c = 400'$, má na konci 4. vteřiny rychlost $v = 400' - 31' \times 4 = 400' - 124' = 276'$ a vystoupila do výšky $s = 400' \times 4 - 15'5'' \times 16 = 1600' - 248' = 1352'$.

Tělo přestane se pohybovat *svisně vzhůru* v tom okamžiku, kde konečná rychlost jeho v bude nullou. Je-li pak $v = 0$, jest též $c - g \times t = 0$, což možno jen tehdy, když $c = g \times t$. Z toho plyne, že $t = \frac{c}{g}$. Poněvadž tělo jen tuto dobu $t = \frac{c}{g}$ stoupá, lze vypočísti výšku, do které vystoupí, vložíme-li do rovnice, která značí dráhu, na místě t hodnotu jeho $\frac{c}{g}$. Jestli pak výška, již tělo dosáhne, $s = c \times \frac{c}{g} - \frac{1}{2} g \times \frac{c^2}{g^2} = \frac{c^2}{g} - \frac{1}{2} \frac{c^2}{g} = \frac{1}{2} \frac{c^2}{g}$. Koule vystřelená z děla *svisně vzhůru* rychlostí $600'$ dosáhne výšky $\frac{1}{2} \cdot \frac{36000}{31} = 36000 : 62 = 5806'$.

Obr. 235.



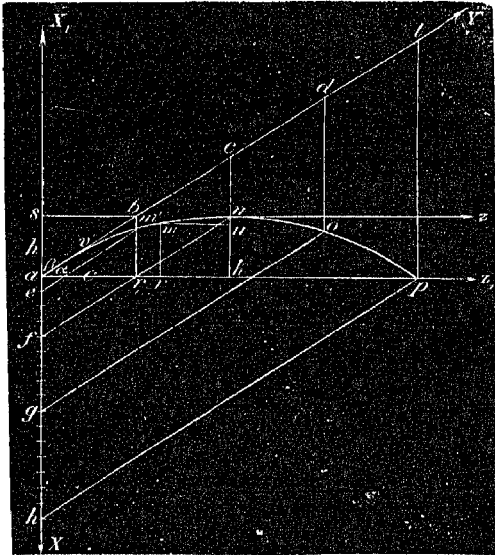
c) Vrhne-li tělo směrem *vodorovným aY* (obr. 235.), pohybovalo by se tímto směrem rovnoměrně a vykonalo by v 1., 2., 3. a 4. vteřině dráhy stejné $ab = bc = cd = dl$. Směrem *aX* *svisně*

dolů působí však v toto tělo tíže a vykonalo-li by tělo v 1. vteřině účinkem jejím dráhu ae , tož byla by dráha ve 2. vteřině ef , ve 3. vteřině fg a ve 4. vteřině gh . Ježto pak přibývá drah těchto v jednotlivých za sebou jdoucích vteřinách jako čísel lichých, musí $ef=3ae$, $fg=5ae$, $gh=7ae$. Sestrojíme příslušné rovnoběžníky $aem'b$, $afnc$, $agod$ a $ahpl$ shledáváme, že musí býti tělo na konci 1., 2., 3. a 4. vteřiny v bodech m , n , o a p . Spojivše pak body tyto s bodem a nabudeme křivky $amnop$, kterou tělo vodorovně vržené opisuje. Křivka tato jest *parabola*, jejíž vrchol jest v a .

Tak pohybuje se kámen, vodorovně vržený, jakož i koule směrem vodorovným vystřelená. — Voda z vodorovných trubíc a žlabů vytékající jest též příkladem takového pohybu.

d) Vrhne-li tělo směrem šikmým aY (obr. 236.), kterýžto směr se směrem vodorovným az_1 svírá úhel $Yaz_1 = \alpha$, tož pohybovalo

Obr. 236.



by se tělo směrem aY rovnoměrně, konajíc v 1., 2., 3. a 4. vteřině stejné dráhy $ab=bc=cd=dl$. Směrem aX svisně dolů působí však v tělo tíže a účinkem jejím konalo by tělo v 1. vteřině dráhu ae , ve 2. vteřině dráhu $3ae=ef$, ve 3. vteřině dráhu $5ae=fg$, a ve 4. vteřině dráhu $7ae=gh$. Sestrojíme rovnoběžníky $aem'b$, $afnc$, $agod$ a $ahpl$ shledáváme, že musí býti tělo na konci 1., 2., 3. a 4. vteřiny v bodech m' , n , o , p . Spojivše pak body tyto s bo-

dem a nabudeme křivky $am'nop$, kterou tělo šikmo vržené opisuje. Křivka tato jest parabola, ze dvou obloukův $am'n$ a nop složená, mající vrchol v n , t. j. v nejvyšším bodu dráhy.

Rychlost okamžité síly $v = ab$ lze rozložití ve dvě složky, z nichž jedna $h = as$ svisně vzhůru směrem ax , a druhá $c = ar$, vodorovně působí. Složka h , působící svisně vzhůru, bude zeslabována účinkem síly těžné, tak že konečně v bodu n , kdež tělo nejvyššího místa své dráhy dostihlo, stane se nullou. Od toho okamžiku, kde složka h přestala působiti, působí pak pouze složka c vodorovným směrem ax . Účinkem této síly a tíže, zároveň v tělo působící, opisuje tělo, jak při vrhu vodorovném bylo vyloženo, parabolu nop . Ješto pak při pohybu v oblouku nop rychlosti ve směru svisně dolů toutéž měrou přibývá, kterou rychlosti při pohybu v oblouku $am'n$ ve směru svisně vzhůru ubývalo, jsou oblouky nop a $am'n$ spolu shodné i jest tudíž oblouk $am'n$ též parabola. —

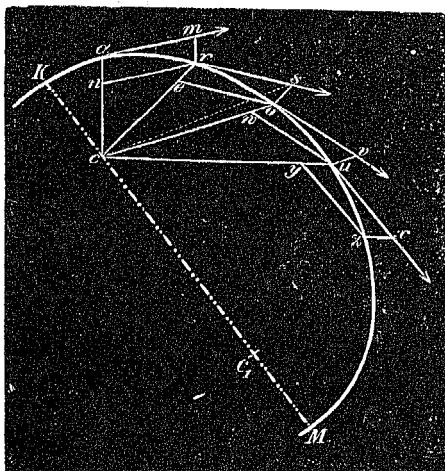
Počtem lze dokázati, že 1. *výška vrhu*, t. j. přímka kn , jest tím větší, čím více blíží se úhel α 90° . Tělo vržené v úhlu 90° , t. j. svisně vzhůru, dostihne výšky největší. 2. *Dálka vrhu*, č. přímka ap jest tím větší, čím více blíží se úhel α 45° . Nejdále doletí tělo vržené v úhlu 45° . Z toho spolu patrné, že vrhneme-li tělo ve dvou rozličných úhlech, jež doplňují se na 90° (ku př. 75° a 15°), jest výška vrhu při úhlu větším ovšem větší, ale dálka vrhu jest v obou případech stejná, neboť jest jeden úhel právě o tolik větší, než 45° , o kolik jest druhý menší než 45° .

Zákony o pohybu těles vržených odvodili jsme, nepřihlížeje ku překážkám pohybu, jmenovitě odporu vzduchu. Při dělostřelbě, kdež hlavně zákony o pohybu kulí vodorovně a šikmo vržených (vystřelených) doznávají praktického užívání, nutno též k odporu vzduchu přihlížeti.

184. Pohyb středoběžný. Působí-li v bod a (obr. 237.) směrem am síla okamžitá a přitahuje-li zároveň tíž bod a ustavičně síla trvalá do bodu c , můžeme tuto sílu trvalou mysliti si složenou z nesčíslného množství sil okamžitých, jež působí jedna po druhé vždy v době nesmírně kratičké. Účinkem síly okamžité octnul by se bod a na konci první kratičké doby v bodu m a působením síly trvalé vykonal by v též době dráhu am ; sestrojením rovnoběžníku $amnr$ shledáváme, že jest bod a na konci první kratičké doby v r . V následující kratičké době pohyboval by se bod a setrvačností dále a vykonal by dráhu $rs = ar$, účinkem síly trvalé, kteráž přitahuje a do c směrem re , vykonalo by a v tétéž době dráhu re ; sestrojivše rovnoběžník $reso$ vidíme, že jest a na konci druhé kratičké doby v o . V třetí kratičké době konalo by a setrvačností dráhu $ou = ro$ a účinkem síly trvalé dráhu ow , i octne se na konci třetí kratičké doby v u ; na konci čtvrté kratičké doby jest a v z atd. Dráhu, kterou tělo koná, sestrojíme, spojivše přímkami body a, r, o, u, z , v nichž tělo na konci nesmírně kratičkých za sebou jdoucích dob se nalézá. Tak nabudeme lomené čáry *arouz*.

Poněvadž působí síla trvalá bez přestávky, jest dráha, kterou a koná, křivka *arouz* a v této křivce obíhá tělo okolo bodu c jako okolo středu, pročež pohyb takový *pohybem středoběžným* se nazývá. Síla, která tělo stále do téhož bodu (středu) c přitahuje, slove *sílu dostředivou* (centripetální) č. *dostředivostí*, ona pak síla,

Obr. 237.



kteřou snaží se tělo účinkem své setrvačnosti v každém bodu dráhy směrem tečné toho bodu se pohybovati a od bodu c se vzdalovati, jmenuje se *síla tečnová* (tangentialní). Bod c nazývá se *střed* a každá přímka, vedená ze středu ku kterémukoliv bodu dráhy, jmenuje se *provodič*.

Země naše jakož i všechny oběžnice pohybují se kolem slunce a oběžnice vedlejší (měsíce) pohybují se kolem oběžnic hlavních způsobem právě vytknutým, konají tudíž pohyb středoběžný. Zákony pohybu toho vyslovil roku 1609 *Kepler*, *Newton* pak je roku 1687 odůvodnil a dokázal, že síla dostředivá, kteráž při oběhu planet působí, jest *všeobecná tíže* č. *gravitace* (odst. 22).

Zákony tyto jsou následující:

1. Všecky oběžnice pohybují se v elipsách kolem slunce, jež v jednom společném ohnisku všech těchto elips se nalézá.

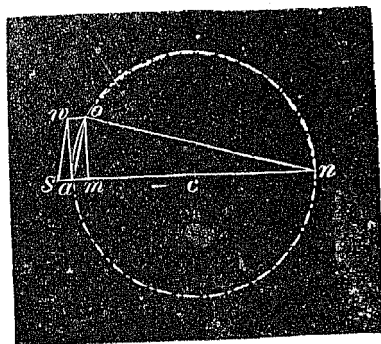
2. Výseče tětých elipsy, opsané provodičem v dobách stejných, jsou sobě rovny, z čehož lze dokázati, že rychlosti v rozličných místech dráhy jsou v převráceném poměru s kolmicemi, vedenými ze středu (ohniska) k tečnám těch kterých bodův dráhy.

3. Čtverce oběžních dob dvou planet mají se k sobě jako krychle (třetí mocnosti) středních vzdáleností týchž planet od slunce.

185. Odstředivost. Je-li tělo přinuceno, aby pohybovalo se v křivce, jeví účinkem setrvačnosti své v každém okamžiku snahu, pohybovati se v přímce, a pouze překážka nějaká aneb síla, která ustavičně pohyb těla v přímce zamezuje, přemáhá účinek setrvač-

nosti a udržuje tělo v pohybu křivočárném. Pohybuje-li se ku př. tělo a (obr. 238.) v kruhu a proběhlo-li v jisté velmi kratičké době oblouk ao , tož by bylo vykonalo, pohybujíc se účinkem setrvačnosti přímočárně směrem tečné, k bodu a ve směru pohybu sestrojené, v též kratičké době dráhu aw . Tuto dráhu aw lze rozložití ve složky as a ao , jichž nabudeme sestrojením rovnoběžníku $aswo$. Konajíc dráhu as vzdalovalo by se tělo a ode středu c onoho kruhu, ve kterém se otáčí, pročež zove se složka, působící směrem as , silou *odstředivou* čili *odstředivosti*.

Obr. 238.



Jak patrné, jest odstředivost účinek setrvačnosti. Poněvadž a dráhu as nekoná, nýbrž v oblouku ao , který s tetivou ao téměř v jedinou přímku se sbíhá, se pohybuje, nutno souditi, že působí pouze složka setrvačnosti ve směru ao , druhá pak složka, jejíž poměrná velikost dána přímku as , totiž *odstředivost*, že ruší se silou stejně velikou, v též přímce protivným směrem působící. Dráhu ao koná tělo, jak při pohybu středoběžném bylo vyloženo, účinkem setrvačnosti aw a síly dostředivé, zároveň působící, jejíž poměrná velikost jest v rovnoběžníku $awom$ dána přímku am . V rovnoběžníku $aswo$ jest $ow = as$ a v rovnoběžníku $wamo$ jest $ow = am$, z čehož plyne $as = am$, t. j. odstředivost rovná se dostředivosti a obě síly působí v též přímce směrem protivným, pročež při pohybu těles v křivce odstředivost ruší se dostředivostí. — Upevníme-li tělo na niti a otáčíme-li je v kruhu, jeví se odstředivost silným napnutím nitě; pevnost nitě, pokud se nepřetrhne, působí co síla dostředivá. —

Zákony, jimiž spravuje se odstředivost v působení svém, jsou následující:

1. Odstředivosti přibývá tou měrou, kterou přibývá hmoty těla v kruhu se otáčejícího, pročež hmota 2-, 3-, 4kráté větší má odstředivost 2-, 3-, 4kráté větší.

2. Odstředivost jest tím větší, čím větší jest poloměr kruhu, ve kterém tělo se otáčí, tak že, je-li poloměr 2-, 3-, 4kráté větší, jest i odstředivost 2-, 3-, 4kráté větší.

3. Odstředivost jest čtverečně větší, je-li větší rychlost, kterou tělo v kruhu se pohybuje, tak že, je-li rychlost 2-, 3-, 4kráté větší, jest odstředivost $2 \times 2 = 4$ kráté, $3 \times 3 = 9$ kráté, $4 \times 4 = 16$ kráté větší.

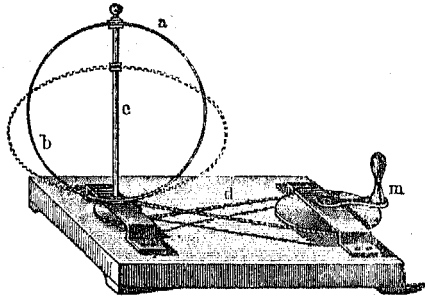
Zákony právě vytknuté lze pozorovati při zkouškách, jež konají se pomocí stroje odstředivého.

Odstředivý stroj (obr. 239.) skládá se z většího kotouče neb kola m , jež klikou se otáčí. Pohyb kotouče m převádí se šňůrou d na kotouč menší, který tolikráté rychleji se otáčí, kolikráté poloměr jeho menší jest než poloměr kotouče m . Je-li ku př. poloměr kotouče m 12" a malého kotouče 2", otočí

se malý kotouč 6krát, když veliký kotouč jednou se otočil. Na osu malého kotouče nasazují a upevňují se předměty, na nichž chceme účinek odstředivosti pozorovati.

Upevníme-li na stroj odstředivý vodorovný drát, na němž volně posouvá se provrtná kulička kovová, posouváme-li kuličku poněkud od osy a otáčíme-li stroj odstředivý, tož vzdaluje se kulička co nejdále od osy. Je-li kulička spojena šňůrkou se závažím, jež musí zdvihati, když od osy se vzdaluje, zdvihá závaží a překonává odstředivost svou tíží, kteráž tu co dostředivost působí, zabraňuje kuličce vzdalovati se od osy. Ve vzdálenosti dvakrát tak veliké od osy zdvihá kulička závaží dvakrát tak těžké a otáčeli-li se dvakrát tak rychle, zdvihá závaží 4krát tak těžké.

Obr. 239.



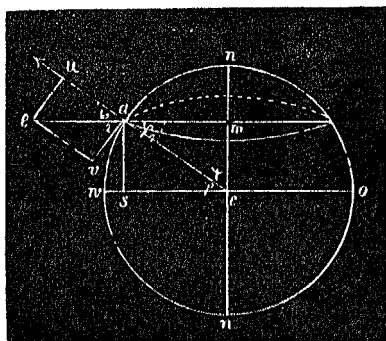
Jsou-li na drátu vodorovném dvě kuličky snadně posuvné, šňůrou vespolek spojené, stejně těžké a stejně od osy vzdálené, zůstávají při pohybu vždy v původní poloze, poněvadž odstředivost jedné ruší se odstředivostí druhé. Je-li při stejné vzdálenosti jedna kulička těžší aneb při stejné váze jedna ode středu vzdálenější, posouvne se těžší aneb vzdálenější až na konec drátu a stáhne i druhou kuličku k sobě. Byla-li jedna z kuliček těžší, ale ose právě tolikrát blíže, kolikrát jest těžší než druhá, zůstávají kuličky při otáčení vždy v původní poloze, majíce odstředivost stejnou. (Vyplývá ze zákonu 1. a 2.) — Dáme-li na stroj odstředivý válcovité nádoby k ose skloněné, na obou koncích uzavřené, něco kapaliny obsahující, zaujímá kapalina v klidu polohu nejnižší a jest na dolejších konci nádob při ose. Otáčíme-li stroj, stoupá kapalina účinkem odstředivosti na druhý konec nádob a pohybuje se tudíž po nakloněné rovině vzhůru. Otáčíme-li kolem osy její uzavřenou bání skleněnou, v níž jsou kapaliny rozličné hutné, jako: rtuť, zbarvená voda a olej, osadí se kapaliny na stěnách bání v soustředných pásmech a sice objeví se rtuť uprostřed, kde bání nejšířší, po obou stranách rtuťi uzmíme vodu a za vodou olej. Jestli rtuť nejhutnější z těchto kapalin, pročež odstředivost a tudíž i vzdálenost její od osy největší. (Tak lze znázorniti tři pásma zemská.) — Upevníme-li na ose odstředivého stroje válcovitou nádobu nahore otevřenou, asi do polou vodou naplněnou, a otáčíme-li ji, tož voda uprostřed se vyhlubí a ku pokrajům stoupá, při rychlejším otáčení pak přes pokraje stříká. — Mosačný kruh *ab* (obr. 239.) kolem osy *c* odstředivým strojem rychle otáčený, splošťuje se shora i zdola a nabývá tvaru elipsovitého, poněvadž částice od osy vzdálenější mají větší odstředivost. Otáčíme-li okolo osy měkkou kouli hliněnou, splošťuje se takéž na točnách a nabývá tvaru elipsoidu.

Z odstředivosti lze vyložití mnohé výjevy.

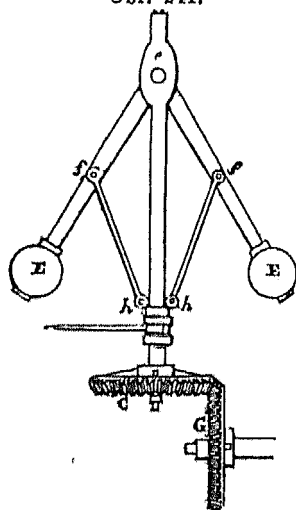
Země naše splošťela na obou točnách účinkem odstředivosti, rychlým otáčením země okolo osy vznikající. Ku dokladu toho slouží zkouška předcházející. Blíže točen jest vzdálenost povrchu zemského ode středu zemského menší a proto síla těžná a tudíž i zrychlení větší než blíže rovníku. Účinkem

odstředivosti ubývá velikosti tíže od točen k rovníku ještě z příčiny následující: Značí-li nm (obr. 240) osu zemskou, tož otáčí se hmotná částice w na rovníku zemském v kruhu největším, jehož poloměr jest ow . Jiná hmotná částice a otáčí se v kruhu, jehož poloměr jest oa . Značí-li ac odstředivost částice a a rozložíme-li ac ve složky av a au , tož patrně, že složkou av , působící směrem prodlouženého poloměru zemského oa , ruší se část síly těžné, působící do středu zemského směrem ac . Čím blíže rovníku částice země se nalézá, tím větší jest odstředivost její, tím větší i složka této odstředivosti, kterou tíže se zmenšuje, a tím menší jest tíže. Na rovníku, kdež jest odstředivost největší a působí celou velikostí svou protivným směrem tíži, jest tudíž tíže nejmenší. — Kruh oběžnice Saturnu povstal účinkem odstředivosti. — Kladivo a sekera smekají se a odletují s násady (topůrka), otáčíme-li je, držíce rukovět na konci, rychle v kruhu. — Bláto stříká s kol voznic a voda s brusů. — Kola mlýnská, setrvačníky a mlýnské kameny trhají se úsilně účinkem odstředivosti a kusy jejich daleko se rozletují. — Předmět na mlýnský kámen aneb na hrncířský kotouč položený odletí velmi brzy, otáčeli-li se kámen aneb kotouč dosti rychle. — Vozy i saně se zvrhají, zatočí-li se prudec v oblouku silně zakřiveném. — Postavíme-li sklenici plnou vody na obruč, můžeme obruč rychle v kruhu otáčeti, aniž by kapka vody vytekla aneb sklenice spadla. Podobně lze koš plný vajec, na provaze upevněný, v kruhu otáčeti, aniž by jediné vejce vypadlo.

Obr. 240.



Obr. 241.



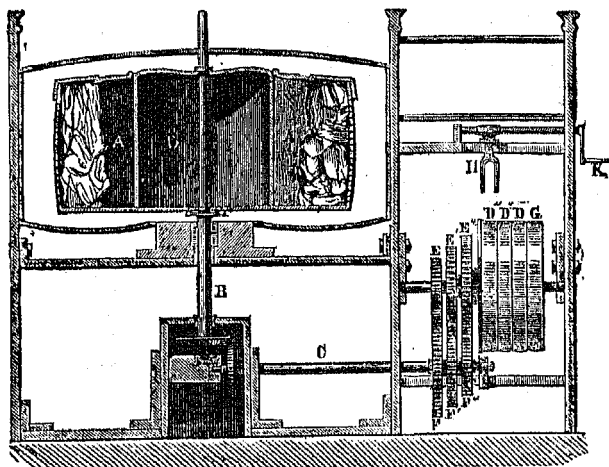
V odstředivosti zakládají se mnohé výkony i nutno v nejjedné příčině k ní přihlížeti.

Jezdec i kůň, v kruhu rychle jezdící, kloní se ku středu kruhu. — Podobně kloníme se klouzající se na ledě, když v oblouku se zahybáme, do vnitř oblouku. — Kdekoliv železnice v oblouku se zatočí, jest vnější kolej výše položena. — V mlýně padá obilí do otvoru běhounu, odtud pak puří je odstředivost mezi oběma kameny až ku pokraji jejich. — Prak, druhdy co zbraň užívaný, zakládá se v odstředivosti. — Hlína na kotouči hrncířském, rychle se otáčejícím, tlačí se odstředivostí ode středu ku pokrajům a tím usnadňuje se velice práce hrncíře, jemuž třeba toliko na příslušném místě ruce přiložit, aby nádoba se vytvořila.

V odstředivosti zakládají se mnohé důležité stroje.

Rovnatel odstředivý skládá se ze dvou těžkých kul *EE* (obr. 241), upevněných dvěma rameny v *e* spojenými a kolem svislé osy otáčivými. Tyče *fh* spojeny jsou v *f* s těmito rameny a v *h* s cívkou *hh*, kteráž na svislé ose volně nahoru i dolů může se posouvat. Ozubenými koly *OG* přivádějí se, jak z obrázce patrné, koule v otáčení ve kruhu, a vzdalující se od osy, posouvají cívku *hh* vzhůru. Rovnatel odstředivým řídí se přítok páry z kotle do párních strojů. Přitéká-li páry příliš mnoho, pohybuje se parní stroj rychleji, i pohybují se rychleji též obě ozubená kola *OG*, se strojem spojená. Koule *EE* nabývají odstředivosti větší, vzdalují se od osy více, posouvají cívku *hh* výše a pomocí pákového přístroje s cívkou spojeného (v levo cívky naznačeného) přivře se otvor, kterým pára z kotle do stroje proudí. Zmenší-li se otvor, přitéká do stroje páry méně a pohyb stroje se umírní. Jde-li stroj příliš zvolna, děje se vše naopak; cívka *hh* klesá níže a pákovým přístrojem rozšíří se otvor, aby více páry ke stroji přitékalo a pohyb jeho se zrychlil. — *Hessův stroj ku zdvihání vody* záleží ve dvou neb více trubicích na svislé ose upevněných, dole sbíhavých, čím výše tím rozsbíhavějších. Hořejší otvor trubic jest dolů zahnutý a ústí do okrouhlého žlabu. Jsou-li trubice dolejší otvorem ponořeny ve vodě a otáčejí-li se rychle kolem svislé osy, stoupá v nich voda odstředivostí vzhůru a vytéká z hořejších otvorů do okrouhlého žlabu. — *Odstředivý měch* jest vodorovný válec železný, mající uprostřed obou postranních kruhovitých stěn otvory, kterými vzduch do něho vniká. V ose válce jest hřídel vodorovný, na němž v kruhu nasazeny jsou lopatky poněkud zakřivené.

Obr. 242.



Otáčí li se hřídel velmi rychle (800—2000krát za minutu), přivádí se vzduch do válce vstupující lopatkami v pohyb ve kruhu, puď se odstředivostí úsilně k obvodu válce, odkudž pak otvorem do výhne úsilně a stále proudí. — *Odstředivé stroje ku provětrávání bání* mají podobnou úpravu, vyjímaje toliko, že válec a tudíž i hřídel má polohu svislou a že do otvoru ve středu dolejší kruhovitě stěny válce proudí pokažený vzduch z bání. — *Odstředivý sušič* jest dutý válec *AA* (obr. 242.), nahoře i dole uzavřený, na oblině po stranách četnými otvory opatřený, kolem stojatého hřídele *B* otáčivý. Hřídel *B* přivádí se pomocí ozubených kol v otáčení hřídelem ležatým *C*, na němž nasazena

jsou ozubená kola F , F' a F'' , jež otáčejí se ozubenými koly E , E' a E'' , z nichž každé nasazeno na společném hřídeli s jedním kolem D , D' a D'' . Řemenem, který pomocí vidlice H na kterékoliv z kol D , D' aneb D'' se posouvá, spojuje se stroj s kolem na hřídeli, jež se otáčí. Poněvadž mají kola E , E' a E'' rozličný počet zubův, lze sušič přivésti v otáčení rychlejší neb volnějši. Do válce AA rozloží se rovnoměrně kolem do kola mokré tkaniny, odstředivostí vypudí se pak z nich voda skrze otvory obliny a za několik minut jsou tkaniny suché. Chceme-li stroj zastaviti, převede se vidlici H pomocí klíky K řemen na kolo G , jež volně na hřídeli se otáčí a se sušičem spojeno není. — Zcela podobnou úpravu má *odstředivé cedidlo*, jehož užívá se v cukrárnách k oddělování syruhu od cukru. Syruh otvory obliny vypuzený sbírá se v nádobě, která válec AA obklopuje.

186. Dynamické měření sil. Síly poznáváme pouze z účinkův jejich.

a) Působí-li *síla okamžitá* v nějaké tělo, pohybuje se tělo jistou rychlostí, i soudíme, že byla síla tím větší, čím větší jest rychlost. Pokládáme-li za jednotku sil onu sílu, která 1 libru hmoty pohybuje rychlostí 1 stopy, jest síla, která pohybuje 1 libru rychlostí C stop, C krát tak veliká, i rovná se tudíž síla ta C . Pohybuje-li se M liber rychlostí C , musí síla P , přemáhající setrvačnost M krát tak velikou, býti M krát tak veliká jako C , pročez $P = M \times C$. Součin hmotnosti a rychlosti značí *velikost pohybu* č. *hybnost hmoty*.

b) Totéž platí o *silách stálých*. Vyměníme-li rychlost C za zrychlení G , jest velikost síly stálé $P = M \times G$, t. j. rovná se hybnost hmoty součinu hmotnosti a zrychlení.

187. Ráz. Setká-li se tělo jedno v pohybu svém náhle s tělem druhým, jež buď v klidu se nalézá, buď se pohybuje, slove vzájemné působení těla jednoho ve druhé *ráz*.

Ve fysice pozoruje se hlavně ráz kulí, jež, setkavše se ve spolek, pouze v jediném bodu spolu se dotýkají. Koule jsou pak buď nepružné, buď pružné.

Jsou-li směry pohybu kolmo na ploše, ve které koule se setkávají, nazývá se ráz *přímým*, jinak jest *šikmý*. Protíná-li směr rázu těžiště kulí, jmenuje se ráz *středním*, jinak jest *výstřední*.

a) *Přímý, střední ráz kulí nepružných.* 1. Má-li koule A hmotnost M a pohybuje-li se rychlostí C , má-li koule B hmotnost m a pohybuje-li se rychlostí c , pohybují-li se obě koule týmž směrem a je-li $C > c$, tož setká se koule A s kulí B i vznikne ráz. Po sražení postupují obě koule toutéž rychlostí x . Koule A postřkuje totiž kouli B tak dlouho, až jest rychlost obou kulí stejná; nemožnoť míti A po rázu rychlost *větší*, neboť by ráz ještě déle trval a taktéž nemůže míti rychlost *menší*, neboť sděluje koule A kouli B rychlosti jen potud, pokud B v běhu jí překáží.

Rychlost x , kterou se pohybují obě koule po rázu, lze následovně stanoviti: Poněvadž pohybem rázem síla na zmar nepřichází, musí součet hybností obou kulí před rázem, totiž $M \cdot C + m \cdot c$ rovnati se součtu hybností obou kulí po rázu, totiž $M \cdot x + m \cdot x$ čili $(M + m) \cdot x$. Je-li pak $M \cdot C + m \cdot c = (M + m) \cdot x$,

jest $x = \frac{M \cdot C + m \cdot c}{M + m}$ Váží-li ku př. A 20 čl. a pohybuje-li se rychlostí 8', váží-li

B 6 čl. a pohybuje-li se rychlostí 4', jest $x = \frac{20 \cdot 8 + 6 \cdot 4}{20 + 6} = 18\frac{4}{6} : 26 = 7\frac{1}{3}'$.

2. Narazí-li pohybující se koule A na kouli B , která jest v klidu, sděluje A kouli B rychlostí tak dlouhou, až se pohybují obě stejnou rychlostí x a směrem tím, kterým se pohybovala koule A .

Poněvadž jest opět součet hybností obou kulí před rázem rovný součtu hybností obou kulí po rázu, totiž $M \cdot C = M \cdot x + m \cdot x$ čili $M \cdot C = (M + m) \cdot x$,

jest $x = \frac{M \cdot C}{M + m}$.

Váží-li A 40 čl. , a pohybuje-li se rychlostí 6' a váží-li koule B v klidu se nalézající 8 čl. , jest $x = \frac{40 \cdot 6}{40 + 8} = 240 : 48 = 5'$.

3. Pohybují-li se koule A a B směrem protivným, zruší se část větší hybnosti hybností menší, protivným směrem působící, a zbývající hybnost přechází pak na obě koule, jež pohybují se pak toutéž rychlostí x ve směru, kterým pohybovala se koule, jejíž hybnost byla větší. Jsou-li hybnosti obou kulí před rázem sobě rovny, zruší se vespolek a obě koule zůstanou po rázu v klidu.

Je-li hybnost $M \cdot C > m \cdot c$, jest zbývající rozdíl hybností $M \cdot C - m \cdot c = (M + m) x$, pročež $x = \frac{M \cdot C - m \cdot c}{M + m}$

Je-li $M = 30 \text{ čl.}$, $m = 10 \text{ čl.}$, $C = 8'$, $c = 6'$, jest $x = \frac{30 \cdot 8 - 10 \cdot 6}{30 + 10} = 180 : 40 = 4\frac{1}{2}'$.

Jsou-li hmotností obou kulí stejny, totiž $M = m$, pohybují se po rázu v případě prvním koule rychlostí $x = \frac{C + c}{2}$, to jest součet rychlostí obou rozdělí se mezi obě stejnou měrou; — v případě druhém jest po rázu rychlost $x = \frac{C}{2}$, t. j. koule se pohybující podrží polovici své rychlosti, druhou polovici pak sdělí té, která byla v klidu; — v případě třetím jest rychlost obou kulí $x = \frac{C - c}{2}$, t. j. po rázu zbývající rozdíl obou rychlostí rozdělí se mezi obě koule stejnou měrou.

V rázu těles nepružných zakládá se zarážení kolů (tak zvaných jehel) do země *beranem*, t. j. těžkým, železem okovaným špalkem, který do výšky se zdvihá (viz str. 187). a spadnuv na kůl naráží. — *Kyvadlo ballistické*, jímž měří se rychlost koule, z děla vystřelené, jest velmi těžký, dřevěný, železem pobitý špalek, na tyčích zavěšený, do něhož koule naráží. Z velikosti úhlu, kterým kyvadlo ze svislé polohy se vyšinulo, vypočítává se rychlost koule.

2. *Přímý, střední ráz kulí pružných.* Srazí-li se dvě pružné koule vespolek, stlačí a splotí se obě rázem v místě, kde vespo-

lek se dotýkají, pružností nabývají pak opět původního objemu a tvaru a roztahující se toutéž silou, kterou se stlačily, mění tudíž rychlost svou netoliko rázem, nýbrž i pružností.

Sraží-li se pružné koule *stejně veliké*, vyměňují rázem a účinkem pružnosti své rychlosti.

1. Narazí-li koule *A*, pohybující se rychlostí *C*, na jinou stejně velikou, v klidu se nalézající kouli *B*, zůstane *A* v klidu a *B* pohybuje se rychlostí *C* tím směrem, jímž koule *A* se pohybovala.

Kdyby byly koule nepružné, pohybovaly by se po rázu obě rychlostí $\frac{C}{2}$, z čehož patrně, že koule *A* polovicí své rychlosti pozbyla a koule *B* rychlostí $\frac{C}{2}$ nabyla. Obě koule sploštily se však rázem a nabývají účinkem pružnosti původního tvaru i objemu. Roztahující se toutéž silou, kterouž byla stlačena, naráží koule *B* na kouli *A* protivným směrem onomu, kterým koule *A* se pohybovala, čímž rychlost $\frac{C}{2}$, kouli *A* zbývající, se ruší a *A* se zastaví. Koule *A*, roztahující se týmž směrem, kterým se pohybovala, naráží na kouli *B* a sděluje jí opětně rychlost $\frac{C}{2}$, pročež po rázu *B* rychlostí $\frac{C}{2} + \frac{C}{2} = C$ se pohybuje.

2. Pohybují-li se obě koule týmž směrem, a sice *A* rychlostí *C*, *B* rychlostí *c*, pohybují se i po rázu obě týmž směrem, ale *A* rychlostí *c* a *B* rychlostí *C*.

3. Pohybují-li se koule směrem protivným, a sice *A* rychlostí *C* *B* rychlostí *c*, vyměňují rázem a účinkem pružnosti netoliko rychlost, nýbrž i směr, tak že po rázu pohybuje se *A* rychlostí *c* a směrem tím, jímž pohybovala se koule *B*, a *B* pohybuje se rychlostí *C* a směrem, jímž pohybovala se koule *A*.

K dokladu zákonův rázu kulí pružných užívá se kulí ze slonoviny zhotovených, vedlé sebe tak zavěšených, že v klidu jedna druhé se dotýká a středy jejich v tétož vodorovné přímce v klidu se nalézají. — Zavěsíme-li tímto způsobem několik pružných, stejně velikých kulí vedle sebe, vyšineme-li pak první v jistém oblouku a necháme-li ji na ostatní dopadnouti, zůstávají po nárazu všechny koule v klidu, vyjímaje poslední, kteráž ze své polohy odrazí se v témž oblouku, kterým byla první z polohy své vyšinuta. Vyšineme-li 2, 3, 4 koule krajní a necháme-li je na ostatní dopadnouti odrazí se 2, 3, 4 koule poslední atd., což z předcházejícího 1. zákona snadno lze vyložit.

Hra na kulečnicku zakládá se v rázu kulí pružných, ze slonoviny zhotovených.

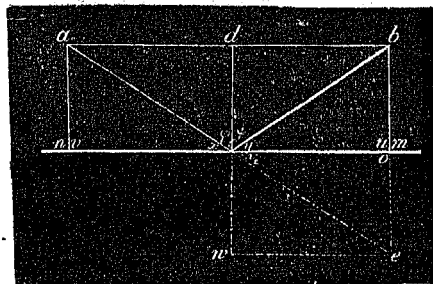
3. *Ráz kulí na nehybnou stěnu.* a) Vrazí-li nepružná koule na nehybnou stěnu *mn* (obr. 243.) kolmým směrem *dc*, pozbývá odporem stěny veškeré své hybnosti, a není-li stěna vodorovná, padá koule po rázu účinkem tíže k zemi. — Vrazí-li nepružná koule šikmo na stěnu *mn* silou, jejíž směr a poměrná velikost dány jsou přímkou *ac*, tož prodloužíme směr *ac*, znázorníme sílu přímkou *ce=ac* a rozložíme *ce* ve složky *cw* a *cm*. Účinek složky *cw*, pů-

sobcí kolmo na stěnu, zruší se odporem nehybné stěny a účinkem druhé složky cm pohybuje se koule po rázu podél stěny ve směru cm .

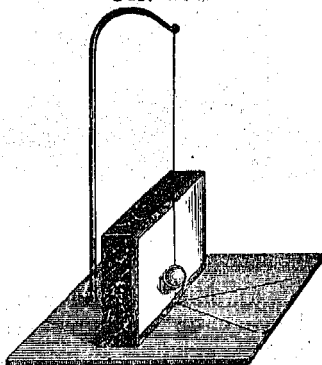
b) Je-li koule dokonale pružná, a narazí-li na nehybnou stěnu mn kolmým směrem dc silou, jejíž poměrná velikost dána přímkou cv , tož stlačí se toutéž silou, kterou na stěnu narazila a nabývající účinkem pružnosti předešlého tvaru i objemu odráží se ode stěny ve směru protivném silou, jejíž směr i poměrná velikost dána přímkou cd . Síla, kterou koule ode stěny se odráží, jest tak veliká jako ona, kterou na stěnu narazila, tak že $cd = cv$. Totéž děje se, když jest koule nepružná a stěna pružná, aneb je-li koule i stěna pružná. — Narazí-li pružná koule na nehybnou stěnu mn směrem šikmým ac , tož prodloužíme směr ac , znázorníme sílu přímkou $ce = ac$ a rozložíme ce ve složky cv a cm . Účinkem složky cv odráží se koule ode stěny silou cd (jak právě bylo vyloženo) a složka cm , kteráž při rázu nepůsobí, zůstane nezměněna. Sestrojíme-li pak ze sil cd a cm rovnoběžník sil cbm , jeví se cb co výslednice, z čehož patrné, že koule vržená na stěnu směrem ac , odráží se ode stěny směrem cb .

Trojúhelníky cem a cbm jsou shodny, neboť jest strana cm oběma společná, $bm = cd = cv = em$ a $\sphericalangle o = \sphericalangle u = 90^\circ$, pročež $\sphericalangle x_1 = y$, ješto však $\sphericalangle x_1 = x$, jest též $\sphericalangle x = \sphericalangle y$ a tudíž i $\sphericalangle \varphi = \sphericalangle \psi$ (neboť jest $\sphericalangle x + \sphericalangle \varphi = \sphericalangle y + \sphericalangle \psi = 90^\circ$).

Obr. 243.



Obr. 244.



Úhel φ , jež svírá směr ac koule dopadající s kolmicí dc , sestrojenou v bodu c , kde koule na plochu mn narazí, nazývá se úhel dopadu; úhel ψ , jež skládá s toutéž kolmicí směr cb koule odražené, nazývá se úhel odrazu, a poněvadž jsou trojúhelníky acd a bcd v též rovině, spravuje se odraz těles pružných při šikmém rázu zákonem:

Tělesa pružná odrážejí se v též rovině, ve které na stěnu dopadají, a úhel dopadu rovná se úhlu odrazu.

Kámen, šikmo na hladinu vody vržený, odráží se od pružné hladiny v téměř úhlu, ve kterém dopadá, ale směrem protivným; taktéž odráží se od hladiny kulka šikmo na ni dopadající, čehož třeba šetřiti při střelení ptactva vodního, aby možné neštěstí se zabránilo. Odrazu kulí pružných ode stěny užívá se též při hře na kulečnicku a v dělostřelectví při ranách odrážecích (ricochetových).

Ku dokladu zákona odrazu ode stěny užívá se přístroje znázorněného obr. 244. Koule jest ze slonoviny a deska bývá mramorová.

Překážky v pohybu.

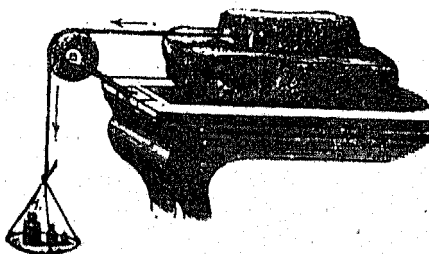
188. Tření. Všecka tělesa jsou průlinčitá, pročež, byť i povrch jejich byl co nejlépe uhlazen, jest na něm přece mnoho prohlubin a vyvýšenin. Leží-li tělo *A* (obr. 245.) na druhém, vznikají tlakem, jež váha těla *A* způsobuje, vyvýšeniny těla jednoho do prohlubin těla druhého. Pohybuje-li se pak tělo *A* po druhém, musí vyvýšeniny se ulámati, zohybatí aneb z prohlubin vytrhati, čímž vzniká překážka v pohybu, která se nazývá *tření* a kterou částí hybné síly překonati nutno.

Pohybují-li se částice povrchu jednoho těla s částicemi povrchu druhého těla *rovnoběžně*, vzniká *tření vlačné*; *valí-li* se aneb *kolotá-li* tělo jedno po druhém, vzniká *tření valné*.

Obr. 245.



Obr. 246.



a) *Tření vlačné* možno zkouškou stanoviti. Tělo *A* (obr. 246.) položí se uhlazeným povrchem na uhlazený povrch těla *B*, a na misku, která jest šňůrou přes kladku vrženou s tělem *A* spojena, přikládá se závaží tak dlouho, až tělo *A* po těle *B* rovnoměrně se pohybuje. Vahou misky a závaží na ní se nalézajícího jest pak velikost *tření vlačného* vytknuta.

Ze zkoušek v té příčině konaných seznány následující zákony *tření vlačného*:

1. *Tření* přibývá i ubývá tou měrou, kterou přibývá i ubývá tlaku, působícího svisně na plochy, jež vespolek se trou. Tlak tento spravuje se vahou těla svrchního, jež po druhém spodním se vleče.

2. Velikost tření nespravuje se velikostí ploch se troucích, ani rychlostí, kterou jedno tělo po druhém se vleče.

3. Tření jest s počátku pohybu větší, než když tělo v pohybu již se nalézá.

4. Tření jest tím větší, čím *drsnější* jsou plochy vespolek se troucí; mezi hmotami *nestejnorodými* jest tření *menší* než mezi stejnorodými.

Tření zmenšujeme uhlazením ploch vespolek se troucích a natíráním jich přiměřenými mazadly, jimiž prohlubiny se vyplňují, jakož i tím, že bēřeme k těm kterým účelům hmoty nestejnorodé, ku př. *železné čepy a mosazné pánvice* atd.

b) *Tření valné* jest menší než tření vlačné, neboť valí-li se jedno tělo po druhém vytrhují se vyvýšeniny jednoho z prohlubin druhého i netřeba tudíž vyvýšeniny ulámati aneb zohybatí.

Ze zkoušek v příčině té konaných seznáno, že přibývá tření valného tou měrou, kterou přibývá tlaku a kterou ubývá poloměru těla, jež po druhém se valí.

Tření vlačné proměňuje se často ve tření valné, které jest menší; tak ku př. podkládáme pod tělo válce neb kolečka, abychom je mohli valiti. Čep δ (obr. 247.) kol a kladek protitorných pohybuje se mnohdy na obvodu dvou kol neb kladek kk , jež okolo čepů 1, 2 se otáčejí, čímž vlačné tření čepu δ mění se ve valné.

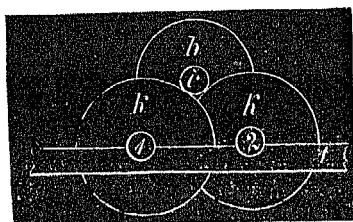
Třením přichází valná část síly hybné na zmar, k čemuž hlavně při užívání strojů k rozličným účelům nutno přihlížeti; jestiť však přece tření ve mnohých případech velmi užitečné a nutně potřebné.

Kdyby nebylo tření, nemohli bychom na nakloněnou ploše ani státi ani choditi a každý předmět padal by po nakloněnou ploše dolů; hřeby a šrouby vylézaly by a klín a šroub nehodily by se ku spojování, upevňování a stlačování předmětů; bez tření nbylo by lze pohyb kola jednoho na druhé pomoci řemenů převáděti; třením zadržuje se vůz s vrhu jedoucí v pohybu příliš rychlém a zastavuje se vlak na stanicí; třením smyčce na strunách vznikají tóny; třením opírají se kola o železné koleje na železnicích a jen tak jest pohyb vozů železničných možný; beze tření nemohli bychom ničeho v ruce udržeti.

Kromě tření překáží pohybu *neohravnost* provazů, řemenů a řetězů a *přilnavost*.

189. Odpor prostředí. Každé tělo pohybuje se buď v kapalině buď ve vzdušinė, obyčejně ve vzduchu, a musí tudíž částice tohoto *neprostupného prostředí* vytlačovati z prostoru, jež samo zaujímá. Poněvadž jest prostředí netoliko neprostupné, nýbrž i setrvačné, staví se pohybujícímu se tělu na *odpor*, jež částí hybné síly překonávati nutno.

Obr. 247.



1. Odporu prostředí přibývá tou měrou, kterou přibývá hustoty jeho, neboť čím jest prostředí hustější, tím více hmoty musí tělo z prostoru stejného objemu vytlačovati.

Ve vodě nemůžeme se pohybovati tak volně jako ve vzduchu, neboť jest voda mnohem hustší než vzduch a tudíž odpor její mnohem větší.

2. Odpor prostředí jest tím menší, čím menší plochou tělo v pohybu svém na ně naráží.

Ptáci mají hlavu ve špičatý zobák zúženou; ryby mají hlavu zašpičatělou; lodí bývají na koncích zúženy.

3. Odpor prostředí jest tím větší, čím větší jest rychlost, kterou tělo v prostředí se pohybuje, a sice jest odpor, nehledíme-li ku tření, $2 \times 2 = 4$ kráte, $3 \times 3 = 9$ kráte, $4 \times 4 = 16$ kráte větší, je-li rychlost těla 2-, 3-, 4kráte větší; neboť je-li rychlost 2kráte tak veliká, musí za tutéž dobu 2kráte tolik prostředí rychlostí 2kráte tak velikou ze prostoru se vytlačovati, čímž odpor stává se $2 \times 2 = 4$ kráte tak velikým.

Plování lidí, zvířat a lodí a létání ptáků a jiných živočichů ve vzduchu bylo by bez odporu těchto prostředí naprosto nemožno.

Odporu vzduchu užívá se při padáku, který se podobá velikému rozepnutému deštníku, na jehož pokrajích upevněny jsou silné šňůry, jimiž zavěšen jest koš, do kterého člověk se posadí. Padákem lze s větší výškou bezpečně dolů se spouštěti, ježto odpor vzduchu, zdola na padák tlačícího, prudké padání zamezuje.

Stoupání papírových draků a létadel ve vzduchu ukazuje patrně odpor vzduchu.

C. Rovnováha kapalin.

(Hydrostatika.)

190. Povaha kapalin. Kapaliny liší se od těles pevných tím, že částičky jejich jsou *velmi snadně pošivutelné*, pročež i nepatrnými silami v pohyb se přivádějí, kdežto částice těles pevných, jsouce více méně vespolek spojeny, odporují silám, jimiž chceme od sebe je vzdalovati.

Od vzdušín liší se kapaliny tím, že vzdušiny můžeme snadno a značně stlačovati, kapaliny lze však největšími silami mechanickými stlačovati tak nepatrně, že v mnohých případech za *nestlačitelné* lze je pokládati.

Kapaliny jsou dokonale *pružné*, tak že, byly-li stlačeny, nabývají ihned původního objemu a tvaru, jakmile tlak působiti přestal.

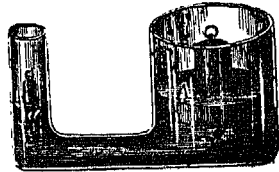
191. Rozptylování tlaku v kapalinách. Částice kapalin jsou velmi snadně *pošivutelné*, proto unikají tlaku, který v ně působí; nemohou-li však v nádobě uzavřené tlaku uniknouti, roz-

ptyluje jej, byl působil směrem jakýmkoliv, okamžitě toutéž měrou ve všech směrech.

Tlačíme-li jistým závažím na píst a (obr. 248.), který uzavírá nádobu s kapalinou, působí tlak ten ovšem toliko na vrstvu kapaliny n , které píst se dotýká. Pro snadnou pošinitelnost svou neodporují však částičky vrstvy n tlaku pístu a , nýbrž, chtějíce tlaku tomu ve všech směrech uniknouti, sdělují tlak stejnou měrou částicím sousedním, jež opět stejnou měrou dále ve všech směrech jej rozšiřují, a tak rozptyluje se tlak v celé kapalině stejnou měrou ve všech směrech až ku stěně nádobu.

Na každou plochu stěny tak velikou, jako jest spodní plocha pístu a , tlačí tolik částic kapaliny, kolik jich od pístu stlačováno, protože každá část stěny, tak veliká jako plocha pístu a , doznává tlaku, který rovná se závaží na píst a vloženému. Poněvadž na ploše 2-, 3-, ... nkrátě větší jest částic kapaliny 2-, 3-, ... nkrátě více, jest tlak na plochu stěny vůbec tolikrátě tak veliký, jako tlak pístu, kolikrátě jest plocha pístu v ploše stěny obsažena.

Obr. 248.



Je-li ku př. n plocha pístu a , na nějž tlačí závaží p , je-li N plocha pístu A a P tlak na píst A , má se $p : P = n : N$. Má-li tudíž zůstatí kapalina v rovnováze, musíme na A přiložití závaží P tolikrátě větší než p , kolikrátě N větší jest než n .

V zákonu právě odvozeném zakládá se úprava *Bramahova lisu vodního* č. *hydraulického*, jež znázorňuje obr. 249. V nádrži s vodou b jest pumpa na tlak, pohybující se pákou. Vytáhne-li se píst s vzhůru, vniká voda, prostřední sítem r a otevřeví záklopku i , do válce pod píst s . Stlačí-li se píst s dolů, uniká voda tlaku pístu, uzavře záklopku i , otevře pak záklopku d a přichází trubici tt do válce cc , kdež, po opětém vytahování a stlačování pístu s se nahromadující, zdvihá tlakem svým píst pp , a sblížíuje desku nn s pístem pp spojenou ku desce e , pročež předměty mezi obě desky nn a e vložené se stlačují.

Je-li na páce, kterou píst s se stlačuje, rameno síly 10krátě tak dlouhé jako rameno břemene a je-li síla 25 čl. , tož působí píst s na vodu tlakem 250 čl. , je-li pak plocha pístu p 20krátě tak veliká jako plocha pístu s , zdvihá se píst p silou 250 $\text{čl.} \times 20 = 5000 \text{čl.}$, nehledíme-li ku tření, kterým část síly se zmaří.

Vodního lisu užívá se k vytlačování šťavy cukrové z řepy a oleje ze semen, ku stlačování tkanin, papíru atd.

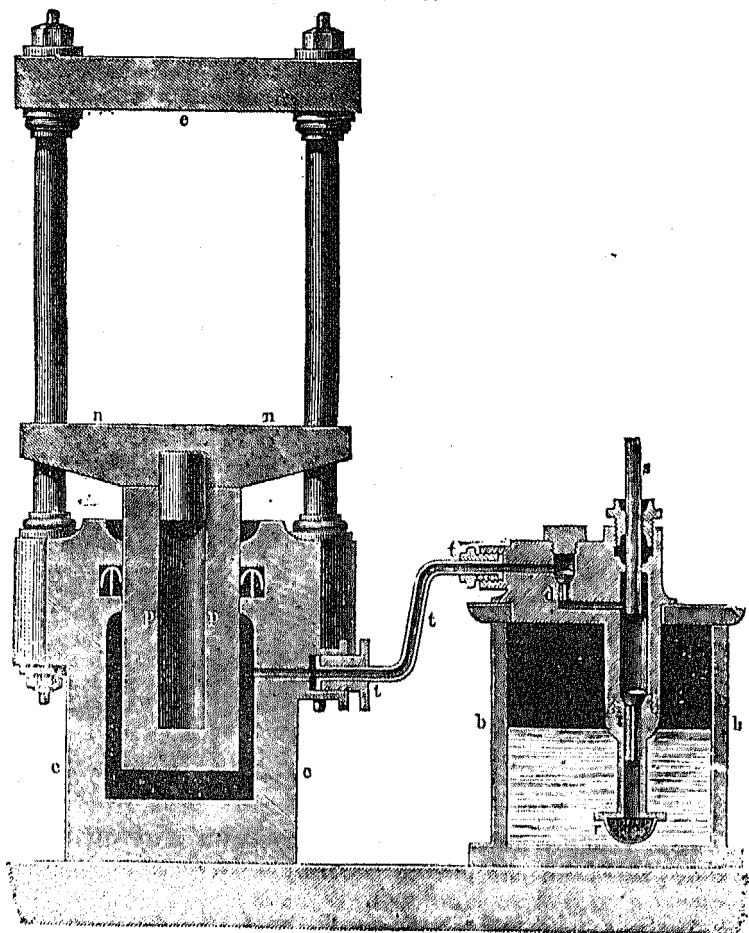
192. Rovnováha kapaliny na povrchu a uvnitř. a) V nádobě ne příliš úzké jest povrch kapaliny v klidu se nalézající vždy vodorovný a nazývá se *hladinou*.

