

XIII.
33.

PŘEHLED SILOZPYTU,

ČILI

SOUBOR

DŮLEŽITÝCH ZÁKONŮ A VĚT FYSIKALNÍCH

PRO

ABITURIENTY ŠKOL STŘEDNÍCH A PÆDAGOGIÍ

JAKOŽ I

K POUČENÍ SOUKROMÉMU VŮBEC.

NAPSAL

FRANT. J. HROMÁDKO,

PROFESSOR CÍS. KRÁL. VYŠŠÍHO REALNÉHO GYMNASIA V TÁBOŘE.



(SE 123 VYOBRAZENÍMI.)



V TÁBOŘE.

NÁKLADEM KNĚHIKUPECTVÍ KARLA JANSKÉHO.

1880.

Předmluva.

Žnámo s dostatek, že žáci středních škol, kteří v jednotlivých kusech silozpytu dosti obsáhlé a důkladné vědomosti na jevo dávají, při zkoušce maturitní, mají-li buď přírodní zákony stručně a přesně prosloviti, nebo některý výjev fysikalní podstatně vyložiti, někdy příliš *rozvláčně*, jindy opět *nejistě* a *rozpačitě* si počinávají.

Z druhé strany potvrzuje zkušenost, že věty a zákony přírodní, vyslovené *krátce*, *určitě* a co možná *jednoduše*, v paměť *nejednoduše* se vštěpují a v ní *nejdříve* utkvívají. Konečně se vyskytuje i ve věku pokročilejším, najmě *za našich dnů*, každému *vzdělanci* častá toho potřeba, aby pravdy fysikalní, vyšlé mu již poněkud z paměti, v ní opět ožily, nebo aby o výjevech záhadných nabyt *snadno* pravého ponětí a na základě tom i dalšího, zevrubnějšího poučení.

Aby potřebám toho a podobného rázu aspoň z části se vyhovělo, sepsána kniha tato, která, byť i co první pokus svého druhu nebyla dosud dokonale, přece prospěje tuším těm, kdo *rychlý* a *snadný rozhled* po širých luzích silozpytu zjednati si přejí.

K účelu tomu všude zachována posloupnost učiva v knihách učebných obvyklá a z každého odboru sestaveny v odstavcích samostatně oddělených, co možná *jednoduše* a *srozumitelně*, ty *zákony* a *výjevy* přírodní, které každému vzdělanci znáti sluší.

Aby hledání v knize bylo usnadněno, přidán na konci *ukazatel věcný*, dle abecedního pořádku sestavený.

Zákony fyzikální, které buď svou důležitostí, buď rozmanitým užíváním v obecném životě nad jiné vynikají, jsou tuto pro všestranné objasnění věci mnohdy z rozličných hledišť opěťovány.

Vyobrazení fyzikálních strojů s krátkým naznačením jejich výkonů mají žákům a čtenářům jednak skutečné stroje fyzikální, jednak i pokusy jimi konané na paměť uváděti. Názorné tyto pomůcky tvoří takřka ostrůvky památné, okolo nichž celé skupiny přírodních zjevů mnohdy se rozkládají.

Stručný dějepisný přehled na slovo vzatých silozpytců jakož i výzkumů, jimiž tito duševní bohatýři přírodovědu obohatili, nebude doufám dílu tomu na újmu a poskytne spíše čtenáři vedle poučení též nevšední zábavy duševní.

Fyzikální tabulky v zadu připojené mají účel dvojitý: a) zákony silozpytné zevrubněji *odůvodniti* a je vespolek *porovnávat*, b) poskytnouti žákům, řešícím úlohy fyzikální slušnou *zásobu* t. zv. *fyzikálních konstant* čili stálých hodnot.

Podáváje knihu tu u veřejnost přeju si, aby jinochům studujícím poskytla při opakování fyziky pomůcku vydatnou a přispěla hojnou měrou k utužení a rozšíření vědomostí jejich, vzdělanému pak čtenářstvu vůbec aby byla zdrojem žádoucího vysvětlení a poučení ve věcech silozpytných buď pozapomenutých buď záhadných a neznámých.

V T á b o ř e, v srpnu 1879.

Spisovatel.

OBSAH:

	Strana
Úvod do silozpytu	1 — 2
Všeobecné vlastnosti těles	2 — 4
Vnější různost hmot	4 — 6
Výjevy spojitosti	6
Přílnavost a její výjevy	7 — 8

Lučba.

Rozhled povšechný	8
Seznam nejdůležitějších prvků	8 — 9
1. Z lučby všeobecné:	
A. Nekovy	9 — 11
B. Kovy	11 — 13
C. Sloučeniny. Kyseliny. Zásady. Soli	15
2. Z lučby ústrojně (organické)	15 — 19
Přehled některých chemických hmot dle abecedního pořádku sestavený	16 — 22

I. Statika.

A. Z nauky o rovnováze hmot pevných.	
1. Skládání a rozkládání sil	22 — 24
2. Rovnováha na strojích	24 — 28
3. Tíže a těžiště hmot	28 — 31
B. O rovnováze kapalin (hydrostatika)	31 — 34
O plování hmot	34 — 36
C. Aërostatika čili o rovnováze vzdušin	36 — 42

II. Nauka o pohybu hmot (dynamika).

A. Pohyb hmot pevných.	
a) Dva druhy pohybu, měření sil a práce	43 — 44
b) O volném pádu	44 — 45
c) Pád po rovině šikmé	45
d) Kyvadlo	45 — 46
e) Pohyb otáčivý	47
f) Pohyb hmot vržených	48 — 49



	Strana
g) Pohyb centrálný (středoběžný)	49—51
h) Volná osa	51—52
i) O rázu hmot (nep pružných i pružných)	52—53
B. Pohyb hmot kapalných (hydrodynamika)	53—54
C. Pohyb hmot vzdušných (aerodynamika)	55
D. Překážky pohybu	55—56

III. Akustika.

A. Z nauky o pohybu vlnivém vůbec	57—59
B. O zvuku.	
a) Zdroje zvuku	59—60
b) Rozvádění a rychlost	60—61
c) Odraz zvuku	61—62
d) Lom zvuku	62—63
C. O Tónech.	
a) Tóny, stupnice, akkordy	63—66
b) Hudební nástroje	67—68
c) Uzly chvění	68—69
d) Křížení zvuku	69
e) Tóny kombinační	69—70
f) Ozvuk a ozvučnice (resonator)	70
g) Ucho a slyšení	70—71

IV. Magnetičnost.

A. Základné výjevy	72—73
B. Magnetický rozklad	73—74
C. Magnetičnost země	74—76
D. Magnetické nástroje	76—77
E. Diamagnetičnost	77—79

V. Elektřina.

Rozhled povšechný	80
A. Elektřina buzená třením	80—88
B. Elektřina ovzduší (atmosferická)	88—89
C. Elektřina galvanická	89—90
a) Zákon elektrobudičů	91—92
b) Články stálé	92—93
c) Odpor proudu	93—95
d) Mocnost galvanického proudu	95—96
e) Měření galvanického proudu	96
f) Účinky galvanického proudu	97
1. Výjevy tepla a světla	97—98
2. Účinky chemické	98—101
3. Účinky magnetické	101—106
g) Užívání galvanických proudů	106—109
h) Ampérova theorie magnetičnosti a diamagnetičnosti	109

	Strana
D. Elektřina soubudná (indukční)	110—114
Rotační magnetičnost	114—116
E. Elektřina buzená teplem (thermo- & pyroelektřina)	116—117
F. Elektřina živočišná	117—118

VI. Nauka o světle (optika).

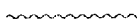
A. Orthoptika a theorie světla	119—121
B. Odraz světla a zrcadla (katoptrika)	121—124
C. Lom světla (dioptrika).	
1. Základné výjevy	124—126
2. Lom světla ve hranolu	126—127
3. Lom světla v čočkách	127—130
4. Vady čoček	130—131
5. Oko lidské a vidění	131—133
6. Výjevy osobní (fysiologické)	133—134
D. Rozklad bílého světla. O barvách	134—137
E. Nejdůležitější optické nástroje	137—142
F. Chemické účinky světla a fotografie	143—144
G. Rozptyl světla (disperse).	
1. Základné pravdy	144—145
2. Vidmo a spektrální rozbor světla	145—147
3. Fluorescence a fosforescence světla	148
4. Duha	148—149
H. Jemné výjevy světla.	
1. Křížení (interference)	149—150
2. Ohyb (inflexe)	150—151
3. Dvojlom	151—164
4. Polarísace	164—168

VII. Nauka o teple.

A. Účinky tepla.	
1. Roztahování hmot, thermometrie	169—162
2. Změna skupenství	162—163
B. Šíření tepla.	
1. Teplo vedené	163—165
2. Teplo sálavé	165—167
C. Jímavost tepla a teploměrství	167—170
D. Teplo utajené a jeho působení	170—171
E. Páry.	
1. Vlastnosti par vůbec a vodních zvlášť	171—174
2. Vlhkost ovzduší	175—178
3. Užívání parní síly, parostroje	178—182
F. Zdroje tepla a jeho podstata	182—184
Theorie tepla	184—186

VIII. Z fyziky kosmické.

	Strana
A. Astronomie.	
Rozvrh a poloha hvězd	187—189
Slunce a soustava planet	189—191
Planety	191—193
Země	193—195
Měsíčky (luny)	195—196
Měsíc naší země	196—197
Kometry, meteory, světlo zodiakální	197—198
B. Meteorologie.	
Teplota, tlak, vlhkost atd.	199—201
Výjevy světelné na obloze i při zemi	201—205
Dodatky.	
1. Stručný přehled dějepisný proslulých silozpytců a hvězdářů	205—209
2. Tabulky fyzikální	210—225
Ukazatel věcný	226—240



Omyly.

Str.	Odstavec	Místo:	Čti:
2	9	8640	86400 sek.
3	21	převrátané	převratné
12	79	jodity	jódidy
16	108	netečny	netečné
20	6 zdola a j.	alkoloid	alkaloid
66	429	$(\frac{3}{2})^{12} \cdot 2^7$	$(\frac{3}{2})^{12} : 2^7$
71	472	závítek	závitek
80	539	elektřina	elektřina
80	541 B.	1852	1752
84	769	769	569
87	3. řádek zdola	elektro-	elektro-
89	588	páteři	pateři
120	791	položliti	položiti
121	792	Fresnel	Fresnel
122	805	depuskop	debuskop
131	869	v bílé barvy	bílé v barvy.

Úvod do všeobecného silozpytu.

Vše, co působí ve smysly naše, nazýváme *hmotou* a výsledek tohoto působení poznáváním *hmoty*. 1

Prostor *hmotou* naplněný a odevšad uzavřený slove fyzickým *tělesem* a množství *hmoty* v něm obsažené jeho *hmotností*. 2

Soujem všech *hmot* označujeme slovy: „*příroda*“ aneb *hmotný svět*. Každá změna na *hmotách*, buď přirozeně se vyskytující aneb přičiněním lidským způsobená, slove *výjev* (*fænomen*). 3

Změny na *hmotách* pozorované se dějí dle stálých pravidel, jež označujeme názvem „*zákonů přirodních*.“ 4

Poslední neznámá příčina každé změny na *hmotách* slove *síla* a nauka o působení sil *přirodozpyt*. Ten se dělí na *silozpyt* (fysiku) a *životozpyt* (fysiologii).

Úkolem *silozpytu* jest pozorovati a vykládati prostorné *výjevy* vyskytující se na *hmotách neústrojných*. 5

Známosti o *přirodních zákonech* nabýváme způsobem dvojím:

- a) *empirickým* (pozorováním a zkoušením),
- b) *theoretickým* (rozumováním a počítáním).

Výjev vykládati jest stopovati všecky jeho příčiny ve přirozené jejich souvislosti až na poslední (sílu). 6

O důležitosti *silozpytu* v době nynější, kde každý fyzikální vynález (parostroje, železnice, elektrický telegraf, galvanoplastika, fotografie a j.) ihned všeobecného upotřebení dochází, netřeba šířiti slov. Mimo *hmotné výhody* vede nás *silozpyt* též na dráhu pravého poznání Tvůrce všehomíra. 7

A. Všeobecné vlastnosti těles.

8 Ku všeobecným vlastnostem těles počítáme takové výjevy, beze kterých hmoty ani sobě mysliti nemůžeme. Sem patří:

1) *Vlastnosti prostoru, jako:*

- a) rozprostraněnost,
- b) pórovatost,
- c) roztažitelnost,
- d) stlačitelnost.

2. *Vlastnosti hmoty, jako:*

- a) neprostopustnost,
- b) dělitelnost,
- c) setrvačnost,
- d) tíže.

9 *Rozprostraněnost* těles záleží v tom, že každé má určitou rozsáhlost na *délku, šířku a výšku*.

Velikost prostoru, jež těleso zajímá, slove jeho *krychlovým obsahem*.

(Měření, jednotky míry — metr a jeho odrudy — nonius; Nunez 1857)

— *Úhly* se měří stupněmi, $1^\circ = 60'$, $1' = 60''$.

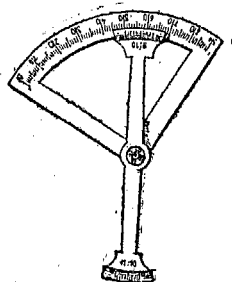
— *Plochy* plochami $1 \square m. = 100 \square dm. = 10.000 \text{ cm.}$,
— $100 \square m. = 1 \text{ ár.}$

— *Tělesa* krychlemi, 1 kr. m. slove *stér*, 1 kr. dm. (dutá míra na kapaliny a věci sypké) se nazývá *litr* = 10 dl. = 100 cl. Duté uvnitř stupnicí opatřené nádoby slovou *mensury*.

— *Měřítka*, sférometr, kathetometr, drobnohled (mikrometr) a j.

— *Váhy*. Váha 1 kr. dm. čisté vody = 1 kg. (kilogram) = 1000 gr.

— *Měření času*. Hodiny sluneční, pískové, vodní, kyvadelní, elektrické časoměry, chronografy a p. Den má 24 hodin = 1440 min. = 8640 sek. *Základ*: rovnoměrný pohyb naší země okolo osy (den) a okolo slunce (rok).



Obr. 1. *Kruhový oblouk* (čtverník, kvadrant) s *noniemi* na koncích pohyblivé páky.

Obr. 1.

Jest-li 9 stupňů měřítka na nonius přeneseno a v 10 částí sobě rovných rozděleno, ukazuje nonius desetiny stupně t. j. po 6 min.

Každá hmota jest *neprostupna**), t. j. v prostoru, jež hmota vyplňuje, nemůže *současně* býti jiná hmota (potápěcí zvony a m. j. výjevy.)

Obr. 2. Láhev se zátkou neprodyšně přilehající a trubičkou. Lijeme-li do láhve touto trubičkou kapalinu, neteče do ní — výjev neprostupnosti vzduchu.

Každá hmota jeví uvnitř *průlinky* čili *póry*, t. j. malé mezery, ve kterých voda, vzduch a j. hmoty na př. ethér mohou býti obsaženy (průlinčitost, pórovatost hmot).

Obr. 3. *Rtuťový lis*, kterým lze ukázati že dřevo jest pórovaté. Rtuť se protlačuje skrze dřevo a prší v podobě deště do nádoby podstavené.

Každá hmota může *teplem* neb jinou silou býti rozšířena (roztažena), t. j. na větší prostor uvedena (roztažitelnost). (Užívání: teploměry rtuťové a p. též z pevných a vzdušných hmot.)

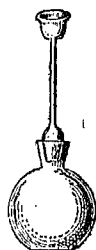
Obr. 4. *Kovová koule* (obyč. mosazná) prochází za obyčejné teploty kroužkem železným volně. Zahřejeme-li ji, pak v něm vázne. Teplo roztahuje hmoty pevné.

Stlačitelnost jmenujeme vlastnost hmot, následkem které je lze tlakem a ochlazením na menší prostory uváděti.

Obr. 5. Skleněná dutá koule (balon) jest naplněna kapalinou a v hrdle jejím upevněna trubice opatřená stupnicí. Zahříváme-li kouli, stoupá kapalina v trubici (roztažitelnost kapalín).

Každou hmotu lze mechanickými nástroji na nejmenší částice drobiti (dělitelnost). Částice tyto jsou buď ze hmoty *jednoduché* (atomy), aneb se skládají z více hmot jednoduchých v nedílný celek (molekul) sloučených. Molekuly hmot složitých lze působením *chemickým* ještě od sebe roz-

10



Obr. 2.

11

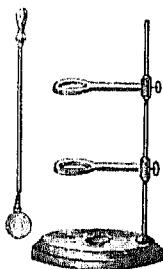
12



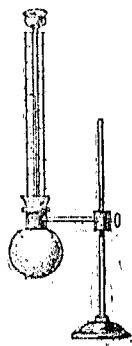
Obr. 3.

13

14



Obr. 4.



Obr. 5.

*) Zátěžliva.

lučovatí (dělitelnost chemická). *Jednoduché* součástky z dělení toho plynoucí slovou *atomy*. Každá hmota se skládá konečně z atomů.

15 Žádná hmota nemůže sama sebou pohyb ani začítí ani jsoucí v pohybu sama se zastaviti (setrvačnost). — Výjevy setrvačnosti.

16 Každá hmota jeví jakousi snahu pohybovati se *směrem svisným k zemi*. Překáží-li jí v tom podložka pod ní postavená, tlačí na ni a velikost tohoto tlaku nazývá se *vahou hmoty* (prostou).

17 a) Váha hmotné *krychlové jednotky* slove *měrnou* (specifickou) *vahou* té které hmoty (na př. váha 1 krychl. decimetru (litru) čisté vody při 4° C. = 1 kilogram).

18 Krychlový obsah *váhové jednotky* má obdobně název *měrného obsahu*. (1 gram vodíku = 11·159 kub. decimetrů a slove *kotyl* (Bothe).

19 Stejná množství hmoty nezajímají nutně stejné prostorné obsahy; tělesa mají *rozličnou hustotu*.

20 Poměr prostých vah dvou hmot *téhož krychlového obsahu* nazývá se *hustotou hmoty* jedné měřené hmotou *druhou*. Tato se bere pak za *jednotku míry*, na př. *hustota čisté, překapané vody* (při 4° C.).

21 *Hustota* a měrný obsah hmot jsou *převrátné číselné hodnoty* a vztahují se u hmot tuhých i kapalných, když není jinak udáno, vždy *k vodě* t. j. voda se považuje *za jednotku hustoty* všech hmot.

B. Vnější různost hmot.

22 Síly, mezi jednotlivými *molekuly* hmoty působící, slovou *molekulární* a tyto jsou dvojího druhu:

a) Síla *přitažlivá* (přitažlivost), jevíci se mezi jednotlivými molekuly též hmoty, má název *spojitosti* (cohaesio).

b) Síla *odpudivá* mezi stejnorodými molekuly jedné a též hmoty čili *rozpínavost* (expansio).

23 Jest-li spojitosť hmot tak veliká, že jejich podoba působením *tíže se nemění*, nazýváme je *tuhými* též *pevnými*. Hmoty, které nejsou tuhé, slují *tekuté* a ty jsou opět buď *kapalné* aneb *plynně* tekuty (kapaliny, vzdušiny).

Obyčejně se říká, že hmoty se jeví *ve trojím skupenství* (tuhém, kapalném a vzdušném — led, voda, pára).

Příčinou různého skupenství jest teplo.

U kapalin jest spojivost nepatrna, původní podoba jejich 24
vlivem tíže se ruší; částice kapalin jsou snadno na všechny
strany *pošinitelný*.

U hmot vzdušných (plynů a par) převládá síla *odpudivá* 25
(expanse, rozpínavost), následkem čehož jejich součástky jeví
ustavičný chvat vzdalovati se od sebe; pročež tlačí na stěny
nádob, ve kterých jsou odevšad uzavřeny, na vše strany rovnou
měrou.

Kapaliny jsou velmi *nepatrně, vzdušiny* však u velké míře 26
stlačitelný.

Páry jsou vzdušiny, které ochlazením aneb *silným tlakem*
se srážejí *v kapaliny* (kapalněji). Vzdušiny, u kterých zka-
palnění dosud se neobjevilo, nazýváme *plyny stálé* (perma-
nentní).

Nahodilé vlastnosti hmot. K těm patří: Tvrdost (měkkost), 27
tažnost, křehkost, pružnost a pevnost.

Hmota tuhá, která jiné hmotě do ní *vnikající, značný*
odpor klade, slove *tvrdou*. Tvrdost se zkouší *desíti stálými ka-*
meny (nerosty) seřazenými takto :

- | | |
|------------------------------|-------------|
| 1) mastek, | 6) živec, |
| 2) sádra aneb sůl kuchyňská, | 7) křemen, |
| 3) vápenec, | 8) topas, |
| 4) kazivec, | 9) korund, |
| 5) apatit, | 10) démant. |

*) Řada tato sluje *stupnice tvrdosti* (Mohs 1804).

Hmoty poddajné a houževnaté slovou *tažnými*. 28

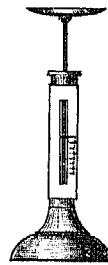
Křehkou nazýváme hmotu, u které zrušením spojivosti 29
některých její částic zároveň zrušení souvislosti ostatních
její částic nastává (rozpadání).

Hmotu nazýváme *pružnou*, jejíž částice byvše vyšinuty 30
z původní polohy, do ní opět se vracejí, jakmile vyšinující
síla působiti přestane.

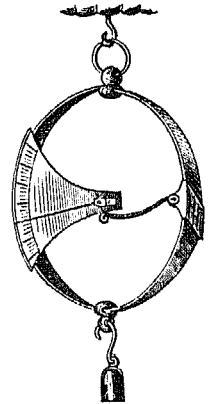
Každá hmota jest jen *v určitých* mezích pružná. *Největší* 31
síla, kterou pružnost hmot se *neruší*, slove *velikost pružnosti*.

32 V mezích pružnosti přibývá vyšínutí částic rovnou měrou s velikostí působící síly; tudíž přibývá i pružnosti úměrně s vyšínutím hmoty. Při hmotách jednoho rozměru (délky) úměrně s prodloužením. Jsou-li působící síly otáčivé (kroucení, ohybání), přibývá pružnosti úměrně s úhlem zakroucení.

Obr. 6. Pérové vážky. Na misku se kladou předměty a váhu jejich ukazuje ručička na stupnici v průčelí. (Užívání pružnosti.



Obr. 6.



Obr. 7.

Obr. 7. Váhy pérové hrubší. Břemeno se zavěsjuje dole a váhu udává ručička na stupnici v levo, která napínáním okrouhlého ocelového pera v pohyb se uvádí.

Výjevy spojivosti.

33 *Pevnost.* Odpor, jež hmota následkem spojivosti svých součástí klade každé síle, oddělující hmotné částice, nazýváme *pevností hmoty*. Mluvíce o pevnosti hmot, máme výhradně na mysli *hmoty tuhé*. Podle jakosti směru, kterým oddělování částic hmoty se děje, jest pevnost jedné a též hmoty velice rozdílná a má tudíž též rozličné názvy a sice:

34 *Pevnost v tahu* (prostá, absolutní) jest odpor, jež hmota jeví proti působící síle, která její částice prodlužováním hmoty od sebe *odtrhuje*. Odporu toho přibývá u každé hmoty *úměrně* s velikostí *příčného její průřezu*.

35 *Pevnost v lomu* (relativní), jest velikost odporu, jež hmota proti zlomení klade (staví).

*) *Únosnost trámů.* U trámů z též hmoty zhotovených jest únosnost v poměru *přímém* s jejich *jednoduchou šířkou* a *zdvojnásobněnou výškou* pak v poměru *nepřímém* s jejich *délkou*.

36 *Pevnost v roztlaku* jest odpor hmoty proti síle tlakem na ni působící. Přibývá ho též úměrně s *příčným průřezem* sloupů.

37 *Pevnost v kroucení* nazývá se odpor, jež hmota proti síle skrucující její částice, jeví.

Obyčejně se říká, že hmoty se jeví *ve trojím skupenství* (tuhém, kapalném a vzdušném — led, voda, pára).

Příčinou různého skupenství jest teplo.

U kapalin jest spojivost nepatrná, původní podoba jejich 24
vlivem tíže se ruší; částice kapalin jsou snadno na všechny
strany *pošinitelný*.

U hmot vzdušných (plynů a par) převládá síla *odpudivá* 25
(*expanse*, rozpínavost), následkem čehož jejich součástky jeví
ustavičný chvat vzdalovati se od sebe; procož tlačí na stěny
nádob, ve kterých jsou odevšad uzavřeny, na vše strany rovnou
měrou.

Kapaliny jsou velmi *nepatrně*, *vzdušiny* však u velké míře 26
stlačitelný.

Páry jsou vzdušiny, které ochlazením aneb *silným tlakem*
se srážejí v *kapaliny* (kapalněji). Vzdušiny, u kterých zka-
palnění dosud se neobjevilo, nazýváme *plyny stálé* (perma-
nentní).

Nahodilé vlastnosti hmot. K těm patří: Tvrdost (měkkost), 27
tažnost, křehkost, pružnost a pevnost.

Hmota tuhá, která jiné hmotě do ní *vnikající*, *značný*
odpor klade, slove *tvrdou*. Tvrdost se zkouší *desíti stálými ka-*
meny (nerosty) seřaděnými takto :

- | | |
|------------------------------|-------------|
| 1) mastek, | 6) živec, |
| 2) sádra aneb sůl kuchyňská, | 7) křemen, |
| 3) vápenec, | 8) topas, |
| 4) kazivec, | 9) korund, |
| 5) apatit, | 10) démant. |

*) Řada tato sluje *stupnice tvrdosti* (Mohs 1804).

Hmoty poddajné a houževnaté slovou tažnými. 28

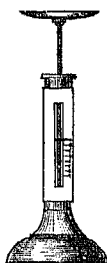
Křehkou nazýváme hmotu, u které zrušením spojivosti 29
některých její částic zároveň zrušení souvislosti ostatních
její částic nastává (rozpadání).

Hmotu nazýváme *pružnou*, jejíž částice byvše vyšínuty 30
z původní polohy, do ní opět se vracejí, jakmile vyšínující
síla působiti přestane.

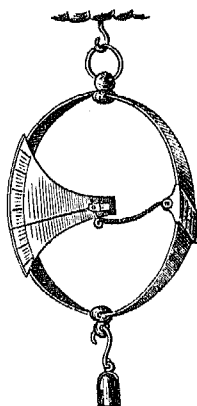
Každá hmota jest jen v *určitých* mezích pružná. *Největší* 31
síla, kterou pružnost hmot se *neruší*, slove *velikost pružnosti*.

32 V mezích pružnosti přibývá vyšínutí částic rovnou měrou s velikostí působící síly; tudíž *přibývá i pružnosti úměrně s vyšínutím hmoty*. Při hmotách jednoho rozměru (délky) *úměrně s prodloužením*. Jsou-li působící síly otáčivé (kroucení, ohybání), přibývá pružnosti *úměrně s úhlem zakroucení*.

Obr. 6. *Pérové vážky*. Na misku se kladou předměty a váhu jejich ukazuje ručička na stupnici v průčelí. (Užívání pružnosti).



Obr. 6.



Obr. 7.

Obr. 7. *Váhy pérové hrubší*. Břemeno se zavěsuje dole a váhu udává ručička na stupnici v levo, která napínáním okrouhlého ocelového pera v pohyb se uvádí.

Výjevy spojivosti.

33 *Pevnost*. Odpor, jež hmota následkem spojivosti svých součástí klade každé síle, oddělující hmotné částice, nazýváme *pevností hmoty*. Mluvíce o pevnosti hmot, máme výhradně na mysli *hmoty tuhé*. Podle jakosti směru, kterým oddělování částic hmoty se děje, jest pevnost jedné a též hmoty velice rozdílná a má tudíž též rozličné názvy a sice:

34 *Pevnost v tahu* (prostá, absolutní) jest odpor, jež hmota jeví proti působící síle, která její částice prodlužováním hmoty od sebe *odtrhuje*. Odporu toho přibývá u každé hmoty *úměrně s velikostí příčného její průřezu*.

35 *Pevnost v lomu* (relativní), jest velikost odporu, jež hmota proti zlomení klade (staví).

*) *Únosnost trámů*. U trámů z též hmoty zhotovených jest únosnost v poměru *přímém* s jejich *jednoduchou šířkou a zdvojnásobenou výškou* pak v poměru *nepřímém* s jejich *délkou*.

36 *Pevnost v roztlaku* jest odpor hmoty proti síle tlakem na ni působící. Přibývá ho též *úměrně s příčným průřezem sloupů*.

37 *Pevnost v kroucení* nazývá se odpor, jež hmota proti síle skrucující její částice, jeví.

Přilnavost a její výjevy.

Dvě nestejnorodé (též oddělené stejnorodé) hmoty, které na povrchu spolu se *dotýkají*, jeví k sobě někdy zvláštní *přilnavost* čili *přilnavost* (adhæsio), někdy však opak toho.

Značí-li *t* tuhou, *k* kapalnou a *v* vzdušnou hmotu, máme tyto případy přilnavosti hmot:

- 1) $t + t'$ (křída k tabuli),
- 2) $t + k$ (obilí, sůl, voda, botnání, roztok),
- 3) $t + v$ (Döbereinerovo zapalovadlo),
- 4) $k + k'$ (voda k vínu, mléku a j., míchání),
- 5) $k + v$ (vzduch, kyselina uhličitá a j. k vodě),
- 6) $v + v'$ (kterékoliv dvě vzdušiny).

Jest-li *spojivost* částic pevné hmoty *menší* než jejich 38
přilnavost ku *kapalině* (2), rozpouští se pevná hmota v kapalině (rozpuštěnina, roztok).

Případ 4) jest základem míchání, *endosmosy* a *exosmosy*; 39
3) a 5) slovou *pohlcování*, *vlykání* (absorbce). Případ 6) konečně má název *pronikání* čili *diffuse* plynů.

Kapalina může jen určité množství pevné hmoty roz- 40
pouštěti (při stálé teplotě). Stalo-li se toto, jest *roztok nasycen*.

Těleso neústrojně, rovnými stěnami ohrazené, v někte- 41
rých směrech štěpnější než v jiných, slove *hráně* čili *krystal*.

Krystalení se děje: 42

- a) zdlouhavým *chlazením* roztavené hmoty,
- b) *odpařováním* vody z roztoků *nasycených*.
- c) *přimícháním* látky, ku které rozpustidlo (voda) *lne* (n. př. líhu k roztoku modré skalice ve vodě).

Dle polohy os jest *šestero* hráňových soustav: 43

- a) soustava *krychlová* (3 sobě rovné a k sobě kolmé osy, všechny hlavní);
- b) soustava *čtveřecná* (3 osy, z nich dvě sobě rovny a všechny k sobě kolmo);
- c) soustava *kosočtveřecná* (rhombická), 3 osy k sobě kolmo a všechny rozdílny;
- d) soustava *jednoklonná* (monoklinická), 3 osy vesměs sobě nerovny, dvě na sobě šikmo a třetí na rovině těchto kolmo.

- e) soustava *trojklonná* (triklinická), 3 osy všechny sobě nerovny a vesměs k sobě šikmo;
 f) soustava *šesterečná, klencová* (3 sobě rovné, šikmé osy v úhlu = 60°, čtvrtá na tyto kolmo a od nich rozdílná (hlavní osa).

Lučba.

Rozhled povšechný.

- 44 Hmoty v přírodě jsou buď *jednoduché* (prvky) na př. síra, všechny kovy a j., buď z jednoduchých *složené* (sloučeniny) K těmto patří četnější množství přírodnin.
- 45 *Lučba* pozoruje a vykládá takové přírodní výjevy hmot, při kterých váha, jinak také i podoba, pevnost, chuť, barva a j. vlastnosti se mění a učí nás, kterak lze stejnorodé hmoty *rozkládati* v různorodé na př. vodu ve dva plyny, vodík a kyslík a naopak z různorodých *skládati* stejnorodé na př. ze rtuti a síry rumělkou a t. d.
- 46 Hmoty, kterých dosud nebylo lze rozložití v jiné nestejnorodé, slovou *prvky*. Počet dosud známých prvků jest 64 a ty se dělí na *nekovy* (14) a *kovy* (50).

47

Seznam nejdůležitějších prvků.

<i>Prvek</i>	<i>Znak</i>	Rovno- moc- nina	<i>Prvek</i>	<i>Znak</i>	Rovno- moc- nina
<i>A. Nekovy.</i>			Baryum	Ba	68·5
Kyslík	O	8	Hořčík	Mg	12
Vodík	H	1	Hliník	Al	13·7
Dusík	N	14	Mangan	Mn	27·5
Uhlík	C	6	Antimon	Sb	122
Síra	S	16	Vismut	Bi	210
Chlór	Cl	35·5	Zinek	Zn	32·6
Jód	J	127	Cín	Sn	59
Bróm	Br	80	Olovo	Pb	103·5
Fosfor	P	31	Železo	Fe	28
Fluor	Fl	19	Kobalt	Co	29·5
Křemík	Si	14	Měď	Cu	31·7
<i>B. Kovy.</i>			Rtut	Hg	100
Draslík	K	39·1	Stříbro	Ag	108
Sodík	Na	23	Zlato	Au	197
Vápník	Ca	20	Platina	Pt	98·7

Nejmenší částice hmoty, které mechanickým způsobem nejsouce již dělitelný samy o sobě se udržují, nazývají se *molekuly*. Molekuly se skládají z *atomů*, ve které vzájemným působením hmot a jiných sil mohou býti *rozloženy*. 48

Síla, která různorodé prvky ve sloučeninách k sobě *poutá*, slove chem. jejich *příbuznost* čili *sloučivost* (affinitas). 49

Hmota působí chemicky v jinou, jen když jest *tekutá*. 50

Hmoty *jednoduché* slučují se větším dílem jen s *jednoduchými* a složité opět nejčastěji jen se složitými (sloučeninami). 51

Slučování hmot se děje v *určitém poměrném množství dle váhy i dle objemu*. 52

Proti chemické sloučivosti (příbuznosti) působí spojivost hmot. Tato se *ruší* a ona se z pravidla *sílí teplem*. 53

Sloučeniny ze *dvou* toliko *prvků* (podvojně) slovou sloučeninami *prvé třídy*, chemické spojení dvou sloučenin *prvé třídy* zove se sloučeninou *druhé třídy* a t. d. 54

K sloučeninám *prvé třídy* patří z větší části hmoty *neústrojné, kyseliny a zásady*, k druhé třídě pak *solí* a j. 55

Největší váha, ve které hmota s jinými hmotami se slučuje, slove *vahou atomovou* čili *chemickou rovnomocninou*. 56

Slučují-li se dva prvky v rozličných poměrech, děje se to *vždy v několiknásobném množství* atomových jejich vah. 57

I. Z lučby všeobecné.

A. Nekovy.

Nejdůležitější prvky jsou kyslík (O), vodík (H) a dusík (N). 58

Všecky tři jsou plyny, ač v nejnovejší době se podařilo kyslík i vodík zkapalnit. Nalézají se nejen na zemi, nýbrž dle spektrálního rozboru světla též na slunci a na hvězdách. Všecky tři jsou *bez zápachu, bez barvy a chuti*, kyslík je poměrně *nejtěžší* (1·1), vodík nejlehčí (0·069), dusík 0·97. Vzduch náš, skládající se z dusíku a kyslíku, má měrnou váhu = 1. 59

*Kyslík (O)** jeví velkou sloučivost ke všem téměř hmotám a ještě u větší míře *ozon* (činný, polarisovaný aneb elek- 60

*) Priestley 1774.

trovaný kyslík). Slučování hmot s kyslíkem slove okysličování a sloučeniny jeho jsou obyčejně buď kyseliny, buď zásady. Kyslík jest podmínkou hoření.

- 61 *Vodík (H),**) nejlehčí ze všech známých prvků, nepodporuje hoření, hoří však sám slabým sice ale nad míru pálčivým plamenem, bývá v nesmírném množství pohlcován kyprými hmotami na př. platinovou hubkou (troudem), tak, že ji rozžavuje, tvoří podstatnou součást vody a všech hmot ústrojných.
- 62 *Dusík* vyskytuje se hlavně ve vzduchu, jest však též jinde v přírodě, zvláště v říši živočišstva rozšířen. Jeho vlastnosti jsou z větší části *záporného rázu*, nemá ani chuti, ani barvy, ani zápachu; nehoří ani nepodporuje hoření a dýchání. Vylučuje se ze vzduchu žhavými třískami z mědi, s kterými kyslík se slučuje.
- 63 Vzduch jest smíšenina z kyslíku (21%) a dusíku (79%), vodních par a jiných příměsí na př. kyseliny uhličité, čpavku a j.
- 64 *Voda* jest sloučenina z kyslíku a vodíku v poměru objemovém H_2 0 t. j. dva díly vodíku na jeden díl kyslíku.
- 65 *Prvky*: uhlík (C), síra (S) a kostík, fosfor (P) jsou *hořlavé*.
- 66 *Uhlík* se vyskytuje v přírodě v ohromných *spoustách* v uhlí kamenném, hnědém, v rašelině, tuze, v ložiskách vápenných a j. Nejčistší *krystalovaný uhlík* jest *diamant*.
- 67 *Síra* se nalezá v přírodě buď *pouhá* v sousedství sopek na př. Aetny, nebo *v četných sloučeninách* a jeví značnou sloučivost s kovy. Sloučeniny síry s kovy slovou *sírníky*.
- 68 *Kostík* (fosfor) vyskytuje se v přírodě toliko ve sloučeninách na př. v kostech zvířecích a j., jest *jedovat* a nebezpečen svou prudkou *hořlavostí*.
- 69 Užívání *síry* a *fosforu* ve průmyslu i v hospodářství, jakož i uhlíku k topení a svícení (svítíplyn) jsou známa.
- 70 *Prvky*: chlór, jód, bróm a fluor vyznačují se vesměs prudkými *kazivými vlastnostmi*, *otravují rostliny, zvířata i lidi*, ruší však též *nakažlivé výpary* ve vzduchu (miasmy, contagie, malarie, bakterie a j.), čímž opět se stávají *prospěšnými*.

*) Cavendish 1766.

Z příčiny té nazýváme *Cl*, *J* a *Br* látkami *desinfekčními* 71
(*vzduch čistícími*).

Rovněž důležité jako zajímavé jsou sloučeniny *chlóru*, 72
jódu a *brómu* se stříbrem svou *nápadnou citlivostí* k paprskům
slunečním. Na vlastnosti této zakládá se *světlopis* čili *fotografie*.

Chlór jest plyn nazelenalý, dusivý, těžký (2½krát těžší 73
než vzduch). Působení jeho v kovové prášky vyniká zvláštní
prudkostí, tak že okamžitě se *rozžahují*. Užívá se ho k bi-
lení látek rostlinných a k rušení nákažlivých látek ve vzduchu.

Některé sloučeniny chlóru s látkami (zásadami) ústroj- 74
nými jako *chlóroform* a *hydrát chlóralkalový* mají do sebe tu po-
divuhodnou vlastnost, že člověka, který je v podobě par do
sebe vdychuje, na čas tak omamují, že všeho citu i vědomí
pozbyvá, což mnohdy bývá *neocenitelným dobrodíním* jak pro
nemocného tak i pro lékaře.

Těž jódu, jehož páry krásnou fialovou barvou se vyzna- 75
čují, užívá se v lékařství.

Bróm vyskytuje se jako černohnědá kapalina v obchodu 76
a *fluor* toliko v *sloučeninách*, z nichž nejznámější jest kyse-
lina kazičová (fluorovodíková *FLH*), velmi *nebezpečná* to te-
kutina, která sklo rozežirá. (Vyleptávání písma na skle.)

B. Kovy.

Četné vlastnosti kovů lze sestaviti ve dvě skupiny. 77

Dle stáří můžeme roztržiditi kovy takto:

- a) Kovy *staré*, které již před Kr. P. byly známy, jako:
zlato, stříbro, rtuť, měď, olovo, cín a železo.
- b) Kovy *nové*, které na počátku našeho věku (1807) byly
objeveny jako: *K*, *Na*, *Ba*, *Sr*, *Ca* a *Mg*.
- c) Kovy *nejnovější*, které teprv (r. 1860—63) spektrálním
rozbořením světla vyšly na jevo, jako: *cæsium*, *rubidium*,
thallium, *indium* a j.

1. *Vlastnosti fyzikální*: Kovy jsou *neprůhledny*, při obyčejné 78
teplotě *tuhé*, při vysokém stupni *tepla tavitelny* ano i *prchavé*,
jsou kujny, tažny, více neb méně pružny, mají určitou tvrdost
a význačnou *barvu*, silný lesk, jsou bez chuti a čichu, *dobře*
vodíci tepla i elektřiny, stávají se dotýkáním, třením a roz-
dílou teplotou *elektrickými*, jeví k *magnetickým silám* určité

pohyby (přítah a odtah), jsou po pravidlu těžší než voda a vydávají *milý zvuk*.

79 2. *Vlastnosti chemické*: Kovy rozpouštějí se v kyselinách, mění na vzduchu svůj lesk, slučují se s kyslíkem, sirouhlíkem, vodou a kyselinou uhličitou, slučují se též se sírou, selenem, fosforem: v sírníky, selenidy, fosfidy; s chlórem, jódem, brómem a fluorem v chloridy, jodity atd.; jsou *jedovaté, barví líhový plamen* každý svým *vlastním* způsobem a dávají význačné *vidmo* (spektrum*), tvoří nezřídka *určité krystaly*, spalují se ve vysokém žáru za hojného přítoku kyslíku na kysličníky (kovové popele) vyjímaje drahé kovy.

80 Dále rozvrhujeme kovy na *lehké a těžké*. K *lehkým* čítáme: Kalium, natrium, calcium, magnesium, barium, strontium, aluminium, lithium, caesium, rubidium atd., celkem 16.

81 K *těžkým* patří kovy, jichž měrná váha jest mezi 6 a 21.4. Nejdůležitější z nich jsou: železo, zinek, cín, olovo, měď, stříbro, rtuť, zlato a platina. Některé z nich se vyskytují v přírodě ryzí, jiné bývají sloučeny s kyslíkem, sírou a p. Tyto slují *rudy*. Těžké kovy dělí se na kovy *obecné* a *drahocenné*. K těmto patří: Zlato, platina, stříbro a rtuť.

82 Lehké kovy rozlišují se konečně v tyto skupiny:

- a) Kovy *alkalií*: *K, Na, Li*, rubidium a caesium, poměrně lehčí než voda, slučují se s *kyslíkem* z ovzduší při *každé teplotě*, rozlučují vodu vylučující z ní *vodík*, uschovávají se v kapalinách bezkysličných (kamený olej).
- b) Kovy *alkalických zemin*: *Ba, Sr, Ca*, podobné předešlým s tím toliko rozdílem, že silné jejich kysličníky a hydrokysličníky ve *vodě málo* a nesnadno jsou *rozpuštny*.
- c) Kovy *vlastních zemin*: aluminium, ytrium, erbium, lantan, didym. Nejznámější z těchto kovů jest první (*Al*), vyskytující se v *žlutém masníku*, jest bílý jako stříbro, nápadně *lehký*, *výborný vodič elektriny*, vyrábí se ve Francii po továrnicku a dělá se z něho *ozdobné zboží*.

83 Skupiny těžkých kovů jsou:

- a) Skupina *zinku*: *Mg, Zn, Cd, Jn*, Beryllium.
- b) Skupina *železa*: *Fe, Mn, Co, Ni, Cr, U*.

*) Viz spektrální rozbor světla.

- c) Skupina *cínu*: *Sn*, *Zr*, Thorium, Titan, Tantal.
- d) Skupina *olova*: *Pb*.
- e) Skupina *stříbra*: *Ag*, *Hg*, *Cu*.
- f) Skupina *zlata*: Zlato (*Au*), platina (*Pt*), palladium, rhodium, osmium, iridium, ruthenium.

C. Sloučeniny.

1) Kyseliny.

Druhdy se mělo za to, že kyseliny jsou sloučeniny nekovů s hojnějším množstvím kyslíku; dle novějších výzkumů však považují se kyseliny za *sloučeniny vodíku* buď s jednoduchým aneb *složitým radikalem*. Prvky jsou jednoduché, skupiny prvků *složitě radikaly* (základy). 84

Složení kyselin souhlasí buď s jednoduchým aneb mnohonásobným *složením vody* t. j. $\left. \begin{matrix} H \\ H \end{matrix} \right\} O$ aneb $\left. \begin{matrix} H_2 \\ H_2 \end{matrix} \right\} O_2$ a t. d., kde polovina vodíku se nahrazuje jiným buď jednoduchým, buď složitým radikalem. 85

Vlastnosti kyselin jsou rozmanité; mají kyselou chuť, barví modrý lakmusový papír na červeno, leptají a rozpouštějí kovy, *ruší vlastnosti zásad*, a tvoří slučující se s nimi *solí*, jsou u větších dávkách jedovaty, jeví velkou *sloučivost s vodou*, s kterou se v každém množství mísí. Mívají význačný *zápach*, vyskytují se ve všech *třech skupenstvích*, v tuhém, kapalném i vzdušném, bývají v čistém složení, z většího dílu *beze vší barvy*, jsou *dobrými vodiči elektriny* a *špatnými vodiči tepla*. 86

Kyseliny se vyskytují zhusta *v přírodě ústrojně i neústrojně*, v ovoci a míze rozličných rostlin, v těle zvířecím (v krvi, moči a šťávě žaludeční). Ve vzduchu a vodě jest *kyselina uhličitá*, na povrchu země ohromné množství *kyseliny křemičité*, která tvoří hlavní součástku orné půdy (ornice) a mimo to se nalezá v nemalém počtu hornin jako jsou: žula, rula, porfyr, pískovec, ve množství nevyčerpatelném. 87

Z kyselin neústrojných jsou nejdůležitější *kyselina sírová* (SO_3), *kyselina dusičná* (NO_5) a *kyselina uhličitá* (CO_2). 88

Též některé sloučeniny vodíku s nekovy jsou kyseliny 89

vodíkové. Sem patří: Kyselina solná (*H Cl*), fluorovodíková (*H Fl*), bromovodíková (*H Br*), jódovodíková (*H J*) a siro-
vodíková ($H_2 S$).

2) Zásady.

- 90 *Zásady* (basis) jsou chemické sloučeniny *zvláštního rázu*, pravé protivy kyselin, mají chuť louhovitou, mění, jsou-li ve vodě rozpustny, červenou barvu lakmusového papíru vzniklou kyselinami, opět *na modro* a žlutou barvu kurkumovou na hnědo, ruší vlastnosti kyselin a působí slučující se s nimi, *solí*, rozpouštějí mastnoty, síru, kostík, chlór, jód a j. látky; jeví značnou *sloučivost s vodou*, jsou z většiny *jedovaty*, mají nezdědka *zvláštní barvu* a jsou *bez zápachu*.
- 91 Zásady jsou větším dílem sloučeniny kyslíku s kovy (kysličníky). Rozeznáváme kysličníky kovů *těžkých* a *lehkých*. Tyto se opět rozpadají ve tři skupiny a) skupina alkalií (K_2O , Na_2O , Li_2O), b) skupina alkických zemin (CuO , MgO , BaO , SrO), c) skupina vlastních zemin (Al_2O_3 , Be_2O_3 , ZnO_3).
- 92 Zásady vylučují se elektrickým proudem vesměs při pólu *záporném*, některé barví plamen líhový a to každá jinak, jeví v přístroji spektrálním *zvláštní stálá vidma*, *po kterých je lze poznati*.
- 93 Mimo zásady shora jmenované jsou ještě jiné *z nekovů* na př. *čpavek* (H_3N) a velké množství podobných *zásad složitých*, vyskytujících se hlavně v lučbě ústrojně (organické).
- 94 Zásad se užívá v lučebnách k neutralisaci kyselých kapalin, k vylučování slabších zásad silnějšími, k vyrábění četných chemických sloučenin. *V průmyslu* jirchářském, koželužském, v cukrovarství, k hotovení barevných skel, glasure, emailů a *maleb* na skle. *V domácnostech* k *bílení*, čištění skvrn a p., též *v lékařství*.

3) Soli.

- 95 Sloučenina z kyseliny a zásady *sluje sůl*. Téměř každá kyselina může s každou zásadou se slučovati. Solí jest *velmi mnoho*. Svým zevnějškem jsou soli *málo sobě podobny*, některé jsou ve vodě rozpustny, jiné nejsou. Rozeznáváme soli kyselé, zásadité a obojetné podle toho, převládá-li v nich kyselina, zásada aneb nemá-li žádná z nich převahy nad druhou.

Název soli odvozuje se od kyseliny, její jakost vyznačuje se *přídavným jménem zásady*. Tak slují sloučeniny *kyseliny uhličitě* uhličitany; kys. sírové *sírany*; dusičné *dusičnany*; fosforečné *fosforečnany*; křemičité *křemičitany*; chromové *chromany*; bórové, *bórany* atd. Některé soli mají též názvy obecné jako: *sádra*, *potaš*, *skalice*, *kamenec* a j. 96

Vedle solí kyslíkových máme též soli řečené *hálové*. Jsou to *sloučeniny kovů s chlórem, jódem, brómem a fluorem* na př. chlorid sodnatý (sůl kuchyňská = $NaCl$). 97

Solí kyslíkové, jakož i halové nalézají se zhusta v přírodě. Veliký počet nerostů jsou takové soli, mimo to vyskytují se v rostlinstvu, v těle zvířecím i lidském, zvláště v krvi, podporující *výživu* i *vývoj* veškerého *ústrojí* rostlinného i zvířecího. 98

Umělým způsobem se vyrábějí soli buď t. zv. *mokrou* aneb *suchou cestou* t. j. buď z kapalin (roztoků) aneb užíváním ohně (tavením). 99

Solí ve vodě nerozpustné rozpouštějí se *v kyselinách*, některé však nejsou ani ve vodě ani v kyselině rozpustny na př. síran barnatý ($BaOSO_3$). 100

Jiná vlastnost solí záleží v tom, že ze svých roztoků v určitých tvarech krystalují, některým však i tato vlastnost schází. 101

Ježto mnohé soli jsou *jedovaté*, jiné opět *výbušné*, dlužno s nimi *opatrně zacházeti* a bedlivý pozor míti, aby se nedostaly do otevřené rány a nespůsobily tam *nebezpečného zánětu* ano i smrti. 102

Užívání solí v průmyslu, umění, domácím hospodářství a v lékařství jest rovněž důležité jako rozšířeno.

II. Z lučby ústrojně (organické).

Látky z říše rostlinstva i živočišstva nazýváme *sloučeninami ústrojnými*, nauku pak o sloučeninách ústrojných *lučbou ústrojnou*. Úkolem jejím jest určovati, nejen *ze kterých prvků* a *v jakém množství* ústrojniny ty se *skládají*, nýbrž i *zpytovati* veškeré jejich *vlastnosti* a *vnitřní výjevy*. 103

- 104 *Sloučeniny ústrojné* liší se od neústrojných *menším počtem* prvků (celkem jen asi 16*), z nichž některé ještě *málo kdy* se vyskytují), *složitějšími poměry*, ve kterých se slučují jakož i mnohem větší volností a rozmanitostí svých tvarů.
- 105 Rozmanitost a četnost ústrojných bytostí vykládáme jednak *různě složitými poměry*, ve kterých prvky vespolek se slučují, jednak rozličnými spůsoby jejich vzájemného *sestavení* (nakupení).
- 106 *Prvky ústrojné* jsou jednoduché skupiny z prvků neústrojných a slují *složitými radikaly*.
- 107 *Většina látek* organických skládá se z *C, H, O, N*, jen některé obsahují též i *S, P, J* a j.
 Ve všech ústrojných sloučeninách nalezá se *uhlík (C)*, pročež pojmenovali někteří lučbu organickou též naukou o *sloučeninách uhlíku*.
- 108 *Org. sloučeniny* jeví buď vlastnosti *kyselin*, buď *zásad*, aneb jsou látky úplně *netečné* (indifferentní).
- 109 Nejdůležitější *sloučeniny netečné* jsou t. zv. *uhlohydraty*, t. j. *velká řada ústrojných látek* (hlavně z říše rostlinstva), jichž chemické sloučení jest *rázu jednoduchého*. Skládají se vesměs z *uhlíku, vodíku a kyslíku* a ve všech jest poměr $H : O = 2 : 1$ t. j. jako ve vodě, odkudž jejich název. Sem patří: *buničina* (cellulosa), $C_6H_{10}O_6$, *škrob* (amylum), druhy *klovatin gummi* $C_6H_{10}O_5$, *cukr* a to třtinový $C_{12}H_{22}O_{11}$, hroznový $C_6H_{12}O_6$, slizký či ovocný, mléčný a j.
- 110 Žádný uhlohydrát neobsahuje v sobě dusíku a síry, všechny jsou *sloučeniny indifferentní*, některé se ve vodě rozpouštějí, jiné jsou nerozpustny. Některé jeví tvar určitého ústrojného tkaniva, jiné jsou beztvarny a ještě jiné krystalovány na př. cukr.
- 111 Látky organické velmi snadno se mění; rostliny i zvířata, dokud žijí, podléhají změnám slunečního světla i tepla, mění se výživou, klíčením, zrůstem, dýcháním, zažíváním a tvořením krve; *mrtvé* spalováním, působením kyselin a zásad jakož i halogenů: *Cl, Br, J*.

*) Uhlík, vodík, kyslík, dusík, síra, fosfor, chlór, jód, bróm, fluor a křemík. Z kovů jen kysličníky draslíku, sodíku, hořčíku, vápníku a železa.

Všecky sloučeniny cukrnaté mohou působením droždí 112 (kvasnic) uvedeny býti ve kvašení t. j. rozkládají se v kyselinu uhličitou a líh (alkohol).

Org. kyseliny dávají se zásadami soli, v stavu volném 113 chovají v sobě vodík, na jehož místo při slučování v sůl kov či radikál vstupuje. Vyskytují se nejvíce v ovoci, v semenu rostlin a tuku zvířecím, mají chuť kyselou a nejsou (až na malé výjimky) jedovaty.

Četné množství org. kyselin rozpadá se hlavně na dvě 114 velké řady 1) kyseliny mastné na př. mravenčí, octová, máselná, stearová, palmitová, melissová, cerotová a j.; 2) kyseliny vlastní, jako: mléčná, jablečná, šťovíková, vinná, citronová a j.

Z kyselin vodíkových jest nejznámější kyanovodík (C_2NH), 115 nejprudší jed, páchnoucí po hořkých mandlích, ve kterých se též nalezá.

Zásady ústrojné čili alkaloidy, jeví podobné vlastnosti 116 jako zásady neústrojné, slučujíce se s kyselinami tvoří soli, nemívají ani barvy ani zápachu, mnohé z nich chutnají hořce, některé jsou rozpustny ve vodě, jiné v líhu a ještě jiné v étheru. Jsou většinou prudké jedy, v malých dávkách působí léčivě a slouží též za požitek na př. coffein (thein).

Rozeznáváme zásady bez kyslíku čili prchavé, na př. ni- 117 kotin, koniin a j. a kyslíkové, ku kterým značná většina alkaloidů náleží. Jsou to látky tuhé a většinou jedovaté. Sem patří: morfin, strychnin, chinin, koffein (thein) a j.

Původu jsou buď: 118

- rostlinného: chinin, morfin, strychnin, koffein (thein), koniin (cikutin) a nikotin;
- zvířecího: kreatin, močovina, glycin (glykokoll), leucin.
- uměle strojeného: anilin (C_6H_7N).

Tuky jsou sloučeniny kyselin mastných (stearové, palmi- 119 tové a olejové) s glycerinem ($C_3H_5O_3$), jsou ve vodě, líhu a kyselinách nerozpustny, roztékají se však v benzínu, étheru a silici terpeninové.

Tuky slouží za potravu, palivo, svítivo, k děláni po- 120 kostu a p.

Sloučeniny kyseliny olejové (stearové, palmitové) s ky-

sličníkem draselnatým (sodnatým) slovou mýdla (měkká i tvrdá = jádrná).

121 *Silice* jsou *kapaliny prchavé*, vyskytující se ve květech, plodech a listech rostlin; mají pronikavý a téměř vesměs *příjemný zápach*. Užívá se jich v průmyslu i řemeslech.

122 K silicím druží se svým chem. složením *kaučuk* a *gutta-perča*, jak se nazývají *mléčné šťávy* některých rostlin východoindických, které na vzduchu *schnou a tuhnou*. Jsou pak pevný a pružný a užívá se jich k rozmanitým výrobkům.

123 *Pryskyřice* vznikají *okysličováním silic*, ronice se s těmito z poraněných míst některých rostlin. Skládají se z uhlíku, vodíku a něco mála kyslíku, jsou buď *mělkky* (balsámy) aneb *tuhý*. Sem patří: *terpentin* (kalafuna = překapaný terpentín s vodou), *kopal* a *laka lupkova* (šelak).

124 *Alkoholy* jsou hydraty kysličníků, jež bez vody hydrátové nazýváme *éthery*.

125 *Láh obecný* tvoří se *kvašením cukru* hroznového ($C_6H_{12}O_6$), který s přísadou kvasnic a vody za působení mírného tepla se rozkládá v láh a kyselinu uhličitou.

Ether se připravuje zahříváním směsi ze dvou částí *silného líhu* a tří částí *kyseliny sirkové*, čímž láh v éther a vodu se rozpadá.

126 *Barviva* jsou dílem ve vodě, dílem v líhu a étheru rozpustná, aneb se slučují jako kyseliny se zásadami, zvláště s *kysličníkem hlinitým*. *Chlór* je *ruší* vesměs. S látkami *ústrojnými* se spojují některá *přímo*, jiná teprv pak, když látky dříve v rozličných solích (mořidlech) byly *promočeny*.

127 Nejdůležitější barviva ústrojná jsou:

1. *žlutá*: rýt (*reseda luteola*), žluté dřevo brasílské, kůra quercitronová, řešetláčky čili bobule perské, kurkuma, orelán, šafrán.

2. *červená*: mořena (krap), kampaška, fernambuk (dřevo červené, pryžil), světlice (*safflor*), dřevo santalové, červec (kočenilla), karmin, dračí krev.

3. *zelená*: zeleň šťávová, listová (chlorofyll).

4. *modrá*: lakmus (z jistého druhu lišejníků), světoznámý indych, který ze svého roztoku v kyselině sírové uhlíčenem draselnatým se sráží v podobě černomodrého prášku, řečeného *karmin indichový*.

Bílkoviny (proteiny, albuminaty) jsou četné obojetné sloučeniny z C, H, O, N, S, s nepatrnou přísadou křemíku. Jsou pro životní úkony rostlinstva i živočišstva činiteli veledůležitými. K nim patří:

- a) *bílkovina* (albumin) ve vejcích, v krvi zvířat a téměř ve všech rostlinných šťávách.
- b) *sýrovina* (kasein) v mléce ssavců. V luštěninách jest obsažen *legumin* čili sýrovina rostlinná.
- c) *vláknina* čili *fibrin* tvoří se z krve. Maso jest vláknina svalová ve vodě *nerozpuštěná*.