Kdyby byl povrch *šikmý*, musily by částice kapaliny, jsouce velmi snadně pošinitelné a tudíž velmi snadně *pohyblivé*, účinkem tíže po povrchu jako po nakloněné rovině padati dolů a kapalina nebyla by tudíž v klidu, v němž se nalézá jen tehdy, když účinek tíže se zruší, t. j. když povrch *kolmo* na svislý směr tíže, t. j. do směru *vodorovného* se postaví, kdež pak padání částic na po-

vrchu ležících částicemi pod nimi se nalezajícími a padání těchto odporom dna se zruší.

Povrch vody v moři a jezerech jest zakulacený, neboť mají těžné síly směr poloměrů zemských a povrch vody musí státi kolmo na směru sil těžných, čímž vzniká povrch zakulatělý. — V nádobách úzkých, majících velmi malý průměr světlosti, jest povrch vyhlubený aneb vypuklý, čehož příčiny vyloženy byly již na str. 31. a 45. — Výška hor měří se obyčejně vzdáleností vrchole jejich od hladiny mořské.

(Obr. 249.)



b) Uvnitř v kapalině jest rovnováha jen tehdy, když ruší se účinek veškerých sil, v každou jednotlivou částici kapaliny působících. Kdyby nerušil se účinek všech těchto sil, měly by síly tyto nějakou výslednici a účinkem této výslednice musila by částice

se pohybovati. Kdyby pak jen jediná částice se pohybovala, rozptýlil by se pohyb pro snadnou pošinutelnost částic v celé kapalíně, tak že celá kapalina by se pohybovala a v rovnováze by nebyla. Má-li tudíž kapalina býti v rovnováze, musí býti v rovnováze každá jednotlivá částice její sama o sobě.

Síly, jež v kapalinu působí, jsou: 1. síla těžná, 2. přitažlivost a odpudivost molekulární, 3. přilnavost ku stěně a 4. tlak vzduchu na povrch kapaliny, stýká-li se povrch se vzduchem.

193. Tlak na dno. Vahou svou tlačí kapalina na podporu jako tělo pevné. V nádobě, mající dno vodorovné a stěny svislé, rovná se *tlak kapaliny*, působící *na dno nádoby*, váze *veškeré kapaliny* v nádobě obsažené. Nejhořejší první vrstva kapaliny tlačí vahou svou na vrstvu druhou, pod ní se nalézající, vrstva druhá tlačí vahou svou a spolu i tlakem, jehož sama od vrstvy první doznává, tudíž celkem vahou obou prvních vrstev na vrstvu třetí, vrstva třetí tlačí na čtvrtou vahou obou vrstev prvních a vahou vlastní, tudíž celkem vahou prvních tří vrstev atd., z čehož patrně, že tlak na dno rovná se váze všech vrstev na něm spočívajících, čili váze veškeré kapaliny v nádobě obsažené.

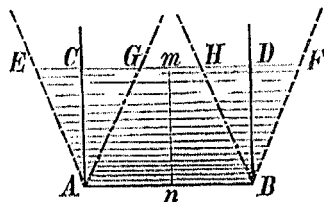
Váha prostá P rovná se pak [dle odst. 24. a)] součinu z objemu O a váhy měrné S , tak že $P = O \times S$. Objem O nádoby, mající dno vodorovné a stěny svislé, rovná se pak ploše dna D , násobené výškou V , pročež, položíme-li na místě objemu $O = D \times V$ hodnotu jeho, jest $P = D \times V \times S$, t. j.

Tlak kapaliny na vodorovné dno nádoby, mající stěny svislé, rovná se součinu z velikosti dna, výšky a měrné váhy kapaliny.

Tlak na vodorovné dno nespravuje se množstvím kapaliny, jež v nádobě se nalézá, ni tvarem nádoby, nýbrž rovná se *vždy* součinu z velikosti dna nádoby, výšky a měrné váhy kapaliny, pročež v nádobách tvaru jakéhokoliv jest tlak kapaliny na dno ve všech stejný, mají-li všechny *dno stejně veliké a stojí-li tadtž kapalina ve všech stejně vysoko.*

V nádobě $CABD$ (obr. 250.) tlačí na vodorovné dno AB tlak $P = AB \times mn \times S$, neboť má nádoba tato stěny svislé. V nádobě $EABF$ jest sice kapaliny mnohem více, ale na vodorovné dno AB tlačí

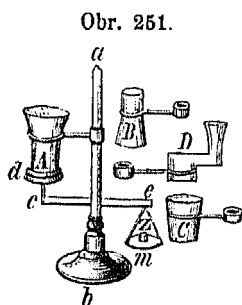
Obr. 250.



opět pouze sloupec kapaliny $CABD$, neboť tlačí kapalina ve prostoru CAE na stěnu AE a kapalina ve prostoru DBF na stěnu BF . V nádobě $GABH$ jest kapaliny mnohem méně, ale tlak na vodorovné dno AB jest opět tentýž jako v obou nádobách předcházejících, je-li kapalina tadtž a výška její mn ve všech nádobách stejná. Částice ležící na dně svislé pod povrchem GH jsou stlačovány ode všech ve výšce mn nad nimi se nalézajících, sdělují však pro snadnou pošinutelnost svou tlak, jehož doznávají, nejen dnu, nýbrž i všem částicím sousedním, kteréž pak opět svým sousedním dále jej sdělují, pročež všechny částice dna se dotýkající tlačí na dno tak, jako by byly od povrchu kapaliny GH stejné

vzdáleny; jest tudíž tlak kapaliny v nádobě *GABH* na vodorovné dno *AB* tentýž jako kapaliny v nádobě *CABD*.

Tlak kapaliny na vodorovné dno může býti tudíž někdy menší někdy větší, než váha kapaliny v nádobě obsažené, což zdá se býti jaksi nepochopitelné, pročež zákon o tlaku na dno nazván jest *hydrostatické paradoxon* (protimyslné).



Že tlak na vodorovné dno nádoby, mající tvar jakýkoliv, rovná se vždy váze kapaliny stojící ve stejné výšce v nádobě, týmž dnem ale svisnými stěnami opatřené, a že jest tudíž vždy vytknut součinem z velikosti dna, výšky a měrné váhy kapaliny, lze zkouškami dosvědčiti. Přístroj *Pascalův* jest stojan *ab* (obr. 251.), ku kterému upevňují se nádoby rozličného objemu a tvaru *A, B, C, D*, jež uzavírají se dole všecky týmž vodorovným dnem *d* na konci *c* páky ce upevněným. Na druhém konci páky *v* jest zavěšena miska *m* a závaží *z* do ní vloženým udržuje se tlak kapaliny na dno *d* působící v rovnováze. Stojí-li tatáž kapalina v nádobách *A, B, C, D* vždy stejně vysoko, musí býti závaží *z* vždy stejně těžké.

Při vědeckém určování tlaku měří se vždy tlak na jednotku plochy, t. j. na $1 \square''$ působící. Právě-li se ku př., že tlak kapaliny jest 8 ž. , značí to, že tlačí kapalina na každý čtverečný palec tlakem 8 ž. Je-li tudíž plocha $20 \square''$ veliká, tlačí na ni kapalina $8 \times 20 = 160$ librami. — Mnohdy stanoví se tlak pouze výškou kapaliny; z výšky kapaliny lze pak, poněvadž základná sloupce jest $1 \square''$, tlak snadně vypočísti. Je-li ku př. tlak rtuti *P* vytknut výškou $16''$, jest

$$P = D \times V \times S = 1 \times 16 \times 14 \cdot 14 \text{ lotů} = 226 \cdot 24 \text{ lotů} = 7 \text{ ž.} + 2 \cdot 24 \text{ lotů.}$$

V tlaku na dno zakládá se úprava *Realova lisu*. Nádoba válcovitá, asi 9'' vysoká a asi 3'' v průměru mající, má v hořejší stěně otvor, do kterého ústí trubice přes 2'' dlouhá, ale pouze $\frac{1}{2}''$ široká. Na síťovité dno nádoby položí se procezovací papír a na papír kladou se na prášek rozmělněné části rostlinné, z nichž šťáva má se vytlačiti, načež se části tyto stlačí a nahore opět procezovacím papírem a síťovitým kotoučem přikryjí. Nalije-li se pak do trubice voda, tlačí na síťovitý kotouč, a vytlačuje šťávu, která síťovitým dnem, ovšem s vodou smíšená, do podstavené nádoby kape.

Vodní stroj sloupový záleží v trubici velmi vysoké, do které voda přitéká tak, že udržuje se v ní vždy ve stejné výšce. Tlakem vysokého tohoto sloupu vody tlačí se píst ve válci se pohybující, zdola vzhůru; vypustí-li se pak voda pod pístem a převede-li se tlak vodního sloupu na druhou, hořejší stranu pístu, pohybuje se píst opět ve válci dolů. Je-li táhlo pístu spojeno s jiným strojem, přivádí se i tento stroj v pohyb.

Ne-li dno vodorovné, působí na stejně veliké ale od povrchu nestejně vzdálené části dna tlak rozličně veliký a sice tím větší, čím vzdálenější jsou částice dna od povrchu kapaliny.

194. Tlak vzhůru a na stěny. a) Na každou vodorovnou vrstvu kapaliny tlačí sloupec kapaliny na ní spočívající tlakem, který se rovná, považujeme-li vrstvu tu co dno nádoby, součinu

z velikosti vrstvy, výšky a měrné váhy kapaliny. Poněvadž v kapalině tlak, jehož částice doznávají, šíří se ve všech směrech toutéž měrou, tudíž i svisně vzhůru, tlačí vodorovná vrstva kapaliny svisně vzhůru tlakem, který rovná se součinnu z velikosti vrstvy, výšky a měrné váhy kapaliny.

Přítáhneme-li kovový uhlazený kotouč k dolejšímu otvoru skleněného válce nití, již v ruce držíme, tak, aby kotouč utvořil dno válce, a ponoříme-li nádobu takto vzniklou do vody, drží se kotouč válce, že netřeba více nití jej přitahovati, ba možno i do nádoby, jejímž dnem kotouč jest, něco kapaliny (barevné) nalít. Kotouč padá teprv pak, když váha jeho s vahou sloupce kapaliny, na něm spočívající, větší jest, než tlak vody, z dola v kotouč působící.

Že kapalina uvnitř ve všech směrech tlačí, lze dokázatí balónkem kaučukovým, barevnou kapalinou naplněným a se skleněnou trubicí spojeným. Ponoříme-li balónek do vody, stlačuje se a kapalina ve trubicí stoupá, a sice tím výše, čím hlouběji jsme balónek ponořili.

b) Tlak na stěnu jest v rozličných místech rozličný, neboť jest tím větší, čím výše kapalina nad tím kterým místem stěny stojí.

Rozdělíme-li svislou stěnu $abcd$ (obr. 952.) ve stejné proužky vodorovné, velmi úzké, ab , ef , gh , cd atd., rovná se tlak na každou jednotlivou vrstvu součinnu z velikosti vrstvy, výšky a měrné váhy kapaliny. Poněvadž velikost vrstev a měrná váha kapaliny jest všude stejná, jsou tlaky t , t' a t'' , působící ve vrstvy ef , gh a cd , poměrný výškám mn , nr a mu , tak že $t : t' : t'' = mn : nr : mu$. Znáznáme-li tlaky přímkami, tak že $t = nm_1$, $t' = nr_1$ a $t'' = uu_1$, bude

$t : t' : t'' = nm_1 : nr_1 : uu_1$ a poněvadž $t : t' : t'' = mn : nr : mu$ vyplývá, že

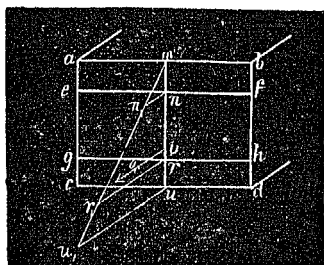
$nm_1 : nr_1 : uu_1 = mn : nr : mu$, což jen tehdy možno, když body m , n , r a u jsou v též přímce mu_1 , kterouž když sestrojíme, obdržíme $\triangle muu_1$, který patrně ze všech ve stěnu působících, přímkami znázorněných tlaků se skládá a jímž tedy velikost celého tlaku, na svislou stěnu $abcd$ působícího, jest vytknuta. Plocha $\triangle muu_1 = \frac{mu}{2} \cdot uu_1$; — uu_1 jest tlak t'' , působící ve vrstvu cd , který se rovná součinnu z velikosti vrstvy, výšky a měrné váhy kapaliny, pročež $uu_1 = cd \cdot mu \cdot s$. Poněvadž $cd \cdot mu$ jest plocha p stěny $abcd$, jest $uu_1 = p \cdot s$, což když na místě uu_1 položíme, jest plocha $\triangle muu_1$, totiž tlak na plochu $abcd$, $T = \frac{mu \cdot p \cdot s}{2}$, t. j.

tlak na svislou stěnu rovná se polovičnímu součinnu z výšky, plochy stěny a měrné váhy kapaliny a jest tudíž o polovici menší, než by byl, kdyby stěna byla vodorovným dnem nádoby, ve které by stála tatáž kapalina v též výšce.

Je-li tlak na stěnu $abcd$ znázorněn trojúhelníkem muu_1 , jest bod o přímky oo_1 , vedené těžištěm o_1 trojúhelníku toho, působíštěm celého tlaku.

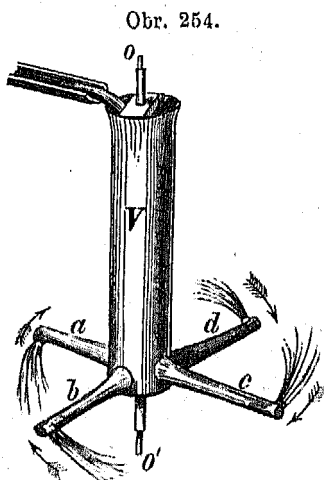
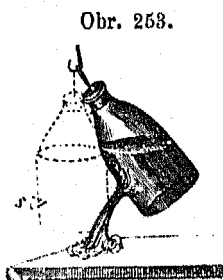
Ku tlaku na stěnu nutno přihlížeti při zhotovování nádob, aby měly stěny dosti pevné a obruče dosti silné, při stavbách vodních vůbec, zvláště pak při stavbě hrází, jezů, stavidel atd. — Skály trhají se často hydrostatickým tlakem na stěny působícím.

Obr. 252.



Tlaky, působící na plochy stěny stejně veliké, od povrchu stejně vzdálené, naproti sobě ležící, vespolek ruší se. Uděláme-li však ve stěně nádoby otvor, kterým kapalina vytéká, zruší se tlak, který by v místě otvoru na stěnu působil, a tlakem, který působí na protější stejně veliké místo stěny, vyšine se pak nádoba, je-li volně pohybliva, ze své polohy a pohybuje se protivným směrem onomu, kterým kapalina vytéká, pročež tlak působící *tlakem zpátečním* č. *zpět působícím* se nazývá.

Láhev vodou naplněná a volně zavěšená (obr. 253.) má v klidu polohu svislou, otevřeme-li však po straně otvor *s*, aby voda jím z láhve vytékala, vyšine se láhev s polohy svislé a pohne se protivným směrem onomu, jímž voda z ní vytéká. Velikost odchyly láhve spravuje se velikostí výslednice zpátečního tlaku a tíže. — V působení zpátečního tlaku zakládá se úprava kola Segnerova. Voda, přitékající do svislého válce *V* (obr. 254.), kolem osy *oo'* otáčivého, rozděluje se do trubic postranních *a*, *b*, *c*, *d*, z nichž otvory na tétéž straně udělanými vytéká. Zpátečním tlakem otáčejí se pak trubice a s nimi i válec *V* směrem protivným kolem osy *oo'*. Válec *V* možno pak spo-



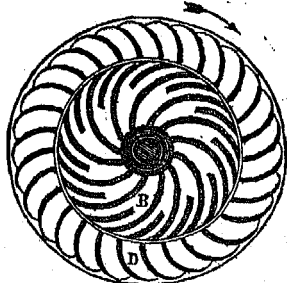
jiti s jinými stroji, které taktéž v pohyb se přivádějí. — Podobnou úpravu mají vodorovná kola, tak zvané *turbíny*. Na dně nádrže, do níž voda s hůry přitéká, jsou zakřivené lopatky *B* (obr. 255.), mezi kterými voda vytéká a na zakřivené lopatky *D* vodorovného kola naráží, tak že otáčí se kolo protivným směrem onomu, jímž voda mezi lopatkami *D* vytéká. Turbíny slouží ku pohybu strojů mlýnských jakož i ku pohybu strojů v přádelnách, tkárnách, pilárnách atd.

195. Spojité nádoby. Nádoby vespolek tak spojené, aby mohla kapalina z jedné do druhé volně přecházeti, jmenují se nádoby spojité.

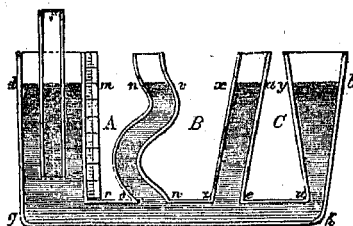
a) V nádobách spojitých tvaru jakéhokoliv, nemají-li průměru příliš malého, jest povrch tétéž kapaliny do nich nalité ve všech v tétéž vodorovné rovině a nalézá se tudíž ve všech ve výšce stejné.

V nádobách *dgmr* (obr. 256.) *nowv*, *axca*, *yukb*, jakož i ve trubici do nádoby *dgmr* ponořené jsou povrchy *dm*, *nv*, *xa* a *yb* ve stejné výšce. Jak bylo v odst. 192. b) vyloženo, jest kapalina v rovnováze, když jest každá její část v rovnováze. Na každou vrstvu kapaliny ve vodorovné, všechny nádoby spojující trubici *glcur* tlačí kapalina s obou stran jako na svislou stěnu. Zůstává-li každá tato vrstva v rovnováze, musí tlaky s obou stran býti stejny. Tlaky tyto rovnají se součinu z velikosti vrstvy, výšky a měrné váhy kapaliny, a poněvadž velikost vrstvy a měrná váha kapaliny jest tatáž, musí býti i výška kapaliny ve všech nádobách tatáž.

Obr. 255.



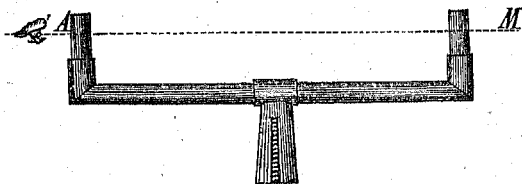
Obr. 256.



Stoupá-li voda v řekách, stoupá toutéž měrou i ve studních a vniká i do sklepů, skládají-li studně a sklepy s řečištěm nádoby spojitě. — Voda dešťová a sněhová vniká do země, nahromaduje se v dutinách a padá účinkem tíže, až dostihne skály nepromokavé; pak se pohybuje vodorovně a stoupá dle zákona právě vytknutého i vzhůru, až konečně někde co pramen ze země vychází. — Při kopání základů objevuje se v jisté hloubce voda.

V zákonu o nádobách spojitých zakládá se kopání studní a zřizování vodáren a vodovodů. Vodárny jsou vysoká stavení (věže) s velikými nádržemi, jež vodou z řeky se naplňují a z nichž voda trubami do kašen po celém městě se rozvádí; nádrž vodárny musí ovšem býti tak vysoko, jako kašna

Obr. 257.

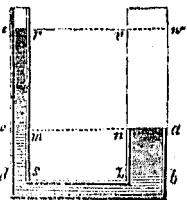


v nejvyšší části města. Vodovody lze převáděti vodu i přes pahrbky, je-li nádrž, z níž voda se rozvádí, výše položena. — Váhy nivelační (obr. 257.) záleží v plechové, na obou koncích vzhůru zahnuté trubici, do jejichž koncův zapuštěny jsou trubice skleněné *A* a *M*. Dáme-li do trubice barevnou kapalinu, staví se v obou trubicích skleněných do stejné výšky a přímka *AM*, povrchy kapaliny v obou trubicích spojující, jest vodorovná. Trubice připevňuje se na

stojanu a slouží měřičům k vytknutí čar vodorovných. — Ku stanovení výšky vody v párním kotli jest s kotlem spojena trubice skleněná, ve které voda tak vysoko stojí jako v kotli. I jiné nádoby, jichž stěny jsou neprohledné, bývají se skleněnou trubicí spojeny, aby výška kapaliny v nádobě mohla se pozorovati. — Obyčejné lampy olejové bývají tak upraveny, by olej v nádrži stál vždy tak vysoko, jak státi musí v rameně s nádrží spojeném, aby až ku konci knotu dosahoval.

Má-li některá z nádob spojitých průměr příliš malý, stává se v ní kapalina, která k ní lne, výše než v ostatních, a sice tím výše, čím užší jest nádoba (str. 45.); kapalina, která ku stěnám nádoby nelne, stojí pak v takové nádobě níže než v ostatních, a sice tím níže, čím užší jest nádoba (str. 31.).

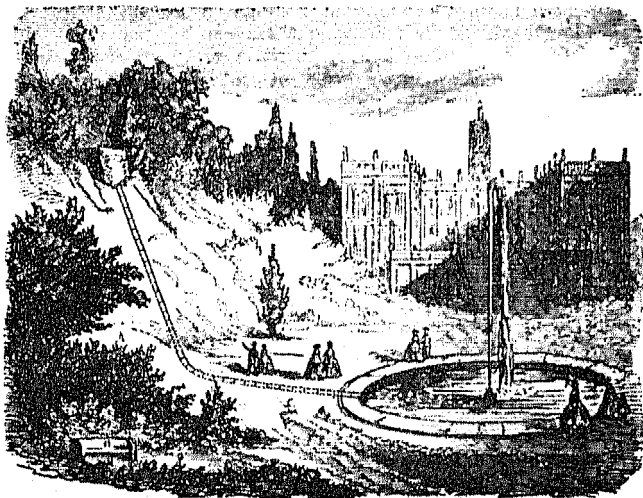
Obr. 258.



b) Je-li spojitá nádoba *ecdbu* (obr. 258.) u *a* stěnou *na* uzavřena, jsou sloupce kapaliny *ms* a *zn* v rovnováze. Sloupec *rn* tlačí však na vrstvu *cn* a kapalinou šíří se tlak ten až k vrstvě *an*. Tlakem tím udržel by se sloupec kapaliny *vnaw* v rovnováze, pročež rovná se tlak na stěnu *na* zdola působící váze sloupce *nawa* též kapaliny.

Je-li nádoba *ab* uzavřena blánou *na*, naplná a roztahuje se blána tlakem z dole v ní působícím i možno pak ústrojnost blány pozorovati. Druhdy užívali učenci přístroje tak upraveného, *anatomickou krokvi* zvaného, k pozorování ústrojnosti kůže a blán živočišných. — Je-li stěna *na* upravena tak, aby jako u měchu mohla se zdvihati, vzniká *hydrostatický měch*, jímž možno zdvihati předměty na stěnu *na* položené. — Tlak vody z dole na stavidlo působící lze na základě tomto vypočítati.

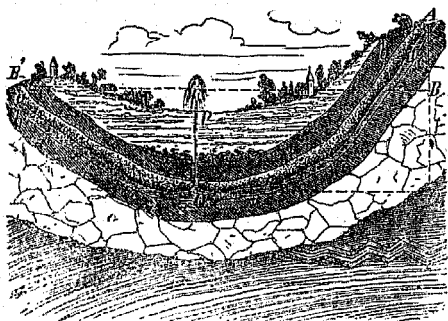
Obr. 259.



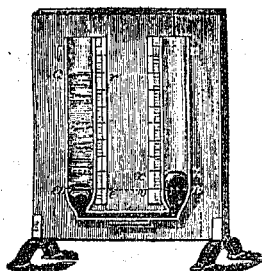
c) Uděláme-li do stěny *an* (obr. 258.) otvor, vytéká jím kapalina tak dlouho, až jest výška její v obou ramenech stejná; je-li otvor velmi malý, vytryskuje jím voda úsilně do výšky a vytryskovala by do též výše, ve které stojí v delším rameni, kdyby odpor vzduchu, tření a přilnavost v otvoru tomu nebránily.

V tom zakládají se *vodomety* (obr. 259.) a studně *vrtané* č. *artéské* (dle franc. krajiny *Artois* nazvané). Je-li mezi dvěma nepromokavými vrstvami *b c* (obr. 260.) vrstva vodovodná písčité *a* uzavřena, nahromaduje se voda dešťová a sněhová, u *A* do země vnikající, ve vrstvě *a*. Provrtá-li se pak náplav *P* a hořejší nepromokavá vrstva *b* až k vrstvě písčité *a*, vytryskuje voda do výšky. — Lamy bez knotů jsou mističky, u prostřed úzkou trubicí opatřené.

Obr. 260.



Obr. 261.



Plove-li mistička na oleji, stoupá tento dle zákonů právě vytknutých až k otvoru trubičky, kdež se zapaluje.

196. Nestejnorodé kapaliny v nádobách spojitých. Nalijeme-li do dvouramenné spojitě nádoby dvě nestejnorodé kapaliny, jež spolu se nemísí (ku př. rtuť a vodu, neb olej a vodu), *stojí kapaliny ve výškách nestejných a sice jsou výšky v převráceném poměru měrných vah neb hustot jejich.*

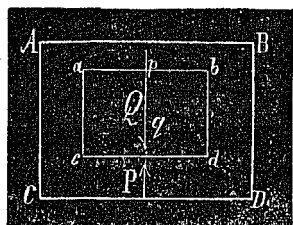
Nalijeme-li do spojitě nádoby, obr. 261. znázorněné, nejprve rtuť a pak vodu, zaujme rtuť prostor *az* a voda prostor *ca*. Pod vodorovnou *aw* jest rtuť dle zákonu nádob spojitých sama o sobě v rovnováze. Tlakem sloupce rtuťového *wz*, rtuťi až k vrstvě *ae* rozšířeným a na vrstvu *ae* vzhůru působícím, udržuje se v rovnováze tlak sloupce vody *ca*, působící na vrstvu *ae* dolů, — jsou tudíž tlaky obou sloupcův stejny. Tlak rovná se součinu z velikosti tláčené vrstvy, výšky a měrné váhy kapaliny. Značí-li tudíž *t* tlak vody na vrstvu *ae*, *s* měrnou váhu a *v* = *re* výšku vody, jest tlak vody $t = ae \cdot v \cdot s$; je-li *t'* tlak rtuťi na vrstvu *ae*, *s'* měrná váha a *v'* = *va* výška rtuťi, jest tlak rtuťi $t' = ae \cdot v' \cdot s'$. Poněvadž $t = t'$, jest též $ae \cdot v \cdot s = ae \cdot v' \cdot s'$ a tudíž i $v \cdot s = v' \cdot s'$, pročez $v : v' = s' : s$, a ježto měrné váhy mají se jako hustoty,

$$s' : s = h' : h$$

bude též $v : v' = h' : h$, čímž pravost zákonu výše vytknutého jest dovozena.

197. Zákon Archimedův. Je-li kapalina v nádobě $ABCD$ (obr. 262.) v rovnováze, jest část její $abcd$ v rovnováze. Tlaky, působící se stran na ac a bd , jsou ve stejných výškách stejné veliké, ruší se vespolek. Na spodní plochu cd působí pak s hora hydrostatický tlak p kapaliny nad ab se nalézající, který až k vrstvě

Obr. 262.



cd se šíří, a váha q kapaliny $abcd$, pročež celý tlak shora svisně na vrstvu cd působící jest $Q = p + q$. Svisně vzhůru působí na vrstvu tlak hydrostatický P a poněvadž cd v rovnováze zůstává, jsou tlaky Q a P , protivným směrem působící, sobě rovny, t. j. $Q = P$, pročež i $P = p + q$. Zaujme-li místo kapaliny $abcd$ jiné tělo $abcd$, nezmění se tím ni tlak p , působící svisným směrem dolů, ni tlak $P = p + q$, působící vzhůru; tlak

P , působící v tělo svisně vzhůru jest však o q , t. j. o váhu kapaliny $abcd$ větší, pročež

tělo, ponořené do kapaliny, tlačeno jest kapalinou svisně vzhůru silou, která se rovná váze kapaliny, tělem tím vytlačené.

Důležitý zákon ten nazván po Archimedovi, který asi r. 250 před Kr. jej objevil, *zákonem Archimedovým.*

Tělo ponořené do kapaliny padá svisně ke dnu svou vahou, svisně vzhůru však jest tlačeno silou, která se rovná váze kapaliny téhož objemu, tělem tím vytlačené. Poněvadž působí síly tyto směrem protivným, pohybuje se tělo účinkem výslednice obou těchto protivným směrem působících sil, kteráž rovná se rozdílu jejich a má směr síly větší. Je-li tudíž P váha těla, p váha kapaliny téhož objemu a $P > p$, padá tělo v této kapalině účinkem výslednice $V = P - p$, i jest tudíž v kapalině váha těla zdánlivě o váhu kapaliny téhož objemu menší, pročež

tělo do kapaliny ponořené pozbývá zdánlivě tolik své váhy, co váží kapalina tělem tím vytlačené.

Na jeden konec vahadla zavěsíme válec dutý, opatřený dole háčkem, na který zavěsíme pod něj válec hmotný tak veliký, že prostor dutého válce zcela vyplňuje; vyrovnáme-li váhu obou válců závažím, vloženým na misku, na druhém konci vahadla zavěšenou, a ponoříme-li hmotný válec do jakékoliv kapaliny, bude válec v kapalině zdánlivě lehčím a rovnováha na vahách se zruší. Naplníme-li pak dutý válec toutéž kapalinou, vrátí se vahadlo opět do rovnováhy, což důkazem, že tělo v kapalině zdánlivě tolik váhy pozbývá, co váží kapalina tělem tím vytlačená.

Pokud jest naplněný okov pod vodou, zdvihneme jej snadně, neboť jest zdánlivě o tolik lehčí, co váží voda jím vytlačená. — Veliké, těžké kameny lze pod vodou velmi snadně zdvihnati a přenášeti. — Pokud jest síť pod vodou, mohou ji rybáři velmi snadně sem a tam posouvat. — Tělo naše pozbývá ve vodě tolik váhy, co váží voda jím vytlačená. (Úkaz tento pozoroval Archimedes v lázni a odvodil z něho zákon výše vytknutý.)

Značí-li P váhu těla a p váhu nějaké kapaliny téhož objemu, pohybuje se tělo v této kapalině výslednicí V obou těchto sil, protivným směrem působících, kteráž se rovná rozdílu jejich $P - p$ a má směr síly větší, pročež:

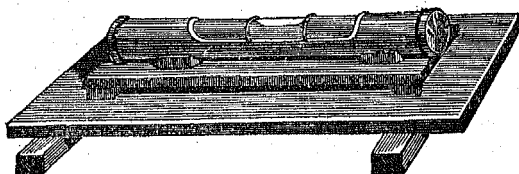
1. Je-li tělo hustější č. má-li měrnou váhu větší než kapalina, jest $P > p$, výslednice má pak směr síly P a tělo padá v kapalině ke dnu.

2. Je-li tělo tak hutné č. má-li takovou měrnou váhu jako kapalina, jest $P = p$, výslednice obou sil jest nullou a tělo zůstává v každém místě v kapalině v klidu, č. vznáší se v kapalině.

3. Je-li tělo méně hutné, č. má-li měrnou váhu menší než kapalina, jest $P < p$, výslednice má směr větší síly p a kapalina tlačí tělo vzhůru na povrch svůj tak dlouho, až váha kapaliny, tělem pouze z části do ní ponořeným vytlačené, váze celého těla se vyrovná. O takovém těle říkáme, že plove na kapalině.

Železo padá ve vodě ke dnu, na rtuti však plove. — Vejce padá ve vodě ke dnu, v nasyceném roztoku kuchyňské soli ve vodě však plove. — Olej na vodě plove, v líhu padá ke dnu. — Smícháme-li rtuť, vodu a olej, postaví se kapaliny tak, že nejhustší rtuť nejníže a nejnižší místo v nádobě zaujímá. Olej plove totiž na vodě a voda na rtuti. — Postavíme-li na dno nádoby, vodou naplněné, láhvičku s olejem, proudí olej z láhvičky k povrchu vody, kdež konečně všechn se osadí.

Obr. 263.



V plování zakládá se úprava libely (obr. 263.). Jestli to trubice skleněná do mosazné trubice tak zasazená, že jen střední hořejší část její, která jest vzhůru poněkud zakřivená, zůstává nepokryta. Trubice skleněná jest líhem tak naplněná, že jen malá bublina vzduchu v ní zůstává. Bublina vzduchová zaujímá ve trubici vždy místo nejvyšší a trubice upraví se tak, že deska, na které jest upevněna, má polohu vodorovnou, když bublina právě u prostřed trubice mezi dvěma mosaznými proužkami se nalézá. Položíme-li libelu na nějakou plochu a je-li bublina vzduchová na místě právě vytknutém, jest plocha vodorovná. Libela musí však na plochu ve dvou na sobě kolmých směrech, po délce i šířce její se položit.

198. Plování těles v kapalinách. a) Má-li tělo na kapalině plovati, musí, jak výše bylo dovozeno, tělo míti váhu menší než kapalina téhož objemu, na níž plove.

Dle zákona toho plovala by na kapalině pouze tělesa, mající hutnost a tudíž i měrnou váhu menší než kapalina. Můžeme však i tělesa hutnější než voda upravit tak, že váha jejich jest

menší než váha stejného objemu vody a že tudíž tělesa na vodě plovou. Toho lze docílití dvojím způsobem, a sice: 1. když uděláme tělo duté, aby při stejné váze objem jeho značně se zvětšil a aby tudíž tělo více vody vytlačovalo; 2. když spojíme tělo hutnější než voda s tělem jiným dostatečně velikým, ale méně hutným než voda, aby váha vytlačené vody větší byla než součet vah obou těles vespolek spojených.

Železné duté lodě plovou na vodě i s nákladem v nich obsaženým. — Prázdné sudy, dobře uzavřené, aby voda nemohla do nich vniknouti, plovou ve vodě i kladou se na ně též mosty, přes něž lze pak bezpečně dosti značný náklad převážeti. Podobně slouží i mosty lodní, položené na lodě, tak zvané *poniony*, jež jsou vespolek spojeny a upevněny, aby proudem nemohly býti odneseny. — Prázdné sudy a kaučukové měchy vzduchem naplněné vytlačuje voda tak úsilně vzhůru, že užívá se jich k vytažování zboží, ztroskotáním lodí na dno mořské ponořeného, kteréž pod vodou se sudy neb měchy pevně se spojí. — Tělo lidské váží o málo více než voda téhož objemu, proto může člověk, jen nepatrně si pomáhaje, ve vodě plovati; tuční lidé snáze plovou, vytlačující tělem svým větší objem vody. — Mrtvoly utopených lidí a zvířat puď voda na povrch, poněvadž hnitím splozují se v těle plyny, kterými tělo se nadýmá a tudíž většího objemu nabývá. — Ryby, chtějíce vyplouti ku povrchu vody, naplňují svůj plovací měchýř vzduchem a zvětšují takto objem svého těla; vypustí-li ryba vzduch z měchýře, zmenší se objem jejího těla, jež pak ke dnu padá. — Tak zvaný *kartesiánek* jest dutá skleněná figurka, velmi malým otvorem opatřená, v níž jest jen něco málo vody, ostatní prostor zaujímá vzduch; proto plove kartesiánek ve vodě, nalezající se v nádobě až k pokraji plné a kaučukovou blánou uzavřené. Stlačíme-li blánu, tlačuje se i voda, a unikajíc tlaku, vniká malým otvorem do figurky, jejíž váha takto se zvětšuje, pročež figurka ke dnu nádoby klesá. Ustane-li tlak na blánu, vypudí vzduch, vodou do kartesiánku vniklou stlačený, rozpínaje se, vodu, která tlakem do vnitř vnikla, z figurky ven a kartesiánek opět ve vodě stoupá. Vnikne-li tlakem tolik vody do kartesiánku, že váha jeho rovná se váze vody jím vytlačené, zůstává kartesiánek, ve vodě se vznášeje, v kterémkoliv místě státi.

Na dřevěných lodích a vorech lze převážeti po vodě tělesa mnohem hutnější než voda. — Chlapci pomáhají si při plování ve vodě měchýřem naplněným vzduchem, korkovými pásy aneb i dřevěným prknem.

b) Kapalina tlačí plovoucí tělo tak dlouho vzhůru, až váha kapaliny, ponořenou částí těla vytlačené, váze celého těla se vyrovná. Z toho patrno, že *totéž plovoucí tělo ponořuje se v kapalíně tím hlouběji, čím menší jest hustota kapaliny, jakož i že tělesa téhož objemu ale nestejné hutnosti v též kapalíně ponořují se tím hlouběji, čím větší jest hutnost jejich.*

Mořská voda jest hustší než říčná; má-li tudíž loď v moři tak hluboko se ponořiti jako v řece, musí plavci váhu lodí tak zvanou *přítěži* (balastem) zvětšiti. — Proč plovou lidé v moři snáze než v řece?

c) V tělo ponořené do kapaliny působí vždy dvě síly, jichž *působistiě, směr a velikost* jsou známy. Jedna z těchto sil jest *váha* těla, která působí v *těžišti* těla svisně *dolů*; druhá síla, kterou kapalina tělo *nahoru* tlačí, působí v *těžišti* kapaliny tělem vytlačené a rovná se *váze* vytlačené kapaliny. Poloha těla v kapalíně ponořeného může býti *stálá, vratká* neb *volná*. Tělo v kapalíně plo-

voucí jest pouze tenkrát v rovnováze, když těžiště jeho a (obr. 264.) a těžiště kapaliny jím vytlačené č. střed tlaku b jsou v též svislé přímce ab , která slove čarou těžištní.

a) Je-li těžiště těla pod těžištěm kapaliny, má tělo polohu stálou a sice tím stálejší, čím níže jest těžiště jeho pod středem tlaku. Tělo takové jest v kapalině téměř zavěšeno, pročež vrací se ihned do původní polohy nazpět, jakmile přestane působiti síla, kterou bylo z polohy původní vyšinuto.

b) Je-li těžiště těla a (obr. 264.) nad těžištěm kapaliny b , může býti rovnováha jeho buď stálá, buď vratká. Vyšineme-li tělo z původní polohy, tak že čára těžištní ab octne se v poloze ab' , změní se tím tvar ponořené jeho části tak, že těžiště vytlačené kapaliny bude pak buď v bodu c , buď v bodu d . Je-li těžiště vytlačené kapaliny v c , protíná směr síly, kterou voda tělo nahoru tlačí, čaru těžištní ab' v bodu m a bude ji otáčeti směrem původnímu směru protivným, tak že tělo se zvrátí; je-li však těžiště vytlačené kapaliny v bodu d , protíná směr síly, kterou voda tělo nahoru tlačí, čaru těžištní ab' v bodu m' a bude ji otáčeti v původní polohu její, z čehož patrně, že jest poloha těla v tomto případě stálá. Jak patrně, řídí se tudíž stálosť polohy průsečným bodem m , který se zove zástředím (metacentrum). Poloha těla jest stálá, je-li zástředí nad těžištěm, vratká pak, je-li zástředí pod těžištěm těla.

c) Splývá-li zástředí s těžištěm těla v bod jediný, zůstává tělo v každé poloze v kapalině v rovnováze, jest tudíž poloha jeho volná.

Nejtěžší zboží nakládá se do korábů nejnižše, aby těžiště jejich co nehlouběji kleslo. — Hlava lidská váží v poměru k ostatnímu tělu mnohem více než hlava zvířat, jest tudíž i těžiště těla lidského výše než těžiště těla zvířecího a tudíž plování člověku obtížnější než zvířatům.

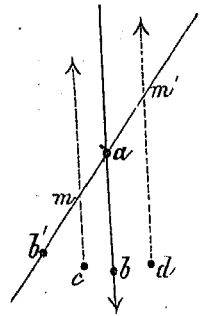
199. Stanovení hustoty. Jak bylo na str. 28. vyloženo, mají tělesa téhož objemu ale rozličné hmoty také rozličnou váhu i soudíme tudíž, že jsou částice těla A tolikrát hustější skupeny čili že jest hustota těla A tolikrát větší, než hustota těla B , kolikrát jest váha těla A větší, než váha těla B , majícího objem stejný.

Značí-li tudíž H a h hustoty, P a p váhy dvou rozličných těles téhož objemu, mají se hustoty k sobě jako váhy jejich, pročež $H:h = P:p$ a tudíž $H = \frac{P}{p} \cdot h$. Je-li p váha vody 3° R.

teplé, jest hustota její $h = 1$, pročež $H = \frac{P}{p}$, t. j. hustota těla rovná se podílu z váhy těla, dělené vahou téhož objemu vody překápané, 3° R. teplé.

Váhu těla P vyhledáme zvážením jeho a váhu téhož objemu vody stanovíme hydrostaticky dle zákona Archimedova.

Obr. 264.

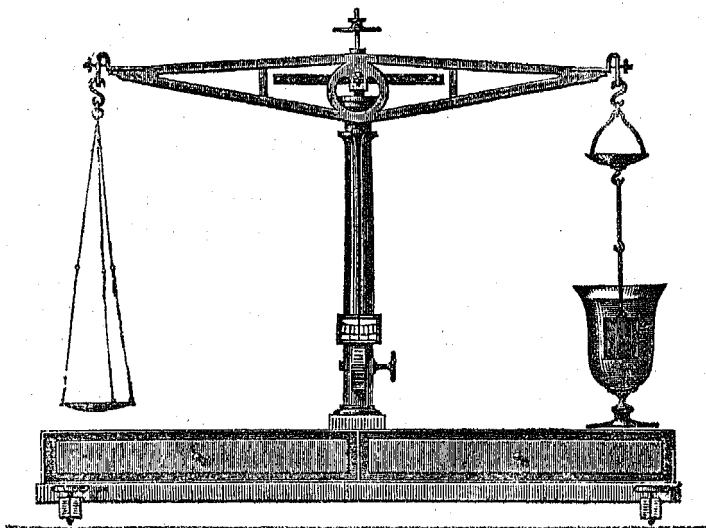


200. Stanovení hustoty těles vahami hydrostatickými.

Váhy hydrostatické (obr. 265.) liší se od vah obecných tím, že jedna miska jejich jest na kratších šňůrách (drátech) zavěšena a dole háčkem opatřena a že vahadlo jejich dle potřeby lze zdvíhati neb spusťeti.

a) Chceme-li stanovití vahami hydrostatickými hutnost pevného těla, zvážíme je obyčejným způsobem a váha jeho jest ku př. P . Pak zavěsíme tělo žíní, vláknem neb teninkým drátkem na háček misky a ponoříme je do vody, v níž pozbude tělo zdánlivé části své váhy, pročež

Obr. 265.



na tutéž misku, na které tělo je zavěšeno, třeba přidati závaží p , aby byly váhy opět v rovnováze. Přidané závaží p jest váha vody tělem vytlačené, tudíž váha vody téhož objemu, jež má tělo. Hustota těla jest pak $H = \frac{P}{p}$.

Má-li tělo hustotu menší než voda, tak že ve vodě se nepotápí, spojíme je s jiným tělem hutnějším. Pozbývá-li hutnější tělo ve vodě samo o sobě váhy q a pozbývají-li obě tělesa vespolek ve vodě váhy q' , tož pozbývá tělo méně hutné ve vodě váhy $p = q' - q$, pročež hustota jeho $H = \frac{P}{q' - q}$. Podobně určuje se hutnost těla pevného na prášek rozmělněného, když dáme je na misticu a i s misticou do vody je ponoříme. — Rozpouští-li se tělo ve vodě, zvážíme je v kapalíně jiné, v níž se nerozpouští, jejíž známá hustota jest h' a v níž pozbývá váhy p' . Dle odst. 199. jest pak hustota těla $H = \frac{P}{p'} \cdot h'$.

b) Chceme-li stanovití hustotu kapaliny, ponoříme skleněnou kouli, na tenkém platinovém drátku zavěšenou, do této kapaliny, v níž pozbývá váhy P , pak ponoříme tutéž kouli do vody, v níž pozbývá váhy p ; jestli pak P váha kapaliny a p váha vody téhož objemu, pročez hustota kapaliny $H = \frac{P}{p}$.

201. Stanovení hustoty piknometrem. *Piknometr* (hutnoměr) jest malá lahvička, do které určité množství vody se vejde a jejíž hrdélko uzavírá se zátkou dobře přibroušenou a u prostřed opatřenou otvorem, kterým nadbytek kapaliny vytéká a bubliny vzduchu unikají.

a) Máme-li piknometrem stanovití hustotu kapaliny, zvážíme nejprve piknometr prázdný, jehož váha jest ku př. q . Naplníme-li jej pak kapalinou, váží ku př. Q a jest tudíž váha kapaliny $P = Q - q$. Váží-li piknometr naplněný vodou Q_1 , jest váha vody $p = Q_1 - q$, pročez hustota kapaliny $H = \frac{P}{p} = \frac{Q - q}{Q_1 - q}$.

Váhu piknometru q a váhu vody p určíme a zaznamenáme si jednou pro vždy. Někdy bývají váhy ty na piknometru samém poznamenány.

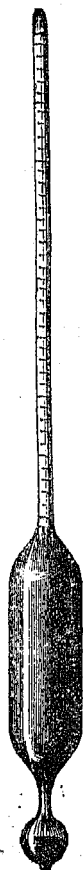
b) Má-li se stanovití hustota pevného těla, zvážíme malý kousek aneb prášek jeho. Váží-li piknometr, voda v něm obsažená a tělo dohromady ku př. Q , dáme-li pak pevné tělo do piknometru, a naplníme-li piknometr vodou, jest v piknometru vody méně, neboť vyplňuje pevné tělo část objemu piknometru; bude tudíž také váha piknometru, vody a pevného těla menší, ku př. R . Váha vody téhož objemu, jaký má tělo pevné, jest pak, jak patrně, $p = Q - R$, a je-li P váha pevného těla, jest hustota jeho $H = \frac{P}{Q - R}$.

202. Stanovení hustoty hustoměry. 1. *Hustoměr na váhu* jest dutý mosazný aneb postříbřený válec (obr. 266.), nahoře i dole kuželovitě ukončený a dole obtěžkaný, aby měl v kapalinách polohu stálou. Na hořejším konci hustoměru jest u prostřed svisně upevněn ocelový drát s miskou A , na němž u O zvláštní znaménko, k němuž musí hustoměr vždy se ponořiti, aby vždy týž objem kapaliny vytlačoval. Dole ukončen hustoměr háčkem, na nějž zavěšuje se miska C , která závažíčkem se obtěžkává.

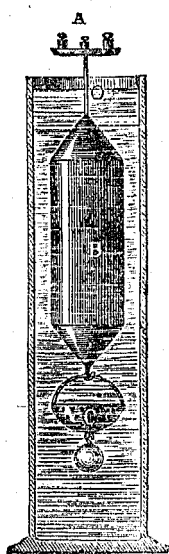
a) Chtějíce určití hustoměrem tímto hustotu těla pevného, ponoříme hustoměr do vody a přidáváme na misku A závaží tak dlouho, až ponoří se hustoměr k znaménku O . Pak vezmeme závaží s misky a položíme na ni kousek těla pevného, jehož hustotu máme určití, a přidáváme závaží tak dlouho, až se ponoří hustoměr ve vodě opět k bodu

O. Váha těla P rovná se pak rozdílu mezi závažím, které bylo dříve samo, bez těla, na misce, a závažím, které jsme ku tělu na misku

Obr. 267.



Obr. 266.



přiložiti musili. Pak dáme tělo do misky C , ve kteréž pozbývá váhy tolik, co váží voda jím vytlačená, tak že musíme na misku A přiložiti závaží p , aby hustoměr opět až k bodu O do vody se ponořil. Hustota těla $H = \frac{P}{p}$.

Miska C má otvory jako síto, aby bubliny vzduchové nemohly v ní se usazovati. Obrátíme-li misku C dnem vzhůru, můžeme určití hustoměrem též hustotu těles takových, která pro nepatrnou hustotu svou ve vodě se nepotápějí. Roztéká-li se pevné tělo ve vodě, ponoříme hustoměr do jiné kapaliny, ve které tělo se neroztéká a jejíž hustota jest ku př. h_1 , bude pak

$$H = \frac{P}{p} \cdot h_1.$$

b) Má-li se určití hustoměrem na váhu hustota kapaliny, určíme nejprvé váhu hustoměru Q a závaží q , jež nutno na misku A přiložiti, aby hustoměr ve vodě až k bodu O se ponořil. Obě tato závaží jednou pro vždy si zaznaména. Váha vody, vytlačené hustoměrem až k bodu O ponořeným, jest pak $p = Q + q$. Ponoříme-li pak hustoměr do jiné kapaliny, musíme na misku A dáti závaží q' , aby hustoměr opět se ponořil až k bodu O , a váha kapaliny hustoměrem vypuzené jest $P = Q + q'$. Hustota kapaliny jest tudíž $H = \frac{Q + q'}{Q + q}$.

2. *Hustoměry stupňované* jsou přístroje rourovité, se všech stran uzavřené, nejčastěji skleněné (zřídka plechové), dole olovem neb rtuťí obtěžkané, aby v kapalinách visně plovaly (obr. 267.). Přístroj takový potápí se ve vodě až ku jistému místu, kteréž na něm zvláště bylo označeno. V kapalině řidší než voda potápí se hustoměr *hlouběji* a v hustější méně *hluboko* než ve vodě, neboť váží kapalina hustoměrem vytlačená vždy tolik, co váží hustoměr, jehož váha se nemění. Hustoměrem takovým možno tudíž stanoviti, je-li kapalina nějaká *hustší* neb *řidší* než voda. Uděláme-li na hustoměru takovém přiměřenou *stupnici*, můžeme poměr hustoty kapaliny k hustotě vody číslem vytknouti.

Stupnice může býti upravena tak, abychom mohli hustoměrem určití hustotu kapalin *řidších* i *hustších* než jest voda. Nejčastěji

bývají však pro obojí druhy kapalin hustoměry zvláště upraveny. Na hustoměrech, jež slouží k určování hustoty kapalin *řidších* než voda, jest oddíl stupnice, ku kterému ve vodě se ponořují, *nejníže*; na hustoměrech, jimiž stanoví se hustota kapalin *hustších* než voda, jest oddíl stupnice, k němuž ve vodě se ponořují, *nejvýše*. Dle rozličné úpravy stupnice jsou stupňované hustoměry rozličně pojmenovány.

a) *Objemoměry* (volumetry) *Gay Lussacovy* ukazují na stupnici, kolik určitých *stejných* dílův objemu nějaké kapaliny právě tolik váží, co váží 100 týchž *stejných* dílův objemu vody. Ponoří-li se objemoměr v kapalině až k oddílu, jenž označen číslem n , váží n dílův kapaliny, jejíž hustota jest h' , právě tolik, co 100 stejných dílův vody, mající hustotu h . Při stejné váze jsou hustoty v převráceném poměru s objemy, tak že $h' : h = 100 : n$, a poněvadž hustota vody $h = 1$, $h' : 1 = 100 : n$, z čehož $h' = \frac{100}{n}$, t. j. objemoměrem

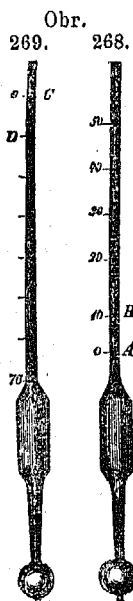
stanoví se hustota kapaliny, dělíme-li číslo 100 číslem, jež připsáno u onoho oddílu stupnice, k němuž hustoměr v kapalině té byl se ponořil.

b) *Hustoměry, jichž jednohlavé oddíly stupnice přímo hustotu vyznačují*, liší se od objemoměrů tím, že hustotu netřeba vypočítávati, poněvadž u každého oddílu stupnice připsáno jest číslo, jež značí hustotu kapaliny, ve které hustoměr až k tomuto oddílu byl se ponořil.

c) *Hustoměry procentové* slouží v obchodu a průmyslu k tomu, aby jimi přímo objevo se, mnoho-li ve 100 dílech (váhy neb objemu) obsaženo hmoty s vodou smíšené (ku př. líhu) aneb ve vodě rozpustěné (ku př. soli, cukru atd.). Takové hustoměry jsou *lhoměry* (alkoholometry), *cukroměry* (saccharimetry) a j.

d) *Hustoměry se stupnicí libovolnou* nemají vědeckého základu, poněvadž jimi možno ustanoviti pouze, je-li kapalina nějaká *všbec hustší* neb *řidší* než jiná, poměr hustot obou kapalin nelze však číslem určitým vytknouti. V obchodu a průmyslu užívá se přece hustoměrů těch až posud a mluví-li se o *stupnicích* líhu, kyselin atd., bývají tím míněny vždy stupně některého takového hustoměru. Nejvíce užívá se v průmyslu a obchodu hustoměrů, jež sestrojili *Baumé, Cartier a Beck*; Beckovy jsou poměrně nejlepší, Baumé-ovy nejrozšířenější. Na stupnici hustoměru *Baumé*-ova pro kapaliny *řidší* než voda, jest u bodu *B* (obr. 268.), ku kterému se potápí hustoměr ten ve vodě, číslo 10 a u bodu *A*, ku kterému se ponořuje v roztoku 1 dílu (libry) kuchyňské soli v 9 dílech (librách) vody, jest číslo 0. Od nuly až k 10 rozdělí se stupnice v 10 rovných dílův tak zvaných *stupňů*, které i dále na trubici se přenášejí. Na stupnici hustoměru pro kapaliny *hustší* než voda připsal *Baumé* k bodu *C* (obr. 269.), ku kterému hustoměr ve vodě $+14^{\circ}\text{R}$ teplé se ponořuje, nullu, a bod *D*, ku kterému se potápí v roztoku 3 dílů (liber) kuchyňské soli v 17 dílech (librách) vody, naznačil číslem 15. Rozdělením vzdálenosti obou těch bodův v 15 rovných dílův nabudeme pak *stupňův*, které i na další část trubice se přenášejí.