Potrava lidská se skládá: a) dle *Liebiga* 1. z látek uhlíkatých (teplotvorných dechovin) jako jsou: tuk, cukr, líh, škrob, gumma a p.; 2. z látek *dusičnatých* č. *tělotvorných* (plastických) řečených: *bílkovina*, *vláknina* a *sýrovina*. b) dle *Moleschota* ze čtyř skupin: 1. z bílkoviny, 2. z tukodajů (škrob, gummi, cukr, kys. mléčná a máselná), 3. z tuků, 4. solí (draselnaté, sodnaté, vápnaté, železnaté, fosforečnanů, siranů, chlórů a fluorůdů).*)

Rozklady ústrojnín. Působením rozličných činitelů rozkládají se hmoty v různé ústrojiny. Nejobyčejnější změny tohoto druhu sloučenin jsou:

- a) *kvašení obecné* čili líhové t. j. rozklad cukru hroznového v líh a kyselinu uhličitou (působením tepla a kvasnic).
- b) *kvašení octové* čili *kysání* záleží v měnění se líhu v kyselinu octovou.
- c) *hnití* jest *samovolný rozklad* ústrojnín. Podmínky jeho jsou: 1. *smrt* ústrojně bytosti, 2. *vlhkost*, 3. *přístup vzduchu*, 4. *teplo*, 5. *látky dusičnaté*.
- d) *tlení* jest rušení org. látek působením kyslíku, světla, tepla ano i vody.

Přehled některých chemických hmot.

(Sestavený dle abecedního pořádku.)

Akrolein, těkavá látka z mastnot hořících, na př. z lojové svíčky právě sfouknuté vycházející.

Alizarin, čisté barvivo z mořeny (rubia) vytažené ($C_{16}H_8O_3$).

*) *Zlaté pravidlo*: Při volbě pokrmů střežme se všeliké *jednostrannosti*, aby tělu veškerých výživných látek v *náležitě míře* se dostávalo.

Aloë, směšenina z pryskyřice, klovatiny a silice, jest nad mřru hořké a působí průjem.

Anilin, barvivo z kamenouhelného dehtu, ve všech barvách se jevíc.

Arak, líhovina z kvasené rýže připravovaná.

Argentán (aržantán), pakfong, nové stříbro; slitina ze 2 částí mědi, 1 částí niklu a 1 částí zinku.

Assa foetida, klejopryskyřice jako gummigutta, myrrha, aloë, opium a j. v.

Balsam, tekutá pryskyřice (peruanský).

Běloba, uhličitán olovnatý, barva bílá, velmi důležitá.

Benzoë a *storax* jsou pryskyřice.

Cremor tartari, čistěný kámen vinný (kyselina vinná T), viřan draselnatý kyselý.

Culer olovnatý †), čili vlastně *octan olovnatý*, k hojení zpruzenin (vodička Goulardova).

Cyan †), uhlo dusík $C_2N = Cy$, s vodíkem CyH , psotnina (Blausäure 115).

Dehet jest směšenina těkavých olejů t. zv. smahlé pryskyřice a uhlím zčerně. (Směs úhlovodíků, zásad ústrojných a kyselin.)

Dělovina, slitina z mědi (90%) a cínu (10%).

Dextrin, klovatina škrobová, tvořící se z navlhčeného škrobu, politého rozředěnou kyselinou sírkovou za mírného zahřívání.

Diastas jest látka v pučícím ječmenu (sladu) se jevíc, která mění škrob v dextrin a cukr sladový.

Dračí krev jest červené org. barvivo.

Dynamit jest směšenina z nitroglycerinu a jemného písku, těž zemin a drtíu.

Fajans čili porculán skládá se z kyseliny křemičité (66%) a kysličníku hlinitého (30%) a (4%) alkalií.

Fermež (pokost) jest rozpuštěnina pryskyřice v líhu aneb etheru, též v silicích.

Glycerin (tukosladina), alkohol, který s některou mastnou kyselinou sloučen jsa dává tuk.

Hoffmannské kapky, směšenina z 1 částí etheru a 2 částí líhu.

Houba platinová jest platina ze salmiaku platinového horkem ve způsobě prášku vyloučená.

Chameleon mineralní (barvoměnc nerostný) jest roztok mangananu draselnatého = KO_2MnO nyní též manganistanu draselnatého.

Chinin, rostlinný alkaloid z chinové kůry (3%) připravovaný. Siran chinový proti zimnici.

Chloroform ($CHCl_3$), kapalina bezbarvá, vůně étherické, chuti sladké, vlastností omamivých.

Inulin jest látka v kořenu čekanky, jiřinky a j. se nacházející, podobná škrobu.

Jalappa, pryskyřice z kořene jalappového, lék silně počistivý.

Jantar (elektron), pryskyřice z bývalých druhdy obrovských lesů jehlíčnatých.

Játro sírková čili sírník drasličný KS_2 k děláni lázní sírných.

†) označené látky jsou jedovatý.

Kafr jest pevná látka usazující se ze silice stromu vavříňového, rostoucího v Indii.

Kalomel †), sloučenina chlóru a rtuťi = Hg_2Cl_2 .

Kamfin, silice terpentínová se silným líhem smíšená, slouží za svítivo.

Kaolin = porculanová hlína (SiO_2 70%, Al_2O_3 30%).

Karágheh, sliznatá látka z jistého druhu mechu. Z rostlinné slizi skládají se dále: tragant, salep, klí třešňové, kořen ibišový.

Karamel, pálený cukr.

Kolodium, roztok střelné bavlny (pyroxyliu) v étheru, k zalepování ran a ve fotografii zhusta užívané.

Kreatin, zásada živočišná, součást masa obratlovců.

Kreosot (kyselina fenylová) jest třeť z nafty čili dehtu t. j. smíšenin z rozličných těkavých olejů a pryskyřice řečené smáhlé (viz dehet).

Kumarin, látka kafru podobná (silice) v tomce vonné (anthoxantum) a mařince (asperula) se nalezající.

Kurkuma, žluté rostlinné barvivo.

Kypa (indoběl), bezbarvý roztok indomodři s FeO .

Lapis causticus, žíravé draslo (KOH).

Lučavka královská (aqua regia), smíšenina z jedné části kyseliny dusičné a čtyř částí kyseliny solné.

Mastix a *sandaraka* jsou pryskyřice, které rozpouštěny jsouce v líhu dávají světlé pokosty a s benzoem a storaxem kadidlo.

Mosaz, slitina z mědi (71 dílů) a zinku (29 dílů).

Myrrha, pryskyřice s klovatinou a silicemi smíšená.

Nitroglycerin (třaskavý olej) se vyrábí z glycerinu a vody s přimísením stejných dílů kyselin sírové a dusičné.

Pájka rychlá, slitina ze 2 částí cínu a 1 části olova.

Pakfong (argentan) slitina z Cu 2 díly, Ni 1 díl a Zn 1 díl.

Paraffin = tuhá směs uhlovodíků.

Petrolej (kamenný olej), směs uhlovodíků.

Pokost (firnis, politura) jemný lesklý povlak přiskyřicový.

Purpur zlatý, smíšenina z chlórídu zlatového a chlórídu cínčitého.

Spodium, uhel z kostí (čern z kostí).

Stearoptén (tuhá látka silic).

Stírka (zápara) kvasná tekutina v lihovarech.

Stras, slitina skelná k nepravým drahokamům.

Strychnin †), (vrání oka, boby sv. Ignacia), alkaloid.

Sublimat †), chlóríd rtuťnatý $HgCl_2$ (lék).

Šelak (laka lupková), pryskyřice stromů východoindických, součást četního vosku.

Šmolka, jemný prášek z modrého skla kobaltového.

Šťovan draselnatý (kyselina šťavelová) †), k vypírání inkoustových skvrn též rezových.

Tříslovina čili *tanin* (Qt), ústroj. kyselina.

Tras (vodní malta), kys. křemčitá s vápnem a j.

Ultramarin, barva modrá.

Zlato musivné (židovské), = sírník cínčitý.

Zvonovina, litina z mědi 75% a cínu 25%.

Žlutek se skládá z $\frac{1}{6}$ bílkoviny a z vody, ve které plují kapky žlutého tuku obsahujícího kostík $\frac{1}{3}$ a některé fosforečnany.

Žiraviny jsou kysličníky K_2O , Na_2O .

Žlut chromová †) jest chroman olovnatý ($PbCrO_4$), s žiravým louhem červená (červeně chromová).

Zelen šélská (svinibrodská) †) jest arseňan mědnatý ($CuAsO_4$).

I. Statika.

A. Z nauky o rovnováze hmot pevných.

1. Skládání a rozkládání sil.

131 Působení sil jeví se způsobem dvojím: a) rovnováhou, b) pohybem.

Nauka o rovnováze hmot slove *statika*, nauka o pohybu *dynamika*. Dle skupenství hmoty, která buď v rovnováze, buď v pohybu se jeví, rozeznáváme: *geostatiku*, *hydrostatiku* a *aerostatiku*; podobně též *geodynamiku*, *hydrodynamiku* i *aerodynamiku*.

132 *Mechanika* jest nauka o působení sil a skládá se ze statiky a dynamiky. Síla jest *to*, co pohyb působí nebo ruší.

133 *Základné pravdy**) : 1. Sama sebou nemůže hmota pohyb ani začítí ani končítí. 2. Pohyb se mění úměrně s velikostí působící síly. 3) Dvě sobě rovné síly působící přímo proti sobě ruší se vespolek.

134 V klidu naprosto není žádná hmota; co obyčejně klidem nazýváme, jest jen vzhledem k určitým bodům pravdivé.

135 Při každé síle máme na zřeteli: a) její velikost, b) působišť čili místo, kde síla ve hmotu působí, c) směr síly.

136 Velikost čili mocnost síly odhaduje a měří se dle velikosti účinků, které síla způsobuje, a ještě účinky tyto buď pohybem buď rovnováhou se jeví, jest měření sil dvojí: *dynamické* a *statické*.

*) *Isák Newton* „Phil. natural. princip. mathem.“ (1642--1727.)

Působíště síly se označuje bodem, její směr přímkou a velikost úměrnou délkou na této přímce. Jest-li síla táhne nebo tlačí, jest lhostejno, jen když její směr a velikost se nemění. 137

Síly slovou *rovnomocnými*, jichž účinky jsou si rovny. 138

Nahrazování několika sil silou jinou rovnomocnou (výslednicí) slove *skládáním* (scelováním), a naopak nahrazování jedné síly několika jinými rovnomocnými silami (složkami) *rozkládáním* (drobením) sil.

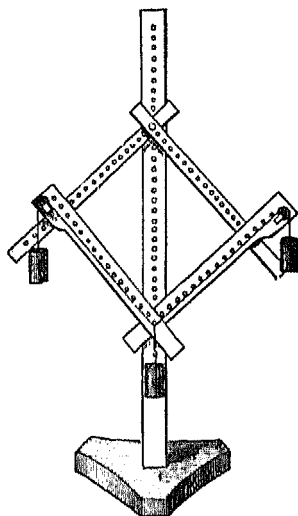
Působí-li dvě síly v téměř bodu a téměř směrem ve hmotu, rovná se jich výslednice *součtu*, působí-li však směry protivnými, *rozdílu* obou sil. 139

Jestli výslednice dvou přímo proti sobě působících sil *nulla*, říká se o nich, že jsou v *rovnováze*, a o hmotě, ve kterou působí, že jesti v klidu. V každém jiném případě nastává pohyb. 140

Jako o dvou, platí tyto pravdy podobně o několika silách působících ve hmotu směrem buď jednotným buď protivným. 141

Uzavírají-li směry dvou působících sil ve společném působíšti spolu úhel menší než přímý, značí úhlopříčka rovnoběžníka sestrojeného ze směrů a velikostí obou sil i *směr* i *velikost výslednice* (rovnoběžník sil). 142

V obr. 8. vypočten rovnoběžník sil (dle Fricke). Prostřední závaží značí výslednici obou krajních. Jsou-li tyto na př. 3 a 4 dkg. a úhel jima způsobený 90° , jest výslednice $= 5$ dkg.



Obr. 8.

Podobně se skládá více než dvě sil působících v též rovině skládáním jich po dvou (od kterékoliv počínaje). 143

Výslednice tří sil *v prostoru* v jediný bod působících jest úhlopříčka úhlopříčného řezu rovnoběžnostěnu sestrojeného ze směrů a velikostí daných sil (rovnoběžnostěn sil). 144

Součín Pp z velikostí síly P a její vzdálenosti p od dovolného bodu B slove *statický moment* síly vzhledem k tomuto bodu. Jest-li bod B na výslednici (kdekoliv) dvou v úhlu 145

působících sil, jsou jejich *statické momenty* vzhledem k tomuto bodu sobě *rovný*. (Věta momentová).

146 Výslednice dvou rovnoběžných sil $P \parallel Q$, působících ve dva body A a B od sebe odlehlé, avšak vespolek *pevně* spojené (tuhá soustava) rovná se součtu obou sil $= P + Q$, a má směr s nimi rovnoběžný. Působíště její O vypočte se na základě rovnosti statických momentů, z úměry: $AO : OB = Q : P$.

147 Mají-li dvě rovnoběžné síly $P > Q$, v bodech A a B působící, směr protivný, jest jejich výslednice rovna rozdílu obou sil $= P - Q$, a má směr *síly větší*. Působíště její se určuje podobně jako v předešlém případě.

148 Působí-li dvě síly P a Q v rovině ve dva různé, avšak v nedílný celek spolu spojené body A a B směry souhlasně *rozbíhavými*, jest výsledek současného jich působení *týž*, jako by obě ze společného průsečníku O , body A a B původními směry tlačily.

149 Výslednice jich se rovná směrem i velikostí úhlopříčce rovnoběžníka sestrojeného ze směrů a velikostí obou sil.

150 Podobně se skládají v rovině *dvě rozbíhavé* a směry nesouhlasnými v tuhý celek působící síly, jichž výslednice co do směru se řídí silou větší.

151 Rozkládající danou sílu na dvě jiné (složky) pamatujme, že k určitému řešení této úlohy mimo danou sílu S náleží též znalost směrů obou její složek. Nejčastěji se stává, že obě složky působí k sobě kolmo.

2. Rovnováha na strojích.

152 Každá pevná hmota (též soustava z pevných hmot), kterou působení síly se převádí na jiný bod, ležící mimo směr působící síly, slove *stroj* (mašina).

153 Stroje jsou buď *jednoduché*, které nelze více rozložití v jiné stroje, aneb *složitě*, t. j. z jednoduchých sestavené.

154 Stroje jednoduché se rozpadají ve dvě skupiny: a) *stroje pákové*, b) *stroje nakloněných ploch*.

K strojům pákovým čítáme: *páky, kolo na hřídeli a kladky*.

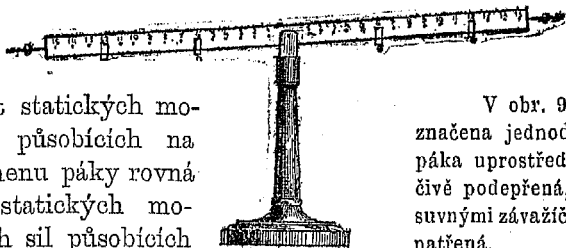
K nakloněným plochám náležejí: *šikmá rovina, šroub a klín*.

Podmínky rovnováhy na strojích pákových mají svůj původ ve dvou větách: a) ve větě o rovnosti statických momentů (páka, kolo na hřídeli, kladka jednoduchá), b) v současném působení tří sil v rovině v jediný bod, kde za rovnováhy každá z nich se rovná výslednici obou ostatních a má k této protivný směr (kladka zdvižná, kladkostroj Archimedův). 155

U ploch nakloněných se ruší za rovnováhy výslednice působících sil *plošnou podporou*. 156

Páka.

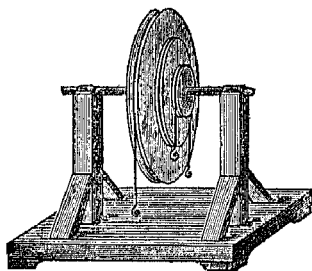
Na páce je rovnováha, když součet statických momentů sil působících na jednom ramenu páky rovná se součtu statických momentů všech sil působících na druhém její ramenu. 157



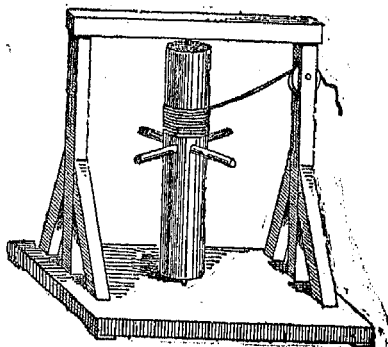
V obr. 9. naznačena jednoduchá páka uprostřed otáčivě podepřená, posuvnými závažíčky opatřená.

Obr. 9.

Kolo na hřídeli. U kola na hřídeli jest rovnováha, když se má síla k břemenu, jako poloměr hřídele k poloměru kola. 158



Obr. 10.



Obr. 11.

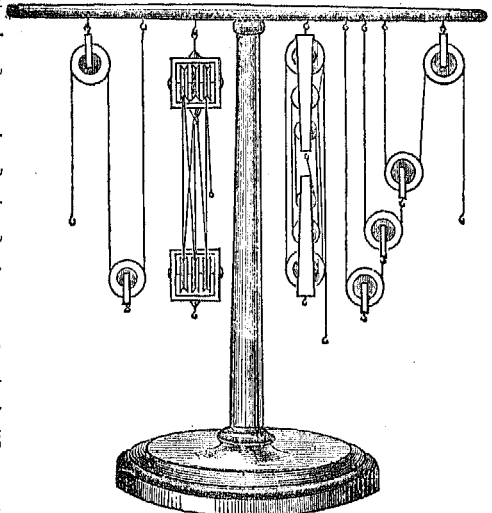
Obr. 10 znázorňuje kolo na hřídeli (s dvojitým obvodem hřídele) ku zkoušení dvojího poměru síly a břemene za rovnováhy. Obr. 11. představuje t. zv. *žentour* t. j. kolo na hřídeli, kde kolo nahrazeno příčkami a hřídel postaven kolmo. Oba stroje jsou ku zdvihání břemen.

Kladka nezdvížná. Za rovnováhy se rovná velikost síly velikosti břemene, jako u páky stejnoramenné. 159

Kladka zdvižná. Za rovnováhy se má síla k břemeni jako poloměr kladky k tetivě oblouku provazem opjatého. Jsou-li konce provazu kladku opínacího rovnoběžny, rovná se síla polovici břemene.

160 *Kladkostroj Archimédův.* Síla se rovná velikosti břemene, dělené součinem z tolika dvojek, kolik jest kladek zdvižných.

161 *Kladkostroj obecný.* Síla se rovná velikosti břemene, dělené počtem kladek, z nichž celý stroj se skládá.

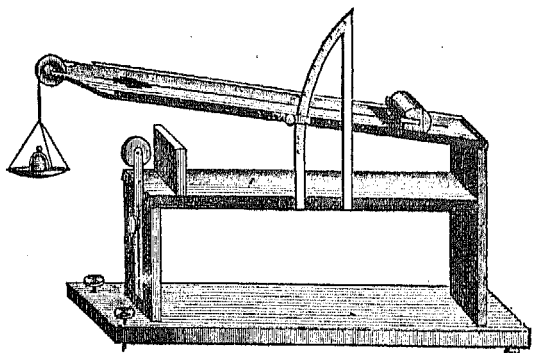


Obr. 12.

Obr. 12. představuje skupinu kladek. Po levé ruce jsou kladky *nezdvižná* i *zdvižná*; pak *kladkostroj diferenciální* (dvojkladka); na pravé straně vyobrazeny: *kladkostroj obecný* a *Archimédův*.

162 *Nakloněná rovina.* a) Působí-li síla proti břemeni rovnoběžně s délkou nakloněné roviny, má se k němu, jako výška nakloněné roviny k její délce, t. j. $P = Q \frac{k}{l}$. b) Působí-li však síla rovnoběžně s podstavou, má se k břemeni, jako výška nakloněné roviny k její délce, t. j. $P = Q \frac{k}{z}$.

Obr. 13. značí *nakloněnou rovinu* s měnivým úhlem sklonu. Zde vyobrazená síla působí závažím rovnoběžně s délkou [minimum síly]; vede-li se však šňůra přes kladku dolní, působí síla rovnoběžně s podstavou. K účeli tomu je hořejší deska vykrojena žlábkovitě.



Obr. 13.

Šroub. Síla se má k břemeni jako výška šroubového vintu k obvodu kruhu hřídele (vřetena), aneb k obvodu kruhu klikou, v hlavě šroubu zasazenou, opsaného.

V obr. 14. vypodobeno ústrojí nekonečného šroubu Archimedova, skládajícího se ze šroubu, kola na hřídele a kliky (páky). Za rovnováhy jest síla $P = \frac{Q \cdot r \cdot v}{R \cdot 2\pi k}$.

Klín. Síla se má k břemeni, jako čelo klínu k jeho pobočné straně neb výšce, dle toho působí-li břemě kolmo na stranu nebo na výšku klínu k jeho čelu příslušnou.

Obr. 15. znázorňuje působení klínu. Břemeno tlačí zde na výšku klínu n. př. kolmo a síla působí závažím na mísece položeným (případ druhý).

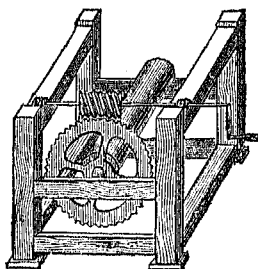
Sestava z jednoduchých strojů složená nazývá se stroj složitý.

Obr. 16. značí známé desetinné váhy (decimálky), složitý to stroj pákový, jehož ramena jsou k sobě v určitém poměru. Za rovnováhy váží břemeno položené na misku desetkrát tolik, co závaží na mísece.

Pravílo. U všech strojů se rovná zisk na síle ztrátě na čase (zisk a ztráta jsou si rovny).

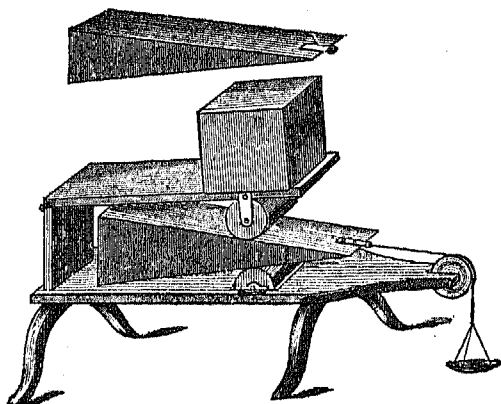
Uvážíme-li, že práce jest součin ze síly čili velikosti břemene a dráhy, kterou toto proběhlo, poznáme snadno, že vykonává stroj jen tolik práce, kolik do něj bylo vloženo,

163

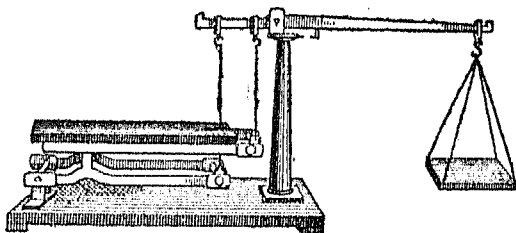


Obr. 14.

164



Obr. 15.

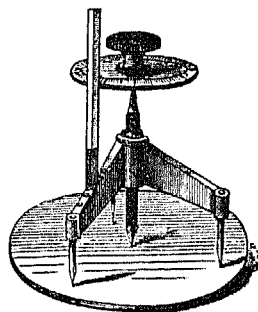


Obr. 16.

165

t. j. žádným strojem práce se *nemnoží*; spíše pro mnohé nevyhnutelné překážky v pohybu, jako jsou: *tření*, odpor prostředí se jeví o něco menší než práce čili živá síla původně do stroje vložená.

Obr. 17. *Sférometr* slouží k měření výšky (tloušťky) tenkých lístků, též k určování průměrů koulí dle vzorce: $D = c + \frac{d^2}{3c}$ ve kterém značí *c* množství millimetrů na kolmé stupnici a *d* vzdálenost dvou podstavných brotů (nožek) stroje, spočívajících na vrcholech rovnostranného trojúhelníka.



Obr. 17.

Účelem strojů často bývá pouhá *změna směru* působící síly; dráha pohybující se hmoty jest buď *přímá*, buď *křívá*.

Často však chceme strojem sílu jaksi *zvětšiti*, abychom pohyb buď *urychlili* aneb *zadrželi*. Ale nikdy nelze mluvit o tom, že *živá síla čili práce* strojem se zvyšuje.

3. Tíže a těžiště hmot.

166 Hmoty vespolek se přitahují. Velikost této přitažlivosti závisí jednak na velikosti hmot, které se přitahují, v poměru přímém; jednak na jejich vzájemné vzdálenosti od sebe v poměru čtverečně obráceném.

167 Přitažlivá síla, kterou země jeví ku každé hmotě naležající se na jejím povrchu, jest zvláštní toliko odruda všeobecné vzájemné přitažlivosti všech těles všehomíra a slove *tíže*.

168 Olovnice na pevné niti volně zavěšená a v klid uvedená značí svislý *směr tíže* na povrchu zemském.

169 Tíže všude směřuje do středobodu země. V malých vzdálenostech od sebe jsou *směry tíže* vespolek *rovnoběžny*, u větších od sebe vzdálenostech jsou však *sblíhavy*.

170 Působení tíže na povrchu země způsobem dvojím se jeví:

1. *pohybem* hmot buď ve směru svisném (volný pád), aneb ve směru šikmém (pád po nakloněné ploše),

2. *tlakem* na podlohu, jehož velikost slove *prostou vahou* hmoty.

Prostá váha hmoty, v jedné krychlové jednotce obsažené, slove *její vahou měrnou*.

- Každé těleso fysické složené ze hmoty buď stejnorodé 171
 aneb různorodé má uvnitř zvláštní (skutečný neb pomyslný)
 bod, v kterém si můžeme veškerou jeho váhu mysliti sou-
 středěnu. Bod tento nazývá se středem hmoty aneb její *tě-*
žištěm. Hmoty nepadá, jest-li její těžiště náležitě podporováno.
- Těžiště jest působistiť výslednice všech rovnoběžných sil tíže.* 172
- Těžiště hmot se určuje způsobem dvojím: a) počtem, 173
 b) zkusmo.
- Těžiště tyče hmotné, veskrz stejně husté, válcové aneb
 hranolové nalezá se uprostřed její délky.
- Těžiště trojúhelníka nalezá se ve třetině přímky spoju- 174
 jící jeho vrchol se středem protilehlé strany (od této počínaje).
- Těžiště rovnoběžníka jest průsečník obou jeho úhlopříček. 175
- Těžiště lichoběžníka leží v přímce (*l*) spojující středy jeho
 rovnoběžných stran $a // b$ u vzdálenosti $x = \frac{(a + 2b) l}{3(a + b)}$ od větší
 strany $a > b$.
- Těžiště obrazců pravidelných jest jejich středobod, čili 176
 střed kruhu okolo nich opsaného aneb též do nich vepsaného.
- Těžiště kruhu a ellipsy jest v jejich středobodu. 177
- Těžiště sloupů hranolových a válcových jest *střed přímky*, 178
 spojující těžiště obou jejich rovnoběžných podstav.
- Těžiště celého jehlance (kůžele) nalezá se ve 4. dílu přímky 179
 spojující vrchol tělesa s těžištěm podstavy (od této počítaje).
- Značí-li a a b a $a > b$ délky stejnohlehlých hran rovno- 180
 běžných podstav a h výšku *komolého jehlance*, leží jeho těžiště
 v tížní čáře u vzdálenosti: $x = \frac{h}{a-b} \left[\sqrt[3]{\frac{a^3 + b^3}{2}} - b \right]$ od
 hořejší (menší) podstavy.
- Značí-li podobně R a r poloměry // kruhů, h výšku ko- 181
 molého kůžele, leží jeho těžiště v tížní čáře (ose kůžele)
 u vzdálenosti: $y = \frac{h}{R-r} \left[\sqrt[3]{\frac{R^3 + r^3}{2}} - r \right]$ od hořejší podstavy.
- Těžiště kruhového oblouku nalezá se na poloměru, roz- 182
 polujícím oblouk, u vzdálenosti ode středu kruhu rovnající se
 čtvrté měřické úměrné mezi délkou oblouku (l), tetivou jej
 přepínající (t) a poloměrem kruhu (r) t. j. $x = \frac{tr}{l}$

183 Značí-li (p) ploský obsah kruhové úseče (skrojku), (a) příslušnou k oblouku tetivu, jest její těžiště u vzdálenosti

$$x = \frac{a^3}{12p} \text{ od středu kruhu.}$$

184 *Polokoule*, $\frac{3}{8} r$ od středu.

185 *Kulového vrchlíka*, uprostřed jeho osy.

186 *Paraboloídu*, ve $\frac{2}{3}$ osy od vrcholu.

187 Těžiště hmot tuhých tvaru *kruhovitého* (obručí, kroužků, prstenů), dutých koulí, válcových rour a p. obyčejně leží *mimo* jejich hmotu (ve vzduchu), a sice v témž bodu, ve kterém po rovnoměrném vyplnění dutiny touž hmotou aneb jinou veskrz stejně hustou by se nalézalo.

*) Hlavní zásady o těžiště hmot znal již *Archimedes*, jenž žil od r. 287 až 212 před Kr.

188 Zkusmo se určuje těžiště: a) pošínováním hmoty přes pevnou hranu (vážením), b) zavěšením hmoty na nití (šňůře) ve dvou aneb třech různých bodech a vyznačením tížních směrů příslušných ku každému závěsu. Ve společném jejich průsečniku leží těžiště hmoty.

Na poloze těžiště těles závisí *jakost* jejich *postavení*, které může býti trojí: a) *stálé*, b) *vrátké*, c) *volné*.

189 Hmota se nalézá v poloze *stálé*, když sebe menším zdvihem (hnutím) hmoty zároveň její těžiště se *zdvihá*, na př. cihla na nejširší ploše položená.

190 Hmota jest v poloze *vrátké*, když sebe menším její hnutím (otočením) zároveň její těžiště se *snižuje*, na př. cihla na užší ploše postavená.

191 Zůstává-li těžiště hmoty, jakkoliv jí pohybujeme, od podložky vždy *stejně* vzdáleno, říkáme o ní, že se nalézá v poloze *volné*, na př. koule, válec na oblině položený.

Stálost polohy hmot pevných závisí:

1. na jejich *prosté váze* v poměru *přímém*,
2. na velikosti *podstavné* jejich *plochy* též v poměru *přímém*.
3. na *vzdálenosti těžiště* hmoty od podstavy v poměru *nepřímém*.

192 Stálost polohy se *měří* velikostí síly, které jest třeba, aby hmota z dané polohy v jinou byla uvedena (převrácena,

skácena). Síla ta jest, jak praveno, s *váhou* hmoty a *šířkou* její *podstavy* v poměru *přímém*; s *výškou* *působíště síly* nad podstavou v poměru *nepřímém*.

B. O rovnováze kapalin.

Kapaliny jsou hmoty polybylivé, z místa na místo snadno pošimutelné, které v malých částkách jeví podobu kulatou (kapky); u větším množství však se roztékají v podobu neurčitou, boříce takřka svůj tvar vlastní tíží. 193

Působením tíže vyplňují kapaliny veškery prostory duté nádoby a tvoří nahoře povrch *vodorovný* (hladinu). Ve větších nádržích (jezerech, mořích) jest hladina vodní vypouklá a má podobu kulového skrojku, jehož poloměr i střed jest totožný s poloměrem i středem země. 194

Kapaliny jeví *přilnavost* k některým hmotám *tuhým* i *kapalným* (smáčení, míchání). 195

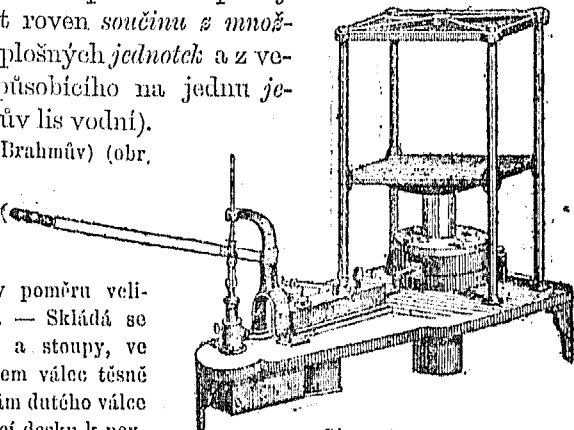
Kapaliny jeví *pružnost*, jako některé tuhé hmoty.

Pro síly obyčejné jsou kapaliny téměř *nestlačitelné*, pro síly příliš veliké jsou jen nepatrně stlačitelné. 196

Tlak na povrchu kapaliny spočívající působí *na vše strany*, kdežto tlak na pevnou hmotu učiněný toliko původním svým směrem dále se šíří. 197

Umělý tlak na povrch kapaliny způsobený, jest roven *součinu* s *množství* *tlačených plošných jednotek* a z velikosti tlaku působícího na jednu *jednotku* (Brahmův lis vodní). 198

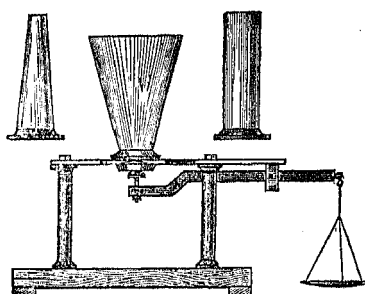
Lis vodní (Brahmův) (obr. 18.) ukazuje, jak tlak kapaliny působící na plochu malou dále se šíří na plochu větší (v poměru velikosti obou ploch). — Skládá se z pumpy na tlak a stoupy, ve které vodním tlakem válec těsně přiléhající ku stěnám dutého válce se zdvihá a lisovací desku k pevnému stropu tiskne.



Obr. 18.

199

Přirozený tlak kapaliny na dno určité velikosti jest závislý na velikosti dna, na hustotě kapaliny a na její výšce,



Obr. 19.

nezávislý však na podobě nádoby (hydrostatické paradoxon).

Stroje *Pascalův* (obr. 19.) a *Haldatův* (obr. 20.) slouží k odůvodnění věty, že tlak na dno nezávisí na podobě nádoby. Tento spočívá na vlastnosti spojených nádob, onen na rovnosti dvou protitlaků (dolů a nahoru). Všecky tři vzorky nádob mají ve dnech výkrojky též velikosti.

Velikost hydrostatického tlaku na dno nádoby se rovná součinu z velikosti dna, z výšky kapaliny, jakož i z měrné její váhy.

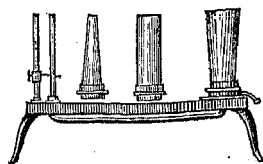
Lis Realiův (obr. 21.) slouží k vytlačování trestí z rostlinných látek (kořenek a p.) tlakem vodním (tlak na dno.)

Velikosti tlaku ke dnu přibývá v každé kapalině s hloubkou dna, o čemž přístrojem (obr. 22.) snadno se můžeme přesvědčiti.

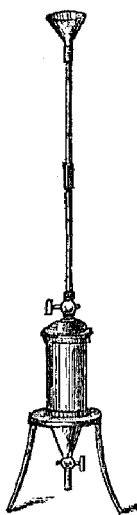
Obr. 22. představuje rouru skleněnou na obou stranách otevřenou a dole mosazným dnem zavěšeným na niti uzavřitelnou. Ponoříme-li přístroj ten s přitáženým dnem hloub do kapaliny, drží se toto tlakem kapaliny působícím vzhůru samo při nádobě a nepadá.

U nádob s kolmými stěnami rovná se tlak kapaliny na stěnu součinu z velikosti tlačené plochy, z hloubky její pod hladinou a z měrné váhy kapaliny; jest tudíž tak velký, jako kolmý tlak na touž stěnu u výši její těžiště ode dna vodorovně rozprostřenou.

Zruší-li se tlak kapaliny na některém místě na stěnu, povstává tlak jednostranný na protější stěnu (Obr. 22. a následkem toho pohyb (*Althanovo kolo*), turbíny.



Obr. 20.



Obr. 21.



200

Obr. 23. znázorňuje *Althanovo kolo*; úprava jeho vysvítá z obrazu samého.

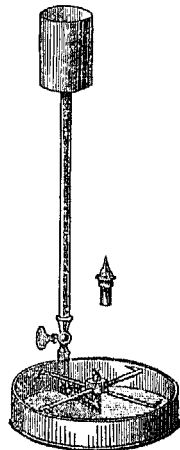
Značí-li s tlak na pobočnou stěnu kolmou, jest za stejných okolností na *stěnu nakloněnou* v úhlu x tlak tento $= s \cdot \sin x$.

Ve *spojitých nádobách* stojí za rovnováhy *táž kapalina* ve všech ramenech jejich *stejně vysoko* (svahoměr, vodotrysk, hydrost. měch).

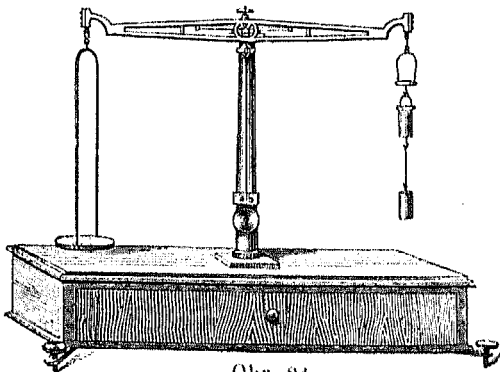
Kapaliny, které vespolek se *nesměšují*, stojí v ramenech *spojitých nádob* *nestejně vysoko* a sice jsou *výšky jejich v poměru nepřímém s hustotami* kapalin v jednotlivých ramenech obsažených.

Mají-li kapaliny *rozličných hustot* působiti *ve dno* určité velikosti *tlakem stejným*, nutno *výšky jejich sloupců učiniti k sobě v poměru převráceném s jejich hustotami*. (Na pravdě této se zakládá *Alexandrovův hustoměr*.)

Hmota v kapalinu ponořená ztrácí část své původní váhy a sice tolik, kolik kapalina jí vytlačení váží. Ztráta tato slove *zdvih hydrostatický (vodní)**. *Stejně prostorné obsahy* ponořených *hmot rozličné hustoty a váhy* podléhají *témuž zdvihu* kapaliny t. j. *zdvihají se touž kapalinou stejně mocně, (ztrácejí stejně mnoho na váze.)*



Obr. 23.



Obr. 24.



Obr. 25.

V obr. 24. vypořádány jsou *hydrostatické vážky*. V pravo zavěšeny nad sebou dva *stejně velké válce*, z nichž *dolní (hmotný)* se ponořuje do

*) Zákon Archimédův.

vody a hořejší dutý naplňuje se vodou. Vážkami těmi určuje se hustota hmot kapalných i tuhých. K těmž účelů slouží též Nicholsonův hustoměr (obr. 25.), zakládající se na plování hmot v kapalinách.

- 206 *Zdvih* hydrostatický jest *závislý* na *hustotě* kapaliny a na *velikosti* ponořené hmoty; *nezávislý* však na *prosté* její váze.

O plování hmot.

- 207 Hmota plove, když vržena jsouc v kapalinu na povrchu jejím, jakoby byla zavěšena, se drží.
- 208 *Podmínka plování* záleží v *rovnosti prostých vah hmoty plovoucí* a *kapaliny* touto *vytlačené*.
- 209 Mezi prostou vahou hmoty ponořené úplně v kapalinu a velikostí jejího zdvihu jsou tyto tři vztahy možny:
1. *Váha ponořené hmoty* se rovná *zdvihu* kapaliny — hmota se *vznáší volně* v každé vrstvě kapaliny.
 2. *Váha ponořené hmoty* jest *větší* než *zdvih* kapaliny — hmota padá ke dnu rozdílem své vlastní váhy a zdvihu.
 3. *Váha ponořené hmoty* jest *menší* než *zdvih* kapaliny — hmota *stoupá vzhůru* nadbytkem zdvihu dotud, dokud tento s *vahou* hmoty se *nevyrovná*.
- 210 Plování hmot se může dít v poloze *volné*, *stálé* aneb *vrátké*; dle toho, *splývá-li* těžiště plovoucí hmoty s těžištěm *vytlačené jí kapaliny* v jediný bod aneb *leží-li pod*; po *případě* nad těžištěm *vytlačené kapaliny* (metacentrum).
- 211 Při plování hmot v kapalinách pamatujme si tyto tři druhy veličin:
- a) *prostou váhu* (p) hmoty plovoucí,
 - b) *velikost ponořené* její *objemu* (v),
 - c) *měrnou váhu* (s) *kapaliny*, ve které hmota plove.
- Ze dvou těchto veličin lze snadno určití třetí takto:
- $$p = v \cdot s; \quad v = p : s; \quad s = p : v.$$
- 212 *Dělíme-li váhu hmoty* číslem, které udává, *oč tato hmota* ve vodě jest *lehčí* než na vzduchu, obdržíme *měrnou její váhu*. *Krychlový obsah* tělesa se rovná *podílu* z jeho váhy *prosté* a *měrné*.
- 213 O *kolik grammů* hmota ponořená celá do vody méně *váží* ve vodě než ve vzduchu, tolik *kr. centimetrů* zaujímá *krychlový její obsah*.

- Kolik kilogramů hmota *ve vodě plovoucí* váží ve vzduchu, 214
 tolik *krychlových decimetrů* se jí *ponořuje*.
- Váha, kterou plovoucí hmota na nejvýš může unést, 215
 aniž úplně pod vodu se *ponořuje*, slove její *únos* (přítěžek).
 Ten se rovná rozdílu prostých vah kapaliny hmotou plovoucí
 vytlačené 1. *s přítěžkem*, 2. *bez přítěžku*.
- Plovoucí hmota *ponořuje se ve vodě* tak, že část pod 216
 vodou jest *tolikátý díl celku*, kolikátý díl *jednotky* jest její
 hustota *hustoty vody*. (Hustota plovoucí hmoty ve vodě a ve-
 likost ponořeného její objemu jsou čísla sobě rovná.)
- Plove-li *těžká hmota* v rozličných kapalinách, pono- 217
 řuje se v každé *jinak* a tu mají se *ponořené obsahy* hmoty
 k sobě, jako *naopak hustoty* aneb *měrné váhy kapalin*, v nichž
 hmota plove (*základ hustoměrů stupňovaných*).
- Hmota plovoucí v rozličných kapalinách ponořuje se 218
 v *hustší méně*, v *řidší více*. Má-li se však hmota v hustší ka-
 palině rovně hluboko ponořovati jako v řidší, třeba jí při-
 datí *přivažku* a pak se mají *hustoty* těch kterých *kapalin* jako
 příslušné *prosté váhy* hmoty v nich plovoucí s *přivažkem* a
 bez *přivažku* (*základ hustoměrů na váhu*). (Obr. 25.)
- Hmoty *hustší a poměrně těžší* než kapalina padají v ní 219
 ke dnu *převahou* své hustoty aneb *měrné váhy* nad hustotu
 nebo *měr. váhu* vytlačené kapaliny. Je-li na př. hustota
 hmoty 2, 3, 4krát větší než hustota kapaliny a *váží-li* hmota
 60 gr., tíhne v kapalině ke dnu vahou 30, 20, 15 gramů.
- Hmoty *stejných prostých*, ale *nestejných měrných vah* ztrá- 220
 cejí v též kapalině *nestejné části* své *prosté váhy* a sice v po-
 měru *převráceném* se svými *měrnými vahami* (na př. 1 kg.
 železa jest ve vodě lehčí než 1 kg. olova).
- Vřetenovité trubice ze skla na obou koncích uzavřené, 221
 které v kapalinách v poloze *svisné* a *stálé* plovou do každé
 jinak se *ponořujícíe*, udávají *hustotu kapalin* (roztoků) dle
 zvláštní *stupnice* zkusmo sestrojené. (Sem patří hustoměry
 dle *Baumé-a*, *Tralles-a*, *Stoppani-ho* a *Becka*.)
- Na plování hmot se zakládá *vodní váška* čili *libela*, které 222
 se užívá k *vodorovnému stavění* rozličných *měřických* a jiných
 nástrojů.
- Nasypeme-li do kapaliny trochu jemného, nerozpustného 222
 prášku, spatříme za nedlouho v kapalině *hemživý pohyb*,

který, jak se podobá, jest všeobecnou vlastností kapalin, jichž částice stále sem tam kolisají. (Brownův pohyb tělískový.)

223 *Spojivostí* kapalných částíček vespolek, jakož i *přilnavosti* jejich k pevným hmotám vznikají mnohdy velmi pravidelné útvary, jež *Plateau tvary rovnovážnými* nazývá a které velmi tenkými mázdrovitými plochami se vyznačují.

O souvislosti jejich objeveny tyto dva zákony:

a) Ve společné průsečnici rovin nesbíhá se nikdy více rovin než *tři*, které pak spolu uzavírají stejné úhly.

b) Protíná-li se *více kapalných* hran uvnitř Plateau-ova tvaru v bodě jediném, *jsou vždy čtyři*, jež uzavírají spolu stejné úhly.

C. Aërostatika

čili nauka o rovnováze vzdušin.

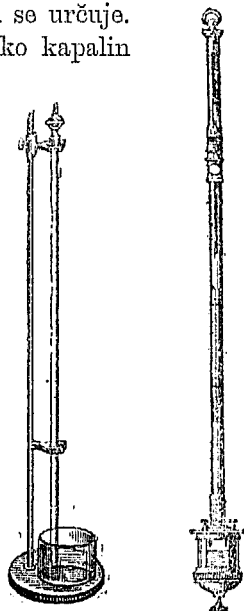
224 Částice vzdušných hmot (plynů a par) rozbíhají se stále od sebe a jeví následkem toho na každou plošnou jednotku nádoby, ve které jsou uzavřeny, *rovnoměrný tlak*, který jejich *expanse* sluje a způsobem hydrostatickým se určuje.

225 Zástupcem vzdušin jest vzduch, jako kapalin voda, ovzduší jest smíšenina z více plynů a par. Tlak ovzduší poznal nejprvé Torricelli r. 1643 a do dnes se dokazuje pokusem Torricelliovým.

Obr. 26. znázorňuje pokus Torricelliův. Tlakem vnějšího vzduchu drží se sloupec rtuti v trubici dole otevřené a ve rtuti ponořené u výšce 70 až 75 cm. Na základě tom spočívají tlakoměry na př. tl. *Fortinův* obr. 27. s pohyblivým kaučukovým dnem, aby rtuť v nádobce se vždy dotýkala ocelových hrotů nad ní upevněných (počátku stupnice).

226 Vzdušiny dělíme na dvě třídy: a) *plyny* a b) *páry*. Nejhlavnější plyny jsou: kyslík, dusík, vodík, chlor, kyseřina uhličitá a vzduch obklopující odevšad naši zeměkouli.

227 Ovzduší, jehož výška se páčí na 20 až 30 mil, se skládá dle obsahu



Obr. 26.

Obr. 27.

v procentech z těchto plynů: dusíku (*N*) 78·85%
 kyslíku (*O*) 20·77%
 vodní páry 0·84%
 kyseliny uhličité . 0·04%^{*)}

Vzdušiny roztahují se *teplem rovnoměrně* a to mnohem 228
 značněji než hmoty kapalně a tuhé.

Stlačitelnost mají též větší než hmoty pevné a kapaliny; 229
 na ní závisí jejich *hustota* i *pružnost*.

Expansie (rozpínavosti) vzdušín přibývá a) 230
 s jejich hustotou v poměru přímém, b) teplotou
 též v poměru přímém (za obyčejných teplot).
 (Zákony Mariottův [1679] a Gay-Lussacův.)

V obr. 28. spatřujeme přístroj *Mariottův* ku zkoušení
 zákona, že rozpínavosti vzduchu s jeho hustotou při též
 teplotě úměrně přibývá, po případě též ubývá.

Expansie vzdušiny, jak právě bez ohledu 231
 na její teplotu se jeví, slove *prostou* (absolutní).

Stejnorodé vzdušiny jeví, když jsou stejně 232
 husty a stejně teple, rozpínavost stejně velkou.

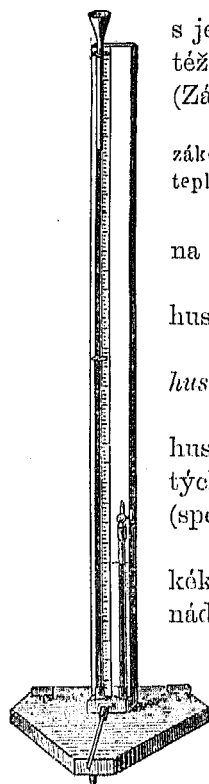
Různorodé vzdušiny jeví za *stejně teploty* i 233
hustoty rozpínavost *nestejnou*.

Rozpínavost, jakou jeví vzdušina při určité
 hustotě a teplotě vzhledem k expansi jiných za
 týchž podmínek tepla a hustoty slove *vzašnou*
 (specifickou).

Tlak na vzdušinu v nádobě uzavřené z ja- 234
 kékoliv strany působící jeví se na všech stranách
 nádoby *rovnou měrou*.

Velikost jeho se rovná *tolikanásobnému tlaku* 235
na jednotku plochy, kolik takových jednotek
plocha, na niž tlak působí, obsahuje.

Plyn stlačený v nádobě *mění svůj obsah,* 236
hustotu a rozpínavost, souhlasně s přibýva-
 jícím aneb ubývajícím *tlakem.*



Obr. 28.

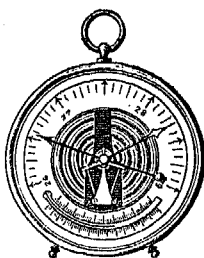
Hustota a rozpínavost vzdušín se mění s *tlakem* v po-
 měru *přímém,* *obsah* však v poměru *nepřímém.*

^{*)} Že není t. zv. permanentních plynů, dokázali fysikové Pictet v Ženevě
 a Caillietet v Paříži v lednu 1878.

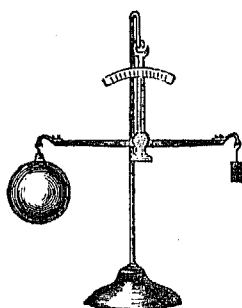
- 237 Tlak jedné atmosféry se rovná 1.033 kg. na 1 □cm. Plyn tlakem 1 atmosféry zhuštěný má *normální objem* a *normální expansi* jedné atmosféry.
- 238 Hustota plynů se stanoví na základě váhy vzduchu normalní hustoty, která se bere za = 1 (při teplotě 0° C. a tlaku 760 mm., když se váha plynu naplňujícího určitý ballon, dělí vahou vzduchu naplňujícího též ballon za podmínek svrchu udaných (při 0° C. a 760 mm.).
- 239 *Tlak vzduchu.* Vzduch tlačí *ze všech stran* na hmoty v něm ponořené *na plochy stejně velké stejně mocně.*
- 240 Hmoty ve vzduchu ponořené ztrácejí část své prosté váhy a sice tolik, kolik vzduch jimi vytlačeny váží.
- 241 Podle toho, jest-li hmota průměrně hustší aneb řídkší než vzduch, padá ve vzduchu aneb vystupuje.
- 242 Vznáší-li se hmota volně ve vzduchu, jest též váhy, jako vrstva vzduchu, ve které se vznáší.
- 243 Tlak vzduchu v našich krajinách na určitou plochu jest menší než váha rtuťového sloupce na též ploše kolmo stojícího a 760 mm. vysokého.
- 244 Tlak ovzduší na plochu rovná se součinu z její velikosti, jakož i z velikosti tlaku na jednotku plochy působícího.
- 245 Hustoty, tlaku a rozpínavosti vzduchu ubývá do výšky řadou *geometrickou*, když příslušných výšek ovzduší přibývá řadou *arithmetickou*.
- 246 *Pružnost vzdušín* souvisí se *změnou jejich obsahu* (volumina), nikoliv však se *změnou podoby*, jako u hmot pevných a kapalných.
- 247 *Pružnost vzduchu* závisí na jeho *stlaku* (hustotě) a *teplotě* v poměru *přímém*.
- 248 Přístroje, jimiž se *rozpínavost* vzduchu na základě váhy kapalin *měří*, slovou *tlakoměry* (*baro- a manometry*).
- 249 K účelu tomu užívá se *rtuť* a soudí se o velikosti expanse z výšky rtuťového sloupce držícího plyn aneb páru v rovnováze (Torricelli 1643).
- 250 Barometrem se měří *tlak volného vzduchu* (ovzduší), *manometr* udává však vyšší *rozpínavost par* vodních.
- Změny tlaku v ovzduší ukazují též: *aneroid* (tlakoměr kovový, dutá to pružina z kovu, obr. 29.) a *baroskop* (obr. 30.) na jemně pohyblivých vážkách zrušením rovnováhy, na základě ztráty na váze všech hmot ve vzduchu zavěšených. Ztráty té přibývá s hustotou a tudíž i s tlakem vzduchu. Ze

dvou hmot nestejně velkých, jinak třeba stejně těžkých ztrácí hmota větší ve vzduchu více na váze než hmota menší na př. dutý balon ze skla malým závažím z olova (platiny) odvážený váží méně než toto.

Ješto tlaku ovzduší do výšky ubývá dle pravidel stálých, možno tlakoměru užiti k měření výšek nad hladinu mořskou vyčnívajících. K účelu tomu položen budiž zde vzorec



Obr. 29.



Obr. 30.

251

(pro 0° teplotu): $k = 18382 (\log b_0 - \log b_1)$ (v metrech).

Barometru se užívá mnohdy též k předpovídání povětrnosti.

252

Veličina udávající, oč tlak plynu nebo páry jest větší než tlak ovzduší, slove jejich přesila čili přetlak.

253

Dva plyny (vzdušiny) v stejných prostorách a téhož napjetí jeví váhy nestejně, mají tudíž rozličnou hustotu.

254

Měrná váha plynu jest váha krychlové jeho jednotky normalního (760 mm.) napjetí při teplotě 0° C., na př. váha litru vzduchu jest za těchto podmínek = 1·3 gramu.

255

Měrná váha plynů se mění s jejich napjetím.

256

Je-li na př. při 760 mm. = s , bude při 1 mm. = $\frac{s}{760}$ a při b mm. = $\frac{bs}{760}$.

Hustota (řidkost) plynu měřená hustotou vody jest podíl z jeho váhy a z váhy rovného obsahu čisté vody největší hustoty (při 4° C.). Hustota jest normalní, má-li plyn normalní expansi (760 mm.) a teplotu (0° C.). Vzduch těchto vlastností jest 773krát lehčí než voda.

257

Hustotu plynu lze měřiti též hustotou volného vzduchu aneb vodíku. K účelu tomu dělíme prostou váhu určitého obsahu toho kterého plynu vahou stejného obsahu vzduchu (vodíku) téže teploty a rozpínivosti.

258

Značí-li V krychl. obsah, s měrnou váhu plynu normalního napjetí a teploty, jest prostá jeho váha Vs ; jeví-li však plyn při stejném obsahu jinou expansi na př. b , bude prostá jeho váha $p' = \frac{Vs b}{760}$ (při 0° C.).

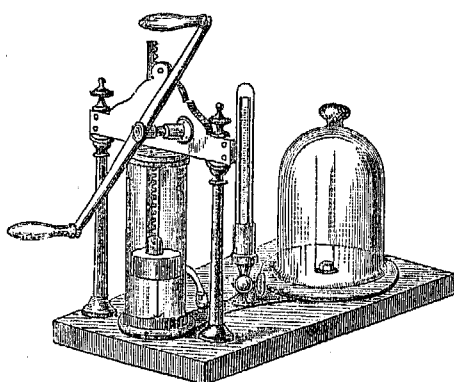
259

260 *O zdvihu vzdušín.* Hmota do vzdušiny ponořená ztrácí část své prosté váhy a sice tolik, kolik vytlačena vzdušina sama váží. Velikost této ztráty na váze slove *zdvih vzdušný* (aërostatický).

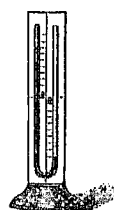
261 Je-li na př. *zdvih* vzduchu větší než *prostá váha hmoty*, stoupá hmota vzhůru dotud, dokud prostá váha její se nevyrovná zdvihu vzdušnému (balony, aërostaty, Montgolfier 1783, Charles 1783).

262 Síla, kterou balon stoupá do výše, rovná se *rozdílu* mezi *zdvihem vzduchu* a *prostou vahou balonu*. Tato zahrnuje v sobě mimo váhu uzavřeného plynu též váhu látky, z které balon je zhotoven, jakož i váhu celého jeho přítěžku.

263 Přístroje, jimiž lze vzduch *zředovati*, slovou *vývěvy**) a jimiž možno jej *zhustovati*, *hustovky*.



Obr. 31.



Obr. 32.

Obr. 31. znázorňuje vývěvu jednoválcovou s recipientem a barom
264 próbou, kterou u zvětšené míře vyznačuje též obr. 32.

Zředování vzduchu postupuje mnohem *rychleji* (řadou *geometrickou*) než *zhustování* (řadou *arithmetickou*).

265 Konec *zředování* nastává, když hustota vzduchu v recipientu $h = \frac{v}{V} H$; kde H značí hustotu vzduchu *volného* (vnějšiho), v obsah *škodlivého* prostoru a V obsah *boty*.

266 Konec *zhustování* vzduchu nastává, když vzduch boty (vnější) dosahuje, jsa stlačen ve *škodlivý* prostor, hustoty vzduchu v láhvi čili v nádrži t. j. $h_1 = \frac{V}{v} H$.

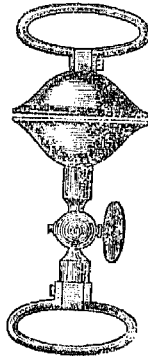
*) Guericke 1650.

Přístroj, který jeví zředění vzduchu po každém zdvihu pístu, zlove próba (zkouška barometrická). (Obr. 32.) Značí-li r rozdíl *rtuťových sloupců* v obou ramenech *skráceného tlakoměru* a b tlak vzduchu *vnějšího*, jest hustota vzduchu v recipientu: $h = \frac{r}{b} H$ (H = hustotě vzduchu vnějšího).

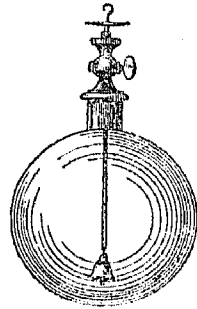
Z četných pokusů, které vývěvou se provádějí, uvádíme zde: *Magdeburské polokoule* (obr. 33.) tlakem vzduchu v kouli zce-lené, *rtuťový dešť*, *trhání skla*, *var* a *mrznutí vody*, *hasnutí světla*, *zanikání zvuku* v prostoru vzduchoprázdném (obr. 34.) a m. j. Vyčerpá-li se vzduch v balonu (obr. 34.), neslyšíme zvuk zvo-nečku uvnitř zavěšeného.

Na tlaku a rozpínavosti vzduchu zakládají se mnohé přístroje jako jsou: *násosky*, *Heronův míč*, *Heronovo*

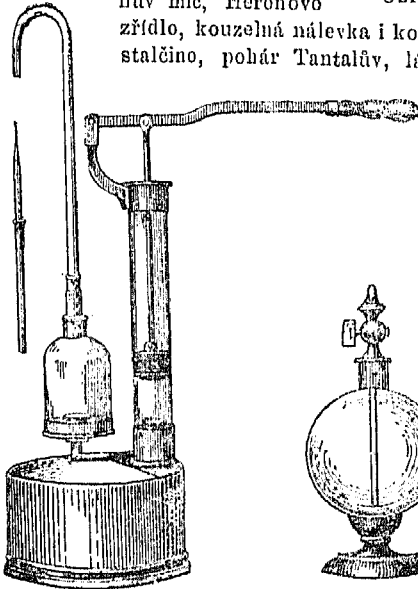
zřídlo, *kouzelná nálevka* i *konvice*, *občasný vodotok*, *sítka Ve-stalčino*, *pohár Tantalův*, *láhev Mariottova* (k rovnoměrnému



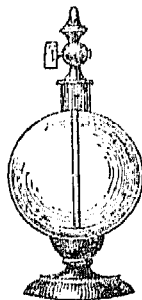
Obr. 33.



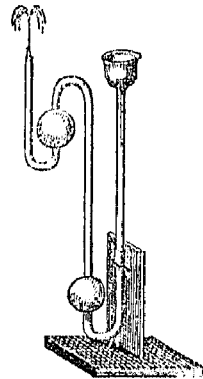
Obr. 34.



Obr. 35.



Obr. 36.



Obr. 37.

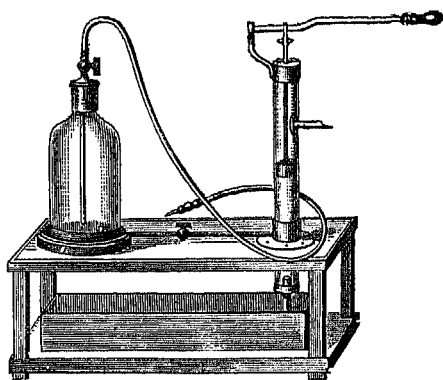
výtoku kapalin), *pumpa na zdviž* i *na tlak*, *stříkačky* a j. v. Z jmeno-vaných přístrojů vyobrazeny tuto: a) *pumpa na tlak* obr. 35, b) *Heronův míč* obr. 36, c) *Heronovo zřídlo* obr. 37, d) *pumpa na zdviž* obr. 38.

V Heronovu míči vyháání zhuštěný vzduch trubičkou vodu do výše jakmile v hrdle nádoby kohoutek se otevře.

Podobně u Heronova zřídla, kde vzduch se zhušťuje vodou nalívanou do roury nálevkovitě zakončené (v pravo), v. obr. 37.

Pumpu na zdviž (obr. 38.) lze snadno pevným přitážením zátky k pístu přeměnit v pumpu na tlak a otevřením kohoutku v vodovodnou rouru stává se z tohoto přístroje *stříkačka*.

Obr. 35. znázorňuje pumpu na tlak, kterou lze vodu do libovolných výšek zdvihati (vodárny).



Obr. 38.

268 Plyny rozšiřují se ve prostorách, kde jsou již jiné plyny chemicky od nich rozdílné a s nimi se neslučující, tak jakoby tam samy byly a expanse smíšeniny rovná se *součtu expansí jednotlivých smíšenců*. (Zákon Daltonův 1817.)

269 Je-li mezi oběma plyny *průlinčitá stěna* (přepažení) na př. z *blány, hlíny, sádry* a p. pronikají se plyny též a to tak, že *řídší* plyn proniká *rychleji* stěnu než *hustší*. (Graham 1829.)

270 *Věta Avogadrova*. Kterékoliv plyny, stlačené odevšad touž silou, mají v stejném objemu stejná množství molekulů.

Clausiova theorie o plynech. Každý plyn lze považovati za roj nekonečně malých bodů, prohánějících se v prostoru uzavřené volně sem tam rychlostí rozličnou a směry všemožnými.

271 Tlačí-li určité množství plynu, který svůj objem měniti nemůže, při 0° C. tlakem b_0 , stává se tlak ten při t° C. roven $b_0(1 + \alpha t)$, kde α přibliživě se rovná $\frac{1}{273}$. (Zákon Gay-Lussacův.)

Plyny obyčejné neřídí se přesně zákonem Mariottovým.

Při teplotě prostřední a mírném tlaku, zajímají obyčejně menší prostor (volumen) než dle řečeného zákona zajímati by měly. Působí-li tlak *velmi silný*, rozpadají se plyny ve dvě třídy, jedna z nich se kloní k rychlému *kapalnění* (kys. uhličitá, ěpavek); druhá klade tlaku mnohem *tužší odpor* než dle Mariottova zákona jest přiměřeno (kyslík, dusík, kysličník uhelnatý).

II. Nauka o pohybu hmot (dynamika).

A. Pohyb hmot pevných.

a) Dva druhy pohybů, měření sil a práce.

Hmota se pohybuje, mění-li svou vzdálenost od jiných 272
hmot, které považujeme za klidné. Pohyb záleží tudíž na
změně místa celé hmoty aneb jednotlivých její částic. Činitelé
pohybu jsou: a) *hmota* se pohybující, b) původ pohybu čili
působící *síla*, c) *čas* čili doba pohybu, d) rychlost.

Výsledek pohybu jest *vykonaná dráha* t. j. soujem všech 273
míst, na kterých pohybující se hmota prodlením určité doby
se nalezala. Dráha jest buď *přímá* buď *křívá*. Stálý poměr
dráhy (s) k času (t) slove rychlost (c); tedy $\frac{s}{t} = c$; z čehož
dále $s = ct$ a $t = \frac{s}{c}$. — (Pohyb rovnoměrný jeví se na př.

u zvuku, světla a j.)

Stálý poměr rychlosti (c) k času (t) sluje zrychlení (g). 274
Tedy $\frac{c}{t} = g$, z čehož $c = gt$; a dráha $s = \frac{gt^2}{2} = \frac{c^2}{2g}$. (Pohyb
rovnoměrně *zrychlený*, jest na př. volný pád hmot; *zdržený*:
pohyb hmot vržených kolmo do výšky (vzhůru) a j.)

Přibývá-li nebo ubývá-li rychlosti zároveň s časem, 275
avšak *nerovnoměrně*; slove pohyb *nerovnoměrně zrychlený*, po
případě *zdržený*, na př. pohyb kyvadla, zvučící pružiny,
struny a j.

Dle působení rozeznáváme síly *okamžité**) a *trvalé*; tyto 276
pak dělíme na *stále trvalé* (na př. síla tíže na téměř místě a
proměnlivě trvalé (na př. tíže na rozličných místech země,
činná složka tíže při kyvadle a j.)

Síla okamžitá způsobuje pohyb rovnoměrný, síla *trvalá* 277
pohyb zrychlený (zdržený) a sice buď *rovnoměrně* aneb *ne-
rovnoměrně* dle toho, působí-li ve hmotu síla *stále* neb *nestále
trvalá* (proměnlivá).

*) Okamžitých sil v pravém slova smyslu vlastně ani není, ježto každá
síla ku svému působení *jakéhosi* času potřebuje.

278 *Měření sil a práce.* O velikosti síly soudíme z velikosti jejích účinků; účinek síly jest pohyb a velikost pohybu závisí jednak na velikosti hmoty (m), jednak na tom, jak rychle hmota se pohybuje. Značí-li (P) sílu okamžitou a (P_1) sílu stále trvalou jest: $P = mc$ a $P_1 = mg$, kde (c) značí rychlost a (g) zrychlení. Je-li P_1 síla tíže, má (g) hodnotu 9·8 metrů a P' slove pak prostou váhou tělesa. Podíl z váhy tělesa a ze zrychlení tíže t. j. $\frac{P_1}{g} = m$ nazývá se jeho hmotností.

279 Práce jest součín z velikosti břemene a proběhnuté jeho dráhy. Jednotkou práce nazývá se síla, která jest s to, aby břímě 1 kilogramu přepravila přes dráhu 1 metru a slove *kilogramometr*. Značí-li (Q) velikost břemene a (s) velikost dráhy; jest součín (Qs) význakem práce.

Práci lze, ježto $Q = Mg$ a $s = \frac{c^2}{2g}$ vyjádřiti též $= \frac{Mc^2}{2}$; součín Mc^2 slove obyčejně *živou silou*.

280 Větší práce měříme *koňskými silami*. *Koňskou silou* nazýváme sílu, která při 10hodinné denní práci v každé vteřině je s to, aby břímě 75 kg. do výše 1 metru zdvihala (čili 75 kilogramometrů).

281 Přihlížíme-li též k času, ve kterém práce se vykonává, měříme její hodnotu čili *dělnost síly* (effectus). Jednotkou dělností jest dle předcházejících pojmů síla, která v každé časové jednotce (vteřině) koná práci velikosti jedné jednotky.

b) 0 volném pádu.

282 V prostoru vzduchoprázdném padají všechny hmoty stejně rychle.

283 Padá-li hmota volně svou vlastní tíhou, přibývá jí rychlosti rovnou měrou s časem (pohyb rovnoměrně zrychlený). Rychlost na konci první vteřiny sluje zrychlení tíže $g = 9·8$ m.

Padá-li hmota *volně* aneb po *nakloněné rovině*, mají se:

a) dráhy proběhnuté v rozličných dobách jako příslušné zdvojnocněné doby pohybu;

b) dráhy vykonané v jednotlivých vteřinách jako v přirozené řadě čísel tolikáté liché členy 1 : 3 : 5.

Dráha v první vteřině volným pádem proběhnutá rovná se polovici zrychlení tedy 4·9 metrů a rychlost na konci

času (t) = dvojnásobné dráze vykonané v první vteřině, znásobené počtem vteřin (t).

c) Pád po rovině šikmé.*)

Pád po rovině šikmé patří též k pohybu rovnoměrně zrychlenému, s tím toliko rozdílem, že zde hmota nepadá plnou, nýbrž jen *částičnou* svou váhou, která jest tolikátý díl plné její váhy, kolikátý díl jest výška nakloněné roviny její délky. 284

Padá-li hmota po nakloněné ploše jest: 285

1) rychlost její na konci jednotlivých vteřin tím větší, čím větší jest zrychlení pohybu aneb čím srážnější jest plocha nakloněná ($g_1 = g \sin x$).

2) Dráhy po rovinách šikmých, *stejně vysokých*, avšak *nestejně dlouhých* v *stejných dobách* proběhnuté jsou v poměru *převráceném* s délkami nakloněných rovin.

3) Doby k proběhu takovýchto délek potřebné jsou v poměru *přímém* k velikosti dráh (délek).

4) Hmota, ať padá výškou aneb po délce nakloněné plochy, *přibývá* k zemi rychlostí *stejnou*, ale v *dobách nestejných*.

5) Myslíme-li si z konce průměru duté koule rozličné tětiny k povrchu koule vedené a po každé z nich zároveň těžkou hmotu puštěnou; narazí všechny tyto hmoty na povrch duté koule *současně* (*rovnodobé tětiny*).

d) Kyvadlo.

Hmotný bod zavěšený na niti pevné, natažené a vši tíže prosté, visí v poloze *svislé* a vrací se, byv z ní vyšinitu opět do ní rychlostí rostoucí *nerovnoměrně*. Úprava taková slove *jednoduchým kyvadlem* a stálý jeho pohyb *kyváním*. 286

Kývá-li se místo jednoho bodu celá *soustava* hmotných bodů, vzniká kyvadlo *složené*. Vzdálenost dvou stajných měn kyvadla slove *kyv* a doba, ve které jeden kyv se vykonává, *dobou kyvu*.

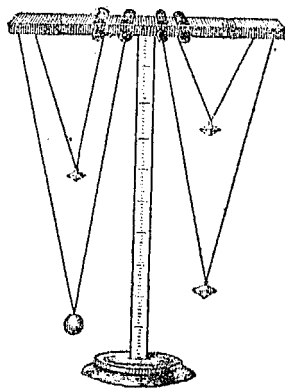
Značí-li l délku jednoduchého kyvadla a g zrychlení tíže; jest doba kyvu $t = \pi \sqrt{\frac{l}{g}}$

*) Zákony o pádu hmot ustanovil Galilei r. 1602.

287 Na témž místě povrchu zemského jsou stejně dlouhá kyvadla též *rovnodobá* a doby kyvadel *nestejně dlouhých* mají se k sobě jako druhé odmocniny z jejich délek.

288 Na *témž místě* působí tíže v každou hmotu *stejnou* silou. Na *rozdílných* místech jsou doby kyvu téhož kyvadla *nestejny*. Tíže nepůsobí na všech místech povrchu zemského *stejně* mocně. Kyvadlo slouží k pozorování *změn tížní* síly na rozdílných místech země.

Obr. 39. znázorňuje kyvadla (čtyři) rozdílných délek ku zkoušení zákona, že $t^2 : t_1^2 = l : l_1 = n_1^2 : n^2$.



Obr. 39.

289 Kyvadlem poznána veledůležitá fyzikální pravda totiž, že hmoty vespolek se *přitahují* v jednoduchém přímém poměru *svých hmotností* a ve *převráceném zdvojnásobném poměru obapolné od sebe vzdálenosti* (Maskelyne r. 1774 Bailly 1847).

290 *Kyvadlo složité, fyzické.* U tohoto kyvadla jeví body *bližší* k bodu závěsu snahu kývati se *rychleji* než body *vzdálenější*. Mezi oběma nalézá se bod, který se kývá *nezávisle* na bodech nad ním (zrychlujících) a na bodech pod ním (zdržujících jeho kyvy). Bod ten slove *středobodem kyvu* a vzdálenost jeho od závěsu redukovanou délkou.

291 Délka jednoduchého kyvadla rovnodobého s kyvadlem složitým slove *převedenou* (redukovanou) délkou tohoto.

292 Vedeme-li v mysli středobodem kyvu přímku rovnoběžně s *osou závěsu*, když kyvadlo jest v klidu, nazývá se přímka ta *osou kyvu*. U každého fyzického kyvadla můžeme osu závěsu s osou kyvu zaměnití beze vší změny *doby kyvu*. Kyvadlo takto upravené slove kyvadlo *převratné* (reversní) a užívá se ho k určování převedených (redukováných) délek jiných složitých kyvadel.¹⁾

¹⁾ Kater 1818. Kývá-li se tyč pravítková, veskrz stejně hmotná, zavěšená na svém konci; nalézá se bod kyvu *ve třetím díle* délky celé tyče *od dolního* jejího konce počítaje.

e) Pohyb otáčivý.

Pohybují-li se hmotné částice okolo pevné osy, nastává 293
pohyb otáčivý. Každá částice opisuje při tom kruh, jehož
poloměr se rovná vzdálenosti její od osy.

Kruhový oblouk φ , jež opiše hmotná částice u vzdále- 294
nosti = 1 od osy otočení za 1 vteřinu, nazývá se *úhlovou*
rychlostí.

Skutečná rychlost částice jiné rovná se součinu z úhlové
rychlosti a vzdálenosti té částice od osy otočení t. j. $c = r\varphi$.

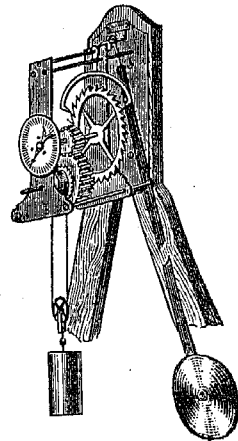
Součin ze hmotnosti a zdvojnásobené vzdálenosti hmoty 295
od bodu otočení (osy) slove *setrvačný moment* hmoty.

Moment setrvačný mr^2 jest jistý druh *živé síly*. 296

Převedená délka fysického kyvadla rovná se *setrvačnému* 297
jeho momentu dělenému součinem z jeho hmotnosti a vzdále-
nosti jeho těžiště od bodu závěsu (momentem statickým).

Užívání kyvadla. Kyvadla se užívá 298
k měření času²⁾, k určování taktu v hud-
bě³⁾ a ku zpytování síly tížní. Kyvadlem
proveden též důkaz (na základě otáčení
roviny kyvu), že země kolem své osy
se otáčí.⁴⁾

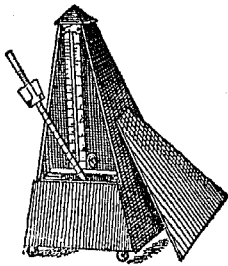
Obr. 40. Hodiny kyvadelní zakládají se
na rovnodobosti jednotlivých kyvů. Kyvadlo po-
hybuje kolečkem stoupacím řídí chod celého
kolostroje a naopak podporuje stoupací kolečko,
narážejíc na kyvadlo další kývání. (Huyghens,
Harrison, Graham).



Obr. 40.

Velikost tohoto 299
vychýlení za hodinu
obdržíme (pro ur-
čité místo), *znáso-*
bíme-li 15° *sinusem* zeměpisné šířky toho
kterého místa, t. j. $\delta = 15 \sin \varphi$.

Obr. 41. *Metronom* Mäzlův jest fysické
kyvadlo s posuvným přivažkem na týči rovno-
měrně rozdělené. Dle rozličné polohy tohoto pří-
važku mění se též doba jeho kyvu. Slouží k udá-
vání taktu v hudbě.



Obr. 41.

²⁾ Hodiny kyvadelní, Huyghens 1655, Graham a j. ³⁾ Metronom Mäzlův 1813. ⁴⁾ Foucault 1851.

f) Pohyb hmot vržených.

300 Každé náhlé uvedení hmoty v pohyb postupný silou okamžitou slove vrh.

Dle směru rozeznáváme a) *vrh kolmý* (dolů a nahoru), b) *vodorovný* a c) *šikmý*.

301 Pohyb vržených hmot děje se *současným působením dvou různorodých sil, okamžité a tížní*; dráhy jsou buď *přímé* (při vrhu kolmém), aneb *křivé* (parabolické, při vrhu vodorovném a šikmém); pohyb sám jest z části rovnoměrně zrychlený, z části pak rovnoměrně zdržený (při *výstupu* vržených hmot).

302 Hmota kolmo vzhůru vržená jeví stoupajíc pohyb *rovnoměrně zdržený* a padajíc, pohyb rovnoměrně zrychlený.

303 Kolik vteřin hmota kolmo vzhůru vržená do výše se nese, tolik vteřin padá opět k zemi, tak že doba jejího sestupu se rovná době výstupu.

304 Hmota kolmo vzhůru vržená dopadá k zemi touž rychlostí, kterou byla do výše vyhozená.

305 Na základě těchto vět můžeme, znajíce dobu (T), která uplynula mezi vyhozením hmoty kolmo vzhůru a opětným jejím dopadem dolu, vypočítati snadno:

a) jakou rychlostí v hmota byla vyhozena,

b) do které výšky vystoupila.

$$\text{Ad a) rychlost při dopadu k zemi } c = g \frac{T}{2} = v.$$

$$\text{Ad b) výška výstupu } k = \frac{g}{2} \cdot \frac{T^2}{4}.$$

306 Ve stejných vzdálenostech od země jeví hmota kolmo do výše vržená *rychlost* stejnou, ať vzhůru stoupá nebo dolů padá, s tím toliko rozdílem, že vystupujíc v následujícím okamžiku v rychlosti ochabuje a sestupujíc stále se zrychluje.

307 Hmota *vodorovně* vržená opisuje *parabolu*, jejíž vrchol se nalezá na počátku pohybu a jejíž parametr závislý na rychlosti vrhu $= 4k$ při kolmém vrhu vzhůru.

308 Hmota *šikmo* vržená (v úhlu) opisuje parabolu, jejíž vrchol jest v bodu největší vzdálenosti hmoty od země.

309 *Výška i délka* vrhu závisí na úhlu *zdvihu* (elevace).

Nejvýše se nese vržená hmota, když úhel elevačný jest

pravý a nejdále doletí, když tento úhel (za stejných jinak okolností) *se rovná* 45° (v prostoru vzduchoprázdném), jinak při 30° .

$$\text{Výška vrhu } k = \frac{c^2 \sin \alpha}{2g}. \quad \text{Dálka vrhu } l = \frac{c^2 \sin 2\alpha}{g}.$$

Hmoty vržené v úhlech, doplňujících se vzájemně na úhel *pravý* dopadají k zemi na témž místě, nevystupují však obě stejně vysoko a sice stoupá hmota vyhozená u větším úhlu k obzoru *výše* a jeví padajíc k zemi *větší bořivou sílu*, než hmota vyhozená v úhlu menším. (Tyto zákony jsou základem umělé střelby čili ballistiky.) 310

g) Pohyb centrální (středoběžný).

Pohybuje-li se hmota kolem pevného středu (centra), nastává pohyb středoběžný. Původem jeho jsou dvě síly současně ve hmotu působící, z nichž jedna jest *okamžitá* a druhá nepřetržitě *trvalá*. Směr této prochází *vždy*, směr oné *nikdy* středem pohybu. Přímka spojující hmotu se stálým středem slove *provodič* (radius vector). 311

Při pohybu středoběžném jsou *výšeče* provodičem v stejných dobách proběhnuté sobě rovny (věta výsečová) a naopak, probíhá-li provodič v stejných dobách výseče stejně velké, jest pohyb ten středoběžný a původem jeho dvě síly shora vytčených vlastností. 312

Síla nepřetržitě trvalá může býti *stálá* (konstantní), nebo dle určitého zákona proměnlivá (může jí na př. ubývatí do dálky v poměru čtvercovém) a slove *vždy* silou *dostředivou*. 313

Pohyb středoběžný v kruhu jest *rovnoměrný*. 314

Proti síle *dostředivé* působící protitlak čili reakce má název síly *odstředivé* (centrifigální) a tato se rovná svou velikostí síle *dostředivé* (centripetalní).

$$\text{Síla odstředivá při pohybu v kruhu } f = \frac{4 \pi^2 \cdot m r}{T^2} \text{ t. j. ?}$$

Upotřebení pohybu středoběžného:

1) Otáčení se země kolem osy. 315

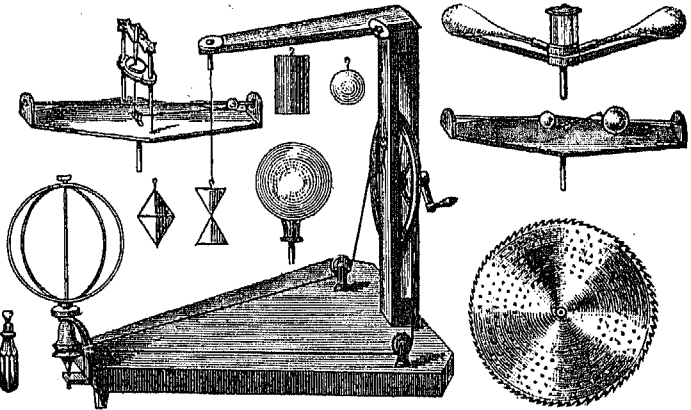
Síla *odstředivá* jest na rovníku největší a na pólech nejmenší; od rovníka k točnám jí ubývá jako *cosinusů* zeměpisných šířek těch kterých míst.

Odstředivá síla zmenšuje tíži na povrchu země a sice na rovníku nejvíce a odtud k oběma točnám čím dále tím 316

méně. Na točnách působí plná tíže. Rozdílu mezi plnou a zdánlivou tíží ubývá od rovníku k točnám jako zdvojnásoběných cosinusů zeměpisné šířky.

$$\text{Sploštěnost země } \frac{a-b}{a} = \frac{1}{299}. \quad (\text{Bessel}).$$

Zrychlení tíže: $g = 9.78 + 0.0508 \sin^2 \varphi^2 \dots$; kde (φ) značí zeměpisnou šířku místa.



Obr. 42.

Obr. 42. *Stroj odstředivý s příslušnými vedlejšími přístroji k pozorování výjevů síly odstředivé, její závislosti na poloměru, na hmotnosti a na rychlosti oběhu v kruhu.*

2) Soustava planetární.*)

317

Nejstarší sluneční soustava pochází od Ptolomaea (kruhy výstředné, epicykly); nynější od M. Koperníka (slunce středem přitažlivosti, ostatní planety atd. kolují okolo něho v kruhových dráhách). J. Kepler nahradil kruhy ty ellipsami a vyzpytoval tři zákony o pohybu planet kolem slunce totiž:

I. *Středobody planet opisují v prostoru všehomíra ellipsy, v jichž jednom ohnisku jest slunce.*

II. *Výšecě v stejných dobách provodičem proběhnuté jsou si rovny.*

III. *Zdvojnásoběné body oběhu mají se k sobě jako ztrojnásoběné střední vzdálenosti od slunce.*

*) *Ptolomaeus* v 1. polovici 2ho století po Kr.; *Mik. Koperník* 1473—1543; *Johanes Kepler* 1571—1630; *Izák Newton* 1643—1727.

Z druhého zákona Keplerova plyne též tato pravda: Pohyb planet kolem slunce není rovnoměrný, ale zrychlený, když planeta k slunci se blíží a zdržený, vzdaluje-li se od slunce. Rychlosti v rozličných bodech ellipsy mají se k sobě jako naopak kolmice sestrojené na příslušné tečny v těch kterých místech dráhy planetární. 318

Rozdíl mezi dráhou hmot vržených a odstředivým pohybem ovládaných jest parabola a ellipsa. Příčiny jeho máme ve směrech sil nepřetržitě přitažlivých, tam rovnoběžných, tu sbíhavých. 319

Původ zákonů Keplerových. Slunce přitahuje všechny planety, komety atd. k sobě a tyto sebe vespolek. 320

Zákon Newtonův. Každé dvě hmoty se přitahují. Přitažlivosti té přibývá v poměru přímém s velikostí obou hmot a ubývá do dálky v poměru čtvercovém, tak že $P = \frac{m \times m_1}{d^2}$ 321

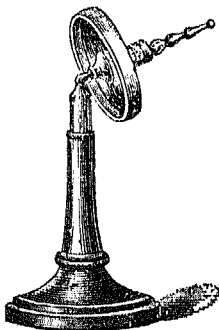
h) Volná osa.

Otáčí-li se pevná hmota okolo osy, působí odstředivé síly jednotlivých její částic v osu. 322

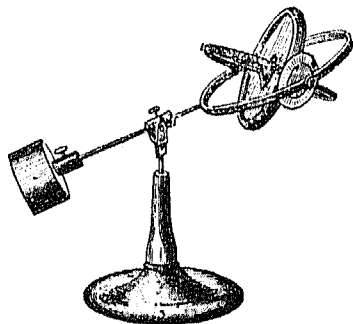
Je-li osa *odevšad rovnoměrně a souměrně* hmotou obložena, ruší se odstředivá síla každé hmotné částice odstředivou silou



Obr. 43.



Obr. 44.



Obr. 45.

částice protilehlé a jí rovné, tak že celkový účinek všech odstředivých sil na osu se rovná *nulle* a osa taková zůstává v každé poloze *volnou*. — (Vlček, Bohmenbergerův přístroj,

Schmiedovy setrvačné kotouče (běhouni) obr. 43., 44., Fesselův stroj obr. 45.) Kývání osy zemské (nutace).

Obr. 45. *Fesselův stroj* ukazuje volnou osu a mimo to otáčení celku okolo kolmé osy. Strojem tím si vysvětlujeme zároveň postupování bodu rovnodennosti na rovníku zeměkoule čili t. zv. *pracesti* ročně asi o 50" (vteřin).

i) 0 rázu.

323 Náhlé a násilné setkání se dvou hmot, z nichž aspoň jedna se pohybuje, slove ráz.

Dle jakosti rozeznáváme ráz hmot *nepružných* a ráz hmot *pružných*; dle směru ráz *kolmý* (přímý) a ráz *šikmý*; konečně ráz *dostředný* (centralný) a *výstředný*.

324 Jsou-li M a m hmoty *nepružné*, vrážející do sebe rychlostí C a c ve směru *protivném* nebo *souhlasném*, jeví po rázu společnou rychlost: $x = \frac{MC \mp mc}{M + m}$.

325 Stojí-li jedna z nich, jest $c = 0$ a $x = \frac{MC}{M + m}$ a jsou-li zároveň hmotnosti jejich sobě rovny ($M = m$), jest $x = \frac{C}{2}$ a t. d.

326 Při *rázu* hmot *pružných* dlužno dvoji pozorovati a) *stlak* jejich, b) opětne *vyrovnání* (odraz). Toto se děje touž silou, kterou byly sraženy a sice tím způsobem, že obě hmoty od sebe ve směrech *protivných* se odrážejí.

327 Razící hmota ztrácí ze své původní rychlosti *dvakrát* tolik, kolik by ztratila, kdyby *nepružnou* byla a koule *naražená* přibírá od oné též *dvakrát* (ve směru razící) tolik rychlosti, kolik by, jsouc *nepružnou*, přibrala.

328 Značí-li V rychlost hmoty razící *po* rázu a v rychlost hmoty *naražené* též *po* rázu a byly-li směry jejich pohybu *před* rázem *souhlasny*, jest:

$$V = \frac{(M - m) C + 2 mc}{M + m} \text{ a } v = \frac{(m - M) c + 2 MC}{M + m}.$$

329 Pohybují-li se však *proti* sobě jest:

$$V = \frac{(M - m) C - 2 mc}{M + m} \text{ a } v = \frac{(m - M) c - 2 MC}{M + m}.$$

330 Pohybují-li se obě hmoty *před* rázem *za sebou* jest: $MV + mv = MC + mc$ t. j. součet z velikostí pohybu obou hmot *po* rázu rovná se součtu týchž velikostí *před* rázem.

Dále: $V + C = v + c$ t. j. součet rychlostí razící hmoty (před rázem a po rázu se rovná součtu rychlostí hmoty druhé (naražené) (před rázem a po rázu). 331

Z posledních dvou vět plyne konečně: $MV^2 + mv^2 = MC^2 + mc^2$ t. j. součet živých sil obou hmot po rázu jest roven součtu živých sil týchž hmot před rázem. 332

*) U všech těchto vět se předpokládá přímý a dostředný ráz hmot úplně pružných.

Nolletův rázostroj: skládá se z řady pružných koulí stejně velikých a na nitích tak zavěšených, že středobody jejich vesměs se nacházejí ve vodorovné přímce. Zdvihneme-li krajní z těchto koulí a pustíme-li ji tak, aby na ostatní narazila, odskočí jedna na druhém kraji *touž rychlostí*; zdvihneme-li dvě krajní a zkusíme-li výsledek jejich nárazu na ostatní, odskočí na druhém konci dvě poslední atd. Prostřední a razící koule zůstávají při tom *v úplném klidu*.

Narazí-li pružná koule *kolmo* na pevnou nehnutou stěnu, odrazí se od ní směrem *opácným* zpět. 333

Narazí-li však pružná koule na pevnou, nehnutou stěnu *šikmo*, odskočí od ní též šikmo a sice jest při tom: 334

- a) Úhel *odrazu* roven úhlu *dopadu*.
- b) oba úhly jsou *v jedné a též* rovině, určené směrem dopadající koule a kolmicí vztýčenou na stěnu v bodu dopadu (*v rovině dopadu*).
- c) *směr odrazu* leží na protivranné straně kolmice vztýčené v bodu dopadu.

B. Pohyb hmot kapalných.

Věta Toricelliova. Vytéká-li kapalina otvorem nádoby učiněným ve vodorovném jejím dně, děje se výtok *touž* rychlostí, kterou by částice kapaliny v otvoru dna měly, kdyby od hladiny její až ke dnu volně byly padaly; t. j. $v = \sqrt{2gk}$, při čemž se předpokládá *stálá* výška kapaliny nad dnem. 335

*) Za obvyklých okolností vytéká kapalina otvorem dna rychlostí *rovnoměrně zdrženou*, ježto výšky její rovnou měrou *ubývá*.

Při stejných výškách kapalin vytékají lih, voda, rtuť a j. otvorem *malým* nebo *velkým* *stejně* rychle t. j. *rychlost* kapaliny jest na její *hustotě* jakož i na *velikosti dna* nezávislá. 336

Paprsek vytékající kapaliny jeví v malé již vzdálenosti *patrné stažení* (kontrakci), načež se opět v plný sloupec vyrovnává t. j. buď váleovitým nebo slabě kuželovitým stává. 337

- 338 *Množství* kapaliny otvorem dna za 1 sek. vyteklé určuje se tělesným obsahem válce nebo hranolu, jehož podstavou jest otvor při výtoku a výškou rychlost vytékající kapaliny.
*) Množství takto určené (theoretické) jest proti skutečnému poněkud hrubé a dlužno je tudíž opravit, což se děje násobením stálým součinitelem $\mu < 1$ (koeficient stahu).
- 339 Rychlost kapaliny vytékající otvorem *postranním* určuje se při malém otvoru, jako rychlost její u výtoku dnem; toliko výška hladiny vodní (kapalně) se měří od *středu* otvoru kolmo vzhůru ku hladině.
- 340 Paprsek kapaliny vytékající otvorem *poboční stěny* opisuje *parabolu*, jejíž *parametr jediné* na velikosti kolmého tlaku (výšky kapaliny) *závisí*.
- 341 Vytéká-li kapalina otvorem stěny z nádoby na tenkém provázku volně zavěšené, ruší se její tlak při výtoku úplně, trvá však na souměrném místě protilehlé stěny v celé síle dále, čímž nádoba z polohy svislé v protivném směru k vytékající kapalině se vychyluje. (Zpáteční tlak, protitlak, reakce.)
*) Na výjevu tom se zakládají: Kolo Althanovo, Segnerovo (1751). a turbíny. (Obr. 23.)
- 342 Rázu kapaliny na *plochu stavidla* narážející přibývá v poměru přímém s velikostí plochy s úhlem jejího sklonu k rovině vodorovné a s hustotou i *rychlostí* dopadající kapaliny (s rychlostí ve zdvojnásobném přímém poměru).
*) Základ vodních kol na vrchní prostřední a spodní vodu.
- 343 Uzavřeme-li *náhle* vodorovnou rouru na konci, kde právě kapalina vytéká, vzniká zde i v rouře *zpáteční ráz*, který někdy takové síly nabývá, že i rouru *roztrhne*. Síla tohoto rázu jest tím větší, čím více kapaliny v určitém čase protéká, čím bystřeji teče a čím rychleji výtok její na konci se zarazí.
*) Výjev tento jest základem vodního čili *hydraulického beranu* (trkače), jehož účinnost na 60% se počítá (bratři Montgolfierové r. 1796).
- 344 *Vodotrysky* jsou buď původu *hydrostatického* (viz zákon o spojitých nádobách) aneb *hydrodynamického* (pevná Heronova bání, spojená s vodním beranem). Tyto vyhazují vodu mnohem *výše* než ony, nezhotovují se však ve velkých rozměrech, poněvadž jejich materiál mocnými nárazy vody *velice* trpí.

C. Pohyb hmot vzdušných.

Každý uzavřený plyn (vzdušina), jehož hustota jest větší 345 než hustota vnějšího vzduchu, vytéká, prorazi-li se na některém místě stěna nádoby jej uzavírající, následkem větší své hustoty nebo napjatosti do vzduchu.

Změříme-li *nadbytek* napjatosti výškou (h) *rtuťového manometru*, jest rychlost vytékajícího plynu taková, jakou by měl, kdyby onou výškou (h) volně padaje do prostoru vzducho-prázdného vytékal. 346

Vytékají-li vzdušiny za týchž okolností jako kapaliny 347 z nádob volně zavěšených otvorem pobočným, objevují se podobné *protitlaky* na souměrných místech k otvoru.

*) Na tom se zakládá: Stoupání rachejtli, couvání děl po výstřelu, trhání ručnicových pažeb a p. v.

Pohyb v rourách. Následkem přilnavosti plynu ku stěnám 348 roury, kterou plyn proudí, zmenšuje se rychlost jeho u výtoku.

Množství plynu vytékajícího z roury závisí na velikosti 349 tlaku v poměru *příímém* (jednoduchém) a na *délce* roury v poměru *nepříímém* (oddvojnásobném) t. j. $m = \frac{q}{\sqrt{l}}$.

Ráz *větrém* (vzdušinou) způsobený závisí, co do velikosti, 350 a) na *hustotě* vzduchu, b) na jeho *rychlosti* v poměru *čtvercovém*, c) na *rozsáhlosti plochy* (stěny), na kterou vzduch naráží, vesměs v poměru *příímém*.

*) Větrní koroubvičky (větrnítky), anemometry, větrní mlýny, plachtové lodě a p. v.

Ušchlý procezozací papír z nálevky ven vyfouknouti, 351 jakož i pohyblivě zavěšenou blízkou desku od desky podobné na konci skleněné roury upevněné proudem vzduchu odraziti nesnadno. Tyto a podobné výjevy nazývají se „*aërodynamické paradoxon*.“

*) Příčina toho vězí ve velikosti pohybu (mc) *vzduchové vrstvy* mezi oběma deskama obsažené, aneb ve *zředlování* (po případě též *zhustování*) *vzduchu* v rourách kuželovitých.

D. Překážky pohybu.

Překážky pohybu jsou v podstatě dvě: a) tření, b) odpor prostředí.

Ad a) *Tření.* Pohybuje-li se hmota po hmotě, zapadají 352

vyvýšeniny povrchu jedné do prohlubin druhé a nemá-li pohyb přestat, nutno, aby tyto vyvýšeniny drsného hmotného povrchu se buď ohnuly, stlačily aneb utrhly, k čemuž třeba jisté části síly, která z práce hmoty se čerpá, čímž pohyb z části se ruší.

353 *Tření vlečné.* Pohybují-li se částice hmoty na povrchu k sobě *romoběžně*, nastává *tření vlečné* (smýkavé).

Zákony jeho jsou:

- a) Jest tím *větší*, čím jsou povrchy obou hmot *drsnější*.
- b) Na *začátku* jest *větší* než ve *průběhu* pohybu.
- c) Dokud váha hmoty se nemění, jest velikost vlečného tření na *velikosti troucích se povrchů* a na *rychlosti* pohybu *nezávislá*.
- d) U hmot *stejnorodých* za stejných jinak okolností jest tření *větší* než u *nestejnorodých* (pro shodnost nerovností povrchových).
- e) Zmenšuje se urovnáním, ohlazením povrchu a natíráním masnotami (mazadly).

354 *Tření valné.* *Tření valné* vzniká, když hmota přes hmotu se *valí* (běží na př. kolo u vozu). Celkem jest toto tření *menší* než předešlé, poněvadž zde vyvýšeniny hmoty jedné z prohlubin druhé se toliko *vymykají* (vyzdvihují) a nikoliv jako tam se stlačují aneb násilně odtrhují.

Přibývá ho s tlakem (vahou) hmoty v poměru *přímém* a s *poloměrem* válce aneb kola v poměru *převráceném*.

355 Ad b) *Odpor prostředí.* Ve skutečnosti se pohybuje každá hmota na povrchu země buď *vzduchem* nebo *vodou*. Následkem neprostupnosti hmot nutno, aby prostředí pohybující se hmotě z cesty se uhnulo, a když tak se má státi, třeba k tomu síly, která se pohybující hmotě odnímá; pročež pohyb časem ochabuje a se stává.

356 Velikost tohoto odporu závisí:

- a) Na *podobě*, na *rychlosti* a na *velikosti* pohybující se hmoty.
- b) Na *hustotě prostředí* (media), ve kterém pohyb se děje v poměru *přímém* jednoduchém.
- c) na *rychlosti* pohybující se hmoty v *přímém poměru* *čtvercovém*.

III. Akustika.

A. Z nauky o pohybu vlnivém vůbec.

Chvěním nazýváme souměrné pohyby nejmenších částic pružných hmot opětuující se dle určitých pravidel. 357

Činná síla tohoto druhu pohybu slove *pružnost*; pohyb sám jest, ježto působící síla co do velikosti neustále se mění, *nerovnoměrně zrychlený* a rovněž tak *zdržený*. Dráha pohybu jest buď rovna (přímá), buď křiva (uzavřená křivka). 358

Chod hmotné částice jednou *sem* a *tam* slove *záchvěj* (kmit), čas *k jednomu kmitu* potřebný, *doba kmítu* (chvění, oscilace); největší vybočení z původní polohy nazývá se *úšíř* (rozkmit, amplituda), každé jiné menší vybočení sluje *elongace* (rozchvěj). 359

Měnou čili fásou chvění nazýváme stav pohybu, určený *rychlostí, směrem a vzdáleností* chvějících se hmotných bodů vzhledem k poloze původní (klidné). 360

Doba od počátku pohybu až k určité měně chvění uplynulá slove *dobou měny*, doba pak mezi dvěma souhlasnými měnami obsažená rovná se době *jednoho zachvění* (kmitu). Měny vzdálené od sebe o polovinu záchvěje slovou *protivnými*. 361

Rychlost chvějícího se bodu jest buď *stálá* aneb *proměnlivá*. Ve případě tom vyskytují se *dvě největšíny* (maxima) a *dvě nejmenšíny* (minima) rychlosti dle vzorců: 362

$$s = a \sin. \left(\frac{2 \pi t}{T} \right) \dots \dots 1)$$

$$v = V \cos. \left(\frac{2 \pi t}{T} \right) \dots \dots 2)$$

Převratná hodnota doby jednoho zachvění udává *množství výchvějů* vykonaných v časové jednotce. 363

Záchvěje (kmity) téhož trvání slovou *rovnodobými* (isochronickými); chvění však, při kterém hmotné částice současně do souhlasných měn vstupují, nazývá se *soudobé* (synchronické). 364

Jest-li *chvění* některé délky (plochy) *soudobé*, slove *stojatým* a může býti: 1) *podélné*, děje-li se rovnoběžně se směrem podélným, 2) *příčné*, děje-li se kolmo na směr podélný 365

a 3) *ve kruhu*, když příčný průřez chvějící se hmoty souměrně se mění.

366 S podélným chvěním spojeno jest střídavé *zředlování* a *zhustování* chvějících se částic; při chvění příčném s rozličným úšířím vyskytují se *změny* podoby a při chvění ve kruhu změny ve průřezu chvějících se hmot.

367 Jest-li chvění pouze *rovnodobé* a nikoliv *soudobé*, slove *postupným*. Čára (plocha) spojující v určitém okamžiku veškeré body chvějící se délky nazývá se *vlna* a pohyb toho druhu *vlnění*. Sem patří na př. vlnění slabě napjatého provazu nebo hladiny vodní.

368 Vlna taková se skládá ze dvou shodných polovin souměrně po sobě jdoucích *z vrchu a dolu*. Úšíří její se rovná dvojnásobné největší výšce vrchu aneb dvojnásobné hloubce dolu čili součtu z vrchu a dolu vlny.

369 Chvějící částice, které o délku celé vlny jsou od sebe vzdáleny, nalézají se v *souhlasných* *měnách* chvění.

370 Doba, ve které *vlna* úplně se *vyvine*, jest rovna době *jednoho zachvění*. Značí-li l délku vlny, n počet vln a c dráhu vykonanou v jedné časové vteřině (při vlnění postupném), jest $c = nl$, z čehož $n = \frac{c}{l}$ a $l = \frac{c}{n}$.

371 Souvislý postup celé osnovy vln, *rozbíhajících* se na vše strany, slove *rozvlnění* a jeví-li se v jednom toliko směru, lze je nazvati *vlnovodem*.

372 Naráží-li vlna na hmotnou překážku, odráží se buď nazpět do prostředí, ze kterého přišla, dle zákonu o rázu hmot, nebo vniká do prostředí nového pohybující se zde změněnou rychlostí, při čemž někdy (při šikmém nárazu) z původního směru se vychyluje. Výjev tento sluje *lom* a onen *odraz* vln. Někdy se též vlnivý pohyb úplně ruší.

373 Značí-li c rychlost vlny ve prostředí původním a c_1 touž veličinu ve prostředí druhém, slove podíl $\frac{c}{c_1} = n$ *poměrem lomu* vln. Poměr tento jest nezávislý na úhlu dopadu.

374 Mocnosti (intensity) chvění ubývá do dálky v poměru *čtveřčném*.

375 U chvění podélného nahrazuje se vrch vlny *zhustováním* a dol *zředlováním* chvějících se hmotných částic.

Narážejí-li vlny kapaliny na stěny nádrže, ve které kapalina se nachází, odrážejí se od ní zpět dle zákonů o rázu hmot pružných. (Viz 334.) 376

Jest-li nádrž tvaru kruhového a vychází-li vlnění ze středu kruhu, vracejí se vlny odražené ode stěn nádoby opět do středu, z kterého vyšly. Vlny v ohnisku nádoby elliptické zbuzené odrážejí se do ohniska druhého. V ohnisku nádoby parabolické však vlny zbuzené odrážejí se *rovnoběžně s hlavní osou paraboly*. 377

Vzájemné působení dvou vln přímo *za sebou* jdoucích a vespolek se pronikajících nazývá se jejich *křížením* (průnikem, interferencí). 378

Výsledek interference jest buď *sesilování* (zrůst), buď *ochabování*, po případě *úplné rušení* vln. 379

Setkávají-li se dvě vlny *za sebou* jdoucí v měnách *souhlasných* na př. když jsou stejnorodé a zdroje jejich vzdáleny od sebe *o sudý* počet poloviček vln, *sesilují se vzájemně*. 380

Pronikají-li se však dvě vlny *za sebou* jdoucí v měnách *protivných* na př. když zdroje jejich *o lichý* počet *poloviček vln* od sebe jsou odlehle, *seslabují* (sražejí) *se vespolek*, někdy též úplně se *ruší* (při stejných amplitudách). 381

Přecházejí-li vlny z prostoru volnějšího skrze *úzkou branku* (přepažení) do druhého oddělení téhož prostředí, odchylují se *na hranách* stavidla z původního směru a výjev ten nazývá se *ohyb* (diffrakce) vln. 382

B. O zvuku.

a) Zdroje zvuku.

Zvuk se budí: 1) *rázem*, 2) *třením* (smýkáním, drhnutím), 3) *střídavým zhustováním a sředlováním* vzduchu (plynů, par), 4) *rozdílnou teplotou* kovů (Trevelyan), 5) *hořením* (chemická harmonika), 6) *střídavým magnetováním* a *odmagnetováním* tyčinek železných (telefon), zkrátka: *chvěním* čili rychlým *třesením pružných hmot*. Účinek zvuku jevíci se ve sluchovém ústrojí našem slove *slyšením*. Vše, co slyšíme, vydává zvuk. 383

Zvuk vzniká buď náhle, *jedním* toliko rázem (rána, výbuch), aneb *opětovanými neurčitými* nárazy (hluk, lomož a p.), nebo konečně *trvalými* a *pravidelnými* nárazy (znění, tón). 384

385 Podmínky slyšení jsou :

- 1) *Hmota zvučící* (zvučidlo).
- 2) *Hmota zvuk šířící* (zvukovodič).
- 3) *Ústrojí sluchové*.

386 *Zvučeti* mohou jen hmoty *pružné kteréhokoli skupenství*.
Hmoty tuhé, zvuk vydávající dělíme dále :

1) Na takové, při kterých *jeden rozměr*, délka, oba ostatní rozměry (šířku i tloušťku) značně převyšuje, a to jsou :

- a) *tyče*, jichž *pružnost* jest veličina *stálá*,
- b) *struny*, jichž *pružnost* napínáním teprv se budí a proto jest *nestálá*.

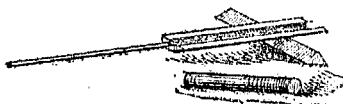
2) Při kterých *dva rozměry* převládají, a tyto jsou též :

- a) *plochy strnulé*, rovné i křivé, *ploské* kotouče, *křivé plochy* (zvony, cimbály),
- b) *plochy hebké, blány* na př. u bubní, v ústrojí hlasu u lidí a zvířat a j.

*) Zvučící hmoty kapalné a vzdušné nemají *samostatného tvaru*.

Trevelyanův znělec (obr. 46.)

skládá se z vykrojeného ocelového žlábků, který nad líhovým kahanem na konci silně se ohřeje a pak na hranu olověného hranolu nad ozvučenou pádou se položí. Rychlým svým kolísáním (převrácením) vydává zvuk.



Obr. 46.

387 Co do jakosti rozeznáváme u hmot zvučících *trojí druh* chvění: 1) *příčné* (na př. u strun), 2) *podélné* (struny, vzduch v píšťalách), 3) *kruhové* (u zvonů, *válcovitých tyčí*, které ve kruhu kolmo na délku drhneme).

b) Rozvádění a rychlost zvuku.

388 Hmota zvučící sděluje své chvění s hmotami jinými (nezvučícími), které se jí *dotýkají*, a sdělování to se děje buď *rychle* (dobrý zvukovodič), nebo *zdlouhavě* (špatný zvukovodič).

389 Je-li mezi zvučící hmotou a sluchovým ústrojím prostor vzduchoprázdný (na př. pod recipientem vývěvy spuštěný budíček), *zvuk* úplně zaniká.

390 Nejobyčejnějším zvukovodičem jest *vzduch*, může jím však býti každá jiná *plynná, kapalná i tuhá hmota*, jen když jest jak náleží *pružna*.

Rychlost zvuku se určuje dvojím způsobem a) přímým 391
dle vzorce $c = \frac{s}{t}$, b) nepřímým (viz nauku o tónech).

Rychlost zvuku ve vzduchu při nulové teplotě a 760 mm. 392
tlaku jest 332 metry za 1 sek. Čím teplejší a vlhčí vzduch,
tím rychleji rozvádí zvuk.*)

*Vysoké i nízké, slabé i silné zvuky šíří se vzduchem stejně 393
rychle, jsou však nestejně silny.*

Rychlosti zvuku v jiných plynech *ubývá* jako druhých 394
odmocnin z vyčíslených jejich hustot menších než hustota
vzduchu.

V kapalných i tuhých hmotách jest rychlost zvuku 395
mnohem *značnější* než ve vzduchu. Největší hodnoty dosa-
huje ve smrkovém dřevě (téměř 18krát větší než ve vzduchu).

Síly zvuku *ubývá* do dálky v poměru *čtvercovém*. 396

Síly zvuku *přibývá*, jako: 397

1) *velikosti zvučící hmoty, úšší* zvukových vln a *rychlosti*
jejich chvění.

2) jeho *soustředění v určitém směru* (hlásné a sluchové
roury).

3) s *vodivostí a hmotností zvukovodiče* (zvuk pod vodou
působí mocněji než ve vzduchu).

4) ve *směru větru* jakož i při větší vodivosti (vlhkosti)
vzduchu na př. za rosy.

5) s *hustotou vzduchu*; v *zimě* bývá do *větších dálek* sly-
slyšeti než v *letě*; na *vysokých horách* nutno *hlasitěji* mluvíti
než v *údolích*.

*) Silný mužský hlas pronikne do dálky až na 300 metrů.

c) Odrážení zvuku.

Naráží-li zvuk na pevnou stěnu (les, skály, mračna), 398
odráží se od ní dle zákonů *o rázu hmot pružných*.

Zvuk odražený působí ve sluchovém ústrojí dojem stejný, 399
jako zvuk původní.

Ucho lidské může v jedné časové vteřině asi 9 rozličných
zvuků od sebe rozeznati.

*) Při 10° C. jest $c = 340$ m.

400 Vrací-li se odražený zvuk dříve než za $\frac{1}{9}$ sek. po zvuku původně vydaném, splývá s původním zvukem v jediný celek a působí *ohlas* (hlahol).

Vrací-li se však za $\frac{1}{9}$ sek. aneb později do ucha, působí *samostatně* jako zvuk původní a sluje *ozvěna* (echo).

401 Aby bylo *slýšeti ozvěnu*, musí stěna, od které zvuk se odráží, nejméně 18·5 m. od ucha pozorovatelova býti *vzdálena*.

402 Opakuje-li ozvěna *poslední slabiku* slova jednou, slove *jednoduchá*, pakli několikrát, nazývá se *mnohonásobná*.

403 Opakuje-li se ozvěnou několik posledních slabik věty, slove *mnohoslabičná*. Ozvěna ta jest podmíněna *značnější vzdáleností* odrážející stěny, než jest u ozvěny jednoslabičné, mnohonásobná však žádá *více stěn rovnoběžných* aneb *v mnohohúhelníku rozestavených a nestějně vzdálených.**)

404 Na odrazu zvuku se zakládají:

a) *akustické klenby* (Dionysovo ucho),

b) *hlásná roura* (Morland 1670),

c) *naslouchátka*,

d) *roury rychlověstné a konveršivní*.

d) Lom zvuku.

405 Naráží-li zvuk na *rozhraní* dvou různorodých prostředí (zvukovodičů), odráží se z části zpět do předešlého, z části pak vniká do nového prostředí, kde se pohybuje *rychlostí* tomtuto *prostředí přiměřenou* buď původním směrem dále (při *kolném* dopadu zvukových paprsků), aneb *směrem jiným* (při *šikmém* dopadu), od původního směru odchýleným. Výjev tento slove *lom zvuku*.

406 Zákony lomu:

a) Paprsek zlomený nalezá se s paprskem dopadajícím v jedné a též rovině.

b) Sinus úhlu dopadu má se k sinusu úhlu lomu, jako rychlost zvuku ve prostředí prvním k rychlosti zvuku ve prostředí druhém (lámavém).**)

*) V Teplic-ských (Adersbach) skalách opakuje se *sedmislabičná věta* *tříkráte*. Na skalách Lurleyských na Rýnu 17krát.

***) Hájech 1857. Poggend. An. C, III.

C. O tónech.

a) Tóny, stupnice, akordy.

Zvuk trvalý, stejnorodými a *pravidelně se opakujícími* 407
nárazy povstaly, slove *zněním*.

U znění rozeznáváme:

- a) *sílu* čili *mocnost*,
- b) *výšku* (hloubku) znění,
- c) *jakost* znění (ráz, timbre).

Výskou znění se rozumí *množství* zvukových nárazů v ča- 408
sově *jednotce* (1 vteřině) vykonaných.

Znění vzhledem k *výšce* (hloubce) slove *tón*.

Čím *větší úšří* (amplituda) vln, tím *silnější* *tón*. 409

Čím *rychlejší* *chvění* (kratší vlny) tím *vyšší* *tón*.

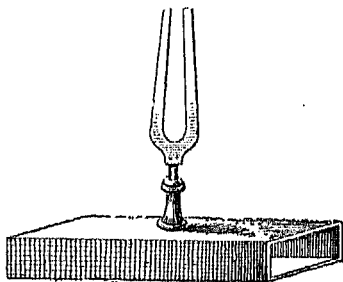
Čím *složitější* podoba *zvukových vln*, tím *složitější* *tón* a 410
rozmanitější *ráz* jeho znění.

Síla tónu závisí tedy na *šířce*, *výšce* na *délce* a *ráz tónu*
na *podobě zvukových vln*.

Tón jest *jednoduchý*, když vedle něho *žádný jiný* se 411
neozývá.

Tóny jednoduché rozezná-
vají se od sebe toliko *výskou*
a *silou* nikoliv však *zněním*.
Ladičky a široké *kryté píšťaly*
vydávají přibliživě jednoduché
tóny.

Taková ladička s ozvučnou pů-
dou vypodobena jest obr. 47. *Tón*
její jest *jednoduchý* a *stálý* na př.
a se 435 *záchvějí* v 1 sek. (prostá
výška).



Obr. 47.

Výška tónu závisí na *množství* nárazů vykonaných 412
v časové jednotce a jest dvojí a) *prostá* (absolutní), b) *vztažná*
(relativní).

Prostou výskou tónu jinenujeme *skutečné množství ná-* 418
razů vykonaných v *jedné vteřině*.

(Sireny dle Seebecka, Savarta a Cagniard-Latoura udá-
vají tuto výšku.)

- 414 Výška *vztažná* (relativní) udává, kolikrát *rychleji* aneb *volněji* některý tón se *chvěje* než jiný.

V obr. 48. spatřujeme takovou sirenu dle Cagniarda, kterou můžeme určovati prosté výšky rozličných tónů. K účelu tomu slouží kolostroj spojený s nekonečným šroubem kolmé osy a obě ručičky udávající na kruhových stupnicích v průřechu zřejmých množství nárazů záhadného tónu.

Zákon zvučících strun a stupnice tónů.

- 415 Struna pružná, náležitě napjatá a ve chvění uvedená zní, vydává tón.

Výška jeho závisí *a)* na rozměrech struny (délce a průřezu), *b)* na jejím napjetí *c)* na *jakosti látky*, ze které jest struna zhotovena.

- 416 Čím *delší* (při ostatních souhlasných činitelích) jest struna, tím *hlubší tón* a naopak, čím *kratší* struna, tím *vyšší tón*.

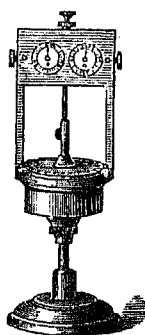
- 417 Čím *tlustší* (při ostatních stejných činitelích) struna, tím *hlubší tón* a naopak; čím *tenší* struna, tím *vyšší tón*.

- 418 Čím *napjatější* (při ostatních stejných okolnostech) struna, tím *vyšší tón*. Struna *4krát*, *9krát* atd. napjatější (závažím) dává tón *2krát*, *3krát* atd. vyšší.

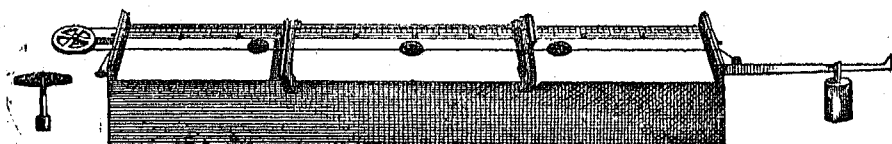
- 419 Čím *větší měrná váha* strunové hmoty, tím *hlubší tón* a naopak.

- 420 Počet kmitů zvučící struny jest v poměru převráceném s její délkou a tloušťkou (průměrem) a přibývá ho jako druhých odmocnin z napjetí v poměru *přímém* a jako druhých odmocnin z hustoty struny v poměru převráceném.

- 421 U struny *hotové, stálým závažím* napjaté, závisí výška tónu na její *délce*, *tloušce* a *jakosti hmoty*, ze které jest struna zhotovena.



Obr. 48.



Obr. 49.

Závislost tuto můžeme zkoušeti t. zv. *monochordem* (obr. 49.), zde s přístrojem ku stejnému napínání dvou různorodých strun a pošinitelným hranolem ku skrácování strun.

Zkracujice takovouto strunu (nebo píšťalu) dle poměru $\frac{1}{11}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$ atd. a uvádějice ji postupně ve znění, obdržíme řadu tónů, jichž výšky se k sobě mají jako 1 : 2 : 3 : 4 atd. Řada tato sluje *stupnice harmonická*.