Poněvadž kapaliny dosti značně teplem se roztahují a ochlazením se smršťují, nutno při stanovení hustoty kapalin i ku teplotě přihlížeti.



D. Pohyb kapalin.

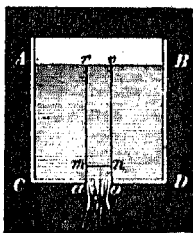
(Hydrodynamika.)

203. Výtok kapaliny. a) Uděláme li ve vodorovném dnu CD (obr. 270.) nádoby $ABDC$ otvor ao , vytéká otvorem malá částice kapaliny $amno$ nejen účinkem síly těžné, nýbrž i tlakem sloupce kapaliny $rmnv$. Tlak sloupce tohoto spravuje se pak, pokud otvor a měrná váha kapaliny zůstávají stejny, toliko výškou rm , pročež i rychlost, kterou kapalina otvorem ao vytéká, pouze výškou kapaliny se řídí, i ubývá rychlosti výtoku tou měrou, kterou ubývá výšky kapaliny.

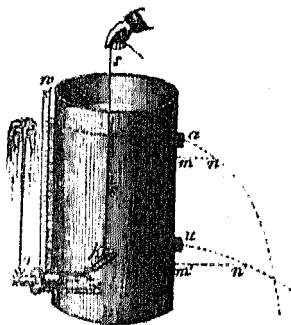
Má li tudíž kapalina vytékati otvorem *rovnoměrně*, musí udržovati se v nádobě $ABDC$ vždy ve stejné výšce.

b) Poněvadž tlak kapaliny šíří se ve všech směrech stejnou měrou, spravuje se rychlost výtoku výškou kapaliny nad otvorem, nechť vytéká kapalina otvorem ve dnu, aneb ve stěně, aneb směruje-li otvor do výšky. Vytéká-li kapalina malým postranním otvorem šikmo neb vodorovně, opisuje dle zákonu v odst. 183. c) a d) vytknutého *parabolu*.

Obr. 270.



Obr. 271.



Otevře-li záklopku k (obr. 271.), vytryskuje kapalina, malým otvorem a téměř tak vysoko, jak vysoko stojí v nádobě (srovnej odst. 195. e). Vytéká-li otvorem a neb u , opisuje parabolu an neb un' .

c) Množství kapaliny za jistou dobu vytékající spravuje se netoliko velikostí otvoru, nýbrž i rychlostí výtoku.

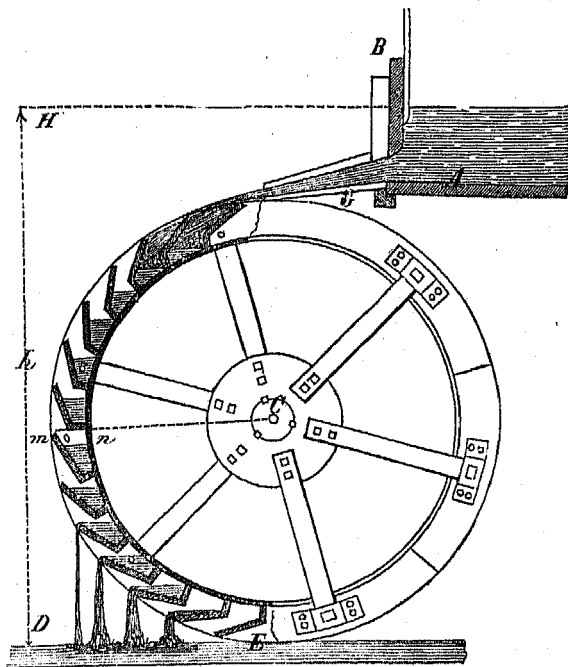
204. Hybná síla vody. Účinkem tíže a snadné pošinitelnosti svých částic snaží se voda vždy, aby nejnižší polohu zaujala, a proudí tudíž v řekách a potocích silou, které již ode dávna ku

pohybu vodních kol se užívá. Voda působí v kolo buď *vahou*, buď *rázem*, buď *tlakem*, t. j. vahou i rázem současně.

a) *Kolo na svrchní vodu* otáčí se účinkem váhy vody i užívá se ho, kde jest vody málo, ale kde má voda veliký spád.

Voda *A* (obr. 272.), jejíž přítok lze upravití stavidlem *B*, padá žlabem *C* do korečkův, jež jsou upraveny tak, aby vodu ze žlabu snadně přijímaly a ji, pokud jen možno, až do nejhlubšího místa v sobě udržovaly, by vahou svou vydatněji mohla působiti. Proto bývá koreček upraven tak, že jedna třetina

Obr. 272.



jeho, tak zvaný *poddeněk*, má směr poloměru kola Cm , ostatní pak dvě třetiny skládají *lopatku*, k obvodu kola v úhlu asi 30° skloněnou. Aby voda co nejdéle v korečkách zůstávala, naplňují se vodou jen asi do polou. Čím větší výška hladiny hořejší nad hladinou dolejší, t. j. čím větší DH , tím větší silou kolo se otáčí.

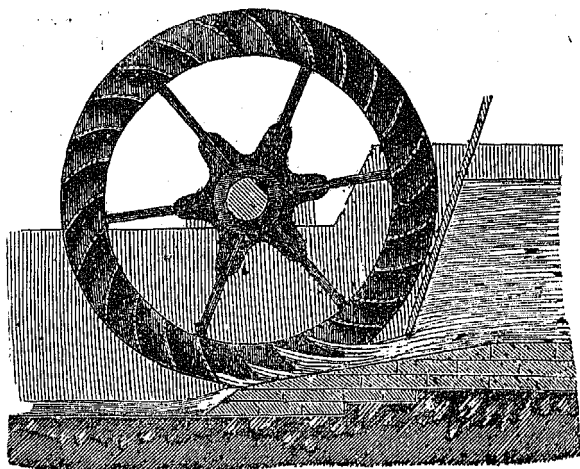
b) *Kolo na spodní vodu* pohybuje se nárazem vody i užívá se ho, kde je spád vody malý, jako ku př. u mlýnů na řekách a náhonech.

Voda padá žlabem vodorovným aneb poněkud nakloněným a udeří na lopatky, jež stojí kolmo na obvodu kola aneb bývají poněkud proti proudu nakloněny. Kolo *Ponceletovo*, jež znázorňuje obr. 273., má lopatky ze železného

plechu tak zakřivené, aby voda netoliko nárazem, nýbrž i vahou svou mohla v ně působiti.

O kole Segnerově a o kolech vodorovných č. turbinách pojednáno již na str. 258.

Obr. 273.



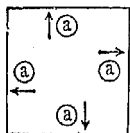
E. Rovnováha vzdušin.

(Aërostatika.)

205. Povaha vzdušin. Jak bylo již na str. 32. vytknuto, liší se vzdušiny od těles pevných i od kapalin tím, že jsou částice jejich *prchavé* a vzdalují se účinkem odpudivosti ustavičně od sebe, snažíce se zaujmouti prostor vždy co možná největší. Tato vlastnost vzdušin nazývá se *šřivost* č. *rozpínavost*. Od kapalin rozeznávají se vzdušiny i tím, že lze značně je *stlačovati*. Vlastností vzdušinám i kapalinám společnou jest *snadná pošunutelnost* částic. Jako v každé tělo vábec, působí i ve vzdušiny *tíže*.

Obr. 274.

Myslíme li si v prostoru čtyři částice *a* (obr. 274.) jeví všechny snahu, vzdalovati se od sebe co nejvíce směry šipkami naznačenými.



Šřivostí svou způsobují vzdušiny na plochy, s nimiž se stýkají, jistý *tlak*, který se jmenuje *napnutí* č. *expanse*.

Poněvadž napnutí vzdušin tlakem jich na plochy se měří, mají šřivost, rozpínavost, tlak, napnutí a *expanse* v obecné mluvě tentýž význam.

Velikost napnutí č. expanse vzdušín měří se hydrostatickým tlakem sloupce rtuťového (někdy též vodního), působícího na plochu *vodorovnou* 1 cm^2 velikou, pročež expanse obyčejně toliko výškou sloupce rtuťového se stanoví.

Praví-li se ku př., že jest expanse vzduchu $28''$, tož rovná se expanse váze sloupce rtuťového, $28''$ vysokého, na vodorovnou plochu 1 cm^2 působícího. Poněvadž 1 kg rtuť váží $14\cdot 14$ lotu jest váha 28 kg rtuťi

$$14\cdot 14 \times 28 = 395\cdot 92 \text{ lotů} = 12 \text{ žl. } 11\cdot 92 \text{ lotu} = \text{téměř } 12\frac{1}{2} \text{ žl.}$$

206. Expanse vzdušín spravuje se hmotou, objemem a teplotou jejich.

a) *Rozličné* plyny, ku př. kyslík a vodík, mají za hustoty a teploty stejné expanse *rozličnou*. Tlak vodíku jest asi 16krát tak veliký jako tlak kyslíku. — Rozeznáváme expanse *prostou*, kterou stanovíme, nehledíce ni k hustotě ni ku teplotě vzdušiny, a expanse *poměrnou*, kterou jeví plyn, maje teplotu 0° a hustotu tutéž, kterou má zcela čistý vzduch při teplotě 0° a expanse $28'' 4'''$.

b) *Tatáž* vzdušina jeví za *tétéž* teploty ale rozličného objemu expanse *rozličnou*, a sice *přibývá* expanse *tou měrou*, kterou *objemu ubývá*. Poněvadž *přibývá* hustoty *tou měrou*, kterou *ubývá* objemu, *patrné*, že *přibývá-li* hustoty *vzdušiny*, *přibývá* *toutéž měrou* *i expanse její*. Značí-li tudíž E expanse vzdušiny, mající objem V a hustotu H , a je-li e expanse *tétéž* vzdušiny za *tétéž* teploty, při objemu v a hustotě h , lze zákon právě vyslovený vytknouti srovnalostmi :

$$E : e = v : V \quad \text{a} \quad E : e = H : h.$$

Zákon tento, po objeviteli *zákon Mariottův* nazvaný, lze zkouškami do-
voditi. Stlačí-li se vzdušina tak, že zaujímá $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$... $\frac{1}{n}$ původního ob-
jemu, pročež hustota její 2-, 3-, 4-, ... *n*krát se zvětší, jeví se expanse vzdu-
šiny 2-, 3-, 4- ... *n*krát větší.

c) Za stejné hustoty spravuje se expanse téhož plynu teplotou jeho, neboť roztahují se teplem všechna tělesa, tudíž i vzdušiny, a *přibývá-li* tudíž tepla, *přibývá* i expanse. *Gay Lussac* objevil v příčině této zákony následující: 1. Zahřejeme-li plyn, aniž by tím změnily se objem a hustota jeho, z 0° na $100^\circ C$, jest expanse jeho o $\frac{11}{30}$ původní velikosti větší, tak že, byla-li při 0° expanse e , jest při $100^\circ C$ expanse $e + \frac{11}{30}e$. 2. Expanse *přibývá* teplu *poměrně*; je-li tudíž zvýšením teploty o $100^\circ C$ expanse plynu o $\frac{11}{30}e$ větší, *přibývá* jí zvýšením teploty o každý $1^\circ C$ stejně mnoho, totiž $\frac{11}{30}e : 100 = \frac{11}{3000}e$.

Zákony rovnováhy vzdušín spravují se hlavně expanse jejich. Poněvadž expanse par jinými zákony se řídí než expanse plynův, nutno rozdělití nauku o rovnováze vzdušín ve dva oddíly, z nichž první jedná o rovnováze plynův a druhý o rovnováze par.

a) O rovnováze plynů.

207. Tlak vzduchu. Vzduch objímá zemi naši a jsa k ní poután tíží spolu s ní se otáčí.

Vrstvy bliže země se nalézající jsou *hustější*, jsouce stlačovány od vrstev ostatních, nad nimi se nalézajících. Majíce větší hustotu a tudíž i větší expansi tlačí níže umístěné vrstvy vzduchu rozpínavostí i vahou svou na každé tělo, s nímž se stýkají.

Velikost tlaku vzduchu měří se výškou sloupce čisté rtuti ve trubici asi 30" dlouhé a na jednom konci uzavřené. Trubice naplní se rtutí, uzavře se prstem, načež otvorem dolů se obrátí a svisně postaví do nádoby *nn* (obr. 275.), ve kteréž se nalézá taktéž rtuť, načež otvor se otevře. Dle zákona o nádobách spojitých měl by povrch rtuti ve trubici i v nádobě býti v stejné výšce; rtuť klesne však ve trubici jen *nepatrně hlouběji* a zůstává asi 28" nad povrchem v nádobě *nn* státi.

Obr. 275.



Nevnikli-li při pokusu žádný vzduch do trubice, jest prostor ve trubici nade rtutí vzduchu prázný a zove se *prázno Torricellovo*, jakož i pokus ten *pokusem Torricellovým*, neboť objasnil pokusem tím *Torricelli* nejprvé tlak vzduchu.

Skloní-li se trubice, vystupuje v ní rtuť, aby stála vždy v též výšce, která měří se pak svisně, což děje se též u trubic tvaru jiného. Je-li trubice kratší, zůstane rtuť naplněna.

Že sloupec rtuti nad povrchem jejím v nádobce *nn* ve výšce asi 28" se udržuje, vykládáme tím, že vzduch na rtuť v nádobce *nn* tlačí a na povrch rtuti ve trubici žádný tlak nepůsobí, kterým by tlak vzduchu na rtuť v *nn* působící se rušil.

1. Je-li trubice nahoře kohoutkem opatřena a otevře-li tento kohoutek, padá rtuť, vnikajícím vzduchem puzená, ve trubici až k povrchu rtuti v nádobě. 2. Vpusťme-li jen něco málo vzduchu pozorně do prázna *Torricellova*, klesá rtuť tou měrou, kterou přibývá vzduchu do prázna, na důkaz, že tlakem vnitřním raší se část tlaku vnějšího. 3. Naplníme-li trubici vodou, udrží se tlakem vzduchu sloupec vody 32' vysoký nad hladinou, neboť *musí býti sloupec vody tolikráté vyšší, kolikráté jest měrná váha vody menší, než měrná váha rtuti.* — Poněvadž jest rtuť 13·6 hustší než voda, bude sloupec vody $28'' \times 13 \cdot 6 = 380 \cdot 8''$ t. j. téměř 32' vysoký. 4. Na vrcholi vysokých hor má sloupec rtuti menší výšku než na úpatí, neboť jest na vrcholi vzduch řidší a proto tlak jeho menší.

Že rozpínavost vrstvy vzduchu, která povrchu rtuti v nádobě se dotýká, jest příčinou tlaku, jímž sloupec rtuti nad povrchem jejím v rovnováze se udržuje, o tom se přesvědčíme, uzavřeme-li nádobu na neprodyšně. *Rtut zůstává pak ve trubici vždy v též výšce*; zahříváme-li neb ochlazujeme-li pak vzduch v nádobě *na*, nabývá *větší* neb *menší* expanse a rtuť pak ve trubici *vystupuje* neb *padá*.

208. Tlakoměry. Pokusem Torricellovým seznaváme velikost tlaku vzduchu jen v době krátké. Chceme-li pozorovati, zdaž tlaku *přibývá* neb *ubývá*, aneb zdaž tlak *stejným* zůstává, musíme trubici připevniti a *stupnici* v palce a čárky aneb jinak rozdělenou opatřiti. Přístroj tak upravený nazývá se *tlakoměr* (barometr).

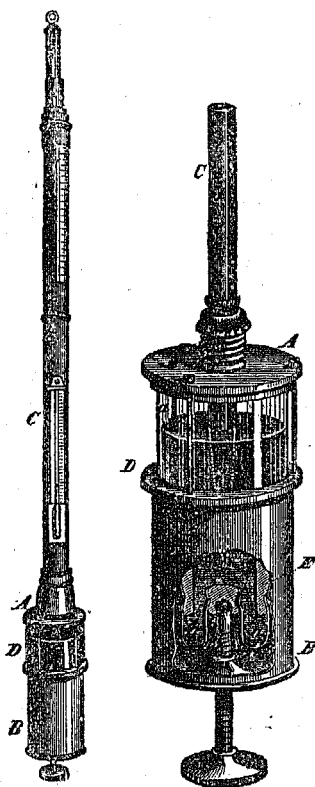
Začátečný bod stupnice má se dotýkati povrchu rtuti v nádobě, neboť se udržuje ve trubici tlakem vzduchu v rovnováze jen ona část sloupce, která stojí nad povrchem rtuti v nádobě. *Padá-li* totiž rtuť ve trubici, tož *vystupuje* v nádobě, a začátečný bod octne se pak *pod* hladinou rtuti; bude tudíž nutno stupnici ze rtuti *povyšdhnouti* aneb nádobku níže *spustiti*, aby začátečný bod opět povrchu rtuti v nádobě se dotýkal. Není-li stupnice ani nádobka pohyblivá, objeví se při *padání* rtuti ve trubici tlak vzduchu *větším* a při *stoupání* *menším* než skutečně jest. *Vadu* tuto lze však přiměřeným způsobem buď zcela zameziti, buď pokud možno zmenšiti.

Poněvadž u nás, vyjma případy neobyčejné, rtuť nejvýše do 29" vystupuje a nejhlouběji k 27" padá, bývá stupnice jen na hořejší části trubice.

a) *Tlakoměr Fortinův.* Má-li nádobka pohyblivé dno, jež lze zdvihati a spouštěti, aniž by rtuť z nádobky vytékala, můžeme povrch rtuti posouvnouti vždy ku začátečnému bodu stupnice. Tlakoměr takový sestrojil *Fortin*.

Trubice *C* (obr. 276.) sahá otevřeným koncem do rtuti v nádobce *AB*, jejíž kožené dno šroubem se zdvihá neb spouští tak dlouho, až povrch rtuti začátečného bodu stupnice se dotýká. V tomto případě dotýká se pak kostěný neb ocelový bodec *a*, do víčka nádobky zapuštěný a nehybný, špičkou svou hladinou rtuti, což poznáváme, dotýká-li se špička bodce špičky

Obr. 276.



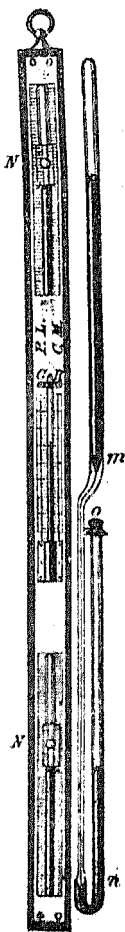
obrazu jeho, ve hladině rtuti jako v zrcadle vznikajícího. Abychom to mohli pozorovati, jest hořejší část nádoby *AD* skleněná.

Ve víčku nádoby jsou malé otvory, kterými vzduch do nádoby vniká, víčko jest pak na vnitřní straně povlečeno jirchou, jejíž průlinky vzduchu volného průchodu dopřávají, nedopouštějíce vytékatí rtuti. Skleněná trubice vězí ve trubici mosazné, která má v hořejší části průlinu, aby bylo viděti stoupání a padání sloupce rtuťového. Na trubici mosazné vedle průliny bývá vyryta stupnice. Při přenášení tlakoměru zdvihá se dno, aby rtuť celou trubici vyplnila a vzduch do Torricellova prázna vniknouti nemohl. Proto můžeme tlakoměr třeba i převrátiti, aniž by vzal škodu. Poněvadž rtuť teplem se roztahuje, bývá tlakoměr opatřen též teploměrem. Tlakoměr Fortinův, jež možno přenášeti bez obavy, že se pokazí, slouží velmi dobře cestovatelům.

Obr. 277.



Obr. 278.



b) *Tlakoměr obecný.* Tlakoměr tvaru takového jako na obr. 277. nazývá se tlakoměrem *obecným* č. *domácím* aneb dle tvaru nádoby, ve kteron jest trubice rozšířena, též tlakoměrem *hruškovitým*. Poněvadž jest stupnice *nehýbnou*, má tlakoměr tento *nadu* výše vytknutou, t. j. *padá-li* rtuť ve trubici, jeví se tlak vzduchu *větším*, a *stoupá-li* rtuť ve trubici, jeví se tlak vzduchu *menším*, než skutečně jest. Vada ta jest tím menší, čím větší jest průměr nádoby.

Tlakoměru toho užívá se v domácnosti, aby změnami výšky sloupce rtuťového změny povětrnosti naznačoval. Ku pozorováním a pracím vědeckým se naprosto nehodí.

c) *Tlakoměr dvouramenný* liší se od předešlého tím, že otevřený konec trubice vzhůru se ohýbá a nádobku tlakoměru domácího nahrazuje (obr. 278.). Výška sloupce rtuťového měří se od povrchu rtuti v rameni otevřeném ku povrchu v rameni zavřeném, což děje se způsobem rozličným.

Stupnice aneb *trubice* posouvá se tak, aby začátečný bod stupnice a povrch rtuti v rameni kratším byly v též výšce, aneb bývá na stupnici bod naznačený nullou u prostřed a po obou stranách jeho jsou pak čísla stupnice v pořadí přirozeném. Výška sloupce určuje se pak součtem čísel, ku kterým

sahá povrch rtuti v rameně delším i kratším. — Gay Lussac upravil tlakoměr tak, že vrcholík rtuti v rameně kratším nalézá se kolmo pod vrcholíkem jejím v rameně delším (obr. 278.), tak že stupnice k oběma sloupcům těsně přiléhá a výška jejich zevrubně určití se může.

209. Užívání tlakoměru. a) *Vlastnosti tlakoměru.* Má-li tlakoměr účeli svému dokonale vyhověti, jest nutně třeba:

1. Aby průměr světlosti trubice byl nejméně $1\frac{1}{2}$ “; neboť ve trubicích vláskových rtuť se stlačuje (viz str. 31.) a proto *něže* stojí, než toho tlak vzduchu vyžaduje.

Porovnáme-li výšku sloupce rtuťového v tlakoměru Fortinově s výškou sloupce v tak zvaném *tlakoměru normálním*, jehož průměr světlosti nejméně 6“ obnáší a který i v každém jiném ohledu jest dokonalý, tu shledáme, o mnoho-li stojí rtuť v tlakoměru našem níže, a rozdíl tento musíme pak ku pozorované výšce vždy *připočísti*, aneb, je-li možno, začátečný bod stupnice o tolik *něže* posouvnutí.

2. Rtuť musí býti *dokonale čistá a vzduchu prostá.*

Než rtuť do trubice dáváme, musíme ji dokonale vyčistiti, což děje se *spůsobem* rozličným podlé toho, jakými příměsky jest znečištěna. Vzduch *vy-puzuje* se ze rtuti vyvářením.

3. V Torricellově práznu nesmí býti ani vzduch ani vodní páry, *jichž* rozpínavostí by tlak vzduchu vnějšího z části se rušil.

Poněvadž rtuť během času se okysličuje a též vzduch pohlcuje, který pak až do Torricellova prázna postupuje, musí rtuť po uplynutí jisté doby znovu se *vyvářeti*.

4. Stupnice musí býti dokonale rozdělena a začátečný bod její musí býti na místě náležitém, o čemž již výše bylo pojednáno.

b) *Pozorování tlakoměru.* Při pozorování výšky rtuťového sloupce ve tlakoměru třeba šetřiti pravidel následujících:

1. Tlakoměr budiž po celý čas, pokud jej pozorujeme, *svisně zavěšen.*

2. Oko pozorovatele budiž ve stejné výšce s nejvyšším bodem vrcholíku sloupce rtuťového.

3. Před pozorováním musíme na trubici zaklepati, aby rtuť na stěnách lpějící od nich se oddělila.

4. Poněvadž rtuť teplem *se roztahuje* a tudíž sloupec rtuťový účinkem tepla *vyšší* bývá, než by byl pouhým působením tlaku vzduchu, musíme, porovnávajíce výšku sloupcův v tlakoměrech, hleděti i ku *teplotě* rtuti, pročež bývá s tlakoměrem spojen též teploměr.

c) *Užívání tlakoměru.* Tlakoměr slouží:

1. Silozpytcům ku mnohým *vele důležitým* pozorováním a pokusům.

2. Ku *pozorování povětrnosti.* Padání rtuti ve tlakoměru považuje se co znak povětrnosti vlhké, stoupání co znak povětrnosti suché,

ač mnohé bývají v té příčině výjimky. Náhlé padání rtuti oznamuje brzkou bouřku.

Změny výšky sloupce rtutového jsou *pravidelné a nepravidelné*. U nás převládají změny nepravidelné tak velice, že pravidelných nesnadno pozorovati. Změny nepravidelné způsobují u nás proměny teploty a jimi vznikající proudění vzduchu. Jižní a jihozápadní větry jsou teplé a vlhké, ochlazují se u nás, rtuť padá — přsí. Větry severní a severovýchodní jsou studené a suché, rtuť stoupá — povětrnost suchá, pěkná.

3. Z výšky sloupce rtutového v tlakoměru lze vypočísti tlak vzduchu v určitém místě na plochu určité velikosti.

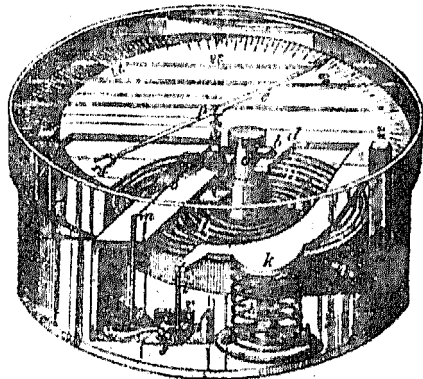
Je-li výška rtutového sloupce 28", tlačí vzduch na 1" asi 12½ lib. a na 1" 1788 lib. 21 loty. Z toho lze vypočísti tlak, který působí na povrch těla našeho a kterého necítíme, poněvadž i uvnitř v těle jsou vzdušiny téhož napnutí, jímž tlak vzduchu se ruší. Na vysokých horách cítíme unavení, poněvadž rovnováha obou tlakův se ruší. Tlakem vzduchu udržují se kosti ramenní a stehenní v dutinách lopatek a pávnice.

4. Tlakoměr slouží vhodně *ku měření výšky hor*, neboť ubývá vzduchu hustoty a tudíž i expanse čím dále od země tím více, pročez z výšky rtutového sloupce tlakoměru, pozorovaného na úpatí hory aneb na hladině mořské a současně na vrcholu hory, lze rozdílnost expanse vzduchu na obou místech seznati a tudíž i vzdálenost jednoho místa od druhého, t. j. *výšku hory* vypočísti.

210. Tlakoměry kovové č. aneroidy liší se podstatně od tlakoměrův výše popsaných.

Aneroid Naudetův, jinak *baromètre holocéristique* zvaný, skládá se z bubínku *DD*, (obr. 279.) asi ¼" vysokého, jehož hořejší víčko jest velmi tenké, pružné a v soustředných kruzích vlnitě zprohybané. Bubínek jest dolejší dnem svým na sloupku v pouzdře upevněn. Z bubínku vyčerpá se vzduch pokud možno, načež otvor jeho i neprodyšně

Obr. 279.



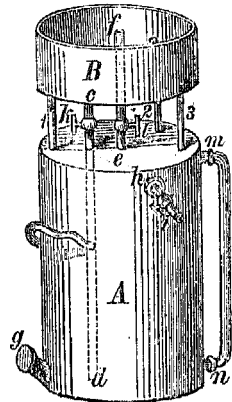
se uzavře. Větším tlakem vzduchu vnějšího se prohybá víčko *D* víc neb méně do vnitř bubínku a pohyb ten převádí se citlivým ústrojím velmi značně (asi 800krát) zvětšen na ručičku *e*, která na stupnici zkusmo určené velikost tlaku vzduchu ukazuje.

Aneroidy slouží zvláště vhodně vzduchoplavcům

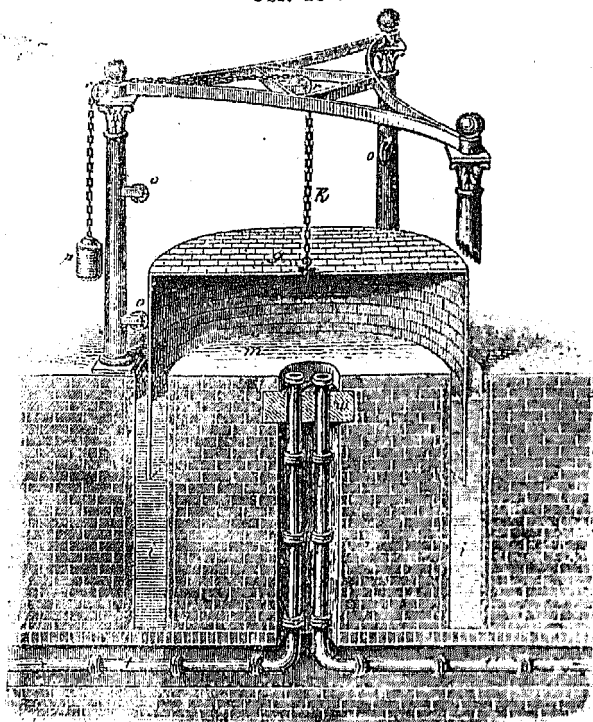
211. Stroje, přístroje a náčiní, zakládající se v tlaku vzduchu, jsou velmi rozmanité a k rozličným účelům potřebné.

a) Užijeme-li ku zkoušce Torricellově (obr. 275.) trubice kratší, ku př. pouze 25" dlouhé, zůstane rtuť zcela naplněna; podobně zůstane zcela naplněna vodou, je-li kratší než 32'. Vnikne-li pak nad sloupec rtuť neb vody něco vzduchu neb jiného plynu, klesne kapalina tak hluboko, až hydrostatický tlak kapaliny a expanse vzduchu neb plynu, ve trubici nad kapalinou uzavřeného rovná se tlaku vzduchu vnějšího.

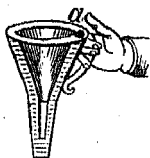
Obr. 280.



V tom zakládají se *plynojemy*, jež na mostek pneumatické vany stavíme a vodou neb jinou kapalinou naplňujeme (obr. 42. na str. 62.). Plyn nahromadující se pod otvorem mostku, nad nímž nádoba jest přiklopena, stoupá v bublinách vzhůru do nádoby a vytlačuje z ní kapalinu. — *Plynojem Peppého* (obr. 280.) jest plechová nádoba A, se všech stran uzavřená, na níž spočívá na sloupcích 1, 2, 3 nádoba B, nahoře otevřená. Trubice *cd* ústí hořejším koncem *c* v otvoru na dně nádoby B a sáhá dolejší koncem *d* téměř až ke dnu nádoby A; trubice *ef* ústí dolejší koncem *e* v otvoru svrchní stěny nádoby A a vyčnívá hořejším koncem *f* z nádoby B. Nádoba A má ve stěně dně trubici *g*, která, jsouc poněkud vzhůru zabnuta, se stěnou ostrý úhel svírá a zátkou se uzavírá; při svrchní stěně nádoby A jest pak trubice *h*, která kohoutkem *i* se uzavírá. Zavřeme-li trubici *cd* do A a trubici *ef* a *h* uniká z A vzduch. Je-li pak nádoba A vodou zcela naplněna, uzavrou se kohoutky *i*, *h*, *l* a nádoba postaví se do vody tak hluboko, aby otvor *g* byl pod vodou, načež otvor *g* se otevře a trubice, kterou plyn se přivádí, do otvoru *g* se vsouvc. Plyn stoupá v nádobě A vzhůru a vytlačuje vodu, která kolem trubice plynovodní otvorem *g* vytéká. Je-li v A náležité množství plynu, uzavře se zátkou otvor *g*. Chceme-li pak plyn z nádoby A převáděti, otevřeme kohoutky *i* a *h*. Voda teče trubici *cd* do A a puď trubici *h*, ku které jinou trubici lze připojiti, plyn do příslušné nádoby. Skleněná trubice *mn*, s nádobou A spojitou nádobu skládající, naznačuje výšku vody v nádobě A; je-li nádoba A skleněná, není trubice *mn* třeba. — *Plynojem v plynárnách* užívaný záleží v příklopu *g* (obr. 281.), ze železného plechu zhotoveném, který vahou svou potápí se ve vodě *ii*. Trubicí *t* přivádí se plyn pod příklop, jež expanzí svou zdvihá, a trubicí *t'* se odvádí. Otvory obou trubic zůstávají vždy nad povrchem vody. Aby váha příklopu přiměřeně mohla se upravit, zavěšuje se na řetěz *k*, s příklopem *g* spojený a na kladkách *rr'* spočívající, přiměřeně závaží *p*. — Naplníme-li sklenici, ježž otvor jest přibroušen, zcela vodou, přikryjeme-li pak otvor papírem, těsně k němu přiléhajícím a obrátíme-li sklenici otvorem dolů, nevytéká z ní voda. Postavíme-li pak sklenici takto na stůl a vytáhneme-li pozorně papír, zůstává voda ve sklenici. — *Kouzelná éto* jest láhev, mající hrdlo úzké a ve dně mnoho otvorův, tak že dno situ se podobá. Ponoříme-li láhev do vody, naplní se zcela vodou, uzavřeme-li pak hrdlo neprodyšně palcem, můžeme vodu v láhvi přenášeti, aniž by síťovitým dnem vytékala. Otevře-li se hrdlo, vytéká voda síťovitým dnem ve způsobu deště. Láhev takové lze užívati výhodně ku kropení květin. — *Kouzelná nálevka* (obr. 282.) záleží ve dvou nálevkách, z nichž vnitřní poněkud menší vězí ve vnější tak, že mezi oběma zůstává prostor, do něhož vede s hůry blíže rukověti malý otvor *a*, ježž lze palcem uzavřiti. Ponoříme-li nálevku do kapaliny, naplní se i prostor mezi oběma nálevkami kapalinou, která vzduch otvorem *a* ze prostoru vypudila. Uzavřeme-li pak *a* palcem, zůstává kapalina mezi oběma nálevkami a vytéká z nálevky zdánlivě prázdné po částích, když otvor *a* se pootevře, aby něco



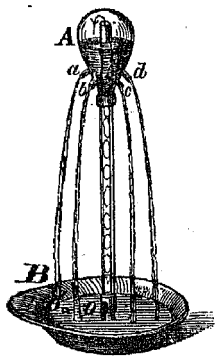
Obr. 282.



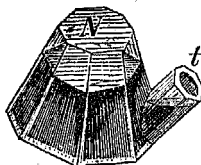
vzduchu s hřry do prostoru mezi nálevkami vniklo. — *Kouzelný pohár* má tutěž upravu jako kouzelná nálevka. Zálceží ve dvou nádobách, mezi nimiž jest prostor, do něhož vedou dva otvory, a sice malý otvor na dně vnitřní nádoby a druhý malý otvor blížerukověti, ježž palcem lze uzavřítí. Nalijeme-li do vnitřní nádoby kapaliny, naplní se i prostor mezi nádobami kapalinou; uzavřeme-li pak hořejší otvor palcem a vylejeme-li kapalinu, jest nádoba zdánlivě prázná, pootevřeme-li pak hořejší otvor, vytéká z prostoru mezi nádobami něco kapaliny, tak že opět lze z nádoby kapalinu nalévatí. — *Kouzelná láhev*, z níž kejklří, ač jest zdánlivě prázná, i více rozličných kapalin nalévají, má prostor mezi nádobou vnitřní a vnější přehrádkami rozděloný ve více dutin, z nichž každá má dva příslušné otvory, totiž jeden na dně vnitřní láhve a druhý nahore v hrdle láhve. Každá dutina naplní se jinou kapalinou a otevřeme-li pak v hrdle jeden neb více otvorův, lze z láhve příslušnou kapalinu, aneb i směs více kapalin nalévatí. — *Zdroj občasný* znázorňuje obr. 283. Je-li postranní otvor *o* ve trubici otevřen, vniká trubicí do nádoby *A* vzduch a voda vytéká trubicemi *a*, *b*, *c*, *d* do nádoby *B*. Poněvadž malým otvorem *o'* z *B* mnohem méně kapaliny vytéká, než jšhora přitéká, vystoupí voda v brzku v *B* tak vysoko, že otvor *o* pod vodou se octne, čímž stoupání vzduchu do nádoby *A* se zamezí, pročež voda ze trubic *a*, *b*, *c*, *d* vytékati přestává. Odtéklo-li otvorem *o'* tolik kapaliny, že otvor *o* opět jest nad povrchem jejím, počíná výtok z nádoby *A* poznovu. — V kalamári, ježž znázorňuje obr. 284., přitéká z nádoby *N* nahore uzavřené do otevřené

trubice *t* inkoust teprv pak, když v trubici klesl tak hluboko, že může něco málo vzduchu do uzavřené nádoby vystoupiti. — *Kalamář Wegdwoodův* má kromě nálevkovitého otvoru prostředního *o* (obr. 285.) ještě malý otvor, který se uzavírá neprodyšně zátkou *z*. Vytáhneme-li zátku *z* a nalijeme-li nálevkovitým otvorem inkoust do kalamáře, postaví se v nádobě i nálevkovitým otvorem stejně vysoko. Uzavřeme-li pak malý otvor, můžeme část inkoustu z nálevky vylítí. Pootevřením malého otvoru, jímž část vzduchu do

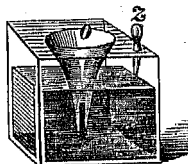
Obr. 283.



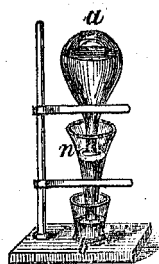
Obr. 284.



Obr. 285.



Obr. 286.



Obr. 287.



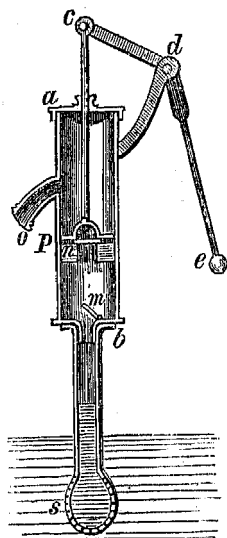
vnitř vniká, lze inkoust v jakékoliv výšce v nálevce udržeti. Převrhne-li se kalamář tento, vytéká inkoust vždy toliko z nálevky. — Ve tlaku vzduchu spočívá úprava *rovnoměrného výtoku*. Ž láhve *a* (obr. 286.) vytéká kapalina do nálevky *n*, v níž papírem se procezuje, tak dlouho, až otvor láhve octne se pod povrchem kapaliny v nálevce. Procedila-li se kapalina do nádoby *b*, klesne povrch její v nálevce, vzduch vnikne do láhve *a* a vypudí z ní opět část kapaliny, tak že v nálevce stojí vždy stejně vysoko. — *Rovnoměrný přítok oleje o* ke kvotům lze dle předcházejícího a dle zákona o nádobách spojených z obr. 287. snadně vyložiti.

b) Postavíme-li trubici, v níž píst, neprodyšně ku stěnám přiléhající, až k dolejšímu konci byl stlačen, do nějaké kapaliny a vytáhneme-li pak píst vzhůru, tož vniká kapalina tlakem vzduchu vnějšího do prostoru vzduchoprázdného pod pístem a stoupá ve trubici tak vysoko, až hydrostatický tlak sloupce kapaliny tlaku vnějšího vzduchu se vyrovná. Zůstane-li pod pístem něco vzduchu, zředuje se tento vytažením pístu a expanse jeho *ubývá*, pročež *větším* tlakem vnějšího vzduchu kapalina opět ve trubici stoupá tak dlouho, až hydrostatický tlak sloupce kapaliny a expanse vzduchu ve trubici zředěného rovnají se tlaku vzduchu vnějšího.

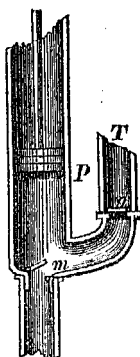
V tom zakládá se úprava známé *stříkačky ruční*, záležející v jednoduché trubici, dole zúžené, v níž píst neprodyšně ku stěnám přiléhající se pohybuje. Ponoříme-li trubici do vody a vytáhneme-li píst, naplní se stříkačka vodou, stlačujeme-li úsilně píst, vystřikuje voda ze stříkačky. — *Pumpa*

na zdviž (ob. 288.) jest trubice *ab*, dolejším zúženým koncem do vody ponořená, v níž pohybuje se píst *P*, neprodyšně ku stěnám přiléhající, pákou *ade*, mající osu v *d*. Vytáhneme-li píst *vzhůru*, zvětší se objem vzduchu pod pístem uzavřeného, který se tudíž zředí, pročež expanse mu ubývá. Zákloпка *n*, uzavírající otvor v pístu, zůstane *větším tlakem* vnějšího vzduchu uzavřena, hustší vzduch pod záklopkou *m*, máje větší expansi, otevře pak zákloпку *m* a vnikne pod píst. Tím zředí se vzduch pod záklopkou *m* a tlakem vnějšího vzduchu vnikne voda, procezující se sítím *s*, do prostoru pod záklopkou *m*. Stlačí-li se píst *P* dolů, zhustí se vzduch pod ním, uzavře zvětšeným tlakem svým zákloпку *m*, otevře zákloпку *n* a část jeho unikne do vzduchu vnějšího. Vytáhne-li a stlačí-li se píst po druhé, po třetí atd., stoupá voda ve

Obr. 288.



Obr. 289.



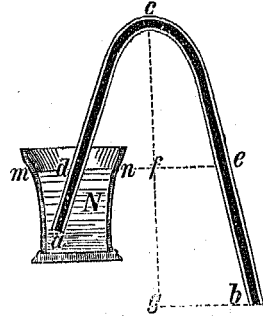
trubici vždy výše a výše, až konečně, když všechen vzduch pod pístem se vypudil, dostoupí voda k pístu. Stlačí-li se píst dolů, vychází voda, uzavřeví zákloпку *m* a otevřeví zákloпку *n*, nad píst a zdvihá se pak pístem až k otvoru *o*, jímž vytéká. Poněvadž stoupá voda v pumpě pouze tlakem vzduchu, jímž sloupec vody asi 32' vysoký v rovnováze se udržuje, nelze vodu pumpou na zdviž zdvihati výše než 32'. V pumpách obyčejných bývá píst od povrchu vody v nádrži pouze 20' nejvýše 25' vzdálen. R. 1643 vyložil Torricelli svou zkouškou, o níž v odst. 207. bylo pojednáno, že voda, dosáhnuvši v pumpě na zdviž výšky téměř 32', výše stoupati nemůže. — *Pumpa na tlak* (obr. 289.) liší se od pumpy na zdviž tím, že nemá v pístu *P* žádného otvoru. Vytahuje-li se píst *vzhůru*, otevírá se zákloпка *m* i vniká pod píst nejprve vzduch, pak voda, jako u pumpy předcházející; stlačuje-li se píst *dolů*, uniká nejprve vzduch, později voda, otevřívaje zákloпку *n*, do trubice *T*, v níž stoupá *tlakem pístu*, pročež lze ji zdvihati do výše jakékoliv, je-li jen síla, kterou píst se stlačuje, přiměřeně veliká. — *Násoska rovná* (obr. 290.) jest trubice v hořejší části v báníku *b* rozšířená a nad báníkou opět zúžená v otvor *o*, ježž palcem lze uzavřítí. Ponoříme-li trubici dolejším koncem *a* do kapaliny a vysajeme-li otvorem *o* ze trubice a báníky vzduch, vniká kapalina tlakem vzduchu do trubice, kterou až k otvoru *o* naplní, když všechen vzduch jsme

vyssáli. Uzavřeme-li pak otvor *o* palcem, můžeme kapalinu v násosce přenášeti, aniž by vytekla. Otevřeme-li otvor *o*, vytéká kapalina do nádoby pod násosku postavené. Podobně jest upravena pipetta, která má hořejší otvor *o* širší, pružnou blánou uzavřený, a dolejší otvor *a* velmi úzký. Stlačíme-li blánu, unikne něco vzduchu ze trubice, poněkud-li pak trubici dolejší otvorem *a* do kapaliny a přestaneme-li blánu stlačovati, rozšíří se vzduch ve trubici pozůstalý ve větším prostoru, čímž se zředí a expanse mu ubývá, pročež větším tlakem vzduchu vnějšího něco kapaliny do trubice vnikne a v ní přenášeti se může. Kapalina vypudí se pak z trubice opětným stlačením blány.

Obr. 290.

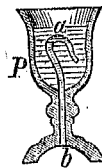


Obr. 291.

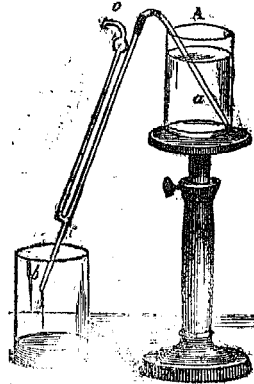


c) Vložíme-li ohnutou trubici *acb* (obr. 291.) kratším ramenem do kapaliny a vyssajeme-li otvorem *b* z ní vzduch, naplní se trubice kapalinou, kteráž z ní otvorem *b* vytéká tak dlouho, pokud povrch kapaliny *mn* stojí nad otvorem *a*. Poněvadž povrch kapaliny *mn* a otvor *b* jsou ve výškách málo od sebe rozdílných, jest tlak vzduchu na povrch *mn* a na otvor *b* téměř zcela stejný. Tlaku vzduchu na povrch kapaliny *mn* odporuje však hydrostatický tlak sloupce kapaliny *cd*, jehož výška jest *cf*, tlaku vzduchu na otvor *b* odporuje hydrostatický tlak sloupce též kapaliny *cb*, jehož výška jest *cg*. Poněvadž jest hydrostatický tlak vyššího sloupce též kapaliny *cb* větší, zruší se u *b* větší část tlaku vzduchu než u *mn*, zbývá tudíž na *mn* tlaku vzduchu více a proto vytéká kapalina otvorem *b*, zanechávajíc za sebou prostor, do něhož ihned opět tlakem vzduchu na *mn* kapalina se puď, pročež kapalina tak dlouho vytéká, pokud jest otvor *a* do ní ponořen. Rameno *cb* může býti tak dlouhé jako *ca*, ano i kratší, ale otvor *b* musí býti níže než povrch kapaliny v nádobě, má-li kapalina otvorem *b* vytékati.

Obr. 293.



Obr. 292.



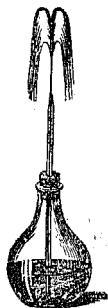
Přístroj právě popsaný nazývá se násoska ohnutá a slouží ku převádění kapaliny z jedné nádoby do druhé. — Poněvadž z násosky ohnuté vzduch tak dlouho vyssává se musí, až kapalina otvorem *b* vytéká počíná, vniká při vyssávání vzduchu vždy něco kapaliny do ústí. Ku převádění kyselin, žiravin aneb jedovatých kapalin spojuje se násoska ohnutá s násoskou rovnou (obr. 292.). Otvor *b* uzavřeme, otvorem *o* vyssáváme pak vzduch, až kapalina téměř k otvoru sahá, načež vzduch vyssává přestaneme a otvor *b* otevřeme. — Nalijeme-li do poháru *P* (obr. 293.) kapalinu tak vysoko, že povrch její octne se nad nejvyšším místem ukryté násosky *a*, jejíž otvor *b* ve dnu ústí, vytéká kapalina násoskou z poháru; jeli povrch kapaliny stejně vysoko s *a*, vytéká kapalina teprv pak, když pohár k straně kratšího ramene ná-

sosky poněkud se nahne. Pohár ten nazývá se *pořádem Tantalovým*. *) — Tak vysvětluje se též vznik *občasných pramenů*, jež násoskou ohnutou, od přírody vytvořenou, vytékají z nádrží, když voda v nádrži nad ohyb násosky vystoupila. — Tak lze též vyložití přítok a odtok vody v *jezeře Cirknickém*, do něhož vody nadzemními i podzemními přítoky přibývá, a z něhož voda více než 400 pozeradly, ohnutým násoskám se podobajícími, odtéká.

d) Zvětší-li se expanse vzduchu, uzavřeného nad vodou v tak zvané *Heronově báni*, obr. 294. zázorněné, tak že jest expanse vzduchu uzavřeného větší, než vzduchu vnějšího, tož pučí uzavřený vzduch tlakem svým vodu ze trubice tak úsilně, že úzkým otvorem hořejším vysoko vystřikuje. Expanse vzduchu v báni zvětšuje se tím, že trubicí téměř až ke dnu sáhající, prostrčenou neprodyšně zátkou, která hrdlo bány neprodyšně uzavírá, do bány vzduch úsilně se nafouká a nad vodou se zhustí aneb že vzduch v báni se zahřívá.

Heronovo řídlo lze ze dvou láhví a tří trubic sestrojiti tak, jak je znázornuje obr. 295. Lijeme-li trubicí *ab* vodu do láhve *C*, uniká z ní vzduch trubicí *de* do Heronovy bány *G*,

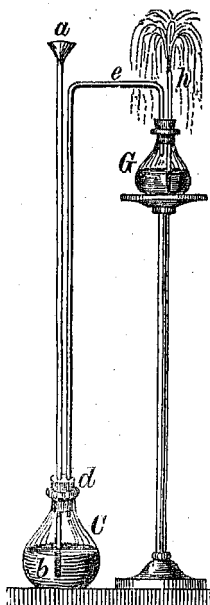
Obr. 294



Obr. 296.



Obr. 295.

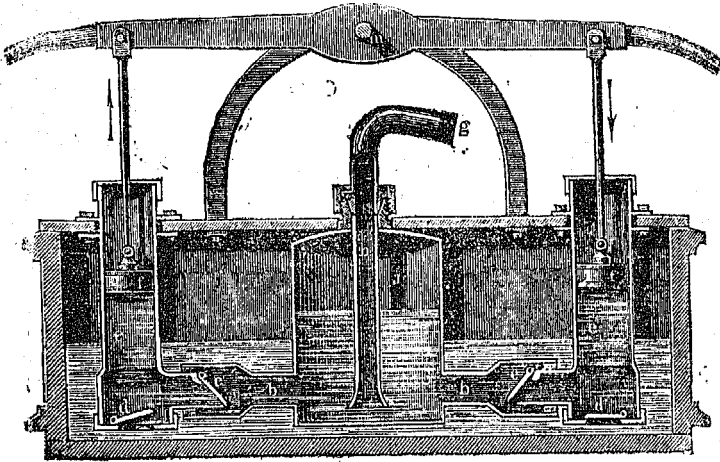


ktež se zhušťuje a zvětšenou expanzí svou vodu trubicí *h* vypuzuje — *Láhev sířkací*, již užívají lučebníci, jest Heronova báně, jejíž zátkou prostrčeny jsou dvě trubice (obr. 296.). Trubicí *ab* zhušťuje se v láhvi vzduch a trubicí *cd* vystřikuje voda. — *Sířkačka vzorní* (obr. 297.) záleží ve dvou pumpách na tlak *ee*, v nichž pohybují se písty *ff*. Pomocí páky zdvihá se jeden píst a stlačuje se druhý současně. Pohybují-li se písty směrem šipkami naznačeným, tož jest *v levo* dolejší záklopka *d* otevřena a voda stoupá pod píst; záklopka *c* jest pak uzavřena. *V pravo* stlačuje se píst dolů, záklopka *d* jest zavřena a záklopka *c* otevřena, pročež trubicí *b* vniká voda do Heronovy bány *a*, která *větrný kotél* se nazývá. Zhuštěný vzduch vypuzuje pak úsilně vodu trubicí *h*, ku které u *g* uží ohebná trubice se přiřroubuje.

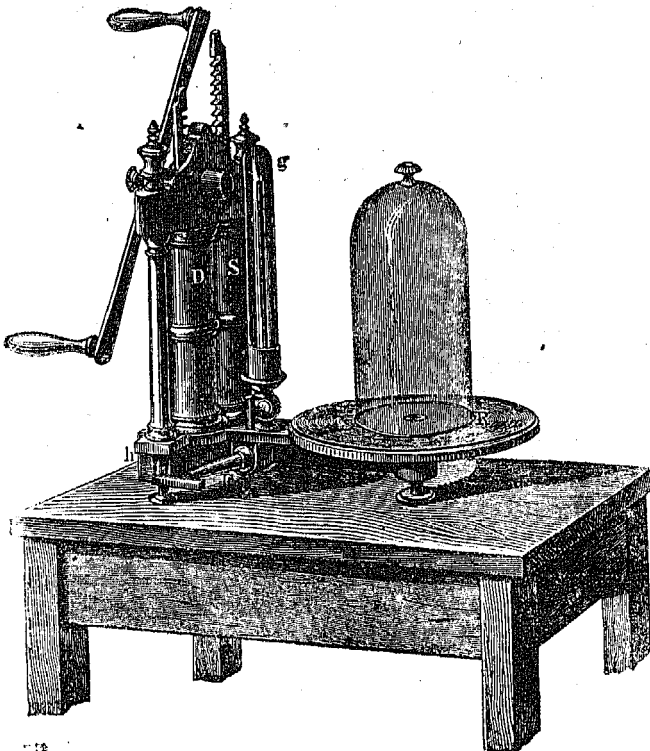
212. Vývěva. Přístroj, sloužící ku zředování vzduchu nazývá se *vývěva*. První vývěvu sestrojil Děvinský

*) *Tantalus*, král řecký, dle bájesloví odsouzen za provinění svá, aby stál v podsvětí ve vodě, trápen žízní a nemoha jí ústy dosáhnouti, poněvadž ustoupila voda hned, kdykoliv napít se chtěl.

Obr. 297.



Obr. 298.