Podobně jako u struny závisí též u píšťal výška tónu na délce vzduchového sloupce chvějícího se v píšťale, jak se lze přesvědčiti píšťalou řečenou stupnicovou (Obr. 50), ve které délka vzduchového sloupce výtahováním aneb zastrkováním pohyblivé tyče libovolně se prodlužuje a skracuje.

Zkracujeme-li však strunu v poměrech:

$$1, \frac{8}{9}, \frac{4}{5}, \frac{3}{4}, \frac{2}{3}, \frac{3}{5}, \frac{8}{15}, \frac{1}{2}$$

obdržíme stupnici *diatonickou* a *vztažné* výšky tónů jsou pak:

$$1, \frac{9}{8}, \frac{5}{4}, \frac{4}{3}, \frac{3}{2}, \frac{5}{3}, \frac{15}{8}, 2.$$

Nazveme-li *první (základný)* tón stupnice diatonické C, jest celá: C, D, E, F, J, A, H, c.

Dělíme-li *vztažnou výšku* tónu, výškou tónu bezprostředně předcházejícího, obdržíme t. zv. *mezery* (intervally) tónů. Mezery tyto jsou: $\frac{9}{8}$, $\frac{10}{9}$, $\frac{16}{15}$, $\frac{9}{8}$, $\frac{10}{9}$, $\frac{9}{8}$, $\frac{16}{15}$ *nestejně*, největší jest $\frac{9}{8}$, nejmenší $\frac{16}{15}$ a prostřední $\frac{10}{9} = 1\frac{1}{9}$.

Vyplníme-li *největší* a *prostřední* mezery *novými* tóny, zamění se stupnice *diatonická* ve *chromatickou* takto:

$$\begin{matrix} \text{C} & \text{D} & \text{E} & \text{F} & \text{J} & \text{A} & \text{H} & \text{c} \\ \text{es} & \text{es} & & \text{es} & \text{es} & \text{es} & & \end{matrix}$$

tak že se čte:

buď: C, Cis, D, Dis, E, F, Fis atd.;

aneb: C, Des, D, Es, E, F, Jes atd.

*) Slabika *is* přidává se k tónu předcházejícímu aneb *es* k následujícímu.

*) Ve praktické hudbě považují se tóny Cis a Des, Dis a Es, Fis a Jes atd. za *sobě rovný*; jsou však mezi nimi *malé rozdíly*, tak jest na př. Des *vyšší* než Cis.

Každý tón může býti základným tónem stupnice čili tóniny a ta jest opět buď *tvrdá* (dur) aneb *měkka* (moll).

Hudba skládá se tudíž z 12 *tvrdých* a 12 *měkklých* stupnic.

Mezera (interval) mezi *velkým* ($\frac{9}{8}$) a *prostředním* ($\frac{10}{9}$) intervalem (celým tónem) = $\frac{81}{80} = 1.0125$ slove *komma*.

422



423

Obr. 50. 424

425

426

427

428

429 Poměr 12té kvinty k sedmé oktávě t. j. $(\frac{3}{2})^{12} : 2^7$ má název *kommy Pythagorské*.

Dvanáctá kvinta totiž má se sedmou oktávou *úplně se shodovati*, čemuž ve skutečnosti tak není. Ladíme-li na př. klavír po kvintách, neobdržíme ani jedné čisté oktavy, a činíme-li tak po oktávách, zůstávají nečisté *kvinty*.

Rovnoměrný *rozvrh této vady* (Pythagorské kommy) na všechny tóny stupnice slove *temperaturou akustickou* (rovnoměrnou).

430 Tóny jsou buď *souzvučné* buď *nesouzvučné*. Tyto mají ráz *přetržitého* a tudíž *neladného*, ony pak *souvislého* tudíž *milého* (lahodného) znění.

431 Se základním tónem C jsou na př. tyto tóny souzvučny: C, Es, E, F, J, As, A, c, jichž vztažné výšky jsou:
 1 $\frac{6}{5}$ $\frac{5}{4}$ $\frac{4}{3}$ || $\frac{3}{2}$ $\frac{8}{5}$ $\frac{5}{3}$ 2.

*) Poslední čtyři poměry jsou *převrácené* a *zdvojnásobené hodnoty* prvních čtyř poměrů vzaté v sledu *opáčeném*.

432 *Souzvučnost* tónů jest tím *plnějši*, čím častěji v určitém čase rázy jednotlivých tónů *v jediný celek splývají* čili čím jsou poměry vztažných jejich výšek *jednodušší*.

433 *Skupina* z více než *dvou souzvučných* tónů slove *akkord*. V akkordu jsou jednotlivé tóny nejen *s tónem základním* nýbrž i *vespolek souzvučny*.

434 Akkord ze tří souzvučných tónů složený slove *trojzvuk*. Akkordy jsou buď *tvrdé* (dur) aneb *měkké* (moll).

Tvrký akkord postupuje od *velké terce* k *malé* na př. (C E J); *měkký* však naopak od *malé terce* k *velké* (C Es J).

Oba jsou rázu *protivného*, *tvrdý veselého*, *měkký zádušivého* (smutného).

435 Trojzvuky se doplňují *oktavou* tóniky.

Plný *dur*-akkord se tudíž skládá:

Z tóniky, medianty, dominanty a oktavy
 I. III. V. VIII.

a má vztažné výšky = 4 : 5 : 6 : 8.

436 Plný *moll*-akkord se skládá: Z tóniky, malé terce, kvinty a oktavy v poměru 10 : 12 : 15 : 20.

Tóny jsou základem *melodie*, akkordy složkami *harmonie*, melodie a harmonie tvoří pak podstatu *hudby*.

b) Hudební nástroje.

Rozmanitost hudebních nástrojů má svůj původ dílem ve hmotě, ze které se zhotovují, dílem ve formě, jaká se jim dává, dílem konečně v různých způsobech, jimiž zvuk v nich se budí. 437

Možno roztrřiditi je ve 4 skupiny:

1. *Nástroje strunové a zvonové, ve kterých zvuk hlavně chvěním pevných, pružných hmot (strun, blan a p.) se budí.* 438

Sem patří:

a) *nástroje strunové se stálými tóny* na př. harfa, piano a p.

b) *nástroje strunové s nestálými tóny*: citera, gitara, mandolina, housle, viola, violoncello, basa atd.

γ) *nástroje hálkové (tyčinkové) se stálými tóny* jako: ladička, triangl, hrací skřínky, kovové a skleněné harmoniky, zvonky a p.

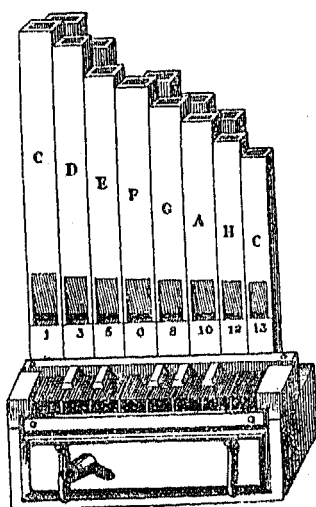
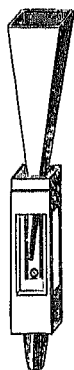
δ) *napjaté blány, kovové kotouče a zvony se stálými tóny* jako jsou: bubny, kotle, tamburiny, činely a p.

2. *Nástroje dechové, ve kterých zvuk hlavně chvěním vzduchu vzniká. Sem patří: píšťaly retné (ve varhanách a j.), flétny, okariny a p.* 439

3. *Nástroje dechové, v nichž zvuk chvěním pevných hmot i vzduchu v nich uzavřeného povstává. Sem patří píšťaly jazýčkové jako: klarinet, fagott, oboě, serpent atd.* 440

V příloženém obr. 51. znázorněna jest jazýčková píšťala s ozvučnou rourou, stěny píšťaly jsou ze skla, aby pohyb jazýčku bylo viděti.

4. *Konečně nástroje plechové: trubky, rohy, křídlovky a p. v., jež dlužno přičísti k píšťalám s blánovitým jazýčkem, jež nahrazují pysky hudce, lnoucí ke kotlovitému náhubku trubky.* Obr. 51.



Obr. 52.

Nejmohutnějším velikánem ze všech hudebních nástrojů, 442

jsou *varhany*, soustava to umělá, složená z rozličných druhů *píšťal a rejstříků*.

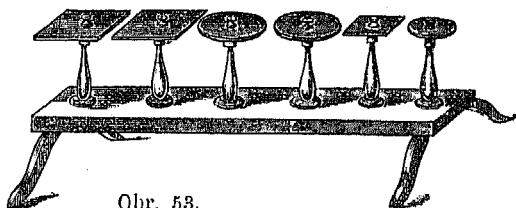
Obr. 52. ukazuje v malém takovou soustavu píšťal k vyznačení diatonické stupnice.

c) Uzly chvění.

443 Rozdělíme-li napjatou strunu na n dílců sobě rovných a uvedeme-li jeden z nich na obou koncích podepřený ve znění, rozděluje se ostatek struny na $n-1$ stejných dílků, jichž konce se nechvějí a tudíž *uzly chvění* slují.

444 U desk z kovů, skla, dřeva a j. vyskytují se podobné *uzlové čáry*, jež obyčejně *obrazce Chladného* (1787) se nazývají.

Obrazce Chladného lze vyvjeti přístrojem vy-podobeným v čísle 53., skládajícím se z mosazných desk upevněných na podstavcích, které smyčcem ve pravidelné znění uvádíme.



Obr. 53.

Tyto spatřujeme též na *zvučících zvonech*, napjatých blánách (Hopkinova dvounožka) a p.*)

445 Značí-li L délku *kryté píšťaly* a l délku *vlny* tónu, jež píšťala vydává, jest $l = 4 L$. Jest-li však píšťala *tato otevřená*, jest délka vlny, příslušné k tónu, jež píšťala ta vydává, $l_1 = \frac{l}{2} = 2 L$ t. j. *poloviční*, tudíž tón *vyšší oktávou* předešlého tónu píšťaly kryté.

446 Výšky tónů píšťal krytých i otevřených jsou k sobě v poměru *neprímém* s délkami píšťal.

447 Lidské *hlasové ústrojí* jest jakýsi druh *jazyčkových píšťal* a skládá se z *průdušnice, chřtánu* a t. zv. *hlasivek* t. j. dvou pružných blan, přepínajících začátek chřtánu.

d) Interference zvuku.

448 Tóny stejných výšek seslabují aneb sesilují se vespolek, když vlny jejich se vespolek *pronikají*. Síla výsledního znění *kolísá* mezi *součtem a rozdílem* úšíří křižujících se vln. Jsou-li

*) Kundt 1866; König, (plameny) 1862.

tišíři sobě rovna, nalezá se síla výsledního tónu mezi *dvoj-*
násobnou silou tónu původního a mezi *nullou*.

Liší-li se délky dráh dvou tónů interferujících *stejně* 449
výšky a síly o lichý počet poloviček vln, ruší se tóny ty do
cela. Liší-li se však o sudý počet poloviček vln, síla výsledního
tónu se zdvojnásobuje.

Tóny *skoro stejných výšek* současně zníci, budi spolu *rázy* 450
(houpání), oba jest slyšeti zároveň a sice tak, jako by byly
tónem *jedním střídavě silnějším a opět slabším.*

Tóny *složitě* slovou smíšeným *zněním. Jakost* (ráz) znění 451
jest podmíněna *jakostí a mnohostí provádějících je tónů vyšších.*

Tóny *složitě prostřední síly*, provázené svými *prvními* 452
vrchními tóny jsou plnější, lahodnější a k hudbě *spůsobilejší*
než tóny *jednoduché.*

Tóny *složitě* provázené též *vyššími vrchními tóny* vedle 453
nižších stávají se *křiklavými* (vřiskavými).

Jest-li tón *základný* proti svým *původním souznělcům* 454
toliko slab, stává se *prázdným*; jsou-li však *průvodné* tóny
přestávkovity, vzniká tón *dutý* (huhňavý).

Zvláštnost t. zv. *samohlásek* záleží dle Helmholtze v tom, 455
že *základné* jejich tóny *zni slabě* a výšku svou *mění*, kdežto
průvodné tóny *vyšší* jsou *silné* a výšky jejich *stálé.*

Rázy tónů. Množství nárazů za jednu časovou vteřinu 456
se rovná rozdílu prostých výšek obou tónů současně znících
na př. C a D dává $75 - 66 = 9$ *rázů* za sekundu.

Dva tóny *stejných výšek* nedávají *žádných rázů.* Na zá- 457
kladě tom lze tóny v úplný *souzvuk* uváděti (ladění).

Sluch náš rozeznává (pojímá) rázy, není-li množství jejich 458
za časovou vteřinu *menší než 4* a *větší než 132.*

Tón se stává *drsným*, jest-li provázen *příliš rychlými* 459
rázy. Při 33 *rázech* za sek. jest *nejdrsnější* a při 132 *rázech*
mizí opět jeho *drsnost* téměř úplně.

e) Tóny kombinační.

Tóny *nestejných výšek* současně *zníci* budi *jiné* (nové) 460
tóny řečené *kombinační*, jichž *prostá výška* se rovná buď
součtu buď *rozdílu* prostých výšek tónů *původních.*

- 461 Tón kombinační *součtové výšky* jest nápadně slabší (ač vyšší) než tóny původní. *V hudbě se opomíjí.*
- 462 Tón kombinační *rozdílové výšky* jest sice nižší než každý z původních tónů, bývá však *dobře znalý* a má v hudbě větší důležitost než předešlý (součtový).
- 463 Nejznámější *kombinační tón* rozdílové výšky jest t. zv. *tón Tartinský* rovnající se nižší oktávě původního tónu, když tento se svou *vyšší kvintou* současně zní na př. *c j — C.*
- 464 *Kombinační tóny vyšších stupňů* vznikají současným působením kombinačních tónů prvního stupně s tónem základním, s *druhým tónem intervallu* nebo *vespolek.*
- 465 *Podélným* chvěním *pevných tyčí* budí se tóny z pravidla *vyšší než příčným.* Výška jejich závisí na *délce tyčí*, nikoliv však na *šířce* a *tloušťce* jejich, nejsou-li rozměry ty proti délce příliš rozsáhlé.

Z délky takové tyče a *výšky tónu* podélným jejím chvěním zbuzeného můžeme přibliživě stanoviti *rychlost zvuku* ve hmotě zvučící tyči. (Viz: 391.)

f) **Ozvuk a ozvučnice** (resonator).

- 466 *Zvučící hmota* budí někdy v jiné *pružné hmotě* buď přímo buď nepřímo (vzduchem) *souhlasné znění*, kterým zvuk původní *se sesiluje.* Sesilování takové slove *ozvuk* (resonance).
- 467 *Ozvučnice* jsou *kulové dutiny* z pevných hmot, naladěné (dle množství obsaženého v nich vzduchu) do jistých *stálých tónů.* Slouží k *rozboru složitých tónů* t. j. k určování tónů průvodných.
- 468 *Výsledky.* Rozborem složených zvuků shledáno, že na př. *samohlásky* v každé řeči ze samých *jednoduchých hudebních tónů* se skládají, kdežto souhlásky *v sobě obsahují zvuky ne-hudební*, jimiž buď počínají buď končí.

g) **Ucho a slyšení.**

- 469 *Ucho lidské* se skládá z *jemných blánek* a *kostek* spojených vespolek v jediný celek, které z části *v dutinách* naplněných buď *vzduchem* buď *kapalnou tekutinou*, z části pak *vedle těchto dutin* v lebce umístěny jsou.

Dutiny ušní jsou tři, z nichž vnější a střední (zvukovod a dutina bubínková) *vduchem*, třetí pak (ucho vnitřní, labyrinth) *vodou* jsou naplněny.

K uchu *vnějšímu* čítáme: a) *boltec* čili mušli, b) *zvukovod* 470
na vnitřním konci *bubínkovou blanou šikmo přepjatý*.

Ucho *střední* se skládá z *dutin* *bubínkové, sluchových* 471
kostek (kladívko, kovádlina a třmen) a *Eustachovy trubice*, vedoucí do dutiny ústní.*)

Ucho *vnitřní* obsahuje v podstatě: *bludiště* čili labyrinth 472
a *závitok* čili šnek, ve kterém jest umístěno jemné *ústrojí*
řečené *Corti-ovo* (vlákna to rozličných délek a napjetí v počtu
na 3000).

Slyšení rozmanitých *zvuků* a *tónů* různých výšek děje 473
se v uchu *na rozličných místech*. (Helmholtz.)

U *zvůrat nižších* jest *sluchové ústrojí* mnohem *jednodušší* 474
skládající se toliko z *váčku* naplněného tekutinou, na jehož
vnitřním povrchu *sluchový čiv* (nerv) se rozprostírá.

Směr, odkud zvuk přichází, může ucho jen *přibliživě* 475
poznávat, za to však jest s to, aby velmi nepatrné *rozdíly*
výšek zvukových zejména tónů zevrubně *rozeznávalo*.

Patrné ještě rozdíly u výšce tónů kolisají mezi celou
a $\frac{1}{15}$ kommy čili mezi vztažnými výškami $81/80$ a $1201/1200$.
(Seebeck 1846).

Těž *trubicí Eustachovou* mohou vlny zvukové do dutiny 476
bubínkové vnikati, čímž *slyšení se sesiluje*. (Otvírání úst).

Osobní zvyšování a snižování tónů. *Blíží-li se* rychle 477
zdroj zvuku k uchu (na př. jedoucím vlakem po železné dráze),
dostává se do ucha posluchače čím dále tím *více zvukových*
vln v 1 vteřině a tón se následkem toho *zdánlivě zvyšuje*.
Opak toho se znamená, *vzdaluje-li se rychle zdroj zvuku* (zvu-
čidlo) *od ucha pozorovatelova*. (Kr. Doppler r. 1842, Mach
1861, König 1863.)

*) Napodobením lidského ucha podařilo se *Edisonovi* v Nov. Yorku se-
strojiti pověstný svůj *fonograf* čili *mluvicí stroj*, který zvuky řeči
lidské nejprve zapisuje a pak hlasitě opakuje (1877).

IV. Magnetičnosť.

A. Základné výjevy.

- 478 Magnet *přirozený* jest zvláštní druh železné rudy (Fe_3O_4), která některé kovy, jako: železo, kobalt, nikl a mangan k sobě přitahuje a přitažené stále drží.
- 479 Magnet *strojený* jest ocelová tyč (ocilka) jevíci všechny vlastnosti magnetu přirozeného v míře mnohdy vydatnější než magnet přirozený.
- 480 Magnetická vlastnost (magnetičnosť) nemění ani rozměrů, ani váhy ani ostatních vlastností té které magnetické hmoty.
- 481 Magnetů netřeba *osamocovati*, mohou býti ve styku i s jinými nemagnetickými hmotami aniž pozбудou své vlastnosti.
- 482 Původem magnetičnosti jsou, jak někteří se domnívají, dvě fluida k sobě protivná, jež v některých hmotách lze od sebe rozváděti. Jsou-li pohromadě jest hmota nemagnetická, rozvedeme-li je od sebe, stává se magnetem.
- 483 Magnet nejeví na všech místech svého povrchu stejné přitažlivé síly; největší na koncích (pólech) a nejmenší u prostřed své délky (pás indiferentní). Příмка spojící oba póly magnetu slove magn. osa. Konec volně pohyblivého magnetu ukazující k severu slove *severním*, druhý konec *jižním pólem* (správněji: pól k severu a k jihu).
- 484 Magnetická tyč zavěšená volně ve svém těžišti obrací se vždy jedním koncem *k severu a druhým k jihu*. Poloha její osy staví se do magnetického poledníku, jehož směr obyčejně od poledníku zeměpisného poněkud se odchyluje.
- 485 Magnet působí do dálky i skrze jiné nemagnetické hmoty na př. skrze dřevo, sklo, olovo a j.
- 486 Hlavní magnetický zákon zní:
Stejnomené póly magnetické se odpuzují a nastejnomené se přitahují.
- 487 Blížíme-li k magnetické tyči, v těžišti zavěšené a volně pohyblivé nastejnomený pól jiného silného magnetu, přitáhá (táhne) se k němu pól magnetu pohyblivého a zůstává toliko v poloze k němu nejbližší (možno-li, dotýkaje se ho) v klidu.

Dle předešlého výkladu lze považovati též celou naši 488
zemí za takový magnet, jehož jeden pól se nachází u severní
a druhý u jižní *točny zemské*.*)

Hmoty magnetlivé lze magnetovati způsobem dvojím: 489
a) rozkladem (influencí),

b) určitým přetahováním hotovými magnety.

Při magnetu stává se i měkké železo na čas magnetem, 490
pozbývá však, jsouc od magnetu vzdáleno, ihned svých magne-
tických vlastností úplně.

Tyč železná nastavená k magnetickému pólu jeví na 491
přiblíženém konci polárnost *protivnou* a na odvráceném *sou-
hlasnou* s pólem magnetickým k ní přiloženým.

Přiblíží-li se k magnetickému pólu jiný protivný pól 492
magnetický, ubývá onomu síly. Jsou-li však oba stejně silny
a dotýkají-li se vespolek, úplně se ruší (neutralisace).

Přitažlivosti magnetu ubývá do dálky v poměru čtverečném 493
(zákon Coulombův 1785). $\left(p = \frac{mm_1}{r^2} \right)$

Působí-li oba póly magnetu v jeden pól *pohyblivého ma-* 494
gnetu, ubývá působivosti magnetické do dálky v poměru kubickém
(zákon Gaussův 1833). $\left(P = \frac{mm_1}{a^3} \right)$

Vzájemné působení dvou magnetů na sebe jest nezá- 495
vislé na jakosti nemagnetické hmoty mezi nima postavené.

B. Magnetický rozklad.

Pól magnetický budí v blízké železné tyči magnetickou 496
polárnost a to protivnou ve bližším a souhlasnou ve vzdále-
nějším jejím konci. Výjev ten slove *magnetický rozklad* čili
influence a jím se vykládá, proč magnet železo přitahuje.

Mocnost magnetické influence jest *závislá*: 497

1. na *síle* působícího magnetu,

2. na *vnitřní jakosti* (měkkosti) železa,

3. na vzájemné vzdálenosti magnetu a železa; jest však
nezávislá na hmotě *nemagnetické* položené mezi oběma.

*) Sever na západním břehu Boothia felix (70° s. š.); jih na blízkou
sopek: Erebus a Terror na jižní polokouli (75° j. š. a 154° v. d.).
(John a James Ross.)

- 498 *Železo* nabyvá nejvyššího stupně magnetičnosti *okamžitě*,
trvalé magnetlivé hmoty jako *ocel* jen *znenáhla*.
- 499 Spojení více magnetů póly stejnojmennými v jeden sou-
vislý celek slove *magnetický sklad* (soumagnetí).
- 500 Příčinou *trvalé magnetičnosti* hmot jest tak zvaná *síla*
bránivá (koercitivní), která umělému magnetování se vzdírá.
Velikost její jest závislá na jakosti železa a na jeho teplotě.
- 501 Nejmenší sílu bránivou jeví měkké železo, největší pak
ocel (dobře kalená, zvláště t. zv. Wolframová), prostřední
kysličník železito-železnatý (magnet přirozený).
- 502 Síla magnetická *ruší se* rychle *teplem* a mizí úplně *roz-*
žhavením magnetu. Nikl a kobalt, původně slabší magnetlivci
než železo nepozbývají oteplením tak náhle jako magnet oce-
lový své magnetičnosti, ano kobalt, jsa rozžhaven do červena,
drží ještě svou magnetičnost houževnatě.

C. Magnetičnosť země.

- 503 Magnetičnosť země se jeví: a) stavěním pohyblivých
magnetů ve směru *určitém* (buď jihoseverním aneb ve směru
magnetického sklonu), b) magnetováním hmot k tomu spů-
sobilých, c) buzením el. proudů indukovaných (Palmieri).
- 504 Nejdůležitější *činitelé magnetičnosti* země jsou:
a) její *mocnosť* čili *intensita*,
b) její *směr*, jevíci se *odklonem* a *sklonem* magnetických
tyčí v těžišti zavěšených a okolo kolmé nebo vodorovné
osy volně pohyblivých.
- 505 Magnetická tyč okolo kolmé osy volně pohyblivá (*jehla*
odklonná) zůstává toliko v jedné poloze (*v magnetickém po-*
ledníku) v klidu a táhne se do ní vždy silou (horiz. složkou)
měnící se úměrně se sinusem úhlu odklonu od zmíněné stálé
polohy, t. j. $f = h \sin. \alpha$ a $f_1 = h \sin. \beta$.
- 506 Rovina položená osou ustálené odklonné jehly kolmo
na rovinu vodorovnou nazývá se rovinou *magnetického po-*
ledníku, průsečnice její s rovinou vodorovnou slove magne-
tický poledník; úhel, jež magnetický poledník uzavírá s po-
ledníkem zeměpisným nazván *úhlem odklonu* (deklinace).
- 507 Je-li severní pól odklonné jehly, na který patříme od
jihy, od astronomického poledníka v pravo odchýlen, říkáme,

že je odklon magnetický k východu; je-li však odklon v levo, jmenujeme jej západním.

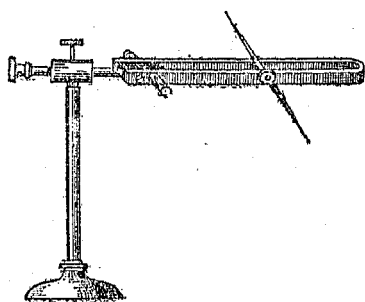
Tyč magnetická, okolo vodorovné osy v rovině magnetického poledníku volně pohyblivá, jeví za rovnováhy na určitém místě povrchu zemského jeden a týž směr, do kterého se vždy táhne kolmou složkou magnetičnosti zemské, přibývající úměrně se *sinusem úhlu* vychýlení.

Úhel, jež za rovnováhy osa magnetické tyče, pohyblivé v rovině magnetického poledníku okolo osy vodorovné s obzornou rovinou uzavírá, nazývá se úhlem magnetického sklonu čili *inklinace* (Hartmann 1544, Norman 1580).

Rovina kolmá na rovinu magnetického poledníku zove se *magnetickým rovníkem*.

V magnetickém rovníku staví se *jehla sklonná* k obzoru kolmo, t. j. úhel její sklonu = 90° .

Přiložený obr. 54. znázorňuje jehlu sklonnou i odklonnou (otočením o 90° kolem osy vodorovné), ve kteréž poloze jí lze též užítí k Oerstedovu základnímu pokusu.



Obr. 54.

Tyč magnetická okolo osy *rovnoběžné* se směrem jehly sklonné volně otáčivá, jeví v každé poloze, jsouc jinak dobře *vyvážena*, rovnováhu, pročež se o ní říká, že jest volna (astatická) čili z působivosti magnetičnosti zemské vymčena.

Doba kyvu jedné a též odklonné i sklonné magnetické jehly na *roztličených* místech povrchu zemského jest *roztlična*, magnetičnost země nejeví se tudíž všude stejně mocnou.

V jehlu odklonnou působí toliko *vodorovná složka* magnetičnosti zemské, v jehlu sklonnou však *celá* magnetičnost zemská.

Značí-li *m* velikost magnetické síly (plné), *h* složku její vodorovnou a *k* složku kolmou, *i* úhel sklonu, jest $h = m \cos. i$ a $k = m \sin. i$.

Kývání magnetické tyče poskytuje pomůcku k měření magnetických sil dosti příhodnou. Jsou-li kyvy její na rozličných místech *rovnodobé*, jsou též vodorovné složky magnetičnosti zemské na těchto místech sobě *rovnny*; jinak se mají

tyto síly k sobě jako zdvojnásoběné množství kyvů, ⁵vykonaných na těch kterých místech v stejných dobách.

516 *Celá síla magnetičnosti země se rovná vodorovné složce její dělené cosinusem úhlu sklonu t. j. $m = \frac{h}{\cos. i}$.*

517 Magnetičnost země není silou stálou a mění se a) dle rozličných míst povrchu zemského, b) na témž místě dle rozličných dob denních i ročních; oboje změny jeví jakousi pravidelnost, po nějaký čas jich přibývá, načež jich opět ubývá. V Evropě se znamená nyní v ročních změnách *přibývání* a 11leté období jejich souhlasí s periodou skvrn na slunci, jakož i s periodou severních září.

518 *Odklon magnetické jehly jest buď východní, buď západní, na některých místech žádný; kolísá tedy mezi určitými směry, východním a západním a mění se denně i ročně. Změny ty souvisí se zdánlivým během slunce (Anders, Celsius 1740).*

519 Mimo toto jaksi pravidelné kolísání magnetického odklonu a sklonu jeví se ještě nepravidelné (nahodilé) změny (rušby, perturbace), jichž původ jest dosud záhadný (vyskytují se na př. při každé severní záři).

520 Čáry spojující místa povrchu zemského, kde odklon magnetické jehly (východní nebo západní) *stejně velkým* se jeví, slovou *isogony*; *agona* nazývá se čára spojující místa, kde odklon se rovná nulle t. j. kde magnetický poledník s poledníkem astronomickým splývá v jediný směr.

521 Čáry spojující místa povrchu zemského, kde *sklon* jehly magnetické *stejně velkým* se jeví, slovou *isokliny* a *magnetický rovník* nazývá se čára spojující místa sklonu *nulloého*.

522 Mocnost magnetické síly zemské, odklon a sklon, dohromady slovou *magnetickými činiteli* některého místa a jeví obdobu k výšce místa nad mořem, k jeho zeměpisné délce a šířce. (Hansteen.)

D. Magnetické nástroje.

523 *Kompas* (busola) jest mosazná krabička s jehlou odklonnou, okolo kolmé osy jemně pohyblivou a opatřenou kruhem na stupně přesně rozděleným. Stroj ten slouží, známe-li odklon toho kterého místa, k určování čtyř hlavních končin

obzoru pozemského na moři, na pevnině i pod zemí, měření v dolech (hornické).

K pozorování a měření odklonu se užívá: a) odklonné busoly, b) Gaussova deklinatoria. 524

Sklon se pozoruje: 525

a) *sklonojevem* t. j. jehlou sklonnou pohybující se v rovině magnetického poledníku (kol osy vodorovné) podél kolmého a na stupně rozděleného kruhu.

b) *magnetoměrem*, který způsobem nepřímým k témuž cíli vede.

Obr. 55. znázorňuje dokonalé *inklinatorium* i *deklinatorium* magnetické s kruhem kolmým i vodorovným a se šrouby mikrometrickými.

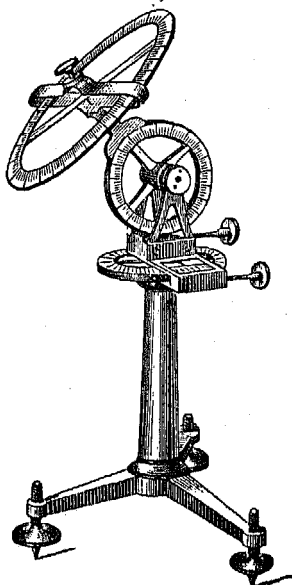
Mocnost magnetičnosti zemské se pozoruje a měří:

- a) Coulombovými vážkami (1784),
- b) kýváním magnetické odklonné tyče (Weber 1836) (spůsob dokonalejší).

c) *bifilárním magnetoměrem* (Gauss 1837).

Značí-li n množství kyvů vykonaných za čas t magnetickou sklonnou jehlou, kývající se v rovině magnetického poledníka a n_1 množství kyvů vykonaných za týž čas v rovině magnetického rovníka: jest sklon místa, kde kývání jehly se dělo, určen vzorem: $\sin. i = \frac{n_1^2}{n^2}$. 526

Jehla *astatická* jest soustava ze dvou shodných stejné magnetických a protivnými póly nad sebou rovnoběžně v *pevný celek* spojených jehel, na které působení magnetičnosti země se nejví (magnetická pohyblivá dvoj Jehla bez určitého směru). 527



Obr. 55.

E. Diamagnetičnosť.

Táhne-li se hmota volně a pohyblivě zavěšená k oběma pólim magnetu, slove *magnetlivou*; jest-li že však k jednomu pólu magnetu se táhne a od druhého se odtahuje (odráží), nazýváme ji *magnetovanou* čili *magnetem*. 528

529 Hmoty, které od *obou* pólů magnetu se *odtahují*, (odrážejí), slovou *diamagnetické* (Faraday 1845).

530 Diamagnetičnost hmot se jeví jedině působením *velmi silných* magnetů (elektromagnetů obyčejně).

Obr. 56. znázorňuje přístroj příhodný k pozorování *diamagnetičnosti* (silný elektromagnet s klíčem *Ruhmkorffovým*).

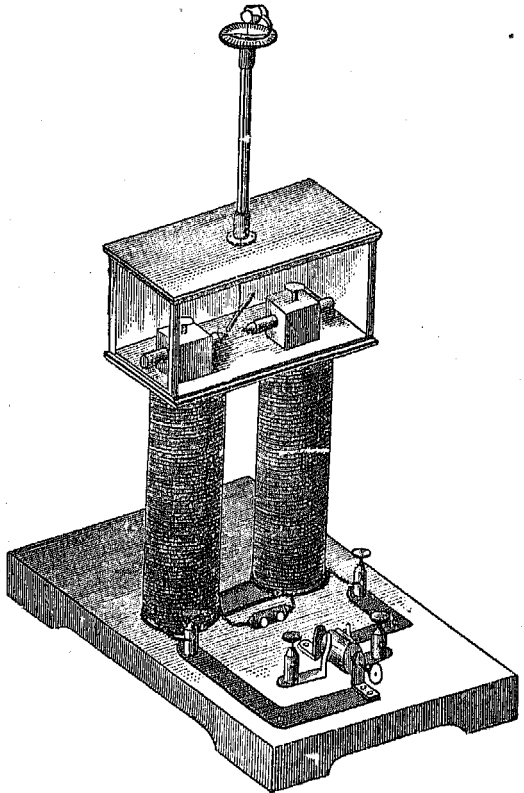
531 Zavěsíme-li v těžišti tyčinku ze hmoty *magnetické* nad póly *silné* podkovy magnetické, staví se tato tyč s přímkou spojující oba póly magnetu *rovnoběžně* (axialně).

532 Zavěsíme-li v těžišti tyčinku ze hmoty *diamagnetické* nad póly

silné magnetické podkovy; staví se *kolmo* na přímkou spojující oba póly magnetu (poloha *aequatorialní*, viz obr 56.).

533 Zavěsíme-li tyčinku ze hmoty, o níž nevíme, zdali jest magnetická aneb diamagnetická, mezi oba póly takového magnetu a shledáme, že se staví *axialně*; nazýváme ji *magnetickou*. Přichází-li však do klidu jen v poloze *aequatorialní* (rovníkové); pravíme o ní, že jest *diamagnetická*.

534 Podobným způsobem se zkouší magnetičnost a diamagnetičnost kapalin v tenkých skleněných trubcích, ano s náležitými změnami i vzdušin.*)



Obr. 56.

*) Hořlavé plyny se zapalují, nebořlavými se naplňují mydlinové bubliny a p. Pozorují se pak do které z obou poloh buď samy nebo jejich

Z pevných hmot jsou *magnetické*: železo a většina jeho sloučenin, nikl, kobalt, mangan, platina. 535

Nepatrně magnetické: papír, pečební vosk, asbest, tuha, uhel.

Diamagnetické: Vismut, kostik, antimon, zinek, cín, olovo, stříbro, měď a j. kovy. Mimo to četné ústrojné látky na př. dřevo a p. v.

Z kapalin jsou *magnetické*: Roztoky kovů magnetických. 536

Diamagnetické: Voda, líh, kyselina sírová (SO_3), oleje, ústrojné mízy, ano i krev obsahující železo.

Nejpatrněji jeví diamagnetičnost: z pevných hmot *vismut*, z kapalin *vodu* a *líh*, z plynů *vodík* a *dusík*.

Výklad. Ve všech hmotách kolují původní el. proudy (molekulární), jichž intensity jsou nesmírně malé a vespolek sobě *nerovny*. V ohledu tom dlužno rozeznávati *dvě* třídy hmot: 1) takové, jichž molekulární proudy jsou *nesmírně malé* (po případě *žádné*; 2) hmoty se *značnějšími* molekulárními proudy. Přiblížíme-li k těmto silný magnet, seřadí se jejich molekulární proudy s proudy magnetu ve směry rovnoběžné a *přitahují* se následkem toho vespolek (hmoty paramagnetické). 537

Přiblížíme-li však hmoty první třídy k silnému magnetu, indukuje tento v nich proudy *protiběžné* (antiparalelní)* ku svým vlastním, které se pak vespolek od sebe odpuzují (hmoty diamagnetické.)

(Viz Ampérovu teorii magnetičnosti).

Krystaly, které *nenáleží* do soustavy *pravidelné* a magnetické nejsou, zajímají mezi póly silného magnetu *wrčité* polohy, ze kterých lze o poloze krystalografických jejich os souditi (magnetičnost krystalů). Plücker 1847. 538

plameny se táhnou. Vyjímaje kyslík (O), který za *obyčejné* teploty jest *magnetický*, za *vysoké* však *diamagnetický*, pak páry kys. dusíkové, jsou *všecky ostatní plyny a páry diamagnetické*. Faraday 1847 — Plücker 1848.

*) Dle pravidla Lenzova.

V. Elektřina.

(Rozhled povšechný.)

- 539 Název *elektřina* čili *síla elektrická* odvozuje se od slova *elektron* (jantar), který třen jsa suchou vlněnou látkou nabývá pozoruhodné vlastnosti, že přitahuje k sobě lehká tělíška a jakmile se ho dotknou, je opět od sebe odráží.*)
- 540 Za posledních dvou století objeveny rozmanité *zdroje elektřiny* a seznány též rozličné druhy a vlastnosti této síly.
- 541 Hlavní zdroje elektřiny jsou:
- A. Elektřina buzená *třením*. (První elektrika sestrojena r. 1744 v Německu; Hausen, Winkler, Bose).
 - B. Elektřina *ovzduší* (atmosférická). Franklin 1852.
 - C. Elektřina buzená *dotýkáním* (galvanická, objevená Galvanim 1789 a Voltou r. 1800, Voltův sloup).
 - D. Elektřina *indukovaná* (soubodná), Faraday r. 1831.
 - 1. Elektřina buzená elektřinou (elektro-elektřina Wagner, Neef, Wheatstone 1839).
 - 2. Elektřina buzena *magnetičností magneto-elektřina*. (Pixii 1832, Pacinotti 1860, Gramme 1869).
 - 3. Elektromagneto-elektřina (spojení obou předešlých). Ruhmkorff 1851.
 - E. Elektřina buzená *teplem* (Seebeck r. 1827); pyroëlektřina Aepinus 1756, Haüy 1801, Riess 1843.
 - F. Elektřina *živočišná* (Adanson 1751, Richers 1762, Galvani 1794, Du Bois Reymond od r. 1848—1860).

A. Elektřina buzená třením.

- 542 *Třením* (drhnutím) dvou hmot o sebe ruší se přirozená jejich elektrická rovnováha; jedná se stává + e a druhá — e (elektrickou).

*) Výjev tento byl již Řekům 600 let př. Kristem znám, avšak teprv 1600 let po Kr. vypátral Gilbert (angl. lékař), že též jiné hmoty jako na př. sklo, síra, pryskyřice, drahokamy a j. za stejných okolností tytéž vlastnosti jako jantar jeví.

Jsou-li *troucí se* vespolek *hmoty špatní* vodiči elektřiny, možno volnou elektřinu *přímo poznati*, jsou-li však vodiči dobří, nutno dříve je *isolovati* (osamotiti) t. j. *na všech stranách špatnými vodiči obložit*, než se mohou státi elektrickými.

Příčina elektrických výjevů záleží dle domněni ve zvláštním fluidu, nevážitelném a všechny hmoty pronikajícím, kteréž *elektřinou* nazýváme a jehož stejnorodé součástky vespolek se odpuzují, avšak od hmotných součástí tělesa bývají přitahovány. Každá hmota má již původně určité množství tohoto elektrického fluida v sobě, které však za obyčejných okolností *nikterak* se nejeví. Zvýší-li se přirozené množství elektřiny na hmotě novou dávkou volné elektřiny, nebo sníží-li se přirozená elektřina tím, že odejme se jedné její součásti určité množství elektřiny, rovnováha elektrická ihned se rozruší. Ve stavu tom jeví hmota jakousi snahu, aby rozrušené elektrické rovnováhy opět nabyla a slove *elektrickou* čili *elektrickou*.

Rozeznáváme dva druhy elektřiny, elektřinu *skla* čili *kladnou* (+ *e*) a elektřinu *pryskyřice* čili *zápornou* (— *e*). Obě se mají k sobě jako dvě protivy.

Elektřiny *téhož druhu* (stejnojmenné) *se odpuzují* a elektřiny *protivného druhu* (nestejnojmenné) *se přitahují*.

Domněnky o podstatě elektřiny jsou hlavně dvě:

- a) *unitarská*, podle Franklina (nadbytek a nedostatek elektrického fluida).
- b) *dualistická* dle Symmera předpokládá dvě rozdílná elektrická fluida (+ *e*).

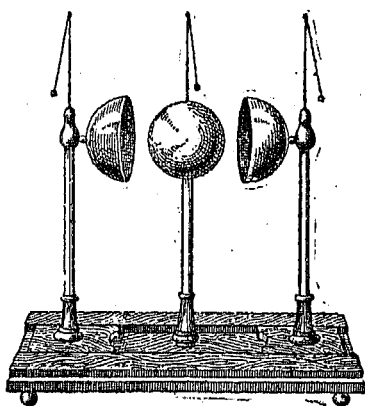
Elektřina, která na hmotě se jeví, slove *volná*. Volná elektřina nejeví se *nikdy ve vnitru*, nýbrž vždy jen *na povrchu hmot*. (Machův elektroskop a j. obr. 57).

Toliko na povrchu *koule* jest její působení v *dálku* (napjetí) všude stejně mocné. Na hmotách jiného tvaru jest napjetí elektrické na rozličných místech rozlično a sice na všech vyčnívajících *hrbolicích* jako hranách, hrotech a pod. jest napjetí elektrické vždy *větší* než na místech okrouhlých.

Hustotou elektřiny (*h*) nazýváme poměr její množství (*e*) k velikosti povrchu (*p*) hmoty, na kterém se rozprostírá t. j.

$$h = \frac{e}{p}. \text{ Je-li } p = 1, \text{ stává se } h = e.$$

Obr. 57. slouží ku znázornění pokusu, že elektřina jen na povrchu hmot se jeví. Skládá se z osamocené koule a dvou (též osamocených) polokoulí, jimiž lze prostřední kouli pokrytí. Elektrujeme-li vnitřní kouli a přitlačíme-li k ní pak obě polokoule, sledáme odtáhnouce je elektřinu na těchto a na kouli vnitřní nic.



Obr. 57.

550 Způsobilstv hmot k šíření volné elektřiny jest rozlična. V příčině té rozeznáváme hmoty, které elektřinu snadno přijímají a rychle odvádějí (*vodiče dobré*, konduktory) od těch, u kterých *opak* toho se znamená a které tudíž *nevodiči* (samotiči, izolatory) slují.

551 Nejlepšími *vodiči* elektřiny jsou kovy, vlhké dřevo, voda, vlhký vzduch, lidské i zvířecí tělo, půda zemská. *Polovodiči* jsou: křída, kosti, kůže, vlasy; které po delší dobu byly s vlhkým vzduchem ve styku, na polo suché dříví, vodnatý lín, navlhlý papír a p. v. *Nevodiči* jsou: sklo, síra, kaučuk, gutaperča, pryskyřice, hedbávi, plyny, oleje, lín bezvodý, ether a mnohé jiné.

552 Dobrý vodič elektřiny nemůže nikdy na *rozličných* místech svého povrchu jevití elektřinu rozličnou. Spojením kteréhokoliv jeho bodu se zemí stává se elektrovaný vodič na celém svém povrchu okamžitě *neelektrickým*.

553 *Špatný* vodič elektřiny může na *rozličných* místech jevití *rozličnou* elektřinu a chceme-li jej odelektrovati, musíme všecha místa jeho povrchu dobrým vodičem se zemí spojití.

554 Hmota elektrická budi v blízké jiné neelektrické hmotě *rozrušení* elektrické rovnováhy, což nazýváme elektrickou *influcencí* čili *rozkladem* elektrickým.

555 Elektrická *rovnováha* těles ruší se způsobem dvojím:

- a) sdílením volné elektřiny,
- b) rozkladem.

556 Dotýká-li se vodič elektrovaný a osamocený jiného vodiče neelektrického, umístí se elektřina na povrchu obou vodičů, při čemž její mocnost touž měrou se zmenšuje,

kteřou povrch obou se zvětšuje. Dotýká-li se elektrovaná hmota země, stává se okamžitě neelektrickou.

Hmota elektrovaná ruší v jiném neelektrickém a osamoceném vodiči, který samotičem na př. suchým vzduchem od ní oddělen jest, elektrickou rovnováhu a to tak, že na *přiblíženém* konci vodiče jeví elektřinu *nestejnojmennou* a na *odvráceném* *stejnojmennou* se hmotou elektrující. Elektřina stejnojmenná se odpuzuje a jest *volná*, elektřina nestejnojmenná však přitahuje a jest *poutána*. Odvedeme-li elektřinu volnou jediným okamžitým spojením se zemí a vzdálíme-li pak hmotu elektrující, objeví se na hmotě před tím neelektrické elektřina *volná* druhu *protivného* s elektrující hmotou (*elektrování rozkladem*).

557

Rozdíly mezi elektrováním, řečeným sdílení a elektrováním rozkladem jsou tyto:

558

- a) Elektrující hmota *ztrácí* při elektrování sdílením část elektřiny, mnohdy též *veškerou svou elektřinu*; při elektrování rozkladem *neztrácí z ní ničeho*.
- b) Elektřina *sdílením zbuzená* jest *stejnojmenná* s elektrující hmotou; při elektrování *rozkladem* však *nestejnojmenná*.
- c) Elektrování *sdílením* děje se bezprostředním dotýkáním a elektrování rozkladem, působením skrze *nevodiče* ve hmotu vzdálenou a osamocenou.
- d) Při elektrování *sdílením* jest nutno, aby hmota, kterou elektrujeme, *stále byla izolována* (osamocena); při elektrování *rozkladem* spojuje se však hmota *na okamžik vodičivě se zemí*.

Dvě hmoty téhož povrchu *stejně mocně* avšak *protivnými* elektřinami zelektrované stávají se dotýkáním *neelektrickými* (slučují své volné elektřiny).

559

Volná kladná elektřina přitahuje zápornou elektřinu jiné hmoty, a naopak, *volná záporná kladnou*.

560

Spojení obou těchto elektřin lze toliko špatným vodičem zameziti. Ve stavu tomto nepůsobí žádná z obou elektřin na venek, obě jsou jaksi vespolek zabaveny čili svázány.

561

Elektřiny protivné jeví k sobě jakousi přitažlivost, která se nazývá *elektrickým napjetím*. Velikosti jeho přibývá s množstvím obou druhů elektřin a ubývá s jejich vzdáleností od sebe v poměru *čtverečném*. (Zákon Coulombův 1785.)

562

563 Výboj obou elektřin se jeví *elektrickou jiskrou*, jejíž trvání ve vzduchu jest menší než milionina jedné časové sekundy, neb každá hmota sebe rychleji se točící a elektrickou jiskrou osvětlená zdá se býti v úplném klidu.¹⁾

564 Mimo to jeví *vybíjení elektrické* ještě jiné rozmanité *účinky* zvuku, tepla, světla, mechanické, chemické ano i magnetické. Jiskra elektrická jest výjev světelný provázený praskotem.²⁾

565 Výboj elektrický živým tělem zvířecím působí otřesení celé nervové soustavy a je-li dostatečně silný též omámení, úplné ochrnutí ano i smrt (elektrická rána, blesk).

566 Ve vzdušinách nepatrné rozpínavosti přibývá délky elektrické jiskry (dálky výboje) a též jest trvání její delší. Délka její jest za stejných jinak okolností s hustotou vzdušiny v poměru *neprímém*³⁾.

567 Prostorem naprosto prázdným neděje se elektrické vybíjení, nejeví se jiskra elektrická.

Barva elektrické jiskry závisí :

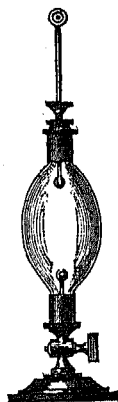
1. na hmotné povaze vodičů, mezi nimiž se elektřiny vybíjejí;

2. na jakosti a hustotě nevodiče, kterým spojující se elektřiny pronikají.⁴⁾

568 Ve vzdušinách nepatrné hustoty jeví se elektrická jiskra zvláštním obalem světelným zahalenou, který se nazývá *zář* čili *aureola*. Z jakosti tohoto obalu lze uzavíratí o hmotné povaze látky, ve které výjev tento se děje.

Obr. 58. znázorňuje přístroj řečený *elektr. vejce*. Vyčerpá-li se z něho vývěvou co možná nejvíce vzduchu a spojí-li se na to horní drát s kladným a dolní se záporným vodičem obecné *elektriky* aneb silného *Ruhmkorffova indukčního stroje*, spatříme mezi oběma vnitřními póly krásnou rudou elektrickou zář (aureola zvanou).

769 Rozbor elektrického světla rozeznává *dva druhy* videm: vidmo hmot, které známe jen ve skupenství *plynném* a vidmo hmot vyskytujících se též ve skupenství buď *kapalném*, buď *tuhém*, které jiskrou elektrickou jsouce rozžhaveny na koncích elektrovodičů jako žhavé výpary se vyskytují.⁵⁾



Obr. 58.

¹⁾ Wheatstone 1834. ²⁾ Wall 1708. ³⁾ Watson 1721. ⁴⁾ Faraday 1838.

⁵⁾ Fraunhofer 1818, Angström 1855.

Elektrická zář, kterou konce elektrovodičů (elektrod) se halí, jest na *kladné* elektrodě *ruda* a při záporné *fialova*. Aureola mezi oběma elektrodami (póly) bývá z vrstev na sobě nakupených složena a chvěje se klidně zvláštním způsobem.¹⁾ Elektrická zář (aureola) táhne se k pólům silných magnetů, neb odvrací se od nich (podle jakosti pólů magnetických a elektrických), mění své vrstvy jakož i chvění, je-li magnetickým pólům na blízku.²⁾

Elektrická zář ruší též *klidnou polohu magnetické jehly*. 571

Blesk jest mocná elektrická jiskra ohromného napjetí jevíci se ve vysokých, někdy i nízkých vrstvách ovzduší. *Severní zář* jest snad *elektrická aureola* na pomezí ovzduší prostého všech vodních par. (?) 572

Další *chemické a mechanické účinky* jiskry elektrické jsou tyto: 573

1. Ona rozkládá složité vzdušiny, kterými se pohybuje, jako: čpavek, kyselinu uhličitou, chlorovodík a j.

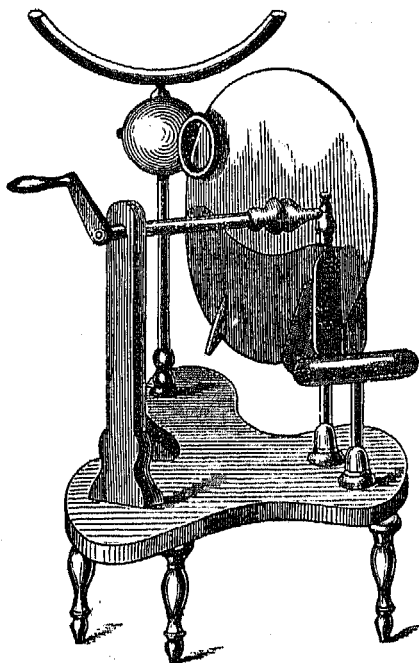
2. Ona zapaluje smíšeniny hořlavých vzdušín, na př. třaskavého plynu, chlorovodíku a j. chytlavé kapalné i tuhé hmoty (eudiometr, elektrické zapalovadlo).³⁾

3. Taví dobré vodiče a mění jejich povrch.

4. Drtí vodiče špatné, jež na své cestě zasáhne.⁴⁾

Obr. 59. znázorňuje elektriku obecnou s Wintrovým kruhem (zde jen částečným), která, jak známo, se skládá ze dvou hlavních součástí a

sice: a) ze *zároje* elektřiny (skleněný kotouč a natěradlo amalgamované), b) ze skladistiše elektřiny čili svodiče (konduktor). Kruh Winterův slouží jen k zesílení elektrické napjatosti na svodiči.



Obr. 59.

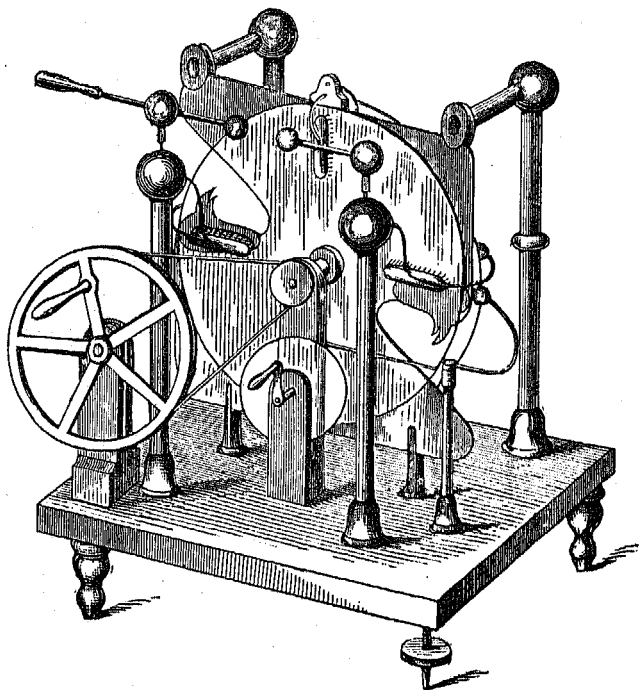
¹⁾ Grove 1852. ²⁾ Plücker 1854. De la Rive 1858, ³⁾ Ludolf 1744, Volta 1777. ⁴⁾ Franklin 1759.

574 Rychlost elektřiny v dobrých vodičích jest ohromna. Wheatstone shledal r. 1834, že rychlost elektřiny v měděném drátu jest asi 60.000 zeměpisných mil v 1 sekundě.

575 Umělé sestavy hmot, jimiž vlastností elektrické síly skoumáme, nazýváme elektrickými *přístroji* rozvrhující je na *tři* hlavní skupiny a sice:

576 I. *Přístroje*, kterými se elektřina v *hojnějším* množství *vyvíjí*, čili *elektriky*. Sem patří:

1. elektrika obecná (s Winterovým kruhem),
2. hydroelektrika (Armstrong 1840),
3. Voltův elektrofor z r. 1800,
4. elektriky influenční čili soubudné (elektroforové), jež sestrojili Holz, Töpler 1865, Bertsch 1866 a j. (na základě předešlých).



Obr. 60.

Obr. 60. představuje *elektriku influenční* (soubudnou, elektroforovou) jak ji poprvé sestrojil Holtz v Berlíně r. 1865 a která za příznivých podmínek vyvíjí nejvydatnější množství elektřiny.

Zdrojem elektřiny jest též *Voltův elektrofor* obr. 61. skládající se ze *špatného vodiče* (pryskyřice, skla, tvrzeného kaučuku a p.), ku kterému přiléhá osamocený poklop z dobrého vodiče.

II. Přístroje, jimiž *zbuzená elektřina se sesíluje*. Tyto jsou:

1) *Franklinova elektrická deska* (1747).

2) *Leydenská* čili *Kleistova láhev* (1748).

3) *hustič* (kondensator, *Volta* 1782).

4) *elektrická batterie* (Franklin).

III. Přístroje, kterými *účinky a vlastnosti uvolněné elektřiny se pozorují a sputují*. Sem patří:

1) *elektrojevy* (elektroskopy), jimiž *električnost hmot vůbec se poznává* (*Volta*, *Bennet* a j.).

2) *elektrojevy*, které též *jakost elektřiny na hmotách udávají* (*Bohnenberger*, *Fechner*, *Zamboni*).

3) *elektroměry* (elektrometry) čili přístroje, jimiž *síla elektřiny a její do dálky působivost se odhaduje* ano i *skutečně měří* (*Coulombovy elektrické vážky* 1785, *Volta* 1788, *Dellmann* a *Kohlrausch* 1848.).

Obr. 62. představuje *elektroskop Benetův* s deskami kondensačními, aby sebe menší stopy elektřiny se staly patrnými.

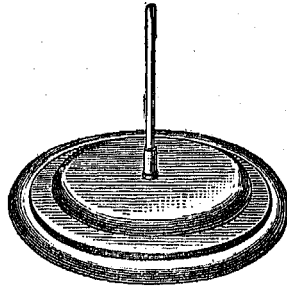
O působení elektřiny do dálky možno se přesvědčiti t. zv. *Coulombovými vážkami*, obr. 63., působivosti její přibývá totiž rovnoměrně s množstvím (hustotou) a ubývá čtverečně se vzdáleností.

4. Přístroje k měření *síly leydenských láhví* a *baterií*, jako jsou:

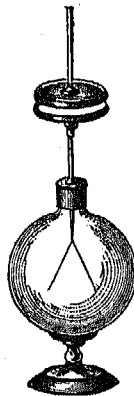
a) *láhev Lane-ho* z roku 1776 obr. 64.,

b) *P. Riessův elektro-teploměr* z roku 1838.

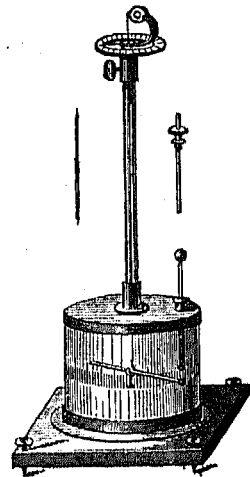
5. Přístroje, jimiž *různé vlastnosti silných elektrických výbojů* se pozorují, jako:



Obr. 61.



Obr. 62.

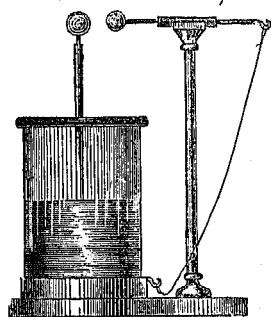


Obr. 63.

a) elektrické vejce, Geisslerovy elektrosvitné trubice;

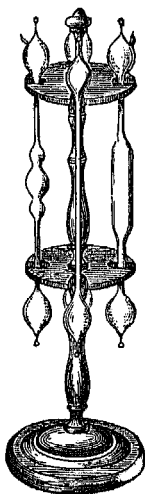
b) Wheatstonův přístroj zrcadlový k určování doby, kterou trvá svit elektrické jiskry a p. v.

Obr. 64. vyobrazena *Lanè-a láhev*, odruda to láhvi Leydenských, která se sama vybíjí v mezerách časových se vzdáleností obou svodičů úměrných.

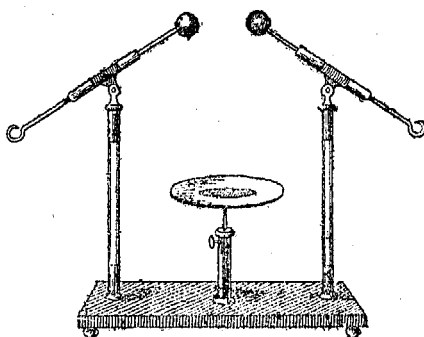


Obr. 64.

V obr. 65. spatřujeme Geisslerovy elektrosvitné trubice a v obr. 66. Henleyův od-



Obr. 65.



Obr. 66.

elektrovač, kterým lze silné elektrické jiskry vybijeti a jejich účinky pozorovati (prorážení skla a j. hmot, trhání, zapalování, tavení).

B. Elektřina ovzduší (atmosférická).

- 579 Pravdivost výroku vysloveného poprvé Dr. Wallem r. 1708, že blesk ve vzduchu jest mohutná elektrická jiskra, dokázal nezvratně Franklin (1752, papírovým drakem),
- 580 Horní vrstvy ovzduší jsou vždy elektrické; v zimě a při nízké teplotě více, v letě a při vyšší teplotě denní méně a to obyčejně *kladně* elektrické, za deštivého počasí však *záporně* elektrické.
- 581 Největší množství volné elektřiny jeví mračna, z kterých šlehají a burácejí blesky.
- 582 Električnost ovzduší jest *zvláště patrna*: a) za *bouřky bleskem*, b) *svícením vysokých špičatých předmětů* (oheň He-

lenin, Kastor a Polux), c) *při blyškvavici*, d) *občasným vzplamtím okrajů rozptýlených mráčků* a p. v.

Odkud elektřina ovzduší se běře, není dosud jak náleží 583
známo, s jistotou víme jen tolik, že vzniká vždy v hojném
množství, kdykoliv *mračna náhle se tvoří* a máme za to, že
hlavně její zdroje jsou:

- a) *vypařování vody z moří a jezer*,
- b) *náhlé změny v teplotě jednotlivých vrstev ovzduší*,
- c) *rychlé srážení se vodních výparů v kapky*,
- d) *snad i hořením, vzrůstem rostlin, lučebnými i živočišnými úkony* zdroje elektřiny ovzdušné *značně se rozmnožují a rostou*.

Hromosvody jsou přístroje chránící pozemské předměty 584
před zhoubnými účinky blesku. Působení jejich záleží v ne-
škodném odvádění elektřiny z blízkých mračen do země.
Skládají se z kovových tyčí všude vodivě vespolek spojených,
jichž jeden konec (pozlacený) vyčnívá nad budovu a druhý
jest ponořen do vlhké zemské půdy.

Okršlek hromosvodem chráněný jest kruh dvojnásobného 585
poloměru výšky, o kterou hromosvodná tyč nad nejvyšší vů-
kolní předměty vyčnívá, pročež se opatřují rozsáhlejší bu-
dovy několika odvodnými tyčemi.

Udeří-li blesk, bývá v nejbližším okolí cítiti zvláštní 586
zápach po síře a kostíku, jehož příčinou jest záhadný dosud
plyn řečený „ozon“ (činný, allotropický kyslík?).

Ozon se slučuje s dusíkem a jinými ústrojnými látkami 587
ve vzduchu, *očisťuje ovzduší*, zúrodňuje ornou půdu rolníkovu,
z čehož *prospěšnost bouřek* vysvitá.

C. Elektřina galvanická.

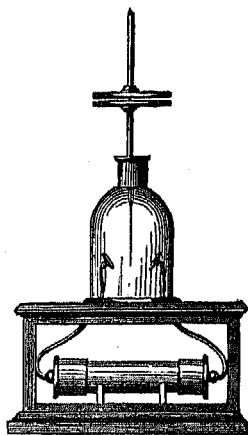
Dotkneme-li se zinkovým proužkem stehního svalu těla 588
žabího napříč přeříznutého a podobným proužkem z mědi
nervu v páteři, položíme-li pak též druhé konce obou kovo-
vých proužků na sebe: počne skomolené žabí tělo *křčcovitě*
sebou trhati (základný pokus Galvani-ho 1789).

Výklady: Galvani se domníval, že kovovými proužky se 589
spojují protivné živočišné elektřiny svalů a nervů, jichž zdro-

jem jest tělo zvířecí a výjev sám, že se podobá výboji známé Leydenské láhve. *Volta* ukázal však (1797), že *dotýkáním* obou *různorodých kovů elektrína* čili lépe obě elektrické protivy se *budí* a tělem zvířecím opět se spojují.

590 Voltovo mínění, že dva různorodé kovy (vodiči) pouhým dotýkáním se stávají elektrickými, osvědčilo se býti pravdivým. Velikost elektrického rozdílu (napjetí) nezávisí na době, jak dlouho kovy se dotýkají ani v kolika bodech se dotýkání děje (na velikosti plochy), nýbrž jedině a výhradně na jakosti obou dotýkajících se kovů.

V obr. 67. vyznačen *Fechner-ův elektro-skop* se sloupem *Zamboni-ho* k základním Voltovým pokusům o elektrické galvanické.



Obr. 67.

591 Původem tohoto výjevu jest síla *elektromotorická* (elektrobudivá). Ona budí nejprvé elektrickou *diferenci* v obou kovech a pak zamezuje spojení obou druhů zbuzených elektrín, dokud dotýkání kovů trvá. Dotýkající se vodiči elektríny (kovy) slovou *elektrobudiči*.

592 Elektrobudiče tuhého skupenství lze seřaditi vespolek tak, že každý z nich dotýkaje se kteréhokoliv z *následujících* členů se stává *kladně* elektrickým a dotýkaje se kteréhokoliv z *předcházejících* členů jest *záporně* elektrickým. Řada tato jest (viz prvky chemické):

+ Zn, Cd, Sn, Pb, Fe, Bi, Sb, Ni, Cu, Ag, Au, Pt, tuha, uhl, burl —.

593 Čím jsou v řadě elektrobudičů dva členy od sebe vzdálenější, tím jest elektrická *napjatost* mezi nimi *větší*.

594 Změny v *teplotě* elektrobudičů zvyšují aneb seslabují elektrobudivou jejich sílu, avšak mezi určitými elektrobudiči jest síla tato *veličinou stálou*, ať se dotýkají vespolek *přímo* aneb *nepřímo* t. j. prostřednictvím jiných elektromotorů.

595 Elektrické původní napjetí dvou dotýkajících se elektrobudičů se nemění, udělíme-li oběma *odjinud elektrínu volnou* + E.

596 Síla *elektrobudivá* mezi oběma různorodými *kapalinami* aneb mezi kapalinou a kovem jest proti této síle mezi dvěma kovy celkem velmi *nepatrna*.

a) **Zákon elektrobudičů.**

Ponoříme-li *Zn, Pb, Sn, Fe, Cu, Ag, Au, Pt* aneb uhlí 597
do rozředěné kyseliny sírkové aneb dusičné, jsou vyčnívající
jejich konce *záporně* elektrické a to tím více, čím jsou ku
přednímu konci bližší (zinek na př. nejvíce). Kapalina jest
však rovnou měrou *kladně* elektrická s *ponořeným* kovem.

Z příčiny té tvoří kapaliny (kyseliny a některé roztoky 598
solí) druhou samostatnou třídu elektrobudičů¹⁾.

Jsou-li dva různorodí elektrobudičové vespolek se ne- 599
dotýkající v jedné a též kapalině *z části* ponořeni, stává se
mocnější z nich na vyčnívajícím konci *záporně* elektrickým,
slabší pak *kladně* elektrickým. Úprava taková slove *otevřený*
Voltův *článek*.

Spojíme-li vyčnívající konce (póly) otevřeného Voltova 600
článku vespolek dobrým vodičem (kovovou páskou, drátem),
nazývá se úprava taková *uzavřený* Voltův *článek*.

Narovnáme-li soustavně větší množství elektrobudičů na 601
sebe tak, aby mezi každým dvojčlenem dobrý vodič byl pro-
ložen (vlhké sukno a p.), obdržíme *Voltův sloup* na př. *Zn*
Cu vodič atd.²⁾

Isolovaný (osamocený) sloup Voltův jeví na každém 602
svém konci (pólu) protivnou elektřinu a uprostřed jest ne-
elektrický; podobá se tudíž nabitě Leydenské láhvi. Spo-
jíme-li oba konce (póly) Voltova sloupu vodičem dobrým,
stane se ihned mezi nima elektrické vyrovnání (odelektro-
vání) a ježto příčina elektrického napjetí, totiž vzájemný do-
tok elektrobudičů stále trvá, děje se odelektrování takové
neustále.

Nepřetržitá taková řada nabíjení a vybíjení elektřin na 603
obou pólech označuje se názvem *elektrického proudu*.

Síla elektr. proudu závisí na velikosti el. napjetí na 604
obou pólech a napjetí přibývá s množstvím kovových kotoučů
(elektrobudičů) *úměrně*.

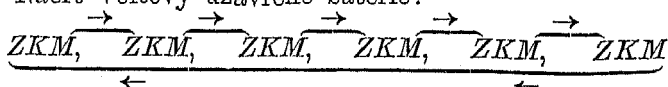
Podobně jako ve Voltově sloupu vzniká proud ve Vol- 605
tově uzavřeném článku a koluje mimo kapalinu vždy (od
mědi nebo kteréhokoliv členu řady [593]) *k zinku*.

¹⁾ Volta 1800. ²⁾ Fechner 1838.

606 Spojení více Voltových článků v jediný celek nazývá se galvanickým *součlením* čili baterií.

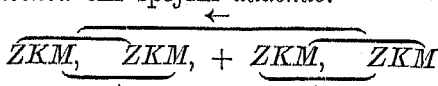
Baterie může jako jednotlivý článek býti buď *otevřena* buď *zavřena* t. j. v činnost uvedena.

Náčrt Voltovy uzavřené baterie:



Spojení toto (zinek, kyselá voda, měď) sluje řetěz *multiplicando*.

607 Spojíme-li však *stejnorodé kovy* více článků vespolek a pak obě skupiny nestejnojmennými členy též spolu, obdržíme baterii *velkoplochou* čili spojení *addendo*.



608 Sloup *suchý* (Zamboni-ův 1812) jeví podobné zařízení jako Voltův a skládá se z množství kotoučků papírových na jedné straně stříbrně (cínem) a na druhé zlatě (mědí) povlečených. (*Bohnenbergrův & Fechnerův elektroskop* r. 1815 a 1829. *El. Perpetuum mobile*.) (Viz obr. 67.)

609 Voltův článek dává proud *velmi nestálý* (podobně i Voltovo součlení). Z příčiny té sestrojeny během času rozmanité *jiné články*, při kterých proud po delší dobu v *stálé* síle se drží a které tudíž *stálými články* se nazývají.

b) Články stálé.

610 Rozmanité *stálé články* lze roztržiti ve dvě skupiny, *starší* a *novější* sestavy; oboje pak jsou buď *s průlinčitou nádobkou* (diaphragma) aneb *bez ní*, což u každého článku předložkami (s) aneb (bez) v následujících státech budiž naznačeno:

Sestavy starší:

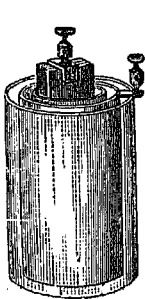
- 611
- článek *Danielův* (1836) (s) = *zinek* a *měď* (rozř. kys. s. — roztok skalice modré);
 - článek *Grově-ův* (1839) (s) = *zinek* a *platina* (rozř. kys. sír. — kys. dusičná);
 - článek *Bunsenův* (1842) (s) = *zinek* a *uhlí* (rozř. kys. sír. — kys. dusičná) (obr. 68.);
 - článek *Smeč-ův* (1840) (bez) = *zinek* a *platin. stříbro* (rozř. kys. sírková) (obr. 72 Sm. baterie);

- e) článek *Meidingerův* (obr. 70.) (1859) (bez) = *zinek* v roztoku hořké soli, proti *mědi* v roztoku skalice modré.*);
 f) článek *Callanův* (obr. 69.) (s) *Zn Fe* (kapaliny jako u čl. Bunsenova).

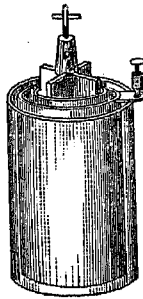
Sestavy novější:

612

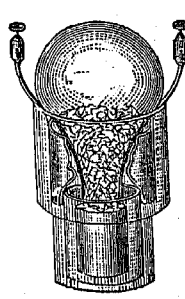
- a) *Mariè-Davy* = *zinek a kórk* (coak) (sulfat rtuťnatý);
 b) *Pincus* = *zinek a chlorid stříbrnatý* (zinek v roztoku kuchyňské soli);
 c) *R. Böttger* = *zinek* (v roztoku kuchyňské soli) a *antimon* (v rozř. kys. s.);
 d) *Leclanchè* = *zinek* (v roztoku salmiaku) a *coak* (v burelu);
 e) *Grenet* = *zinek* (zdvižný) mezi dvěma úhly (dvojchroman draselnatý $SO_3 + HO$). (Obr. 71.)



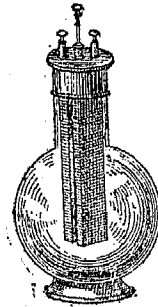
Obr. 68.



Obr. 69.



Obr. 70.



Obr. 71.

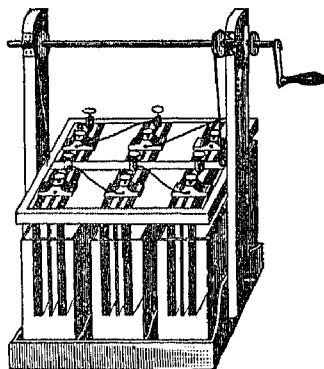
Hlavním činitelem stálosti proudu jest *průlinčitá nádobka* stálých článků čili pohárů.

613

e) *Odpor proudu.*

Vodiči, jimiž galv. proud kolineje, staví mu podle své přirozené jakosti, svých rozměrů a teploty, kterou právě jeví, větší nebo menší *překážky* seslabující jeho sílu.

Překážky tyto slovou odporem proudu.



Ob. 72.

614

*) a) U všech tuto uvedených článků jest *zinek stálým* elektrobudičem a jen *měď* nahraňuje se jinými kovy aneb uhlím, b) *zinek* se pono-

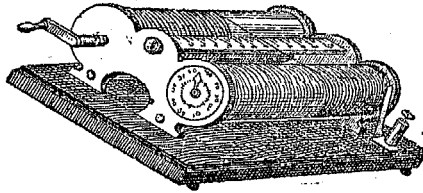
- 615 Odpor proudu jest dvojí:
 a) *prostý* (bez ohledu na jakost a rozměry vodiče),
 b) *zvláštní (specifický)*, který v různých vodičích při stejných rozměrech (délece a tloušťce) a týchž teplotách se jeví.
- 616 Odporu přibývá úměrně s délkou a ubývá touž měrou s přibýváním tloušťky (průřezu).
- 617 Značí-li l délkou, p průřez a k specifický odpor vodiče, jest prostý jeho odpor: $r = k \frac{l}{p}$.
- 618 Specifický odpor mědi běře se za jednotku míry a drát měděný, jehož průřez = 1 □mm. slove *normalním*.
- 619 Odpor, jež klade 1 metr normalného drátu při teplotě 0° C., nazývá se *jednotkou* odporu. (Jakobi 1846.)
 Odpor, jež klade rtuťový sloupec, 1 metr dlouhý a 1 □mm. v průřezu, nazván též *jednotkou* odporu (Siemens 1860).
 Anglická společnost „British Association“ navrhla a rozesýla zvláštní *jednotku odporu* z drátu stříbrno-platinového, jehož vodivost teplem mezi 0° a 100° C. nejméně se mění.
- 620 Převertatná hodnota specifického odporu $\left(\frac{1}{k}\right)$ slove *vodivost*.
- 621 Velikost prostého odporu vyjádřená délkou normalného drátu nazývá se *převedenou* (redukovanou délkou elektrovodiče).
- 622 Vodivosti kovů *ubývá* s rostoucí jejich teplotou. U kovů ryzích (jednoduchých) děje se to s přibýváním teploty mezi 0° a 100° C. téměř úměrně; u slitin kovových nemají změny v jejich teplotě na vodivost patrného vlivu.*)
- 623 Odpor kapalin jest proti odporu kovů nepoměrně *veliký*.
 Mezi kapalinami kladou kyseliny galv. proudu *nejmenší* a *voda* největší odpor.
- 624 Alkalie a roztoky neutralných solí jeví v této příčině jakousi *prostřední* míru. Též *lidské tělo* klade galv. proudu pro množství kapalin, jež v sobě chová, velmi *značný* odpor.
- 625 Vodivosti kapalin *přibývá* (odporu ubývá) s rostoucí jejich *teplotou*.

řuje téměř vždy v silně *rozředěnou* kyselinu sírovou aneb v roztok kuchyňské soli, *měď* v souhlasný roztok, totiž *stran měďnatý* (skalici modrou, *platina* a *uhlí* v kyselinu *dušičnou*.

*) Mathiessen 1862.

Plyny jsou veskrz *špatní* elektrovodiči a vodivosti jejich 626
přibývá též zároveň s teplotou. Prostor vzduchoprázdný jest rozhodným *nevodičem* elektřiny.

Přístroje k měření odporu vodivosti sloužící slovou *odporoměry* (rheostaty) (Wheatstone. Pogendorff. Eisenlohr).



Obr. 73.

627

V obr. 73. znázorněn Wheatstonův *odporoměr* (rheostat), jehož jedno otočení drátu bývá zároveň jednotkou odporu. Ručička v průčelí udává zlomky této jednotky.

d) Mocnost galvanického proudu.

Nejhlavnější činitelé galv. proudu jsou: a) Jeho *síla* čili 628
mocnost b) jeho *směr*.

Mocnost galv. proudu se rovná součtu mocností všech 629
jeho elektrobudivých sil dělenému součtem všech odporů t. j.

$$J = \frac{\Sigma(e)}{\Sigma(r)} = \frac{E}{R + r} \dots (\text{zákon Ohmův } 1826).$$

Odpor rozeznáváme dvojí, *hlavní* (v článku) a *vedlejší* 630
mimo článek. Na velikosti a vzájemném *poměru obou odporů*
závisí mocnost proudu.

Síly proudu při *vedlejším nepatrném* odporu přibývá, 631
jako velikosti elektrobudičů (proud kvantitativní).

Při *nepatrném hlavním* odporu přibývá mocnosti proudu 632
s množstvím jednotlivých článků, nikoliv však s jejich velikostí (proud intensivní).

Vrcholu dostupuje galvanický proud, když odpor *hlavní* 633
(v článku aneb baterii) jest roven odporu vedlejšímu (mimo článek).

Mocnost proudu se *odhaduje* a *měří* velikostí účinků, 634
které proud působí. (Galvanoměry, busoly a j.)

Nejpříhodnější účinky k posuzování mocnosti galva- 635
nického proudu jsou *magnetické* a *chemické* jeho výkony (viz elektrodynamika).

e) Měření galvanického proudu.

636 Odchylování pohyblivé magnetické jehly galvanickým proudem poskytuje vhodný prostředek k jeho odhadování a měření. (Zákon Oerstedův, pravidlo Ampérovo, 1821 viz: Výjevy elektrodynamické.)

637 Přístroje, jimiž odchylovací síla galv. proudu na jehlu magnetickou se násobí, slovou *multiplikatory*. Těmi se *odhaduje* intenzita proudu dle velikosti odchyly magnetické odklonné jehly.

Takový *multiplikator*, jevíci proudy sebe slabší, vyobrazen jest v příl. obr. 74 s jehlou astatickou.

638 Na proudy *kvantitativní* se hodí nejlepší *multiplikator* s *krátkým, tlustým drátem* a několika jen závitů.

639 Na proudy *intenzivní* se běře *multiplikator* s *dlouhým, tenkým drátem* a četnými závitů.

640 K měření proudu slouží t. zv. *galv. míry*. Sem patří:

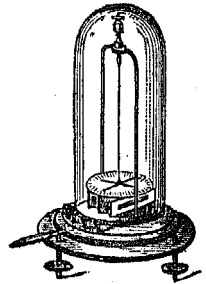
a) *busola tangentová*, při které intenzity proudů se mají k sobě jako *tangenty**) úhlu vychýlení magnetické odklonné jehly ze směru magnetického poledníku.

b) *bussola sinusová*, kde intenzity dvou proudů mají se k sobě jako *sinusy* úhlů vychýlení jehly magnetické.

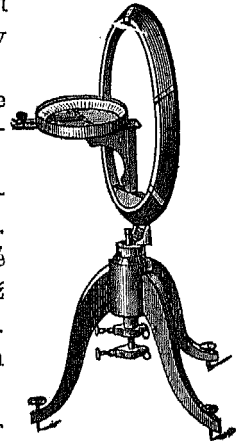
Obr. 75. znázorňuje *busolu tangentovou* dle zařízení Gauginova. Při pokusu staví se rovina drátového kruhu do magnet. poledníka // s jehlou.

641 *Mocnost galv. proudu* měří se též *chemickými* jeho účinky. Sem patří *Voltmetr*. Článek Danielův rozkládá na př. v jedné minutě 6.21 mgr. vody. Rozloží-li tudíž galv. proud jiného čl. v též době 62.1 mgr. vody, rovná se jeho síla síle 10 Danielových článků. (Základ měření toho druhu.)

642 Značí-li *J* mocnost galv. proudu, *r* velikost odporu ve vodiči a *K* množství



Obr. 74.



Obr. 75.

*) *Jednotkou míry* nazýváme proud odchylovající jehlu odklonnou o 45° z původního směru neb $\tan 45^\circ = 1$. (Jednotka Pouillet-ova.)

kalorií tepla, proudem tím zbuzeného, rovná se $K = mrJ^2$, kde m jest stálý součinitel (asi 0.3). (Zákon *Joulov.*)

Dle Ohmova zák. jest $J = \frac{E}{r}$, pročež: $K = mEJ$ t. j. množství tepla zbuzeného v celém uzavřeném součlení jest úměrno k mocnosti proudu, závisí tudíž též na způsobu, jakým jednotlivé články vespolek jsou spojeny.

f) Účinky galvanického proudu.

1. Výjevy tepla a světla.

Teplu galv. proudem zbuzené závisí na jakosti, na spojení a na velikosti galv. článků a hlavně též na rozsáhlosti ploch elektrobudivých (Harův deflagrator závitkový z mědi a zinku v rozř. kys. sírkové; batterie Callanova). 643

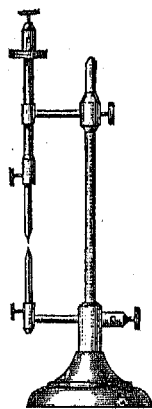
Účinků tepla galv. proudem zbuzeného užívá se výhodně k trhání skal, k účelům válečným — podkopy, torpeda a p. — též v domácnosti k elektrickým zapalovadlům (Wollaston), v chirurgii (Middeldorpf).

Nejjednodušší výjev elektrického světla jest cl. jiskra jevící se mezi oběma konci polárního drátu. Jiskra ta nabývá, jest-li proud silný (40 až 50 Bunsenových článků), úžasné jasnosti a slove *světlel solarným* t. j. podobá se ze všech světél pozemských nejvíce světlu slunečnímu (při 100 článků Bunsenových = $\frac{1}{4}$ slunečního světla). 644

Obr. 76. vyznačuje ruční regulator pro elektrické světlo. Špičky úhlových kuželíků sblíží se k sobě nejprvé tak až se dotýkají a vzdalují se pak znenáhla, když proud koluje, od sebe asi na 2–5 mm.

Světlo elektrické se skládá jako světlo sluneční z paprsků svítivých, hřejících a chemických, dává *vidmo spojité*, dokud na elektrodách se nacházejí kuličky z čistého uhlí; *vidmo rozpojité*, jestli že v jeho oblouku kovy se taví a rozprašují.

Částičky uhelné přeletují z jednoho konce elektrody na druhý, z kladné přechází více než ze záporné. Světlo vychází zdánlivě z pólu záporného. (Neeff).



Obr. 76.

- 646 Světla elektrického se užívá k optickým pokusům, k osvětlování podzemních a jiných místností, měst, hladiny mořské z majáků a p. Za suchého a jasného ovzduší proniká jeho svítivost do větších dálek než za vlhka a pošmurna. Elektrickou svítilnu vymyslel Foucault a zdokonalil Duboscq. V době nejnovější užito k účelu tomu elektriny indukované (stroj Grammův a j.).
- 647 Američan *Edison* vyzkoumal elektrického světla rozvádění a užívání místo světla plynového. Strojem parním asi na 1000 koňských sil lze vyvíjeti a vydržovati 30000 plamenů.
- Sem patří konečně elektrické lampy pro domácnost (Jabloškov, Edison a j.), jichž světlo svítí v balonu ze skla dusíkem naplněném a odevšad neprodyšně uzavřeném.
- *) Všeobecnému užívání tohoto světla vadí dosud některé překážky, které nejbližší budoucnost tušíme že překoná.

2. Účinky chemické.

- 648 Galvanický proud rozkládá kapalnou sloučeninu (roztok rozpuštěninu) v prvotní její součástky. Výjev ten sluje rozlučování (elektrolýsa) a hmota se rozkládající *elektrolyt*.
- 649 *Faradayovo názvosloví:*
- Konec elektrovodného drátu slovou *elektrody* a sice pól (konec), kterým proud vchází, *anoda* a kterým zpět se vrací, *kathoda*, součást vylučující se na *anodě* slove *anion* a na *kathodě* *kathion*.
- 650 Hmoty nevodivé jakož i elektrovodiči ve skupenství tuhém galvanickým proudem se *nerozkládají*, ony že proud nevedou a tyto že se neskládají z částic dosti pohyblivých.
- 651 Množství *rozložených součástí* přibývá s mocností proudu v poměru *přímém*.
- 652 Z množství součástí v určité době vyloučených (ionů) nabýváme pojmu o mocnosti galv. proudu (Voltametr, Faraday 1835). Značí-li *m* množství vody rozložené v prvky proudem = 1 v jedné vteřině časové, jest množství rozložené vody proudem = *J* v době *t* sek. $M = Jmt$; pročež: $J = \frac{M}{mt}$.
- 653 Jakobi nazval proud, který vyvíjí z vody 0° C. teplé při tlakoměrné výšce 760 mm. (normalní) za každou mi-

nutu 1 krychlový cm. třaskavého plynu (čili 0·5365 milligramu vody v 1 minutě rozkládá) jednotkou míry.

Podíl z mocnosti proudu a průřezu vodiče, kterým prochází, nazývá se proudovou *hutností*.

Voltmetr obr. 77. jest přístroj k rozlučování vody elektr. proudem. Na *anodě* se vylučuje *O* a na *kathodě* *H*. Vodíku jest co do objemu dvakrát tolik co kyslíku (v levé rource).

Zákon elektrolytický (Faraday 1835). Prochází-li proud současně skrze více elektrolytů, jsou množství (dle váhy) v stejné době vyloučených součástí příslušným chemickým rovnomocninám téměř na př. $HO : AgCl = 1 + 8 : 108 + 35·4 = 9 : 143·4 \approx 1 : 16$.

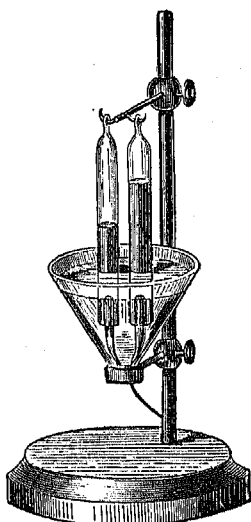
Rozlučování kovových roztoků se užívá k povlečení obyčejných kovů kovy vzácnějšími a k odlíkování hotových forem (modelů). Sem patří galvanické pozlacování, postříbřování, platinování, galvano-plastika,^{*)} galvano-typie, galvano-grafie, galvano-kaustika.

Jednoduchý *galvanoplastický* *apparat* vyobrazen v čís. 78. V horní nádobce přepažená dole měchýřem nalezá se *Zn* v kyselé vodě; v širší sklenici jest roztok skalice modré, stříbra nebo zlata a měděná závitnice (*Cu*), na kterou se klade předmět, jež pozlatiti, postříbřiti nebo platinovati chceme.

Prvky dvou různorodých hmot stávají se dotýkáním protivně elektrickými, čímž chemická jejich příbuznost (sloučivost) se vykládá.

Souvislost prvků souhlasí s řadou jejich sestavenou podle elektrické napjatosti, která mezi jednotlivými jejími členy jest tím větší, čím od sebe jsou v řadě vzdálenější. Řada ta jest: (—) *O, S, N, Cl, Br, J, P, As, Cr, Sb, Au, Pt, Hg, Ag, Cu, Bi, Co, Ni, Fe, Cd, Sn, Zn, H, Mg, Al, Na, K, Rb, Cs* (+). (Kyslík jest nejvíce elektronegativním a caesium nejvíce pozitivním prvkem.)

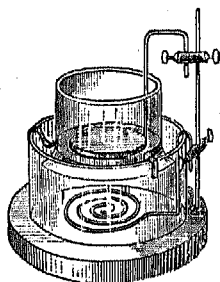
654



655

656

Obr. 77.



657

Obr. 78.

658

*) Jakobi 1838. Spencer 1839.

659 Usazováním jemných kovových vrstev (kysličníků na předmětech spojených s (+) pólem slabé galv. baterie vznikají lesklé kovové barvy (povlaky), pokládající trvale povrch těchto předmětů (galvanochromie)*) a zabraňující další jejich okysličování. Nobiliho duhové kruhy (1826).

Polarisace a passivita kovů.

660 Slovem polarisace rozumíme galv. protiproudy, vznikající 1) především v každém galv. článku rozkladem vody aneb jiné kapaliny (roztoku), a jeví se 2) též na *elektrodách voltamtru*, jimiž mocnost původního (hlavního) proudu zneháhla se ruší.

661 Příčinou polarisačních protiproudů jsou *kyslík* a *vodík*, z nichž první se hromadí na kovu, od kterého hlavní proud kapalinou se pohybuje (na zinku) a druhý na kovu, ku kterému proudí.

Nahromaděním těchto plynů stává se na př. *zinek* v kapalině *elektronegativním* a *měď* elektropositivnou, čímž se vyvíjí proud kolující v kapalině od *mědi* k *zinku*. Proud ten může dostoupiti takové výše, že se jím proud původní *úplně ruší*.

662 Polarisovaný voltametr jest vlastně galvanický článek skládající se z plynových elektrobudičů.

663 Dva proužky z jedné a též kovové desky vedle sebe vykrojené a do *roztličných* kapalin ano i do různorodých plynů ponořené a dobrým vodičem vespolek spojené, stávají se *elektrobudivými* na př. *Fe* v *NO₂* jest proti *Fe* v *SO₂* aneb ve vodě elektronegativním.**)

664 Při elektrolyse pozoruje se nezdídka *proudění kapaliny* od jedné elektrody k druhé. Přepažíme-li nádobu s vodou uprostřed zvířecí blanou a ponoříme pak do každého oddělení platinový plíšek, z nichž jeden s kladným a druhý se záporným pólem galv. batterie spojen jest: proudí voda od anody ku katodě, následkem čehož voda v přepažení záporném stoupá. Příčinou tohoto proudění jest dle Wiedemanna pohyb vyloučených plynů (ionů) způsobený elektrickou přitažlivostí a následující na to odpudivostí obou elektrod.

*) Becquerel 1840.

***) Davy 1801.

* Množství převedených takto kapalin jest v poměru 665
přímém s mocností proudu a s velikostí odporu, jež kapalina
proudu klade.

Končí-li polární drát četně rozvětvenými proužky 666
z téhož kovu ponořenými v kapalinu, která silným galv.
proudem se rozlučuje; přerušíme-li pak po nějaké době spo-
jení polárního drátu s galv. zdrojem, vzniká ihned, jakmile
konce vypjatého drátu s multiplikátorem aneb vespolek spo-
jíme, elektr. proud *opácného směru s původním*, který dle
Rittera *proudem podružným* (zpátečným) sluje, všechny vlast-
nosti obyčejného proudu jeví, avšak jen okamžitou dobu
trvá . . .

Železo, které delší dobu v *silné kyselině dusičné* bylo 667
ponořeno, *otupuje* se proti slabším kyselinám a sluje *trpné*.

Hmoty, jevíci souhlasnou električnost, nemohou chemicky 668
spolu se slučovati. Na základě tom *chrání hmota hmotu před*
okysličováním, (elektrochemická *obrana* protektorát).

Příčinou toho jest jemný povlak železa *kyslíkem*, čímž
toto *elektronegativním* se stává.

3. Účinky magnetické.

Elektrodynamika zahrnuje v sobě tři skupiny výjevů: 669

I. Působení proudů v proudy (pohyblivé).

II. Působení proudů v magnety (těž v měkké železo).

III. Působení magnetů a země v proudy (pohyblivé.)

I. Ve *skupení prvním* dlužno rozeznávati dle vzájemné
polohy proudovodičů tři případy, každý s dvěma směry:

1) *proudy rovnoběžné*: a) téhož b) protivných směrů,

2) *proudy sbíhavé*: a) když oba se pohybují k společnému
průsečníku *O* aneb oba od něho, b) když jeden směřuje
k průsečníku a druhý od něho;

3) *proudy nímoběžné*: a) *směřující oba* k přímce nejkratší
vzdálenosti aneb od ní, b) jeden směrem k průsečníku
P a druhý od něho se pohybující.

Pravidlo: Proudů uvedené pod lit. (a) se *přitahují*: 670
proudy označené lit. (b) se vespolek *odpuzují* (ve všech třech
případech).

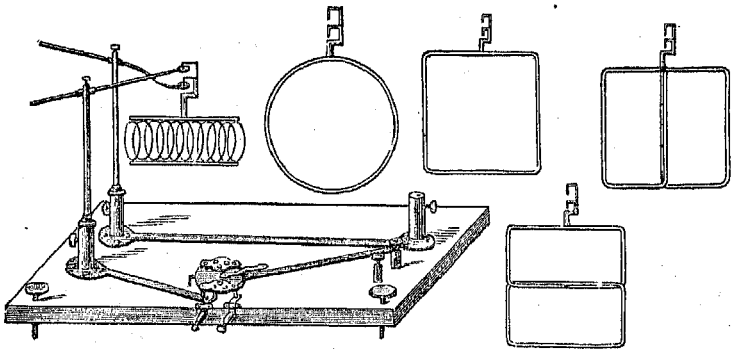
Poznámka. Přihlížeje k tomu, že stejnojmenné (souhlasné) elektřiny jakož i stejnojmenné magnetické póly od sebe se odpuzují, souhlasné proudy však vespolek se přitahují, nazýváme tento výjev *elektrodynamické paradoxon*.

I. Co právě stručně naznačeno, lze slovy vyjádřiti takto:

671 Pohybliví proudovodiči, jimiž kolují rovnoběžné proudy ve směru *souhlasném vespolek se přitahují*.

672 Pohybliví proudovodiči, jimiž kolují rovnoběžné proudy ve směrech *protivných, vespolek se odpuzují*.

673 Dva sbíhavé aneb mimoběžné proudy přitahují se vespolek jen na těch místech, kde oba buď ku společnému průsečníku (ku přímce nejkratší vzdálenosti) aneb od něho (od přímky nejkratší vzdálenosti) současně se pohybují. V ostatních bodech se odpuzují. K pokusům toho druhu hodí se nejlépe *stojan Ampère-ův* (obr. 79.), *solenoid a čtyři obrazce*.



Obr. 79.

Ampère-ův solenoid (obr. 79.) staví se svou osou do směru magnetického poledníku, závity jeho mají směr východozápadní a v dolní části závitnice koluje proud od východu k západu. Ostatní drátěné obrazce staví galv. proud do polohy rovinné (jednoduché solenoidy).

674 Proudů sbíhavých a mimoběžných jeví jakousi snahu (tlak) postavit se do takové rovnoběžné polohy k sobě, ve které by v obou proud koloval týmž směrem.

675 Pohyblivé závitky proudovodné spirály s rovnoběžnými otočkami vespolek se přitahují (Roget 1835, Petřina 1850).

676 Dvě *souhlasně* vnuté spirály, do kterých galv. proud na souhlasných koncích vchází, odpuzují se.

Dvě v *protivném* smyslu vinuté spiraly, do kterých proud 677
na souhlasných koncích vchází, přitahují se vespolek.

Dvě souhlasně vinuté spiraly, do kterých proud na pro- 678
tívných koncích vchází, přitahují se.

Síly, kterou dva galv. proudy kolující pohyblivými vo- 679
diči buď vespolek se přitahují neb odpuzují, přibývá jako
délky vodičů a součinu z mocností obou proudů; ubývá jí
však se vzdáleností obou závitnic v poměru čtvercovém.

Magnetičnost země působí v pohyblivé elektrické proudy 680
tak, jako by okolo celé zeměkoule obíhaly elektrické proudy
rovnoběžně s magnetickým rovníkem od východu k západu.

II. Působení proudů v pohyblivé magnety.

1) Galv. proud odchyluje pohyblivou magnetickou jehlu 681
odklonnou, s kterou rovnoběžně koluje (Oerstedt 1820).

2) Odchylna tato se určuje *pravidlem Ampère-ovým* takto :
Severní pól mgt. jehly odchyluje se *k levé ruce pozorovatele*,
ježž si myslíme plovoucího v elektrobudiči po proudu tak,
aby měl vždy sev. pól jehly před očima.

3) Dva galv. proudy *rovnomocné* a v *stejných* vzdále-
nostech nad magnetickou jehlou i pod ní *souhlasným* směrem
kolující neodchylují magnetky.

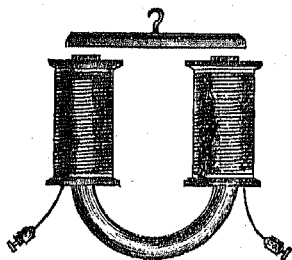
4) Galv. proud stavi astatickou jehlu, s jejíž osou rovno-
běžně koluje, kolmo na svůj směr; nechává ji však v úplném
klidu, když koluje přes její osu směrem kolným.

*Působení proudu v ocelové a železné tyče (elektromagne-
tičnost).*

Galv. proud mění železné a oce- 682
lové tyče, okolo kterých koluje, v ma-
gnety (elektromagnety).

V obr. 80. vypočten jednoduchý *ele-
ktromagnet s kotvou* a svorkami k připojení
polárního drátu. Elektromagnet jest základem
elektrických hystrojů.

Síla elektromagnetu závisí na 683
mocnosti proudu, množství závitů, na
jakosti a hmotnosti železa; jeho póly
však jen na směru proudu, na způsobu závitnice, kterou
proud obíhá.



Obr. 80.

Závitnice (spiraly) z polárního drátu jsou dvojí: v *pravo* 684
a v *levo* točené podle toho, vinou-li se jednotlivé jejich otočky

od levé ruky k pravé t. j. jako ručičky u hodin od 9 k 10 atd. aneb naopak od 10 k 9 atd. (v levo).

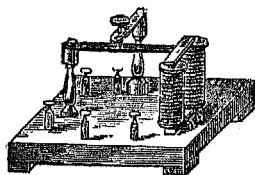
685 Konec železné (ocelové) tyče, okolo které jest navinuta závitnice v pravo točená, jest na místě, kde proud do ní vchází, jižní a kde vychází, severní magnetické polarnosti. Opak toho se jeví u závitnice v levo točené.

686 Součin z množství jednotlivých závitů a z mocnosti jimi procházejícího proudu slove *magnetující silou* závitnice (Lenz a Jakobi 1838).

687 Magnetická síla zbuzená galv. proudem v měkkém železe jest *pomíjející* t. j. počíná i končí zároveň s proudem.

Na vlastnosti této jsou založeny zvláštní přístroje, jimiž galv. proud se *přerušuje* na př. *Neeffovo kladívko* (1839), hvězda, ozubené kolečko a p.

Neeffovo kladívko spatřujeme vyobrazeno v příl. obr. 81. Přerušování proudu se děje hořejší pákou, jak z obr. zřejmo.



Obr. 81.

688 Magnetická síla zbuzená galv. proudem v tvrdé ocelové tyči (podkově) jest *trvalá* t. j. počíná s proudem jen *znenáhla*, trvá však po něm dlouhá leta. Na vlastnosti této se zakládá *hotovení magnetů*. (Sturgeon 1825.)

689 Každá jednotlivá železná aneb ocelová tyč jest jen do *jisté míry* magnetičnosti schopna. Je-li míra ta dovršena, nepomáhá ani sesílení proudu ani rozmnožení závitů k dalšímu zvýšení magnetické síly. O tyči takové se pak říká, že jest *nasycena*.

III. *Působení magnetů i země v pohyblivé galvan. proudy.*

690 Přiblíží-li se magnet v poloze rovnoběžné k pohyblivému galv. proudu, otáčí jím tak, že severní pól zůstává vždy (dle Ampérova pravidla) k levé ruce pozorovatele plovoucího směrem proudu a majícího týž pól před očima. (Faraday-ovo a Barlovo kyvadlo, světlo elektrické okolo magnetu kolující. De la Rive-ovy pokusy z r. 1858).

691 Elektrická závitnice, pohyblivá okolo kolmé osy, staví se do směru magnetického poledníku. (Ampère-ův solenoid jest mgt. jehla odklonná.)

692 Elektrická závitnice, pohyblivá okolo osy vodorovné,

staví se v rovině magnetického poledníku do polohy jehly *inklinační* (sklonné).

Rovina drátového kotouče, spojujícího oba elektrobudiče plovoucího de la Rive-ova článku, staví se působením magnetičnosti země kolmo na směr mgt. poledníku tak, že galv. proud spodní jeho částí koluje směrem od východu k západu. 698

Elektrické hybostroje (motory) zakládají se na zákonech právě vyložených. Hlavní jejich druhy jsou tyto: 694

Proud se otáčí okolo proudu, proudové závitnice se přitahují (Petřínova spirála). 695

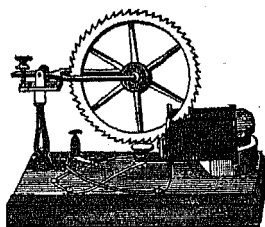
Proud se točí okolo magnetu aneb elektromagnetu (*Barlovo kolečko*). 696

Viz obr. 82., ve kterém lehounké měděné kolečko mezi rameny elektromagnetu galvanickým proudem se otáčí.

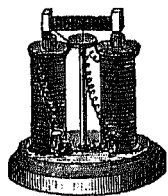
Magnet se otáčí jedním pólem kolem proudu.

Elektromagnet se otáčí okolo magnetu aneb elektromagnetu (*Ritchie-ův kommutator* znázorněný obrazcem 83.) 698

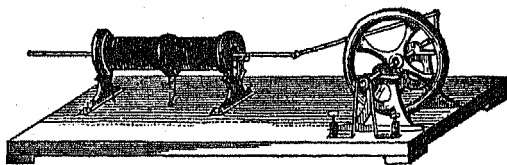
Větší elektromechanické hybostroje mají vesměs svůj základ v *elektromagnetičnosti*, střídavém jejím *buzení* a *rušení*. Sem patří: *hybostroje*, jež sestrojili *Jakobi*, *Ritchie*, *dal Negro*, *Page*, *Zöllner*, *Hipp*, *Markus P. Egger* a j. 699



Obr. 82.



Obr. 83.



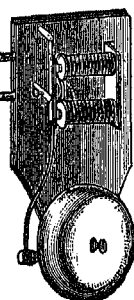
Obr. 84.

Page-ův (Pédžův) *hybostroj* (motor) v obr. 84. zakládá se na střídavém kolování galv. proudu cívkou levou a pravou a současném vtahevání (smýkání) uvnitř pohyblivého železného válce, jehož pohyb klikou a setrvačnickem se převádí v pohyb krouživý. (Soupeř Wattova parostroje do- sud slabý.)

Nejdůležitější elektrické hybostroje jsou: elektrické *telegrafy*, domácí *zvonítka*, el. *hodiny* a *chronometry*, konečně 700

registrující elektrické apparaty k účelům hvězdářským a meteorologickým.

Obr. 85. znázorňuje elektrické zvonítko čili domácí telegraf. Skládá se z Neeffova kladívka bijícího na malý zvoneček dotud, dokud galv. proud trvá. Přerušování jeho se děje zvláštním přístrojem (klíčem).



Obr. 85.

g) Užívání galvanických proudů.

701 Nejdůležitějšího a zároveň nejrozsáhlejšího užívání došla galv. elektřina v závodech *telegrafických a galvanoplastických.*

Tyto se zakládají na chemických účincích galv. proudu, ony na elektromagnetických, chemických a mechanických.

702 *Elektrická telegrafie* má svůj původ v ohromné rychlosti galvanického proudu, v jeho okamžitém spouštění, přerušování a snadném rozvádění na vše strany.

703 Zdrojem proudu jest buď stálé součlení (batterie), složené z 12 až 30 článků Daniellových, Meidingrových, Bunsenových a j., buď mocný proud soubudný na př. magnetoinduktor dle sestrojení Siemsenova.

704 Úkon elektrických zdrojů rychlověstných jest dvojí:

- a) *vysílati* elektrické proudy okamžitě po vůli telegrafujícího do libovolných vzdáleností (batterie přespolní).
- b) *pohybovati* rychlověstným strojem domácím podle vůle telegrafujícího na vzdálené stanici (batterie domácí).

705 Elektrický proud rozvádí se do dálky způsobem *trojím*:
a) *vzduchem*, b) *pevnou zemí*, c) *vodou* (mořem).

Ad a) Vedení vzduchem se děje po silném (obyčejně železném) drátě, který se pne od sloupu ku sloupu ve průměrné výšce nad zemí, jsa upevněn a osamocen nádobkami skleněnými aneb porcelánovými tvarů zvonkovitých. Drát měděný jest výhodnější (vodivější) avšak též dražší než železný.

Ad b) Elektrovodný drát (obyčejně měděný), jehož konec jest připevněn k široké měděné desce, zapouští se i s deskou do země tak hluboko, až dosáhne *stálé* podzemní *vlhkosti* (vody). Zpáteční vedení proudu děje se *zemí*. (Steinheil 1838.)

Ad c) Spojení podmořské čili t. zv. *lano* (kabel) skládá se obyčejně z provazu spleteného z tenkých měděných drátů, jichž povrch guttaperčou a jinými pryskyřicemi bedlivě jest osamocen (isolován), na povrchu konopím ovinut a železným drátem proti vnějšímu poškození otočen. Ponořuje se, kde možno, až na dno mořské.

Telegrafování se děje okamžitým působením elektřiny 706 do dálky. Účinky rychlověstné jsou *trojího* druhu:

- a) *odchylování magnetické jehly galvanickým proudem;*
- b) *rychlé magnetování aneb odmagnetování měkkého železa (elektromagnetičnost);*
- c) *Rozklad chemických látek a způsobené tím zbarvení povrchu napuštěných jimi látek (papíru, folia a p.).*

Elektrické telegrafy lze seřaditi v šestero skupin:

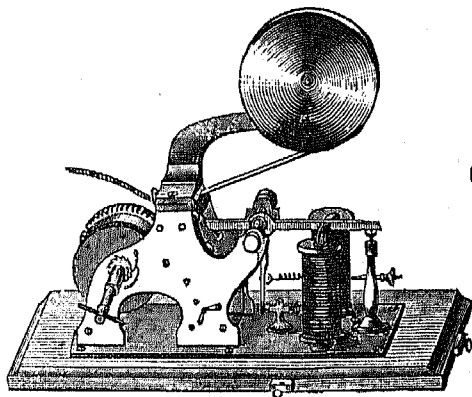
I. *Rychlověsty ukazovací, ručičkové.* (Základ: *Oerstedův* 707 *zákon, elektromagnetičnost.*)

K těmto patří:

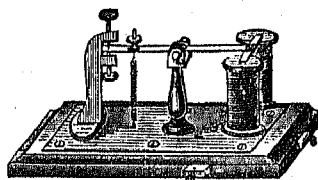
1. Soustava *Wheatstone-Coočkova* (1840).
2. Ukazovací stroj magnetoelektrický (*Stöhrerův*).
3. *Písmenkový ukazovací telegraf* (*Siemens a Halske* 1848).
4. Rychlozvěst *Breguetův*.

II. *Rychlozvěsty psací.* (Základ: Elektromagnetičnost a 708 elektrochemičnost). Sem dlužno vřaditi:

1. *Morseův* psací stroj (nejrozšířenější) (1837).



Obr. 86.



Obr. 87.



Obr. 88.

V ob. 86. až 88. vypočteny jsou tři hlavní součásti *Morseova psacího rychlozvěsty* a to: a) *stroj psací* v obr. 86., b) *převodč (relais)* v obr. 87.

- a konečně c) *klíč* v obr. 88. Úkony jednotlivých těch součástí buďtež v paměti probrány jakož i rozvádění proudu.
2. *Stöhrerův* stroj dvouřádkový.
 3. *Hippův* rychlozvěst, podobný Morseovu.
 4. *Elektrochemické psací* telegrafy od Baina a Gintla (1853).
- 709 III. *Rychlozvěsty tiskací* rozličných soustav, z nichž hlavní jest telegraf *Hughesův* (čti *Hjusův*). (Základ: elektromagnetičnost a síla tíže).
- 710 IV. *Rychlozvěsty samopisné* (autotelegrafy) dle soustavy: Backwelovy, Bainovy, Hippovy atd. Nejdokonalejší z nich jest *Caselliho pantelegraf* (1862).
- 711 V. *Rychlozvěsty zvukové* (elektromagnetičnost), ku kterým čítáme: elektrická *zvonítka*, *telefony* (Legat, Petřina, Reis). Hlavní z nich jest *Graham Bellův samostatný telefon*. (Základ: *Elektrina soubudná*.)
- 712 VI. *Rychlozvěsty času* čili t. zv. elektrické *časoměry* (hodiny). Sem patří:
1. *Elektrické hodiny* (závislé i samostatné).
 2. *Elektrické časoměry* (chronometry: Steinheil, Garnier, Hipp a j.).
 3. *Elektrické chronografy* (Pouillet, Young, Breguet, Konstantinov a j.).
- 713 Působení přespolní *batterie* v *batterii* místní se děje způsobem nepřímým. Prostředníkem jeho jest t. zv. *převodič* čili *podložený klíč* (translator, relais [relé]), který přijímaje slabý proud *batterie* přespolní zároveň místní součlení uzavírá i otvírá (Wheatstone).
- 714 Přespolní galvanický proud působí *přetykačem* (komutator) buď přímo v místní stroj, aneb přestupuje jako *přespolní proud* na stanici další.
- 715 Vedlejší přístroje elektrických rychlozvěstů jsou pak tyto:
- a) *Galvanoměr* (galvanometr), kterým se měří a posuzuje síla přespolního proudu.
 - b) *Přetykač*, kterým se proud přespolní dle přání vede buď do stroje aneb propouští na jiné stanice.
 - c) *Hromosvod*, kterým se elektrina ovzduší zadržuje, aby do strojův a vnitřních místností rychlozvěstných nevjela a je nerozkotala.

Nejstarší a zároveň nejjednodušší telegrafy jsou jehlové, které již r. 1838 sestrojili *Gauss* a *Weber* jakož i baron *Šilling* v Petrohradě.

h) Ampérova theorie magnetičnosti a diamagnetičnosti.

Ve hmotách magnetických obíhají okolo nejmenších jejich součástí (molekulů) elektrické molekulární proudy ve všech možných směrech (neuspořádaně) a pak z většiny vespolek se ruší. 716

Vlivem magnetů aneb elektrických proudů nabývají nadřčené molekulární proudy vesměs *určitého* směru (seřaďují se v *určité polohy*). Hmoty jeví pak vlastnosti magnetické, stává se *magnetem*. 717

Silou koërcitivní (bránivou) nazýváme vnitřní mohutnost hmot, která molekulární el. proudy ve směrech, jakými nejdříve kolovaly, *drží*. Hmoty s *velkou koërcitivní silou nenesnadno se magnetují* a jsou-li magnetické, opět *nesnadno se odmagnetují*. 718

Okolo naší země obíhají *thermoelektrické proudy* souhlasně se zdánlivým pohybem slunce t. j. od východu k západu a proudy ty jsou původem *magnetičnosti země*. (Ampérovy solenoidy 1822.) 719

Ve hmotách *magnetických* budí silný přiblížený magnet (v podobě podkovy) *polárnosti protivné* (protivné póly se přitahují, poloha *axiální*); ve hmotách *diamagnetických* polárnosti *souhlasné* (souhlasné póly se odpuzují, poloha *aequatorialní*). 720

Ježto magnet lze považovati za soustavu *uspořádaných* a *ustálených molekulárných proudů elektrických* a ty jsouce směru *souhlasného se přitahují* a jsouce směru *protivného se odpuzují*, máme dle Ampérova učení za to, že silné magnety v jiných hmotách *magnetických* molekulární proudy do směrů *protivných* polárností, ve hmotách pak *diamagnetických* do směrů *souhlasných* polárností uvádějí. (Viz elektrodynamika I.) 721

Též galvanickým proudem *stálého směru* uvádějí se molekulární proudy *měkkého železa v souhlasné kolování* (elektromagnet), které však pro *nepatrnou* koërcitivní sílu železa není trvalé a následkem toho *ihned* v předešlý svůj stav se vrací, jakmile zastavením galv. proudu magnetující jeho účinek se zruší. 722

D. Elektřina soubudná (indukce)

jest trojího původu a) elektřina buzená elektřinou (elektroelektřina), b) elektřina buzená magnetičností (magneto-elektřina), c) současným působením obou (elektro-magneto-elektřina). Všecky tři druhy této elektřiny označujeme společným názvem indukce.

Ad a) *Elektro-elektřina* (Faraday 1831).

- 723 Kdykoliv elektrický proud počíná nebo končí, vzniká v blízkých uzavřených vodičích *rozrušení* elektrické rovnováhy t. j. slabý, okamžitý proud.
- 724 Náhlé *přiblížení* se galvanického proudu k uzavřenému vodiči, jakož i rychlé jeho *vzdálení* od téhož elektrického vodiče, budí v něm okamžité elektrické proudy *směří* k sobě *protivných*.
- 725 Náhlé *sesílení* jakož i *seslabení* galvanického proudu budí v blízkém uzavřeném vodiči okamžité elektrické proudy podobné předešlým (sesílení = přiblížení, seslabení = vzdálení).
- 726 *Okamžité* tyto proudy slovou *soubudné*, *indukované* nebo též *vedlejší*, kdežto proud indukující za příčinou rozdílu *hlavním* se nazývá. Indukované proudy budí se nejvydatněji v *osamocených závitnicích*, jichž konce jsou spolu *vodivě* spojeny. Zvláštnost jejich záleží v tom, že jeví *velkou sílu* v překonávání *značných odporů*.
- 727 Směr indukovaných elektroelektrických proudů závisí a) na *počínání* (blížení, sesilování), b) na *končení* (vzdalování, seslabování) proudu hlavního.
- 728 Při *uzavírání* proudu hlavního jest proud soubudný směru *protivného*, a při *přerušení* proudu hlavního jest proud soubudný směru *souhlasného* s proudem původním.
- 729 Směr indukovaných proudů určil všeobecně *Lenz* takto: „Když kovový uzavřený elektrovodič a polární drát, ve kterém koluje elektrický proud, buď k sobě se *blíží*, neb od sebe se vzdalují, vzniká v uzavřeném kovovém vodiči elektrický proud, jehož směr jest *opáčný* k proudu, který by v něm kolovati musil, aby ono přiblížení aneb vzdálení obou vodičů spůsobil.“ (Zákon *Lenzův*).
- 730 Při *uzavírání* proudu ve vodičích dlouhých na cívku navinutých budí se i v těchto okamžité *protiproud*, kterým se síla proudu hlavního částečně ruší a při *přerušování* proudu

hlavního buď se opět ve vodiči samém proud směru *souhlasného* s proudem původním, kterým se tudíž tento jaksí prodlužuje a zesiluje.*) Proudů tohoto druhu slovou též *vedlejšími* (podružnými, extracourant, *Masson, Jenkis* 1834).

Jsoucnost těchto protiproudů poznáme nejlépe po mocnosti *jiskry přerušovací*, kterou jednak při krátkém, podruhé však při dlouhém vodiči pozorujeme. 731

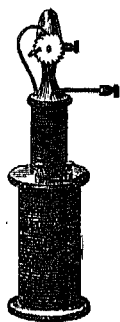
Ježto proudy návodné jsou s to, aby překonaly i *značné* odpory ve vodičích se jim naskytující, užívá se jich výhodně k účinkům *fysiologickým* (lékařským) a telegrafickým (rychlozvěstným). 732

K vyvíjení soubudných proudů zhotovují se zvláštní přístroje, řečené *induktory* (soubudiči), které v novější době značně byly zdokonaleny. Každý takový stroj se skládá ze *tří* podstatných *součástí*: 733

- a) ze závitnice *indukující*, kterou koluje proud hlavní (galvanický).
- b) z přístroje, kterým proud hlavní rychle se *přerušuje* a opět *zavádí* (přerušovač, interruptor).
- c) z cívky *návodné*, jejíž konce spolu vodičivě spojeny jsou.

Obr. 89. znázorňuje soubudný stroj s přerušovacím kolečkem a pohyblivou cívku (vnitřní).

Poznámka: Fizeau zavedl u některých induktorů zvláštní *hustiče* čili *kondensatory*, které na způsob Franklinovy desky, jejíž strana jedna s kladným a druhá se záporným pólem galvanického článku jest spojena, upraveny jsou. Zařízením tímto zvyšuje se znamenitě účinnost indukovaných proudů.



Obr. 89.

Hustič se *nabíjí* při *přerušování* a *vybíjí* při *uzavírání* proudu, jeho působením spouští a zastavuje se proud mnohem rychleji než bez něho; jiskra proudu *závěrečného* jest mnohem *silnější* než počátečního. *On ruší proudy podružné.* 734

Nejobyčejnější *přerušovač* proudu jest známé *Wagnerovo* 735

*) Při *počínku* proudu působí vedlejší indukovaný proud ve hlavní *odčítavě* a na *konec* hlavního proudu působí *návodný* *sčítavě* t. j. *zesiluje* intensitu proudu hlavního.

kladívko (zhusta též *Neefovým* zvané) aneb jednoduchý přerušovač *rtuťový*, jak jej sestrojil Ruhmkorff.

736 Na koncích (pólech) cívky návodné vznikají podobné výjevy jako u láhve Leydenské. V okamžiku, kde návodný proud se *zbudí*, vzniká na jednom pólu $+e$ a na druhém $-e$ a obě jeví značné napjetí, aby se spolu spojily.