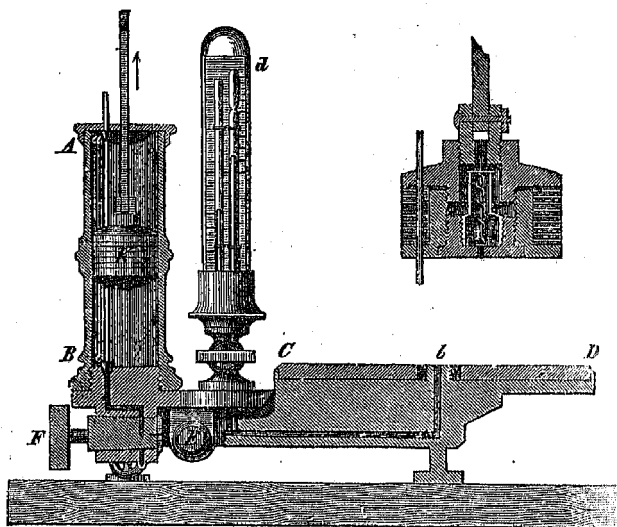
purkmistr *Otto Guericke* roku 1650. Od té doby byla vývěva značně opravena. Nyní užívá se nejvíce vývěvy, znázorněné obr. 298.

Ve válcích *DS* pohybují se neprodyšně ku stěnám přiléhající písty, jichž ozubená táhla zasahají do ozubeného kola, tak že současně jeden píst dolů a druhý nahoru se pohybuje. Obr. 299. znázorňuje vývěvu v průřezu. *AB* jest válec, v němž se pohybuje píst *K*, *CD* jest tak zvaný talíř, v jehož středu *b* ústí trubice, u *c* do válce *AB* vstupující. Otvor *c* uzavírá se kuželovitým čípkem *c*, přidělaným na bidélku *ac*, které pístem neprodyšně prochází a otvorem ve víku válce poněkud vyniká, majíc zrovna pod víkem čípek *a*. Na talíř *CD* staví se poklop *E* (obr. 298.), pod nímž chceme vzduch zředovati; aby talíř neprodyšně k talíři přiléhal, jest talíř jakož i okraj talíře poklopu dobře přibroušen a uhlazen. Je-li kohoutek *E* (obr. 299.) otevřen, jest poklop trubici *bc* spojen s oběma válci pomocí kohoutku *F*, tak že vzduch z poklopu střídavě hned do jednoho hned do druhého válce stoupá.

Vytáhne-li se píst vzhůru, zdvihá se s ním též bidélko *ac* (obr. 299.); poněvadž však čípek *a* brzo na víko válce narazí, otevře se

Obr. 299.

Obr. 300.



čípek *c* jen poněkud, což ovšem postačuje, aby vzduch z poklopu do válce vniknul. Tlačí-li se píst dolů, stlačuje se s ním bidélko dolů a čípek *c* uzavře otvor na dně válce, pročež vzduch nemůže nazpět do

poklopu se vrátiti. Vzduch pod pístem stlačený otevře pak zámyčku slabým pružným pérem na otvor v pístu přitlačenou (obr. 300.) a uniká otvorem tím do vzduchu vnějšího. Při každém vytažení pístu vzhůru, zavjeme vzduch, který jest v poklopu, prostor poklopu a spolu i válce, čímž objem jeho se zvětší a tudíž hustota se zmenší. Poněvadž vzduch z válce nazpět do poklopu se nevrací, jest hustota vzduchu po každém následujícím vytažení a stlačení pístu vždy menší. Úplně nelze však vzduch z poklopu vyčerpati, poněvadž vždy jen část vzduchu do válce přichází, část pak vždy v poklopu zůstává.

Aby bylo lze pozorovati, jak dalece byl vzduch v poklopu již zředěn, spojuje se s vývěvou *skrácený tlakoměr*. S trubici, jdoucí od talíře, jest spojen malý příklop, v němž jest skrácený tlakoměr (*g* obr. 298. a *d* obr. 299.). V příklopu tom má vzduch tutéž hustotu a expansi jako v poklopu na talíři. Spočátku vyplňuje rtuť uzavřené rameno skráceného tlakoměru zcela, po dalším zředění pak v rameně tom padá a v otevřeném stoupá. *Čím menší jest pak rozdíl výšky sloupcův v obou ramenech, tím více jest vzduch zředěn.* Z rozdílu toho možno tlak a tudíž i hustotu vzduchu zředěného u přirovnání k hustotě vzduchu vnějšího snadně vypočísti. — Ukazuje-li ku př. skrácený tlakoměr tlak 1·5^{''} vzduchu zředěného, jehož hustota jest *h*, a je-li *H* hustota a 27^{''} 6^{''} tlak vzduchu vnějšího, tož mají se hustoty jako tlaky, t. j. $h : H = 1 \cdot 5'' : 330'' = 15 : 3300$ čili $h : H = 1 : 220$, z čehož $h = \frac{H}{220}$, t. j. vzduch v poklopu jest 220krátě řidčí než vzduch vnější.

Ve válci vývěvy zůstává mezi pístem a záklopkou čípkovitou malý prostor, jež píst, ač byl co nejnižše stlačen, vyplniti nemůže. V prostoru tom zůstává pak část vzduchu, mající hustotu vzduchu vnějšího. Vytáhneme-li pak píst vzhůru, vyplní nejprvé tento vzduch celý válec, čímž ovšem silně se zředí. Je-li však hustota jeho potom rovna hustotě vzduchu v poklopu zředěného, nebude vzduch z poklopu do válce vnikati, čímž další zředování jest zamezeno. Prostor ten, jímž zředování vzduchu se omezuje, zove se *prostorem škodlivým* a bývá u vývěv dokonalých z příčin právě vytknutých co možná nejmenší, neboť lze zřediti vývěvou vzduch tak, že hustota jeho jest tolikrátě menší než hustota vzduchu vnějšího, kolikrátě objem škodlivého prostoru jest menší než objem válce i se škodlivým prostorem dohromady.

Babinet upravil kohoutek *F* (obr. 299.), jehož otvory vzduch z poklopu do obou válců se rozvádí, tak že při určité poloze kohoutku jedním válcem vzduch z poklopu a druhým válcem vzduch ze škodlivého prostoru prvního válce se čerpá, pročež vzduch silněji lze zřediti.

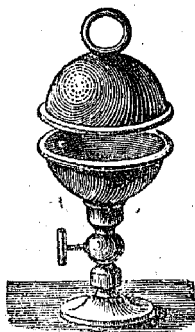
Zkoušky vývěvou konané jsou velmi rozmanité; vývěva jest netoliko fysikům a lučebníkům nutně potřebná, nýbrž slouží i v životě obecném k rozmanitým účelům.

a) Ve prostoru, v němž byl vzduch zředěn, jeví se rozpínavost vzduchu zcela patrně.

Měchýř dobře uzavřený, jen málo vzduchu obsahující, nadýmá se pod poklopem vývěvy rozpínavostí vzduchu v něm obsaženého, když vzduch pod

poklopem se zředil. Podobně nadýmají se scvrklá jablka a scvrklé švestky, poněkud navlhčené. — Z průlínek těles pevných i kapalných uniká pod poklopem vývěvy vzduch, z piva kyselina uhličitá atd. — Z Heronovy bány vytryskuje pod poklopem voda.

Obr. 301.



b) Čím více zředíme vzduch, tím patrněji jeví se tlak vzduchu vnějšího.

Poklop, pod nímž byl vzduch zředěn, přiléhá pevně k talíři. — Děvinské duté polokoule (obr. 301.) neprodyšně k sobě přiléhající, lze jen velikou silou od sebe odtrhnouti, když vzduch uvnitř nich se zředí a kohoutek se uzavře. — Napneme-li na dutý mosazný válec měchýř, postavíme-li jej na talíř vývěvy a zředíme-li pod ním vzduch, trhá se měchýř tlakem vzduchu; podobně roztříští se skleněná deska na válec shora přiléhající. Je-li válec uzavřen nahoře dřevěnou nádobkou, do níž dána rtuť, protlačuje se rtuť průlínkami dřeva co jemný dést.

c) Klesání rtuti ve skráceném tlakoměru vývěvy jest důkazem, že rtuť v tlakoměru pouze tlakem vzduchu v jisté výšce se udržuje.

d) Vývěvou lze dokázati, že vzduchu k dýchání, hoření a rozvádění zvuku nutně třeba.

Zředí-li se značně vzduch, hynou živočichové pod poklopem, světlo sháší a z zvuku není slyšeti.

e) Zředíme-li dostatečně vzduch ve vysokém válečkovitém poklopu, padají všecka tělesa, s hůry poklopu spuštěná, stejně rychle dolů, což důkazem, že země všecka tělesa stejnou silou přitahuje.

f) Ubývá-li pod poklopem hustoty a tudíž i tlaku vzduchu, vaří se pod poklopem kapaliny při menší teplotě.

Éther vaří se pod poklopem, jak mile vzduch jen poněkud se zředil, a vypařuje se tak rychle, že mrzne voda v mističce kovové, do étheru postavené, poněvadž éther úsilně se vypařující jí teplo odnímá.

Vývěvy užívá se v lučobnách, papírnách, atd., k rychlejšímu napouštění těles barvivem, k navlhčování papíru, k rychlému vysušování tkanin atd. Zvláště důležitou jest vývěva v cukrárnách, kdež slouží k tomu, aby šťáva řepová při menší teplotě se zavářela, čehož docílí se, když z kotle, v němž šťáva se zaváří, vzduch a vodní páry, varem šťávy zplozené, se vyčerpávají.

213. Hustilka č. *vývěva zhušťovací* liší se od vývěvy zředovací pouze tím, že při vytahování pístu otevírá se záklopka v pístu a válec vzduchem se naplňuje; při stlačování pístu otevírá se pak záklopka na dně válce, aby do poklopu, který musí býti silný a na talíři připevněný, vzduch se tlačil a tím se zhustil.

Nejčastěji zhušťuje se vzduch vývěvou jednoduchou, již znázorňuje obr. 302. Jest to trubice, která má na dně záklopku *o* a nahoře

po straně otvor r , jímž vzduch do vnitř vniká, když byl píst až nahorn vytažen. Stlačí-li se píst dolů, zhušťuje se pod ním vzduch, otevírá záklopku o a vniká do nádoby, která byla ke trubici dole u ss přišroubována.

Obr. 302.

Vývěva zhušťovací má též *prostor škodlivý*, jímž zhušťování vzduchu jest omezeno. Stlačí-li se vzduch, který válec naplnil, pístem do škodlivého prostoru a je-li v něm pak hustota tatáž jako hustota vzduchu v nádobě pod záklopkou o , tu neotevře se již více záklopka a zhušťování přestává. Je-li V objem válce i se škodlivým prostorem a v objem škodlivého prostoru, lze vzduch zhustiti jen potud, aby hustota jeho byla $\frac{V}{v}$ krát větší než hustota vzduchu vnějšího.

Hustilky užívá se při *větrovce*, t. j. ručnici, v jejíž duté pažbě vzduch se zhušťuje. Spouští ručnice otevírá se záklopka, vzduch vyráží úsilně z pažby ven a vypuzuje kulku, kterou byla větrovka nabita. — Hustilkou lze též zhušťovati vzduch v bání Heronově, je-li tato k tomu účeli zvláště upravena.

214. Váha a hustota vzdušin. Naplníme-li bání (obr. 303.), jejíž objem nejméně 300 k'' obnáší, vzduchem neb jiným plynem, uzavřeme-li ji a zvažíme-li ji, vyčerpáme-li vývěvou z bání vzdušinu, pokud možno, a zvažíme-li bání opět, jeví se bání lehčí, což důkazem, že má vzduch jakož i vůbec každá vzdušina jistou váhu. *Prostou váhu* vzduchu v bání uzavřeného lze vypočísti. Dělíme-li prostou váhu vzduchu v bání obsaženého objemem bání, krychlovými palci vytknutým, vypočteme váhu jednoho krychlového palce č. *měrnou váhu* vzduchu.

Obr. 303.

Takovým způsobem bylo shledáno, že 1 k'' vzduchu při teplotě 0° a tlaku 760 millimetrův (28 $''$ 4 $'''$) váží 0.326 gránů, tudíž 770kráté méně, než voda při teplotě 0°.

Při stanovení *hustoty* vzdušin běře se hustota vzduchu za jednotku, i jest tudíž hustota plynu H podíl z váhy plynu P v bání obsaženého a váhy vzduchu p téhož objemu, tak že $H = \frac{P}{p}$.

Vypočtená hustota a měrná váha plynu musí se vždy převáděti v ony, jež by měl plyn při teplotě 0° a tlaku 760 mm .

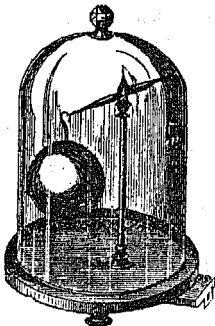
215. Plování ve vzduchu. Poněvadž jest vzduch těžký, *jest i ve vzduchu jako v kapalně každé tělo tlačeno vzhůru silou, která se rovná váze vzduchu téhož objemu, jaký má tělo, i pozbývá tudíž každé tělo i ve vzduchu zdanlivě tolik váhy, kolik váží vzduch tělem ze prostoru vytlačeny.*

Prof. J. Klíky *Fyzika pro nižší třídy.*

Váha těla ve vzduchu jest pouze tenkráté pravá, když objem těla a objem závaží jsou stejné. Čím větší jest rozdíl objemův a čím větší hustota vzduchu, tím větší je rozdíl váhy těla a váhy závaží.

Má-li ku př. tělo objem 10kráté tak veliký jako závaží, s nímž jest na vahách v rovnováze, pozbývá tělo zdánlivě 10kráté tolik své váhy, kolik pozbývá své váhy závaží, z čehož patrně, že ve vzduchu silně zředěném aneb ve prostoru vzduchoprázdném jevílo by se tělo poněkud těžší než závaží. — Skleněná bábka (obr. 304.) jest se závažím na druhém konci vahadla zavěšeným v rovnováze. Dá-li se přístroj ten pod poklop vývěvy, v němž vzduch se zředí, jeví se bábka mající objem větší, o něco těžší.

Obr. 304.



Je-li hustota těla větší než hustota vzduchu, váží tělo více, než stejný objem vzduchu, pročež ve vzduchu *padá*; je-li hustota těla tatáž jako hustota vzduchu, *vznáší se* tělo ve vzduchu; je-li konečně hustota těla menší než hustota vzduchu, jest tělo vzhůru tlačeno silou větší (vahou vzduchu) než jest ona, kterou dolů padá (váha těla), výslednice má pak směr síly větší a tělo ve vzduchu *stoupá* č. ve vzduchu *plove*.

Tak stoupají ku př. ve vzduchu kouř, oblaky atd., až dostihnou vrstev vzduchu též hustoty, kterou samy mají.

V plování těles ve vzduchu zakládají se *balóny*, jež, jsouce lehčí než vzduch, ve vzduchu tak vysoko stoupají, až dostihnou vrstev řidších, kdež pak vzduch balónem z prostoru vytlačený tolik váží, co váží balón, a kdež pak balón ve vzduchu se vznáší.

Nejprvé dělali balóny bratři *Montgolfierové*, kteří je naplňovali zahřátým *vzduchem*, pročež balóny takové zovou se *Montgolfiery*. Profesor *Charles* naplnil balón nejprvé *vodíkem*, odkudž název takových balónů *Charliéry*. Angličan *Green* použil k naplnění balónu *světíplynu*, jehož k tomuto účeli nyní obecně se užívá (odtud jméno balónů *Greeniéry*).

Malé balóny dělají se z kolloidia neb papíru, veliké z tafetu, z něhož kulové prouhy se nastříhají, sešijí a kaučukovým pokostem potrou, aby byly neprodyšné. — Je-li balón dosti veliký, lze na něj i loďku pro větroplavce zavěsiti (obr. 305.). Aby balón v dolejších hustších vrstvách příliš rychle nestoupal, brávají větroplavci do loďky přítěž, t. j. pytle naplněné pískem, jež ve vyšších, řidších vrstvách vysejpaží, aby balón lehčím se stal a výše stoupal. Nahoře v balónu jest zámyčka, kterou větroplavci pomocí šňůry k ní přidělané otevírají, aby část plynu vypustili. Otvorem vystupuje z balónu plyn a dolem vniká do balónu vzduch, čímž váha balónu se zvětšuje a balón padá.

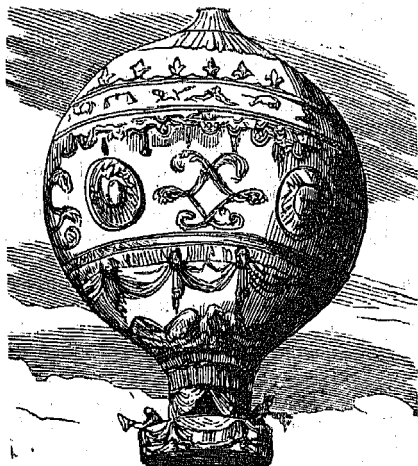
První větroplavbu podnikli *Filatre de Rosier* a markýz *d'Arlande* (21. října 1783). Balón jejich byl 70' vysoký a 46' široký. — *Gay Lussac* vystoupil roku 1804 za účelem vědeckým dvakráté s balónem a sice poprvé s *Biotem*, podruhé sám až do výšky 27.000 stop. Ze zkušeností, jichž nabyl, vyplývá, že ve výši ubývá teploty i expanse vzduchu, že jest ve vzduchu vyšších vrstev

totéž množství kyslíku a dusíku jako ve hlubších, že jest magnetická síla zemská ve vyšších vrstvách tatáž, jako na zemi atd.

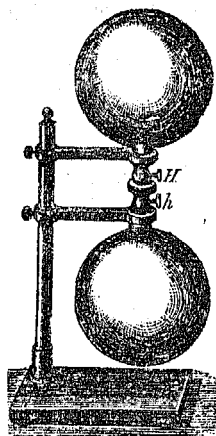
Pomocí balonů udržovali Francouzové v poslední válce s Pruskem spojení Paříže, od Prusův sevřené, s venkovem.

216. Pronikání plynů. a) Spojíme-li dvě bání trubici tak, aby, když kohoutky *H* a *h* (obr. 306.) se otevrou, nádoby ty byly nádobou spojitou, a je-li v hořejší nádobě *vodík* a v dolejší *kyselina uhličitá*, vnikne jeden plyn do druhého a za nějaký čas budou

Obr. 305.



Obr. 306.



plyny v obou báních *rovnoměrně smíšeny*, ač by měl *vodík*, jsa *mnohem řidší*, zůstatí v nádobě hořejší. Úkaz ten, který pozorujeme i na jiných plynech, zoveme *pronikáním* č. *diffusí* plynů.

Plyn rozšiřuje se tudíž ve prostoru, naplněném jiným plynem, s nímž chemicky se neslučuje, právě tak, jako by prostor ten byl prázným; ovšem děje se to *volněji*, než kdyby plyn do *prázdného* prostoru vnikal, ale tím rychleji, čím větší je rozdíl hustoty plynů.

Expanse smíšeny plynů rovná se součtu expanzí všech plynů jednotlivých, tak že $E = e_1 + e_2 + e_3 + \dots$

Sloupec rtuť v tlakoměru vyznačuje tlak kyslíku, dusíku, vodních par, kyseliny uhličitá a jiných v té době ve vzduchu obsažených plynů a par.

b) Jsou-li plyny odděleny od sebe stěnou *průlinčitou*, vniká průlinkami stěny jeden plyn do druhého.

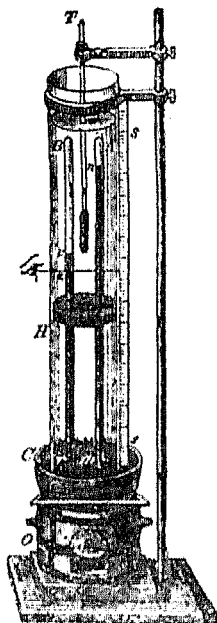
Z toho lze vyložití, že *kyselina uhličitá* uniká ze prostoru, v němž *dýcháním*, *hořením* a *kvašením* se zplodila, a že čistý vzduch vnější do prostoru toho přichází.

b) *O rovnováze par.*

217. Rozpínavost par. a) Že mají i páry při každé teplotě určitou rozpínavost, můžeme ukázat, vpustíme-li do Torricellovy prázná flakoměrné trubice *B* (obr. 307.) několik kapek čisté vody aneb jiné kapaliny. Ponenáhlu kapaliny ubývá a expansí par, z kapaliny vznikajících, klesá sloupec rtuťový ve trubici *B*, o čemž přesvědčíme se, porovnávajíc výšku jeho s výškou sloupce rtuťového ve trubici *A*.

Obklopíme-li trubice *A B* rourou *H*, která jest do železné misky *C* se rtuťí postavena, naplníme-li rouru *H* vodou, již zdola ohněm *O* zahříváme, tož můžeme vodu, jejíž teplota měří se teploměrem *T*, a tudíž i páru v práznu Torricellově postupně z 0° až ke $100^{\circ}C$ zahřívati a expansi páry při teplotě z 0° až ke $100^{\circ}C$ měřiti. — Je-li trubice *B* hořejším koncem dolů zahnutá a do nádoby s ledem neb směsí vodou mrazivou, jejíž teplota teploměrem do ní vloženým se určuje, ponorena, zkapalní část par v práznu Torricellovu, zbývající část par jeví však opět rozpínavost teplotě dotyčné příslušnou. — Kdyby teplota páry $100^{\circ}C$ převyšovala, stlačila by pára sloupec rtuťový pod povrch rtuťi *mr* v misce *C* (obr. 307.), tak že nebylo by možno expansi páry měřiti. Přesahuje-li tudíž teplota páry $100^{\circ}C$, měří se expanse její pomocí *zátkovky pojišťovací* (obr. 195. na str. 204.) aneb tak zvanými *manometry*, o nichž na str. 296. pojednáno.

Obr. 307.



b) Expanse par spravuje se následujícími zákony:

1. Expanse a hustota par, jež v práznu Torricellově byly vznikly, dosahuje pro určitou teplotu *největší hodnoty*, tak že jest pak prostor *parami nasycen*.

2. Pokud stýkají se páry s kapalinou, z níž povstávají, přibývá hustoty i expanse jejich *větší měrou*, než přibývá teploty kapaliny, poněvadž zvýšením teploty nové páry povstávají a tudíž netoliko teplota, nýbrž i hustota jejich se zvětšuje.

3. Je-li ještě část kapaliny nade rtuťí v Torricellově práznu, změní-li se teplota a zvětšíme-li objem par, vznikají z kapaliny páry nové, zmenšíme-li objem par, tož část jejich zkapalní a obě děje se tak dlouho, až jest hustota a expanse par *táž jako dřívě*.

4. Není-li žádné kapaliny více ve prostoru, řídí se expanse par zákonem *Mariottovým* a *Gay-Lussacovým* (str. 273.), *pokud nemají páry hustoty a expanse největší*.

5. Páry rozličné mají při *též teplotě* expansi *rozličnou* a sice tím *větší*, čím *menší* teploty k varu dotyčné kapaliny třeba.

6. Ve prostoru, který jest naplněn vzduchem neb jinými plyny, vyvíjí se, *ač mnohem volněji, přece tolik par, kolik by jich vzniklo při též teplotě, kdyby prostor byl zcela prázdný, a expanse par jest ve prostoru plyny naplněném stejná.*

7. Páry, jež vystupují z kapalin, které vespolek se nesměšují, pronikají se vespolek jako plyny a expanse jejich rovná se součtu expanse jednotlivých par.

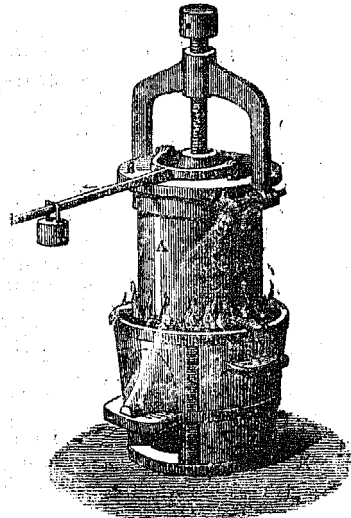
218. Působení tlaku vzduchu ve var kapaliny. Poněvadž vzduch na kapalinu tlačí, musí páry z kapaliny vystupující tlak vzduchu překonávati, má-li kapalina též uvnitř v páru se proměňovati, *pročež čím větší tlak vzduchu, tím vyššího stupně tepla třeba k varu kapaliny.*

Na vysokých horách, kde jest tlak vzduchu menší, vře voda při menší teplotě než $100^{\circ} C$ a tudíž nelze tam v obyčejných nádobách uvařití maso, luštěniny atd., ješto nemá voda potřebné teploty. Je-li však nádoba uzavřena, aby páry z ní nemohly unikati, tož tlačí pak nejen vzduch, nýbrž i páry na povrch vody a voda vře pak při teplotě, kteráž může i $100^{\circ} C$ převyšovati. Spůsobem takovým upraven jest *Papinův hrnec*, t. j. nádoba kovová *A* (obr. 308.), uzavřená víkem *B*, kteréž k ní neprodyšně přiléhá a šroubem neb jiným způsobem k ní se připevňuje. Ve víku jest pojišťovací záklopka (obr. 195.) a někdy též prohlubina se rtuť, do níž teploměr se staví, aby teplota páry měřiti se mohla. Hrnce Papinova užívá se netoliko na vysokých horách nýbrž i v našich domácnostech.

Zředí-li se vzduch nad kapalinou a odvádějí-li se vývěvou páry, jež z kapaliny povstávají, tož vře kapalina při teplotě nižší, ku př. voda již při $30^{\circ} C$. — Naplníme-li baňku neb láhev z tenkého skla z části vodou a zahřívá-li se voda až vře, tož vypudí páry z nádoby všecken vzduch. Uzavřeme-li pak láhev neprodyšně tak, že nad vodou pouze páry zůstávají, a polijeme-li láhev, hrdlem dolů obrácenou, *studenou vodou*, srazí se páry, čímž tlak jejich na vodu se zmenší a tudíž voda *znovu se vaří*, což možno i vícekrát opakovati.

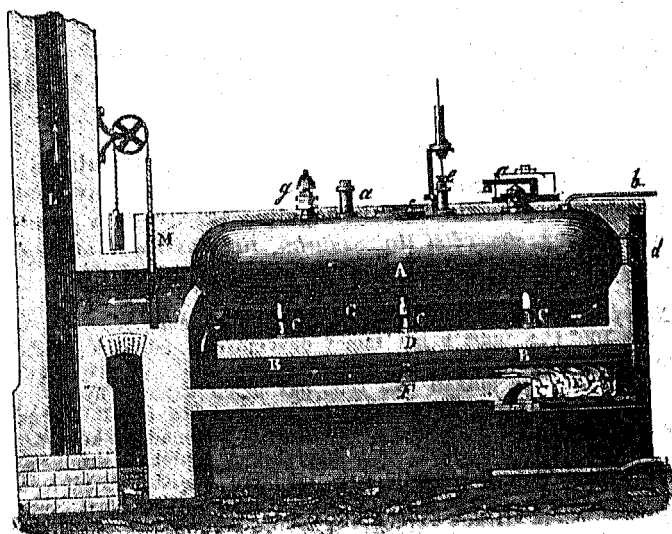
Kladívko tepnové jest rourka na obou koncích zahnutá a v kuličky rozšířená, částečně barevným líhem naplněná, ostatně vzduchoprázná. Obrátíme-li obě kuličky vzhůru a vezmeme-li jednu z nich do ruky, vypudí páry teplem ruky z líhu se vyvíjející všecken líh do druhé kuličky, kdež pak líh úsilně vře. — *Kladívko vodní* jest baňka, úzkou rourkou s trubicí spojená. Báňka i trubice jsou uzavřeny a částečně vodou naplněny, prostor nad vodou jest pak vzduchoprázný. Teplem ruky vře voda a páry z ní vystupující způsobují pak v ostatní kapalině nárazy, odkudž přístroji dáno jméno kladívko vodní.

Obr. 308.



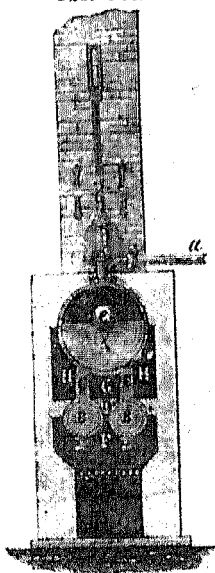
219. Pární kotel. Rozpínavosti vodních par užívá se ku pohybu párních a jiných s nimi spojených strojů. K tomu účeli

Obr. 309.



vyvřjí se páry ve zvláštních *kotlích párních*, jež zhotovují se ze silných desk železnych, pevně snýtovaných.

Obr. 310.



Pární kotel má tvar válce, na obou koncích zakulatělého. Aby tepla, jež hořením paliva se zplozuje, co nejlépe se užilo, musí býti povrch kotle, který s plamenem a horkými plyny se stýká, co možná největší.

K tomuto účeli spojují se s kotlem dvě roury, kteréž pod kotlem leží a pouze vodou naplněny jsou. Roury tyto zovou se *předhřívací*, poněvadž voda v nich se předehřívá. Na obr. 309. viděti pární kotel tímto způsobem upravený a obr. 310. znázorňuje příčný průřez jeho. *A* jest hlavní kotel, *BB* jsou předhřívací, spočívající na železnych podstavcích *F* a spojené s kotlem rourkami *C*. Mezi kotlem a předhřívací jest klenba *D*, která způsobuje, že plamen a žhavé plyny postupují z ohniště *E* kolem předhřívací v zad, pak nad klenbu *D* vystoupivše ku předu se vrací a spodní část kotle *A* zahřívají, načež postrannými průchody opět v zad se obrátivše do komína *L* vstupují. Šoupátko *M* slouží k tomu, aby tah v komině mohl náležitě se upravit.

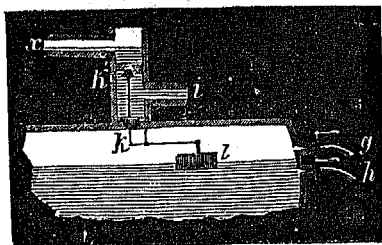
Pární kotel musí býti opatřen některými přístroji, z nichž nejhlavnější jsou: 1. přístroje k naznačování výšky povrchu vody v kotli,

2. pojišťovací záklopka, 3. manometry, 4. přístroje k naplňování kotle vodou.

a) K naznačování výšky vody v kotli slouží dva kohoutky *g* a *h* (obr. 311.), z nichž hořejší *g* jest ve výšce, které nesmí voda dostupiti, a dolejší *h* ve výšce, pod kterou nesmí voda nikdy klesnouti. Otevrou-li se oba kohoutky, musí hořejším prouditi pára a dolejším voda. Někdy užívá se k tomu účeli koule *e* (obr. 309. a 310.) na vodě plovoucí, která spojena jest s tyčí, ucpaným otvorem z kotle vycházející a výšku vody naznačující. Spolehlivější jest trubice skleněná *d* (obr. 309.) v čele kotle umístěná a oběma otevřenými konci zasazená do dvou zahnutých trubíc, jež ústí v kotli. Dle zakona o nádobách spojených staví se voda ve trubici do též výšky, kterou má v kotli.

b) Tloušťka stěn kotle musí býti přiměřena rozpínavosti páry, které pární stroj ku pohybu vyžaduje. Dosáhnou-li však páry z příčin nepředvídaných expanse větší, jest nebezpečí, že kotel se roztrhne. Tomu zabraňuje záklopka pojišťovací *c* (obr. 309.), o jejíž úpravě bylo pojednáno na str. 204.

Obr. 311.



Obr. 312.



(obr. 195.). Někdy mívá kotel trubici *g* (obr. 309.), která jest uzavřena zátkou ze slitiny kovů, při určité teplotě se rozlévající. Dosáhnou-li páry této teploty, roztopí se zátká a pára proudí úsilně otvorem ven, čímž vzniká silný piskot.

c) Rozpínavost par v kotli určuje se tak zvanými *manometry*, jichž úprava bývá rozličná. Manometr *Bourdonův* jest dutá trubice plechová *bcd* (obr. 312.), do kruhu zahnutá, která otevřeným koncem *b* ústí do trubice širší *a*, s párním kotlem spojené. Druhý uzavřený konec *d* působí v kratší rameno páky, jejíž delší rameno co ručička na stupnici tlak páry naznačuje. Přibývá-li expanse páry, rozevívá se trubice a ručička posouvá se s levé strany ku pravé.

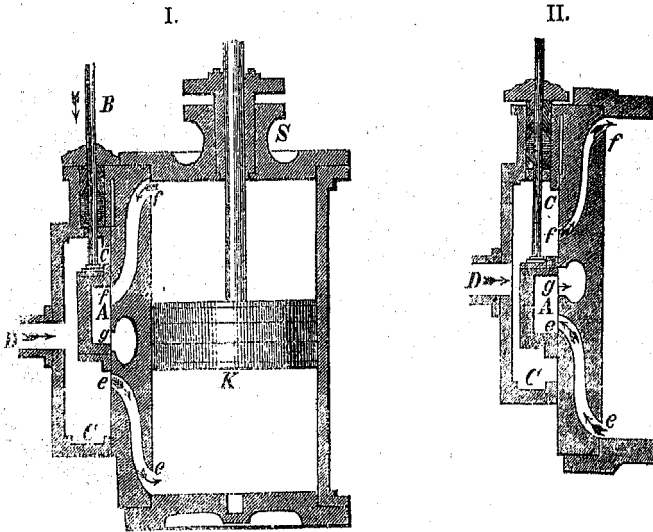
d) Voda v kotli vypařuje se stále, a poněvadž musí býti kotel vždy do určité výšky vodou naplněn, tlačí se pumpou na tlak, s párním strojem spojenou a zároveň s ním pohybovanou, voda trubici *i* (obr. 311.) do trubice *kk'*. Klesá-li voda v kotli, klesá i plavadlo *l* a pomocí páky otevírá se záklopka *k*, a uzavírá se záklopka *k'*; voda vtéká do kotle, čímž opět plavadlo *l* se zdvihne, *k* se uzavře a *k'* se otevře, načež pak voda zbytečná rourou *z* se odvádí.

e) Ve vodě jsou vždy rozličné pevné hmoty rozpuštěny aneb do ní přimíšeny. Vypařuje-li se voda, osazují se tyto pevné látky na dně kotle, tvořící pevný škrálop, který, jsa špatným teplovodičem, teple přístup k vodě zamezuje, a jsa křehký, místy vydrobiti se může, tak že voda, dotknuvši se rozpaleného železa, vyvíjí veliké množství par, čímž kotel může náhle se roztrhnouti. Proto nutno škrálop, tak zvaný *kámen kotlový*, z kotle vykliditi, i má za tou příčinou kotel otvor *f* (obr. 309.) tak veliký, aby bylo lze do kotle vzléti a jej vyčistiti.

220. Pární stroj. Podstatné části párního stroje jsou:

1. Dutý, na obou koncích neprodyšně uzavřený, uvnitř vykroužený a pečlivě vyhlazený *válec* (obr. 313.), v němž pohybuje se tlakem páry, z párního kotle vycházející, *píst* *K*, pomocí pružných per neprodyšně ku stěnám válce přiléhající.

Obr. 313.

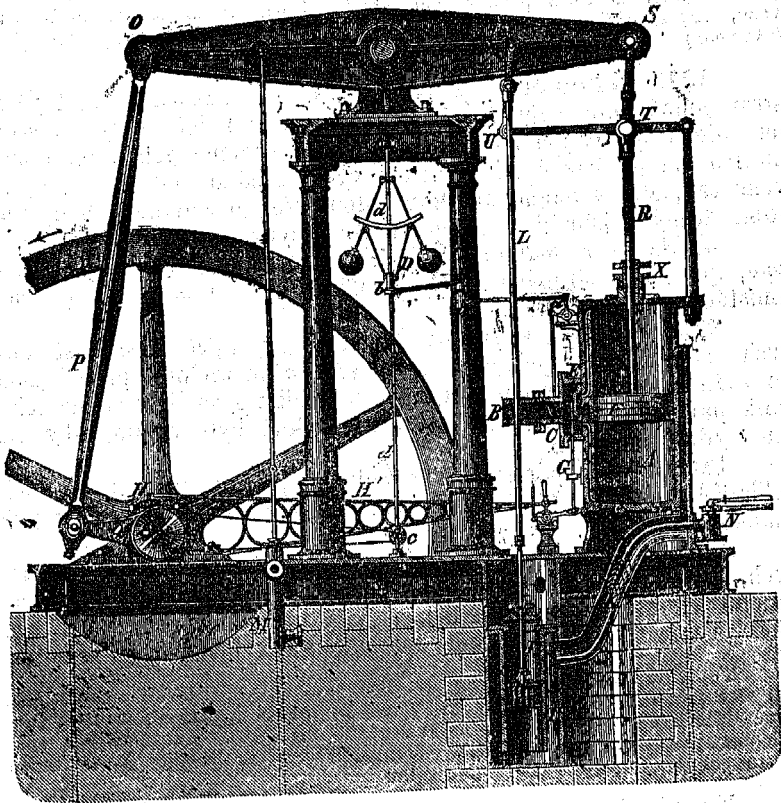


2. *Přístroj rozváděcí*, který slouží k tomu, aby pára do válce s jedné strany pístu se přiváděla a s druhé strany z válce se odváděla.

Přístroj rozváděcí se šoupátkem jest truhlík *A* (obr. 313.), na čelné straně otevřený a zde ublazenými kraji svými těsně ku stěně válce přiléhající. Šoupátko pohybuje se v pární komoře *C*, do níž pára z kotle rourou *D* přitéká. Má-li šoupátko polohu I., přichází pára dráhou *Dee* pod píst a žene jej vzhůru, pára nad pístem se nalézající odtéká pak dráhou *ff*, a z *g* buď do *hustiče*, buď do vzduchu. Došel-li píst až vzhůru, přesmyklo se šoupátko dolů do polohy II., načež pára dráhou *Dff* nad píst vniká, jej dolů puďí a pára pod pístem se nalézající dráhou *eeg* z válce uniká. Jak z obr. patrně, uzavírá šoupátko v určitém okamžiku oba průchody do válce současně. V tu chvíli měl by ovšem pární stroj se zastaviti, setrvačnost puďí jej však k dalšímu pohybu a mezi tím posouvne se šoupátko dále.

3. Přístroj, jímž *postupný* pohyb pístu v *otáčivý* pohyb hřídele se proměňuje, skládá se z táhla pístového *R* (obr. 314.), kteréž zácpavkou *X* válce neprodyšně prochází a pomocí tak zvaného *Wattova* rovnoběžníku *STUV* vždy v poloze svislé se udržuje, vahadlo *OS* v pohyb přivádí. S druhým koncem vahadla *O* spojena jest vojnice

Obr. 314.



P, která klikou *Q* otáčí veliké a těžké setrvačné kolo *V*, s jehož hřídele pomocí bezkonečných řemenů pohyb na stroje v jiném místě se převádí.

Obr. 314. znázorňuje úpravu párního stroje *Wattova*. Rourou *B* přichází pára z kotle do pární komory *E* a vstupuje do válce *A* pod píst *F*, kdežto pára nad pístem ustupuje rourou do hustiče *I*, do něhož žene se ustavičně zvláštním kropníkem *K* jemný déšť studené vody, tak že pára se sráží. Pumpou na zdviž *J*, která jest taktéž s vahadlem táhlem *L* spojená, odvádí se teplá voda a s ní spolu i vzduch, který kropníkem do *J* vnikl, do nádržky, z níž pumpou napájecí *M* vede se opět do kotle, z čehož plyne ten prospěch, že přichází do kotle voda teplá, čímž paliva se ušetří. — Aby stroj pravidelně

se pohyboval, jest hřídel setrvačnicku řemenem spojen s kolem *c*, jímž přivádí se v pohyb *rovnatel odstředivý D*, který, jak bylo na str. 244. (obr. 241.) vyloženo, pákovým přístrojem *dbaa* (obr. 314.) dle potřeby otevírá neb uzavírá záklopku *U* v routě *B*, čímž přítok páry z kotle do pární komory se upravuje. — Na ose setrvačnicku jest připevněn výstřední kotouč *H* s hrabíci *H'*, která pomocí lomené páky šoupátko *G* tak pohybuje, že pára střídavě pod pist a nad pist přichází.

V době novější užívá se válců ležatých a pohyb táhla pistu převádí se přímo vojnicí na kliku, pročež není vahadla třeba. Pární stroje, uložené na voze, aby mohly převážeti se na místo, kde mají práci konati, jmenují se *lokomobily*.

221. Lokomotiva a pární loď. a) *Lokomotiva* jest pární stroj, jehož kolo, vojnicí otáčené, o železnou kolej se opírá a stroj na kolech spočívající jakož i vozy s ním spojené pohybuje. Lokomotiva má po každé straně jeden válec a jedno pudné kolo, upravené tak, aby v okamžiku, kdy jeden stroj působí nejslaběji, působil druhý nejsilněji, čímž docílí se pohybu rovnoměrného.

b) Na *pární lodi* přivádí pární stroj v pohyb buď *lopatková kola*, po obou stranách lodi se nalézající, buď *šroub*, v podlodi umístěný (viz str. 222.).

222. Vlhkost vzduchu. Voda, pokrývající větší část povrchu zemského, vypařuje se stále při každé teplotě, pročež jsou ve vzduchu vždy a všude vodní páry. Zřídka bývá však ve vzduchu tolik par, kolik by jich při stávající teplotě býti musilo, aby byl jimi vzduch nasycen.

Přibývají-li k párám, jež ve vzduchu již jsou, páry nové, aneb ochladí-li se vzduch, dosahují páry největší hustoty a část jich zkapalní.

Vlhkost vzduchu nestanoví se množstvím par v něm obsažených, nýbrž určuje se dle toho, jak daleko jsou páry svého největšího zhoustnutí. Čím blíže jsou páry největšího zhoustnutí, tím *vlhčí* jest vzduch, i jest tudíž *nejvlhčí*, když jest parami *nasycen*.

Teplý vzduch zdá se býti vždy vlhčí, než studený, neboť může v něm býti více par, než jest jimi nasycen. V létě bývají tudíž páry ve vzduchu obyčejně dále svého největšího zhoustnutí než v zimě. — V létě nevidíme vodních par, jež vydychujeme, v zimě mění se páry ty, vycházejíce z úst, ihned ve studeném vzduchu ve viditelnou mlhu.

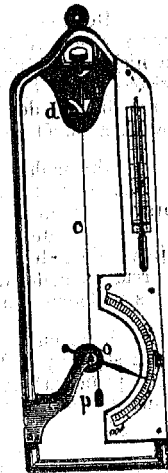
Mnohá tělesa proměňují se účinkem vlhka tak patrně, že z proměn těch lze souditi, zdaž vlhkosti vzduchu přibylo aneb ubylo. Tělesa taková slovou *hygrokopická*.

Mnohá nekroucená tělesa ústrojná vlhkem se prodlužují, jako ku př. vlasy, kostice, dříví, sláma, osiny atd.; některá kroucená a točená tělesa ústrojná vlhkem se zkracují a okolo podélné osy své se otáčejí, jako ku př. střevové struny, provazy atd.

Přístroje, jimiž seznáváme, zdaž vlhkosti vzduchu přibylo neb ubylo, jmenují se *hygroskopy* (vlahovidy); přístroje, jimiž stanoví se stupeň vlhkosti čili množství par v určitém čase ve vzduchu obsažených, jmenují se *hygrometry* (vlhkoměry).

Hygroskop vlasový jest dlouhý, v louhu vyvařený a tudíž tuku pozbavený lidský vlas *c* (obr. 315.), hořejším koncem pomocí šroubku *d* upevněný, dolejší koncem kolem kladky *o* ovinutý a závažíčkem *p* napnutý. Na ose kladky nasazena ručička, která na stupnici prodlužování vlasu vlhkem a skrácování jeho suchem naznačuje. Hygroskop tento dá se do vzduchu zcela vysušeného a oddíl stupnice, na který ručička ukazuje, naznačí se nullou, načež dá se do vzduchu parami vodními *nasy-ceného* a k oddílu stupnice, na který ručička ukazuje, připse se 100. Prostor mezi oběma krajními oddíly rozdělí se ve 100 stejných oddílů (stupňů). Tak upravený hygroskop vlasový slouží pak spolu co *hygrometr* (vlhkoměr). — *Hygroskop strunový* zakládá se v tom, že středová struna vlhkem se skrácuje a suchem se prodlužuje. Struna spojuje se volným koncem s pákovým přístrojem, jež pohybuje se tak, že když vlhkosti ubývá, panenka se stínítkem, a když vlhkosti přibývá, paučáček s deštníkem z domečku z lepenky zhotoveného vychází. — Semeno *captho násku* jest ukončeno dlouhou spirálně zatočenou čnělkou, která vlhkem se roztáhá a suchem stáhá. Semeno zapíchno se dolejší koncem do desky a volný konec čnělky ukazuje pak na stupnici číselnicko hodin podobné, zdaž vlhka přibývá neb ubývá.

Obr. 315.



223. Výjevy, pocházející z vlhkosti vzduchu. a) *Rosa a jíní.* Je-li po západu slunce jasno, vysílají předměty na zemi se nalézající do vzduchu mnoho tepla, čímž konečně tak silně se ochlazují, že ze vzduchu, který je obklopuje, vodní páry na povrchu jejich co *rosa* se srážejí. Jsou-li ve vzduchu husté oblaky neb mraky, odráží se od nich teplo, ze předmětů vyzařované, opět k zemi nazpět a páry nemohou tudíž ochladiti se tak silně, aby se srazily — *není tedy žádná rosa.*

Ochladí-li se předměty tak silně, že teplota jejich klesá pod 0°, tu zmrzne rosa a tvoří pak *jíní* č. *jinovatku.*

Vítr může tvoření rosy zameziti. — Přikryté aneb kouřem zahalené předměty rosou se nepokrývají. — Na studených oknech ochlazují se vodní páry, ve světnici se nalézající, a zhoustnuvše pokrývají okno, kteréž se *zarosí* (č. jak říkáme se *zapotí*). — Taktéž zarosí se chladné předměty, v zimě z venku do světnice přinešené, parami, na nich se srážejícími.

b) *Mlha a oblak.* Ochladí-li se vodní páry ve vzduchu v množství značném (ku př. studeným větrem), povstanou z nich malinké bublinky, které, nad zemí se rozloživše, *mlhu* a ve větší výši se vznášejíce *oblak* tvoří.

Čím více vlhkosti ve vzduchu, tím hustější bývá mlha. Pověstné jsou zvláště mlhy v Anglii, jež bývají tak husté, že světlo sluneční nemůže jimi proniknouti. — Oblaky povstávají nejčastěji, když se smísí teplý vzduch se studeným, kterým se ochladí páry v teplém vzduchu obsažené. Vniká-li teplý proud vzduchu do oblaků, mění se tyto opět v neviditelné páry. — Oblaky deštivé, silně elektrické nazývají se *mraky*. — Stojí-li mlha poněkud výše, zove se *chmurou*. — Pronikají-li z rána paprsky sluneční chmurou, bývá pěkný jasný den, neboť se mění mlha v neviditelnou páru; nemůže-li však slunce chmurou proniknouti, povstává z ní drobný déšť.

c) *Děšt, snh, krupice a kroupy.* Zhoustnou-li bublinky vody ve vzduchu se vznášející a promění-li se ve větší kapky vodní, nemohou více ve vzduchu se udržeti a padají pak k zemi co *děšt*.

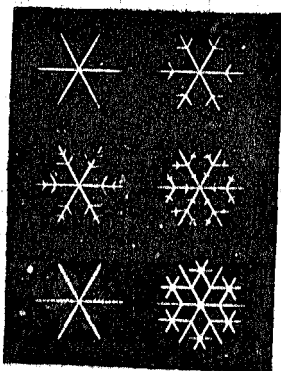
Dešťové kapky jsou tím větší, čím větší je výška, s které prší; padající s výšky větší, jsou totiž kapky chladnější, čímž páry od nich ochlazené na nich se srážejí a je zvětšují. Dle velikosti kapek rozeznáváme pak *mženi, deštláček, děšt, lijavec a prátrž mraku*. Rozsáhlostí dělí se pak deště v *místní, v přeháňky* a deště *krajinské*. V horkém pásmu jsou deště *občasné*, t. j. nastávají a končí se vždy v určitém čase ročním.

Aby mohlo se určití, mnoho-li vody na jistém místě do roka deštěm spadne, užívá se zvláštních *deštoměrů* (ombrometrů, pluviometrů), které mají úpravu rozličnou. Nejjednodušší deštoměr jest nádoba, ve které voda dešťová se nashromáždí. Aby výparem nemohlo jí příliš ubývatí, zachycuje se dešť nejprve do nálevky k nádobě těsně přiléhající, a z nálevky přetéká malým otvorem do nádoby. Výška vody v nádobě značí se rourkou skleněnou, která jest s nádobou spojena.

Od točen k rovníku přibývá množství vody deštěm spadlé. V horkém pásmu stála by voda dešťová za rok asi 9' vysoko, v mírném 16"—4'. V Praze obnáší průměrná výška vody deštěm za rok spadlé 14", v Plzni 18", v Králové Hradci 24" atd. Při mořích a jezerech bývají deště častější a vydatnější.

Přichází-li mlha neb oblak do končin, majících teplotu pod nullou, přicházejí částice vody ve skupenství pevné a krystalujíce tvoří pak jehličky, které ve vzduchu klidném skládají velmi pěkné pravidelné tvary (obr. 316.), co *snh* všeobecně známé.

Obr. 316.



Není-li vzduch klidný, skládají jehličky sněhové malé nepravidelné chomáčky, kteréž, přicházejí-li do teplejších vrstev vzdušných, na povrchu tají a v *krupici* č. *krupky* se zakulacují.

Kroupy zovou se zrna ledová s jádrem sněžným. Bývají podoby hruškovité neb kulovité, velikosti rozličné, někdy co hrách, někdy co vejce slepičí. V jádře jejich nalézají se často hmoty cizí, jako: plevy, prach a t. d.

Padání krup č. *krupobití* děje se na severní polokouli od 30° k 60°, nejvíce však od 40° k 50° šířky. U nás padají kroupy nejčastěji v létě, řídčeji z jara a velmi zřídka v zimě a krupobití bývá obyčejně spojeno s bouřkou. Některé krajiny bývají krupobitím častěji, jiné jen zřídka navštěvovány.

F. Pohyb vzdušin.

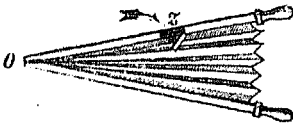
224. Výtok vzdušin. Vzdušina, mající hustotu a tudíž i expansi větší, než vzduch vnější, vytéká otvorem z nádoby, v níž jest uzavřena, do vzduchu vnějšího.

Rychlost výtoku vzdušiny spravuje se expansí její, již měříme výškou sloupce rtuti, který expansí v rovnováze se udržuje. Zůstává-li expanse vytékající vzdušiny vždy stejně veliká, vytéká vzdušina rovnoměrně, ubývá-li expanse, jest rychlost výtoku čím dále tím menší.

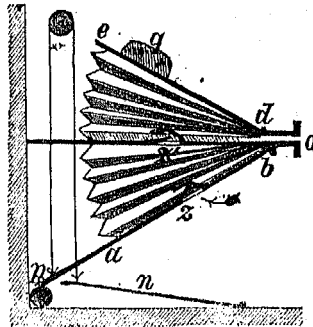
Množství vzdušiny, za jistou dobu vytékající, spravuje se tudíž netoliko velikostí otvoru, nýbrž i expansí vzdušiny.

Ve výtoku vzduchu zakládá se úprava měchů. Měch jednoduchý (obr. 317.) záleží ve dvou trojhranných deskách, řádnatě zprohybanou koží vespolek spojených a u dychsy, t. j. u otvoru *o* se sbíhajících. V jedné desce jest otvor, uzavřený zámyčkou *z*, do vnitř se otevírající. Roztáhne-li se měch, zřídí se v něm vzduch, vnější vzduch, máje větší expansi, otevře tlakem svým zámyčku *z* a vstoupí do měchu. Stlačí-li se měch, zhustí se v něm vzduch, nabývá větší expanse a proudí dychsou ven. Jednoduchého měchu užívá se v domácnosti k rozdmýchování ohně. — Poněvadž vzduch pouze při stlačování

Obr. 317.



Obr. 318.



jednoduchého měchu do ohně proudí, jest proud jeho ustavičně přerušován. Nepřetržitého proudu vzduchu lze docíliti měchem dvojitým (obr. 318.), který ze dvou jednoduchých měchů se skládá. Zdvihne-li se pomocí nášlapky *n* stěna *ab* dolejšího měchu, zavře se zámyčka *z*, zámyčka *z'* se otevře a vzduch vstoupí z dolejšího měchu do hořejšího, z něhož vytlačuje se závažím *q*, na stěnu *de* vloženým, dychsou *o* do ohně. Závažím *p* roztahuje se měch dolejší, zámyčka *z* se otevírá a dolejší měch naplňuje se vzduchem. Poněvadž hořejší měch vzduchem z měchu dolejšího naplňuje se dřív, než ještě všechen vzduch dychsou vyšel, proudí vzduch z dychsy nepřetržitě. Dvojitého měchu potřebují kováři a zámečníci, přivádějící jim vzduch k výhni. Měchy varhan jsou podobným způsobem upraveny. — Měchy válcové, jichž ku proudění vzduchu do vysokých pecí se užívá, jsou válce, v nichž pohybuje se píst. Po jedné straně pístu naplňuje se válec vzduchem a po druhé straně pučí píst současně vzduch do ohně. Poněvadž vzduch střídavě s jedné i druhé strany pístem z válce jest puzen, jest proud nepřetržitý.

Vytéká-li vzdušina otvorem postranním z nádoby volně pohyblivé, pohybuje se nádoba směrem protivným onomu, jímž vzdušina vytéká, tak zvaným *tlakem zpětným* (str. 258.).

Tlakem zpětným stoupají rakety do výšky, otáčejí se ohnivá kola a couvají děla, z nichž bylo vystřeleno.

225. Ráz vzdušin. Rázu proudící vzdušiny na nějakou plochu přibývá tou měrou, kterou přibývá velikostí plochy, hustoty vzdušiny a čtverce rychlosti.

Proudu vzduchu, t. j. větru užívá se již od nejdávnějších dob ku pohybu lodí plachtových, mlýnů větrných a jiných strojů.

V *plynoměru* naráží plyn, z plynojemu proudící, na lopatky kola, jež nárazem plynu se otáčí a na jehož ose jest nasazena ručička, která objem plynu, do plynoměru vstupujícího, v krychlových stopách naznačuje.

Oddíl devátý.

Nauka o zvuku. (Akustika.)

A. Vznikání zvuku.

226. Zvuk. — Znění. — Tón. Vše, co slyšíme, nazývá se *zvuk*. Zvuk vzniká každým *dosti rychlým* pohybem, který ze zvučícího těla až k uchu dochází.

Abychom slyšeli, jest tudíž třeba: 1. Těla, jež pohybem svým zvuk způsobuje; 2. prostředí, jímž zvuk až do ucha se přivádí; 3. zdravého ucha, jež zvuk pojímá.

Poněvadž každé tělo *dosti rychle* může se pohybovati, může i každé tělo *zvučeti*. Jednotlivý ráz způsobuje taktéž jen jednotlivý okamžitý dojem; následuje-li více rázův za sebou, splývají dohromady a způsobují dojem celistvý, déle trvajícím.

Následují-li rázy nepravidelně za sebou, způsobují dojmy, jež dle rozličné povahy rozličně zoveme, jako: rachocení, hluk, vrzání, ryk, třesk, hrčení, praskání, hřmot atd.

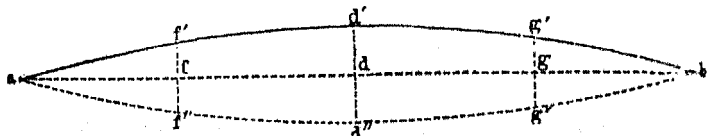
Seraďují-li se rázy v celek *pravidelný*, jmenuje se zvuk *znění* a hledíme-li i ku výšce jeho, zove se *tón*.

Aby tělo nějaké znělo, musí *tentýž* pohyb déle vykonávati; proto způsobuje se znění nejprůměřeněji *zvláštním* pohybem, jež *chvěním* č. *kmítáním* neb *vlněním* nazýváme a jež tudíž musíme pozorovati dříve, než o tónech jednati budeme. Pohyb takový konají tělesa pružná, tvaru pokud možno pravidelného, pročež užívá se hlavně takových těles k nástrojům hudebním, jimiž tóny vznikají.

227. Chvění těles pevných. Vyšíneme-li napnutou strunu *afdg* (obr. 319.) do polohy *af'd'g'b*, vrací se účinkem pružnosti do původní polohy nazpět. Poněvadž působí pružnost *nepřetržitě*, pohybuje se částice struny *d'* do původní polohy *d* *zrychleně*. Pružnosti *ubývá* však tou měrou, kterou *d'* ku *d* se blíží, pročež jest pohyb částice z *d'* do *d* *nerovnoměrně zrychlený*. V *d* přestává

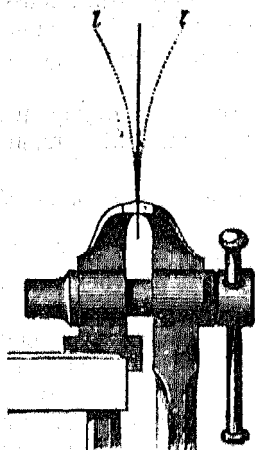
pružnost působiti, ale v d má částice konečnou rychlost největší, pročež pohybuje se setrvačností dále do d'' , a sice *nerovnoměrně zpozděně*, poněvadž pružnosti, která puď ji do d nazpět, přibývá tou měrou, kterou částice od d se vzdaluje, pročež rychlosti, kterou částice z d do d'' postupuje, čím dále tím více ubývá. Poněvadž rychlosti toutéž měrou z d do d'' ubývá, kterou jí z d' do d přibývá, vykoná částice dráhu $ad'' = d'd$, i bude tudíž v d'' rychlost částice nullou. Z d'' do d pohybuje se částice účinkem

Obr. 319.



pružnosti právě tak jako z d' do d , totiž *nerovnoměrně zrychleně*, a z d do d' účinkem setrvačností i pružnosti právě tak, jako z d do d'' , totiž *nerovnoměrně zpozděně*. Jako částice d pohybují se též částice f a g a vůbec všechny části struny ab , tak že struna pohybovala by se stále z polohy $af'd'g'b$ do polohy $af''d''g''b$ a z $af''d''g''b$ do $af'd'g'b$, kdyby nebylo překážek, jimiž pohyb konečně se ruší.

Obr. 320.



Pohyb právě vyložený jmenuje se *chvění* č. *kmitání* a průběh struny z $ad'b$ do $ad''b$ a odtud do $ad'b$ nazpět jmenuje se *výchvějí* č. *kmit*; čas, jehož k jednomu výchvějí třeba zove se *doba výchvěje* (*kmitu*).

Počínají-li veškeré částice chvějícšho se těla pohyb *současně*, jako ku př. částice struny d , f , g (obr. 319.) aneb tyče, jedním koncem ve svěráku upevněné a z rovnovážné polohy vyšinité (obr. 320.), vracejí-li se *současně* do původní polohy a jsou-li *současně* v největší vzdálenosti od polohy rovnovážné, tož vykonávají všechny částice výchvěje své *současně* a chvění takové jmenuje se *chvěním stojatým*. Stojaté chvění jest pak *příčné*, chvějí-li se částice *kolmo* na délku těla (obr. 319. a 320.) a *podélné*, chvějí-li se *rovnoběžně* s délkou těla.

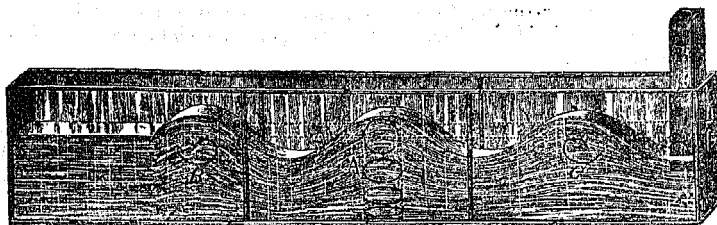
Při stojatém chvění *podélném* tělo chvějí se střídavě se *zhušťuje* a *zřeďuje*.

Nepočínají-li všechny částice chvějícšho se těla pohyb *svůj* *současně*, nýbrž sděluje-li se pohyb částicím *postupně*, zove se chvění takové *chvěním postupným*.

228. Vlnění kapalín. Padne-li do vody kamének, vznikají okolo místa, do kterého padl, v soustředných kruzích střídatě *vyvyšeniny* a *prohlubiny*, jež *postupně* rovnoměrnou rychlostí až ku břehům (ku stěnám nádoby) se rozšiřují. Výjev právě popsany a u každé kapaliny pozorovaný jmenuje se *vlnění*; každá vyvýšenina s prohlubinou skládá pak jednu *vlnu*.

Pohyb částic vlnící se kapaliny pozorovali bratři *Webrové* ve žlábkú s dvěma skleněnými stěnami, asi 5' dlouhým, 1" širokým a 6" hlubokým (obr. 321.). Do vody ve žlábkú nasypali prášku jantarového, aby z viditelného

Obr. 321.

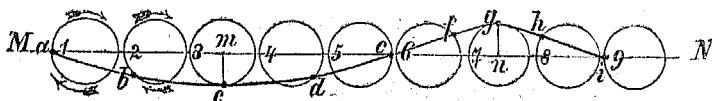


pohybu prášku seznali pohyb částic vody, k prášku lnoucí. Trubicí do vody sáhající vysál se vzduch; když pak tlakem vnějšího vzduchu voda ve trubicí vystoupila, spustila se dolů a ve žlábkú vznikly vlny.

Bedlivým pozorováním seznáno, že částice vlnící se kapaliny blíže povrchu pohybují se v rovinách svislých a opisují dráhy téměř *kruhové*. Částice níže ležící opisují elipsy, čím hlouběji tím více stlačené (obr. 321. A), tak že konečně v přímkú přecházejí.

Značí-li kruhy na obr. 322. dráhy, jež opisují částice 1, 2, 3 atd. na povrchu *MN* vlnící se kapaliny, pohybující se směrem šipkami naznačeným, a jsou-li částice od sebe tak vzdáleny, že jedna po druhé počíná svůj pohyb postupně vždy po $\frac{1}{8}$ toho času, jehož třeba, aby pohyb od částice 1 až k částici 9 se rozšířil, tož patrnó, že v tom okamžiku, když částice 1 celou

Obr. 322.



svou dráhu (celý kruh) proběhla a v *a* se nalézá, částice 2, 3, 4, 5, 6, 7 a 8, jež počaly se pohybovatí o $\frac{1}{8}$, $\frac{2}{8}$, $\frac{3}{8}$, $\frac{4}{8}$, $\frac{5}{8}$, $\frac{6}{8}$, $\frac{7}{8}$ času později, mají vykonati ještě $\frac{1}{8}$, $\frac{2}{8}$, $\frac{3}{8}$, $\frac{4}{8}$, $\frac{5}{8}$, $\frac{6}{8}$, $\frac{7}{8}$ své dráhy (celého kruhu) a nalézají se tudíž v *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, *h*; částice 9, kteráž počíná v tom okamžiku se pohybovatí, nevykonala ještě žádné dráhy a jest tudíž na svém místě v *i*. Spojíme-li všechny body, v nichž jednotlivé částice v témž okamžiku se nalézají, vznikne křivka *abcdefghi*, kterou jest tvar vlny naznačen.

Značí-li křivka *abcdefghi* (obr. 322.) vlnu, jmenuje se snížení pod hladinou *ace* *díl vlny* a *cm* jest *hloubka dolu*, zvýšení nad hladinou *egi* slove *vrch vlny* a *gn* jest *výška vrchu*; *ai* jest *délka vlny* a *cm + gn* jest *výška vlny*.

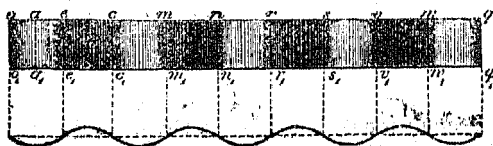
Jak patrnó, postupuje chvění o délku celé vlny *ai* za dobu, jíž každá částice potřebuje, aby celou dráhu svou jednou proběhla, t. j. za *dobu výchvěje*; výška vrchu *gn* a hloubka dolu *cm* rovnají se polo-měru kruhu, jež částice v pohybu opisují. Částice polovici délky vlny od sebe vzdálené, jako ku př. částice 1 a 5 neb 3 a 7 pohybují se současně směrem protivným.

Vlněním mění se střídavě vrch v *díl* a *díl* ve vrch, kapalina sama nepostupuje však s místa na místo. Korek na vlnici se vodu položený střídavě stoupá a padá, nehýbá se však s místa. Totéž pozorujeme na obilí, jež se vlní, když vítr do něho duje.

229. Vlnění vzduchu. a) *Zvětší-li* koule nějaká ve vzduchu *náhle* svůj objem, naráží na kulovitou vrstvu vzduchu k ní přiléhající, kteráž tlačí na vrstvy sousední, jež dosti rychle jí ustoupiti nemohou, *se zhuští*. Částice této zhuštěné vrstvy, narážejíce na sousední v klidu se nalézající, sdělí jim, jako děje se při rázu pružných stejně velikých kulí (str. 248.), svou rychlost, samy pak zůstanou v klidu. Tak zhuští se i 2., 3., 4., 5. . . . vrstva vzduchu. *Zmenší-li* koule hned na to *náhle* svůj objem, vnikají částice kulovité vrstvy vzduchu k ní přiléhající do prostoru, jež koule opustila, čímž tato první vrstva vzduchu *se zředí*, pročež vnikají do ní částice vzduchu ze sousední vrstvy druhé a do druhé takto zředěné částice vzduchu z vrstvy třetí atd., z čehož patrnó, že i zředění, tak jako zhuštění, od vrstvy k vrstvě postupuje. Mysleme si, že koule stále rychle a střídavě objem zvětšuje a zmenšuje, tož bude též zhušťování a zředování kulových vrstev koulí obklopujících stále se střídati. Dvě sousední, tvar dutých kulí mající vrstvy vzduchu, z nichž jedna zhuštěna a druhá zředěna, lze pokládati za *vlnu*, v jejíž zhuštěné polovici částice vzduchu ode středu se vzdalují a v polovici zředěné ku středu se přibližují.

b) Pohybuje-li se ve trubici *og'* (obr. 323.) píšť, neprodyšně ku stěnám trubice přiléhající, z polohy *oo₁* do polohy *aa'* nerovno-

Obr. 323.



měrně zrychleně a odtud po polohy *ee*, nerovnoměrně zpozděně, naráží na přiléhající vrstvu vzduchu, kteráž, konajíc též pohyb jako píšť sám, zhuští se tak, že bude mítí u prostřed hustotu

největší, poněvadž měl píšť u prostřed dráhy své rychlost největší. Jak bylo výše vyloženo, sdělí vrstva vzduchu píšťu se dotýkající, pohyb svůj vrstvě druhé, druhá třetí atd., tak že zhuštění postupuje v celé trubici od vrstvy k vrstvě. Jde-li pak píšť nazpět a sice z ee_1 do aa_1 , nerovnoměrně zrychleně a z aa_1 do oo_1 , nerovnoměrně zpzděně, povstává za píštěm prostor prázdný, do něhož vrstva vzduchu píšťu se dotýkající se vrací a, konajíc též pohyb jako píšť sám, zředí se tak, že bude u prostřed nejvíce zředěna, poněvadž měl píšť u prostřed dráhy své rychlost největší. Jako zhuštění postupuje pak i zředění od vrstvy k vrstvě. Pohybuje-li se píšť způsobem právě vytknutým střídavě z oo_1 do ee_1 , a odtud do oo_1 , nazpět, a je-li sloupec vzduchový, ve trubici uzavřený, rozdělen ve stejné vrstvy $oe=ec=cm=mn$ atd., tož patrně, že dvě sousední vrstvy, z nichž jedna vždy zředěna a druhá zhuštěna, lze pokládati za *vlnu*, v níž polovice částic vzduchu *ku předu* a druhá polovice *nazpět* se pohybuje. Naznačíme-li zhuštění co *vrch*, zředění co *důl* vlny a značí-li největší zhuštění u prostřed vrstvy *výšku vrchu* a největší zředění u prostřed vrstvy *hloubku dolu*, lze křivkou na obr. 323. sestrojenou vlnění vzduchu znázorniti.

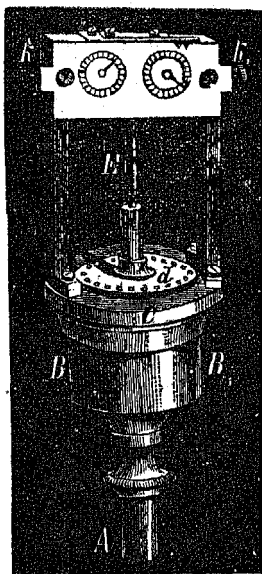
230. O tónech. U tónu rozeznáváme: a) *výšku* neb *hloubku*, která se spravuje počtem rázů neb výchvějí v jisté době vykonaných; b) *silu*, která jest tím větší, čím úsilněji chvěje se znějící tělo; c) *ráz* tónu, t. j. onu zvláštní vlastnost, kterou rozličným tvarem vln vysvětlujeme.

Počet výchvějí v jedné vteřině vykonaných a určitému tónu příslušících jest *prostá (absolutná) výška* tónu tohoto. Tón, který slouží za měřítko tónův jiných, jež s ním porovnááme, jmenuje se *tónem základním* a jest vždy nejhlubší těch tónů. Dělíme-li prosté výšky základního tónu jakož i všech tónův, jež s ním porovnááme, prostou výškou tónu základního, jmenují se podíly *výšky poměrné*, z čehož patrně, že poměrná výška tónu základního jest jednička a poměrná výška tónův ostatních jest číslo, jež ukazuje, kolikrát počet výchvějí jistého tónu v jedné vteřině vykonaných větší jest než tónu základního.

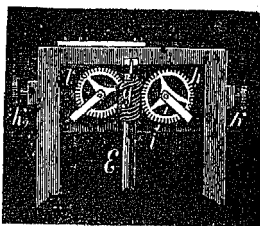
Prostou výšku tónu lze stanoviti tak zvanou *syrenou* (obr. 324.). Trubicí *A* puď se z úst aneb z měchu vzdáchno do mosazného bubínku *BB*, který má na obvodu hořejší stěny *C* v kruhu více otvorův, stejně od sebe vzdálených a šikmo vyvrtných. Kotouč *d*, okolo osy *E* velmi snadně otáčivý a stěně *C* co nejvíce sblížený, má stejný počet otvorův, taktž šikmo ale protivným směrem vrtných, tak že otvory stěny a kotouče, spolu splývající, úběl 90° svírají. Proudem vzduchu trubicí *A* do bubínku puženého přivádí se kotouč *d* v pohyb, tak že střídavě nad otvory stěny přicházejí otvory kotouče a plná místa mezi otvory kotouče. Kdykoliv jsou otvory kotouče *d* nad otvory stěny *C*, vyraží vzduch *x* bubínku do vzduchu vnějšího; otáčí-li se kotouč rovnoměrnou rychlostí, vznikají rázy, pravidelně za sebou následující, jež způsobují *tón* tím *vyšší*, čím rychleji kotouč se otáčí a otvory nad otvory přicházejí. Počet výchvějí tónu určuje se syrenou následovně: Osa *E* má na hořejším konci bezkonečný šroub *g* (obr. 325.), do něhož zasáhá kolečko *h* tak, že postupuje o jeden zub, když kotouč jednou se otočil. Má-li kolečko

h 100 zubův, otočí se tudíž jednou, když kotouč otočil se 100 kráté. Pomocí proužky i , na ose kolečka h nasazené a do zubův kolečka l sa hající, pootáčí se kolečko l o jeden zub, když otočilo se kolečko h jednou, čili když otočil

Obr. 324.



Obr. 325.



se kotouč 100kráté. Pomocí kotoučkův kk , lze desku, na níž jsou osy koleček h a l upevněny, posouvatí tak, že kolečko h zuby svými do šroubu bezkonečného g zasáhá, aneb nezasáhá. Bylo-li po jistou dobu, kterou dávala syrena tón stále stejně vysoký, kolečko h ve spojení se šroubem g a ukazuje-li na konci té doby ručička kolečka l na oddíl 12., ručička kolečka h na oddíl 80., což naznačuje ručička kolečka l , že otočil se kotouč 1200kráté, a ručička kolečka h , že otočil se mimo to ještě 80kráté. Úhrnem otočil se tudíž kotouč 1280kráté a má-li 24 otvorův, tak že vzniká každým jeho otočením 24 rázův, což bylo v té době rázův $1280 \times 24 = 30720$. Byl-li tento počet rázův vykonán za minutu, připadá na vteřinu

30720 : 60 = 512 rázův a číslo 512 jest prostá výška příslušného tónu.

Jednodušším způsobem lze stanovití prostou výšku tónu ozubeným kolečkem, jež, rychle se otáčejíc, zuby svými do tenkého pružného plátku narazí a způsobuje tón, jehož výšku z počtu oběhův a počtu zubův kolečka lze vypočísti. Má-li ku př. kolečko 200 zubův a otočilo-li se 15kráté, jest počet rázův $200 \times 15 = 3000$, a otáčelo-li se kolečko 6 vteřin, jest $3000 : 6 = 500$ prostá výška tónu.

Abý ucho mohlo tón pojmouti, nesmí býti počet výchvějův v jedné vteřině, t. j. prostá výška tónu, menší než 16 a nesmí přesahovati 24000.

231. Stupnice tónův. Mezi dvěma tóny rozličné výšky lze si myslití nesčíslný počet jiných tónův; uchu lahodí však nejvíce jen jisté určité pořadí osmi tónův, z nichž poslední dvakráté tolik výchvějův ve vteřině koná, co tón první, s nímž jaksi v jediný tón splývá. Takové pořadí tónův jmenuje se *stupnice diatonická*.

První tón toho pořadí jmenuje se *prima*, druhý *sekunda*, třetí *terce*, čtvrtý *kvarta*, pátý *kvinta*, šestý *sexta*, sedmý *septima* a osmý *oktáva*.

Soujem k sobě náležejících osmi tónův jmenuje se též *oktavou* a každý z těchto tónův může býti opět tónem základným pro pořadí tónův vyšších.

Ku naznačení tónův užíváme sedmi písmen, totiž *C, D, E, F, G, A, H*, jež v nižších a vyšších oktávách zvláště se označují. V I. oktávě vyznačují se tóny velikými písmeny s dvěma čárkami, pod písmena připsanými; v II.

oktavě velikými písmeny s jednou čárkou, pod písmena připsanou; v III. oktávě velikými písmeny; ve IV. oktávě malými písmeny; v V. oktávě malými písmeny s jednou čárkou nad písmeny; v VI. oktávě malými písmeny s dvěma čárkami nad písmeny atd.

Dělíme-li prosté výšky tónův některé oktavy prostou výškou primy, kterou bereme za tón základný, značí podíly *poměrnou výšku* tónův této oktavy, i jest pak

	C	D	E	F	G	A	H	c
prima sekunda terce kvarta kvinta sexta septima oktava								
poměrná výška:	1	$\frac{9}{8}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{5}{3}$	$\frac{15}{8}$	2

Tóny, jež zároveň znějícs uchu lahodí, jsou *souzvukné*; činí-li tóny zároveň znějící dojem nepříjemný, jmenují se *nesouzvukné*. Prima jest nesouzvukná se sekundou a septimou, s ostatními tóny oktavy jest souzvukná. — Tři zároveň znějící souzvukné tóny slovou *akkord*. Nejvíce lahodí uchu akkordy: prima, terce a kvinta a pak prima, kvarta a sexta.

Dělíme-li poměrnou výšku tónu poměrnou výškou hlubšího, předcházejícího tónu, značí podíl odlehlost č. *mezeru* (intervall) těch dvou tónův.

Ve stupnici diatonické jsou

	C	D	E	F	G	A	H	c
poměrné výšky	1	$\frac{9}{8}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{5}{3}$	$\frac{15}{8}$	2
pročež značí čísla	$\frac{9}{8}$	$\frac{10}{9}$	$\frac{16}{15}$	$\frac{9}{8}$	$\frac{10}{9}$	$\frac{9}{8}$	$\frac{16}{15}$	

mezery dvou tónův přímo za sebou následujících.

Mezery $\frac{9}{8}$ a $\frac{10}{9}$ nazývají se mezery *celých tónů* a $\frac{16}{15}$ slove mezera *půltónu*. Jak patrně, jsou ve stupnici diatonické mezery dva celé tóny, pak následují půltón, tři celé tóny a konečně půltón. Má-li zachovati se pořádek tento vždy, musíme, učinivše jiný tón stupnice, ku př. D neb F, tónem základným, některé tóny zvýšiti neb snížití. Zvýšení značí se v hudbě znaménkem \sharp a připojením sylaby *is* k písmeni, snížení znaménkem \flat a připojením sylaby *es*. Na místě *Hes* říká se *B*.

Vložíme-li do diatonické stupnice tóny zvýšené a snížené, vznikne tak zvaná *stupnice chromatická*, kteráž má v každé oktávě 13 tónův, poněvadž některé tóny jsou tak nepatrně od sebe rozdílné, že lze pokládati je za tentýž tón, jak patrně z přehledu následujícího:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
C	Cis (Des)	D	Dis (Ees)	E (Fes)	Eis F	Fis (Ges)	G	Gis (Aes)	A	Ais (B)	H (ces)	c (His)

232. Znění strun. a) Výška tónu struny, chvějící se způsobem v odst. **227.** vytknutým, spravuje se délkou, tloušťkou, napnutím a hutností struny, a sice:

1. Struny *nestejně dlouhé*, ale *stejně tlusté*, *stejně napnuté* a *stejně hutné*, dávají tóny výšky *nestejně* a sice dáva struna, 2-, 3-, 4... *nkráté delší*, tón 2-, 3-, 4... *nkráté hlubší*.

Peněradž jest výška tónu v převráceném poměru k délce struny, patrné, že značí-li čísla: $1 \quad \frac{9}{8} \quad \frac{5}{4} \quad \frac{4}{3} \quad \frac{3}{2} \quad \frac{5}{3} \quad \frac{15}{8} \quad 2$ poměrnou výšku tónův:
 C D E F G A H c
 budou značiti čísla: $1 \quad \frac{8}{9} \quad \frac{4}{5} \quad \frac{3}{4} \quad \frac{2}{3} \quad \frac{3}{5} \quad \frac{8}{15} \quad \frac{1}{2}$ délky též struny, když dáva postupně tóny stupnice diatonické.

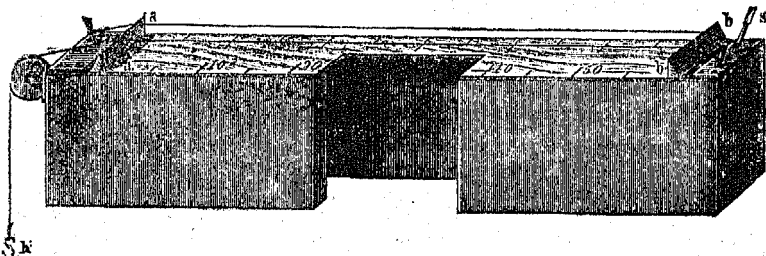
2. Struna, která od jiné liší se pouze *tloušťkou*, dáva tón 2-, 3-, 4-... *nkráté hlubší*, je-li 2-, 3-, 4-... *nkráté tlustší*.

3. Struna 4-, 9-, 16-... *n²kráté napnutější* než jiná, která toliko *napnutím* od ní se liší, dáva tón 2-, 3-, 4-... *nkráté vyšší*.

4. Struna 4-, 9-, 16-... *n²kráté hutnější*, než jiná, která pouze *hutností* od ní jest *rozdílná*, dáva tón 2-, 3-, 4-... *nkráté hlubší*.

Zákony právě vytknuté lze dokázati *strunákem*, který, maje obyčejně jen jednu strunu, také *samcstrun* (monochord) se nazývá a tak upraven jest,

Obr. 326.



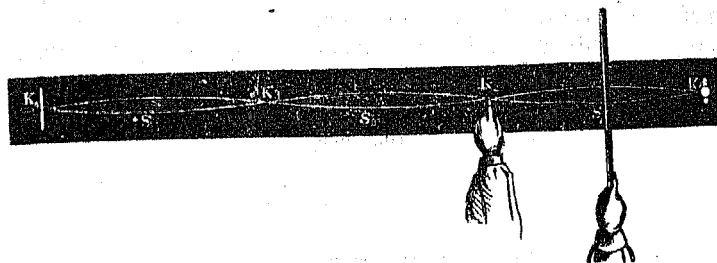
aby tatáž struna posouváním podstavcem *aa* neb *bb* (obr. 326.) mohla se *skrácovati* neb *prodlužovati* a závažím na háček *h* zavěšeným *vtas* neb *méně* se napínati. Vyměníme-li strunu tu za jinou, *tlustší* neb *hutnější*, lze dovoditi strunákem též zákony, v odst. 2. a 4. vytknuté. Abychom mohli tón, jež struna dáva, s jiným tónem porovnatí, bývá na strunáku ještě jedna struna, která kolíčkem *s* tak se napne, aby dávala tón základní.

Na fortepianě, klavíru a harfě jsou struny *nestejně dlouhé*, *nestejně tlusté* a *nestejně napnuté*, pročež dávají tóny *nestejně vysoké*, a sice *nejdelší*, *nejtlustší* a *nejméně napnuté* dávají tóny *nejhlubší*. — Na houslích a na kytarě jsou struny *stejně dlouhé*, ale *nestejně tlusté*, *nestejně napnuté* a *nestejně hutné*; *nejtlustší*, *nejméně napnuté* a *nejhutnější* dávají tóny *nejhlubší*. — Basa má struny *douhé* a *tlusté*, proto dáva tóny *hluboké*. — Tatáž struna dáva i více tónův *nestejně vysokých*, když *přitlačeným prstem* délka její *přiměřeně* se *změní*.

b) Přiložíme-li lehounce prst na strunu v polovici, třetině, čtvrtině atd. její délky a uvedeme-li *kratší část* její v pohyb (obr. 327) *rozdělí* se struna ve 2, 3, 4, vůbec v tolik *stejných dílův*, v kolikátém dílu délky prst jsme *přiložili*. Každý oddíl struny *chvěje* se sám o sobě, *sousední oddíly* *chvějí* se sice *současně*,

ale směrem protivným, a body na rozhraní oddílův ležící, jako ku př. k_2 a k_3 , zůstávají v klidu a zovou se *uzly*.

Obr. 327.



Navěsíme-li na strunu po celé délce její přehnuté proužky papíru (jako jezdec), nahromadí se proužky v uzlech k_2 a k_3 , což důkazem, že uzly v klidu zůstávají.

Struna v oddílech se chvějící dává tón tím *vyšší*, čím kratší jsou oddíly, t. j. čím více jest oddílův, ve které struna se rozdělila. Tóny, jež dává struna, v oddílech se chvějící, zovou se *flažoletové č. ptačí*.

Aeolova harfa *) má několik stejných a stejně napnutých strun, jež dávají tudíž tóny *stejně vysoké*. Zavěsíme-li však harfu do právanu, chvějí se struny v oddílech, ale počet oddílův jest u každé struny jiný, poněvadž proud vzduchu nenaráží na všechny struny stejným způsobem; vznikají tudíž tóny *velmi rozmanité*, ale vždy vespolek *souzvukně*. — Podobně znějí i napnuté *dráty telegrafické*, když na ně proud vzduchu naráží.

233. Znění pružných tyčí. a) Upevníme-li dlouhou pružnou tyč jedním koncem ve svěráku (obr. 320.) a vyšineme-li druhý konec z polohy rovnovážné, chvěje se tyč *příčně*. Chvěje-li se dosti rychle, dává tóny, jejichž výška spravuje se délkou, tloušťkou a pružností tyče a způsobem, jakým jest tyč upevněna. Přiložíme-li prst volně k některému oddílu tyče, chvěje se tyč jako struna v oddílech a dává tóny vyšší.

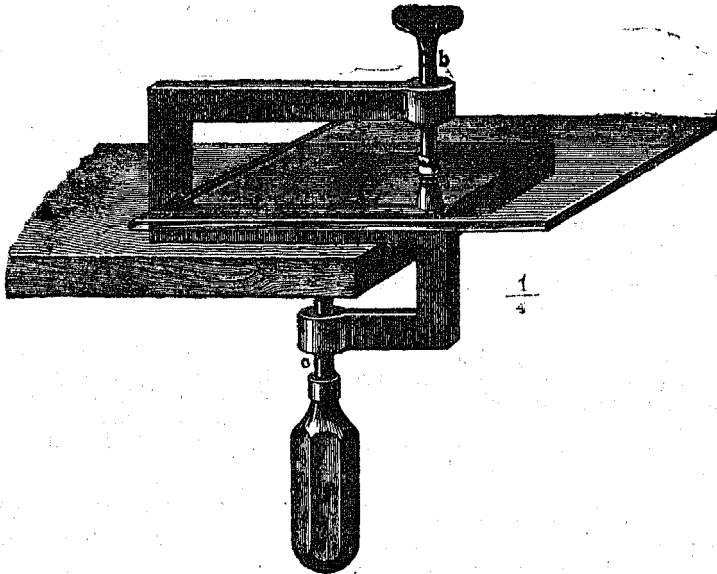
Ladička č. ladičá vidlice jest ocelová tyčinka ve dvě rovnoběžná ramena zahnutá a na ohybu rukověti opatřená, tak že dvouramenné vidlici se podobá. Narazíme-li jedním koncem jejím o tvrdý předmět, dává vidlice tón, a, dle jehož výšky hudební nástroje se *ladí*, t. j. tak upravují, aby jejich tón a měl tutéž výšku. — *Železné housle* záležejí v tyčích železných, jedním koncem upevněných, jež smyčcem ve chvění a znění se *přivádějí*. — *Hracl stroje* jsou ocelové hřebeny, jejichž zuby (tyčinky) *přivádějí* se ve chvění a znění *uýtky*, zasazenými do válečku, kolem hřebene se *otáčejícího*. — Když hodiny naše *bijí*, naráží palička na dráty spirálně zatočené a jedním koncem upevněné. — Jsou-li tyče na obou koncích *podepřeny*, chvějí se jako struny.

*) *Aeolus*, v řeckém bájesloví bůh větrů.

Takové tyče skleněné nebo dřevěné přivádějí se ku znění nárazem paličky. — Tak zvaný *triangl*, jehož užívá se též v hudbě, jest tyč do trojhranu zahnutá, na níž se naráží.

b) Upevníme-li tyč u prostřed, neb na jednom aneb na obou koncích a třeme-li ji *po délce*, chvěje se tyč *podélně* a dává tón *vyšší*, než kdyby chvěla se *příčně*, a sice tím vyšší, čím kratší jest tyč a čím rychleji a úsilněji se tře.

Obr. 328.

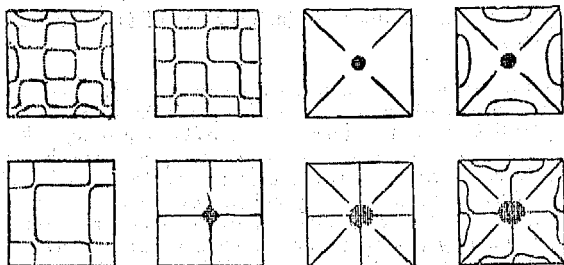


234. Znění desky. a) Upevníme-li *skleněnou* neb *kovovou* desku pravidelného tvaru ve vodorovné poloze do svěráku, jak znázorněno obr. 328., a třeme-li ji na přibroušeném pokraji smyčcem, chvěje se deska v oddílech a dává jistý tón. Sousední oddíly desky chvějí se současně směrem protivným (střídavě jeden dolů, druhý nahoru) a části desky mezi dvěma sousedními oddíly zůstávají v klidu, tvoříce tak zvané *čáry uzlové*.

Posypeme-li desku jemným suchým pískem, nahromadí se tento na uzlových čarách, čímž vznikají tak zvané *obrazce Chladného* (obr. 329.), jichž tvar mění se *výškou tónu*, *tvar*em, *hmotou* a *velikostí desky*, jakož i *místem*, kde deska jest upevněna a kde se tře. Dotkneme-li se desky v některém místě volně prstem, jest tvar obrazce jiný, poněvadž v místě, kde desky se dotýkáme, uzel vzniká. Poněvadž lze desku kdekoliv upevniti, kdekoliv ji tříti a kdekoliv prst k ní přiložiti, možno nespočíslný počet obrazcův na desce vytvořiti.

b) Napnuté blány okrouhlé, jaké jsou ku př. na bubnech, chvějí se obvykle celé, nemajíce čar uzlových; chvějí-li se v oddílech, tvoří uzlové čáry kruhy soustředné.

Obr. 329.



c) Zvony, jež lze pokládati za prohlubené desky, chvějí se v oddílech jako desky rovné, pročež i u zvonů místa mezi dvěma sousedními, současně protivným směrem se chvějícími částmi v klidu zůstávají.

Zavěsíme-li lehounké kuličky z bezové duše na nitích tak, aby zvonu se dotýkaly, zůstávají kuličky v klidu na místech, kde vznikají čáry uzlové. Obrátíme-li zvon otvorem vzhůru, naplníme-li jej asi do polou vodou, jejíž povrch plavuňovými výtrusy posypeme, a třeme-li pokraj zvonu smyčcem, naznačuje prášek taktéž čáry uzlové zcela patrně.

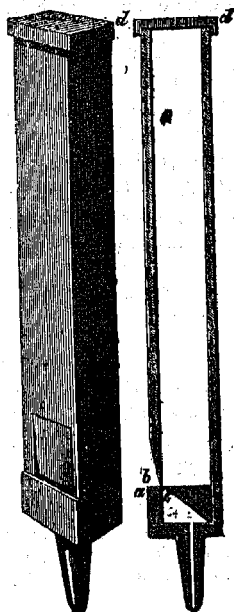
Užívání zvonů jest známo. — Skleněná harmonika skládá se ze zvonkův skleněných, na určité tóny naladěných, jež, jsouce na společném hřídeli nasazeny, kolem společné osy se otáčejí a navlhčenými prsty, na pokraje jejich přitlačeními, ve chvění a znění se přivádějí. — U jiných hraček strojů zvukových naráží se na zvonky paličkou. — Talíře (řínkačky), jichž užívá se v hudbě, jsou dvě desky mosazné, jež přivádějí se ku znění, když jednou do druhé se naráží.

235. Znění vzduchu. V dechových nástrojích jest znějícím tělem vzduchový sloupec, v nástroji uzavřený, pročež spravuje se výška tónu pouze sloupcem vzduchu, nikoliv pak hmotou nástroje, kterou řídí se toliko ráz a síla tónu.

Vzduch přivádí se ku podélnému chvění a znění zhušťováním a zřeďováním vrstev, jakož bylo vyloženo v odstavci 229. b).

a) Pišťaly retné. Obr. 330. znázorňuje pišťalu retnou, do níž proudí vzduch úzkou trubicí, tak zvanou nožkou; hranol, který jádrem

Obr. 330.



slove a trubici *bd* od nožky odděluje, nedopouští pak vzduchu jinudy z nožky unikati leč úzkou štěrbinou u *c*, kdež naráží proud vzduchový na ostrou hranu, tak zvaný *hořejší ret b*, pod nímž jest otvor *ab*, který ústím se nazývá a kterým vzduch z nožky do vzduchu vnějšího unikati může. Píšťala, jejíž délka měří se teprv od *b*, jest na konci zavřena deskou *d* aneb jest otevřena. Proudí-li vzduch nožkou stále do píšťaly, přivádí se sloupec vzduchový v píšťale ve *stojaté podélné chvění a znění*.

Proudí-li vzduch z úst neb z měchu (u varhan), nožkou do píšťaly zavřené, rozráží se na ostří hořejšího rtu *b*, jedna část jeho vniká do píšťaly a naráží na nejbližší vrstvu sloupce vzduchového v píšťale, tak že vrstva tato se zhuští. *Zhuštění* postupuje pak celým sloupcem vzduchovým ve způsobu *vlny* až ku desce *d*, kteráž píšťalu uzavírá, odráží se od desky nazpět až k ústí, kdež část vzduchu z píšťaly uniká. Do zředené vrstvy proudí vzduch z nejbližší vrstvy, což pak ve všech vrstvách se opakuje, tak že též *zředení* ku *d* ve způsobu *vlny* postupuje. Je-li píšťala na konci *otevřena*, vychází *zhuštěný* vzduch otvorem u *d* do vzduchu vnějšího. Setrvačností uniká však z píšťaly více vzduchu než jest třeba, aby byla v rovnováze hustota vzduchu v píšťale a hustota vzduchu vnějšího. Na konci píšťaly bude tudíž vzduch *zředen*, protože proudí tam vzduch z vrstvy sousední tak dlouho, až jest tam hustota táž jako hustota vzduchu vnějšího. Tím bude opět druhá vrstva vzduchu zředěna a zředení postupuje od konce píšťaly až k ústí, kterým vniká do zředené vrstvy vzduch vnější, tak že jest v píšťale při ústí tak jako na otevřeném konci hustota vzduchu táž jako vzduchu vnějšího. Octne-li se na otevřeném konci vrstva *zředená*, opakuje se postup právě vytknutý způsobem opačným. I v tomto případě má vzduch na obou koncích píšťaly hustotu vzduchu vnějšího.

Tón píšťaly jest tím *vyšší*, čím *kratší* jest píšťala. Silnějším foukáním vznikají v též píšťale tóny *vyšší* a sice přibývá výšky tónů, postupným silnějším foukáním vznikajících, v píšťale zavřené jako velikosti čísel lichých za sebou následujících 1, 3, 5, 7 atd., v píšťale otevřené jako velikosti čísel v pořadí přirozeném 1, 2, 3, 4, 5 atd. — Píšťala *otevřená* dává základní tón *dvakráte* tak vysoký, jako píšťala *zavřená*, stejně dlouhá. Uzavírá-li se píšťala na konci *ústem*, lze tento výše neb níže posouvatí a tón píšťaly uzavřené takto snížití neb zvýšití.

Stejným způsobem vznikají tóny v *píšťale pastýřské* a ve *stěně*, jakož i v *pikkole*.

b) *Píšťala jazýčková* jest trubice *mn* (obr. 331.), dole zavřená, nahoře otevřená a po jedné straně opatřená štěrbinou, k níž přiléhá pružný plátek kovový, tak zvaný jazýček *z*; trubice *mn* vězí ve trubici širší *ou*, do které nožkou *o* vzduch z měchu proudí. Do otvoru jazýčkové píšťaly nasezuje se mnohdy nálevkovitá trubice *k*.

Vzduch, přicházející nožkou *o* do trubice *ou*, uniká štěrbinou jazýčkové píšťaly *mn* a násadou *k* do vzduchu vnějšího, čímž přivádí se ve chvění jazýček, který štěrbinu sifidavě uzavírá a otevírá, čímž vzbuzuje se v píšťale tón jako u syreny (str. 307.)

Tón píšťaly jazýčkové jest tím *vyšší*, čím *rychleji* jazýček se chvěje. Drátěnou ručičkou posouvanou k možno chvějící se část jazýčku skrátití a tón zvýšití, aneb prodloužití a tón snížití.

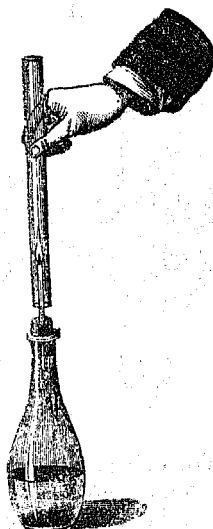
Píšťaly jazýčkové jsou *harmonika ústní*, *harmonika tahací* (s měchem) a *fisharmonika*, *klarinet*, *oboe*, *fagot* a *dětské trubky*.

Hlasové ústrojí lidské podobá se píšťale jazýčkové. Nejdůležitější částí jeho jsou: *chřtán*, t. j. hofejší rozšířený díl *průdušnice*, jehož blánovitá stěna vychází nahoře ve dvě pružných *svazův*, které zůstávají mezi sebou toliko

Obr. 331.



Obr. 332.



úzkou štěrbinou *hlasovou*. Nad štěrbinou jest chrupavkový *příklop* č. *jazyček*, jednou starou přirostlý, jinak hybný, který štěrbinu otevírá, když vzduch z plic proudí. Jsou-li svazy popuštěny, jako ku př. při dýchání, tu nevzniká hlas; jsou-li pak svazy napnuty, *chvějí se* silným a stejnoměrným proudem vzduchu z plic unikajícího, čímž vzniká *tón*, který jest tím vyšší, čím více jsou svazy napnuty a čím užší jest štěrbinu hlasová.

c) V mosazných troubách, jichž v hudbě se užívá, přivádí se vzduch ve chvění a znění jednoduchým foukáním vzduchu z úst do nálevkovitě rozšířeného ústí jejich, jež ke rtům se přikládá.

Výška tónu spravuje se délkou trouby a úsilím, jímž do ní se fouká.

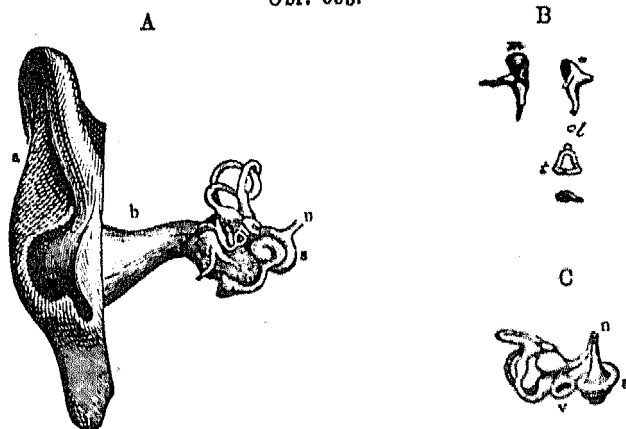
Přiklopíme-li na plamen vodíkový zvolna skleněnou neb plechovou trubici (obr. 332.), vzniká účinkem výbuchů, rychle za sebou následujících, v jistém místě trubice *znění*. Přístroj takový jmenuje se *chemická harmonika*.

B. Rozvádění a slyšení zvuku.

236. Ústrojí sluchové jest *ucho*, jímž zvuk k vědomí našemu dochází. Ucho záleží v části *vnější* a v části *vnitřní*.

Vnější částí ucha jest *boltec a* (obr. 333. A), který zvuk přijímá a zúžen jest ve *zvukovod b*, na konci pružnou blanou, tak zvaným *bubínkem c* uzavřený. Za bubínkem jest pak v lebce tak zvaná *dutina bubínková*, v níž jsou *kůstky sluchové*, dle tvaru svého pojmenované, a sice: *kladívko m* (obr. 333. B), které jedním koncem dotýká se bubínku *c*, druhým pak *kovadlinky o*, která *čochkovitou kůstkou l* spojena jest se *třmín-*

Obr. 333.



kem t. *Třmínek* přiléhá pak ke *bludišti* (obr. 333. C), jež skládá se ze tří dutin, totiž z *předstně*, *závitu* a *obloukovitých chodeb*. *Předstně* jest malá vejčitá dutina, která se závitem, s chodbami a pomocí *blány podélné* v též s bubínkem souvisí. *Závit* s podobá se skořápce hlemýžďe a jest trubice poutěná u úžící, $2\frac{1}{2}$ krátě zavinutá; s bubínkem souvisí tak zvanou *blánou okrouhlou*. *Chodby* jsou tři úzké polokruhové trubice, jichž roviny stojí na sobě téměř kolmo. Ve všech třech částech *bludiště* jest jasná bílkovitá *kapalina*, ve které se rozestírá *sluchový nerv* *n*, z mozku do závitu a předstně vcházející.

Chvění bubínku převádí se kůstkami sluchovými až ku *bláně podélné* kteráž, chvějíc se, způsobuje chvění *kapaliny* ve *bludišti* uzavřené. *Kapalinou* rozvádí se pak chvění až ku *nervu* v níž splývajícímu a *nervem* adělují se pak *dojmy* sluchové mozku.

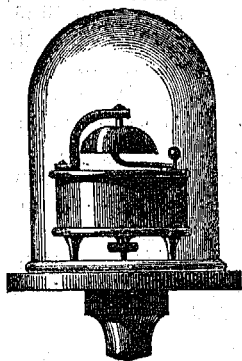
Dutina bubínková jest spojena tak zvanou *trubicí Eustachovou* s ústy, aby vzduch v dutině měl tutěž hustotu, jako vzduch vnější. Tím vysvětleno spolu, proč lidé přihluchlí ústa otvírají, chtějíce lépe slyšeti.

237. Rozvádění zvuku. a) Z těla *zvučícího* dochází zvuk do ucha našeho obyčejně *vzduchem*; mohou však i jiná tělesa *vzdušná* jakož i *kapaliny* a *tělesa pevná* zvuk rozváděti, mají-li jen dostatečnou *pružnost*.

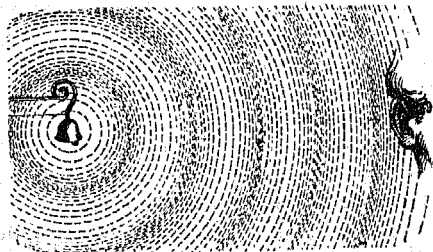
Postavíme-li pod poklop *vývěry budíček* (obr. 334.) a zřetřujeme-li pod poklopem vzduch, slyšíme zvuk *budíčku* tím slaběji, čím více vzduch se zřetřuje. — Potopíme-li se ve vodě, slyšíme zvuk, na břehu vzníkající, ve vodě

jako ve vzduchu. — Dáme-li k jednomu konci tyče kapesní hodinky a přiložíme-li ke druhému konci ucho, slyšíme cvakání hodinek, byť i tyč byla velmi dlouhá. — Přiložíme-li ucho k zemi, slyšíme kročeje lidské z dálky značné.

Obr. 334.



Obr. 335.



Každá částice zvukového těla jest při pohybu svým středem kulovité vlny, která ve vzduchu způsobem v odst. 229. a) vytknutým postupuje. V jisté vzdálenosti od zvukového těla vzniká pak ze všech těchto kulovitých vln jediná kulovitá vlna, která postupuje způsobem v obr. 335. znázorněným až do ucha.

b) Poněvadž vlna kulová ve vzduchu *postupně* se šíří, patrně, že i zvuk jen postupně, t. j. v určitém čase s místa k místu se rozvádí.

Ve vzduchu šíří se zvuk při teplotě 0° rychlostí 1050', t. j. koná v každé vteřině dráhu 1050'. Čím teplejší a vlhčí jest vzduch, tím rychleji postupuje v něm zvuk, a sice přibývá při každém $1^{\circ} C$ teploty rychlosti 2'. Větrém v téměř směru postupujícím zvětšuje se rychlost zvuku, věje-li vítr směrem protivným, zmenšuje se rychlost zvuku.

Rychlost zvuku ve vzduchu byla od francouzských učenců vypočtena tím způsobem, že na dvou od sebe vzdálených místech byla v noci střídavě vypalována děla a na obou místech byla stanovena doba, jež uplynula od okamžiku, kdy zablesknutí ohně bylo viděti, až k okamžiku, kdy výstřel bylo slyšeti. Rychlost světla jest tak veliká, že ve vzdálenosti, v níž děla se nalézala, bylo zablesknutí viděti *okamžitě*, výstřel bylo však slyšeti *později*. Ze vzdálenosti obou míst a času, jehož zvuk potřeboval, aby s jednoho místa k druhému se rozšířil, byla vypočtena dráha, kterou zvuk za vteřinu koná.

Při bouři vidíme blesk dříve, hrom slyšíme však tím *později*, čím více mrak od nás vzdálen. Znásobíme-li 1050' počtem vteřin mezi zablesknutím a hromobitím uplynulých, vypočteme vzdálenost mraku. — Díváme-li se na řadu vojáků, dle zvuku bubnu postupujících, ze vzdálenosti poněkud značnější, zdá se nám, že kroky své neřídí dle zvuku bubnu, neboť dochází zvuk do ucha našeho *později*.

Ve vodě jest rychlost zvuku 4-3krát větší než ve vzduchu; v tělesích pevných jest mnohem větší než ve vzduchu, a sice v cíau

$7\frac{1}{2}$ kráte, ve stříbře 9kráte, v litém železe $10\frac{1}{2}$ kráte, v mědi 12kráte, ve skle 17kráte, ve dřevě 11—16kráte atd.

c) Šíří-li se zvuk ze zvučícího těla ve všech směrech, *ubývá mu síly do dálky čtverečně*, neboť přechází zhuštění a zředění vzduchových vrstev kulovitých na koule čím dále tím větší i musí toutéž silou polybovati se částic čím dále tím více; ubývá tudíž zvuku síly tou měrou, kterou přibývá povrchu kulí, a poněvadž povrchy kulí mají se k sobě jako čtverce poloměrů, jest ve vzdálenosti 2-, 3-, 4. . . nkráte *větší* zvuk 4-, 9-, 16-. . . n^2 kráte slabší, pročez ve vzdálenosti značnější nelze již zvuku slyšeti. — Šíří-li se zvuk pouze jedním směrem, ku př. ve válcovité trubici, převádí se pohyb na stejně veliké vrstvy vzduchu, pročez *zvuk se neslabuje* a tudíž ve vzdálenosti velmi značné slyšán býti může. — Šíří-li se zvuk ve trubici kuželovité od širšího otvoru k užšímu, *přibývá mu síly*, neboť převádí se pohyb na vrstvy vzduchu čím dále tím menší a jest tudíž čím dále tím *úsilnější*.

Obr. 336.



Válcovitými *trubkami zvěstnými* (komunikačními) jest slyšeti řeč mluvícího do dálky velmi veliké; slouží v továrnách, aby správce ze své světnice i do nejdlehlších částí továrny mohl rozkazy dávat i odtud zprávy přijímati. — *Slychálkem* (obr. 336.) sesíluje se zvuk, když přihluchlý úzký otvor jeho do ucha vsouvne a otvor širší k mluvícímu obrátí.

Zvuk jest tím *silnějším*, čím *větší* jest hmota zvučícího těla, čím *úsilněji* tělo se chvěje a čím *hustší* jest zvukovodič. Ve směru, jímž zvuk vzniká, a ve směru větru jest síla zvuku *největší*.

Čím větší jest zvon, tím silnější zvuk dává. — Rána z děla jest silnější než z ručnice. — Čím úsilněji struna smyčcem se tře aneb čím úsilněji na ni se udeří, tím silnější tón dává. — Na vysokých horách jest vzduch řídký, proto výstřel z ručnice slabě tam slyšeti. — Pod poklopem vývěvy zní budíček tím slaběji, čím více vzduch se zředí. — Střelbu z děl slyšíme silněji, když ucho k zemi přiložíme. — Stojíme-li před mluvícím, slyšíme řeč silněji. — Zvuk zvonů ze sousedních dědin slyšíme, když vítr směřuje od dědiny k nám; má-li vítr směr protivný, není zvonů slyšeti.

Přechází-li zvuk z jednoho prostředí do druhého, *seslabuje se*, poněvadž na rozhraní každého prostředí část zvuku do předcházejícího prostředí nazpět se odráží a tudíž jen část do následujícího prostředí postupuje.

Z toho snadno lze vyložití, proč dvojitými okny a dvojitými dveřmi zvuk tak velice se *seslabuje*.