737 *Isolovaný* drát značné délky umístěný ve *vodivém* pouzdru má nemalou podobnost s Leydenskou láhví. Uzavírá-li se jím proud, vznikají výjevy elektrického náboje, kterým se působení *okamžitého* uzavírání a otvírání proudu ruší. Tím se vykládají obtíže, které při telegrafování dlouhým *podmořským lanem* následkem *indukovaných protiproudů* vznikají.

Ad b) *Magneto-elektřina*.

738 Náhlé *smagnetování* a pak *odmagnetování* železných tyčí budí ve blízkých drátech oběma konci vodivě spojených *okamžitě* elektrické proudy směrů protivravných (magneto-elektřina).

739 Náhlý *vznik* magnetické polárnosti budí v návodné cívce proud směru *protivravného* k tomu proudu, který svým působením touž magnetickou polárnost, jaká právě se jeví, by vzbudil. Náhlé její *zmizení* má však proud směru *souhlasného* s proudem magnetujícím v zápětí.

740 *Přibližováním severního* ($+b$) a *vzdalováním jižního* pólu ($-d$) budí se proudy *téhož* směru a naopak ($-b$) = ($+d$).

741 Směr indukovaných magneto-elektrických proudů závisí:

- a) na jakosti indukujícího magnetického pólu,
- b) na *směru*, jakým se pól magnetu k duté cívce pohybuje, zdali se jí blíží aneb od ní vzdaluje,
- c) na způsobu, jakým jest vodič na cívku *navinut* (v pravo nebo v levo točený).

742 *Síla indukovaného* proudu jest závislá na *síle* indukujícího magnetu, na jeho *vzdálenosti* od cívky, na *množství* závitů a na *rychlosti*, jakou cívka se točí.

743 Navineme-li na oba konce železné podkovy *isolovaný* drát, a to na každý *stejně* množství a *týmž* směrem, otáčíme-li pak podkovou touto naproti pólům silného magnetu v podobě podkovy ohnutého: vznikají střídavě v drátech železné podkovy *čtyři* indukované proudy směrů opačných.

744 *Proudovratem* (commutator) přiměřeně sestrojeným lze tyto proudy v uzavřeném vodiči vesměs *v týž* směr *uváděti*.

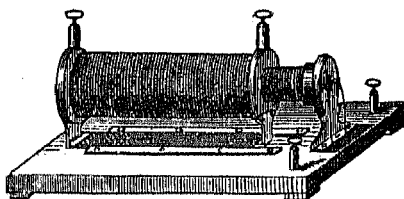
Na základě tom jsou sestrojeny t. zv. *magnetoelektriky*.*) 745
Rychlejší otáčením lze sílu proudu *zvýšiti*. Toto zvyšování má však své *meze*, které na bránivé síle otáčející se hmoty jsou *závislé*.

Proudy rychlým otáčením *navedence* zbuzené mohou též 746
 sílu *návodnice* (magnetu) a silou touto zase i sílu *návodných proudů* *zvyšovati*. Děje-li se to, převádí se *mechanická práce* v *elektrinu*. Sem patří stroje *elektrodynamické*.**)

Ad c) *Elektro-magneto-elektřina*.

Nejsilnější dvojnásobný induktivní stroj elektrický se- 747
 strojil Rhumkorff. Elektřina jím vyvozená jeví tak silné elektrické napjetí, že účinky její se podobají elektřině statické.

V obr. 90. vypočten takový stroj *Rudmkorffův* menšího druhu. Skládá se ze dvou cívek (vnitřní a vnější) otočených drátem dobře izolovaným. Cívka vnitřní navinuta jest tlustým drátem nepřilíš dlouhým (v několika jen vrstvách) a v nitru jejím uložen svazček ze železných holých drátů. Cívka vnější (návodná) má návoj z tenkého, dobře izolovaného a kolik set ba i tisíc metrů dlouhého drátu, jehož konce s hořejšími kovovými sloupky vodivé jsou spojeny. Ku sloupkům těm připínají se dráty kratší, opatřené na koncích mosaznými válečky (vodiči, konduktory). Proud hlavní se vede cívkou vnitřní a přerušuje se Neefovým kladivkem (viz obr. 81.). Stroje větších rozměrů dávají jiskry až na 20 cm. dlouhé (obrovský stroj Londýnský až i 70 cm.). Jiskrou tou lze způsobiti v Geisslerových rourkách krásné výjevy světla, pak skoumati jeho vidmo, zapalovati náboje prachu (podkopy) a j. v. Fysiologické jeho účinky jsou nebezpečny. Za tou příčinou užívá se stroje Faradayova, složeného též ze dvou cívek do sebe zastrčených. K zesílení účinků kladou se do vnitřní cívky železné jako brk tlusté háčky, které mnohdy též jako elektromagnety přerušování hlavního proudu samy obstarávají. Návodný proud, který do lidského těla se vede, možno též zeslabiti, což se děje dutými kovovými válečky, které na cívky návodné jako pouzdra se navlékají.



Obr. 90.

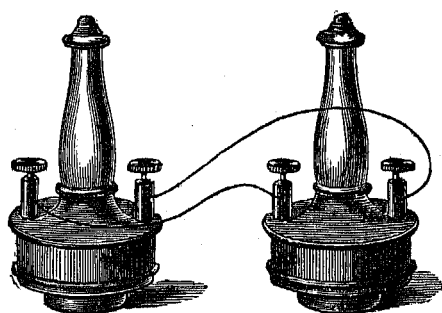
Nejdůmyslnější užívání proudů indukovaných spatřujeme v *Bellovu telefonu* (1873), vypočteném v obr. 91. ve dvou úplně souhlasných vydáních spojených vodivě dvěma dráty, pro dvě od sebe vzdálené stanice A a B. Pro novost tohoto zajímavého vynálezu budiž zde o stroji samém

*) Pixii 1832, Petřina, Etlingshausen, Stöhrer 1857.

***) Siemens, Wilde, Ladd 1866—67.

poněkud obšírněji promluveno. Skládá se z ocelového magnetu asi 10 cm. dlouhého a ve dřevěném pouzdru šroubem upevněného. Ku konci toho magnetu přilehá železná násadka, ovinutá drátem měděným dobře izolovaným a na duté cívice natočeným, z jejíž dutiny konec zmíněné násadky poněkud vyčnívá. Proti tomuto železnému válečku napjata jest pružná železná plotynka, asi jako list obyčejného papíru silná a na půl millimetru od něho vzdálená. Dolejší širší dřevěné pouzdro jest vespod nálevkovitě

vyhloubeno a malým otvorem (asi 1 cm. v průměru), vedoucím k železné plotynce, opatřeno. Mluvíme-li hlasitě a odměřeně do tohoto otvoru, narážejí vlny zvukové na železnou okeničku otřásající jí rychlostí přiměřenou zvuku vydanému. Jak okenička ta se chvěje, blíží a vzdaluje se střídavě k železné násadce a od ní, čímž její hmotnost jaksi rozmnožuje a hned na to zase zmenšuje. Násadka ta, jsouc



Obr. 91.

spojena s magnetem, nabývá od něho magnetičnosti a to tím mocnější, čím sama jest hmotnější, tedy při každém přiblížení se železné plotynky magnetičnosti v násadce přibývá a naopak při každém jejím vzdálení, magnetičnosti v násadce ubývá. Každá změna magnetičnosti v násadce budí v drátu na cívice navinutém, indukované elektrické proudy, které po drátu ohromnou rychlostí do přístroje na stanici druhé vnikajíce v něm souhlasné změny magnetičnosti budí. Změnami těmito uvádí se okenička stanice *B* v souhlasné chvění s okeničkou na stanici *A* t. j. *reprodukuje* věrně všechny *tamější* zvuky.

Rotační magnetičnost.

748 Odklonná magnetická jehla kývající se nad dobrým vodičem elektřiny (měděnou deskou), budí v něm proudy návodné, kterými pak sama rychleji se utiňuje (v klid přechází).*)

Otáčení dobrého vodiče elektřiny (měděného kotouče) *nad magnetickou jehlou* nebo pod ní uvádí též jehlu tu v rychlé *kolování* ve směru souhlasném s točící se deskou a naopak rychlé otáčení magnetické jehly (tyče) způsobuje též souhlasné otáčení jemně pohyblivého měděného kotouče.

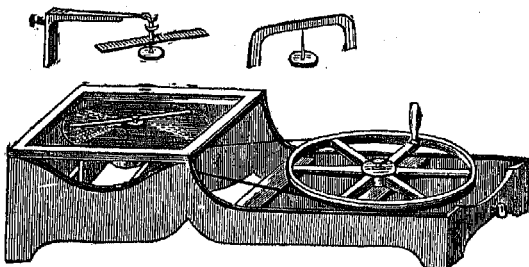
749 Otáčí-li se kovový kotouč mezi póly nehybné magnetické podkovy, *vyšuje* se jeho *teplota* a k účinku tomu jest

*) Arago 1825.

třeba o tolik jednotek práci rozmnožiti, kolik k rovnoměrnému převodu tepla právě jest třeba.*)

Výjevy magnetičnosti rotační lze způsobiti *Aragovým točidlem*, zobrazeným v čísle 92. příl. obr.

Jeví-li el. proud současně více různorodých účinků, vyvíjí-li na př. ve vodi-



Obr. 92.

cích, jimiž prochází, účinky chemické aneb účinky tepla, budí-li v uzavřených vodičích na blízku proudy indukované a jinde opět vzbuzenou elektromagnetičností mechanické pohyby: *seslabují se všechny tyto účinky na vzájem tak, že soujem všech se rovná mocnosti kteréhokoliv jednotlivého, jenž by tím proudem toliko sám způsoben byl**).*

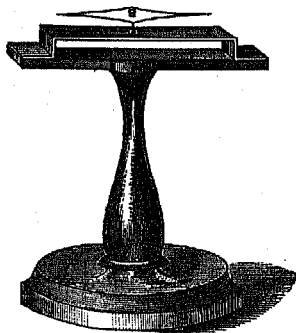
E. Elektřina buzená teplem.

(Thermo- a pyroelektřina.)

Spojíme-li dvě tyče z *různorodých kovů* (elektrobudičů) na obou koncích tak, aby tvořily uzavřený obdélník a spůsobíme na koncích, kde oba kovy se dotýkají, *rozdílnot v jejich teplotě*, vzbudí se tím slabý proud řečený *thermoelektrický*.

Soustava taková slove *thermoelektrický článěk* a spojení více takových článků ve smyslu Voltově nazývá se *thermoelektrické součlenění* čili *batterie thermická*.

Příložený obr. 93. skládá se z *antimonové tyče* a připevněného k ní měděného můstku, pak z *magnetické jehly* znázorňuje jednoduchý *thermoelektrický článěk* k základnému pokusu o elektřině buzené teplem. Více takových článků v ústrojný celek náležitě spojených tvoří thermoelektrický sloup (Melloni, Marcus, Noč).



Obr. 93.

*) Joule 1843, Foucault 1855.

***) Edlund v Stokholmu r. 1865.

- 752 Mocnost thermoëlektrického proudu závisí jednak na *rozdílnosti v teplotě* způsobené na obou koncích elektrobudičů, jednak na jejich *přirozené jakosti*.
- 753 Thermoëlektrina jest jen *slabého napjetí*, nemůže tudíž značnější odpory překonávati.
- 754 *Řada thermoëlektrická* jest *jiná* než řada elektrobudičů galvanických a skládá se výhradně *jen z kovů*. Hlavní její členy uspořádané od $-e$ k $+e$ jsou tyto: (—) antimon, železo, zinek, zlato, měď, mosaz, olovo, cín, stříbro a vismut (+).
- 755 Ohříváme-li plochy, kde oba kovy k sobě přiléhají, vzniká proud směrem od *zadního* členu hořejší řady k *přednímu*, na př. od vismutu k mědi, od mědi k antimonu a p. a jest tím *mocnější*, čím jsou ty *členy* od sebe *vzdálenější*.
- 756 Nejznámější thermoëlektrické sestavy jsou:
1. Vismut a antimon (Seebeck).
2. Vismut a měď (týž).
3. Vismut a telur (Bunsen).
Slitiny a některé přirozené *nerosty* vydávají nezřídka *mocnější* thermoëlektrické *proudy* než jejich součásti, na př. měď se sírníkem olovnatým a železnatým.
4. Sírník měďnatý a pyrolusit (Bunsen).
- 757 V novější době se zhotovují *vydatnější* thermoëlektrické články z kovových *slutin*.
Markus (1864) slil k účelu tomu *měď se zinkem* z jedné a pak *antimon s mědí* z druhé strany. (20 takových členů dává zahřáto na 250° C. proud jednoho Daniellova článku.)
- 758 Noé r. 1870 užil slitiny z *antimonu a zinku* z jedné a *nového stříbra* z druhé strany.
(Těž prof. Zenger v Praze sestrojil podobné thermoëlektrické články.)
- 759 *Mnohočlenný* thermoëlektrický sloup jest nejpříhodnější stroj, kterým sebe menší *rozdíly v teplotách* hmot lze spozorovati a hodí se zvláště k pozorování výjevů *thermochromatických*. Přístroje toho druhu, řečené *thermoskopy*, sestrojili *Melloni* a *Nobili* r. 1833.
- 760 Vedeme-li *thermoëlektrickým článkem* proud *galvanický*, vzniká na místě, kde oba kovy vespolek se dotýkají, *rozdíl* v jejich *teplotě* proti místům jiným (oteplení neb ochlazení).
- 761 Jde-li proud na př. od *vismutu k antimonu*, *chladne spo-*

jiště obou kovů. Proud *působící ochlazení* jest *protivného* směru k proudu thermoelektrickému vznikajícímu *oteplením*. (Kříž Peltierův 1834.)

Ohříváme-li po jedné straně některé krystalované hmoty, 762 které nejsou dobrými vodiči elektřiny, jeví elektrické vlastnosti t. j. jsou na jednom konci *kladně* a na druhém *záporně* elektrické (pyroelektrické) (Hauy 1801).

Elektřičnost nerostů ohněm zbuzená trvá jen dotud, do- 763 kud rozdíl v teplotě různých míst jejich se znamená.

Místo, kde *ohříváním* $+e$ a *ochlazováním* $-e$ se budi, 764 slove pólem *obdobným* (analogickým); budi-li se však *ohříváním* $-e$ a *ochlazováním* $+e$, nazývá se dotýčné místo pólem *neobdobným* (antilogickým).

Toliko krystaly podoby *hemiédrické* t. j. takové, které 765 na obou koncích t. zv. hlavní osy krystalografické nestejně jsou vyvinuty (hemimorfické), bývají *pyroelektrickými*. Sem patří: turmalin, boracit, topas, kalamín křemičitý a j.

Pyroelektrické ústrojné látky jsou: cukr třtinový, viňan 766 draselnatý a j.

Velice příhodna jest *thermoelektrina* k *určování teploty* 767 míst *nepřístupných*, *hlubin vodních* a *výšin ovzdušných*. K účelu tomu se užívá drátu *měděného* a *železného*, jichž společně spojiště se ponořuje do vody nebo vynáší se do vzduchu, kdežto druhé dva konce se uměle udržují ve stálé teplotě.

F. Elektřina živočišná.

Je-li vzrůst rostlin zdrojem elektřiny, nelze dosud s ji- 768 stotou rozhodnouti, že však *životní úkony zvířecí* zdrojem takových jsou, o tom není již pochybnosti.

V oboru tom jsou zvláště paměti hodny některé *ryby* 769 a sice:

- a) električtí *rejnoci* v moři středozemním,
- b) " *úhoři* ve stojatých vodách jihoamerických,
- c) " *sumci* v řekách Nilu, Senegalů a j.

Elektrické ryby vyznačují se tou zvláštností, že mohou 770 jiným živočichům i lidem udíletí dle *závěte rozličně silné rány* elektrické.

- 771 Vyražejíce ze sebe častěji takové rány zmalátnějí ryby elektrické tak, že téměř bez sebe ležeti zůstávají a delšího klidu k opětnému zotavení potřebují. Zvláště silný bývá el. výboj ryb těch dříve podrážděných.
- 772 Vybíjení samo se daří nejlépe kovovými *isolovanými deskami*, z nichž jedna se klade rybě *na hřbet* a druhá *pod břicho*. Obě desky mohou býti opatřeny přiměřenými *elektrojevami*.
- 773 *Multiplikátor* jevíci tyto slabé elektrické proudy musí býti *velmi citlivý*. *Du Bois Reymond* sestrojil k účelu tomu *multiplikátor se 4560 závitů* dobře *isolovaného tenkého drátu*, jehož délka celková obnášela *1000 metrů*.
- 774 Elektr. ústrojí těchto ryb jest složeno z četných těsně k sobě přilehajících *sloupků*, naplněných *lipkavou tekutinou*, ve které nakupeno množství tenkých *mázdrovitých lístků* (má tudíž patrnou podobnost s Voltovým sloupem a jest u rozličných el. ryb *rozdílně* umístěno.)
- 775 Též u jiných zvířat jakož i u člověka kolují mezi *nervy* a *svaly* podobné, ač slabší, elektrické proudy, čímž náhled Galvaniho o zvířecí elektřině nabývá původní platnosti.
- 776 Ponoříme-li *páteř* žabiho zadku do sklenice naplněné roztokem kuchyňské soli ve vodě a *zadní jeho nohy* do slané vody ve sklenici druhé a spojíme-li na to oba roztoky vlhkým bavlněným knotem: spatříme křečovitě škubání žabiho těla; el. proud koluje *od páteře ku svalům*. (Galvani 1794).
- 777 Též ve svalech kolují el. proudy. Příčný průřez svalu jeví *zápornou*, podélný však *kladnou* elektřinu. (*Du Bois Reymond* r. 1860).
- 778 Jako ve svalech, kolují též podobné elektrické proudy v *nervech* zvířecího a lidského těla. Proudů nervové jsou slabší než svalové. Směry jejich nejsou však ještě jak náleží vyzkoumány.*)
- 779 Tělesnými pohyby jakož i životnými úkony vůbec budi se v ústrojí zvířecím i lidském (ve svalech i nervech) napětí elektrické a tímto elektrické proudění.
- Elektřina jest důležitým činitelem všech životných zjevů v přírodě.

*) Viz *Du Bois R. Untersuchungen über thier. Elektr.* 1848.

VI. Nauka o světle (optika).

A. Orthoptika a theorie světla.

Světlo jest to, čímž fysická tělesa se stávají viditelná. 780
Vidění jest pocit světla. Vše, co vidíme, vysílá světlo buď vlastní, buď od jinud přijaté (cizí).

Samostatných zdrojů světla jest skrovný toliko počet 781
(slunce, stálice, předměty žhavé, hořící a světélkující a p.). Ostatní hmoty, které nejsou *samosvětlné* slovou *osvětlené*, jinak též *temné*. Příмка spojující svítící bod s okem slove *paprsek*.

Rozeznáváme hmoty *neprůhledné* a *průhledné*. Tyto propouštějí světlo buď úplně aneb částečně; ony pak světla nepropouštějí a slovou též *temné*. Optika se rozvrhuje v tyto součásti: 1) *Orthoptika* (přímočarý postup světla), 2) *katoptika* (zrcadla), 3) *dioptrika* (lom světla) 4) *barvy*, 5) *jenné výjevy* (interference, ohyb, dvojlom a polarisace světla). 782

Světlo se rozšiřuje přímočárně a z každého svítícího bodu vycházejí paprsky na vše strany. (Obrazy paprsků vnikajících malými otvory do prostory temné jsou převráceny). 783

Hmoty temné vrhají stín, který jest *dvojitý*, buď stín *plný*, buď *polostín*; do prostoru plného stínu nedostává se ani jediného paprsku světelného, kdežto polostín jest některými paprsky osvětlen. (Zatmění slunce a měsíce, částečné i úplné, kdy které?) 784

Jasnosti osvětlené plochy ubývá do dálky v poměru čtvercovém se vzdáleností svítícího bodu. 785

Jasnosti osvětlené plochy ubývá do dálky tím více, čím šikměji dopadají na ni paprsky světla. Při stejné vzdálenosti a též svítící hmotě mají se jasnosti osvětlené plochy jako sinusové úhly, ve kterých paprsky na ni dopadají. (Zákon o ubývání světlosti.) 786

Přístroje, jimiž *jasnost* světla se měří, slovou *světlooměry*. 787
Podstata jejich zakládá se buď na tom, že a) *stejně jasná světla* vrhají při stejných vzdálenostech z téhož temného sloupku na bílou plochu *stíny stejně tmavé* a rozličně jasná světla stíny *nestejně tmavé* (světloměr *Rumfordův*) b) *průsvitná*

skvrna na bílém papíru z protívých stran stejně osvětlená mizí zdánlivě z plochy, na které se nalezá (světlo měř Bunsenův); c) částky desky vodorovné, na všech místech stejně průsvitné osvětlují se z protívých stran dvěma rozličnými světly z nestejných vzdáleností při stejném úhlu dopadu. Je-li osvětlení obou polovin desky stejné, jsou obě světla k sobě v poměru čtvercovém svých vzdáleností od osvětlené plochy. (Světlo měř Ritchie-ův).

788 *Rychlost světla* v prostoru světovém jest 31.860 myriametřů (42.000 mil) v jedné vteřině. Určena byla způsobem *trojím*: a) *zatměním Jupiterových oběžnic* (Olaus, Römer 1675); b) hvězdářským výjevem řečeným *aberrace světla* (Bradley 1728); c) *pokusy umělými* se světlem pozemským, konanými na základě neobyčejně rychlého oběhu točících se kotoučů vykrajovaných, neprůhledných a zrcadlových skel (Fizeau, Foucault 1850).

789 *V rozličných průhledných prostředích* jest rychlost světla rozličná a sic tím menší, čím průhledné prostředí jest *hustší*.

790 *Domněnky o podstatě světla* jsou hlavně dvě; *starší* a *novější*. Tato vykládá světlo obdobně se *sluchem* (jako zvuk), kdežto starší obdobně s *čichem* (asi jako vůni).

1. *Theorie starší* (emanační, výron světla). Dle tohoto *staršího* učení bylo světlo látka velmi jemná, nevažitelná, jejíž částice vespolek se odrážely a ze svítící hmoty na vše strany se rozbíhaly. (Tvůrcem této *theorie* jest Newton r. 1672).

791 2. *Theorie chvění* (vibrační, undulační). Základy její jsou tyto: Všechny prostory všehomíra naplněny jsou látkou beze vsí tíže, v nejvyšším stupni jemnou a pružnou, která všecka tělesa proniká, všude setrvačnost a stejnou hustotu jeví, na rozličných místech však rozličné stupně pružnosti míti může. Látka tato nazvána světlovým *etherem* a *vlnivý její pohyb* jest *původem světla*. Dle této *domněnky* vzniká světlo podobně jako zvuk, liší se však od něho: a) *ohromnou rychlostí* svého chvění, b) *příčným směrem* chvění na směr postupujícího paprsku. Příčné toto chvění děje se kolmo na směr paprsku buď *přímočárně ve všech možných rovinách*, které paprskem v myslí položiti můžeme (světlo obyčejné), anebo toliko *v jedné rovině* (světlo přímočárně, polarisované), nebo konečně

ve kruhu (*ellipsách*) kolem směru paprsku *se vinoucích* (světlo cirkulárně a elipticky polarisované). Rozličné šířky jednotlivých výchvějí jeho způsobují rozličnou *jasnost*; rozličné rychlosti, kterými se světelný ether chvěje, *rozličné barvy* světla.

Světlo *barevné* podobá se *tónům* a světlo *bílé* akkordům 792 složeným z různobarevných paprsků světelných. Theorie tato má dle nynějšího stanoviska vědy rozhodně *větší* pravděpodobnost než theorie starší. Tvůrci jejími jsou: Huyghens 1691, Descartes, Euler. Zdokonalili ji pak: Young, Fresnel, Fraunhofer 1815 a Cauchy.

B. Odraz světla a zrcadla (katoptrika).

Odráží-li se světlo na ploše hladké a rovné, zůstává 793 odražený paprsek s paprskem dopadajícím i s kolmicí vztýčenou v bodu dopadu v jedné a téže rovině a úhly, které oba paprsky s touto kolmicí uzavírají (úhel dopadu a odrazu) jsou si *rovné*.

Odráží-li se světlo na ploše křivé, jest směr odraženého 794 paprsku *týž*, jakoby se odrážel od roviny dotýkající se křivé plochy v bodu dopadu; pročež jsou oba paprsky s kolmicí sestrojenou v bodu dopadu na křivou plochu v jedné a též rovině a úhel odrazu se rovná úhlu dopadu, jako při odrazu na hladké rovině.

Jasnost světla odraženého jest vždy menší než dopa- 795 dajícího, protože vniká částečně do hmoty, na kterou dopadá a zde světlový ether ve chvění uvádí; paprsků odražených není nikdy tolik, kolik dopadajících.

Množství světla od též plochy odraženého není vždy 796 stejno a závisí *na úhlu*, jež paprsek dopadající se svým pravouhelným průmětem na plochu odrážející uzavírá. Čím menší jest tento úhel, tím *více* světla se odráží. Při *kolmém* dopadu odráží se *nejméně* světla a to od hladké plochy kovové 60, od čisté rtuti 75, od skla 4, od hladiny vodní 2 ze sta.

Každá hladká, lesklá plocha, která světlo pravidelně 797 odráží, slove *zrcadlem*. Dle podoby rozeznáváme zrcadla *rovná* a *křivá*, dle zrcadlicí látky *kovová* a *skleněná*. Nejdokonalejší jsou zrcadla *stříbrná* (Liebigova).

- 798 Světlo od ploch drsných *nepravidelně* a do všech směrů odražené nazýváme světlem *rozptýleným*.
- 799 Vniká-li světlo od ploch zrcadlicích odražené do našeho oka, způsobuje v něm pocit vidění, přicházející zdánlivě od jinud než ze svítícího předmětu.
- 800 Obrazy zrcadlové jsou buď *skutečny* (virtuelny) aneb jen *pomyslny* (imagynárny); skutečny, když paprsky svítícího bodu od zrcadla odražené v *jediném* bodu *se sbíhají*; *pomyslny*, když vycházejí ze zrcadla *rozbíhavě*.
- 801 *Výjevy v zrcadlech*. V zrcadle rovném: Obraz jest pomyslný, jeví se tak daleko za zrcadlem jako jest předmět před zrcadlem, shoduje se s ním ve *velikosti* i *sklonu* k ploše zrcadlicí, liší se však od něho *menší jasností* a mimo to polohou (v pravo a levo). Předmět a obraz v zrcadle rovném jsou *souměrně proti sobě* položeny.
- 802 Otočí-li se zrcadlo o úhel α , vychýlí se obraz v něm o úhel dvojnásobný 2α ; vzdálenost *předmětu od obrazu* jest *dvakrát větší* než vzdálenost jeho od zrcadla.
- 803 *Dvě zrcadla* v úhlu, zrcadlicími plochami k sobě obrácená, odrážejí paprsky svítícího bodu *mnohonásobně*. Značí-li μ úhel obou zrcadel a je-li $\frac{360}{\mu}$ číslo sudé, spatřujeme v obou zrcadlech počet obrazů $n = \frac{360}{\mu} - 1$. Všecky tyto obrazy jsou na obvodu kruhu *opsaného okolo průsečnicku* (O) *obou zrcadel* s rovinou kolmou na průsečnici jejich jehož *poloměr* se rovná *vzdálenosti svítícího bodu* od onoho *průsečnicku* (O) a mají vespolek k sobě *souměrnou* polohu.
- 804 Postavíme-li ve vzorci $n = \frac{360}{\mu} - 1$, $\mu = 0$, stává se $n = \infty$ t. j. v zrcadlech rovných a rovnoběžných jest obrazů *nekoněčné množství*, jsou však tím *temnější*, čím od zrcadla jsou *vzdálenější*.
- 805 *Užívání zrcadel* k optickým přístrojům. Sem patří: *sextant*, *heliostat*, *heliostrop* Gaussův, *kaleidoskop*, *depuskop*, *goniometr* (úhloměr) a p. v.
- 806 *Zrcadla křivá* jsou buď *dutá*, buď *vypouklá* dle toho, která jejich strana zrcadlí. Nejdůležitější jsou zrcadla *kulová* (sferická) a *parabolická* (úseče duté koule nebo paraboloidu).
- 807 Obrazy v kulových *zrcadlech dutých* jsou a) dle *jakosti*:

skutečné i pomyslné, b) dle velikosti: zvětšené i zmenšené i též velikosti, jaké předmět, c) dle polohy: souhlasné s předmětem, přímé i převrácené polohy. Který z výjevů a), b), c) se v určitém případě vyskytuje, o tom rozhoduje jedině vzdálenost předmětu (*a*) od zrcadla.

Rozbor rovnic pro zrcadlo duté:

808

$$\frac{1}{a} = \frac{1}{p} - \frac{1}{a} \text{ a } \frac{ab}{AB} = \frac{p}{p-a}$$

kde *a* značí vzdálenost, *a* (*ab*) velikost obrazu předmětu (*AB*) a *p* dálku ohniska zrcadla.

Zrcadla vypouklá (sférická) jsou vnější hladké úseky dutých koulí, jichž vypouklá strana zrcadlí. Při těch jakož i předešlých dlužno pamatovati: 1. středobod zakřivenosti (koule) (*O*), 2. ohnisko (*F*), 3. střed zrcadla (*S*), 4. optickou osu (*SO*), 5. paprsky hlavní, 6. paprsky vedlejší, 7. paprsky rovnoběžné s hlavní optickou osou. Paprsky rovnoběžné s optickou osou a hlavní jsou nejdůležitější.

809

Obrazy v zrcadle vypouklém jsou vesměs pomyslny a zmenšeny, jeví se v malých vzdálenostech vždy za zrcadlem a v poloze přímé s předmětem, jsouce tím menší, čím předmět jest od zrcadla vzdálenější. Rozbor rovnic:

810

$$\frac{1}{a} = -\left(\frac{1}{p} + \frac{1}{a}\right) \frac{ab}{AB} = \frac{p}{p+a}$$

(význam jako u předešlých).

Užívání zrcadel 1) dutých: k osvětlování do dálky i na blízko; 2) vypouklých: ku kreslení krajin ve zmenšené míře.

811

Zrcadla válcová i kuželová jsou odrudy předešlých (optické pitvory, anamorfosy) sloužící spíše k zábavě než ke skutečné potřebě. Ukazují dvojí: buď obrazy zpřivořené předmětů pravidelných, buď naopak obrazy pravidelné předmětů zpřivořených.

812

Vedeme-li v myslí osou takového zrcadličího kužele aneb válce rovinný řez, protne se plášť jejich přímkami. Ve směru takovéhoto přímký působí zrcadlo křivé jako přímé, ukazuje obraz ve přirozené velikosti s předmětem; ve směru však kolmém na osu působí jako zrcadlo vypouklé, zmenšuje tedy předměty ve směru kolmém na svou osu, čímž rozměry jejich se ruší.

813

Absorbce a emise (vlykavost a sálavost) světla. Ze světlo-
měrných zkoušek vychází na jevo, že soujem paprsků odra-

814

žených i těch, které průhledným tělesem prošly, *dohromady* jest *menší* než oněch, které na povrch *dopadly*. Scházející jich část byla tělesem *pohlčena* (absorbována). Čím větší sálavost světla některá hmota jeví, tím větší jest i její *vlykavost* paprsků stejnorodých.

815 Paprsky světla dopadající na skupinu hmotných molekulů, uvádějí ty molekuly ve chvění. Tím přechází chvění světlového étheru ve chvění hmotných molekulů t. j. světlo zaniká z části co světlo a vychází na místě jiném co teplo. Výjev absorpce zakládá se na zákonu a spoluchvění pružných hmot.

816 Je-li hmota s to, aby vysílala, jsouc rozžhavena, paprsky *určité délky vln* (λ) a narážejí-li na ni odjinud paprsky světla též délky vln (λ), uvádějí tyto paprsky molekuly oné hmoty *v souhlasné spoluchvění*. (Zákon Kirchhoffův.)

817 Poměr mezi silou (svítivostí) paprsků pohlčených a silou veškerých paprsků dopadajících, tedy $\frac{i}{j}$, slove *mohutnost vlykací* (absorbční).

Poměr mezi mohutností *sálací* a *vlykací* jest za stejné teploty pro paprsky stejnorodé (stejných délek vln) *u všech svítících těles veličinou stálou*. (Kirchoff, zkoušky Daparovy).

C. Lom světla (dioptrika.)

1) Základné výjevy.

818 Paprsek světla vycházející směrem šikmým ze vzduchu do vody, do skla, aneb vůbec do průhledného nějakého prostředí jiné hustoty, mění na pomezí obou hmot opticky různorodých *náhle svůj směr* a výjev ten slove *lom světla*.

819 Úhel, jež paprsek dopadající uzavírá s kolmicí v bodu dopadu vztýčenou — *úhel dopadu* — jest s *úhlem lomu*, jež paprsek ve druhém prostředí s onou kolmicí působí, v jedné a téže rovině, kolmé na poloze lomné plochy, a mezi oběma úhly se jeví stálý vztah, závislý jedině na jakosti obou optických prostředí.

820 Je-li úhel lomu menší než úhel dopadu, říkáme, že světlo se láme *ke kolmicí*; je-li však úhel lomu větší úhlu dopadu, *od kolmice*. Toto (od kolmice) se děje z pravidla,

když paprsek z hustší látky vchází do řidší, ono (ku kolmici) při přechodu světla z řidšího prostředí do hustšího.

Mezi *sinusem úhlu dopadu* a *sinusem úhlu lomu* je poměr 821
stálý a pro každé dvě optické látky určitý, na úhlu dopadu
 nezávislý, jenž *udavatel (index) lomu* sluje a vzorcem: $\frac{\sin. \alpha}{\sin. \beta} = n$
 se označuje.*) Poměr lomu jest u každých *dvou optických*
látek jiný. Původ toho není posud dostatečně znám.

Lom světla vykládáme rozličnou rychlostí, jakou se 822
 v těch kterých látkách paprsek světla šíří. Příčinou její
 jest *hustota a pružnost*, kterou světlový éther v rozličných
 hmotách jeví. Značí-li *v* rychlost světla ve prostředí původ-
 ním a v_1 rychlost paprsku zlomeného, jest $n = \frac{v}{v_1} = \frac{\sin. \alpha}{\sin. \beta}$

Patříme-li na předměty *pod vodou šikmo* (stranou), 823
 vidíme je jaksi zdviženy a sice tím *více*, čím jsou nade dnem
 vodní nádrže *výše*.

Když paprsky světla pronikají prostředím opticky stejno- 824
 rodé**), rovnými a rovnoběžnými stěnami omezené, dvakráte
 se lámou (při vchodu i východu) a jejich konečný směr jest
 rovnoběžný se *směrem původním*.

Pronikají-li světelné paprsky celou *hranici* sestavenou 825
 z rozličných rovnoběžnostěnů, těsně k sobě přiléhajících, vy-
 cházejí z ní, byvše v každé její stejnorodé vrstvě *jinak zlo-*
meny, opět do původního prostředí (vzduchu aneb vody a j.),
 směrem *rovnoběžným* s příslušnými paprsky dopadajícími na
 první rozhraní.

Láme-li se světlo *ke kolmici*, jest $n > 1$, láme-li se *od* 826
kolmice (při přechodu z hustšího prostředí do řidšího), jest
 $n < 1$, pročež: $\frac{\sin. \alpha}{\sin. \beta} = \frac{1}{n}$. Pro $\beta = 90^\circ$, jest $\sin. \alpha = \frac{1}{n}$.

Úhel α slove *úhlem pomezným* a jest podmínkou *nového*
 vyzjevu (úplného odrazu). Při přechodu světla z vody do
 vzduchu jest úhel pomezný asi 49° , při přechodu ze skla
 do vzduchu = 41° , ze skla flintového do vzduchu = 39° .

*) Snellius a Descartes 1649.

**) Opticky stejnorodým (isotrop) nazýváme každé průhledné těleso,
 v jehož nitru světlový éther *všudy stejnou hustotu i pružnost má*.

- 827 Paprsek vycházející z *hustšího* prostředí do *řidšího* v úhlu *pomezním* aneb *větším* než tento, *odráží* se na rozhraní zpět do *prostředí původního*. Výjev tento slove *úplný odraz světla*. (Na úplném odrazu světla ve vzduchu se zakládají: *zrcadlení vzduchu* a *fata morgana*).
- 828 *Hmotami isotropickými* jsou plyny, většina kapalin, tuhé, beztvárné hmoty v přirozené jakosti, a krystaly soustavy kostkové (hexaédrické). V nich se jeví *ve všech směrech* stejná vodivost světla, tepla i elektřiny, t. j. *stejná pružnost světlového étheru*.
- 829 Ve hmotách *opticky různorodých* (anisotropických) zákon tento své platnosti pozbývá, v nich se paprsek světla netoliko láme ale i rozduvojuje (viz dvojlom světla).
- 830 Lámavostí hmoty jmenujeme zdvojnásobný poměr lomu zmenšený o jednotku, t. j. $n^2 - 1$. Lámavosti plynů přibývá úměrně s jejich hustotou. (Biot a Arago 1806, Dulong 1823.)

2) Lom světla ve hranolu.

- 831 Každá hmota průhledná, uvnitř stejnorodá, dvěma vespolek se protínajícíma rovinama omezená slove *hranol*. Úhel, jež sbíhavé stěny hranolu spolu uzavírají, nazývá se *úhlem lámavým*. Příčný průřez vedený rovinou, kolmo na hranu hranolu, slove řezem hlavním. Třetí stěna — *čelo hranolu* — jest libovolná.
- 832 Úhel, jež paprsek do hranolu vcházející s paprskem z něho vycházejícím uzavírá, slove *odchylkou* (deviací).
- 833 Velikost této odchylky ω jest závislá: 1) na lámavosti látky, 2) na velikosti úhlu hranolu (φ), 3) na úhlu dopadu (α), 4) na velikosti úhlu východu (δ) a sice: $\omega = \alpha + \delta - \varphi$.
- Při stejném úhlu dopadu α závisí odchylka pouze na obou prvních podmínkách a sice na poměru přímém.
- 834 Dopadá-li paprsek na jednu z obou pomezních stěn kolmo, neláme se na druhé; dopadá-li však na obě šikmo, láme se na obou a pak jest dvojnásobný úhel dopadu nestejně velký, neboť úhel dopadu stejně velký. Druhý případ jest podmínkou, že úhel dopadu a odchylky (minimum deviace) paprsku zlomeného.

Dráhu světelného paprsku ve hranolu lze přibliživě pama- 835
 tovat si takto: Paprsek procházejí hranolem *přichyluje se*
vždy k čelu hranolu, a následkem toho *obraz předmětu k láma-*
vému úhlu hranolu.

Snadný způsob, kterým lze *nejmenší celkovou odchylku* 836
 svítícího paprsku ve hranolu určovati, vede nás k výpočtu
 poměru lomu látky, ze které hranol jest zhotoven. Je-li ω
 nejmenší odchylka a φ úhel (lámavý), vypočteme poměr lomu
 vzorcem:

$$n = \frac{\sin. \frac{\omega + \varphi}{2}}{\sin. \frac{\varphi}{2}}$$

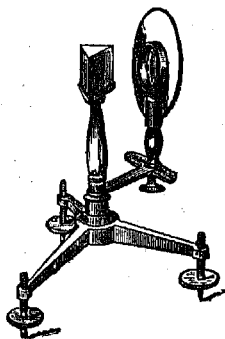
Je-li úhel lámavý ve hranolu roven *úhlu pomeznému* 837
 hranolového prostředí, aneb větší, odráží se paprsek na stěnu
 kolmo dopadající na stěně druhé zpět do hranolu (úplný
 odraz). Na základě tom jest sestrojena t. zv. *camera lucida*
 (komora světlá, světlice).

Procházi-li svazek slunečních paprsků skrze průhledný 838
 hranol, odchylují se tyto nejen od původního svého směru,
 nýbrž rozkládají se též *v barvy duhové*, které bílou stěnou
 zachytiti a blíže pozorovati můžeme. Zbar-
 vený obraz bílých slunečních paprsků sluje
vidmo (spektrum).

Ve vidmu spatřujeme tyto barvy: čer- 839
 venou, oranžovou, žlutou, zelenou, modrou
 a fialovou a soudíme, že bílé světlo se skládá
 z těchto barev.

Jednotlivé barvy slunečního vidma 840
 protkány jsou *temnými čarami* řečenými
 Fraunhoferovými.

Přiložený obr. 94. znázorňuje takový hranol, 840
 kterým lze *vidmo* sluneční způsobiti a temné Fraunhoferovy čáry spa-
 třiti promítnuty na bílou stěnu. (Ostatní viz „barvy“.)



Obr. 94.

3) Lom světla v čočkách.

Nejdůležitějšího upotřebení došla nauka o lomu světla 841
 v *čočkách*. Čočky jsou *tělesa oblá, průhledná* po jedné neb
 po obou stranách pravidelně *zaokrouhlená*.

842 Rozeznáváme dva druhy čoček 1) *spojné* či *vypouklé*, 2) *rozptylovací* či *duté*; první jsou uprostřed širší než na okraji, druhé uprostřed užší než na okraji (vyhloublé). Každý z jmenovaných druhů má opět tři *odrůdy* a sice: 1) *spojky* jsou: *dvojvypuklé*, *ploskovypuklé* a *dutovypuklé*; 2) *rozptylky* jsou: *dvojduté*, *ploskoduté* a *vypoukloduté*.

843 Přímkou spojující oba středobody kulových povrchů, jimiž čočka jest zaokrouhlena, slove *osa optická*. U čoček ploskovypuklých a ploskodutých nazývá se osou optickou kolmice ze středu zakřivenosti jedné plochy spuštěná na rovinu druhé (protilehlé) stěny.

844 Obapolná vzdálenost průsečníků optické osy s čočkou slove *tloušťkou* a bod optické osy od průsečníků těchto stejně vzdálený, *středem čočky*.

845 Kolmice patřící k některému bodu čočky jest *poloměr příslušné koule* k tomuto bodu vedený a přes něj prodloužený (poloměr křivosti).

846 *Čočky vypouklé* (convex) *spojují paprsky* s osou optickou rovnoběžně dopadající na druhé straně v jediný bod (ohnisko hlavní, focus), a nazývají se proto též *čočky spojné* (spojky).

847 *Čočky duté* (concav) *rozptylují světlo*, t. j. odkloňují paprsky dopadající rovnoběžně s hlavní optickou osou od ní (osy) a činí je rozbíhavými, ze kteréž příčiny též *rozptylky* se zovou. Ohnisko jejich jest *pomyslné, imaginární*.

848 Vzdálenost *hlavního ohniska* od čočky slove *dálkou ohniska* a rovná se při čočce stejně zakřivené *poloměru zakřivenosti*.

849 Značí-li n poměr lomu *dvojvypouklé čočky*, r menší a R větší poloměr její zakřivenosti, a vzdálenost svítícího bodu, α vzdálenost jeho obrazu od čočky, jest:

$$\frac{1}{\alpha} + \frac{1}{a} = (n - 1) \left(\frac{1}{r} + \frac{1}{R} \right)$$

t. j. *součet převratných hodnot ze vzdálenosti předmětu a jeho obrazu od čočky rovná se součtu převratných hodnot z obou poloměrů zakřivenosti znásobenému poměrem lomu o jednotku zmenšeným*.

850 Postavíme-li na roveň $(n - 1) \left(\frac{1}{r} + \frac{1}{R} \right) = \frac{1}{f}$,*) přejde hořejší rovnice v následující:

*) Halley 1639.

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{a} = \frac{1}{f} \text{ (viz odraz světla v zrcadlech dutých).}$$

Dvojvypouklou čočkou stávají se paprsky *sbíhavé* ještě 851
sbíhavějšími, rovnoběžné sbíhavými a rozbíhavé méně rozbíha-
vými, po případě rovnoběžnými ano i sbíhavými.

Čočka ploskovypouklá působí podobně jako *dvojvypouklá,* 852
s tím toliko rozdílem, že průsečníky paprsků s hlavní optickou
osou od čočky jsou *vzdálenější* než u čoček dvojvypouklých.

Čočka dutovypouklá shoduje se v podstatě s čočkou *dvoj-* 853
vypouklou, liší se od ní za stejných jinak podmínek větší to-
liko *dálkou ohniska.*

Všecky spojné čočky spojují světelné paprsky jimi pro- 854
cházející *v jeden bod,* odkud jejich název „*čočky spojné*“ se
odvozuje.

Čočkou dvojdutou stávají se paprsky *sbíhavé méně sbí-* 855
havými, po případě rovnoběžnými, rovnoběžné rozbíhavými a
rozbíhavé ještě rozbíhavějšími než byly.

Podobně působí čočky: *ploskodutá a vypouklodutá,* lišice 856
se od sebe za stejných jinak okolností jedině větší *dálkou*
ohniska. Rovnice pro čočky duté jest:

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{a} = -(n-1) \left(\frac{1}{r} + \frac{1}{R} \right), \text{ která pro } r = R \text{ přechází v:}$$

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{a} = -\frac{1}{f}.$$

Tyto tři čočky rozptylují vesměs dopadající na ně paprsky 857
světla a slují *rozptylovací (rozptylky).*

Čočky spojovací slovou též *zvětšovací skla,* protože uka- 858
zují obrazy předmětů od čočky méně než na dvojnásobnou
dálku ohniska vzdálených větší než předměty samy skutečně
jsou a sice v poloze buď *přímé* buď *převrácené,* podle toho, na-
ležá-li se předmět mezi ohniskem a čočkou neb u větší vzdá-
lenosti od ní než jest *jednoduchá dálka ohniska.*

Spojná čočka s malou *dálkou ohniska (od 1 do 4 cm.)* 859
slovou obyčejně *lupa.*

Čočky roztylovací dávají jen *zmenšené* obrazy, které se 860
jeví *blíže u čočky* než předmět sám, a slovou z této příčiny
skly zmenšovacími.

861 Nazveme-li velikost předmětu = 1, f = dálku ohniska, jest velikost jeho obrazu:

$$a) \text{ v } \text{čočce spojné} = \frac{f}{a - f} \dots 1)$$

$$b) \text{ v } \text{čočce rozptylovací} = \frac{-f}{a + f} \dots 2)$$

t. j. při čočce určité závisí velikost obrazu, jež ona vyvíjí, jedině na vzdálenosti předmětu (a).

Achromatic.)*

862 Jistý druh skla flintového jeví skoro týž poměr lomu jako sklo korunové, má však mnohem větší rozptylivost barev než toto.

863 Hranol z takového flintového skla vyvíjí za týchž rozměrů širší vidmo než sklo zrcadlové (korunové) a má-li vidmo to býti s vidmem skla korunového stejné šířky, dlužno zmenšiti úhel lámavý u hranolu flintového. (Je-li na př. u hranolu ze skla korunového tento úhel = 25° , jest rovnomocný úhel hranolu flintového = $11\frac{1}{2}^\circ$.)

864 Přiložíme-li takové dva hranoly k sobě tak, aby lámavé jejich úhly ležely sobě *oproti*, obdržíme vidmo slunečních paprsků poněkud sice *odchylené* z původního směru, avšak téměř *bezbarvé*. Takováto sestava dvou hranolů, kterou světlo se svého směru sice se odchyluje, avšak v barvy se nerozkládá, slove *hranol achromatický* (bezbarvý).

4) Vady čoček.

865 A. *Odchylka sférická*. U čoček s větším kulovým vrchlkem (větší světlostí) protínají se *krajní* paprsky v *menší vzdálenosti od čočky* než paprsky *centrální* (středové), čímž se stávají obrazy *nejasnými*. Vada ta se z části odstraňuje stěnami *nepřáhlými* u prostřed *okrouhle vykrojenými* (*clonicemi*), jimiž paprsky *krajní* se *zachycují* a jen *centrální propouštějí*, někdy též změnou v *poměru zakřivenosti* obou ploch čočky.

866 B. *Odchylka chromatická*. Okraje obrazů způsobených bílým slunečním světlem, procházejícím skrze spojnou čočku, jeví se *duhovými barvami lemované*, ježto ve vzorci:

*) Dollond 1758.

$$\frac{1}{f} = (n - 1) \left(\frac{1}{r} + \frac{1}{R} \right)$$

dálka ohniska f jedině na poměru lomu n závisí a tento pro každou barvu jinou má hodnotu. Následkem toho jest vrchol kužele nejblomnějšího světla (fialového) od čočky nejméně a vrchol červeného nejvíce vzdálen. Nestejná lomnost součástí bílého světla jest tudíž původem zbarvenosti obrazů a vada tato se poněkud napravuje vhodnou sestavou dvou čoček formálně i hmotně rozdílných (obyčejně čočky ploskoduté a dvojevypouklé se stejnými poloměry zakřivenosti). (Dollond 1758.)

Čočky, které jeví obrazy předmětů téměř na okrajích 867 bezbarvé, slovou *achromatické*. Skládají se obyčejně z čočky vypouklé ze skla korunového a slabší duté, ze skla flintového, často též ze dvou čoček dvojevypouklých ze skla korunového, mezi nimiž se nalezá čočka dvojdutá ze skla flintového.

Lomnost světla ve skle flintovém jest jen nepatrně větší 868 než ve skle korunovém, avšak rozptylivost (disperse) jeho jest téměř dvojnásobná, jak z přiložené tabulky vysvítá:

	vody	skla kor.	skla flint.
průměrná lomnost:	1·3355	1·5326	1·6413
rozptylivost:	0·0068	0·0104	0·0213

Soustava takových čoček působí jako jedna spojná čočka 869 s větší dálkou ohniska, aniž světlo v bílé barvy rozptyluje.

Čoček achromatických lze výhodně užití ku skládání 870 (synthesi) jednotlivých barev slunečního vidma ve světlo bílé.

Značí-li n_c poměr lomu paprsku červeného, n_v fialového ve skle flintovém, n'_c a n'_v podobné poměry ve skle korunovém, jest podmínkou achromasie rovnice:

$$n_c - n_v = 2 (n'_c - n'_v).$$

Čočky, u kterých obě odchylky (sférická i chromatická) 871 co možná jsou odstraněny, slovou *aplanatické* a jsou-li od sebe odděleny, *dialytické*. Předmětnice (objektiv) každého dobrého dalekohledu i drobnohledu jest bezbarvá.

5) Oko lidské a vidění.

Podoba zevnější jest známa. Součástky: 1) blána bílá 872 (bělina, sclerotica), neprůhledná, končící se na přední straně průhlednou rohovkou (cornea) silněji zakřivenou než ostatní povrch předního oka.

- 873 Za rohovkou leží *duhovka*, která oko dělí ve dvě stejné polovice (komory): *menší* (komora přední) a *větší* (komora zadní). U prostřed duhovky jest *okrouhlé okénko* (zřetelnice, panenka, pupilla), kterým světlo do vnitř oka vniká a které svalovitými vlákny se může *rozšířiti* i *zúžiti*.
- 874 Přední komora jest naplněna *mokem vodnatým* (humor aquaeus) a zadní *rosolovitým* (humor vitreus, sklina), obě jsou od sebe odděleny křišťálovou *čočkou*, která umístěna jsou v průhledné bláně (pouzdru) se skládá ze samých vrstev oblych, čím více do vnitř, tím tužších; na *venek* jest *méně* zakřivena než do vnitř.
- 875 Pod blánou bílou rozkládá se cevnatá blána řečená *žilovice*, která jest pokryta černou hustou usedlinou (pigmentum), přes kterou se v rozsáhlém *rozvětvení* rozprostírá *nerv zrakový* čili tak zv. *sítnice* (retina), vycházející z mozku v podobě tuhé žíly ze zadní části oka do zadní jeho komory. Místo, kde zrakový nerv zadní část oční *prostupuje*, slove punctum coecum a jest pro světlo *necitelný*.
- 876 Vodní mok, čočka křišťálová a sklina skládají dohromady skupinu tří lomných prostředí (čoček), jichž společně ohnisko se nalezá nedaleko *zadní plochy čočky* křišťálové.
- 877 Máme-li jasně viděti, nutno, aby skutečný (fysický) obraz předmětu přesně *na sítnici* se vyvinul.
- 878 Ježto *vzdálenost obrazu* od čočky se vzdáleností předmětu se *mění* a jinak známo, že předměty v rozličných vzdálenostech od oka přece jasně vidíme: nutně z toho uzavíráme, že oko jest tak ustrojeno, aby hlavní ohnisko své čočky co do polohy dle potřeby měniti mohlo. Mohutnost tato, nazvaná akkomodace (přispůsobivost), záleží dle Helmholtze v tom, že čočka oční může jednak *křivost* přední své strany stlačením, jednak i své místo *pošunutím* dle potřeby měniti.
- 879 *Střední vzdálenost* čili *přirozená dálka* zraku jest *nejmenší vzdálenost*, ve které můžeme ještě bez namáhání oka předměty *jasně* viděti. Kolísá mezi 20 a 25 cm. Je-li *menší*, nastává *krátkozrakost* a jest-li *větší*, *dalekozrakost*.
- 880 Proti oběma těm vadám jsou známé prostředky, totiž *břeje* čili *umělá očka* (čočky). *Dalekozraký* užívá *skel vypouklých* (spojných) a *krátkozraký dutých* (rozptylovacích, rozptylek).

Šedý cink má svůj původ v neprůhlednosti čočky aneb 881
jiných očních prostředí a bývá *hojitelný*; *černý cink* jest úplně
ochrnutí nervu zrakového a není *hojitelný*.

Oběma očima nabýváme nejen širšího zorného pole čili 882
obzoru, ale i rozeznáváme lépe, je-li předmět prostorný aneb
toliko jen plošný (tvarojevy, stereoskopy).

O zdánlivé velikosti obrazů.

Úhel, ve kterém dva svítící body oku se jeví, sluje 883
úhlem zorným. Velikost jeho jest podmíněna a) obapolnou *od-*
lehlostí krajních svítících bodů, (velikostí předmětu) b) *vzdá-*
lenosti oka od nich.

Předměty, jevící se ve stejných zorných úhlech, zdají 884
se býti *stejně velkými* (klam zraku).

Předměty *zdlánlivě* stejně velké jsou tím i *skutečně*, mají-li
od oka *stejně vzdálenosti*, jinak jsou skutečně jejich *velikosti*
úměrný s příslušnými vzdálenostmi od oka.

Ze *zorného úhlu* a známé *vzdálenosti předmětu* soudíme 885
o *skutečné* jeho velikosti a naopak ze známé *skutečné velikosti*
předmětu a zorného úhlu, ve kterém jej vidíme, odhadujeme
jeho *vzdálenost*. (Základ měření od oka.)

Předměty, které při stejné vzdálenosti od oka způsobem 886
umělým u *větším zorném* úhlu se jeví než pouhým okem se
děje, nezdají se po pravidlu většími ale *bližšími* (klam zraku).

Upřeným hleděním oběma očima na určitý předmět
vzdálený přispůsobuje se poloha očí tak, že obě oční osy
v předmětu tom se *protínají* a tudíž vzhledem ku předmětům
vzdálenějším dva rozličné průměty toho kterého předmětu
v oku povstávají (stereoskop).

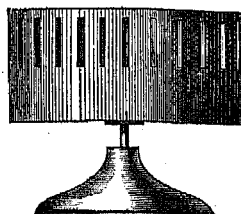
6) Výjevy osobní (fysiologické).

Dojem světlový trvá *déle* než působení světla. Trvání 887
jeho jest tím *delší*, čím působící světlo bylo *mocnější*. Při
stejně jasnosti rozhoduje též *barva* o tom, jak dlouho světlový
dojem trvá. Na jeho trvání zakládají se některé optické pří-
stroje jako jsou: thaumatropy, stroboskopické kotouče, anortho-

skopy a j. Sem patří též bubínky viz obr. 95. s *pohyblivými obrázky*, řečené kynesiskopy a zooskopy.

888 Doba menší než 1 milionina sekundy stačí, by vznikl v oku pocit světla (svícení elektrické jiskry jest toho dokladem).

889 Světlé předměty na temné půdě zdají se většími a temné předměty na světlém pozadí opět menšími než skutečně jsou. (Rozzaření čili irradiaace světla, rozzora.)



Obr. 95.

890 Déle trvajícím nazíráním na jednu barvu umdlí oko tak, že ji posléze ani nevidí; za to však se stává pro barvy jiné tím citlivějším a z plného bílého světla vybírá si pak barvu doplňkovou k oné barvě, kterou se unavilo (pasvit barevný, barevné stíny).

891 Patříme-li upiately na barvy doplňkové, které rychle po sobě se střídají, vidíme konečně toliko bílé světlo a to i tenkrát, když každé oko na jinou barvu doplňkovou hledí t. j. když střídání barev přestává (Newton, Dove).

892 U některých osob (zvláště u malířů) vyskytuje se mnohdy neobyčejná oční choroba t. zv. nevidomost některých barev na př. zelené a modré a p. Výjev ten sluje daltonism.

D. Rozklad světla.

O barvách.

893 Již na začátku (780) bylo praveno, že světlo jest pocit způsobený rychlým pohybem světlového étheru. Chvění jeho se děje rychlostí rozdílnou a oko lidské jest tak citlivo, že každý stupeň této rychlosti rozeznává. *Určité odrůdy různých světlových dojmů slovou barvy.*)*

894 U každé barvy lze tři vlastnosti stopovati: a) jasnost, b) nasycenost, c) tón barvy.

Jasnost barvy závisí: 1. na její čistotě (ryzosti, neporušenosti), 2. na stupni osvětlení světlem bílým aneb jiným stejnorodým. Nasycenou slove barva, když se v ní nevysky-

*) Barva jest směšenina ze světla a tmy (Aristoteles), zeslabené světlo bílé (Kepler).

tuje žádné *světlo bílé*. Tón barvy čili její ráz jest zvláštní stupeň jasnosti způsobený přimíšením *barvy jiné* aneb *světla bílého* nebo konečně úplně *tmy*.

Barvy jsou buď *jednoduchy* buď *složitý* (smíšeniny); *jednoduché* jsou t. zv. *barvy duhové* a *složitě* jsou *smíšeniny* z jednoduchých. 895

Dvě barvy jednoduché, které spolu smíšeny jsouce v bílé světlo se skládají slovou *doplňkové*.*)

Hmoty svítící vysílají světlo buď jednobarevné aneb 896 mnohobarevné. Nejsložitější jest světlo sluneční a po něm *světlo elektrické* (jiskra mezi dvěma jehlancovitými sloupky [roubičky] silnou galv. batterií způsobená).

Hmoty osvětlené jeví se buď *v takovém světle, jakým se 897 osvětlují* t. j. jsou *bílé*, nebo jen při určitém osvětlení a slovou *barevné*. Hmoty průhledné propouštějí buď každý paprsek světla, čili jsou *bezbarvé*, nebo jen *paprsky určité barvy* a pak slovou *barevné*.