238. Odraz zvuku. Postupuje-li zvuková vlna ze vzduchu ku *skalám, stromům, mrakům, z hustší* vrstvy vzduchu do *řidší* neb naopak, tož rozděluje se na rozhraní dvou nestejně hustých neb nestejně pružných prostředí ve dvě části, z nichž jedna do no-

vého prostředí vníká, druhá pak do předešlého prostředí (vzduchu) nazpět se odráží. *Odražená vlna zvuková* působuje v ústrojí sluchovém dojem, jehož původ (t. zv. zv. tělo) tam zdá se býti, odkud zvuk se odráží.

a) Můžeme-li zvuk *odražený od původního*, přímým směrem do ucha vníkájcího zvuku *dokonale* rozeznati, slove *odražený zvuk ozvěnou* (Echo) zvuku *původního*.

Ozvěna vzniká, přichází-li *odražený zvuk* do ucha teprv tehdy, když *původní zvuk* byl již slyšán a ucho *novému* dojmu jest přístupné. Za vteřinu může ucho pojmouti jen asi 9 rozličných zvuků, pročež trvá dojem jednoho zvuku $\frac{1}{9}$ vteřiny. Má-li býti *odražený zvuk* od *původního dokonale* rozeznán, t. j. má-li *ozvěna* povstati, musí *odražený zvuk* dostiti ucha o $\frac{1}{9}$ vteřiny *později*, než zvuk *původní*. Vzbuzuje-li *posluchač sám* nějaký zvuk (ku př. vystřelí-li z bambítky), musí býti místo, od něhož zvuk *se odráží*, nejméně tak vzdáleno, aby zvuk *postupující* a *odražený* potřeboval ku vykonání dráhy *ku předu* a *nazpět* $\frac{1}{9}$ vteřiny. Za $\frac{1}{9}$ vteřiny koná pak zvuk dráhu $1050' : 9 = 116'$.

Aby *ozvěna* povstala, musí zvuk od *zvukobudiče* k *tělu*, od něhož zvuk *se odráží*, a od *těla* toho nazpět dráhu 116' vykonati, musí tudíž *tělo*, od něhož *se zvuk odráží*, býti od *posluchače* $116' : 2 = 58'$ vzdáleno.

Je-li *stěna*, od níž zvuk *se odráží*, pouze 58' od *posluchače* vzdálena, vzniká *ozvěna jednovlbičná*, t. j. opětuje se pouze poslední slabika slova. Je-li *stěna* 2., 3., 4., ... *nkrát* 58' vzdálena, vzniká *ozvěna dvě-, tří-, čtyř-, ... n-slabičná*. Opakuje-li se poslední slabika vícekrát, jest *ozvěna víceronásobná*, což děje se tehdy, odráží-li se zvuk od několika stěn tak položených, že přichází od nich do ucha postupně nejméně po $\frac{1}{9}$, $\frac{2}{9}$, $\frac{3}{9}$... vteřiny, neb jsou-li *dvě stěny* spolu *rovnoběžny*, aneb *stýká-li se více stěn* spolu v *úhlech*.

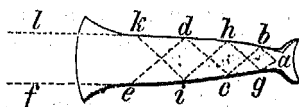
Nejnámennitější ozvěny jsou v *Abrspachu* blíž Trutnova, kdež sedmi-slabičné slovo 3krát se opakuje, v zámku *Simonetta* u Milána, kdež výstřel z okna hlavního stavení od obou křídel pobočných tak se odráží, že jest ho 66krát slyšeti — V chrámech, v divadlech a jiných podobných budovách musí stěny upravit se tak, aby nemohl zvuk od nich pravidelně se odrážeti a aby nemohla *ozvěna* povstati. — Vychází-li zvuk z jednoho ohniska elipsy, odráží se od obvodu jejího do ohniska druhého. Má-li tudíž světlice stěny elipsovitě, jest slyšeti zvuk v jednom ohnisku způsobený ve druhém ohnisku zcela patrně. — Tak bylo upraveno ucho *Dionysova* v Syrakusách, t. j. vězení v kamenném lomu zřízené, v němž nebylo lze vězňům promluvití mezi sebou, aby nebyli slyšeni na jiném místě zvláštním.

b) Je-li *stěna*, od *zvukobudiče* méně než 58' vzdálena, tu přichází zvuk *odražený dříve* než za $\frac{1}{9}$ vteřiny do ucha posluchače a splývá se zvukem *přímým* dohromady, čímž tento se *sesiluje*. Výjev ten jmenuje se *ozvuk*.

Ozvuk můžeme pozorovati v každé menší světlici, není-li v ní nábytku, obrazův atd., na kterých zvuk se roztríšťuje, tak že pravidelně odráží se nemůže. — Rychocením hromu sesiluje se odrazem zvuku od lesů, skal, mraků atd.

V odrazu zvuku zakládá se sesilování zvuku *hláskou troubou*, již užívají velitelé lodí, aby rozkazy jejich i při bouři bylo slyšeti, a hlásní na vě-

Obr. 337.



žích, chtějí-li dolů něco oznámiti. Hlásná trouba má tvar zkomoleného kužele (obr. 337.). Mluví-li se do užšího otvoru, odrážejí se zvukové vlny, jako jako ku př. *abodef* a *aghikl* ode stěn tak, že vycházejí ze trouby *týmž* *rovnoběžným směrem*, pročež zvuk velmi značně se sesiluje.

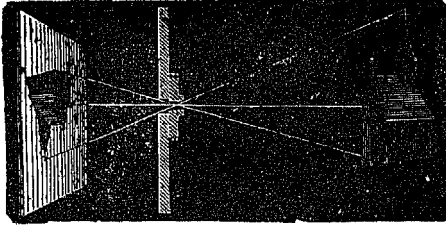
239. Spoluznění. Napneme-li vedlé sebe dvě struny tak, aby dávaly obě tentýž tón, a uvedeme-li smyčcem jednu z nich ve chvění a znění, chvěje se a dává týž tón i druhá, o čemž proužkami papíru na obou stranách zavěšenými lze se přesvědčiti. Chvěje-li se jedna struna v oddílech, chvěje se v oddílech i druhá i vznikají na obou stranách uzly v týchž místech, což opět proužkami papíru na stranách zavěšenými lze dokázati. — Upevníme-li pružnou dřevěnou desku jedním koncem na podstavci a připevníme-li na druhý konec její strunu, která kolíčkem se napne a jistý tón dává, chvěje se a zní též deska; posypeme-li desku pískem, vznikají na desce obrazce Chladného. — Sblížíme-li znějícímu zvonu rouru z lepenky, přivádí se sloupec vzduchu v rouře uzavřený v jisté vzdálenosti při určité poloze roury a určité délce její ve chvění a znění, jímž znění zvonu se *sesiluje*.

Z těchto a podobných výjevů patrnó, že znějící tělo může v jiném pružném těle buď přímo, buď pomocí vln vzduchových vzbuditi chvění a tudíž i znění, jež *spoluznění* (*resonance*) se nazývá a jímž tón původní se sesiluje a mnohdy i ráz jeho se mění.

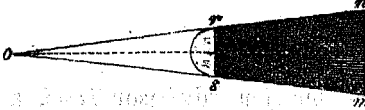
Ladička dává ve vzduchu tón slabý, podepře-li se však nožkou na stůl, skříni atd., jest tón její značně silnější. — U všech nástrojů strunových jsou pod strunami pružné desky resonanční, jichž spoluzněním tóny strun se sesilují. — Pro hudebníky stává se zvláštní *podium*, jímž zvuky hudby se sesilují. — *Drnkačka* dává tón velmi slabý. Sevřeme-li jí zuby, zní spolu s ní vzduch v ústech, pročež tón její se sesiluje.

Ze všech jednotlivých osvětlených bodů vytvoří se pak na stěně světlý, a jak ze směru paprskův patrné, *převrácený* obraz předmětu. Je-li malých otvorův velmi mnoho blízko sebe aneb je-li ve stěně veliký otvor (otevřeme-li okenici), splývají obrazy vespolek tak, že žádného jednotlivého obrazu nelze rozeznati.

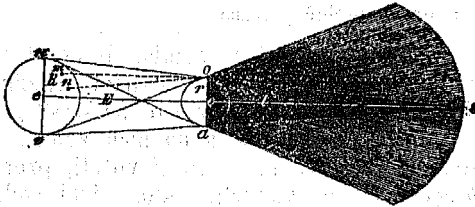
Obr. 338.



Obr. 339.



Obr. 340.



ují se *polostín* čili *neúplný stín* a přecházejí poněkud v prostor zcela osvětlený.

Tvar stínu spravuje se tvarem a polohou těla neprohledného, jakož i polohou té plochy, na které za tělem neprohledným stín vzniká. Vedeme-li ze svítícího bodu neb těla tečnou ke krajům těla neprohledného a prodloužíme-li je až na plochu, na které stín se vytvořuje, můžeme tvar stínu geometricky sestrojiti.

Značí-li vw (obr. 340.) slunce a ao zemi naší a přichází-li měsíc do plného stínu země aos , vzniká *zatmění měsíce*, jež bývá *úplné*, když měsíc *celý*, a *částčné*, když měsíc jen *část* v plném stínu země se nalézá. — Značí-li vw slunce a ao měsíc a octne-li se země v plném stínu měsíce aos , vzniká *zatmění slunce* (vlastně *zatmění země*), jež bývá *úplné* na místech, která jsou v plném stínu, *částčné* na místech, která jsou v *polostínu*. Když konec plného stínu měsíčního země nedosahuje, vzniká *kruhovitě* č. *středně* zatmění slunce, poněvadž měsíc, jsa mnohem menší, pouze *střed* slunce neviditelným činí.

Tak zvané obrazy a hry stínové zakládají se ve tvaru stínu. — V kreslení a malbě nutno ke stínu přihlížeti. — Z délky stínu stromu lze výšku jeho určití. Postavíme-li vedle stromu svislé tyč známé délky, jest *výška stromu*

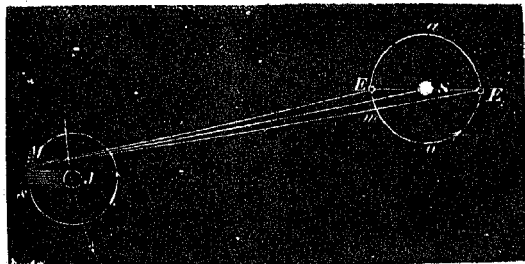
241. Stín. Poněvadž šíří se světlo přímočárně, nemůže do prostoru *nřsm* (obr. 339.) za tělem neprohledným rs ze svítícího bodu o žádný paprsek vniknouti. Nemá-li prostor ten odjinud světla, zůstává zcela tmavým a jmenuje se *plný stín*.

Přichází-li na tělo neprohledné ao (obr. 340.) světlo ze svítícího těla vw , jež z *mnohých* svítících bodů se skládá, vzniká za tělem neprohledným ao *plný stín* aos , do prostorův sousedních přichází světlo z některých bodův svítícího těla (jako ku př. do prostoru nad os z bodův m a n), z některých však nemůže tam vniknouti. Tyto *částčné* osvětlené prostory jmenují se *polostín* čili *neúplný stín* a přecházejí poněkud v prostor zcela osvětlený.

tolikrát větší než délka tyče, kolikrát délka stínu stromu větší jest než délka stínu tyče.

242. Rychlost světla zdá se býti téměř nekonečně velikou. Ze zkoušek v této příčině konaných bylo však shledáno, že světlo k vykonání jisté dráhy potřebuje jistého času a že koná za vteřinu dráhu téměř 42.000 mil dlouhou, č. že jest rychlost světla 42.000 mil.

Obr. 341.



Rychlost světla vypočetl dánský hvězdář Römer r. 1675. na základě následujícího pozorování. Oběžnice Jupiter J (obr. 341.) má čtyři měsíce, z nichž každý, přišed za Jupitera, v stínu jeho s se ocitne a zatmění se musí. Je-li země v E , mezi sluncem S a Jupiterem J , nastupuje okamžik zatmění měsíce M o 986 vteřin dříve, než když jest země v E' . Měsíc M jest tak dlouho viditelný, pokud světlo z něho vycházející na cestě k zemi se nalézá. Aby světlo měsíce M , jež v okamžiku před zatměním jeho bylo vyšlo, dráhu EE' , vykonalo, potřebuje 986 vteřin a poněvadž dráha EE' jest 41,364.000 mil, koná světlo za jednu vteřinu dráhu $41,364.000 : 986 = 41.951$ mil č. bez mála 42.000 mil. Čím blíže země Jupiterovi, tím dříve vykonává světlo měsíce svou dráhu, z čehož patrné, že se pohybuje světlo rovnoměrně. — Světlo sluneční dochází dle výpočtu na zemi, průměrně 20,500.000 mil od slunce vzdálenou, za 8 minut 13 vteřin č. 493 vteřin, koná tudíž za vteřinu dráhu $20,500.000 : 493 = 41.582$ mil č. téměř 42.000 mil, jako výše vytknuto.

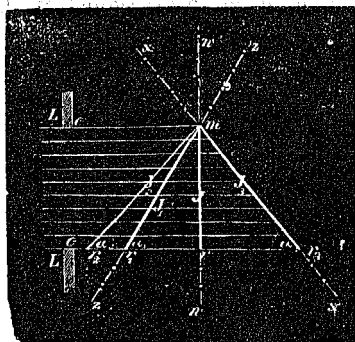
243. Světlost. a) Ve vzdálenosti 2-, 3-, 4-...krát větší jest světlost 4-, 9-, 16-... n^2 krát menší, t. j. světlosti ubývá ve čtverečném poměru vzdálenosti od zdroje světla.

Ze svítícího bodu se šíří světlo přímočarě ve všech směrech. Myslíme-li si svítící bod co střed dutých kul soustředných, jsou osvětleny všechny *týmž množstvím* světla, ale světlost jejich jest ovšem *tím slabší*, čím *větší* jest povrch jejich. Značí-li R a r poloměry dvou kul, jsou povrchy jejich $4\pi R^2$ a $4\pi r^2$, a značí-li S světlost koule, jejíž poloměr (vzdálenost od svítícího bodu) jest R a s světlost koule, jejíž poloměr jest r , tož jsou, jak bylo výše vytknuto, světlosti v převráceném poměru k povrchům kul, protože $S:s = 4\pi R^2 : 4\pi r^2$ čili $S:s = R^2 : r^2$, z čehož patrné, že *ubývá světlosti čtverečně* tou měrou, kterou *vzdálenosti jednoduše přibývá*.

b) Světlost spravuje se netoliko vzdáleností ode zdroje světla, nýbrž i polohou osvětleného těla. Jestli světlost tím menší, čím šikměji paprsky na tělo dopadají, t. j. čím více jest tělo k směru paprsků skloněno.

Padá-li otvorem LL (obr. 342.) svazek rovnoběžných paprsků ce na plochu mr kolmo, osvětluje totéž množství paprsků plochy mr_1 , mr_2 a mr_3 , jež jsou tím větší a tudíž tím slaběji osvětlené, čím více jsou k směru paprsků nakloněné.

Obr. 342.



ostatní části papíru po obou stranách rozeznati. Postavíme-li papír mezi světla m a n , vidíme na té straně, kde jest světlo *slabší*, skvrnu *jasnější*, poněvadž s druhé strany *více* světla skvrnou proniká. Posouváme-li rámeček z mezi oběma světly tak dlouho, až nelze skvrnu na papíře rozeznati, jest osvětlení s obou stran

c) *Světlost* jest tím *větší*, čím *větší* jest svítící tělo a čím *jasnější* světlo dává.

d) Mají-li dva zdroje světla ve vzdálenostech *rozdílných* světlost *stejnou*, mají se světlosti těchto zdrojů jako čtverce vzdáleností jejich od tělesa, jež osvětlují. V tom zakládá se úprava *světloměřů* (fotometrů).

Nejjednodušší a nejvíce užívaný světloměr *Bunsenův* jest papír napnutý v rámečku z (obr. 343.), mající v středu okrouhlou skvrnu stearinovou. Je-li papír pouze s jedné strany osvětlen, prochází skrze skvrnu světlo, i lze skvrnu od

Obr. 343.



stejně a světlosti mají se k sobě jako čtverce vzdáleností obou zdrojů světla od papíru. Je-li S světlost zdroje m , s světlost zdroje n , má se $S:s=5^2:3^2=25:9$, pročež jest světlost zdroje m téměř třikrát tak veliká, jako světlost zdroje n .

244. Původ světla. Učenci se domnívají, že původem světla jest *vlnivý pohyb* zvláštní látky velmi *pružné* a *roztahitelné*, nad míru *jemné* a *nevažitelné*, která se jmenuje *ether*. Ether jest v celém prostoru *světovém* rozšířen a lze i k nejmenším hmotným částicám těla, tak že prostor *mezi částicami těla vyplňuje*, pročež vlnivý pohyb od vnějších částic etheru sdělený může v tělesech dále postupovati. Rozšíří-li se vlnivý pohyb etheru až do oka, způsobuje pohyb etheru, v oku se nalézajícího, zvláštní dojem, t. j. *vidění*.

Dle této domněnky jsou tudíž *svítící tělesa* ona, jichž molekuly velmi rychle se pohybují a tudíž i ether k vlnivému pohybu pobádají. *Osvětlená tělesa* přivádějí ether v sobě obsažený v pohyb teprv pak, když vlny etherové, z těles svítících vycházející, na ně narážejí. V *prohledných* tělesech chvěje se ether

i šíří se tudíž skrze ně vlnivý pohyb étheru dále; děje-li se to jen nepatrně, jsou tělesa *prosvitavá*. V tělesech *neprohledných* nemůže éther se chvěti, protože vlnění étheru jimi se nerozšiřuje. Směr, jímž vlnění étheru postupuje, nazývá se *paprsek světla*.

B. Odraz světla.

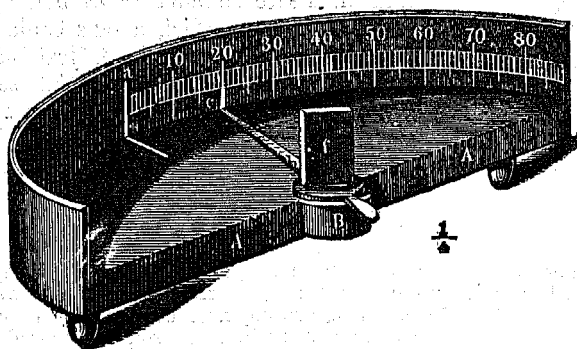
245. Odraz světla. Přechází-li světlo z jednoho prostředí do druhého (ku př. ze vzduchu do vody neb z vody do vzduchu aneb z jedné vrstvy vzduchu do druhé, mající jinou hustotu atd.), vrací se na rozhraní obou prostředí obyčejně část světla do předešlého prostředí nazpět, t. j. *odráží se*, a část pak vniká do druhého prostředí.

Zákony, jimiž spravuje se odraz světla, jsou:

1. *Paprsek dopadající, kolmice k bodu dopadu sestrojend a paprsek odražený jsou v též rovině.*
2. *Úhel odrazu rovná se úhlu dopadu.*

K dokladu zákonův odrazu světla slouží přístroj obr. 344. znázorněný. Dopadá-li světlo průlinou *a* na střed zrcadla *f*, jež kolem osy *B* bylo otočeno naproti průlině do polohy, kterou obrazec znázorňuje, tož svírá paprsek na zrcadle dopadající s ručičkou *ob* (na zrcadle kolmo stojící a kolmici dopadu

Obr. 344.



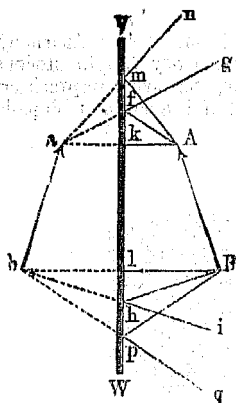
naznačující) úhel 20° a paprsek odražený osvětluje na oblouku rozdělovací čáru úhlu 40° ; svírá tudíž paprsek odražený s kolmicí *ob* taktéž úhel 20° . Zvětší-li aneb zmenší-li se postupně úhel dopadu, zvětší aneb zmenší se toutéž měrou úhel odrazu, i rovná se vždy úhel odrazu úhlu dopadu.

Od ploch zcela hladkých odráží se světlo zcela pravidelně, tak že v oku způsobuje tentýž dojem jako by ze svítícího těla přímo vycházelo. Plochy, od nichž světlo pravidelně se odráží, nazýváme *zrcadla*. Od ploch drsných odráží se světlo na všechny strany č. *rozptyluje se*.

Světlo od *dokonalého* zrcadla *pravidelně* odražené vzbuzuje v oku *týž* dojem jako by ze *svítícího* těla přímo do oka docházelo, pročež viděli bychom v zrcadle pouze *svítící* předmět, ale zrcadlo samo muselo by býti zcela *tmavé* a *neviditelné*. Poněvadž není ani jediná plocha zcela *hladká*, nemáme ani *jediného* dokonalého zrcadla. Nejvíce přibližují se dokonalému zrcadlu: *hladina* rtuti a *jiných* v *klidu* se *nalézajících* kapalin, *bílé* uhlazené desky *kovové* a *broušené* *černé* sklo. Domácí zrcadla jsou desky *skleněné*, na *jedné* straně *činovou* *amalgamou* *povlečené*. Čím *temněji* jeví se zrcadlo, tím *dokonalější* jest. — Světlo od *povrchu* těles *rozptýlované*, t. j. na *všecky* strany jako od *svítícího* bodu *vycházející*, způsobuje, že *osvětlená* tělesa *vidíme*. Kdyby světlo od těles zcela *pravidelně* se *odráželo*, viděli bychom pouze *tělesa* *svítící*, *osvětlená* *zůstávala* by *neviditelná*.

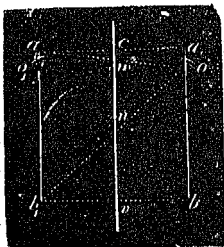
246. Odraz světla v zrcadle rovném. a) *Obráz svítícího bodu.* Ze *svítícího* bodu *A* (obr. 345.) padá na *rovné* zrcadlo *VW* *nesčíslné* množství paprskův, jež dle *zákonů* výše *vytknutých* od zrcadla se *odrážejí*. Paprsek *Ak*, dopadající na zrcadlo *kolmo*, *odráží* se směrem *kA*, t. j. sám *v* sebe *na* zpět a *nazývá* se *paprskem* *hlavním*. Paprsky *Af*, *Am* *odrážejí* se od zrcadla směrem *fg* a *mn*. *Odražené* paprsky *přicházejí* do oka pozorovatele, jež, *jsouc* *uvyklé* *hleděti* z *přímá*, *hledá* *původ* paprsků v *prodlouženém* *jich* směru, t. j. v *bodu* *a*, za zrcadlem *ležícím* a *všem* za zrcadlo *prodlouženým* paprskům *společným*, z něhož tyto paprsky *zdánlivě* *vycházejí*. Tento *zdánlivě* *svítící* bod *a*, z něhož *všecky* z *A* *dopadající*, a od zrcadla *odražené* paprsky *zdánlivě* *vycházejí*, jest *obraz* *skutečného* *svítícího* bodu *A* a *nalézá* se na *konci* *kolmice*, ze *svítícího* bodu na *rovinu* zrcadla *sestrojené* a za zrcadlo *tak* *prodloužené*, aby $Ak = ka$, t. j. *obraz* *svítícího* bodu jest *tak* *daleko* za zrcadlem, *jak* *daleko* jest *svítící* bod *před* zrcadlem.

Obr. 345.



Trojúhelníky Akf a akf jsou *shodné*, neboť mají stranu *kf* *společnou* a oba k ní *přiléhající* úhly *stejně*. Jestliže $\sphericalangle Akf = \sphericalangle akf = 90^\circ$ a $\sphericalangle Afk = \sphericalangle gfv$ (neboť $\sphericalangle Afk$ *doplňuje* úhel *dopadu* na 90° a $\sphericalangle gfv$ *doplňuje* úhel *odrazu* na 90° , a *poněvadž* úhel *odrazu* *rovná* se *úhlu* *dopadu*, jsou *též* *doplňující* úhly *stejně*); $\sphericalangle gfv = \sphericalangle afk$, pročež *také* $\sphericalangle Afk = \sphericalangle afk$ a *tudíž* $\triangle Akf \cong \triangle akf$ a $Ak = ka$.

Obr. 346.



b) *Obráz svítícího* *předmětu* v *rovném* zrcadle *vyhledáme*, *sestrojíme-li* ze *všech* *jednotlivých* *bodův* na zrcadlo *kolmice*, jež za zrcadlem *prodloužíme* *tak*, aby *byla* *délka* *jejich* *před* i za zrcadlem *stejná*. *Tak* jest *ku* *př.* *ab* (obr. 345.) *zdánlivý* *obraz* *předmětu* *AB*, *před* zrcadlem *VW* se *nalézajícího*,

je-li $ka = Ak$ a $lb = Bl$. Sestrojíme takto *zdánlivý* (geometrický) obraz ab , shledáváme, že jest tak veliký jako předmět a že vůbec obraz od předmětu pouze tím se liší, že části, jež jsou u předmětu *v pravo*, jeví se na obraze *v levo* a naopak.

K vytvoření obrazu třeba části zrcadla tím menší, čím blíže zrcadla jest oko. Část zrcadla, obraz vytvářející, vyhledáme, vedeme-li z oka přímky k pomezným bodům obrazu. Neprotíná-li některá z těch přímek zrcadlo, nelze bod ten v zrcadle viděti. Značí-li ab (obr. 346.) člověka stojícího před zrcadlem, jest třeba, aby člověk obraz svůj a, b v zrcadle viděl, pouze části zrcadla mn .

— Blíží-li se zrcadlo předmětu aneb předmět zrcadlu, blíží se též obraz zrcadlu, ale pohybuje se rychlostí dvojnásobnou, tak že koná dráhu dvojnásobně velikou. Byl-li předmět vzdálen od zrcadla ku př. 2', byl i obraz vzdálen od zrcadla 2' a vzdálenost obrazu od předmětu byla tudíž 4'. Sblížil-li se předmět zrcadlu, tak že jest vzdálen od zrcadla 1', jest i obraz vzdálen od zrcadla 1' a tudíž obraz od předmětu 2'. Předmět vykonal pak dráhu 1' a obraz dráhu 2'. — Svítící předmět mezi dvěma vespolek rovnoběžnými zrcadly dává *nesčíslné množství* obrazův, poněvadž každý obraz v zrcadle jednom jest předmětem pro zrcadlo druhé a dává v něm opět obraz, který jest zase předmětem pro zrcadlo první, což ustavičně se opakuje.

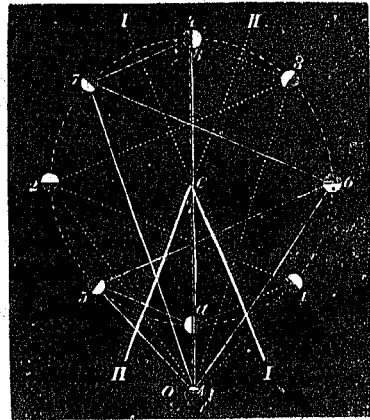
Poněvadž po každém odrazu jest světlo méně jasné, vidíme ve skutečnosti jen omezený, ale dosti veliký počet obrazův v každém z obou rovnoběžných zrcadel. Jsou-li zrcadla I. a II. (obr. 347.) skloněná v úhlu $\varphi = 45^\circ$, dává předmět a v zrcadle I. obraz 1, obraz 1 dává v zrcadle II. obraz 2, 2 v zrcadle I. obraz 3, 3 v zrcadle II. obraz 4; a dává v zrcadle II. obraz 5, 5 v zrcadle I. obr. 6, 6 v zrcadle II. obr. 7 a 7 v zrcadle I. obr. 8. Poněvadž obraz 8 s obrazem 4 v jediný obraz splývá, vzniká tudíž z předmětu a celkem 7 obra-

zův v *krůhu* souměrně rozložených. Vůbec jest počet obrazův $\frac{360}{n} - 1$, v čemž značí n počet stupňův úhlu, jež zrcadla svírají. Na obr. 347. jest $n = 45^\circ$,

pročež počet obrazův $\frac{360}{45} - 1 = 8 - 1 = 7$. Na tom základě jest upraven *kra-
sahled č. kaleidoskop*, t. j. trubice asi 10" dlouhá, do níž zastrčí se 2 neb 3 zrcadelné plochy, obyčejně v úhlu 60° k sobě skloněné, tak dlouhé jako trubice. Na jednom konci jest trubice uzavřena dvěma skleněnými kotoučky, z nichž vnější bývá ze skla prosvitavého. Mezi kotoučky jsou kamenky, střípky skla a jiné drobné pestré barevné předměty, jež při každém polnutí trubice do jiné polohy vespolek přicházejí a oku; druhým koncem do trubice hledicím, rozmanité hvězdovitě obrazce podávají. — Obyčejná zrcadla skleněná dávají více obrazův, poněvadž přední i zadní povrch skleněné desky a povrch amalgamy co zrcadla působí; nehodí se tudíž zrcadla taková k důkladnějším zkouškám a přístrojům optickým, při nichž užívá se zrcadel kovových.

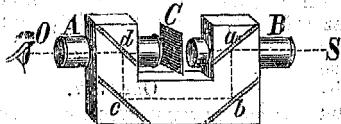
Zrcadel rovných užíváme v domácnosti k účelům obecně známým; rytci a kamenopišci jich užívají ku převracení předmětu s levé strany na pravou;

Obr. 347.

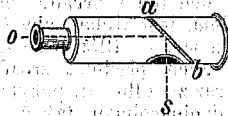


v době novější užívá se zrcadel rovných při objevení se duchů na divadlech. — Zrcadla rovná jsou podstatnou částí některých důležitých přístrojů optických a měřických, jako ku př. *helioskopu*, jež k tomu slouží, aby sluneční paprsky od rovného zrcadla vždy týmž směrem se odrazily. K tomu účelu dá se ven před otvor uzavřené okenice zrcadlo, jež ze světlice naproti slunci

Obr. 348.



Obr. 349.



vždy tak se obrací, aby odražené paprsky vždy v témž určitém směru otvorem do světlice vnikaly. — *Kouzelným dalekohledem AB* (obr. 348.) lze i skrze neprohledné tělo *C* předmět *S* viděti, poněvadž světlo od zrcadel rovných *a, b, c, d*, v úhlu 45° skloněných, se odrážejíc, dráhu *SabcdO* koná a do oka *O* přichází. — *Divadelní dalekohled zrcadelný* (obr. 349.) má po straně otvor *a* za ním rovné zrcadlo *ab* v úhlu 45° k ose dalekohledu skloněné. Je-li před otvorem osoba *S*, může pozorovatel dalekohledem na ni se dívat, aniž by toho pozorovala. Světlo jde do oka pozorovatele dráhou tečkami naznačenou.

247. Odraz světla v kulovém zrcadle dutém. Úsek duté koule, jehož vnitřní *dutý* povrch co zrcadlo působí, jest kulové zrcadlo duté.

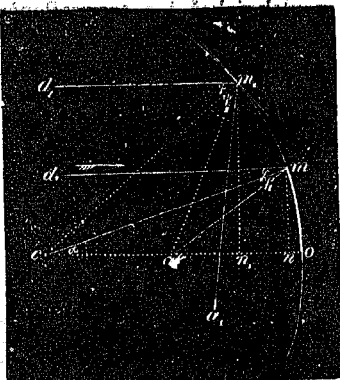
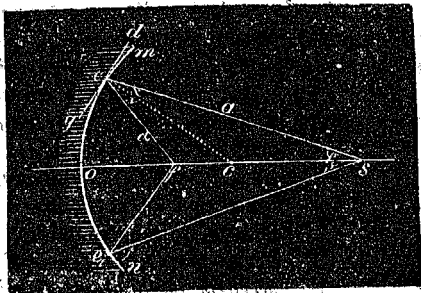
V průřezu jeví se kulové zrcadlo duté co oblouk kruhový *mn* (obr. 350.). U zrcadla kulového dutého rozeznáváme *střed okrouhlosti c*, t. j. střed duté koule, jejíž částí jest zrcadlo, *střed optický o*, t. j. bod právě u prostřed zrcadla ležící, a *osu co*, t. j. přímku, která střed okrouhlosti spojuje se středem optickým.

Od dutého zrcadla odrazí se světlo dle všeobecných zákonův odrazu, neboť místo, na něž paprsek padá, můžeme pokládati za nekonečně malou rovinu, na kterou sestrojíme ze středu okrouhlosti poloměr, t. j. kolmici dopadu.

a) *Obraz svítícího bodu.* 1. Je-li svítící bod *s* (obr. 350.) v prodlouženém směru osy *co* zrcadla *mn*, jest paprsek *so*, s osou *so* v tutéž přímku splývající, paprskem *hlavním*, neboť dopadá na zrcadlo *kolmo* a odrazí se tudíž od zrcadla *kolmo*, t. j. sám v sebe nazpět. Jiný paprsek *se*, který svírá s osou zrcadla malý úhel φ , dopadá u *e* na zrcadlo a svírá s poloměrem *ce* úhel dopadu α . Je-li $\angle y = \angle \alpha$, jest $\angle y$ úhel odrazu a *ef* směr paprsku odraženého, který s odraženým paprskem *hlavním* stýká se v bodu *f*. Paprsek *se₁*, který svírá s osou $\angle \varphi_1 = \angle \varphi$, odrazí se taktéž do bodu *f*. V bodu *f* stýkají se vůbec všechny od zrcadla odražené paprsky, jež z bodu *s* vycházejí a na zrcadlo *mn* dopadajíce s osou malé úhly svírají. Oko pozorovatele užírá tudíž v bodu *f* *skutečný obraz svítícího bodu s*.

2. Je-li svítící bod od zrcadla nesmírně vzdálen, lze všechny paprsky, které blíže paprsku hlavního, s osou v jedinou přímku splývajícího, na zrcadlo dopadají, pokládati za rovnoběžné s osou. Značí-li tudíž co (obr. 351.) směr paprsku hlavního a dm směr paprsku, vycházejícího z téhož nesmírně vzdáleného svítícího bodu, tož jest $dm \parallel co$. Sestrojíme-li v m kolmici (poloměr) om , jest $\angle \varphi$ úhel dopadu, jestli pak $\angle \varphi_1 = \angle \varphi_2$ značí $\angle \varphi_1$ úhel odrazu

Obr. 350. Obr. 351.



a ma jest směr paprsku odraženého, který protíná odražený paprsek hlavní v bodu a . Poněvadž jest $dm \parallel co$, jest $\angle a = \angle \varphi$, a poněvadž $\varphi_1 = \varphi$, jest též $\angle \varphi_1 = \angle a$ a tudíž $ma = ac$. Je-li dm velmi blízko ose, jest mo velmi malý oblouk, pročez ma téměř rovno ao a tudíž i $ac = ao$, t. j. paprsky, jež blízko ose a s osou rovnoběžně na zrcadlo dopadají, stýkají se po odrazu svém v bodu a , ležícím v ose u prostřed mezi středem okrouhlosti a optickým středem zrcadla. Bod a nazývá se *ohniskem* zrcadla, poněvadž vzuiká v něm značné horko, když paprsky sluneční od zrcadla odražené v něm se sbíhají. Vzdálenost bodu a od středu okrouhlosti o , t. j. přímka oa jest *délka ohniska* dutého zrcadla.

Paprsky dále osy ležící, jako ku př. $d_1 m_1$, protínají po odrazu svém od zrcadla hlavní paprsek blíže zrcadla, ku př. v n_1 .

Je-li svítící bod v ohnisku a , jest $\angle \varphi_1$ úhel dopadu a $\angle \varphi$ úhel odrazu, a značí pak ma směr paprsku odraženého, z čehož patrno, že odraží se paprsky z ohniska na zrcadlo dopadající od zrcadla s osou a tudíž i vespolek rovnoběžně, pročez žádný obraz nevzniká.

3. Je-li svítící bod mimo osu zrcadla, ale ose blízko, vyhledáme obraz jeho nejsnáze, sestrojíme-li paprsek hlavní, který střed okrouhlosti protínati musí a s poloměrem v tutéž přímku splývaje na zrcadlo kolmo dopadá a tudíž sám v sebe nazpět se od-

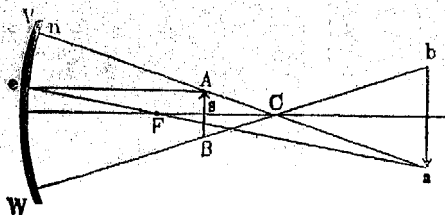
ráží. Pak sestrojíme ze svítícího bodu paprsek vedlejší, dopadající rovnoběžně s osou, který do ohniska zrcadla se odráží; aneb sestrojíme paprsek, který ohnisko protíná a od zrcadla rovnoběžně s osou se odráží. V bodu, v němž odražený paprsek vedlejší s odraženým paprskem hlavním se stýká, jest obraz svítícího bodu.

b) *Obraz předmětu ustanovíme, vyhledáme-li obrazy tolika bodův jeho, kolik třeba, aby z obrazův jejich obraz celého předmětu sestrojiti se mohl.*

1. *Je-li předmět v nesmírné vzdálenosti, lze pokládati všechny paprsky ze všech bodův jeho na zrcadlo dopadající za rovnoběžné vespolek jakož i s osou. Poněvadž paprsky takové po odrazu stýkají se vespolek v ohnisku, vznikne obraz v ohnisku a jest tudíž velmi zmenšený a, jak ze směru odražených paprsků patrno, převrácený.*

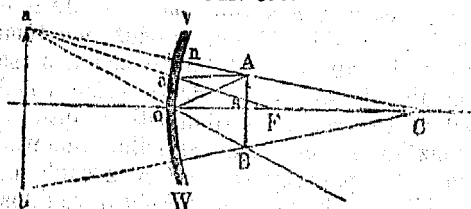
2. *Není-li předmět ve vzdálenosti nekonečné, ale je-li před středem okrouhlosti, jako ku př. ab (obr. 352.) jest an hlavní a ae vedlejší paprsek bodu a . Paprsek an odráží se směrem na a paprsek ae směrem ea , jest tudíž A obraz bodu a . Vyhledávaje tímž způsobem obraz B bodu b vidíme, že nalézá se obraz mezi ohniskem F a středem okrouhlosti C a že jest zmenšený a převrácený.*

Obr. 352.



3. *Je-li předmět ve středu okrouhlosti, nalézá se obraz jeho ve středu okrouhlosti a jest převrácený a tak veliký jako předmět.*

Obr. 353.



4. *Je-li předmět mezi ohniskem a středem okrouhlosti, jako ku př. AB (obr. 352.), jest An hlavní a Ae vedlejší paprsek bodu A . Paprsek An odráží se směrem na a paprsek Ae směrem ea , jest tudíž a obraz bodu A . Sestrojivše tímž způsobem obraz bodu B , shledáváme, že nalézá se obraz dále od zrcadla než střed okrouhlosti a že jest zvětšený a převrácený.*

5. *Je-li předmět v ohnisku zrcadla, odrážejí se všechny paprsky od zrcadla rovnoběžně s osou a tudíž i vespolek, pročež po odrazu nestýkají se i netvoří žádného obrazu.*

6. *Je-li předmět AB (obr. 353.) mezi zrcadlem a ohniskem, a sestrojíme-li paprsek hlavní An , směrem nC se odrážející, a paprsek Ac , směrem cF se odrážející, vidíme, že odražené paprsky nC a cF jsou rozbíhavé a tudíž před zrcadlem se nestýkají. Přicházejí-li však do*

oka pozorovatele, hledá oko, uvyklé hleděti zpřímá, původ jejich v bodu a za zrcadlem a užíí tudíž v a zdánlivý obraz bodu A . Taktéž užíí v b zdánlivý obraz bodu B , z čehož patrno, že v tomto případě vzniká obraz dále za zrcadlem, než jest předmět před zrcadlem, a že jest přímý, zvětšený, ale jako u zrcadel rovných toliko zdánlivý č. geometrický.

Z předcházejícího patrno, že když předmět k zrcadlu se přibližuje, obraz od zrcadla se vzdaluje a sice: *postupuje-li předmět z nesmírně vzdálenosti až do ohniska, vzdaluje se obraz z ohniska až do nekonečné vzdálenosti a ve středu okrouhlosti setkává se obraz s předmětem.*

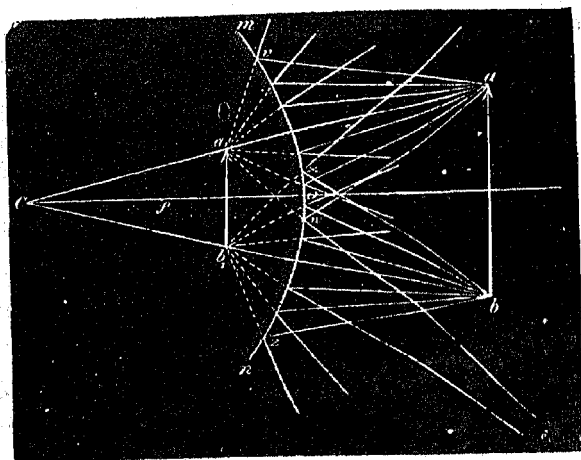
Výjevy právě vyložené můžeme pozorovati, dáme-li před zrcadlo v rozličných vzdálenostech hořící svíčku aneb jiný předmět. Skutečné obrazy odrazem vznikající lze na plátně, papíře, atd. zachytiti a pozorovati.

Dutých zrcadel užíváme k zapalování předmětů, jež v ohnisku paprsky slunečními, do ohniska odraženými, se zapalují. — Dutá zrcadla slouží též k osvětlování; na světelných odražejí se paprsky silného světla, v ohnisku zrcadla se nalézajícího, rovnoběžně od zrcadla do dálky velmi značné. — Dutá zrcadla jsou též podstatnou částí některých přístrojů optických. — Carodějové užívali dutých zrcadel, zachycující obrazy, jichž poskytují, kouřem, který pohyblivostí svou diváka tak dojmá, jakoby obraz se pohyboval.

Padá-li na zrcadlo duté více paprskův, každý v jiném úhlu, stýká se každý po odrazu s paprskem hlavním v jiném bodu a vzniká tudíž více obrazův, čímž jasnost obrazu valně ujmy doznává. Tato vada zrcadel jest tím menší, čím menší jest plocha zrcadelná, proto užívá se zrcadel, jichž pokračje se středem okrouhlosti úhel nejvýše 6° svírají.

248. Odraz světla v kulovém zrcadle vypuklém. Úsek kulový, jehož vnější vypuklý povrch jest zrcadlem, nazývá se *kulovým zrcadlem vypuklým*.

Obr. 354.



U kulového zrcadla vypuklého mn (obr. 354.) jest střed okrouhlosti c i ohnisko f za zrcadlem. Je-li před zrcadlem tímto

předmět ab , jsou-li ac a bc směry paprsků hlavních a sestrojíme-li jiné paprsky vedlejší, shledáváme, že odraží se paprsky bodův a a b od zrcadla tak, jako by vycházely z bodův a_1b_1 , pročež uztříme v a_1b_1 obraz předmětu ab . Jak patrné, jest obraz za zrcadlem, ale od zrcadla méně vzdálen než předmět, a jest zmenšený, přímý ale pouze zdánlivý č. geometrický.

Zrcadel vypuklých, jež dávají vždy geometrické obrazy přímé a zmenšené, užívá se co zrcadélek kapesních, aneb ve tvaru kulek v zahradách, kdež dávají zmenšené obrazy celé okolní krajiny. Proto slouží zrcadla vypuklá též malířům krajin.

Kromě zrcadel kulových užívá se též zrcadel *eliptických* a *parabolických*. Zrcadla *válcová* a *kuželová* dávají obrazy zpřítvořené, působíce v jednom směru co zrcadla rovná a v druhém směru co zrcadla křivá. Má-li vzniknouti obraz správný, musí býti předmět, jehož obraz v zrcadle pozorujeme, zpřítvořené nakreslen.

C. Lom a rozklad světla.

249. **Lom světla.** Přechází-li paprsek světla z jednoho prostředí do druhého, v němž má éther jinou hustotu, a dopadá-li na rozhraní obou prostředí kolmo, postupuje v druhém prostředí jinou rychlostí ale původním směrem dále. Dopadá-li však paprsek na rozhraní obou prostředí šikmo, tak že s kolmicí dopadu jistý úhel dopadu svírá, mění v druhém prostředí netoliko rychlost, nýbrž i směr č. láme se, pročež výjev tento lomem světla se nazývá.

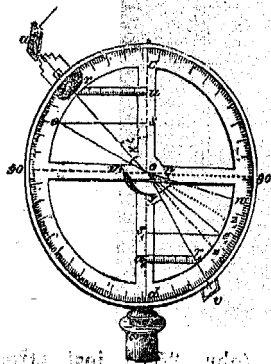
Zákony lomu světla jsou následující:

1. *Paprsek dopadající, kolmice dopadu a paprsek zlomený jsou v též rovině.*

2. Je-li *mn* (obr. 355.) rozhraní obou prostředí, *ro* paprsek dopadající, *cd* kolmice, *or* paprsek zlomený, opíšeme-li z bodu dopadu *o* kruh v rovině dopadu a sestrojíme-li z bodův *r* a *r*₁, v nichž paprsek dopadající a paprsek zlomený kruh protíná, přímky *ru* a *r*₁*u*₁ na *cd* kolmé, tož jest poměr těchto kolmic neproměnný, pokud obě prostředí se nemění. Poměr tento nazývá se poměr lomu (*exponent lomu, index lomu*).

Přechází-li světlo z prostředí řidšího do hustšího, svírá paprsek zlomený s kolmicí úhel lomu obyčejně menší, než jest úhel dopadu — paprsek zlomený přibližuje se tudíž kolmici dopadu, č. láme se ku kolmici. Přechází-li světlo z prostředí hustšího do řidšího, bývá nejčastěji úhel lomu větší, než úhel dopadu — paprsek zlomený vzdaluje se tudíž od kolmice dopadu, čili láme se od kolmice.

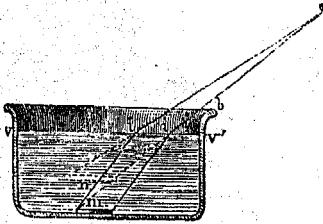
Obr. 355.



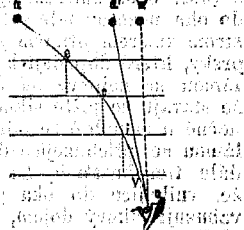
loma lnoj
obout melbavak bely k-

Pomocí přístroje obr. 355. znázorněného lze zákony lomu zkouškou dovésti. Na visném, stupnicí opatřeném kruhu jest ve středu upevněna skleněná nádoba mn , mající dno polokruhovitě zahnuté, do níž nalije se ku př. voda. Pomocí zrcátka a vede se malým otvorem v kotouči r na povrch vody paprsek ro , který láme se ve vodě ku kolmici, pročež prochází vodou směrem ov a padá u v na desku, kterou osvětluje. Změříme-li kolmici ru a kolmici r_1u_1 , shledáme, že $ru:r_1u_1 = 4:3$, pročež $\frac{ru}{r_1u_1} = \frac{4}{3}$. Zvětšujeme-li postupně úhel dopadu cor , zvětšuje se i úhel lomu tak že poměr lomu světla ze vzduchu do vody přecházejícího jest vždy $\frac{4}{3}$. Přechází-li světlo z vody do vzduchu, láme se od kolmice a poměr lomu jest vždy $\frac{3}{4}$.

Obr. 356.



Obr. 357.



Lomem světla vznikají mnohé výjevy. Je-li na dně nádoby (obr. 356.) lesklý peníz m , neuvidí ho oko v o , jsou-li stěny nádoby neprohledné. Naplní-li se však nádoba až po ov vodou, uvidí oko lomem světla od kolmice (na rozhraní iz) peníz v n , tudíž výše, než skutečně jest. — Každá nádoba, kapalinou naplněná zdá se býti z též příčiny *měštit*, než jest, poněvadž dno lomem světla zdánlivě výše stoupá. — Tyč do vody ponořená zdá se býti zlomená. — Střílíme-li ryby, musíme měřiti *pod ně*. — Paprsek hvězdy a (obr. 357.) přechází u e do vzduchu a postupuje v něm do vrstev čím dále tím hustších, pročež láme se ustavičně *ku kolmici* a přichází do oka dráhou $aeoiv$. Oko, zvyklému hleděti zpřima, zdá se, že přichází světlo hvězdy směrem $a'o$, i uvidí tudíž hvězdu v a' t. j. *výše* nad obzorem, než hvězda se nalézá. K tomuto lomu světla hvězdy musí *hvězdáři* přihlížeti, chtějí-li polohu hvězd správně ustanoviti, pročež lom ten *lomem hvězdářským* se zove. — Teplem od země vyzářovaným zahřívá a zředuje se vzduch a stoupá vzhůru, čímž hustota vzduchu stále se proměňuje a tudíž paprsky světla slunečního směr svůj mění a *míchájí světla* způsobují, jež často lze pozorovati.

Láme-li se světlo *od kolmice* a zvětšuje-li se postupně úhel dopadu, zvětšuje se i úhel lomu a paprsek zlomený vzdaluje se čím dále tím více od kolmice a blíží se čím dále tím více rozhraní obou prostředí, až ho konečně dostihne a 90° se rovná. Zvětší-li se úhel dopadu ještě více, jest úhel lomu větší než 90° a tu pak již světlo do druhého prostředí nevniká, nýbrž do předešlého prostředí *úplně se odráží*.

V úplném odrazu světla zakládá se úprava *kamery světlé* (camera lucida). — Skleněný hranol $abcd$ (obr. 358.) má strany $ab = ad$ a $bc = cd$, $\sphericalangle a = 90^\circ$, $\sphericalangle b = \sphericalangle d = 67\frac{1}{2}^\circ$ a $\sphericalangle c = 135^\circ$. Hranol jest na sloupku připevněn a stranou ab k předmětu, jež chceme kresliti, obrácen. Paprsek z předmětu vycházející a na stěnu ab kolmo dopadající, neláme se na stěně bc odráží se

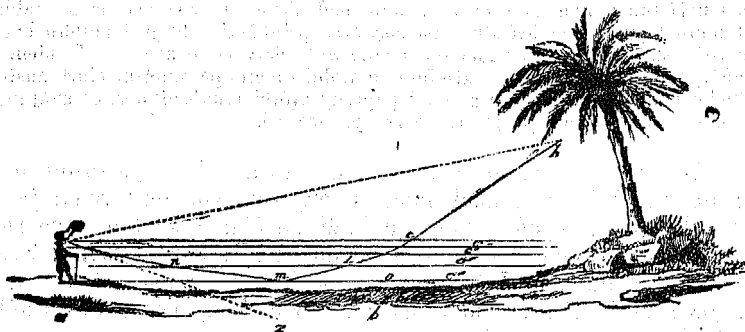
však úplně ku stěně *cd* a od této stěny odráží se úplně ku stěně *ad*. Vchází-li pak do oka pozorovatele, uří oko v prodlouženém směru paprsku obraz *na papíře* pod hranolem, kdež lze obraz nakreslit, poněvadž možno zírati na hranol a současně podle hranolu na papír.

Je-li země sluncem silně zahřata, zahřívají se vyzařováním tepla od země dolejší vrstvy vzduchu, čímž stávají se řidší, než vrstvy horější. Za tichého počasí může pak se státi, že seřadí se nad sebou do veliké dálky pravidelné vrstvy vzduchu, jichž hustoty ubývá z doła nahoru. Paprsky, vycházející ze stromu *h* (obr. 359.) směrem *hp*, přicházejí do oka pozorovatele *p* tak, že spatří strom směrem příným *ph*. Jiné paprsky, které dopadají k zemi šikmo, lámou se nejprve od kolmice, tak že stávají se ještě šikmější, až konečně u *m* úplně se odrážejí, načež lámou se, přicházejíce do vrstev čím dále tím hustších, ku kolmici, tak že, vnikajíce do oka pozorovatele, vzbuzují takový dojem, jakoby byly přišly směrem *zp*, proto vidí pozorovatel ve směru *px* převrácený obraz stromu *h* a bude se mu zdáti, že vidí hladinu vody, ve které obrazy předmětův (stromů, domů atd.) takéž převrácené spatrujeme. Výjevy takové zoveme *zrcadlením vzduchu* (*fata morgana*). Nejčastěji lze je pozorovati v rovinách horkých krajin, jmenovitě v dolním Egyptě. — Při zrcadlení vzduchu na moři viděti obrazy ve výšce, poněvadž vrstvy vzduchu nad vodou jsou chladnější a tudíž lom opáčně se děje.

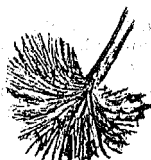
Obr. 358.



Obr. 359.



250. Lom světla v těle, plochami rovnoběžnými omezeném. Přechází-li paprsek *ao* (obr. 360.) ze vzduchu do těla, rovnoběžnými plochami omezeného, ku př. do skleněné

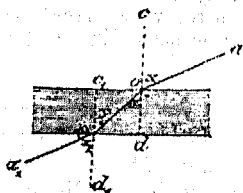


desky v okně, láme se v těle ku kolmici cd a má tudíž v těle směr om .

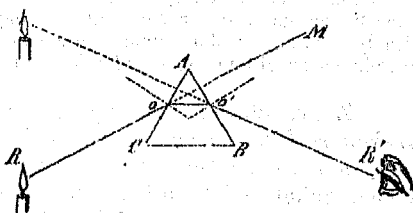
U m vychází z těla do vzduchu a láme se od kolmice c_1d_1 a vychází z těla směrem ma_1 . Poměr mezi úhlem α a γ jest tentýž jako mezi úhlem α_1 a γ_1 a poněvadž $\gamma = \gamma_1$, jest též $\alpha_1 = \alpha$ i jest tudíž směr ma_1 se směrem ao rovnoběžný. Je-li tloušťka těla nepatrná, uztříme svítící bod neb předmět téměř v témž místě, kde skutečně jest.

251. Lom světla ve hranolu trojstěnném. Značí-li ABC (obr. 361.) průřez skleněného hranolu trojstěnného a dopadá-li na

Obr. 360.



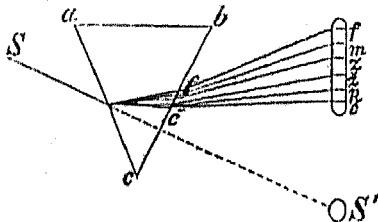
Obr. 361.



plochu AC paprsek Ro , láme se ku kolmici směrem oo' , u o' opouští hranol a láme se na rozhraní AB od kolmice směrem $o'R'$. Pozorovatel v R' spatří tudíž zřídlo světla R v prodlouženém směru $R'o'$. Jak patrně, odchyluje se značně lomem světla ve hranolu obraz od svítícího předmětu. Velikost odchyly této řídí se: a) velikostí lámavého úhlu CAB , jež svírají plochy hranolu CA a BA , kterými světlo prochází; b) lámavostí hmoty hranolu a c) směrem, kterým světlo na plochu hranolu dopadá.

252. Rozklad světla. a) Vedeme-li malým otvorem v uzavřené okenici svazek slunečních paprskův SS' (obr. 362.) do tmavé světnice, vidíme na protější bílé stěně bílý okrouhlý obraz sluneční S' . Prochází-li však svazek paprskův dříve než stěny dostihne, hranolem abc , jehož lámaví hrana c jest v poloze vodorovné dolů obrácena, objeví se výše na stěně podlouhlý, na obou koncích zaokrouhlený obraz barevný, tak zvané vidmo hranolové čf též šířky, kterou měl dříve bílý obraz sluneční. Ve vidmu můžeme pak z dola vzhůru rozoznati barvy: červenou $č$, pomerančovou p , žlutou $ž$, zelenou z , světle a temněmodrou m a fialovou f . Barvy tyto zovou se barvami hranolovými a ne-

Obr. 362.



jsou ve vidmu přesně od sebe odděleny, nýbrž splývají v nekonečných odstínech v sebe. Zachytíme-li vidmo dutým zrcadlem, splývají barevné paprsky v ohnisku jeho opět v *bílý, okrouhlý obraz*, což můžeme na bílé desce v ohnisku zrcadla postavené viděti.

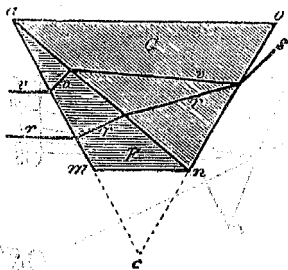
Láme-li se světlo v prostředí, rovnoběžnými plochami omezeném, rozkládá se taktéž každý paprsek v barevné části, kteréž vycházejí z prostředí rovnoběžně mezi sebou, jakož i s paprskem dopadajícím, čímž se stává, že skládají pak veškeré barevné paprsky opět světlo bezbarvé č. *bílé*. Zachytíme-li tudíž vidmo druhým zcela stejným hranolem, jehož lámací hrana jest vzhůru obrácena, vychází ze druhého hranolu světlo *bílé*, neboť skládají oba hranoly dohromady tělo s plochami vespolek rovnoběžnými. — Rozdělíme-li kotouč v šest výsečí toho rozměru, který pozorujeme při jednotlivých barvách ve vidmu hranolovém (tak že připadá světlu červenému výseč 45° , pomerančovému 27° , žlutému 48° , zelenému 60° , modrému 100° a fialovému 80°), vyznačíme-li na každé výseči příslušnou barvu v přiměřených odstínech a otáčíme-li kotouč velmi rychle, aby dojmy jednotlivých barev v oku rychle se střihaly, vznikne v oku dojem světla (kotouče) bílého, ač ne zcela čistého, po něvadž barev vidma nelze dokonale nápodobiti.

Z předcházejícího vyplývá: 1. *Světlo sluneční jest složeno z paprskův rozličné barvy, ve kteréž hranolem se rozkládá; rozklad děje se vždy v rovině lomu.* 2. *Paprsky rozličné barvy mají lámavost rozličnou, neboť odchylojí se od původního směru svého rozličně a sice lámou se červené nejslaběji, fialové nejsilněji.* 3. *Z barev hranolových možno opět bílé světlo skládati.*

Díváme-li se hranolem na bílý bod, uvidíme jej co vidmo: Mnoho bílých souvislých bodů čili bílý předmět dává tudíž vidmo, ve kterém jednotlivé barvy spolu dohromady splývají, pročež viděti hranolem takový předmět u prostřed *bílý*, a pouze ve směrech na hranách hranolu kolmých na okrajích *barvami obroubený*.

Vidmo vzniklé hranolem ze skla *flintového* jest delší než vidmo, vzniklé hranolem stejného rozměru ze skla *korunového*. Mají-li míti vidma obou hranolů tutéž délku, musí míti hranol flintový menší úhel lámací, tak že, je-li úhel ten u skla korunového 25° , musí býti u skla flintového pouze $11\frac{1}{2}^\circ$.

Obr. 363.



Spojíme-li dva hranoly (obr. 363.) *C* ze skla korunového a *F* ze skla flintového v převrácené poloze tak, aby rozklad světla ve hranolu *C* rušil se rozkladem ve hranolu *F*, aby totiž rozklad světla byl ve hranolu *F* *stejný*, ale směrem *protivný* onomu, jež způsobuje hranol *C*, tož bude vycházeti ze hranolu *aco* světlo bílé. Hranolem *aco*, z obou hranolův složeným, odchylka světla sice se zmenší, ale nezruší. Hranol, kterým světlo z původního směru se odchyloje, ale v barevné části nerozkládá, zove se *achromatickým* (bezbarevným).

Hranolem ze dvou hranolův *stejnorodých* složeným vychází světlo, jak výše řečeno, směrem rovnoběžným onomu směru, kterým na hranol dopadá, poněvadž musí mítí hranoly *stejně* hrany lámací, nemá-li světlo v barevné části v nich se rozkládati. Hranolem takovým neodchyluje se tudíž zdroj světla z původní své polohy.

Rozklad světla v barevné součástky vykládáme právě tak jako zynikání tónů rozličné výšky, neboť má světlo původ ve chvění jako zvuk. Čím více vychvějí ve vteřině světlo koná, aneb čím kratší jest doba vychvěje, tím kratší jsou též vlny jeho, a tím více přibližuje se barvě fialové. Světlo fialové má tudíž vlny nejkratší a červené vlny nejdělsí. Světlo, jehož vlny jsou delší než červené neb kratší než fialové, nemůžeme viděti tak jako neslyšíme tónů příliš hlubokých aneb příliš vysokých. Neviditelné tyto paprsky světla mají však účinky chemické a teplové. Přejodem do jiného prostředí mění se rychlost světla, které má vlny delší, jinak, než onoho, jemuž přináležejí vlny kratší, pročež i odchylka světla od směru původního, lomem vznikající, jest u každého světla jiná, a sice tím větší, čím více blíží se světlo světlu fialovému.

253. Barvy hranolové. a) *Barvy jednoduché.* Je-li v neprohledné desce, kterou jsme vidmo hranolové zachytili, malý otvor, kterým mohou pronikati pouze paprsky *jedné* určité barvy, ku př. *žluté*, a vedeme-li paprsky tyto do druhého hranolu, kterým se zlomí, tož pak od původního směru se odchylují avšak barvu svou podržují, dávajíce obraz též barvy, ku př. *žlutý*. Hranolové barvy nemohou tudíž více se rozkládati, pročež slovou *jednoduché* neb *stejnorodé*.

b) *Barvy složené.* Procházejí-li *dvě* z barev vidma duhového otvory v příslušném místě desky a spojíme-li obě tyto barvy v ohnisku dutého zrcadla, vznikne v ohnisku obraz barvy *jiné*, ku př. z barvy *červené* a *žluté* barva *pomerančová*, *žlutá* a *modrá* dávají barvu *zelenou*, *modrá* a *červená* barvu *fialovou*. Tyto ze dvou barev *složené* č. *smíšené* barvy možno hranolem opět v součásti jejich rozložití a tím liší se právě *pomerančová*, *zelená* a *fialová* barva *složené* od *pomerančové*, *zelené* a *fialové* barvy *hranolové*, kteréž rozložití nemožno a která proto *jednoduchou* slove.

c) *Barvy doplňovací.* Vycházejí-li z otvoru desky veškeré barvy hranolové, *kromě jedné*, kterou na desce uchytíme, a spojíme-li barvy tyto, vznikne barva *smíšená*. Spojí-li se tato smíšená barva s onou jednoduchou, která na desce zůstala, vzniká spojením tím barva *bílá*. Takové dvě barvy, které vespolek v *bílou* barvu se doplňují, zoveme barvami *doplňovacími*. Doplnovací barvy jsou ku př. *červená* a *zelená*, *pomerančová* a *modrá*, *žlutá* a *fialová*.

Každá barva má příslušnou barvu doplňovací. — Naznačíme-li na koutci v šesti stejně velikých výsecích barvy vedle sebe v tom pořadí, jako ve vidmu hranolovém, jsou vždy dvě barvy v úhlech vrcholových proti sobě ležící barvy doplňovací. — Že barva *červená* se *zelenou* doplňuje se na *bílou*, le tím vyložiti, že *zelenou* barvu lze si mysliti složenou ze *žluté* a *modré*. *Žlutá* s *červenou* dávají *pomerančovou* a *modrá* s *červenou* dává *fialovou*, pročež v *červené* a *zelené* barvě jaksi všech šest barev vidma jest obsaženo. Tak lze to odvodniti i při ostatních barvách doplňovacích. — Oku lahodí velice barvy doplňovací, pročež vidí je rádo vedle sebe, k čemuž nutno přihlížeti, mají-li barvy vzbuzovati dojem příjemný. — I v přírodě vidíme na *modrém* blankytu

nebeském pomerančové červánky a na zelených lučinách červené, žluté, modré květiny; fialová barva vzdálených hor jest v souhlasu se žlutými paprsky zapařujícího slunce a červánky zvyšují zelení luk a osení.

254. Barevnost těles. Tělesa nabývají barvy odrazem světla. *Neprohledné* tělo objevuje se ve světle slunečním bílé, odráží-li *veškeré* paprsky sluneční v témž poměru vespolek smíšené, ve kterém jsou smíšeny ve světle slunečním; *černé* jest pak tělo, pohlcuje-li téměř *veškeré* barevné paprsky *všeho* druhu tak, že téměř žádných neodráží. Rozkládají-li se bílé paprsky sluneční, které na tělo dopadají, v barevné své součástky tak, že jednu část barevných paprskův tělo *odráží*, druhou část pak *pohlcuje*, tu má pak tělo na povrchu barvu určitou, ku př. *zelenou*, odráží-li nepravidelně na povrchu svém pouze paprsky *zelené* buď *smíšené*, buď *jednoduché*, t. j. odráží-li *všecky* paprsky *kromě* červených aneb *žluté* a *modré* aneb odráží-li *pouze* *zelené* paprsky.

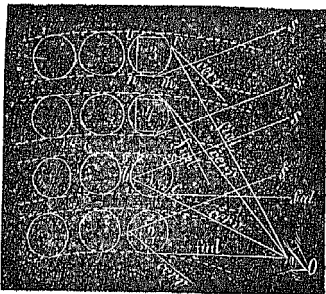
Barevnost těles *prohledných*, vznikající odrazem neb lomem světla, vykládáme týmž způsobem.

Blankytná barva oblohy vzniká odrazem *modrých* paprskův od vrstev vzduchových a od par ve vzduchu obsažených; ve větších výších, kde méně modrých paprskův se odráží, jeví se obloha *tmavou*. — *Červánky*, které při východu a západu slunce na obzoru pozorujeme, mají barvu od žhoucího zlata až do tmavého nachu. Vznik jejich hledají učenci ve dvoji příčině, předně v tom, že paprsky sluneční odrazem od vrstev vzduchových mnoho modré barvy pozbyvají, čímž z ostatních barev vzniká barva *smíšená*, a za druhé v tom, že bublinky vodních par, v přechodu ze skupenství kapalného do plynného aneb z plynného do kapalného zvláště *červené* paprsky propouštějí, pohlcující ostatní.

255. Duha, vznikající lomem a rozkladem světla slunečního v kapkách deštových, má tytéž barvy jako vidmo hranolové a jeví se co oblouk šestibarvý, na *vnitřní* duté straně *fialový*, na *vnější* vypuklé straně *červený*.

a) Značí-li na obr. 364. *sa* svazek slunečních paprskův, vnikajících do kapky 1 u *a* nad *středem* jejím, tož láme se *sa* ku kolmici směrem *ab* a *rozkládá* se v barevné paprsky, jež dopadají u *b* na zadní stěnu kapky, odkudž pak se odráží směrem *bc*. Na přední stěně u *c* lámou se barevné paprsky *od* kolmice,

Obr. 364.



a sice červené nejméně a fialové nejvíce, tak že, nalézají-li se oko pozorovatele v *o*, pouze *červené* paprsky do oka vnikají. Z kapky 2, hlouběji ložící, přicházejí do oka pouze paprsky *fialové*. Z kapek, které jsou mezi kapkami 1 a 2 ve výškách rozličných, dostihují oka ostatní barvy, tak že oko uží *proužku* barev *hranolových*.

Proužka barev hranolových vzniká ve všech kapkách, které mají jako kapky jmenované zcela stejnou polohu ke slunci a k oku pozorovatele, protože v kapkách těch, které jsou ve kruhu, jehož střed protíná přímka, vedená ze slunce okem pozorovatele. Ze všech barevných proužek vzniká pak šestibarevný kruhový pás, jehož patrnou část obloukovitou spatřujeme co duhu.

Poněvadž paprsek *sa dvakrát se láme* a *u b se odráží*, přichází z kapky do oka pozorovatele tak zeslaben, že nemohl by v oku sám o sobě dojem červené barvy vzbuditi. Jest tudíž třeba, aby mnoho rovnoběžných paprsků červených z kapky vycházelo a těsně vedle sebe do oka vbíhalo, což možno tehdy, když svazek rovnoběžných paprskův červených na kapku dopadá v úhlu asi 60° .

Z obr. 364. patrné, že vidíme duhu jen tehdy, když máme mrak, z něhož přší, před sebou a slunce za sebou. Mathematically lze pak dovésti: a) Čím výše nad obzorem jest slunce, tím menší část duhy vidíme. — Vystoupí-li slunce do výšky 42° nad obzor, nevidí oko, v rovině obzoru se nalézající, žádné duhy. b) Změní-li pozorovatel, slunce, aneb pozorovatel i slunce své místo, změní se též poloha duhy, z čehož patrné, že každý pozorovatel vidí duhu v jiném místě. c) Při východu a západu slunce vidí oko pozorovatele, které jest v rovině obzoru, duhu co půlkruh. d) Vidí-li oko pozorovatele kapky, které 42° pod středem oblouku se nalézají, tu spatří pak duhu co kruh úplný, jako ku př. námořník s vysokého stežně korábu aneb pozorovatel blízko kapek vodních stojící, ku př. u vodometů a vodospádů.

b) Někdy vidíme dvě duhy; vnější, která má poloměr větší, zove se duhou vedlejší a liší se od duhy hlavní tím, že jsou v ní barvy slabší a převráceně seřaděny, tak že jest na vnitřní duté straně červená a na vnější vypuklé straně fialová.

Paprsek *sm*, který vniká do kapky 3 (obr. 364.) u *m* pod středem jejím, láme se ku kolmici směrem *mn*, z *n* odráží se do *o* a z *o* do *r*, kdež pak od kolmice se láme a v barevné části rozkládá, z nichž do oka *o* pouze fialové paprsky přicházejí. Z jiné níže ležící kapky 4 vnikají do oka *o* pouze červené paprsky; ostatní barvy dostihují oka z kapek, které jsou mezi kapkami 3 a 4. Barvy jsou ve vedlejší duze slabší, poněvadž paprsky dvakrát v kapce se lámou a dvakrát odrážejí a tím se více zeslabují, než paprsky v kapkách 1 a 2.

Slabou duhu měsícovou může způsobiti též světlo měsíční.

256. Čáry Fraunhoferovy a rozbor spektrální. Přichází-li světlo sluneční velmi úzkou průlinou svislou na hranol ze skla flintového, za průlinou svisně postavený, tak že hrany jeho jsou s průlinou rovnoběžny, jeví se na protější stěně vidmo hranolové ve tvaru obdélníku. Postavíme-li přímo za hranol dalekohled, aby paprsky ze hranolu vycházející do dalekohledu padaly, uvidíme ve vidmu velmi mnoho více neb méně tmavých proužek s průlinou rovnoběžných, jež po prvním pozorovateli čarami Fraunhoferovými se nazývají a z nichž některé důležitější písmeny *A*, *B*, *C* atd. byly označeny.

Jako slunce dává i každý plamen, jehož světlo úzkou průlinou na hranol přichází, za hranolem vidmo. Vypařuje-li se však

v plamenu kov aneb sloučenina kovu, nabývá plamen *určité barvy*, pročež jeví se vidmo složené pouze z několika *barevných proužek*, které při témž kovu vždy na témž místě ve vidmu se objevují, pročež z přítomnosti jejich souditi možno, že ten který kov ve plamenu se nalézá. Jsou tudíž čáry tyto znakem kovů.

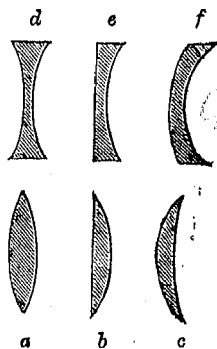
V době novější byly v této příčině důkladné zkoušky s kovy a jich sloučeninami konány i nazván tento rozbor světla *rozbořem spektrálním*.

Ze zkoušek vyplývá, že mají proužky vždy *tutéž barvu*, která by v tom místě ve vidmu slunečním se nalézala. Tak jest ku př. ve vidmu sodíku na místě tmavé Fraunhoferovy čáry *D*, ve žluté barvě vidma slunečního se nalézající, velmi jasná *žlutá proužka*.

Rozbořem spektrálním lze přítomnost kovu v plamenu dokázati i tenkrát, když vypařuje se kov v plameni ve množství tak malinkém, že bychom nijakým jiným způsobem o přítomnosti jeho dověděti se nemohli. — Rozbořem spektrálním byly též objeveny čtyry kovy, až do té doby neznámé.

257. Čočky nazývají se v optice tělesa prohledná, omezená s obou stran částmi ploch kulových aneb s jedné strany částí plochy kulové a s druhé strany rovinou.

Obr. 365.



Rozeznáváme šestero druhů čoček, a sice: *dvojvypuklou a* (obr. 365.), *ploskovy-puklou b*, *dutovypuklou c*, na jedné straně dutou, na druhé straně vypuklou se silnějším zakřivením; *dvojdutou d*, *ploskodutou e* a *vypuklodutou f*, jejíž dutá plocha silněji jest zakřivena než vypuklá.

Přímka, která středy kulí, jimž povrchy čoček přináležejí, spojuje a, je-li čočka s jedné strany rovinou omezena, na této rovině kolmo stojí a střed okrouhlosti druhé plochy obsahuje, jmenuje se *osa* čočky. Bod v ose ležící, okolo něhož jest hmota čočky *rovněměrně* rozložena, nazývá se *střed optický*.

Paprsek s osou v tutéž přímku splývající dopadá na plochy čočky *kolmo*, neláme se tudíž a slove *paprskem hlavním*. Paprsky, *ose blízko ležící* a *optický střed protínající* dopadají na čočku *téměř kolmo* i pokládá se tudíž za *paprsek hlavní každý*, který *optický střed čočky protíná*.

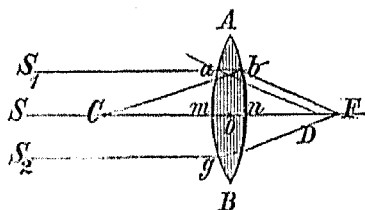
258. Čočky vypuklé. Přicházejí-li paprsky ze svítícího bodu nesmírně vzdáleného, tož lze pokládati ony, jež blíže osy na dvojvypuklou čočku *AB* (obr. 366.) dopadají, za *rovnoběžné s osou* čočky *CD*. Je-li *C* střed okrouhlosti plochy *AnB*, *D* střed okrouhlosti plochy *AmB* a *O* střed optický, tož jest *Sm* paprsek hlavní, který se neláme a směrem *mF* dále postupuje. Paprsek *S₁a*, blízko osy na čočku dopadající, láme se u *a* ku kolmici *Da*, prostupuje čočku směrem *ab* a láme se u *b* od kolmice *Cb*, tak že vychází z čočky

směrem bF a stýká se s hlavním paprskem v bodu F . V tomto bodu F sbíhají se s hlavním paprskem všechny paprsky kolem osy na čočku dopadající a s osou rovnoběžné, jako ku př. paprsek S_2g a vůbec všechny paprsky, jež rovnoběžně s osou a jí velmi blízko na čočku dopadají. Bod F nazývá se *ohniskem čočky*, poněvadž vzniká v něm veliké horko, když paprsky sluneční v čočce zlomené v něm se soustřeďují. Vzdálenost tohoto bodu od čočky jest pak *dálka ohnisku* čočky.

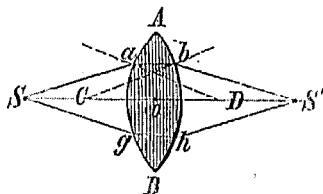
Dálka ohniska spravuje se lomností hmoty, z níž jest čočka zhotovena a při tétéž lomnosti jest tím menší, čím menší jsou poloměry okrouhlosti Ob a Da . Obyčejně zhotovují se čočky ze skla flintového, jichž poměr lomu jest $\frac{3}{2}$ a poloměry okrouhlosti obou pomeznych ploch bývají stejné. *V tom případě jest pak ohnisko v středu okrouhlosti.*

Dopadají-li rovnoběžné paprsky na čočku ploskovypuklou neb dutovypuklou, stýkají se po lomu svém v čočce taktéž v ohni-

Obr. 366.



Obr. 367.



sku. Čočky tyto liší se tudíž od čočky dvojevypuklé pouze tím, že mají za okolností jinak stejných *větší dálku ohniska.*

Poněvadž lomem ve vypuklých čočkách rovnoběžné paprsky v jediném bodu se spojují, zovou se vypuklé čočky *čočkami spojnými*.

a) *Obraz svítícího bodu.* Je-li svítící bod nesmírně vzdálen, vzniká, jak bylo právě dovozeno, obraz jeho v ohnisku. — Není-li svítící bod S (obr. 367.) nesmírně vzdálen a nalézá-li se v ose čočky, jest SS' paprsek hlavní, procházející optickým středem O . Paprsek Sa láme se u a ke kolmici Da , u b od kolmice Cb a stýká se s hlavním paprskem v bodu S' , kdež sbíhají se všechny paprsky, jež s osou svírají tentýž úhel, jako ku př. paprsek Sg . V bodu S' jest tudíž *skutečný obraz* svítícího bodu S . Je-li svítící bod v ohnisku, vycházejí paprsky z čočky vespolek rovnoběžně i nevzniká *obraz žádný*. — Nalézá-li se svítící bod mimo osu, vedeme ze svítícího bodu středem optickým *paprsek hlavní*, který směru svého nemění a nezlomen čočkou prochází. Vedeme-li pak ze svítícího bodu paprsek vedlejší rovnoběžně s osou, láme se do ohniska čočky, a stýká se po lomu s paprskem hlavním v bodu, který jest pak *obraz svítícího bodu*.

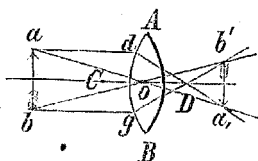
b) *Obraz předmětu stanovíme, vyhledavše obrazy tolika bodův předmětu, kolik třeba, aby z obrazů bodův bylo lze sestrojiti obraz celého předmětu.*

1. *Je-li předmět nesmírně vzdálen, dopadají paprsky z něho na čočku rovnoběžně i lámou se do ohniska, pročež vzniká v ohnisku obraz velmi zmenšený a jak ze směru paprskův patrně, převrácený.*

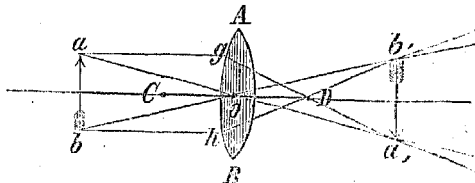
2. *Není-li předmět v nesmírné vzdálenosti od čočky, ale nalézá-li se ve vzdálenosti větší, než jest dvojnásobná délka ohniska, jako ku př. předmět ab (obr. 368.), tož sestrojením paprsků hlavních aOa_1 a bOb_1 , optickým středem O procházejících a paprskův vedlejších ad a bg , s osou rovnoběžných a po lomu ohniskem D procházejících, vzniká obraz a_1b_1 , který jest zmenšený a převrácený a nalézá se mezi ohniskem a dvojnásobnou délkou ohniska.*

3. *Je-li předmět ve dvojnásobné délce ohniska, jako ku př. ab (obr. 369.), vzniká sestrojením paprsků hlavních aOa_1 a bOb_1 a paprskův vedlejších ag a bh , po lomu ohniskem D procházejících, obraz a_1b_1 , který jest převrácený, tak veliký jako předmět a nalézá se ve*

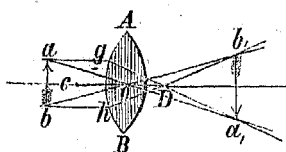
Obr. 368.



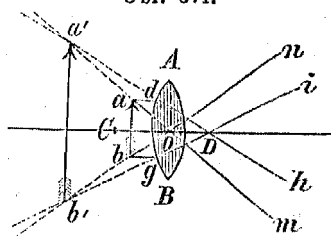
Obr. 369.



Obr. 370.



Obr. 371.



dvojnásobné délce ohniska, pročež jest od čočky tak vzdálen jako předmět.

4. *Nalézá-li se předmět mezi ohniskem a dvojnásobnou délkou ohniska, jako ku př. předmět ab (obr. 370.), sestrojíme paprsky hlavní aOa_1 a bOb_1 a paprsky vedlejší ag a bh , jež po lomu ohniskem D procházejí, i vznikne obraz a_1b_1 , který jest převrácený a zvětšený, a nalézá se za čočkou ve vzdálenosti větší, než jest dvojnásobná délka ohniska.*

5. *Je-li předmět v ohnisku, vycházejí všechny paprsky po lomu svém z čočky vespolek rovnoběžně, pročež nstýkají se vespolek i nevzniká žádný obraz.*

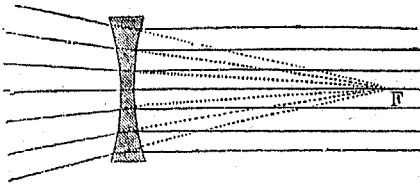
6. Je-li předmět ab (obr. 371.) mezi čočkou AB a ohniskem jejím C a sestrojíme-li hlavní paprsky aOm a bOn a vedlejší paprsky ad a bg , jež protínají po lomu ohnisko D , vidíme, že vycházejí paprsky z čočky *rozbíhavě*, protože nestýkají se a netvoří za čočkou obrazu. Přicházejí-li však paprsky směrem am a Dh do oka, hledá oko původ jejich v a_1 , odkudž oba *zdánlivě* vycházejí a taktéž hledá oko původ paprsků bn a Di v b_1 , i vzniká tudíž *zdánlivý* č. *geometrický* obraz a_1b_1 předmětu ab . Je-li předmět mezi čočkou a ohniskem jejím, vzniká na též straně čočky *zdánlivý* obraz *přímý* a *zvětšený*, od čočky *vzdálenější*, než jest předmět.

Z předcházejícího patrno, že když předmět čočce se sblíží, obraz od ní se vzdaluje. Je-li předmět ve vzdálenosti nekonečné, jest obraz v ohnisku; je-li předmět ve dvojnásobné dálce ohniska, jest i obraz ve dvojnásobné dálce ohniska. Čím více blíží se předmět ohnisku, tím dále za čočkou vzniká obraz; je-li předmět v ohnisku, jest obraz ve vzdálenosti nekonečné.

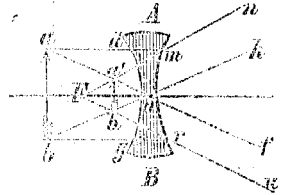
Čočky spojné jsou podstatnou částí *kulůvky* a mnohých přístrojů optických; slouží též co skla *zapaľovací*, jimiž nejen paprsky světla, nýbrž i tepla soustřeďují se v ohnisku, kdež zápalné předměty se zapalují. Světlo, nalézající se v ohnisku čočky, vysílá čočkou paprsky *rovnoběžné*, jichž světlosti v dálce jen málo ubývá, pročež čoček *spojných* též k *osvětlování* se užívá.

259. Čočky duté. Paprsky, dopadající na čočku dvojdotou *rovnoběžně s osou* (obr. 372.), vycházejí z čočky *rozbíhavě* a působují v oku pozorovatele dojem, jako by vycházely z bodu F , ležícího na *téže straně* čočky, odkud paprsky na ni dopadají. V bodu F , který jest tudíž *ohniskem* čočky, vzniká tedy *zdánlivý* č. *geometrický* obraz *svítícího* bodu, nesmírně vzdáleného.

Obr. 372.



Obr. 373.



Čočka *plaskodutá* a *vypuklodutá* liší se od dvojdoté pouze dálkou ohniska. V čočkách *dutých* láme se světlo tak, že paprsky *rovnoběžné* vycházejí z čočky *rozbíhavě*, paprsky *rozbíhavě* opouštějí čočku ještě více *rozbíhavě* a paprsky *sbíhavé* stávají se po lomu svém buď méně *sbíhavými*, buď *rovnoběžnými*, buď *rozbíhavými*. Poněvadž v čočkách takových paprsky se *rozptylují*, nazýváme je čočkami *rozptylovacími*.

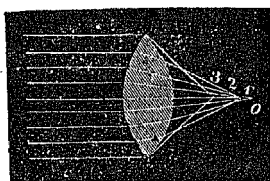
Je-li před dvojdotou čočkou AB (obr. 373.) předmět ab , sestrojíme hlavní paprsky aOf a bOh a vedlejší paprsky ad a bg , s osou

rovnoběžné; jež vycházejí z čočky směry mn a ru , jakoby vycházely z ohniska F . Vedlejší paprsek mn stýká se *zdaňlivě* se svým hlavním paprskem v a_1 a taktéž zdá se oku, do něhož přicházejí paprsek hlavní bh a paprsek vedlejší ru , že původ obou těchto paprskův jest v bodu b_1 , pročež uvidí oko obraz a_1b_1 , který jest, jak z obrazce patrné, toliko *zdaňlivý* č. *geometrický, přímý, zmenšený* a nalézá se mezi čočkou a ohniskem *jejím na tétéž straně, kde jest předmět.*

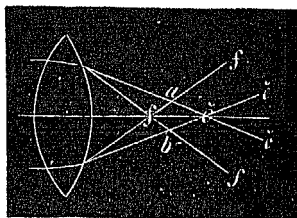
Čoček rozptylovacích užívá se co přístrojů optických.

260. Vady čoček. a) *Vada sférická.* Paprsky, které prostřední částí čočky rovnoběžně s osou procházejí, stýkají se po lomu za čočkou v ohnisku o (obr. 374.); paprsky, které dopadají na pokraj čočky, protínají paprsek hlavní *blíže čočky* v bodech 1, 2, 3... a stýkají se s paprsky středními, z čehož vyplývá, že oko nevidí obraz bodu co jediný bod, nýbrž co okrouhlou světlou plochu, čímž vznikají obrazy *nejasné.* Vada tato, z kulovitosti čočky pochodící, zove se *vadou* č. *úchytkou sférickou* a zmenšuje se, postavíme-li před čočku neprohledné, pouze u prostřed okrouhlým otvorem opatřené stinidlo, aby pouze střední paprsky na čočku dopadati mohly.

Obr. 374.



Obr. 375.

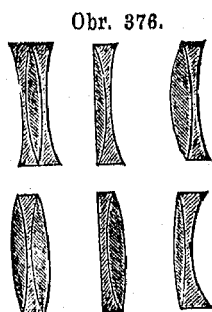


b) *Vada chromatická.* Poněvadž jest čočka téměř hranolem s plochami kulovitě zakřivenými, *odchyluje i rozkládá se* v ní světlo jako ve hranolu. Paprsky *fialové* odchyľují se od původního směru svého *nejvíce* a stýkají se s paprskem hlavním *blíže čočky* v f (obr. 375.), *červené*, které *nejméně* se odchyľují, protínají se *dále za čočkou* v bodu $č$. Z toho vyplývá, že jest obraz *bílý* jen uprostřed, kde stýkají se barevné paprsky všeho druhu, na pokrajích jest však obraz *barevně obrouben* a sice má obraz za čočkou před ab , jak z nákresu patrné, obrubu *červenou* a *žlutou*, v ab obrubu *nachovou*, která vzniká smíšením barvy *červené a fialové*, za ab jest pokraj obrazu *fialový a modrý.*

Barevnost obrazův zove se *vadou* č. *úchytkou chromatickou* a může zameziti se podobným způsobem jako u hranolův spojením dvou neb více čoček v čočku jedinou, kteráž této vady nemá a proto čočkou *achromatickou* (bezbarvou) slove.

Čočky achromatické sestavují se z čoček spoj-
ných ze skla korunového a čoček rozptyloyacích ze
skla flintového a naopak. Jsou-li čočky přiměřeně
zakřiveny, ruší se rozklad světla, způsobený čočkou
jednou, lomem světla v čočce druhé, tak že achro-
matickou čočkou docílíme obrazův jasných, bez
okrajů barevných. Obr. 376. znázorňuje všech šes-
tsto druhův čoček achromatických.

Nemá-li čočka ani úchylky chromatické ani
úchylky sférické, zove se *aplanatickou*.

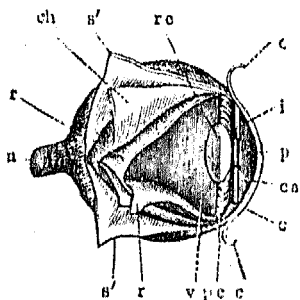


D. Oko a nástroje optické.

261. Oko skládá se: 1. z *bulvy* (*zenice, očního jablka*) a
2. z částí k službě a ochraně bulvy určených (jako jsou: *věčka*
s brvami, obočí, ústroje slzní a svaly, k pohybu oka sloužící).

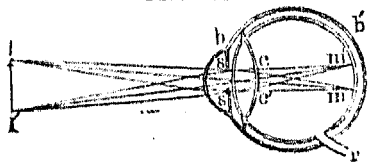
Bulva jest téměř kulovitá a skládá se: a) z *běliny* (bílé neb
tvrdé blány) *s'* (obr. 377.), jejíž přední prohledná vypuklejší část c
slove *rohovka*; b) z *cevnatky* (žilovice) *ch*, krevními cévami protkané
a na vnitřní straně černým barvivem, které rozptýlené paprsky po-
hlcuje, pokryté; c) z *duhovky* *i*, na před-
ním povrchu u rozličných lidí rozličně
zbarvené, na zadním povrchu černé a
u prostřed otvorem *p*, tak zvanou *zře-
nici* (zornici, zřetelnicí, panenkou) opa-
třenou; za duhovkou jest *kruh řásnatý* *pc*,
z cív řásnatých složený; d) ze *sítnice* *r*,
kteráž jest blánovitým rozšířením *nervu*
zrakového *n*, z mozku bělinou a cevnat-
kou do vnitř bulvy vstupujícího; e) z *čočky*
křehálové *rc*, kteráž jest na přední ploše
elipticky, na zadní parabolicky sklenutá a
z lupenitých, čím dále do středu tím hut-
nějších vrstev složená; f) z *moku vodnatého*
ca, který prostor mezi duhovkou a čočkou
vyplňuje a ve kterém duhovka volně plove; g) z *těla sklovitého* *v*,
které dutinu mezi sítnicí a čočkou vyplňuje a z prohledné, v blánce
uzavřené látky rosolovité se skládá.

Obr. 377.



Obr. 378.

262. Kterak vidíme? Ro-
hovka, mok vodnatý, čočka a tělo
sklovité působí dohromady jako
vypuklá čočka. Padají-li tudíž
z předmětu *ll'* (obr. 378.), který
není oku příliš blízký, paprsky do



oka bb_1 , procházejí rohovkou a zřenicí ss' do čočky cc' a lámou se tak, že vzniká na sítnici zmenšený a převrácený obraz mm' , který působí v nerv n tak, že dojem jeho ku vědomí člověka přichází.

a) Ku vidění jest *nutně* třeba, aby obraz vznikl na sítnici, a aby nerv byl dosti *citlivý*.

Uděláme-li do oka volského otvor, a díváme-li se otvorem tím do oka, vidíme zřetelně na sítnici zmenšený a převrácený obraz toho předmětu, který před rohovkou se ralezá.

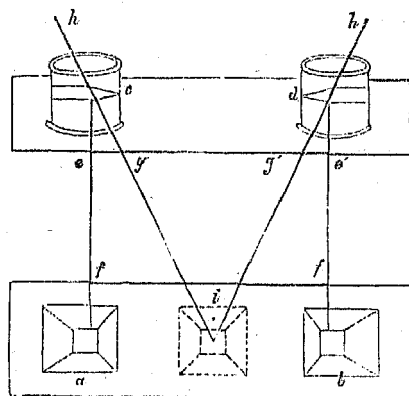
b) Obraz na sítnici jest sice *převrácený*, přece však vidíme předměty *přímé*. Oko hledá původ dojmu tam, odkud vychází, tudíž směrem hlavního paprsku každého jednotlivého svítícího bodu a vidí tudíž *hořejší* body obrazu *dole* a *dolejší* *nahoře*.

c) Poněvadž se díváme na předmět *oběma* očima a v každém oku jeden obraz vzniká, měli bychom, cítíce *dva* dojmy, viděti též *dva* předměty; vznikají-li však obrazy na *souměrně* položených místech obou sítnic, hledáme původ jejich v *témž jediném* místě a vidíme tudíž jen *jediný* předmět.

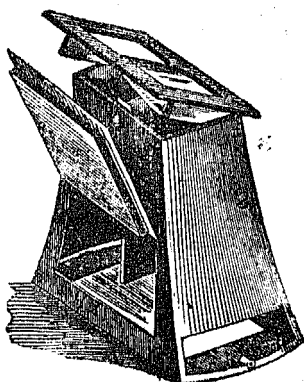
Posíneme-li jedno oko prstem tak, aby vznikly obrazy na místech *nesouměrných* na sítnicích, spatříme předmět každým okem v jiném směru, tudíž také v jiném místě, pročez vidíme *dva* předměty.

d) Díváme-li se na předměty *vzdálené*, jsou osy obou očí *téměř rovnoběžny* a tudíž vznikají na sítnicích obou očí obrazy *stejně*. Hledíme-li na předmět *bližší*, svírají osy oční jistý úhel, proto jest poloha pravého oka ku předmětu jiná než oka levého a v každém oku vzniká tudíž obraz *poněkud jiný*.

Obr. 379.



Obr. 380.



Rozdíl obou obrazův jest tím větší, čím větší jest úhel, který obě osy oční svírají. Skomolený jehlan spatřuje ku př. jedno oko

ve tvaru *a* (obr. 379.) a druhé ve tvaru *b*. Poněvadž vznikají obrazy na souměrných místech obou sítnic, působují celistvý dojem pouze jediného avšak *tělesného* předmětu.

Hledíme-li každým okem na nákres jiný, avšak takový, jaký jest obraz, který by z nakresleného předmětu na sítnici oka toho vznikl, a docílíme-li přiměřeným přístrojem toho, aby oba obrazy v jediný obraz splynuly, tož uvidíme v bodu, kde obě osy oční by se stýkaly, nákres co skutečné tělo; proto zove se přístroj, jehož k tomu cíli se užívá, *stereoskop* (tělesohled) a skládá se ze dvou polovin čočky *c, d* (obr. 379. a 380.), ve kterých paprsky *fe* a *fe'* tak se zlomí a do očí přicházejí, jakoby vycházely ze společného místa i směry *gh* a *g'h*. V tom místě vidíme pak tělesný jehlan *i*. Oběma polovinami čočky obrazy netoliko se *zvětšují*, nýbrž oku zdánlivě *přibližují*. Je-li nákres na skle, osvětluje se světlem skrze něj procházejícím, je-li na papíře, osvětluje se shora světlem, jež postranním otvorem vniká do skřínky (obr. 380.), na jejíž dno nákres se klade.

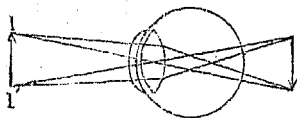
263. Podmínky zřetelného vidění. Abychom předměty zřetelně viděli, musí býti obraz na sítnici *zřetelný, jasný, dosti veliký a dojem obrazu na sítnici musí jistou dobu potrvati.*

1. Má-li býti obraz *zřetelný*, musí vzniknouti na sítnici, což dělo by se jen tenkrát, když předmět nalézá se v určité vzdálenosti, neboť působí oko jako čočka vypuklá, při které určitá vzdálenost obrazu za čočkou vyžaduje též určité vzdálenosti předmětu před čočkou. Zkušenost učí však, že oko spatřuje zcela zřetelně předměty v *rozličných* větších i menších vzdálenostech, z čehož patrně, že může oko rozličné vzdálenosti předmětu jaksi se *přispůsobiti*, tak že vzniká na sítnici zřetelný obraz předmětu bližšího i vzdálenějšího.

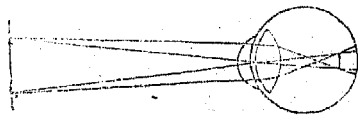
Přispůsobení (akkomodace) oka rozličným vzdálenostem jest omezeno. Oko zdravé nevidí předmětu dosti zřetelně, je-li mu blíže než 8—10". *Zřetelně* vidí tudíž zdravé oko jen ty předměty, které jsou ve vzdálenosti *větší* než 8—10". Ve vzdálenosti 8—10" vidí zdravé oko předmět *nejzřetelněji*, pročež vzdálenost tato zove se *dálkou zraku*. Má-li oko *menší* dálku zraku než 8—10", jest *krátkozraké*, je-li dálka zraku *větší* než 8—10", jest oko *dalekozraké*.

Krátkozrakost jest přirozená, pochází-li z přílišného zakřivení rohovky neb čočky, aneb navyklá, pochází-li z nazírání na předměty drobné, z přílišného čtení atd. Přirozená krátkozrakost opravuje se ve věku pokročilejším

Obr. 381.



Obr. 382.

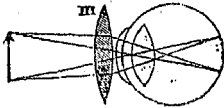


sama, poněvadž ubývá ve stáří zakřivenosti rohovky i čočky; je-li krátkozrakost navyklá, můžeme jí odvyknouti hleděním na předměty vzdálenější. Dale-

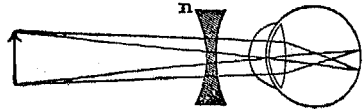
kzrakost dostavuje se ve stáří téměř u každého člověka, poněvadž rohovka i čočka ve věku pokročilejším se splošťují.

V oku *dalekozrakém* vzniká obraz předmětu *za sítnicí* (obr. 381.), v oku *krátkozrakém* před *sítnicí* (obr. 382.). Obě tyto vady oka možno zameziti *břejlemi*; a sice pomáhá se oku *dalekozrakému* čočkou

Obr. 383.



Obr. 384.



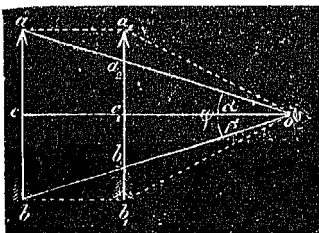
spojnou m (obr. 383.), kterou paprsky sbíhavými se činí, aby stýkaly se na sítnici; oko *krátkozraké* potřebuje pak čočky *rozptylovací n* (obr. 384.), aby obraz dále za oční čočkou, tudíž až *na sítnici* vznikl.

Vzniká-li obraz na sítnici, jest *zřetelný*, poněvadž působí oko jako čočka *aplanatická*; zamezují úchytku sférickou tvar čočky a duhovka, která působí co stínidlo, propouštějí zření pouze střední paprsky, úchytkou chromatická jest pak zamezena příslušným seřaděním prohlédných částí oka v jedinou čočku *achromatickou*.

2. Obraz musí býti *přiměřeně jasný*; ze předmětu svítícího nemá přicházeti do oka ani *příliš mnoho*, ani *příliš málo* světla. Zřenice jest upravena tak, že při slabší jasnosti předmětu *se rozšiřuje*, aby více paprsků do oka přicházelo a obraz dosti jasný utvořilo. Zíráme-li na předměty příliš jasné (ku př. na slunce), *zmenšuje se* zornice a propouští méně paprskův, čímž brání příliš silnému dojmu světla, kterým sítnice mohla by se otupiti.

Vejdeme-li do sklepa jen slabě osvětleného, rozeznáváme předměty v něm, až když zřenice dostatečně se rozšířila. Přejdeme-li ze tmy do příliš jasného světla, dojmá nás toto příliš silně a nepříjemně, pokud zřenice dostatečně se nezmenší. — Noční dravci mohou zření velmi silně rozšířiti a vidí tudíž v noci dosti zřetelně.

Obr. 385.



3. Obraz musí býti *dostatečně veliký*. Velikost obrazu řídí se *zorným úhlem aob* (obr. 385.), jež svírají paprsky, vedené z bodu *o* v čočce ležícího ku pokrajům předmětu *ab*. Zorný úhel a tudíž také obraz předmětu na sítnici jest *tím menší*, čím *menší* jest předmět aneb čím jest od oka *vzdálenější*.

Jak patrno, má předmět *ab* zorný úhel *aob* a jiný stejně veliký předmět *a1b1* má zorný úhel *a1ob1*, pročež se

nám zdá, že jest $a_1 b_1$ větší než ab . Předměty ab a $a_2 b_2$ mají *týž* zorný úhel aob , tudíž *zdánlivě tutéž velikost*, ač jest ab větší, než $a_2 b_2$.

Stromořadí zdánlivě se sbíhá; dlouhé chodby zdají se býti v dálce užší a nižší; ve velikých místnostech v dáli strop zdánlivě se níží a podlaha se zvyšuje; předměty ve značně výši se nalézající jeví se mnohem menší a musí tedy býti ve skutečnosti značně veliké, abychom mohli je viděti. — Má-li obraz neb nákres vzbuditi v nás dojem jako skutečný předmět, musí býti kreslen tak, jak oku předměty se jeví, t. j. *perspektivně*. Vzdálenější předměty musí tudíž kresliti se menší, stromořadí sbíhavě atd.

Poněvadž úhel zorný řídí se netoliko *velikostí*, nýbrž i *vzdáleností* předmětu, můžeme *skutečnou velikost* předmětu ze *zdánlivé velikosti* posouditi jen tehdy, když *skutečná vzdálenost* jeho nám jest známa. Známe-li pak *skutečnou velikost* předmětu, můžeme posouditi ze *zdánlivé vzdálenosti* též *skutečnou vzdálenost* jeho. Není-li ani skutečná velikost ani skutečná vzdálenost předmětu známa, posuzujeme obě ze přirovnání jich k jiným známým.

Čím jasnější jest předmět, tím *blíže* zdá se býti, neboť známo ze zkušenosti, že vzniká obraz tím jasnější, čím jest předmět oku blíže. — Předmět, jehož skutečnou velikost známe, zdá se býti tím vzdálenější, čím menší se jeví. — Ve vzdálenosti příliš veliké zdají se oku všechny předměty stejně vzdáleny, jako ku př. hvězdy. — Zorný úhel slunce jest $32'$ a měsíce $31'$, proto jeví se nám velikost jejich téměř stejná.

4. Dojem světla na sítnici musí trvati jistou dobu, aby mohl se vytvořiti obraz dosti určitý a jasný. Čím *silnější* jest dojem světla, tím *kratší* doby třeba ku vytvoření obrazu.

Kouli vystřelenou v pohybu nevidíme, elektrickou jiskru pozorujeme však dobře, ač *mnohem rychleji* se pohybuje než koule. — Tak zvané *kanzo-vání* (franc. *change* — výměna) zakládá se v rychlém pohybu vržených těl, jejichž proto nelze viděti, poněvadž nemohou v pohybu příliš rychlém žádného dojmu způsobiti.

Dojem světla v oku trvá asi o $\frac{1}{3}$ vteřiny déle než co světlo působí. Následuje-li tudíž více dojmův tak rychle za sebou, že dojem předcházejícího ještě trvá, když dojem následujícího počíná, tu splývají všechny dojmy v jediný dojem celistvý.

Žhavý uhel rychle v kruhu otáčený způsobuje dojem ohnivého kruhu. — Na kole rychle se otáčejícím nelze ramen (špicí) rozeznati, nýbrž kolo jeví se co celistvý kotouč. — Vykreslíme-li na jednu stranu desky z lepenky nějaký předmět, ku př. klec a na druhou stranu v příslušném místě ptáka a otáčíme-li desku velmi rychle, objeví se pták v kleci. Deska taková nazývá se *thaumatrop*. — *Stroboskop* skládá se z kotouče, který má na pokraji několik otvorův a pod každým otvorem obraz téhož předmětu v poloze jiné a sice postupně takové, kterou by měl, konaje jistý pohyb v jednotlivých dobách rychle za sebou následujících. Otáčíme-li desku dosti rychle před zrcadlem a díváme-li se skrze otvory na obraz předmětu v zrcadle, vzniká dojem, jako by předmět skutečně se pohyboval.

264. **Subjektivně č. osobné úkazy zrění.** a) Dívá-li se oko na světlou proužku na tmavém podkladu, užří ji *širší* než skutečně jest, patří-li na tmavou proužku na světlém podkladu,

zdá se proužka užší. Úkaz tento, nazvaný *irradiace*, vykládá se z vady čočky oční, kteráž jest příčinou, že jednoduchý světlý bod dává obraz světlé plochy.

Osvětlená část měsíce jeví se co díl koule větší, tmavá část co díl koule menší. — Stálíce jeví se co světlé *okrouhlé plochy*, ač zorný úhel jejich jest tak malý, že bychom měli je viděti co pouhé *body*.

b) Díváme-li se déle na *červenou proužku*, na bílý papír položenou a silně osvětlenou a přikryjeme-li proužku náhle bílým papírem, uzmíme na tomto bílém papíře proužku *zelenou*, což tím se vykládá, že sítnice, byvši červenou barvou déle dojímana, pro tuto barvu takřka citlivosti pozbývá a tudíž z bílého světla červenou barvu vylučuje, pročež zbývající barvy ostatní co barva doplňovací t. j. *zelená* se objevují.

c) O pohybu předmětu dovidáme se z pohybu obrazu jeho na sítnici. Obraz pohybuje se však, když pohybuje se pouze předmět neb pouze oko aneb když pohybuje se předmět i oko současně. Někdy nejsme si toho vědomi, že se pohybujeme a tu zdá se nám pak, že pohybují se předměty, jež v klidu se nalézají.

Zdánlivý pohyb předmětův při jízdě a plavbě lze z předcházejícího vyložiti.

265. Drobnohledy jsou optické nástroje, jež k tomu slouží, abychom zřetelně viděli předměty *přtiš malé*, pouhému oku *neviditelné* aneb *nezřetelně viditelné*.

a) *Drobnohled jednoduchý* jest každá spojná čočka s malou dálkou ohniska. Předmět *ab* (obr. 371.) staví se mezi čočku *AB* a ohnisko její *C* a oko, čočkou na předmět zírající, spatřuje *přímý a zvětšený* obraz a_1b_1 na též straně čočky, kdež jest předmět.

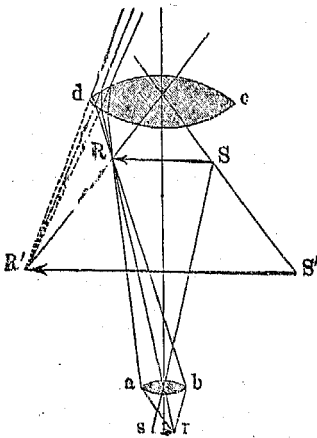
Působení drobnohledu jednoduchého záleží v tom, že předmět oku značně sblížíti a tudíž zorný úhel značně zvětšiti můžeme. Abychom obraz a_1b_1 zřetelně viděti, musí vzniknouti v dálece zraku, pročež čočku tak dlouhou předmětu sblížíme aneb od něho vzdalujeme, až vidíme *vešle zřetelně*. Obraz a_1b_1 jest tolikráte větší než předmět *ab*, kolikráte jest a_1b_1 od čočky vzdálenější než *ab*. Vzdálenost obrazu a_1b_1 od čočky jest pak dáлка zraku a vzdálenost předmětu *ab* od čočky jest téměř dáлка ohniska čočky (neboť jest předmět mezi ohniskem a čočkou), pročež zvětšuje drobnohled tolikráte, kolikráte jest dáлка zraku větší než dáлка ohniska čočky. Dalekozrakému zvětšuje tudíž tentýž drobnohled více než krátkozrakému.

Čočka, jejíž dáлка ohniska $\frac{1}{2}$ — $2''$ obnáší, nazývá se *lupa*. Takové užívají hodináři a jiní řemeslníci při drobnějších pracích.