Hmota barevná jest viditelná jen *takovým světlem*, ve 898 kterém jsouc osvětlena bílým světlem, *sama se jeví*. Tak jest na př. látka červená viditelná, když ji osvětlujeme světlem bílým, červeným, oranžovým aneb fialovým, v osvětlení jiném jest temná.

Hmota zbarvená a průhledná propouští hlavně jen ty 899 paprsky, ve kterých při průchodu bílého světla sama se jeví. Tak jest na př. *červené sklo* jen pro paprsky červené *průhledno*, pro jiné na př. zelené, modré a žluté neprůhledno.

Stejně světlo budí za stejných okolností stejný dojem 900 zrakový a naopak nazýváme světlo, které za stejných okolností nestejné dojmy v oku budí, nestejným (Helmholtz).

Světlo procházejíc průhledným prostředím mění svou 901 *jasnost* t. j. prostředí to *pohlcuje část světla*, nemění však nikdy jeho *původní barvy*.

Prostředí bezbarvá, jako jsou vzduch, voda, líh, sklo 902 atd., nabývají rozpuštěním barvivých látek té vlastnosti, že z pramenu mnohobarevného světla jen *některé paprsky* pro-

*) Narýsujeme-li tři délky vespolek se protínající a označíme-li jejich konce názvy duhových barev, jak ve *vidmu slunečním* po sobě jdou: obdržíme na *protilehlých* koncích každé z těchto přímek *barvy doplňkové*.

pouštějí a jiné pohlcují. Bílé světlo procházející barevným prostředím zeslabuje se takto značně.

903 Zevnější povrch hmot nabývá povlakem barevným zvláštní vlastností, odráží totiž z paprsků světla naň dopadajícího jen některé. (Povlak takový jsou na př. barvy lazurové, krycí). Světlo odražené nemění své jakosti, jeví se tudíž v též barvě, jakou mělo před odrazem.

904 Světlo odražené od hmot barevných, které před odrazem do určité hloubky povrchu jejich vniklo a zde o některé své paprsky přišlo, slove rozptýleným.

905 Skládáním rozličných barev vespolek a se světlem bílým vznikají nesčíslné tóny barev, které od jasna k temnu ve všech odstínech se jeví.

906 Barvy výsledné, z více jiných barev složené (smíšeniny), jsou na př. (jen některé) podle Helmholtze tyto: fialová s červenou dává nachovou, červená se zelenou světložlutou, červená se žlutou oranžovou, zelená a chrpová modrozelenou atd.

907 Barva šedá jest zakrnělá bílá, hnědá jest zatemnělá zlatožlutá, barva černá jest úplný nedostatek všeho světla a tudíž vlastně žádná barva, nýbrž pouhá protiva bílého světla, které možno tudíž nazvati světelným akordem všech jednoduchých (duhových) barev.

908 Fyzikální určení barvy záleží v přesném stanovení místa, jež její paprsky ve vidmu určitou látkou způsobeném zajímají t. j. v udání poměru lomu té které barvy pro hmotu, z které hranol vidmo působící na př. sklo flintové se skládá.

909 Barvy a tóny jsou zjevy v podstatě téhož rázu, výsledky vlnivého pohybu s určitou rychlostí chvění.

910 Tón vzniká chvěním pružných hmot važitelných podél celého jejich rozsahu; světlo chvěním světlového étheru, též nejmenších částic hmotných na povrchu svítících a hořících těles.

911 Zvuk se šíří vlnami vzduchovými, světlo vlněním světlového étheru; rychlost zvuku ve vzduchu jest 332 metry a světla rychlost ve vzduchu 42000 mil = 32000 myriametrů za sekundu.

912 Různá rychlost ve chvění zvučících hmot působí rozličné tóny a podobná nestejná rychlost chvějícího se světlového étheru působí barvy.

Čím rychlejší chvění, tím vyšší tón a čím rychlejší 913
vlnění světlového étheru, tím vyšší (u vidmu k barvě fialové
bližší) barva.

Tón nejvyšší a barva fialová jsou dvě obdoby.

Zvuky slyšitelné kolisají mezi 10 (zvuk nejhlubší) a 914
mezi 20000 rázů v 1 vteřině. Převyšuje-li množství nárazů
tuto výši, nebo klesá-li pod 10 rázů ve vteřině, přestává
zvuk zvukem býti. U světla kolisá počet nárazů chvějícího
se étheru mezi 450 billiony světlo (červené) a skoro 800 bil-
lionů (světlo fialové). Chvění volnější než světla červeného
nebo rychlejší než fialového nepůsobí více v oku světlového
dojmu, ač jinak (účinky thermickými nebo chemickými) se jeví.

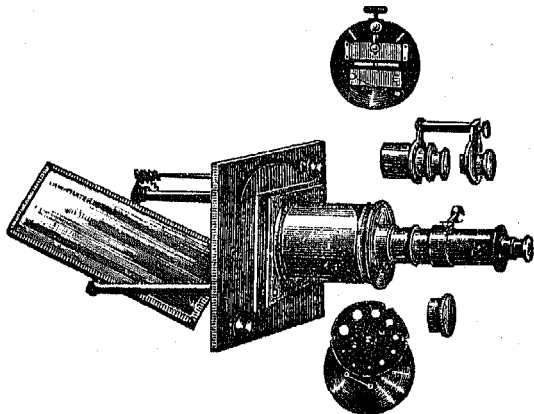
Délka vln zvukových kolisá mezi 17 millimetry (tón 915
nejvyšší) a 34 metry (tón nejnižší); délky vln světelných
kolisají mezi 0·0004 a 0·0007 millimetrů. (Frauenhofer.)

D. Nejdůležitější optické nástroje.

Optickým nástrojem jmenujeme hmoty k pozorování 916
světelných výjevů vhodně upravené, nebo též umělé sestavy
z takových hmot k účelům optickým zhotovené. Nejdůleži-
tější optické stroje mají svůj původ v *odrazu* a v *lomu světla*.

1. Na *pravidelném odrazu světla* se zakládají tyto ná- 917
stroje: *heliostat, heliotrop, sextant, úhloměr, kalciloskop, debu-
skop* a j.

K heliostatu zde
vyobrazenému obr. 96.
přidána též předmět-
nice ku drobnohledu
slunečnímu (nášadná
roučka), pak mosazný
kotouč s úzkou sku-
linou k rozlišením ji-
ným pokusům na př.
vidmo s Frauenhoffe-
rovými temnými ča-
rami (viz hranol obr.
94), pokusy o barvách,
křížení, ohybu, světla
a j. v.



Obr. 96.

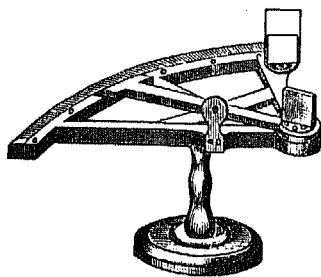
Podstata heliostatu záleží v zreadle rovném okolo dvo 918

os stojících kolmo na sobě jemně otáčivém, jehož se užívá k *stálému odrazení a promítání* slunečních paprsků v určitém směru.

919 *Heliotrop*¹⁾ jest též zrcadlový stroj, který lze snadno proti slunci obracet, aby paprsky světla odrazil na *určité místo*. Užívá se ho v zeměměřictví, v optické telegrafii a j.

920 *Zrcadlo v úhlu*²⁾, *kaleidoskop*³⁾, *dobuskop* = otevřený kaleidoskop (kresličům vzorků).

921 *Sextant zrcadlový*⁴⁾ (obr. 97.) jest umělá sestava ze dvou rovných zrcátek (jedno pevné a druhé pohyblivé), upevněných kolmo na rovině kruhové výseče a zrcadlicími plochami proti sobě tak obrácených, aby pohyblivý úhel jejich rovin v každé poloze bylo snadno stanoviti a dle potřeby měniti (alhidadou). Užívá se ho k určování zorného úhlu, jež dva vzdálené předměty v oku pozorovatelovu spolu uzavírají, při čemž jeden z těchto předmětů vidíme paprskem přímým a druhý paprskem odraženým. *Zorný úhel* obou předmětů rovná se tu *dvojnásobnému úhlu sklonu obou zrcadel* a měří se kruhovým obloukem.



Obr. 97.

922 *Úhloměr* goniometr Wollastonův zakládá se též na odrazu světla a slouží k měření úhlů, jež stěny krystalů na hranách spolu uzavírají.

2. *Lom a úplný odraz světla*⁵⁾.

923 Na výjevech lomu světla se zakládají: *drobnohledy* a *dalekohledy*, mimo ty *camera obscura* (temnice), *camera lucida* (světlice, na úplném odrazu světla), *laterna magica* (kouzelná svítilna), *panorama*, *diorama* a pod., dále: *spektroskopy* (vidmojevy), *stereokopy* (tvarojevy) a j.

924 *Zorným úhlem* nazýváme, jak nahoře zmíněno, úhel, jež světelné paprsky, z krajních bodů předmětu do oka vedené, spolu uzavírají.

¹⁾ Gauss 1830. ²⁾ Porta 1558. ³⁾ Kircher 1646. ⁴⁾ Hadley 1731. ⁵⁾ Snellius 1621, Descartes 1629.

Cím větší zorný úhel, tím větší jest *zdánlivá velikost* 925
(rozsáhlost) předmětu; klesne-li úhel ten při osvětlení oby-
čejném pod $\frac{1}{2}$ minuty, přestává předmět býti viditelným.

Příčina malého zorného úhlu je dvojí: a) u předmětů 926
blízkých nepatrná jich velikost, b) u předmětů *rozsáhlých* pří-
lišná jejich *vzdálenost*.

V obou případech nevidíme předmětů pouhým okem zře-
telně a pomaháme si umělými hledítky, jimiž buď drobné věci
na blízku aneb rozsáhlé předměty v dálce jasně spatřujeme.
Nástroje druhu toho slovou *drobnohledy* a *dalekohledy*.

Drobnohledů rozeznáváme dva druhy, totiž drobnohledy 927
jednoduché a složité.

Drobnohled jednoduchý jest každá spojná čočka s malou
dálkou ohniska. Skrze takovou čočku spatřujeme drobné před-
měty, mezi čočkou a jejím ohniskem se nalezající, *zvětšeny*,
a sice tím více, čím jsou předměty blíže u ohniska čočky.
Za tou příčinou slovou takové čočky *zvětšovacími skly*. Účinek
jejich záleží v tom, že jsouce vložena mezi předmět a oko,
dálku očního ohniska zkracují a tím *zorný úhel* předmětu
k oku sblíženého *zvětšují*.

Drobnohled jednoduchý zvětšuje na délku tolikrát, koli- 928
krát jest přirozená dálka zraku větší, než dálka ohniska čočky
zvětšovací.

Mikroskop *sluneční*¹⁾ jakož i *lampový* s osvětlením umělým 929
(Drumondským, magnesiovým aneb elektrickým), náleží ku
drobnohledům *jednoduchým* a zvětšuje tolikrát, kolikrát dálka
ohniska jeho předmětnice obsažena jest ve *vzdálenosti stěny*,
na kterou zvětšený obraz se promítá (obr. 96.).

Drobnohled složený je sestaven ze dvou skupin čoček, 930
předmětnice (objektiv) a *očnice* (okular). Předmětnice je čočka
spojná aneb soustava spojných čoček malé dálky ohniska, a
očnice (též spojka) *značnější dálky* ohniska. Předmět se klade
před ohnisko předmětnice na desku. Obraz jeho zvětšený a
zároveň *převrácený* zvětšuje se ještě *očnicí*.

Zvětšení drobnohledu složitého vyjadřuje se součinem 931
ze zvětšení předmětnice z i očnice z_1 t. j.: $Z = z z_1$.

¹⁾ Lieberkühn r. 1738, bývá obyčejně spojen s *heliostatem*.

V obrazu 98. spatřujeme takový *drobnohled* s osvětlovacím zrcadlem a čočkou.

932 *Dalekohledem* se zvětšuje zorný úhel předmětův od pozorovatele značně *vzdálených* a následkem toho pouhému oku v nepatrném zorném úhlu se jevicích.

933 Rozeznáváme dva druhy dalekohledů: I. *dioptrické*, jichž předmětnice jsou čočky spojné s *velkou* délkou ohniska. II. *katoptrické*, jichž předmětnice jsou dutá (kovová) *zrcadla* též značné délky ohniska. Očnice (okulary) jsou u všech dalekohledů (vyjímaje Galileův) *čočky spojné*.

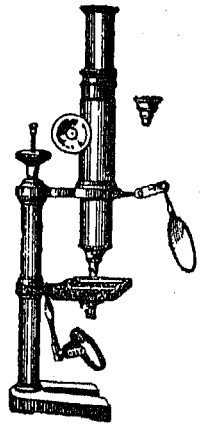
K dalekohledům dioptrickým (refraktorům) čítáme:

934 a) *dalekohled Jansenův* (holandský) též *Galileův* zvaný (mezi r. 1590—1609), předmětnice čočka spojná, *očnice rozptylka*. Zvětšení jeho rovná se podílu z délky ohniska předmětnice f a z délky očnice f_1 t. j. $\frac{f}{f_1}$. Délka roury $l = f - f_1$.

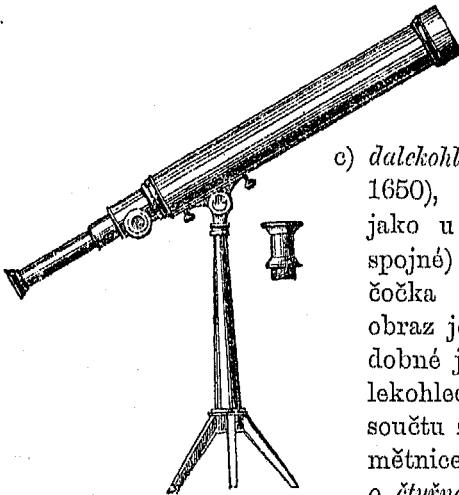
935 b) *dalekohled Keplerův* (hvězdářský [1614]), předmětnice i očnice jsou čočky *spojné*, obraz *převrácený*. Zvětšení jako u předešlého.

Délka: $l = f + f_1$.

936 c) *dalekohled Rheitův* (pozemní, r. 1650), předmětnice i očnice jako u hvězdářského (čočky spojné) a mimo ty mezi oběma čočka spojná (převratnice), obraz je *přímý*. Zvětšení podobné jako u předešlých dalekohledů. Délka se rovná součtu z délky ohniska předmětnice i očnice zvětšenému o *čtyřnásobnou* délku ohniska převratnice.



Obr. 98.



Obr. 99.

Obr. 99. znázorňuje dalekohled pozemní s okulem hvězdářským.

Z dalekohledů katoptrických (zrcadlových či reflektorů) 937
jsou nejznámější čtyři a sice:

- a) dalekohled *Gregoryův* 1660,
- b) " *Newtonův* 1672,
- c) " *W. Heršlův* 1774,
- d) " *D. Cassegrainův* (pozemní).

Dalekohledy zrcadlové jsou nyní jen v obrovských rozměrech pozor hodny, jinak méně důležité.

Dobrého dalekohledu vlastnosti jsou:

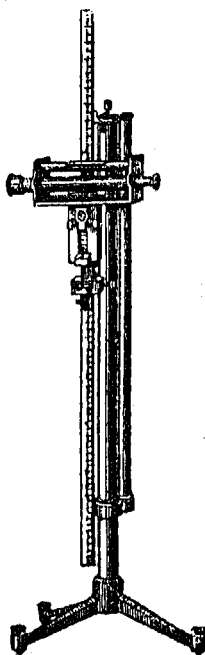
938

- a) aby ukazoval *jasně a ostře*,
- b) aby co možná *zvětšoval*,
- c) aby okraje obrazů *nejevil v duhových barvách* (bezbarvost).

Nahradíme-li *předmětnici* slunečního drobnohledu spojnou čočkou *větší* *dálky* ohniska a drobné předměty hrubšími obrazy na skle průhledně malovanými: obdržíme *kouzelnou svítilnu* (laterna magica¹).

Dost často se hodí potřeba, že máme přesně ustanoviti, oč jest některý bod *a* vyšší než bod jiný *b*. K účelu tomu užíváme *kathetometru* (obr. 100.) Stroj ten skládá se z tyče asi 1 metr vysoké a dokonale kolmo postavené (libelou). Na stojanu upevněn malý, nahoru a dolů posuvný *dalekohled s libelou*, který se tak zařídí, aby vodorovné vlákno zorného jeho pole ostře stříhlo krajní hrany zmíněných bodů, načež obapolná jejich vzdálenost pomocí stupnice a nonia až na 0·1 mm. určité se může udati.

*Camera obscura*²) (temnice, obr. 101.) jest složena z dutého, roztažného šestistěny a spojné čočky značné dálky ohniska, která ze předmětů vzdálenějších vyvíjí *převrácené* obrazy. Skutečné tyto obrazy zachycují se na průsvitné bílé stěně ze skla, která buď vodorovně, v obr. 101., buď kolmo jest položena na př. u fotografického stroje.



939

Obr. 100.

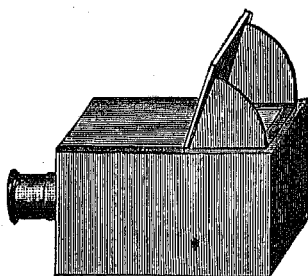
*Camera lucida*³) (světlice, obr. 102.) zakládá se na úplném odrazu světla. Podstatou její jest průhledný, čtyřboký hranol ze skla, jehož jeden úhel má 135° a dva ostré po 67½°.

940

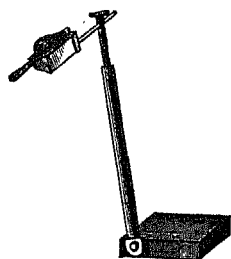
¹) Kircher 1671. ²) Porta 1658. ³) Amici, Wollaston 1809.

Užívá se jí ku kreslení vzdálených předmětů v míře značně zmenšené. Soutyčí její jest zařízeno na všemožné pohyby.

*) Sömering sestrojil (1808) jinou komoru světelnou s malým ocelovým zrcátkem v úhlu 45° k obzoru skloněným, na základě pravidelného odrazu světla.



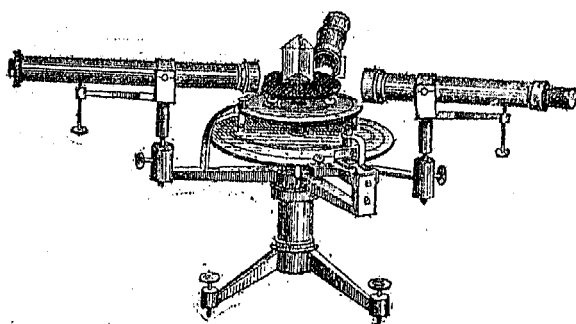
Obr. 101.



Obr. 102.

941 Současným působením dvou klínovitě protilehlých *poločoček* spojuje stereoskop dva poněkud rozdílné obrazy v *jediný tělesný celek*.¹⁾

942 *Spektroskop* (vidmojev)²⁾ se skládá z jednoho nebo z více hranolů silně *rozptylovacích*, z trubice s úzkou štěrbinou a z dalekohledu mírně (asi jen Skrát) zvětšovacího. Dokonalejší stroje toho druhu slouží *spektrometry* (vidmoměry) a slouží ku *zkoumání chemických prvků* na základě jich videm.



Obr. 103.

V obr. 103. vypočten jest *spektrometr* a zároveň *goniometr* s *Gaussovým okulem*.

¹⁾ Prewster 1849. ²⁾ Bunsen a Kirchhoff 1859.

F. Chemické účinky světla a fotografie (světlopis).

Světlo působí chemické *slučování* i *rozlučování látek*¹⁾ a to v míře tím větší, čím více světla ta která látka pohlcuje (absorbuje⁴⁾. *Příklady*: *Chlór* a *vodík* slučují se bílým světlem velmi prudce (výbuchem). Téměř všechny sloučeniny, ve kterých se vyskytuje stříbro nebo rtuť, *rozkládají se světlem* (černají) vylučující stříbro. 943

Nejpatrnější chemické účinky jeví *světlo bílé*, po něm modré, fialové ano i zafialové; slabší, světlo zelené a nejslabší ostatní paprsky slunečního vidma oranžově žluté a červené. 944

*) Vogel shledal (1873), že i červené paprsky mohou býti *aktivními* (chemicky činnými), jen když se látky, na kterých účinek světla se jeví, tak připraví, aby paprsky světla absorbovaly (pohlcovaly).

Nárazy světlového étheru rozpadá se spojení atomů složitých hmot, a ve případě příznivém sblížíjí se atomy různorodé k sobě tak, že se dostávají do oboru chemické přitažlivosti a tím v nová spolu sloučení vcházejí (slučování). 945

Též některá umělá svítiva, jako: světlo magnesiové ve vzduchu, světlo antimonové ve chloru, kysličniku dusnatého v sírouhliku a p. jeví značné množství paprsků chemicky činných. 946

Světlopis (fotografie) jest umění, jehož úkonem jest skutečné obrazy *světelné*, spojnými čočkami *v temnici vzniklé*, způsobem chemickým *buditi* a trvale *ustálovati*. 947

Jsou rozličné druhy světlopisu podle způsobu, jakým a podle látky, na které světelné obrazy se vyvíjejí. Nejhlavnější jsou: 948

- a) *Daguerrotypie*³⁾ ustaluje obrazy na deskách stříbrných a jodovaných.
- b) *Talbotypie*⁴⁾ na papíře jodydem a bromidem stříbrnatým povlečeném za spolupůsobení kyseliny smahloduběnkové, která stříbro po druhé sráží.
- c) *Niepcotypie*⁵⁾, nynější fotografie, hotoví nejprvé v temnici *záporné* obrazy (negativy) na deskách sklěněných, vrstvou kolloidia⁶⁾ a *roztokem dusičnanu stříbrnatého* po-

¹⁾ Scheele 1784. ²⁾ Bunsen, Roscoe. ³⁾ Daguerre 1820—1839. ⁴⁾ Talbot 1841. ⁵⁾ Niepce, Legray 1850, Archer 1851. ⁶⁾ Kolloidium viz str. 21. směšuje se ještě s jódidem a bromidem sodnatým.

vlečených, které pak přímým působením slunečních paprsků převádí na papír světlopisný, zvláště připravený (obrazy kladné, pozitivní).

- 949 Niepocotypie se skládá ze tří hlavních oddílů: 1. *exponování* či vyvíjení obrazů v temnici působením světla, 2. *vyvíjení* a *ustálování negativu* (při světle žlutém) na desce skleněné, chemicky připravené. Negativ jest obraz průhledný, ve kterém *světlé části* předmětu se jeví *tmavě* a *tmavé části světla*, 3. *v převádění opaku negativu na papír* (kopírování) čili *vyvíjení obrazu v náležitém osvětlení* (licování).

Výkon první jest *fyzikální*, ostatní dva jsou rázu chemického. Z jednoho negativu (matrice) náležitě lakované lze dovolně množství obrazů licových hotoviti.

- 950 *Klíh roztavený* s roztokem *dvojchromanu* draselnatého mění na světle svou *pružnost* i *botnavost* ve vodě, jest světlo-*citný* (světlotisk). (Poitevin, Husník, Albert.)

- 951 Negativy světlopisné *se vyvíjejí* roztokem *síranu železnatého* a sesilují kyselinou smáhlo-duběnkovou.

- 952 K *ustálení* obrazů užívá se roztoku *sírnatanu sodnatého*. Rychleji než ten působí roztok *cyanidu draselnatého*.

- 953 *Výklad světlopisu.*

Působením světla v temnici a na to látek chemických, které obraz *zjevným* činí a jej *sesilují*, redukuje se stříbro ze svých sloučenin na *kolloidii* v odstínech rozličně tmných.

Na místech, kam světlo *neproniká*, nedějí se *žádné změny* a *povlak jejich se smývá úplně* při výkonech *ustálovacích*.

- 954 *Užívání světlopisu* jest velice rozšířeno nejen v životě obyčejném a průmyslovém, nýbrž i v *umění* a *vědě*. Světlo-*pis* napodobuje archeologům věrně staré písemné památky, obrazy, stavby atd. Ve spojení se stereoskopem slouží *zeměpisu*, *národopisu*, *zeměznalství*, *přírodopisu*, *drobnohledu*, *hvězdářství* (vidma slunce), *meteorologii* (ve spojení s elektřinou) a p.

G. Rozptyl světla (disperse.)

1) Základné pravdy.

- 955 *Různobarevné* paprsky světla jeví ve prostředích *kapalných* a *tuhých* *nestejnou lomnost*. Paprsky, které v určitém prostředí *stejně mocně se lámou*, slovou *stejnorodé*, jinak *různorodé*.

Stejnorodost světla nezáleží ve *stejně barvě*, neb paprsky 956
těž barvy nejeví vždy *stejný stupeň lomnosti* na př. barva *ze-*
lená jednoduchá a složená (žlutá s modrou).

Paprsky světla *stejnorodého* mají *stejně délky vln*, stejně 957
doby záchvějné a šíří se v témž prostředí *rychlostí stejnou*.

Vzdušiny (plyny a páry) lámou *všecky různorodé paprsky* 958
světla *stejně mocně* a to každá vzdušina *jinak*, avšak jednotlivé
druhy (sorty) světla stejně mocně.

Ve prostředích *tuhých* a *kapalných* láme se každý pa- 959
prsek *barevný* (různorodý) *jinak*. Výjev ten slove *rozptyl světla*;
prostředí jej působící nazývá se *rozptylovacím* na př. hranol.

Z paprsků *stejnorodých* jeví světlo *fialové největší*, *červené* 960
nejmenší lomnost. Světlo žluté a zelené drží se v příčině té
jaksi uprostřed mezi oběma předešlymi.

Mohutnost *rozptylovací* (rozptylivost) určitého prostředí 961
jest poměr $= \frac{n_2 - n}{n_1 - n}$; značí-li n_2 poměr lomu světla fialového,
 n_1 světla červeného a n světla žlutého.

Mohutnost rozptylovací nezávisí na poměru lomu a jest 962
v každém prostředí *jiná* t. j. hmoty *stejně lámavosti rozptylují*
světlo *nestejně* a při *stejně rozptylivosti hmot nejsou poměry*
lomu *stejně*.

2) Vidmo a spektrální rozbor světla.

Dopadají-li jednoduché paprsky světla *stejnorodého* rovno- 963
běžně skrz úzkou štěrbinu na průhledný *trojboký hranol*, od-
chylují se v něm všechny stejně, tak že na protější stěně hra-
nolu se jeví *stejnobarevný proužek světla*.

Dopadá-li na týž hranol touž štěrbinou pásmo paprsků 964
nestejnorodých (různobarevných), avšak vespolek *rovnoběžných*,
uhýbá se v něm každý *jinak*, tak že na protější stěně vzniká
širší *různobarevný proužek*, který slove *spektrum* (vidmo).

Vidmo světla *bílého* na př. *slunečního*, *elektrického*, *Dru-* 965
mond-ského a t. d. skládá se ze 7 barev v této posloupnosti
po sobě jdoucích: *červená* (s nejmenší odchylkou), *pomerančová*,
žlutá, *zelená*, *světlomodrá*, *tmavomodrá* a *fialová* (s největší od-
chylkou). Barvy tyto slovou *spektrální* aneb *duhové*.

Spojením barev *duhových* vzniká opět *světlo bílé*, důkaz 966

to, že duhové barvy ve světle bílém již jsou obsaženy a nevznikají snad působením hmoty hranolu ve světlo.

967 Rozptylení barev ve vidmu závisí:

- a) na *rozptylovací síle* hranolu,
- b) na *velikosti hranového jeho úhlu*,
- c) na *velikosti úhlu dopadu*.

968 Vidmo jest *nepřetržitě* (spojité), přechází-li barva v barvu tak, že všechny barvy tvoří jediný souvislý celek, tak že nelze s určitostí udati meze, kde přechod ten se děje.

969 Vidmo jest *přetržitě* (rozpojitě), když mezi jednotlivými jeho barvami nebo v nich se vyskytují buď *ostré, tmavé čárky* nebo *temné proužky* rozličných šířek na důkaz, že na těch kterých místech dotyčné paprsky světla úplně scházejí, byvše na své dráze uklizeny.

970 Světlo, jehož zdrojem jest *žhavá hmota tuhá* neb *kapalná*, dává *vždy* vidmo *spojité*, skládá se tudíž z paprsků všech možných barevných odrůd, obsažených v určitých mezích světelných. Rozsahu jeho přibývá s *roztoucím žářem* (svítivostí) hmoty ve směru k barvě fialové.

971 Světlo *žhavých hmot vzdušných* (plynů) dává *vždy* vidmo *rozpojitě* (přetržitě), jeho obraz se skládá z *jednotlivých barevných proužků* oddělených od sebe *čarami temnými* (vidma plynů).

972 *Jakost barvy a polohy proužků spektrálních rozhoduje o jakosti žhavé vzdušiny* (plynu nebo páry).

973 Paprsky světla, které jsou s to, aby vyvíjely *vidmo spojité*, procházejíce látkami *zbarvenými* a *rozptylivými* (*tuhými* neb *kapalnými*), bývají od nich z *části pohlceny*, což se jeví buď *seslabením* buď *úplným zhasnutím některých barev* (proužky absorbení, barvoměr dle Müllera, haematinometr dle Hoppa).

974 Paprsky světla, které jsou s to, aby samy o sobě vyvíjely *vidmo spojité*, procházejíce látkami *vzdušnými*, bývají též od těchto látek z *části pohlceny*, s tím toliko rozdílem od výjevu předešlého, že se zde pohlcují jen paprsky *určité lonnosti*, tak že vidmo takové se jeví, jakoby bylo *protkáno temnými nitkami*, které buď po jedné, buď po dvou vedle sebe se vyskytující *temné Fraunhoferské čáry* slují (1814). (Gaus-sův vidmojev, též obyčejný spektroskop).

Po těchto temných čarách ve vidmu lze poznati a) která 975
látko v plamenu hoří (svítí), b) skrze jaký vzdušný obal
(opar) světlo její prochází.

Žhavými vzdušinami, jichž vidma ze světlych proužků 976
se skládají, ruší se paprsky stejnorodé z jiných svítících
hmot vycházející tak, že postavíme-li za žhavé vzdušiny jiné
světlo, dostatečně jasné, jehož paprsky *žhavý opar vzdušin*
pronikají, na místě světlych proužků z plynů *temné* čárky se
vyskytují. (Vidmo takové slove obrácené čili Kirchhoffovo
[r. 1857].)

Paprsky světla, které hmota z jiné svítící látky *pohlcuje*, 977
jsou *stejnorodý* s těmi, které by sama jsouc rozžhavana vysílala.

Jasností světla jmenujeme *mocnost světelných paprsků* vy- 978
cházejících ze hmoty svítící.

Značí-li *M* množství paprsků dopadajících na některou 979
hmotu a *m* množství paprsků, které ta hmota z nich po-
hlcuje, slove poměr $= \frac{m}{M}$ silou *vlykací* čili *absorbční* (vlyka-
vostí) té které hmoty.

Poměr mezi *svítivostí* a vlykavostí jest pro všechny hmoty 980
a pro každý druh světelných paprsků *veličina stálá*.

Svítivosti přibývá s přibývajícím teplotou, pročez jest i 981
vlykavost (podle předešlého) touž měrou *závislá na stupni žáru*
té které hmoty.

Čáry temné ve vidmu jsou *základem spektrálního roz-* 982
*boru světla**) a slouží též k přesnému určování *poměru lomu*
jednotlivých *duhových barev*.

Rozborem *spektrálním* můžeme *vypátrati* sebe menší 983
částky některé látky, když ji rozžhavíme a *vidmo její pozor-*
ujeme.

Temné spektrální *čáry hvězd* (stálic i oběžnic) jsou klí- 984
čem ku zkoumání otázky, ze kterých pozemských hmot ne-
beská ta tělesa se skládají (v ohledu fyzikálním i chemickém)
a které hmoty mezi nimi a naší zemí se nalézají.**)

*) Spektrální rozbor světla vynášeli fysikové Bunsen a Kirchhoff r. 1856.

***) Proslulí hvězdozpytci na základě tohoto odboru optiky jsou: W. Hug-
gins 1863, P. Secchi a Lockyer.)

3) Fluorescence a fosforescence světla.

- 985 Některé látky, na př. roztok *siranu chininného*, sklo uranové a j., mají do sebe zvláštní vlastnosti, *prodlužují* totiž vlny světla zafialového skrze ně procházejícího a tím je činí zjevnými. Výjev ten slove *vnitřní rozptyl* světla čili *fluorescence* (světélkování, Stokes r. 1852).
- 986 Změnami *lučebnými*, *zvýšením teploty*, *vysluňováním* a p. stávají se některé hmoty (kameny, sírníky na př. *s. vápennatý, barnatý, stronnatý, chlórófan*) na nějakou dobu *samosvětlými* (ve tmě). Výjev ten sluje *fosforescence* (*pasvit*).
- 987 *Výklad*: Chvěním světelného étheru uvádějí se hmotné atomy té které látky *přibliživě v souhlasné chvění* a stávají se takto samostatnými *zdroji*, ze kterých podnět ku chvění světla do nejbližšího okolí vychází (resonance světla).
- 988 Zaniká-li jejich chvění současně s původním světlem, sluje výjev ten *fluorescence*, trvá-li však ještě nějakou dobu po světle původním, *fosforescence*. (Obdoba s ozvučným zněním v akustice.)
- 989 Naopak jeví jiné látky vlastnost, že *skracují* opět *vlny* vnikajícího do nich světla a takto *neviditelné* jeho paprsky činí *viditelnými*. Výjev ten se nazývá *kalorescence* (Emsmann r. 1859, Tyndall.)

4) Duha.

- 990 Pozorujice duhu spatřujeme na ní tytéž barvy a v témž pořádku jako ve *vidmu hranolovém*. Duha povstává tudíž *lomenem* a *odrazem* světla *v kapkách deštových*, když má pozorovatel hustý dešť *před* sebou a svítící slunce *za* sebou.
- 991 Na vnější straně jest hlavní duha *červená*, na vnitřní *fialová*, ostatní barvy: oranžová, žlutá, zelená a modrá jsou mezi červenou a fialovou. Šířka duhového oblouku $s = 2^{\circ} 16'$.
- 992 *Velikost* duhového oblouku závisí na *výšce slunce* nad obzorem v poměru *nepřímém*. Při východu a západu slunce jest duhový oblouk *největší* (půlkruh); při výšce slunce 42° nad obzorem mizí duha pod obzor (za doby polední jest nemožna). Výška duhy nad obzorem jest tudíž vyznačena vzorcem: $v = 42^{\circ}, 2' - k^{\circ}$ (ve stupních), kde k značí výšku slunce nad obzorem.

Každý pozorovatel má svou zvláštní duhu t. j. vidí 998
z rozličných míst rozličně postavené duhové oblouky.

Středobod duhového oblouku jest na *přímce* vedené ze 994
středu slunce okem pozorovatelovým až k průseku jejímu
s rovinou, duhovým obloukem určenou.

Ne všechny paprsky světla, dopadající na deštovou kapku, 995
spůsobují barvy duhové, nýbrž jen takové, které na kapku
nad (pod) její středem *v určitém úhlu* (α) dopadají. Úhel ten
($59^{\circ} 23'$ pro červené a $58^{\circ} 40'$ pro fialové paprsky) lze vypo-
čítati vzorcem:

$$\sin. \alpha = \sqrt{\frac{4 - n^2}{3}}, \text{ kde } n = \frac{108}{81} \text{ až } \frac{109}{81}.$$

Z jedné kapky přichází *jedna* toliko barva do oka po- 996
zorovatelova a sice *červená* z kapky poměrně *nejvyšší*, *žlutá*
z kapky *pod* touto se nalézající a *fialová* z kapky *nejspodnější*.
Každý pozorovatel vidí tyto barvy na duze z kapek dešto-
vých vystřídávajících se na těch kterých místech.

Účinný paprsek sluneční láme se vnikaje do kapky ku 997
kolmici, odráží se pak na zadní stěně kapky do vnitř a vy-
chází z ní ven do vzduchu, při čemž po druhé se lámaje
v duhové barvy se rozkládá.

Duha vedlejší. Někdy bývá *dvě duhy* současně viděti, 998
druhá čili *duha vedlejší* jeví se, ač má *větší* oblouk, proti
první mnohem *slabší*, skládajíc se sice z týchž barev, avšak
v opácném pořádku po sobě jdoucích, *zevnější* proužek jest
fialový a *vnitřní červený*.

Původem duhy vedlejší jsou sluneční paprsky dopada- 999
jící na *spodní části* deštových kapek. Paprsky ty v kape
dvakrát se lámou (při vchodu a východu z kapky), a *dvakrát*
(na zadní stěně) *se odrážejí*, při čemž vždy nějaká jich část
do vzduchu se rozptyluje (ztrácí). Z příčiny té nejsou *barvy*
duhy vedlejší tak jasny jako *barvy duhy hlavní*.

H. Jemné výjevy světla.

1) Křížení (interference).

Pronikají-li se dva stejnorodé světelné paprsky vespolek 1000
v úhlu velmi malém, jest účinek tohoto průniku dvojit, buď
světlo *silnější* nebo *slabší*, po případě též *žádné* (tma).

Výjev ten slove *interference* čili křížení světla.*)

1001 Dva paprsky stejnorodé spolu interferující sesilují se vespolek, když se setkávají v *souhlasných* měnách (fázách), nebo když rozdíl jejich drah obsahuje *sudý* počet poloviček vln. Je-li však rozdíl ten *lichý* počet poloviček vln, světlo buď částečně buď úplně se ruší**).

1002 Interferenční vidmo se skládá z proužků střídavě světlých a temných, jichž šířky pro rozličné barvy jsou rozličny, což svědčí o nestejně délce vln různobarevných paprsků světla.

1003 Z daných šířek temných proužků a ze známé rychlosti světla lze vypočítati délku vlny světlového paprsku. Tak jest na př. délka vlny pro světlo červené = 0·000645 mm. pro fialové 0·000406 mm.

1004 Délka světelné vlny v jiném prostředí se vypočítává dělením délky této vlny ve vzduchu poměrem lomu toho kterého prostředí vzhledem ke vzduchu.

1005 Interference paprsků *světla slunečního* (bílého) vyniká vždy *barvami duhovými*, jimiž temné interferenční proužky jsou *lemovány*.

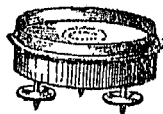
Příčinou toho jsou *nestejně šířky* proužků jednotlivých duhových barev ve vidmu interferenčním, které z části jen se mohou pokrývati a tudíž přes místa temná barevnými lemy *vyčnívají*.

2) Ohyb světla.

1006 Výjevy interferenční způsobené průnikem paprsků skrze průlinky hustých mřížek slovou *ohybem* čili *inflexí světla*.

Tenké listky *bezbarvých* prostředí jeví se též z této příčiny na povrchu sbarveny a duhovými pásky obroubeny (lemovány).

1007 Interferenci světla spatřujeme též na *Newtonově skle barev* v obr. 104. skládajícím se ze *dvou vypouklých kotoučků*, přilehajících k sobě, z nichž spodní bývá též *rovný* a vrchní slabě *vydutý*. Na povrchu vrchního skla spatřujeme (ve světle bílém) *soustředné*, střídavě světlé a temné kroužky



Obr. 104.

*) Grimaldi 1665, Young 1801, Fresnel 1820.

***) Částečně při rozličných, úplně při stejných amplitudách vln.

duhovými barvami lemované, které čím dále od středu, tím užší jsou, až konečně úplně zanikají.

Užíváme-li místo slunečního světla osvětlení *jednobarevného*, jsou řečené kroužky střídavě *barevné* a *temné* a pro rozličné barvy *nestejně široké*. *Nejširší* jsou při osvětlení *červeném* a *nejúžší* ve světle *fialovém*. Šírky ostatních barev (žluté, zelené a modré) ubývá podle jejich posloupnosti ve vidmu od barvy červené k fialové, tak že fialové jsou ze všech nejúžší a ony červené nejširší. 1008

Duhové barvy Newtonových kroužků ve světle bílém vykládáme si tím, že ve slunečním světle *všecky duhové barvy* jsou zastoupeny a že *šírky* jejich proužků u rozličných barev jsou *nestejny* a tudíž přesahují jednotlivé světlé barvy přes temné pruhy barev jiných a tím se nám tyto pruhy jeví duhovými barvami ozdobeny (srovnej 1005). 1009

V *odraženém* jednobarevném světle mají se k sobě zdvojnásoběné průměry kroužků *světlych* jako čísla *lichá* t. j. jako 1 : 3 : 5 . . . a kroužků *temných* jako čísla *sudá* 2 : 4 : 6 . . . 1010

Výjevy ohybu světla spatřujeme v přírodě na zemi i v ovzduší. Sem náležejí: hra barev na křídlech některých brouků, na peří ptactva, hedbávných látkách a j.; duhové *okolky* (kola) *okolo měsíce, slunce, planet*, slunce vedlejší a p. v rozměrech velkých. 1011

3) Dvojlom světla.

Vápenec islandský krystaluje v klencích, jichž kratší úhlopříčka úhlopříčného řezu sluje *optickou osou*. Každý rovinný řez, vedený rovnoběžně s optickou osou, nazývá se hlavním řezem krystalu. 1012

Díváme-li se skrze průhledný krystal islandského vápence na písmo nebo jiné drobné věci, spatřujeme je *dvojnásobně*. Výjev ten nazývá se *dvojlom* a průhledné hmoty, kterými se působí, slovou *dvojlomnými*. (Bartholin 1669). 1013

Položíme-li dvojlomný vápenec nad temný bod na bílém papíru, spatříme *dva body*. Otáčíme-li krystalem nad tím bodem kolem osy kolmo, jeden z obou zmíněných bodů stojí nehnutě a druhý obíhá okolo něho v kruhu. 1014

- 1015 Ubrousíme-li tupé rohy vápence rovinou položenou *kolmo* na jeho optickou *osu* a vedeme-li pak paprsek světla kolmo na tuto rovinu čili *rovnoběžně* k optické *ose* krystalu: paprsek ten jednoduše a bez všelike změny směru skrze krystal prochází. V každém jiném případě dělí se dopadající paprsek na dva jiné paprsky.
- 1016 Dopadá-li paprsek světla na vytčenu právě rovinu *šikmo*, láme i *rozdukuje* se a obě součástky, ve které se roz-
bíhá, nalézají se v *jedné* a též rovině (v rovině dopadu).
- 1017 Každý jiný paprsek světla, který na přirozenou po-
meznu stěnu dvojlomného vápence buď *kolmo* buď *šikmo* do-
padá, rozbíhá se v něm ve dva paprsky, *řádný* (*O*) a *mimo-*
řádný (*E*), z nichž při šikmém dopadu *oba* se lámou, při kol-
mém toliko jeden (*E*), který zároveň v krystalu z roviny do-
padu se *vyšňuje* (vychází).
- 1018 Krystaly, kterými světlo toliko v *jednom* směru *neroz-*
dvojené prochází, slovou *jednoosé*; kde však *dva* směry tohoto
druhu se vyskytují, říkáme jim krystaly *dvoosé*.
- 1019 *Domněnka o přvodu dvojlomu* (Huyghens, Fresnel):
- a) V krystalech dvojlomných jest hustota, tudíž i pružnost
světlového étheru, v *rozličných* směrech *rozlična*. V island-
ském vápenci a všech jiných krystalech opticky *zápor-*
ných jest pružnost světlového étheru ve směru *optické*
osy největší a ve směru *kolmém* na osu optickou *nejmenší*.
V ostatních směrech jaksi prostřední mezi těmato.
- b) Světlový éther nakupený okolo jednotlivých atomů kry-
stalových propouští jen takové paprsky světla, které
buď kolmo na hlavní řez krystalu neb rovnoběžně s ním
se ohvějí.
- 1020 *Paprsek řádný* (*O*) řídí se zákony obyčejného lomu, *zů-*
stává vždy v rovině dopadu určené kolmicí a dopadajícím
paprskem. Poměr mezi sinusem úhlu dopadu a sinusem úhlu
lomu čili udavatel lomu $n = \frac{\sin. \alpha}{\sin. \beta}$ jest tu veličinou *stálou*
na úhlu dopadu *nezávislou* a rovina chvění jest kolmo na
hlavní řez.
- 1021 Paprsek mimořádný (*E*) *vyšňuje se z roviny dopadu*, je-
diný případ, kde tato s hlavním řezem krystalu jest rovno-
běžna, vyjímaje, jeho *udavatel lomu se mění s úhlem*, jež pa-

prsek s optickou osou krystalu uzavírá a rovina chvění jest s hlavním řezem krystalu rovnoběžna.

Proniká-li paprsek obyčejného světla krystal dvojlomný 1022 ve směru jeho *optické osy*, konají obě jeho složky ($O + E$) dráhu *společnou* a mají *téhož* udavatele lomu, v každém jiném směru jsou jejich *poměry lomu* rozdílny.

Láme-li se *mimořádný* paprsek *silněji* než řádný, slove 1023 krystal *kladný* (opticky pozitivní), v opačném případě *záporný* (opticky negativní).

Hlavní člen *kladných* krystalů jest *křemen křišťálový*, 1024 k němu se druží: kysličník železnatý, zirkon, led a j.

V čele *záporných* krystalů, jichž počet jest *značnější* než 1025 kladných, rozeznáváme: *islandský vápence* a vedle něho turmalín, rubín, smaragd, slídu, dusičnan sodnatý, krevní sůl (ferrocyankalium) a j. v.

V krystalech *dvouosých* jsou *oba* paprsky *mimořádné* (E), 1026 neb žádný z nich se neláme dle pravidel obyčejného lomu. Sem patří: *topas*, *aragonit*, *sádra*, živec, cukr, některé druhy slídy, *ledek* a j. v. Z některých dvouosých krystalů stávají se teplem jednoosé na př. *glauberit*.

Prostředí, u kterých dvojlom se nejeví, jsou: 1) všechny krystaly *kostkové* soustavy na př. diamant; 2) všechny plyny, páry, tekutiny kapalné a takové tuhé hmoty, které z kapalného skupenství v tuhé přeshly, aniž se zkrystalily.

Těž říše ústrojná poskytuje některé dvojlomné látky 1027 jako roh, péra, perleť a j.

Vedeme-li paprsky (O a E) vycházející z vápence dvojlomného *jednotlivě* do jiného vápence dvojlomného, jehož hlavní řez s prvním krystalem jest rovnoběžný, každý z nich krystalem tímto *nezlomeně* prochází, jakoby oba vápence jediný krystal dvojnásobné tloušťky tvořily.

Zrušíme-li otočením obou krystalů rovnoběžnost jejich 1029 hlavních řezů, rozdvojí se každý procházející paprsek opět ve dvě části nestejných jasností, z nichž jedna, otáčíme-li krystalem v začatém směru dále, *hasne* a druhá se vyjasňuje, až otočením na čtvrt kola hasnoucí část *úplně zaniká* a světlá *největší jasnosti* nabývá.

Otáčíme-li dále od 90° ke 180° , spatříme opět dva pa- 1030 prsky s vyměněnou proti předešlým jasnotou až při 180°

onen, který při 90° byl *zanikl* v *největší* světlosti se zjeví; kdežto druhý mizi. Od 180° do 270° opětují se výjevy první čtvrti a od 270° na 360° výjevy druhé čtvrti.

1031 Paprsek *řádný* (*O*) rozštěpuje se druhým vápencem na součásti: *Oo* + *Oe* a paprsek *mimořádný* (*E*) na součásti: *Eo* + *Ee*

1032 Součást *Oo* paprsku řádného jest při úhlu hlavních řezů = 0° a 180° , součást *Oe* při úhlu 90° a 270° *nejjasnější*.

1033 Součást *Ee* paprsku mimořádného jest při úhlu 0° a 180° , součást *Eo* při úhlu 90° a 270° též *nejjasnější*.

Jeví-li jedna z obou součástí *největší světlost*, jest druhá *úplně temna*.

4) Polarisace světla.

1034 Stejnorodé součásti paprsků *Oo* a *Eo* liší se tudíž od sebe jediné otočením o 90° ; provedeme-li to otočení a pokračujeme-li pak zároveň v souhlasném otáčení obou krystalů, nabudeme na obou místech výjevů *úplně shodných*.

1035 Oba světelné paprsky vycházející z islandského vápence nabývají dvojlomem zvláštních vlastností, které druhý vápeneč teprv oku činí zjevnými. Ježto vlastnosti tyto při souhlasných polohách jeví jakési protivy (póly), nazvány oba paprsky dvojlomem vzniklé *světlem polarisovaným*.

1036 První vápeneč *spůsobil* takřka tuto vlastnost, *polarisoval* světlo, odkud sluje *polarisator*; druhý ji vynáší *na jevo*, *rozbírá* světlo, pročež nazván *analysator* (rozborník). Oba dvojlomem vzniklé paprsky jsou k sobě kolmo polarisovány.*)

1037 Ne toliko dvojlomem, nýbrž i *odrazem* a *jednoduchým lomem* může za *jistých okolností* polarisace světla býti *spůsobena*.**)

1038 Každá hmota neb umělá sestava hmot, kterou světlo se polarisuje, slove *přístroj polarisační* a ten skládá se ze dvou součástí, z nichž jedna světlo polarisuje (*polarisator*) a druhá *analysuje* (*analysator*). Světlo může býti *úplně* aneb jen *částečně* polarisováno.

*) Huyghens r. 1691.

***) Polarisaci světla odrazem způsobenou objevil francouzský silozpytec Malus r. 1808.

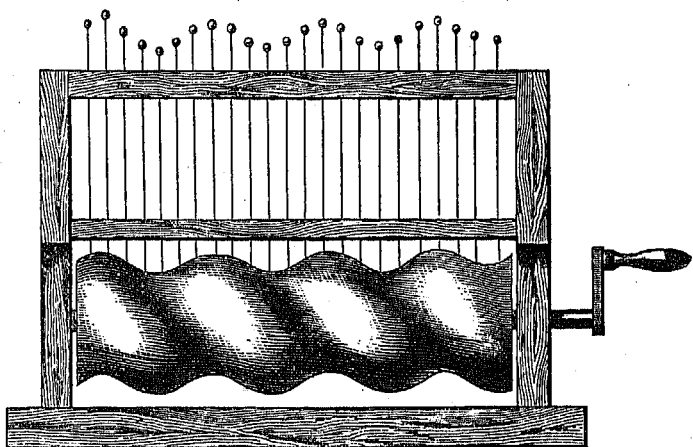
- Polarisace odrazem světla způsobená.* Dopadá-li světlo na zrcadlicí *nekovovou* plochu na př. na sklo zrcadlové, na mramor, obsidian a j. *v určitém* úhlu, nabývá podobných vlastností jako když by dvojlomným krystalem bylo procházelo t. j. stává se *polarisovaným*. 1039
- Úhel, jež dopadající paprsek světla s kolmicí na plochu zrcadlicí v bodu dopadu vztýčenou, uzavíratí musí, aby se stal úplně polarisovaným, slove úhlem *polarisačním* a má pro rozličná prostředí rozličné hodnoty na př. pro sklo $54^{\circ} 35'$, pro vodu $32^{\circ} 45'$, pro obsidian $56^{\circ} 3'$, pro topas $58^{\circ} 40'$, pro diamant $68^{\circ} 2'$. 1040
- Dopadá-li paprsek světla v úhlu jiném, avšak od polarisačního ne valně se lišícím, světlo toliko částečně se polarisuje t. j. odražený paprsek obsahuje vedle polarisovaného též světlo *obyčejné*. 1041
- Dokonalost polarisace způsobené odrazem světla závisí na *úhlu dopadu* a tudíž též na poměru lomu zrcadlicí hmoty, neb $tga = n$ t. j. *tagenta úhlu polarisačního se rovná poměru lomu.**) 1042
- Též lomem jednoduchým polarisuje se světlo.**)
- Nejúplněji se polarisuje světlo, když odražený paprsek na paprsku současně zlomeném kolmo stojí.* 1043
- Výklad polarisace.* V obyčejném světle děje se chvění světlového étheru příčně na směr paprsku ve všech možných rovinách směrem paprsku položených, světlo polarisované však vzniká chvěním příčným pohybujícím se toliko v *jedné rovině****) 1044
- K usnadnění některých proslovení zavedena *pomyslná rovina*, řečená *polarisační*, která na rovině chvění vždy *kolmo stojí*. 1045
- Paprsky *polarisované*, jichž polarisační roviny na sobě kolmo stojí, slovou v pravém úhlu polarisované.
- Oba paprsky, dvojlomem jakož i odrazem a jednoduchým lomem polarisované, jsou v pravém úhlu polarisovány.
- Polarisační rovina odraženého paprsku splývá s rovinou odrazu v jediný celek.

*) Brewster 1815.

***) Malus 1808.

***) Fresnel 1815.

1046 • Polarisační rovina zlomeného paprsku stojí na rovině lomu *kolmo*.



Obr. 105.

Chvění příčné a přímočaré znázorňuje přístroj přiložený (obr. 105), ve kterém hlavičky jehel představují atomy polarisovaného světla v pohybu vlnivém.

1047 Průhledné a *jednotlivé (isotropní)* hmoty lze přirovnati ku krystalům *dvojlomným*; ony rozkládají též dopadající na ně světlo na dvě součásti, z nichž jedna (odrážející se) má podobnost s paprskem *O* a druhá, zlomená, s paprskem *E*, neb polarisační roviny stojí na sobě kolmo.

1048 Lomem se polarisuje světlo jen tenkrát úplně, když světlost paprsku zlomeného se rovná polovici světlosti paprsku dopadajícího.

1049 Každý přístroj, kterým světlo se polarisuje, slove, jak nahoře dotčeno, *polarisator* (polariseur) a kterým polarisované světlo se poznává, *analysator* (analyseur, polariskop). Oba jsou podstatné části každého polarisačního stroje a mohou se skládati:

- a) ze *skleněných zrcadlových desk*, které světlo v *určitém úhlu odrážejíce polarisují* (přístroj Nörrembergův obr. 106. s příslušenstvím);
- b) z *tenkých skleněných v jeden svazek (rámeček) složených desk*, které světlo *jednoduchým lomem polarisují* (viz rámeček v pravo);

c) z desky *turmalinové*, barvy nazelenalé nebo světlohnědé přibroušené rovnoběžně k optické ose krystalu, která řádné paprsky světla obyčejného *pohlcuje* mimořádné propouští (polarisuje) (turmalinové klišťky);

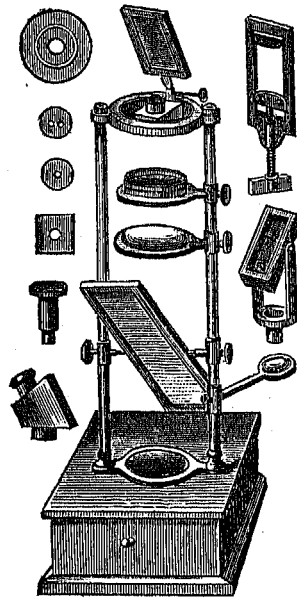
d) z *hranolu Nikolova* čili krátce *Nikolu*, který se skládá ze klenče *dvojlomného*, směrem úhlopříčným ve dvě půly *rozkrojeného* a pak kanadským balsamem stmelенého v jediný celek.*) Hranol ten propouští toliko *jeden* (mimořádný) z obou paprsků *dvojlomem* povstalých a odstraní druhý (řádny) *úplným odrazem*. *Světloměr Zöllnerův*.

Dva paprsky polarisovaného světla, jichž polarisační roviny jsou spolu *rovnoběžny*, jeví *interferenční vidma*, jako světlo obyčejné.

Dva paprsky polarisované, jichž polarisační roviny nejsou vespolek *rovnoběžny*, *nemohou* se nikdy křížením (interferencí) rušiti.

Temné zorné pole přístroje polarisačního vyjasní se ihned, vloží-li se mezi polarisator a analysator průhledná látka buď *dvojlomná* buď *cirkulárně* aneb *ellipticky polarisující*.**)

Vložíme-li mezi turmalinové klišťky průhlednou desku z *vápence dvojlomného*, jejíž rovnoběžné stěny kolmo na osu optickou jsou přibroušeny: spatříme, postavice *prvé turmalín* na *temno*, soustředné duhovými barvami lemované a *temným křížem* proložené prstence (na způsob Newtonových kroužků),



Obr. 106.

1050

1051

1052

1053

*) Nicol 1828.

**) V paprsku *cirkulárně* aneb *ellipticky* polarisovaném děje se chvění světlového étheru v kruzích aneb *ellipsách*, jichž roviny na *směru paprsku* kolmo stojí.

jichž původ se vykládá *interferencí* polarisovaného světla. (Arago r. 1811, Brewster 1813, Young 1814*).

1054 R. 1811 objevil Arago, že rovina polarisační krystaly křemenovými a některými kapalinami se vychyluje (v pravo nebo v levo se otáčí). Biot (1812—18) udal zákony tohoto výjevu.

1055 R. 1845 dokázal Faraday *otočení polarisační roviny galvanickým proudem* aneb *silným elektromagnetem*.

*) Velikost otočení polarisační roviny paprsku přímočárně polarisovaného závisí jednak na mocnosti proudu (neb na síle elektromagnetu), jednak na délce sloupce kapaliny, kterou světlo prochází, v poměru přímém. (Wiedemann 1851.)

1056 Vlivem magnetičnosti stávají se z prostředí opticky *jednolomných dvojlomná*.

1057 Kapaliny v optickém ohledu *neutralné* stávají se působením *obíhajících* okolo nich *galvanických proudů cirkulárně polarisujícíchmi*. (Faraday 1845).

1058 *Užívání polarisovaného světla*. Sem patří: *Polarisační cirkroměr* čili *sacharimetr*, Aragovo *polarisační hledítko* (1835), kterým lze skaliska a předměty pod vodou pozorovati, *očníce ku zpytování světla hvězd*, je-li světlo původní aneb odražené, *k poznání drahokamů* na základě polarisačního úhlu na př. *diamantu* (70°), *k určení krystalových soustav* v nerostopisu a j.

*) Prstence tyto jsou v určitém krystalu tím *menší*, čím kotouček jeho jest *tlustší*; průměry jejich jsou v převráceném oddvojnásobném poměru ku tloušťce krystalu a prstence stávají se *vejčité* okrouhlými, když osa optická na // plochách krystalu nestojí z úplna kolmo. Vyskytují se buď v jedné buď ve dvou skupinách.