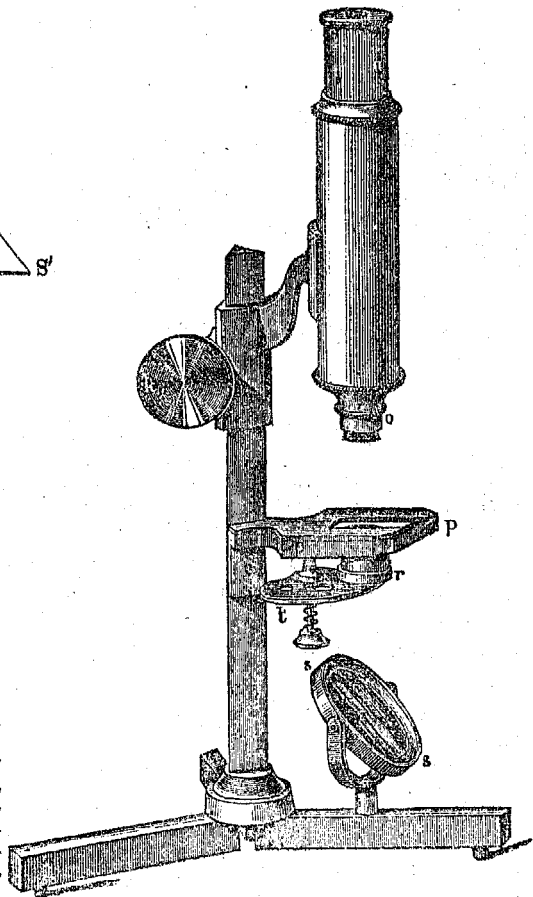
b) *Drobnohled složený* (obr. 386.) skládá se z čočky *ab*, která jest blíže předmětu a proto *předmětníci* (objectiv) slove, a čočky *cd*, kterou oko hledí a kteráž tudíž *očníci* (ocular) se nazývá. Předmětnice *ab* má malou dáлку ohniska a vytvořuje zvětšený a převrácený obraz *RS* předmětu *rs*. Předmět *rs* jest před ohniskem čočky *ab*, ale

blízko ohnisku. Na obraz RS zíráme očnicí cd jako drobnohledem jednoduchým a spatříjeme tudíž $R'S'$ co zvětšený obraz obrazu RS .

Obr. 386.



Obr. 387.



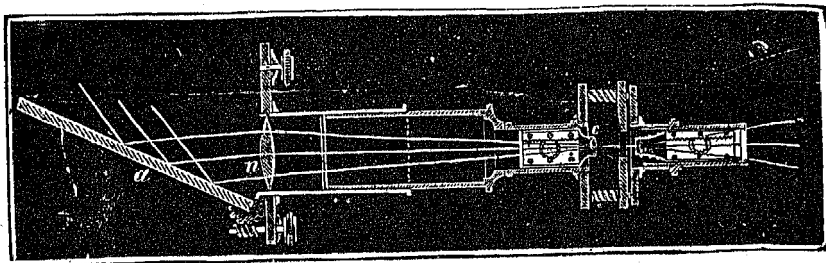
Jak z nákresu patrnó, vidíme tudíž drobnohledem složeným předmět *převrácený*. Čím menší jest *dálka ohniska očnice a předmětnice*, tím více zvětšuje drobnohled složený. Aby bylo možno docílití zvětšení rozličného, bývá drobnohled opatřen několika předmětnicemi a nejméně dvěma očnicemi. Mají-li býti obrazy *zřetelné a jasné*, musí míti drobnohled *čocky aplanačnické*, proto skládá se předmětnice z *více čockek*, které tvoří *dohromady jedinou čocku aplanačnickou*. Očnice bývá složena též ze *dvou čockek*, z nichž jedna od druhé bývá často poněkud vzdálena, tak že jest mezi očnicí a předmětnicí. Tuto čocku zoveme pak *čockou sběrnou* (kollektiv).

Obr. 387. ukazuje vnější úpravu složeného drobnohledu. Ve trubici *no* uvnitř černé a na příslušných místech stínidly opatřené jest dole zasazena předmětnice *o* a nahore posouvá trubice *n* s očnicí a čockou sběrnou. Trubice posouvá se na stojanu šroubem *k*. Na desku *p*, u prostřed prolomenou, klade se předmět, který osvětluje zrcadélko *s*; pod deskou *p* bývá pak kotouč *t* s několika otvory rozličné velikosti, kterými propouští se na předmět dle potřeby více neb méně světla. Je-li předmět neprohledný, osvětluje se stranou *s* hora čockou spojnou, která může postaviti se tak, aby paprsky sluneční na ni dopadající vycházely z ní na předmět.

c) *Drobnohled sluneční* vytváří *skutečné, silně zvětšené* obrazy, kteréž v přiměřené vzdálenosti na bílé stěně zachytí a mnoha pozorovateli ukázati můžeme.

Úprava drobnohledu slunečního jest znázorněna obr. 388. Heliostat a odráží sluneční paprsky do čoček n a o , tak že sbíhají se téměř v jediném bodu. Blíže toho bodu jest pak mezi dvěma deskami které jsou spirálními

Obr. 388.



zpruhami k sobě přitlačeny a u prostřed otvory opatřeny, průsvitný předmět, jež sluneční paprsky silně osvětlují. Za čočkou m vzniká pak v přiměřené vzdálenosti *silně zvětšený a převrácený* obraz předmětu. Ozubenými kolečky, v nákresu naznačenými, posouvají se čočky o a m . Zvětšení drobnohledu slunečního jest tím značnější, čím vzdálenější jest stěna, na které obraz vzniká, a čím menší jest dálka ohniska čočky m .

266. Kouzelná svítlna a temnice. a) *Kouzelná svítlna* (laterna magica) má podobnou úpravu jako drobnohled sluneční, od něhož se liší jen tím, že má čočka, která obrazy vytváří, větší dálku ohniska, a že předměty jsou větší a na skle malované.

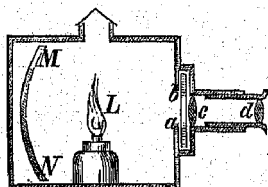
Průsvitný obraz ab (obr. 389.) staví se před čočky cd a osvětluje se lampou L , jejíž světlo od dutého zrcadla MN rovnoběžně se odráží. Lampa jest v černé skřínce uzavřena a světlice, ve které obrazy se pozorují, musí býti tmavá. Obrazy zachycují se na bílé stěně aneb na kouři, kdež pak, pohnavěž kouř se pohybuje, obraz téměř živým býti se jeví (*fantasmagorie*). Postaví-li se dvě kouzelné svítilny vedle sebe tak, aby obrazy z obou na též místě stěny povstávaly a je-li v jedné z nich předmět osvětlený, v druhé pak temný, objeví se na stěně obraz jak obyčejně. Zatemňujeme-li pak osvětlený předmět a osvětlujeme-li tou měrou předmět temný, přechází pohnavěž obraz prvé na stěně vytvořený v jiný obraz druhé svítilny, který téměř z mlhy povstává, proto zovou se obrazy tyto *mlhovými obrazy*.

b) *Temnice* (camera obscura) jest truhlík u vnějšku černý, do něhož zasazena trubice, v níž spojná čočka C (obr. 390.), mající velikou dálku ohniska posouvati se může. Paprsky ab , přicházející z předmětu před čočkou, dávají za čočkou na průsvitné stěně obraz a_1b_1 , aneb dopadají, opustivše čočku na zrcadlo gh v úhlu 45° skloněné a odrážejí se vzhůru na průsvitnou desku, kdež pak vytváří se obraz a_2b_2 , jež lze na papíře nakreslit.

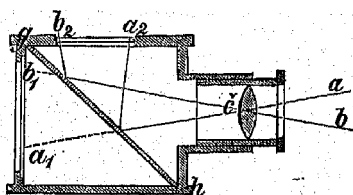
Temnice užívají fotografové a malíři krajín.

267. Dalekohledy zovou se nástroje optické, kterými předměty od oka velmi vzdálené *zřetelně* spatřujeme. Skládají-li se

Obr. 389.



Obr. 390.

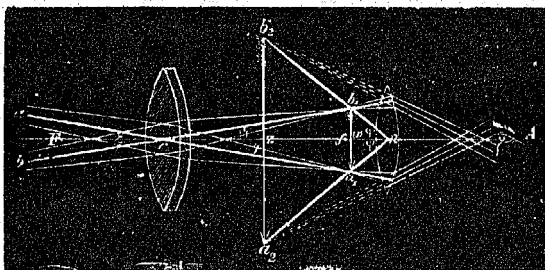


dalekohledy pouze z čoček, zovou se *dioptrické*, skládají-li se z čoček a zrcadel, jmenují se *katoptrické*.

A. Z dalekohledův *dioptrických* jsou nejdůležitější:

a) *Dalekohled hvězdářský* č. *Keplerův* skládá se z aplanačnické předmětnice r (obr. 391.), která má velikou dálku ohniska, a z aplanačnické očníce n . Předmětnice r dává ze vzdáleného, *velikého* před-

Obr. 391.



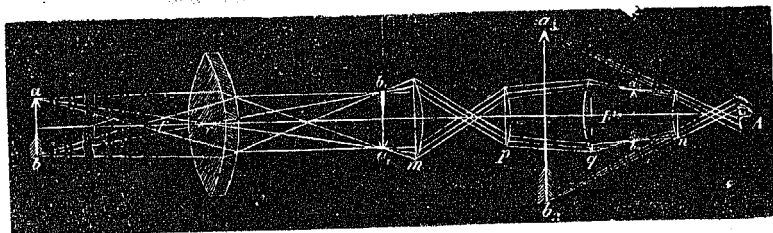
mětu ab *malý*, *převrácený* obraz a_1b_1 , na který zíráme očníci n jako drobnohledem jednoduchým, tak že vidíme jej v a_2b_2 *zvětšený* a *vzhledem* ku předmětu *převrácený*.

Dalekohledem hvězdářským vidíme předměty *převrácené*, což ovšem při pozorování hvězdářských nevaří. Větší dalekohled hvězdářský, na přiměřeném stojanu se otáčející, zove se *tubus*.

b) *Dalekohled zemní* dává za předmětnici r (obr. 392.) *převrácený* obraz a_1b_1 předmětu ab ; čočkami m , p , q *převrací* se tento obraz, tak že jest v a_2b_2 *vzhledem* ku předmětu *opět přímý*. Očníci n zíráme na a_2b_2 jako drobnohledem a spatřujeme v a_3b_3 *zvětšený* a *přímý* obraz předmětu.

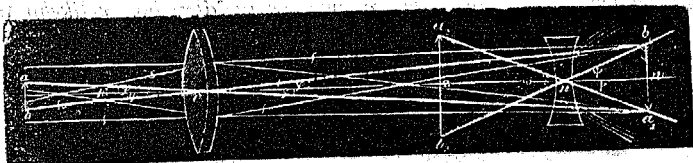
Čočky m , p , q a n skládají očníci zemní. Někdy mívá též dalekohled očníci hvězdářskou i zemní, tak že slouží i co dalekohled hvězdářský i co zemní.

Obr. 392.



c) Dalekohled holandský č. Galilejev má co předmětnici aplana-tickou čočku spojnou r (obr. 393.), kteráž má velikou dálku ohniska, a co očníci čočku rozptylovací n , mající menší dálku ohniska. Za předmětnici r vzniká malý, převrácený, skutečný obraz a_1b_1 velkého vzdá-

Obr. 393.



leného předmětu ab . Očníce n jest tak postavena, že paprsky dopadají na ni dříve, než utvořily obraz a_1b_1 , čímž stává se, že vycházejí z ní rozbíhavě, jako by přicházely z a_2b_2 , kdež uží pak oko přímý a zvětšený obraz geometrický předmětu ab .

Dalekohled holandský zvětšuje jen nepatrně, jest však krátký a proto pohodlný, slouží nejvíce co dalekohled divadelní a poletí.

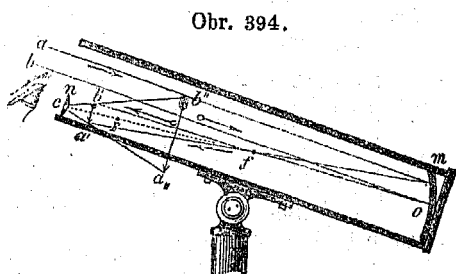
Dalekohledy dioptrické dávají obraz tolikrát větší než předmět, kolikrát jest dálka ohniska předmětnice větší než dálka ohniska očníce. — Čočky jsou zasazeny ve trubcích u vnitř černých a očníce může sblížovati se předmětnici aneb vzdalovati se od ní, aby vznikl obraz vždy v dálce zraku.

B. Dalekohledy katoptrické mají na místě předmětnic dutá zrcadla.

a) Dalekohled Herschelův (obr. 394.) má na konci trubice duté zrcadlo m k ose trubice tak nakloněné, že vzniká obraz $a'b'$ při dolním pokraji trubice. Na obraz hledíme očníci n a spatřujeme zvětšený a převrácený obraz $a''b''$ předmětu ab .

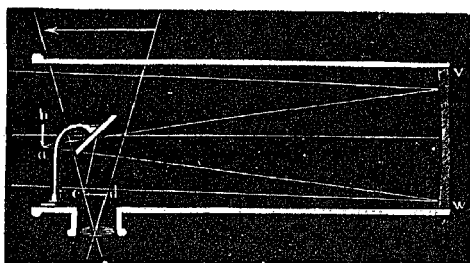
Trubice jest o málo delší než délka ohniska zrcadla a obraz $a'b'$ musí povstati mezi očnicí n a ohniskem jejím F . Hlavou pozorovatele zamezuje se částí paprskův přístup ku zrcadlu, proto musí býti zrcadlo veliké.

b) *Dalekohled Newtonův* (obr. 395.) má před zrcadlem dutým VW zrcátko rovné, k ose dutého zrcadla v úhlu 45° skloněné, na něž dopadají paprsky od dutého zrcadla dříve, než mohly vytvořiti obraz ab . Odrazem od zrcadla rovného vzniká na místě obrazu ab obraz cd , na něž zíráme očnicí jako drobnohledem, tak že vidíme pak zvětšený obraz jeho v dálce zraku.



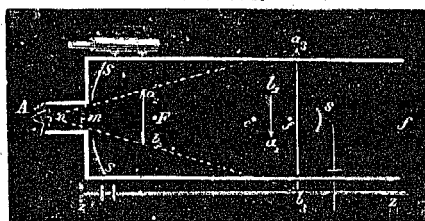
Obr. 394.

Zrcátko rovné zabráňuje středním paprskům přístup na zrcadlo duté, čímž obrazy stávají se méně jasné. Aby dalekohled do přiměřené polohy postavit se mohl, bývá na něm připevněn jiný dalekohled, kterým na předmět (hvězdu) přímým směrem zíráme.



Obr. 395.

c) *Dalekohled Gregoryho* (obr. 396.) skládá se z dutého zrcadla SS , kteréž dává obraz a_1b_1 , a z druhého malého zrcátka dutého s , kteréž z obrazu a_1b_1 mezi ohniskem f a středem okrouhlosti c povstávajícího dává zvětšený a převrácený obraz a_2b_2 . Zrcadlo SS má uprostřed



Obr. 396.

otvor, do něhož zasazena trubice s očnicí m , kterou zíráme na obraz a_2b_2 , tak že objevuje se nám pak v a_3b_3 zvětšený a přímý.

E. Fosforescence. Chemické účinky světla. Křížení a ohyb světla. Dvojlom a polarisace.

268. Fosforescence. a) Některá tělesa *svítí*, dějí-li se v nich jisté pochody *chemické*, zvýšíme-li *teplotu* jejich, mění-li se účinkem síly *tvar* jejich (ku př. štípáním, hraněním atd.) aneb ko-

nečně, byla-li nějakým světlem několik vteřin *osvětlena*. Světlo z těles takových vycházející jest *slabé* a tak jemné, že pouze *ve prostoru tmavém* lze je pozorovati. Úkaz ten zove se *fosforescence* (*světélkování*), poněvadž jeví se nejnápadněji na *fosforu* (kostíku), který svítí všude, kde může s kyslíkem se slučovati.

Hnijící látky živočišné a rostlinné v noci slabě svítí, i bylo shledáno, že při tom pohlcují kyslík a vyvíjejí kyselinu uhlíčitou. — Kyselina benzoová světélkuje, přepuzuje-li se horkem. — Kyselina arsenová dává světlo, vyhraňuje-li se z roztoku. — Někteří živočichové mořští světélkují buď stále, buď tak dlouho, pokud trvá jistý pochod fyziologický v celém jejich těle aneb v některých jeho částích. — Diamant, chlorofan z Nerčinska, arragonit, vápennec, mramor, křída, tak zvaný *honorský kámen* a mnohá jiná pevná tělesa světélkují, byla-li dříve slunečním světlem ozářena.

Fosforescence vykládá se spoluchvěním molekul těles, jímž vzniká pak nové vlnění étheru, trvajícím *déle* než vlnění původní, kterým pohyb molekul byl způsoben.

269. Chemické účinky světla. a) Světlem podporuje aneb ruší se chemická slučivost mnohých látek; *paprsky rozličných barev* jeví však *rozličné* chemické účinky. Ve vidmu slunečním jsou tyto účinky od barvy červené až k barvě zelené zcela nepatrný, od barvy zelené počínaje jsou pak čím dále tím patrnější a jeví se i za paprsky fialovými, tak že právem souditi musíme, že končí se vidmo paprsky neviditelnými, jež za příčinou značných chemických účinkův jejich zoveme paprsky *chemickými*. *Modré, fialové a chemické* paprsky jeví nejsilnější účinky chemické.

Chlór a vodík slučují se v rovných objemech na světle slunečním v chlór vodík. — Rostliny vylučují na světle slunečním kyslík.

b) Chemické účinky světla slunečního jeví se zvláště nápadně tím, že některé hmoty na světle *zčernají* aneb *barvu mění*.

Mnohé sloučeniny stříbra a rtuti rozkládají se světlem slunečním a *zčernají*, jako ku př. chlóríd, jódid, brómíd a dusičnan stříbrnatý (kamínek pekelný). *Zlatožlutý* jódid olovnatý rozkládá se částečně slunečním světlem a stává se *černomodrý*. — Barvy oděvu *blednou*, působí-li v ně světlo sluneční dlouhý čas. *Bílání plátna* zakládá se v chemických účincích slunečního světla.

270. Fotografie jmenuje se vyvození a ustálení obrazův, v temnici (str. 352.) vznikajících, chemickým účinkem světla na některé látky, zvláště na sloučeniny stříbra.

Fotografické obrazy dělají se takto:

Deska skleněná, dokonale vyčištěná, polije se *kollodiem*, jemuž přidáno jódidu draselnatého. Kollodium rychle schne a zanechá *velmi tenkou prosvitavou* blánu, která ke sklu pevně přilne. Takto připravená deska vloží se pak do roztoku dusičnanu stříbrnatého v místě tmavém, pouze svíčkou osvětleném, čímž povléká se jódidem stříbrnatým, načež dá se deska do temnice v to místo, kde vzniká obraz předmětu. Působením světla objeví se pak na desce za několik vteřin *temný* (téměř černý) obraz. Poněvadž pak v místech, kde světlo *nejméně* působilo, jódid stříbrnatý *nejvíce* zčernal, staly se na obraze *světlé* části předmětu *černými* a *černé* části *světlymi*, tak že jest obraz v té příčině *opáčný* čili *negativní*. Aby stal se obraz viditelným a se ustálil,

přeneseme desku opět do temné světnice a polijeme ji roztokem kyseliny duhénkové, ku kterémuž něco octa a líhu přidáno. Když pak obraz jest dosti zřetelný, umyje se a polije se pak roztokem sirnatanu sodnatého, kterým jódid stříbrnatý, na desce ještě pozůstaly, se ruší, načež deska překapanou vodou se oplákne. Pomocí desky s obrazem negativním možno pak zhotoviti na papíře jakékoliv množství obrazů pozitivních. Papír položí se hladkou stranou na roztok kuchyňské soli, osuší se pijavým papírem, pak se položí na roztok dusičnanu stříbrnatého a opět pijavým papírem osuší, načež položí se na stranu papíru takto připravenou deska s obrazem negativním a obě vyloží se v rámci na světlo. Tmavou částí obrazu negativního prochází na papír málo světla, proto zůstávají tato místa na papíře *světlá*, světlými místy desky prochází na papír paprskův více, proto jsou na papíře tato místa *černá*. Tím způsobem vzniká obraz *pozitivní*, t. j. takový jako předmět. Obraz ustálí se, dáme-li papír do roztoku sirnatanu sodnatého, do něhož se přidá též něco soli. Konečně obraz čistou vodou se omyje a osuší.

Fotografické podobizny jsou zcela pravé a velmi laciné a proto tak velice rozšířené. V novější době hotoví se fotografie i v barvách. Fotografie slouží vědám, uměním i průmyslu velmi značně. *Stereoskopické* obrazy fotografické znázorňují předměty ze všech oborů věd a umění netoliko zcela pravě, nýbrž i tělesně. — Dobré služby koná fotografie též při stíhání zločinců, jichž fotografované podobizny na všechny strany se rozesílají.

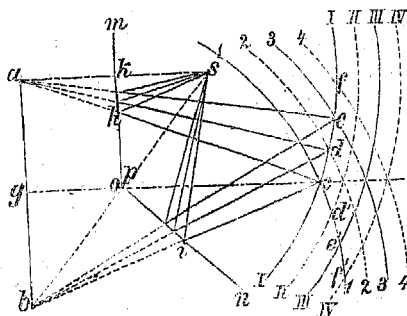
271. Křížení světla. a) Procházejí-li sluneční paprsky *červeným* sklem a vnikají-li pak do světnice úzkou štěrbinou, za níž jest postavena válcovitá čočka, tož vznikne v ohnisku čočky světla *červená* proužka *s* (obr. 397.). Postavíme-li před proužku rovná zrcadla *mo* a *no*, z černého skla neb z kovu zhotovená a v úhlu velmi tupém (téměř 180°) v hraně *o* spolu se stýkající, tak aby hrana *o* byla s proužkou *s* rovnoběžna, tož odrazí se světlo od zrcadel na stěnu, naproti zrcadlům se nalézající, právě tak, jakoby vycházelo z obrazův proužky, jež vznikají za zrcadly v *a* a *b*. Paprsky od zrcadel odražené sbíhají se na stěně vespolek v místech *c*, *d*, *e* atd. a na protější stěně viděti pak *červené* proužky *světlé*, s *temnými* a zcela *černými* čarami se střídající. Patrně tudíž, že paprsky stejnorodého (červeného) světla, v úhlech velmi malých se sbíhající, v některých místech se *sesilují*, v jiných pak se *seslabují* aneb zcela se *ruší*, tak že ze dvou světelných paprskův *uma* povstává. Výjev tento nazývá se *křížení světla*.

Spojíme-li *a* s *b* přímkou *ab*, půlíme-li *ab* v *g*, tak že $ag = gb$, a sestrojíme-li $cg \perp ab$, tož jest $ac = bc$ (neboť $ag = gb$, $cg = cg$, $\sphericalangle cga = \sphericalangle cgb = 90^\circ$ a tudíž $\triangle acg \cong \triangle bcg$), čili $ah + hc = bi + ic$. Poněvadž $ah = sh$ (neboť $sk = ka$, $kh = hk$, $\sphericalangle hks = \sphericalangle hka = 90^\circ$ a tudíž $\triangle hks \cong \triangle hka$) a $bi = si$, (neboť $sp = pb$, $pi = pi$, $\sphericalangle spi = \sphericalangle bpi = 90^\circ$ a tudíž $\triangle ips \cong \triangle ipb$) jest též $sh + hc = si + ic$. Paprsky, jež po odrazu od zrcadel v *c* se stýkají, vykonaly ode zdroje světla až ku stěně dráhy *stejně*, pobádají tudíž éther v *c* ku pohybu týmž směrem a způsobují silnější chvění étheru a tudíž silnější světlo. Ve všech ostatních místech *d*, *d'*, *e*, *e'* atd., po obou stranách *c* se nalézajících sbíhají a kříží se paprsky, jež vykonaly dráhy *nestejně*. Kdekoliv stýkají se paprsky, jichž dráhy rozdílly jsou o celou délku aneb více celých délek aneb sudý počet polovin délek vlny, jest éther pobádán k pohybu v témž směru, pohybuje se tudíž úsilněji a vzniká světlo *jařejší*. Kdekoliv stýkají se však vespolek paprsky, jichž dráhy rozdílly jsou o polovinu délky aneb lichý počet polovin délky vlny, jest éther pobádán k pohybu ve dvou *protivných* směrech silami *stejnými*, pročež zůstává éther v klidu i jest tudíž v tom místě

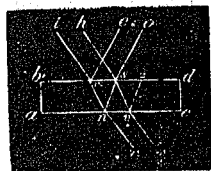
ima. Značí-li oblouky I, II, III, IV vlny, jichž střed se nalézá v *a*, a oblouky 1, 2, 3, 4 vlny, jichž střed je v *b*, a znázorňují-li oblouky vytažené vrch a oblouky tečkové *dál* vlny, tož patrné, že v *c* stýkají se vespolek vlny od *a* i od *b* stejně vzdálené, a sice stýká se dle náčrtu v *c* vrch vlny I s vrchem vlny 1, pročez v *c* éther musí vytvořiti vrch dvojnásobně vysoký i musí tudíž úsilnější se chvěti a vzniká tedy v *c* světlo *jasnější*. — V *d* stýkají se vespolek vlny, jichž vzdálenosti od *a* a *b* jsou *rozdílné* o polovici délky vlny, a sice stýká se dle náčrtu v *d* vrch vlny I s dolem vlny 2. Maje tvořiti vrch a současně *dál* vlny, jest éther pobádán k pohybu ve dvou protivných směrech silami stejnými, pročez v klidu zůstává a v *d* *tmavá* proužka vznikne. Taktéž děje se patrně i v bodu *d'*. — V *e* kříží se vlny, jichž vzdálenosti od *a* a *b* jsou *rozdílné* o celou délku čili o dvě poloviny délky vlny, a sice stýká se dle náčrtu v *e* vrch vlny v I, s vrchem vlny 3, pročez, jak z předcházejícího vyplývá, vznikne v *e* a taktéž i v *e'* proužka *světla*. — V *f* kříží se vlny I a 4, jichž rozdíl vzdálenosti od *a* a *b* tři poloviny délky vlny obnáší; poněvadž stýká se v *f* vrch s dolem, vznikne v *f* a podobně i v *f'* proužka *tmavá* atd. — *Od proužek nejvšestějších až k proužkám nejtmavějším ubývá jasnosti světla poněkud.*

b) Opakujeme-li zkoušku a použijeme-li postupně světla pomerančového, žlutého, zeleného, modrého a fialového, shledáváme, že světlé barevné proužky jsou čím dále tím užší, u světla fialového jsou pak nejužší. Tím vznikají pak v místech, kde světlo jednoho druhu způsobuje proužky *tmavé*, světlem jiným proužky *jasné*.

Obr. 397.



Obr. 398.



c) Použijeme-li ku zkouškám světla *bílého*, objevují se v místech, kteráž by při světle jednoho druhu *tmavými* zůstala, *jasné* proužky jiné barvy, pročez *není tmavých proužek viděti*. Uprostřed, kde stýkají se barvy všeho druhu, vzniká proužka *bílá* a po obou její stranách jsou proužky *barev smíšených*.

Křížením světla vznikají barvy bublin mýdlových, velmi tenkých plátků skleněných, vápencových a slídových, rybích šupin a jiných tenkých bílých. Značí-li ku př. *abcd* (obr. 398.) velmi tenkou blánu, na niž dopadají rovnoběžné paprsky sluneční *lm* a *hs*, tož zlomí se paprsek *lm* v bláně směrem *mn*, u *n* vychází část světla ze blány směrem *nr*, druhá část pak se odráží směrem *ns* a u *s* opět jedna část se odráží směrem *sv* a druhá část láme se směrem *so*. Týmž směrem *so* odráží se však paprsek *hs*, i vznikne tudíž křížení paprskův, z nichž jeden vykonal dráhu $lm + mn + ns + so$ a

druhý dráhu *hs + sv*. Poněvadž vykonaly paprsky dráhy nestejně, vznikají křížením jich rozmanité barvy.

272. Ohyb světla. a) Prochází-li světlo *jednoduché*, ku př. *červené*, jež štěrbinou okenice do tmavé světlice vniklo, jinou *velmi úzkou* štěrbinou, která za štěrbinou okenice v přiměřené vzdálenosti se nalézá a s ní *rovnoběžná* jest, objeví se na protější bílé stěně uprostřed *světla červená se štěrbinami rovnoběžná* proužka, v pravo i v levo viděti pak *slabší* proužky červené, *tmavými* čarami od sebe oddělené. Proužky jsou tím *širší*, čím *užší* jest druhá štěrbiná. Poněvadž osvětlená část stěny *mnohem širší* jest než štěrbiná, nutno souditi, že světlo od přímočárného směru *se odchýlilo* č. se *zahnulo*, pročež výjev tento *záhybem* č. *ohybem světla* se nazývá.

Pouštíme-li *toutěž štěrbinou všechny* druhy světla, počínajíce *červeným* a postupujíce až k *fialovému*, jeví se proužky čím dále tím *užší*, jsou tudíž u světla fialového *nejúžší*.

Prochází-li štěrbinou sluneční světlo *bílé*, pokrývají se částečně proužky nestejně barvy i jeví se pak uprostřed světla proužka *bílá* a *širší* než jest štěrbiná, v pravo i v levo bílé proužky jsou pak proužky *různobarevné*.

Výjevy ohybem světla povstávající lze pozorovati nejlépe, je-li štěrbiná před předmětnicí dalekohledu a zíráme-li na výjev očníci.

b) Je-li za štěrbinou okenice, kterou světlo do tmavé světlice vchází, velmi tenký drát neb vlas v poloze se štěrbinou *rovnoběžné*, objeví se na protější stěně stín jeho *širší*, než by vznikl přímočárným šířením světla, a u prostřed, kde by měl býti stín *nejtmavější*, viděti v něm *světlé* proužky též barvy, jakou má světlo. Světlé proužky ve stínu téhož drátu jsou tím *užší*, čím blíže jest barva světla barvě fialové. Světlem *bílým* vznikají ve stínu světlé proužky *různobarevné*.

Ohyb světla vykládá se tím, že každá částice étheru vlnění ve všech směrech rozšiřuje a za střed vln pokládati se může. Veškeré částice étheru mezi štěrbinou a tudíž i částice na pokrajích štěrbiny a drátu přivádějí se světlem k vlnění, jež dále se šíří. Na stěně sbíhají se pak paprsky, jež, vycházejíce z rozličných částic étheru, vykonaly dráhy nestejně, a křížením těchto paprsků vznikají pak výjevy výše popsané.

Pouští-li se světlo do světlice dvěma neb více stejnými, velmi blízko u sebe ležícími štěrbinami, dává každá sama o sobě výjevy výše popsané. Veškeré výjevy tyto splývají pak dohromady v *celek*, který výjevu jednoduchému, ohybem světla v jediné štěrbině povstávajícímu, *se podobá*.

Díváme-li se do slunce pavučinou, papřem brku, řasami očí, sklem plavuňovými výtrusy poprášeným atd., spatříme taktéž výjevy ohybem vznikající. — Ve světle odraženém jeví se ohyb světla na perleti, na křídlech hmyzův, na uhlazených deskách, na peří některých ptáků, na hedbávných látkách atd.

273. Dvojlom. Padá-li velmi malým otvorem uzavřené oknice světlo na klencovou plochu vyhraněného vápence, jeví se na stěně za vápencem *dva* světlé body. Prochází-li světlo sluneční trojstěnným hranolem vyhraněného vápence, vznikají za ním *dvě* vidma hranolová. Z toho patrně, že paprsek světla ve vápenci ve *dvou rozličných* směrech se láme, pročež výjev tento *dvojlomem* se nazývá. Jako ve vyhraněném vápenci láme se světlo dvojitě ve všech hraních, *vyjímaje toliko hráně soustavy krychlové.*

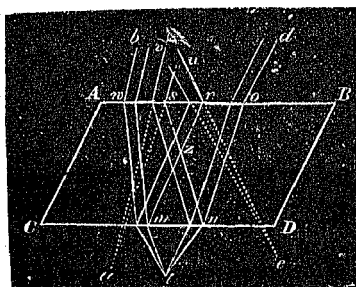
Dvojlom vykládá se tím, že ve vyhraněných tělesech, jichž molekuly jsou dle určitých zákonův seřaděny, jest pružnost étheru v rozličných směrech rozličná, pročež světlo v rozličných směrech rozličně se láme a tudíž ze hrání rozličným směrem vychází.

Jeden z paprskův, ve které světlo dvojlomem se rozkládá, láme se způsobem řádným, t. j. dle obecných zákonův lomu, a jmenuje se paprskem obyčejným č. *řádným*, druhý láme se způsobem mimořádným a slove proto paprskem *mimořádným*. Paprsek mimořádný nezůstává v rovině, ve které dopadá, a poměr lomu jeho je proměnlivý.

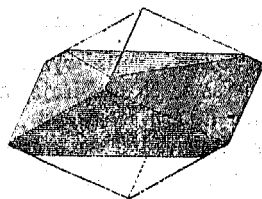
Je-li l (obr. 399.) svítící bod, na nějž zíráme vápencem $ABCD$, tož rozdělují se paprsky lm i ln ve dvě části, a sice lm v paprsky mw a mv , ln v paprsky no a ns . Do oka pozorovatele přicházejí pouze paprsky směrem lmw a $lnsv$, pročež užíjí oko *dva* svítící body a a e , z nichž paprsky tyto *zdánlivě* vycházejí.

Přibrousíme-li tupé rohy klence vápencového tak, aby vznikly na místě nich roviny, kolmé na hlavní osu hraně (obr. 400.), a padá-li světlo *kolmo* na tyto roviny, vychází ze hraně paprsek pouze *jednoduchý*. Padá-li světlo *šikmo* na tyto roviny, láme se dvojitě, ale paprsek mimořádný zůstává v rovině dopadu.

Obr. 399.



Obr. 400.



274. Polarisace. a) Dopadá-li paprsek SO (obr. 401.) na černé zrcadlo skleněné $ABCD$ tak, že svírá s rovinou jeho úhel $35^{\circ}25'$, tož odráží se od něho směrem OO' na druhé černé zrcadlo skleněné $EFGH$, s dolejší zrcadlem *rovnoběžné*, od něhož pak se odráží dle obvyčejných zákonův odrazu.

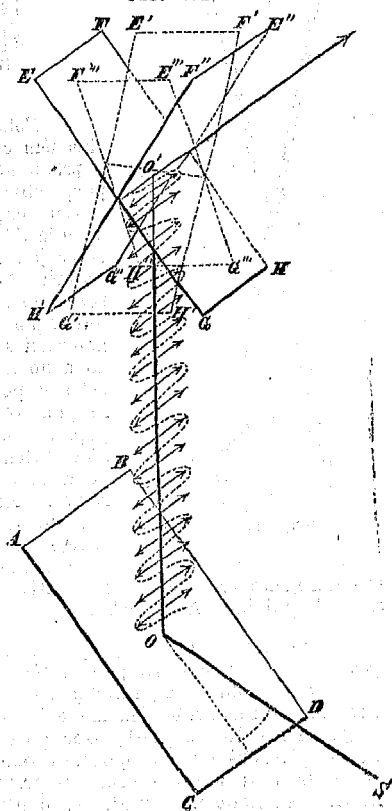
Otáčeli-li se zrcadlo $EFGH$ okolo paprsku OO' jako okolo osy, ubývá jasnosti odraženého paprsku postupně, až konečně při otočení zrcadla o 90° do polohy $E'F'G'H'$ paprsek zcela zmizí. Otáčíme-li zrcadlo dále, jeví se paprsek postupně *jasnější*, až při otočení o 180° do polohy $E''F''G''H''$ opět *úplně se odráží* a jest *nejjasnější*. Při dalším otočení ze 180° do 270° ubývá opět jasnosti paprsku jako při otočení zrcadla z 0° k 90° , tak že paprsek opět *zmizí*, když zrcadlo o 270° z původní polohy do polohy $E'''F'''G'''H'''$ bylo otočeno. Otáčeli-li se zrcadlo z 270° do 360° , přibývá opět jasnosti světla jako z 90° do 180° , tak že při 360° jako při 0° paprsek opět *úplně se odráží*.

Výjev právě popsáný jmenuje se *polarisace světla*, a světlo, které v *rozdílných směrech rozdílně působí*, zove se *světlem polarisovaným*.

b) Použijeme-li na místě *dolejšího* zrcadla $ABCD$ rámečku, v němž je zasazeno několik *vespolek rovnoběžných* desk skleněných, tož jedna část světla, v úhlu $35^\circ 25'$ na ně dopadajícího, od nich se *odráží* a tak se chová jak v odst. a) právě bylo vytknuto; druhá část světla pak deskami prochází. Dopadá-li pak toto v deskách *zlomené* světlo na černé zrcadlo skleněné, které jest s deskami *rovnoběžno*, tož od zrcadla se *neodráží*. Otáčíme-li pak zrcadlo, nastává *úplný odraz* při otočení o 90° a 270° . Paprsky, jež od více rovnoběžných desk byly *odraženy* a paprsky, jež v deskách těch byly *zlomeny*, jsou tudíž *opácným způsobem polarisovány*.

c) Prochází-li paprsek hranolem vápencovým, který má lámací hranu rovnoběžnou s hlavní osou a s jiným hranolem skleněným tak jest spojen, aby byl *achromatickým*, tož vychází pak ze hranolu *řádny* i mimořádný paprsek bezbarvý a oba tyto paprsky *odchylují se od sebe více než obyčejně*. Dopadá-li pak *řádny* paprsek na černé zrcadlo skleněné, shledáme, že jest *polarisován*

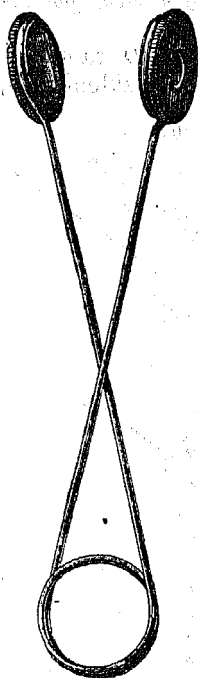
Obr. 401.



jako by od několika vespolek rovnoběžných desk skleněných byl se odrazil, paprsek *mimořádný* jeví se pak polarisován tak, jako by v deskách jednoduše byl se zlomil. Paprsky *řádné a mimořádné* jsou tudíž *opáčeným způsobem polarisovány*.

Dopadá-li světlo na zrcadlo $ABCD$ (obr. 401.) v úhlu větším neb menším než $35^{\circ}26'$, nezmizí v zrcadle $EFGH$ nikdy úplně, z čehož patrně, že dopadem v jiném úhlu nikdy úplně se nepolarisuje. Má-li světlo odrazem neb lomem úplně se polarisovati, musí dopadati na tělo polarisující v jistém určitém úhlu, který *úhlem polarisačným* slove a jehož velikost u rozličných hmot rozličnou se jeví.

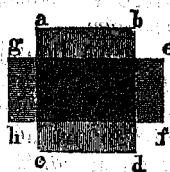
Obr. 402.



Obr. 403.



Obr. 404.



Polarisace vykládá se následovně: Ve světle obecném chvěje se éther ve všech směrech na směr paprsku kolmých; úplně polarisované světlo vzniká pak, chvěje-li se éther *pouze jedním směrem* na směr paprsku kolmým. Ve světle, odrazem od zrcadla $ABCD$ (obr. 401.) polarisovaném chvěje se éther jak šipkami naznačeno, *rovnoběžně s rovinou zrcadla $ABCD$* i odráží se tudíž polarisovaný paprsek od zrcadla *hořejšího $EFGH$* úplně, když jest toto v poloze EH a $E'H'$, v poloze $E''H''$ a $E'''H'''$ neodráží se však od *hořejšího zrcadla*, nýbrž vniká do něho a bývá od něho pohlceno. Jako paprsek oo' jest polarisován též paprsek, od několika skleněných vespolek rovnoběžných desk odražený, a paprsek *řádný* dvojlomem vznikající. Paprsek několika skleněnými deskami rovnoběžnými *zlomený* a paprsek *mimořádný*, dvojlomem vznikající jest polarisován tak, že chvěje se v něm éther ovšem opět jen *jedním směrem ale kolmým* na onen směr, jímž chvěje se éther paprsku odrazem polarisovaného, *pročež paprsek zlomený a mimořádný odráží se úplně*

od *hořejšího zrcadla* v poloze $E'H'$ a $E'''H'''$ a neodráží se naprosto, když má zrcadlo polohu EH a $E''H''$.

Přístroje, jimiž výjevy polarisace se vyvozuji a pozorují, jmenní se *přístroje polarisačné*. Nejjednodušší přístroj polarisačný jsou tak zvané *klišky turmalinové* (obr. 402), skládající se ze dvou plátek turmalinových do dřevěných kroužků zasazených, jež lze otáčeti v okách drátu ve způsob kleští zahrnutého. Turmalinové plátky jsou po obou stranách s hlavní osou hraně rovnoběžně přibroušeny a propouštějí polarisované světlo jen tehdy, když chvěje se éther rovnoběžně s osou; paprsky, v nichž éther chvěje se směrem na hlavní osu kolmým, bývají od plátek pohlceny. Padá-li obecně světlo na

plátek turmalinový *abcd* (obr. 403.), láme se v něm *dvójtž*, paprsek *řádný* bývá od plátku pohlcen, *mimořádný* pak z něho vychází. Položíme-li plátek *efgh* na *abcd* tak, aby osy obou byly rovnoběžny, prochází mimořádný paprsek též druhým plátkem. Otáčíme-li však plátek *efgh* na plátku *abcd*, ubývá jasnosti světla čím dále tím více, až konečně, když osy obou plátkův úhel 90° svírají, světlo úplně zmizí (obr. 404.). Jako křišťalky turmalinové skládá se každý přístroj polarisační ze dvou částí; v jedné světlo se polarisuje, v druhé pak vlastností polarisovaného světla se pozorují. — Zvláštním přístrojem polarisačním stanoví se též množství cukru v roztoku cukru ve vodě aneb ve šťávě řepy cukrové obsaženého.

Pomocí přístroje právě popsaného lze dokázati:

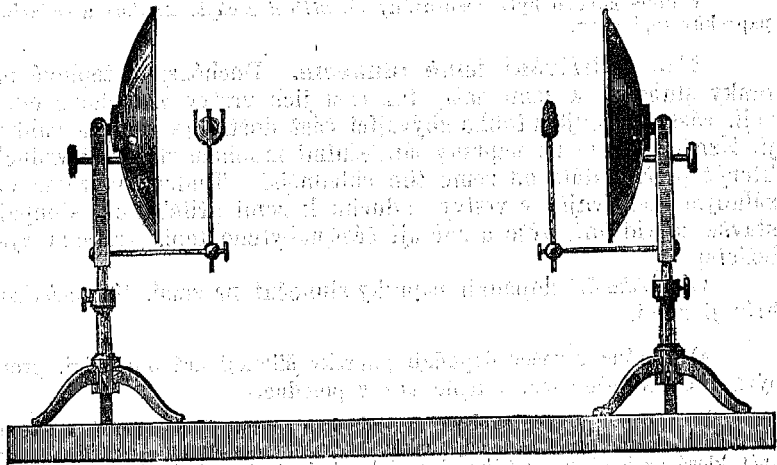
a) Teplo šíří se *přímochárně* i ubývá účinku jeho ve *čtverečném* poměru vzdálenosti; účinky jsou tím *menší*, čím *šikměji* paprsky tepla na tělo dopadají.

b) *Sálavost tepla rozličných těles* řídí se *hmotou a povrchem* jejich a jest tím *větší*, čím *teplejší* jest tělo a čím *menší* jest hustota těla neb *povrchu* jeho a čím jest *drsnější* a *tmavější*.

Kamna musí býti na *povrchu hladká*, aby sálání tepla pokud možno se *umensilo*. — Půda rostlinami *pokrytá* vyzařuje více tepla než půda *kamenitá*, proto *pokrývají* se útlejší rostliny v noci *slamou*, aby teplo z nich *sálati* nemohlo.

c) Paprsky tepla, jež na tělo dopadají a ani od něho se *neodrážejí*, ani jím *neprocházejí*, bývají od tepla *pohluceny*, čímž *teplota* těla se *zvyšuje*. *Rozličná* tělesa *pohlcují* však za *týchž* okolností *rozličné* množství tepla, neboť *přibývá* tepla jejich *rozličnou* měrou. V *mezích* určitých t. j. až do 100° C. *přibývá* *pohlcování* tepla tou měrou, kterou *přibývá* *sálavosti*, t. j. *čím více tepla tělo* *vyzařuje*, *tím více* ho *těž pohlcuje*.

Obr. 406.



Tělesa *barvy tmavé* *pohlcují více* tepla než tělesa *barev světlých*, proto bývají *kuličky* *teploměrů*, jakož i *rozličné části* *přístrojů*, jichž *ku* *skoumání* *sálavého* *tepla* *se* *užívá*, *koptem* *počerněny*. — Pod *černým* *suknem* *roztaje* *sníh* *dříve* *než* *pod* *bílým*. — *Černý* *oděv* *jest* *teplejší* *než* *bílý* *neb* *šedý*.

d) Paprsky tepla *odrážejí se* od těles *dle* *týchž* *zákonů* jako *paprsky* *světla*, *část* *paprskův* *teplových* *odráží se* od těles *nepravidelně*, t. j. *rozptyluje se* *na* *všecky* *strány*.

Dáme-li do *ohniska* *dutého* *kovového* *zrcadla* *tělo* *silně* *zahřáté*, *zapálí se* *hubka* *aneb* *jiná* *zápalná* *látka* *v* *ohnisku* *zrcadla* *druhého*, *jsou-li* *obě* *zrcadla* *tak* *proti* *sobě* *postavena*, *aby* *osy* *jejich* *splývaly* *v* *tutéž* *přímku*; neboť *odrážejí se* *paprsky* *teplové* *od* *prvního* *zrcadla* *rovnoběžně* *s* *osou*, *dopadají* *na* *druhé* *zrcadlo* *rovnoběžně* *s* *osou* *a* *odrážejí se* *pak* *do* *ohniska* *zrcadla* *druhého*, *kdež* *se* *soustřeďují* (obr. 406.).

e) Některými tělesy procházejí paprsky tepla tak jako procházejí paprsky světla tělem průhledným. Tělesa, jež paprsky tepla propouštějí, zovou se *průteplivá*; tělesa, která teplových paprsků nepropouštějí, slovou *neprůteplivá*.

Nejprůteplivější všech těles jest *kamenná sůl*. Vzduch jest taktéž velmi průteplivý, pročez nenasadno vodivost tepla vzduchu ustanoviti, ješto nelze určití, zdaž teploměr teplem od částice k částici vzduchu rozváděným aneb teplem sálavým se zahřívá.

Průteplivost těles neřídí se ani průhledností, ani barvou jejich.

Vyhraněná sůl, hraněný vápenec, sádrovec a kamenec jsou téměř stejnou měrou průhledny, ale mají průteplivost velmi rozličnou; jestiž, jak výše vytknuto, kamenná sůl nejprůteplivější, kamenec jest pak málo průteplivý. — Tlusté černé sklo a černá slída jsou neprohledné ale průteplivé; voda jest velmi průhledná ale málo průteplivá.

f) V tělesích průteplivých *lámou se paprsky teploté dle týchž zákonův jako paprsky světla.*

Ve hranolu z kamenné soli paprsky světla též se *rozkládají*, čímž vzniká jakási *vidmo teploté*.

V době novější byly pozorovány též *křížení a ohyb, dvojlom a polarisace* paprskův teplotých.

276. Zahřívání země sluncem. Docházejí-li teploté paprsky sluneční k zemi naší, tož část jich vrstvy vzduchové odrážejí, část pohlcují a toliko zbývající část dostihuje země a zahřívá ji. Země zahřívá se paprsky slunečními mnohem více než vzduch, kterýž je čím dále od země tím chladnější. Teplem od země vysálaným zahřívají se vrstvy vzduchu k zemi přiléhající, stoupají, stavše se řídkšími, výše a sdělují část nabytého tepla vrstvám výše ležícím.

Čím *šikměji* dopadají paprsky sluneční na zemi, tím *méně* zahřívají zemi.

a) Z rána a večer dopadají paprsky šikměji než o poledni, proto bývá ráno a večer menší teplo než v poledne.

Po východu slunce zahřívá se vzduch a teplota jeho stoupá v létě až do 3 hod., v zimě do 1 hod. odpoledne, kdež dosahuje stupně *nejvyššího*, načež opět klesá až k ránu druhého dne, kdež krátký čas před východem slunce k *nejnižšímu* stupni padá. Země zahřívá se totiž tak dlouho, pokud pohlcuje více tepla než vyzařuje. V létě ve 3 hodiny a v zimě v 1 hodinu odpoledne pohlcuje země právě tolik tepla, co vyzařuje, a v tu dobu jest tudíž teplota nejvyšší. Od té doby až k východu slunce druhého dne vyzařuje země více tepla než ho pohlcuje, proto tepla ubývá.

Střední teplota denní stanoví se obyčejně pozorováním teploměru v 6 hod. ráno, ve 2 hod. odpoledne a v 10 hod. večer, může však též z nejvyššího a nejnižšího stupně každého dne se vypočísti. Ze středních teplot všech dnů jistého měsíce určuje se *střední teplota toho měsíce* a ze středních teplot všech měsíců vypočítává se pak *střední teplota celého roku*.

b) V krajinách *na rovníku* jest teplota největší, neboť dopadají tam paprsky po celý rok téměř *kolmo*. Jsou tam tudíž pouze dvě roční

počasí; totiž suché a deštivé. V pásmu *studeném* dopadají paprsky téměř po celý rok šikmo, proto jest tam *dlouhá a studená* zima. V pásmu *mírném* na severní polokouli bývá v polovici ledna teplota *nejnižší*, neboť až do té doby země více tepla vyzařuje, než ho přijímá. Od polovice ledna přibývá tepla až do prostřed července, kdež bývá teplota *nejvyšší*, a odtud pak zase až do polovice ledna tepla ubývá.

c) Čím blíže rovníku tím větší jest *střední teplota roční*, kteráž jest tudíž tím *větší*, čím *menší* jest zeměpisná šířka toho kterého místa. Měla by tudíž místa, mající stejnou zeměpisnou šířku, též stejnou teplotu roční. Ze zkušenosti známo však, že spravuje se střední teplota roční netoliko zeměpisnou šířkou, nýbrž i povahou půdy, podnebím, výškou nad hladinou mořskou, vzdáleností krajiny od moře a jinými okolnostmi.

Vlhká bahnitá půda zahřívá se *méně* než suchá, neboť páry vodní z ní vystupující mnoho tepla poutají. — Písečná a světlá půda více tepla pohlcuje než hlinitá a sytá. — Čím výše nad hladinou mořskou, tím více ubývá tepla, neboť jsou vyšší vrstvy vzduchu řidší a od země vzdálenější. — Na pobřeží mořském bývají chladná léta a mírné zimy, čím dále od moře, tím teplejší bývají léta a tím studenější zimy. Praha a Dublín mají ku př. téměř stejnou střední teplotu roční a přece jest střední teplota nejstudenějšího měs. v Praze $-2.5^{\circ} C$, v Dublíně $+4.3^{\circ} C$, střední teplota nejteplejšího měsíce v Praze $+20.2^{\circ} C$, v Dublíně $+16^{\circ} C$.

277. Větry. Zahřívá-li se vzduch sluncem v jednom místě na zemi naší více než v druhém, stoupá zahřátý, jsa řidším a tudíž lehčím, do výšky a na místo jeho přichází pak dolem vzduch studenější z kraja sousedních. Takovéto *proudění vzduchu* zove se *větre*.

Pravidelné větry vznikají na pobřežích vod, zvláště na pobřeží mořském, odkudž i *pobřežními větry* se nazývají. Ve dne zahřívá se vzduch na pevnině více než nad vodou, proto proudí vzduch z vody na pobřeží a vzniká *vítr mořský*. V noci ochlazuje se země a tudíž i vzduch nad ní vyzařováním tepla více než nad vodou, proto věje vítr v noci z pobřeží na vodu a nazývá se *vítr zemský*.

Na rovníku stoupá vyhřátý vzduch ustavičně do výšky a odtéká horem k oběma pólům, na jeho místo proudí pak od obou pólů vzduch chladnější; pravidelné tyto větry na rovníku zovou se *pasátní*, kteréž jsou tudíž dvojí, totiž *severní* a *jižní*. Rychlým otáčením se země okolo osy mění však tyto větry původní směr svůj a jsou pak na severní polokouli *severovýchodní* a na jižní polokouli *jihovýchodní*. Na hranici, kde oba tyto větry spolu se stýkají, ruší se vzájemně, tak že vzniká tam *bezvětrí* č. *končina tíšin*. Na pevnině, kdež hory a proměnlivá teplota země pasátním větrům překážejí, bývají větry tyto zřídka pravidelné, nejpravidelnější jeví se na moři nejméně 50 mil od pevniny.

Poněvadž vzduch od severní točny k rovníku proudí vždy na širší povrch země postupuje a jej konečně úplně pokrytí nemůže a vzduch od rovníku k točně proudí vždy na užší povrch přichází, protrhuje často proud horní proudem dolním, čímž vznikají pak výsledné směry větrů. U nás střídají se větrové obyčejně postupem následujícím: Po větru východním následuje jihovýchodní, pak jižní a jihozápadní, západní a severozápadní, severní a severovýchodní a konečně opět východní.

Větrové jižní, jihozápadní a západní přinášejí nám vzduch naplněný parami vodními, kteréž v chladnějších končinách co déšť se srážejí; větrové severní, severovýchodní a východní přinášejí k nám vzduch chladný a suchý.

Slabý právan stává se patrným v pohybu plamene, kouře, peří atd. *Silnější proudění vzduchu č. vítr* naznačuje se co do směru *korouhvičkami větrnými*; rychlost a síla větrů měří se pak zvláštními *větroměry* (anemometry).

Korouhvička větrná jest deska, mající tvar korouhvičky a otáčející se velmi snadno okolo svislé osy na nejvyšším vrcholu stavení (ku př. věži). Plocha korouhvičky obrací se vždy po směru větru. Ve *vyšších* vrstvách určuje se směr větru z pohybu oblaků, jež můžeme v zrcadlech vodorovně položených pozorovati.