Tlusté kusy skla, které byvše *prvé* rozžhaveny a pak *náhle* ochlazeny za *týchž* podmínek do stroje polarisačního se vložily, jevíly podobné barevné obrazce jako vápenec dvojlomný a jiné krystaly téhož druhu. (Výjev ten pozorovali poprvé *Seebeck* a *Brewster*.) *Wertheim* našel konečně, že též *silným* stlakem (lisováním) (obr. 106. v pravo) nabývá obyčejné sklo vlastností krystalů dvojlomných, dokud jednostranný silný tlak na plochu jeho působí (paví oka, lemniskaty).

~~~~~

## VII. Nauka o teple.

### Úvod.

Dotýkáme-li se hmoty svým tělem, cítíme, že jest buď 1059  
*teplá* buď *studená*. Každá hmota může býti v rozličných  
dobách teplá i studená t. j. chovati v sobě buď větší, buď  
menší množství tepla. Hmot bez všeho tepla naprosto není.

Teplo působí v každou hmotu. Dotýká-li se teplá hmota 1060  
A jiné hmoty studené B, znamenáme vždy, že teplá hmota  
chladne a studená se otepluje. Z teplé hmoty vychází tudíž  
teplo samo sebou, hmota chladne.

Každá hmota jeví jakousi snahu sdíleti se o své teplo 1061  
se hmotami jinými. Snaha ta jest tím větší, čím jest hmota  
teplejší a slove její *teplotou*. Původem a příčinou teploty  
hmot jest *teplo*.

Jest-li více hmot nestejně teplých ve styku, tu teplejší 1062  
z nich chladnou a chladnější se oteplují, až konečně všechny  
stejnou teplotu si osvojí.

Působení tepla neomezuje se pouze na hmoty dotýka- 1063  
jící se vespolek (teplo vedené), nýbrž se jeví též na hmotách  
vzdálených (na dálku). Teplo to nazývá se *sálavým*.

Teplo *vedené* i *sálavé* jeví ve hmotách účinky téhož rázu 1064  
a sice: 1) Mění objem hmot roztahujíc je do délky, šířky i  
výšky. 2) Mění skupenství hmot. 3) Jeví účinky elektrické,  
magnetické. 4) Účinky světla. 5) Účinky chemické.

### A. Účinky tepla.

#### 1) Roztahování hmot, thermometrie.

Zvýšením teploty *nabývá* téměř každé hmoty a naopak 1065  
hmota chladnoucí se *smršťuje*. Kapaliny se roztahují teplem  
více než hmoty tuhé a vzdušiny ještě více. (O výjimkách  
později).

Roztahování hmot tuhých a kapalin nelze nikterak za- 1066  
meziti, roztahování však plynů a par může pevnými stě-  
nami nábovy úplně aneb aspoň částečně býti zabráněno.

1067 Velikost rozprostranění hmot teplem v určitých mezích vypočítává se t. zv. koeficientem (poměrem) roztahu. Meze ty jsou: teplota tajícího ledu (sněhu) a vařící vody při normálním tlaku vzduchu (bod mrazu a bod varu).

1068 Děje-li se roztahování hmoty v obvodu určitých teplot způsobem rovnoměrným, můžeme ze změn jejich rozměrů uzavíratí o teplotě obklopujících je hmot jiných. K účelu tomu se hodí nejlépe kapaliny na př. rtuť, líh v tenkých skleněných trubicích uzavřené. Nástroje toho druhu slovou teploměry.

1069 Základem teploměrů toho druhu jsou dva *stálé* body, kterých dostupuje rtuťový sloupec jednak v tajícím ledu (bod mrazu), jednak ve vařící vodě (bod varu). Vzdálenost obou těchto bodů dělí se buď na 80 (Réaumur), buď na 100 (Celsius), buď na 180 stejných dílců (Fahrenheit), které slovou stupně.

1070 Bod mrazu se označuje  $0^{\circ}$  (Réaumur, Celsius) aneb  $32^{\circ}$  ( $F$ ) stupně pod ním udávají zimu. Převod stupňů tepla těchto teploměrů vyznačují rovnice:

$$R = \frac{4}{5} C = \frac{4}{9} (F - 32) \dots 1)$$

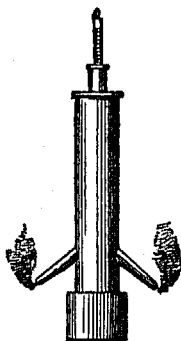
$$F = R + C + 32 \dots 2)$$

V obr. 107. vypodobena nádoba z plechu, ve které do vařící vody ponořena rourka teploměrná k ustanovení bodu varu. Obr. 108. znázorňuje hotový již teploměr se dvojití stupnicí.

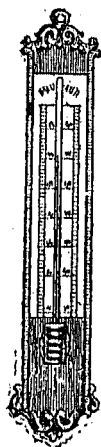
1071 Nejobyčejnější jsou teploměry *rtuťové*, líhových se užívá výhodně ku měření stupňů zimy, ježto líh zůstává tekutým, když i rtuť zimou křehne ( $-39^{\circ}$ ). Mimo tyto jsou ještě jiné teploměry: a)

z *pevných kovů* (Holzmann, Breguet, Stöhrer, Lamont a j.); b) *vzduchové*; c) *hypsometry* (výškoměry). (Wollaston.)

1072 Zvláštní dva druhy teploměrů jsou: a) *teploměry rozdílové* (diferencialní, Leslie), jimiž rozdíl teplot dvou blízko sebe položených hmot se poznává; b) *teploměry maximální a minimalní*, kterými nejvyšší a nejnižší stupeň tepla volného vzduchu v době 24 hodin se pozoruje.



Obr. 107.



Obr. 108.

V obr. 109. spatřujeme takový přístroj složený ze dvou teploměrů (líhového a rtuťového), který ocelovým válečkem nad sloupcem rtuťovým a podobným skleněným nad sloupcem líhovým označuje největší a nejmenší teplotu určité časové doby na př. dne.

*Žaroměry* čili pyrometry. Tak nazývají se nedokonalé dosud přístroje, jimiž vysoké stupně tepla (žáru) se udávají (Regnault, Wedgwood, Borda, Siemens).

Každá hmota roztahuje se teplem *jinak*. Oč její délková jednotka oteplením o  $1^{\circ}$  C. se vytahuje, sluje jejím činitelem (koeficientem) roztahu (podélným) =  $\alpha$  (plošný =  $2\alpha$  a prostorný =  $3\alpha$ ). Délka při  $t^{\circ}$  C. jest  $l = (1 + \alpha t) l_0$ .

Rozažlivost hmot pevných na délku možno pozorovati a též měřiti přístrojem *Muschenbröckovým* (r. 1789).

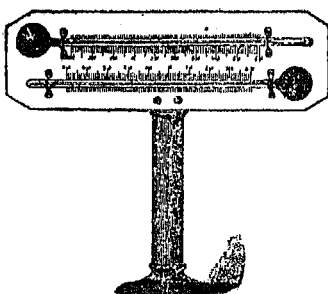
V obr. 110. spatřujeme dvě tyče z různorodých kovů, upevněné (na pravo) šrouby. Druhé jejich konce roztahují se teplem, působí v pákové ústrojí a pošunují ručičky na kruhové stupnici každá tyč jinak, ač je obhřívá týž zdroj tepla. Místo kahanů líhových možno užití nádoby s vodou, které z dola se zahřívá od  $0^{\circ}$  na  $100^{\circ}$  C.

Výtažek její pro  $100^{\circ}$  jest  $\lambda = s \cdot \frac{r}{R}$ ; tudíž  $\alpha = \frac{\lambda}{100}$ , kde  $s$  značí počet stupňů,  $r$  a  $R$  ramena ručičky ukazující tyto stupně.

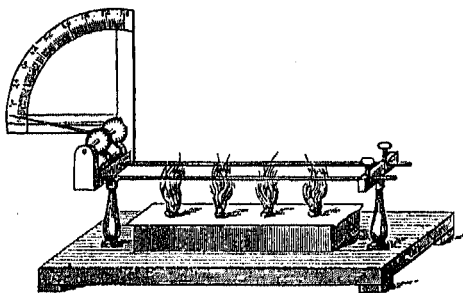
*Užívání.* Redukování délky měřitek, výšky tlakoměrné, opravy měrných vah, kompensace hodinových kyvadel a kapesních chronometrů, kladení železných kolejnic (šín) přestávkovitě a j. v.

Kapaliny se roztahují patrněji teplem než hmoty tuhé a mají *rozdílné* koeficienty roztahu.

Ještě více se roztahují vzdušiny (plyny a páry), a ty mají



Obr. 109.



Obr. 110.

všecky *stejně velké* činitele roztahu totiž:  $0\cdot00366 = \frac{1}{273}$  původního objemu. (Zákon Gay-Lussacův.)

*Výjimky:*

a) *zduřlivé*: hmoty vodnaté jako hlíny, syrové dřevo, ovoce, maso a j. v. teplem se smršťují, pozbývajíce své vody, která teplem se roztahuje a vypařuje;

b) *skutečná*: voda pod  $4^{\circ}$  C. teplá až do zámru roztahuje se a stává se takto poměrně lehčí. Zjev to pro říší ústrojenstva veledůležitý.

Na roztahování vzduchu teplem se zakládají větry v ovzduší.

## 2) Změna skupenství.

- 1079 Zvýší-li se jak náleží teplota hmoty tuhé, stává se tato kapalnou (taví se, taje\*).
- 1080 Tavení hmot počíná za určité *stálé* teploty, která pro každou hmotu jest *jiná a bodem tavení* slove.
- 1081 Bod tavení kovových slitin jest mnohem níže než průměrná teplota z jednotlivých kovových součástí, když tyto se taví.\*\*)
- 1082 Hmoty tavící se měnívají svůj objem. Obyčejně jich nabývá, někdy však se též smršťují na př. *led*, který téměř o  $\frac{1}{11}$  svého objemu se sráží, tak že měrná jeho váha =  $0\cdot917$ .
- 1083 Bod tavení závisí poněkud též na tlaku spočívajícím na povrchu hmoty; zvyšuje se totiž tlakem u hmot, kterých tavením ubývá. (Dle Thomsona pro tlak 1 atmosféry o  $0\cdot0075^{\circ}$ ).
- 1084 Kapaliny náležitě ochlazené *tuhnou*. Teplota, za které se to děje, souhlasí z pravidla s onou, za které tuhé hmoty kapalnými se stávají (s bodem tavení shoduje se přibliživě bod tuhnutí.\*\*\*)

\*) *Výjimky*. Uhlík známe jen v tuhém skupenství. Některé hmoty rozprchají se spíše než se taví (arsen, salmiak). Hmoty složité na př. uhličitán vápennatý a j. hlavně *ústrojně* rozkládají se dříve než kapalněji.

\*\*\*) Slitina *Rose-ova* (2 *Bi*, 1 *Pb*, 1 *Sn*) taví se při  $94^{\circ}$  a Woodova při  $76^{\circ}$ , ač *Bi* při  $264^{\circ}$ , *Pb* =  $325^{\circ}$ , *Sn* =  $228$  teprv se taví.

\*\*\*) Děje-li se ochlazování znenáhla a za úplného klidu, sníží se bod tuhnutí značně; voda na př. zůstává pak i při  $-10^{\circ}$  kapalnou. Roztoky, vodu mořskou, siran sodnatý a j. lze ochladiti pod 0.

*Vypařování.* Kapaliny jak náleží oteplené stávají se 1085  
vzdušinami. Ve skupenství tomto slovou páry a děj ten *vy-*  
*pařování.*

Za obyčejného tlaku ovzduší jeví každá kapalina při 1086  
určité teplotě bouřlivý přechod v páry. Výjev ten slove  
*vřením* a teplota vařící kapaliny *bodem varu*.

Bod varu jest téměř pro každou kapalinu jiný a ne- 1087  
zvyšuje se dalším přiváděním tepla. V kapalném stavu nelze  
tekutinu nad bod varu (za obyčejných okolností) otepliti.

Jak ku tavení tak i ku vypařování spotřebuje se jisté 1088  
množství tepla, které se nazývá *teplem skupenským*.

*Páry a výpary.* Páry vznikají z vařící se kapaliny a 1089  
výpary se vyvíjejí za každé teploty a to a) klidně, b) toliko  
na povrchu kapalin beze všech bublin.

V prostoru uzavřeném děje se vypařování až do *nasy-* 1090  
*cení* jeho parami; v prostoru otevřeném však bez obmezení  
(neustále).

Páry náležitě ochlazené srážejí se opět v kapky (ka- 1091  
palnější) a to z pravidla při teplotách nestejných závislých  
na jakosti páry a na její hustotě.

Hmoty chladnou tím rychleji, čím jsou teplejší t. j. čím 1092  
jest větší nadbytek jejich teplot nad teplotu obklopujícího  
je vzduchu nebo vody.

## B. Šíření tepla.

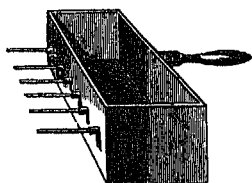
### 1) Teplo vedené.

Hmoty, které teplo snadno přijímají a do dálky rychle 1093  
dopravují, slovou *dobrými*, jinak *špatnými* vodiči tepla. Každá  
hmota rozvádí teplo jinak rychle. Nejlepší vodiči tepla jsou  
*kovy* (*Ag.*), nejšpatnější *vzdušiny* přepравující teplo do dálky  
jen prouděním. Voda zahříváná z dola jest dobrým, zahří-  
vaná s hora špatným vodičem tepla a podobně každá jiná  
kapalina.

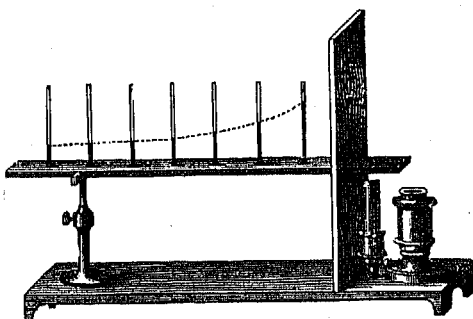
Vodivost tepla závisí na *skupenství hmoty* a na její *prů-* 1094  
*řezu*; zkouší se rozličnými přístroji, z nichž jeden (Ingen-  
houssův) vyobrazen v příl. obr. 110. Jiný přístroj toho druhu  
slouží též ku zkoušení tepelné vodivosti kovových tyčí



obr. 112, v nichž v stejných od sebe vzdálenostech rozestavené teploměry teploty těch kterých míst tyče ukazují (naznačeno tečkovanou křivkou.)



Obr. 111.



Obr. 112.

V obr. 111. spatřujeme přístroj *Ingenhoussův*. Jest to nádoba z plechu se řadou otvorů po stranách, do kterých se zabodují tyčinky z rozličných kovů, povlečené vrstvou obyčejného vosku. Nalijeme-li do nádoby horkého (vařícího) oleje neb vody, taje vosk na lepších vodičích tepla (při stejném měrném teple) dříve než na vodičích tepla špatnějších.

1095 *Zákon Depretz-Biotův*. Ukazují-li v obr. 112. všechny teploměry *stálé* teploty, jest součet teplot dvou teploměrů ob jeden dělený teplotou teploměru mezi nima postaveného veličina stálá t. j.  $\frac{t_1 + t_3}{t_2} = \text{Const.}$  Čím větší tento podíl, tím větší vodivost tepla té které kovové tyče. Stálou teplotu jeví ty teploměry, když tepla přivedeného ze zdroje tepelného za určitou dobu jest tolik, kolik ho za touž dobu sáláním do okolí uchází.

1096 Vydává-li hmota ze sebe do okolí tolik tepla, kolik ho odtud v stejné době přibírá, zůstává její teplota na stupni stálém. (*Zákon t. zv. pohyblivé rovnováhy tepla*).

1097 Obložíme-li hmotu odevšad špatnými vodiči tepla, zůstává, jest-li teplá, teplou a studená-li studenou. (Obydlí lidská, oděv, lednice a p. v.)

1098 Z kovů jsou nejlepšími vodiči tepla *stříbro* a *měď*. Vodiči prostředního rázu (polovodiči) jsou nerosty a posledního hmoty kypré jako láva, uhlí, dřevo a j.

1099 Kapaliny jsou z pravidla špatnými vodiči tepla. Z dola zahřívány dopravují však prouděním teplo dosti rychle nahoru.

Nejšpatnější vodiči tepla jsou však plyny rozvádějící 1100  
je téměř výhradně jen prouděním.

\*) Jemnými nástroji lze přece jakýchsi známek vodivosti tepla u plynů se dopátrati. Drát platinový, elektřinou do běla rozžhavený září *děle* ve vzduchu a v kyselině uhličité než ve vodíku, protože tento rychleji mu teplo odjímá.

## 2) Teplo sálavé.

Položíme-li proti hmotě teplé (slunci, kamnům) hmotu 1101  
studenou a temnou, otepluje se tato více než vzduch mezi  
oběma obsažený. Oteplení její klesá však ihned na stupeň  
nižší, jakmile mezi obě hmoty postavíme stěnu bránivou.

Tento druh tepla slove *teplem sálavým* a působení jeho 1102  
do dálky se děje paprsky tepelnými.

Paprsky sálavého tepla lze pozorovati jemnými stroji, 1103  
které je zachycují a jeví. Sem patří:

- a) teploměr rozdílový (diferencialní),
- b) sloup thermoelektrický spojený s jemným galvanoměrem.

*Vlastnosti paprsků sálavých.*

Paprsky sálavého tepla rozšiřují se ve stejnorodých pro- 1104  
středích směry přímočarými.

Rozbíhají se na vše strany rychlostí ohromnou a moc- 1105  
ností jejich ubývá do dálky v poměru čtvercovém.

Z určitého bodu *A* sálají paprsky tepla na rozličné 1106  
strany mocností nestejnou. Intensity jejich přibývá jako sinusů  
úhlů, jež jejich směry uzavírají se stěnou hmoty, ze které  
sálají. (Věta Fourierova).

Odrážejí se od ploch hladkých jako paprsky světla. 1107

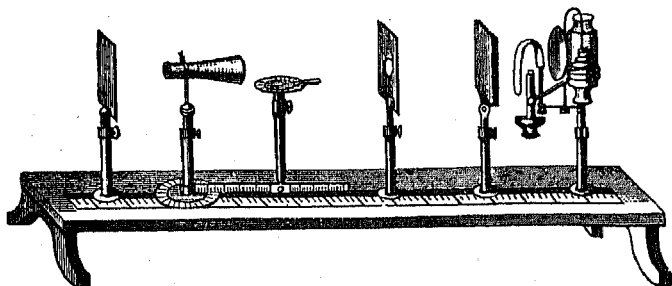
Pronikají sklo a jiné průhledné hmoty lámajíce se v nich 1108  
jako světlo.

Umělými pokusy lze na nich též pozorovati výjevy 1109  
interference, ohybu, dvojlomu i polarisace jako u světla.

Paprsky slunečního *světla* i *tepla* neliší se *v podstatě* od 1110  
sebe *ničím*. Jediný rozdíl znamenáme *v délce jejich vln*, které  
jsou u tepla delší než nejdelší vlny světla červeného, pročež  
jest i rychlost jejich menší než rychlost světla.

Teplo sálavé jest neviditelné čili jaksi nedospělé ještě 1111  
světlo a světlo opět nejdokonalejší teplo sálavé (viditelné).

\*) Všecky zde uvedené vlastnosti sálavého tepla lze zkouseti přístrojem *Melloni-ho*, který jest vypořoben v příl. obr. 113. a k němuž patří ještě jemný galvanoměr (viz obr. 74.). (Forbes 1835, Melloni 1836, Knoblauch 1839 a j.)



Obr. 113.

- 1112 Hmoty propouštějící teplo sálavé slovou *průteplivými*, které je však od sebe odrážejí nebo do sebe vlykají (pohlcují), *neprůteplivými*.
- 1113 Hmoty průhledné jsou též průteplivé a to u větší míře než hmoty neprůhledné.
- 1114 Nejprůteplivější ze všech hmot jsou plyny *jednoduché*. Sál kuchyňská propouští téměř všechny paprsky slunečního vidma, jež se nazývají *předčervenými*.
- 1115 Průteplivosti přibývá s teplotou hmoty sálací. Desky skleněné propouštějí na př. 36% paprsků sálavých, vycházejících ze hmoty na 400° oteplené.
- 1116 Voda, led, kameneč, roztok jódu a j. jsou hmoty *neprůteplivé* (athermanní).
- 1117 Paprsky tepla sálavého vycházející z různorodých hmot propouští hmota jiná ve množstvích nestejných (thermochroma čili barvivost tepla).
- 1118 Čím více sálavého tepla některá hmota do sebe vlyká, tím více se otepluje a tím větší množství tepla sálá pak do okolí sama.
- 1119 Každá hmota sálá ze sebe teplo a pohlcuje takové od jinud vysálané. Je-li množství vysálaného hmotou tepla větší než přijatého, ochlazuje se; je-li to naopak, otepluje se. Jsou-li konečně obě množství sobě rovna, teplota hmoty zůstává *stálou*.
- 1120 Množství tepla, které ze hmoty *A* do hmoty *B* v určité době přechází, závisí: 1) na množství tepla, které hmota *A*

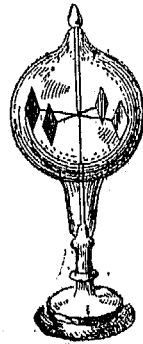
vůbec ze sebe sálá; 2) na množství jeho, které hmotě *B* se dostává; 3) na chopnosti hmoty *B*, kterou jeví k teplu sálavému.

Mohutnost sálati teplo slove *sálavost* a mohutnost *vlykati* (pohlcovati) teplo *vlykavost* hmoty. 1121

Sálavosti hmoty přibývá s její teplotou. Mohutnost sálací jest tím větší, čím značnější jest mohutnost *vlykací* (absorbční). Součinitel *absorbečnj* jest úměren se součinitelem výsalu (emissným). 1122

Sálavé teplo odráží od sebe hmoty, jsou-li dosti pohyblivé. Tyto jeví pak jakousi snahu vzdáliti se od zdroje sálavého tepla. 1123

Na výjevu tom zakládá se *Crookův radiometr* obr. 114. Záleží z lehounkých lopatek otáčivých jemně okolo kolmé osy v nádobce skleněné, odevšad neprodyšně zatavené a co možná vzduchoprázdné. Lopatky ty jsou po jedné straně lesklé a po druhé však temně natřeny. Dopadá-li pásmo paprsků tepelných (viditelných nebo neviditelných) na přístroj ten, pohlcují temné lopátkové plochy více tepla než světlé a sálají ho tudíž též více nazpět. Molekuly zředěného vzduchu se takto sálavým teplem uvádějí v *čilejší* pohyb a narážejí zpět na sálavé stěny lopatek, které těmito nárazy se uvádějí v rychlé kolování směrem *zpátečnjm* (přihlížíme-li totiž k temným stranám lopatek) a směrem *ku předu* ochladíme-li celý přístroj.



Obr. 114.

### C. Jímavost tepla a teploměrství.

Množství tepla, kterého jest třeba ku *zvýšení teploty* jednoho kilogramu vody o  $1^{\circ}$  C., sluje *kalorie* (teplina). 1124

Počet kalorií, obsažených v *určitém* množství vody *jakékoliv teploty*, rovná se součinu z *její váhy* (v kilogramech) a teploty. 1125

Kolik stupňů tepla nad nullou 1 kg. vody jeví, tolik *kalorií* tepla v sobě drží. 1126

*Určité množství* tepla není s to, aby teplotu *rozličných* hmot stejné váhy o *stejný počet stupňů* zvýšilo; hmoty mají *rozličnou jímavost* (chopnost) tepla. 1127

*Měrným teplem* hmoty nazýváme ono *množství kalorií*, kterých třeba, aby jednotka její váhy (1 Kilogram) o  $1^{\circ}$  C. se *oteplila*. Součin z *měrného tepla* a *prosté váhy* hmoty na- 1128

zývá se *rovnomocné množství tepla*, neb *vodní jeho hodnota* a udává, kolik jednotek vodních dle váhy jest třeba, aby se jimi množství tepla v té které hmotě obsaženého nahraditi mohlo.

1129 Všecky hodnoty měrného tepla, vyjímaje jedinou (vodíku), jsou právě zlomky; vedle *vodíku* má tudíž *voda největší chopnost* tepla.

1130 Měrného tepla hmot *přibývá s rostoucí jejich teplotou*; hodnota jeho se mění dle *rozdílných poměrů hustoty a skupenství* té které hmoty.

1131 Poměr mezi množstvím kalorií nějaké hmoty a mezi množstvím kalorií *vody téhož krychlového obsahu* a též teploty nazývá se *teplem relativním* (vztažným). *Vztažné teplo* se rovná *součinu z měrné váhy a měrného tepla hmoty*.

1132 *Plyny mají stejné vztažné teplo*, měrná jejich tepla jsou *v poměru nepřímém s jejich hustotami*.

1133 Shustěním plynu *snižuje se* přiměřeně *měrné teplo* jeho; *zředěním* však se *zvysuje*. *Stlačujeme-li* tedy plyn, *zvysujeme* jeho teplotu, a *zředujeme-li* plyn, *snižujeme* jeho teplotu.

1134 Součin z *chemické rovnomocniny hmoty a měrného jejího tepla* jest pro každý téměř prvek *veličinou stálou*, jejíž hodnota kolísá mezi  $3_{02}$  a  $3_4$ , z čehož jde, že atomy rozličných prvků stejným množstvím tepla stejně mocně se oteplují. Součiny tyto slovou *teplo atomové* (Kopp 1864).

1135 *Měrná tepla tuhých prvků* jsou *v poměru nepřímém s jejich chemickými rovnomocninami*. (Zákon Dulong-Petitův.)

1136 Tž zákon platí také o hmotách složených, *souhlasné chemické sestavy*, t. j. o členech sloučenin řady řečené *rovnovárné* (*isomorfní*). (Zákon Neumannův). Výslední teplota smíšeniny dvou stejnorodých hmot se rovná *součtu kalorií v nich obsažených, dělenému součtem jejich hmotností* (pravidlo Richmannovo).

$$\tau = \frac{MT + mt}{M + m} \dots \dots 1)$$

1137 Značí-li  $M$  a  $m$  *prosté váhy*,  $T$  a  $t$  *teploty*,  $C$  a  $c$  *měrná tepla* dvou hmot před smíšením nebo ponořením jedné z nich v druhou, jest výslední *společná teplota* obou:

$$\tau = \frac{MCT + mct}{MC + mc} \dots \dots 2)$$

Pro hmoty stejnorodé (na př. voda s vodou, rtuť se rtuťí 1138  
a j.) jest  $C = c$ , a pak vychází ze vzorce 2) vzorec 1).

Teplotu *žhavých hmot*, jichž měrná tepla a prosté váhy 1139  
známe, lze určití *zvýšením* teploty, kterou tyto hmoty v ur-  
čitém množství vody, byvše do ní ponořeny, způsobují, takto:  
Značí-li  $M$  prostou váhu,  $S$  měrné teplo a  $x$  neznámou teplotu  
žhavé hmoty na př. železné koule,  $m$  prostou váhu vody  
teploty  $t$ , do které koule se byla ponořila, a jest-li  $\tau$  společná  
teplota po vyrovnání teplot obou smišeneců: můžeme, před-  
pokládajíce, že ze žhavé hmoty žádného tepla do vzduchu ne-  
ušlo, její ztrátu tepla  $MS(x - \tau)$  postaviti na roveň množství  
tepla  $= m(\tau - t)$ , kterého voda ponořenou hmotou nabyla,  
z čehož pak jde, že  $x = \frac{(MS + m)\tau - mt}{MS}$ . Byla-li voda le-  
dová, jest  $t = 0$ , a  $x = \frac{(MS + m)\tau}{MS}$ .

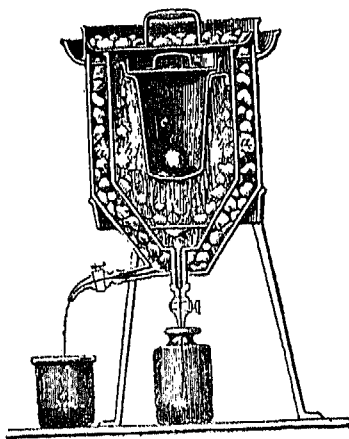
Měrné teplo hmot určuje se způsobem trojím a to na 1140  
základě těchto pravd:

- Stejně váhy rozličných hmot, jevících stejné teploty, taví nestejná množství ledu (základ kalorimetru ledového).*
- Stejně váhy rozličných hmot stejné teploty zahřívají totéž množství vody nestejně.*
- Hmoty stejně těžké a stejně teplé opatřené umělým způsobem povrchem stejným neochlazuje se ve vzduchu v stejných dobách stejně mocně.*

Stejně snížení (klesání)  
jejich teplot děje se teprv  
v dobách úměrných s měrnými  
teply těchto hmot.

Určování měrného tepla  
se děje *kalorimetrem* na zá-  
kladě vzorce:  $mt = 79n$ , ve  
kterém značí  $m$  váhu,  $t$  te-  
plotu,  $c$  neznámé měrné teplo  
pevné hmoty (koule u vnitř),  
 $n$  pak množství hmotou roz-  
taveného ledu v kilogramech.

Z čehož jde:  $c = \frac{79n}{mt}$  . . . . 3)



Obr. 115.

Obr. 115. znázorňuje *kalorimetr*. Jest to nádoba plechová s dvojitými

sténama, mezi nimiž se nalézá led. Podobně i ve víku (poklopu). Do vnitřního košíku hodí se hmota obřátá na určitý stupeň tepla atd. Do podstatené prostřední nádoby chytá se voda, která teplem ponořené hmoty z roztaveného ledu povstala.

- 1143 Totéž množství hmoty dle váhy ale *rozličného skupenství*, jevíci touž teplotu, obsahuje v nitru svém rozličná množství tepla, jiné množství ve skupenství tuhém, jiné v kapalném a opět jiné ve skupenství plynném.

#### D. Teplo utajené a jeho působení.

- 1144 Teplo, které ve hmotě se nalézá, avšak ani pocitem, ani teploměrem se nejeví, slove teplem *utajeným*.
- 1145 Hmota tuhá může jen do jistého stupně býti ohřáta. Překročíme-li stupeň ten, *mění* buď své *skupenství* (taví a vypařuje se) nebo se *lučebně rozkládá*.
- 1146 Každá hmota se taví při *jiné*, avšak *určité teplotě*, *bod tavení* jest stálá teplota, jakou jeví hmota pevná, dokud se taví až do konce tavení.
- 1147 Jakmile tuhá hmota se roztaví, stoupá ihned její teplota. Naopak tuhnou opět kapaliny při též teplotě, při které taviti se počínají. Tuhnouce vypouštějí teplo ze sebe, které tavením zabavily a v sobě utajily.
- 1148 Teplo utajené udává množství *kalorií*, kterých jesti třeba, aby se *jednotka váhy* té které *tuhé* hmoty, od bodu tavení počítaje, uvedla ve skupenství kapalné, nebo též ono množství tepla, kterého jesti třeba, aby se jednotka *kapalné* hmoty proměnila ve skupenství *plynné* (páru).
- 1149 Rozpouštěním hmot pevných se teplo *poutá* (utajuje) a roztok se ochlazuje (smíšeniny ochlazovací).
- 1150 Tuhnutím hmot roztavených utajené teplo opět se uvolňuje. Teploty roztoku přibývá, vylučuje-li se z něho pevná hmota (krystalováním).
- 1151 Bod *tuhnutí* jest *týž* jako bod *tavení*, pro každou hmotu *stálý* a pro každou *jiný*. Dokud neztuhne celá hmota, zůstává teplota její stálou, načež jí ubývá.
- 1152 Hmota roztavená a pod bod tavení, aniž stuhla, ochlazená, slove *přetavená*; tuhne však okamžitě, jakmile ji uvedeme do styku s tuhou částicí též hmoty, při čemž teplota

její stoupá až k onomu stupni, při kterém hmota sama se tavití počíná.

Téměř každá hmota, která se tavi, roztahuje se a jeví 1153  
tudiž ve skupenství kapalném *menší hustotu*, než v tuhém. Důležitou *výjimku* od tohoto pravidla činí *voda*, jevíc největší hustotu při 4·1° C. nad bodem tavení (mrazu). Z příčiny té jest voda v tuhém skupenství (led) poměrně řidší (lehčí) než v kapalném.

Míra, o kterou se obsah kapaliny, přecházející ve sku- 1154  
penství tuhé, *zmenšuje*, slove *smrštění* a určuje se podílem z krychlových obsahů hmoty kapalné a tuhé, předpokládaje, že obě jeví *týž stupeň tepla*, totiž teplotu bodu tavení.

Velikost smrštění při *jedné a též* hmotě *není veličina* 1155  
*stálá*, nýbrž závisí na *rychlejších* nebo *zdlouhavějších tuhnutí* a na rozdílnosti *kryštalinických útvarů* hmoty tuhnoucí.

Stejně váhy kapaliny a páry z ní povstalé utajují v sobě 1156  
při stejných teplotách nestejná množství tepla. Utajené teplo páry vodní udává, kolik kilogramů vody o 1° C. by se ohřálo tím teplem, kterého jest třeba, aby 1 kg. vařící vody úplně se proměnil v 1 kg. páry. Podobně se věc má u jiných kapalin.

*Množství tepla* obsaženého v jednotce váhy *nasyčené páry* 1157  
závisí na jakosti látky, ze které pára pochází a na stupni tepla, jaký pára jeví.

Čím více stoupá teplo *volné*, tím více se zmenšuje teplo 1158  
*utajené* a naopak.

*Utajená tepla nasyčených par* mají se k sobě jako *na-* 1159  
*opak* jejich *měrné váhy*.

## E. P á r y.

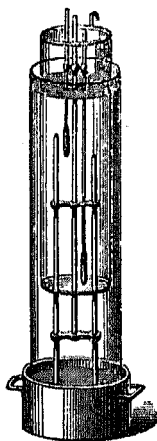
### 1) Vlastnosti par vůbec a vodních zvlášť.

Pára (v širším slova smyslu) jest vzdušina povstalá 1160  
z kapalné nebo z tuhé hmoty. V užším smyslu jest pára vzdušina při vyšších stupních tepla se vyvíjející; pára povstala za obyčejné teploty slove výpar.

Vypařování čili vyvíjení par děje se jen na povrchu 1161  
kapaliny a to při každé nižší teplotě; v prostoru vzducho-  
prázdném náhle, ve vzduchu zvolna.



- 1162 Páry jeví jako plyny ustavičnou snahu rozšiřovati se na vše strany, kterou nazýváme jejich *rozpínavostí* čili *expansí*. Přibývá i ubývá jí zároveň s teplem.
- 1163 Množství par v uzavřené prostoro v určitém čase vyvinutých jest v poměru přímém a) s teplotou kapaliny, která se vypařuje, b) s velikostí prostory, do které se vypařuje. Každá uzavřená prostora přijímá jen určité množství par a to tím větší, čím páry jsou teplejší a čím prostora větší.
- 1164 V prostoru otevřeném děje se vypařování kapalin až do výsechu a zrychluje se a) teplem, b) zvětšením jejich povrchu, c) mechanickým a chemickým pohybem, který vyvinuté již páry odstraňuje (průvan a pohlcování) a d) zmenšením tlaku vzduchu spočívajícího na jejich povrchu.
- 1165 Expanse čili tlak aneb rozpínavost par závisí: a) na jejich teplotě, b) na jejich hustotě v poměru přímém. Tato závislost jest mocnější než závislost na teple.
- 1166 Každý uzavřený prostor může při dané teplotě pojata toliko určité množství par, které jest tím větší, čím vyšší jest jeho teplota.
- 1167 Páry, které v určitém prostoru za určité teploty dosáhly množství největšího, slovou *nasycenými*. O nich se říká též, že mají největší hustotu i rozpínavost (maximum expanse). Daltonův přístroj obr. 116.
- Obr. 116. slouží k pozorování, jak rozpínavosti par s rostoucím teplem vřelkové vody přibývá. Skládá se ze dvou rtuť naplněných tlakoměrných trubic, z nichž jedna v prostoro nade rtuť obsahuje vodní páry.
- 1168 Páry se řídí ve své rozpínavosti zákonem *Mariottovým* potud, pokud nedostoupily maxima napjetí.
- 1169 Jsou-li páry v prostoru odevšad uzavřeném v přímém styku s kapalinou, jeví při každé teplotě největší rozpínavost a to při každé jinou.
- 1170 *Rozpínavost i hustota nasycených par* jest závislá: a) na jakosti látky, z níž svůj původ vzaly, b) na teplotě, kterou jeví.
- 1171 Poslední závislost lze sice počtářskými vzorci na základě pokusů vyznačiti, avšak výsledky těchto vzorců nevhovují dosud všem požadavkům vědy.

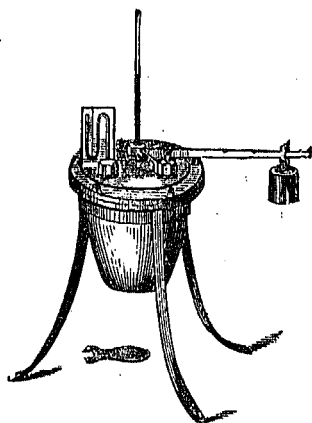


Obr. 116.

Vypařuje-li se kapalina nejen na povrchu nýbrž i u vnitř, říkáme, že *vaří*. Teplota vařící kapaliny závisí na velikosti tlaku spočívajícím na jejím povrchu v poměru *nepřímém*. Pod stejným tlakem jeví každá vařící kapalina svou zvláštní a stálou teplotu, která se nemění ani když do ní ponoříme hmoty různorodé v ní *nerozpustné*. Každá vařící kapalina tají v sobě teplo. 1172

Teplota, při které rozpínavost par s normálním tlakem 1 atmosféry = 76 cm. se vyrovnává, slove *bodem varu* kapaliny se vypařující. 1173

Obr. 117. představuje *Papinův digestor* s pojišťovací zákloučkou a rtuťovým manometrem k určování expanse páry. Tato se měří též manometry kovovými, jejich základná myšlenka jest znázorněna obr. 122. (Bourdon).



Obr. 117.

Je-li pára teplejší, než podle své expanse a hustoty býti má, slove *přeteplená* (přepálená). 1174

Pára, která jeví menší rozpínavost, než dle teploty své jevíti by mohla, není *nasyčena*. — Oba druhy mohou toliko tam vznikati, kde jest nedostatek vypařující se látky. 1175

Páry nenasycené (hladové) stávají se zhustěním a ochlazením znenáhla nasyčenými a mění se dalším postupem jmenovaných výkonů opět ve hmoty kapalně. 1176

Páry nasyčené srážejí se stlakem aneb ochladem též ve hmoty kapalně, zbytek jejich jeví i v tomto i v předešlém případě *největší hustotu* i rozpínavost. 1177

Plyny, kterých posud nebylo lze zkapalniti, patří dle výměru předešlého k druhu par nenasycených. 1178

Ochladí-li se na některém místě nádoba, ve které jest pára uzavřena, klesne expanse páry na stupeň nižší, ochlazení nádoby přiměřený. (Základ kondensace. J. Watt.) 1179

Zhustění (kondensace) par děje se nejlépe hmotou kapalnou téhož rodu, avšak teploty mnohem nižší. Výjev tento jest podoben náhlému tuhnutí roztavených hmot pevných, když je s pevnými hmotami nižší teploty ve styk uvedeme. 1180

- 1181 Kapalina *vše klidně* a pravidelně, dotýká-li se všudy dna a stěn nádoby, jinak *vše nepravidelně* (vyskakující ob čas klokotem do výše).
- 1182 Kapka vody, též jiné kapalné tekutiny, spuštěna jsouc na žhavou plochu platinovou (nebo železnou), nedotýká se jí a nevypařuje se na ní, jak se dříve za to mělo, rychle, nýbrž zmítá sebou po delší dobu sem tam jsouc nesena pružností oparu, který kol ní se utvořil a náhlé její vypařování svým tlakem zdržuje. (Pokus Leidenfrostův.)
- 1183 Hustota par se měří:
- a) hustotou vody,
  - b) hustotou vypařující se látky,
  - c) hustotou vzduchu aneb vodíku 0° teploty a 760 mm. tlaku,
  - d) hustotou vzduchu, který jeví stejnou rozpínavost a teplotu jako pára.
- 1184 Smísíme-li dvojí páru ve společné nádrži, jeví smíšenina jejich takovou *napjatost*, jakou by jednotliví smíšenci dle své *teploty a hustoty dohromady* měli. (Dalton 1803).
- 1185 Je-li v jedné a též nádobě *plyn a pára* a jest-li tato v přímém styku s kapalinou, ze které se vypařuje, zůstává expanse páry (při stejné teplotě) veličinou stálou, ať se prostor nádoby jakkoliv *zvětší*; rozpínavosti plynu však ubývá, tak že následkem toho expanse smíšeniny se v celku *zmenšuje*.
- 1186 *Stlačí-li se smíšenina z plynu a nasycené páry* na menší prostoru, zůstává rozpínavost této beze změny, ale rozpínavosti onoho, tudíž i smíšeniny přibývá.
- 1187 Stejně váhy vody (nebo jiné kapaliny) a z ní povstalé páry obsahují v sobě při stejných teplotách nestejná množství tepla.
- 1188 *Pára utajuje* (poutá) u svém nitru *teplo*, které opět ze sebe pouští, když v kapalné skupenství se vrací čili sráží.
- 1189 Vypařuje-li se hmota, aniž jí od jinud teplo přivádíme, *ochlazuje se* při tom zároveň a naopak, sráží-li se pára studenou kapalinou, *ohřívá se* kapalina ta uvolněním utajeného tepla páry.
- Na prvním výjevu se zakládá umělá *výroba ledu* (mrazidlo Carré-ovo), na druhém, *topení parou*.

## 2) Vlhkost ovzduší.

Ovzduší (atmosféra), které obklopuje naši zeměkouli, 1190  
jest směšenina suchého vzduchu a mokrých vodních par, které  
však málo kdy jsou ve stavu nasycenosti.

Vzduch atmosférický jest parami *nasycen*, když páry 1191  
v něm obsažené mají *největší hustotu a největší rozpínavost*,  
kterou dle své teploty jeviti mohou.

Váha par obsažených v 1 krychlové jednotce vzduchu, 1192  
slove jeho *vlhkost* a to *prostá*; podíl z této váhy a z váhy  
par *nasycených*, které po případě při stejné teplotě též prostor  
by vyplňovaly, má název *relativní vlhkosti*.

Tato vyznačuje se obyčejně procenty.

*Snižením teploty* snižuje se *napjatost* par ve vzduchu, 1193  
pára se stává zmenáhla nasycenou, z části též kapalnou. Až  
k této změně (nasycení) zůstává velikost absolutní *vlhkosti*  
veličina *stálá*; vlhkosti relativní však *přibývá* až hodnota její  
se rovná 1 čili 100 procent.

*Zvýšením teploty* vzduchu stoupá též *expanse* par v něm, 1194  
páry *pozbývají své nasycenosti* čím dále, tím více a vzduch  
se stává poměrně *sušším*, t. j. relativní vlhkosti stále *ubývá*,  
kdežto absolutní zůstává nezměněna.

Hustota vodních par jest proti hustotě suchého vzduchu 1195  
*těž teploty a expanse* vždy značně *menší*, pročež vrstva vzduchu  
proniknutého parami, jsouc poměrně *lehčí* než stejná vrstva  
vzduchu suchého též teploty a rozpínavosti, vystupuje do  
výše, kde se jednak ochlazuje a k stavu *nasycenosti stále blíží*,  
jednak opět následkem zmenšeného nátlaku s hůry objem  
svůj *zvětšuje* a takto od stavu nasycenosti se opět vzdaluje.

Vzduch obsahuje, jsa ve styku s vodou povrchu zem- 1196  
ského, vždy jakési množství par, jichž úkol v ovzduší jest  
veliké váhy.

Určujice množství par v ovzduší rozeznáváme: 1) *vlhkost* 1197  
*prostou* (absolutní) t. j. množství par obsažených v určitém  
objemu vzduchu na př. v 1 krychl. metru nebo v 1 hektolitru  
vzduchu. 2) *Vlhkost vztahnou* t. j. poměr mezi skutečným  
množstvím par obsažených v jedné krychlové jednotce vzduchu  
určité teploty a mezi jejich množstvím v této jednotce při též

teplotě, kdyby páry ty měly největší hustotu za této teploty možnou.

1198 Vlhkost vztažná udává se obyčejně v procentech vlhkosti největší. Jest-li na př.  $p$  váha vodních par v 1 krych. metru vzduchu teploty  $t^0$  obsažených a  $q$  váha jejich v témž prostoru a při též teplotě  $t^0$ , když mají hustotu co možná největší, vypočítáme vztažnou vlhkost téhož vzduchu dělice  $p$  na  $q$  dílů, nebo v procentech vzorcem:  $f = \frac{100p}{q}$ .

1199 Když vzduch parami nasycený sebe nepatrněji se ochladí, sráží se jistá část par v něm obsažených v jemné kapky (kapalni) a zbytek par jeví hustotu co možná největší.

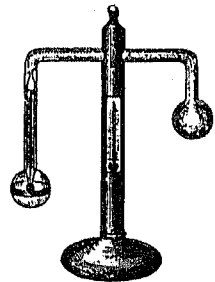
1200 Ochlazuje-li se vzduch  $t^0$  teplý a parami dosud nenasycený, houstnou tyto, čím dále tím více, až při určité teplotě  $t_1^0$  počnou kapalněti. Teplota ta slove *bodem orosení*. K vyčíslení vlhkosti vztažné stačí znalost teplot:  $t^0$  &  $t_1^0$ .

1201 *Vlhkojevy* jmenujeme nástroje, jimiž lze pozorovati změny ve vlhkosti vzduchu. Podstata jejich záleží ve hmotách navlhavých, které ze vzduchu vlykají do sebe páry a tím buď své rozměry (struny, vlasy, kostice) nebo jiné své vlastnosti (váhu, skupenství, barvu a j.) mění.

1202 Nejspolehlivěji určuje se prostá vlhkost vzduchu, když látkami vysušujícími (chlórídem vápennatým) určitému obsahu vzduchu všecky páry se odejmou a množství jejich *přímou* (odvážením vysušující látky před pokusem a po něm) se stanoví.

1203 Vlhkost relativní ustanovuje se přístroji uměle sestrojenými (hygrometry) buď na základě určování *bodu orosení* (vlhkoměr Daniellův 1819), nebo na základě rozdílu teplot dvou jemných a úplně souhlasných teploměrů, z nichž jeden jest suchý a druhý mokrý (psychrometr Augustův 1829).

Daniellův hygrometr (zdokonalen Regnault-em [aspirator]) v obr. 118. skládá se ze dvou teploměrů, jeden (na prostředním stojanu) měří teplotu vzduchu volného a druhý (v levé rource, sáhající do étheru) udává teplotu vzduchu ochlazeného až na bod orosení. Z těchto dvou teplot a ze známých tabulek obsahujících váhy 1 kr. jednotky vlhkého vzduchu pro každý stupeň teploty, lze snadno vypočítati vlhkost toho kterého vzduchu.



Obr. 118.

*Psychrometr Augustův* vypočoben v obr. 119. Kulička jednoho teplo-

měru ovinuta jest jemnou tkaninou sáhající koncem až do podložené a vodou naplněné nádoby, čímž se udržuje stále vlhkou. Z její povrchu vypařuje se voda nepřetržitě do vzduchu a to tím více, čím méně par ve vzduchu jest. Vydatnější vypařování vody působí značnější ochlazování koule teploměrné a následkem toho větší rozdíl v teplotách obou teploměrů. Přístroj ten jest výhodný proto, že možno jím kdykoliv a beze všech zvláštních příprav konati pozorování, má však též svou vadu, která na štěstí jen zřídka kdy se vyskytuje. Ukazuje totiž v době, kdy teplota ovzduší znenáhla pod nullu klesá, teploměr *vlhký* někdy *vyšší teplotu* než suchý. V případech takových vyčísluje se vlhkost ovzduší největší hodnotou (100%).

Vlhkost ovzduší závisí: a) na teplotě vzduchu, b) na množství par obsažených ve vzduchu. Při východu slunce bývá největší a po poledni (mezi 1—2. hod.) nejmenší.

Ochladí-li se na některém místě vzduch pod bod orosení, srážejí se páry v něm obsažené v kapky, čímž vznikají v ovzduší srážky vodní jako jsou: rosa, jíní, mlha, mračna, déšť, sníh, kroupy.

Rosa povstává ochlazením předmětů při samé zemi se nalézajících pod teplotu vzduchu a pod bod orosení nočním výsalem tepla do prostoru jasné noci. Na předmětech se usazují vodní srážky, které jsou-li tekuté, *rosou* a jsou-li tuhé, *jíním* jmenujeme.

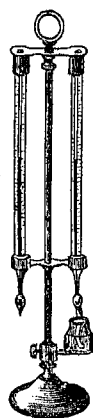
Ochlazují-li se vrstvy vzduchu pod bod orosení, dělá se mlha; tvoří-li se mlha ve vyšších vrstvách ovzduší, vznikají mračna a zatahuje-li konečně mlhavý povlak (velum) jako závoj celou oblohu, říkáme, že jest *pošmíváno*.

Mračna se tvoří nejrychleji, duje-li studený vítr do vzduchu teplého, parami nasyceného. Dle podoby a výšky rozeznáváme oblaky takto: a) řasy (cirrus), b) kupy (cumulus), c) slohy (stratus).

*Řasy* jsou mráčky bělavé, kadeřavé, průsvitné, zajímají prostory nejvyšší, skládají se z jemných ledových jehlic a sněžinek (lid jim říká beránky).

*Kupy* se podobají bakulím, skalám ve vzduchu plovoucím a jsou níže než řasy (lid je zve babky).

*Slohy* jsou rozsáhlé mraky a souvislé, lemující obzorník jako dlouhé hradby.



Obr. 119.

1204

1205

1206

1207

1208

1209

1210

1211

1212 Mimo tyto hlavní rozeznáváme též tvary z nich složené jako: řasoslohy, kuposlohy a řasokupy. *Tuča* jest mrak deštivý a chmúra mrak mlhavý.

### 3) Užívání parní síly.

1213 Vodní páry užívá se k rozmanitým výkonům v obecném životě; a užívání její se zakládá:

a) na značné její *rozpínavosti*, zároveň na jednoduchém a snadném způsobu, jakým velikost čili stupeň této rozpínavosti můžeme *říditi* (t. j. zvyšovati a snižovati);

b) na *množství utajeného v ní tepla*.

1214 Pára slouží k vykonávání rozmanitých prací, jako síla hýbačí (motor); pak k topení čili vyhřívání tuhých, kapalných i vzdušných hmot.

1215 V parostrojích působí pára buď v pevné plochy hmot (písty), které se v dutých válcích neprodyšně sem tam smýkají nebo tlačí přímo na povrch kapaliny, a zdvihá ji do libovolných výšek, aneb konečně působí rázem svým proti vzdušným hmotám.

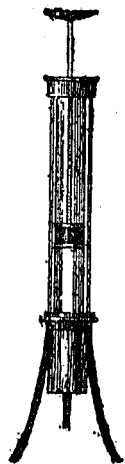
1216 Pára působí buď jen jedním anebo dvěma směry v píst. V prvním případě jej toliko zdvihá, a tlak vzduchu jej opět sráží dolů; v druhém působí v obou směrech, nahoru i dolů, a slove *dvoučinná*. Příklad takového jednočinného tlaku jest Papinův *parní píst* (obr. 120), který *parou nahoru* a tlakem vnějšího vzduchu *dolů* se pohybuje.

1217 Na výjevu tom byly založeny první *parostroje*, řečené atmosférické, které zhotovili Newcomen a Cowley r. 1705.

Sem patří dále parostroje o nízkém tlaku (s hustitelem)\*.

1218 *Přesahuje-li rozpínavost páry tlak jedné atmosféry*, může

a) síla její pohybovati píst *přebytkem* svého tlaku proti *volnému veduchu*,



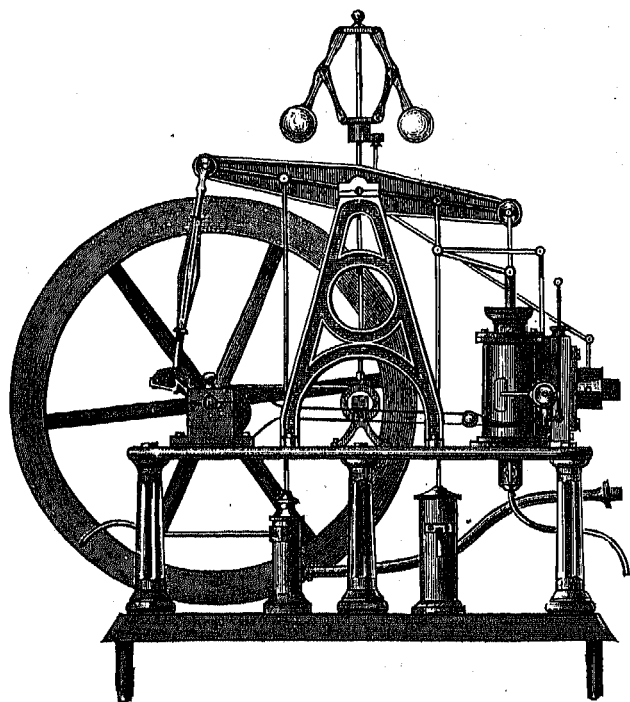
Obr. 120.

\*) Hero 120 let před Kr. Caus 1615. Papin 1687. Savery 1698. Newcomen 1705. Potter (rozdělovatel parní) 1713. Watt 1736 až 1819. Fulton (parní loď) 1807. Stephenson (lokomotiva) 1826.

- b) může kapaliny v otevřených rourách do výšek libovolných zdvihnati,
- c) může při svém výtoku do vzduchu narážeti. Na výjevu tomto založeny jsou parostroje o vysokém tlaku.

Koná-li píst v parním válci, silou páry hnáný, jen část své dráhy *přímým* působením páry a dotlačuje-li pak přes zbytek dráhy pára sama svou *rozpínavostí* píst, říká se o parostroji, že pracuje *rozpínavostí* (expansí). 1219

Užívá-li se páry k *topení*, vede se obyčejně soustavou rour do nádob dutých, někdy též přímo k předmětům, které *ohřívati* se mají, na př. kde se děje *sušení a vaření parou*. 1220



Obr. 121.

Obr. 121 znázorňuje Wattův parní stroj (novějšího zařízení) s vahadlem, setrvačným kolem a dvěma čerpadly (pumpa na tlak a hustovka), s regulátorem pohybu a ostatním prostředkovacím ústrojím (mezistrojím.)

Každý parní stroj se skládá: a) z parního kotle a příslušných k němu přístrojů; b) z parního válce s pístem ne- 1221



prodyšně se pohybujícím a rozdělovatelem parním (šoupátkem); c) z převodiče pohybu přímočarého na pohyb točivý (vahadlo, setrvačnick); d) ze spravovatele pohybu (regulator) a mezistrojů vedlejších.

ad a) V parním kotli vyvíjí se pára náležitého napjetí. Naplňuje se vodou o 4 cm. výše než kam' sáhá plamen ( $\frac{2}{3}$  celého obsahu).

Příslušné k němu přístroje vedlejší jsou;

α) Vodoznak čili trubice zkušební v průčelí kotle umístěná, udává výšku vody v kotli. Těmuž účelu slouží zkušební kohoutky (pípy) a plovadlo. Přílišné klesnutí vody pod výšku vyměřenou a brozící tím nebezpečí hlásá někdy t. zv. vrískavá píšťala parní, jejíž konec dolní sahá do vody a zatčen jest kovem, v páře přes 100° teplé tavitelným.

β) Z přístrojů opatřovacích kotel vodou (obvyčně teplou) jako jsou: pumpy na tlak, injektor Giffardův aneb pouhá roura zásobná, vedoucí z nádrže výše než kotel postavené téměř až na dno kotle (u kotlů zařízených pouze na nízký tlak).

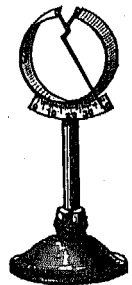
γ) Z přístrojů udávajících sílu páry v kotli čili *manometrů*. Základnou myšlenku takového tlakojevu spatřujeme zobrazenou v příl. obr. 122. Pustíme-li do dutého pera páru, natahuje a zpřímuje se, čímž vzniká pohyb ručičky v průčelí (Bourdon, Schaffer a j.)

δ) Z přístrojů ochranných proti zhoubným následkům z přílišného tlaku páry plynoucím. Jsou to pojišťovací záklopy (obvyčné dvě), někdy též zvonítko elektrické.

ad b) Parní válec má na obou svých koncích otvory k pouštění páry pod a nad píst, kteréž se otvírají a přivírají střídavě rozdělovatelem parním (šoupátkem).

ad c) Střídavý chod pístu (sem — tam, nahoru — dolů) mění se vahadlem (balancier) neb klikou v pohyb krouživý, který těžkým setrvačným kolem (honem) se udržuje v rychlosti rovnoměrné.

ad d) Se hřídelem setrvačnicku jest pohyblivě spojena osa kolmá, na jejíž konci umístěn *regulator*, od kterého vede lomená páka (pohyblivé v kloubech soutyčí) ku klapce přivírací, umístěné v rouře párovodné. Z mezistrojí nejdůmyslnější sestaven jest t. zv. Wattův rovnoběžník, jehož úkolem jest přímé vodění táhla pístového\*).



Obr. 122.

1222

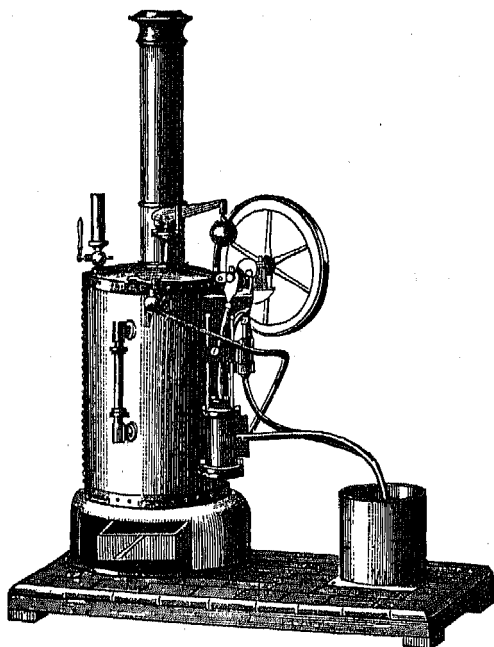
Parní stroje o *vysokém tlaku*, které z místa na místo lze převážeti, slovou *lokomobily*.

Mají z pravidla válcovité, trubkové kotle, na kterých

\*) V nejnovejší době nahradil *Peauceliev* Wattův rovnoběžník *kosočtvercem* dokonalejším.

jsou pevně umístěny. Zvláštní jejich odrůdy jsou *lokomotivy* (parovozy) a parostroje lodní s kolisavými parními válci.

V přiloženém obrazi 123 jest znázorněna taková *lokomobila* dle největšího zařízení s kolmým parním kotlem, vodoznakem, setrvačnickem, pumpou, parní pišťalou atd. Přes obvod setrvačnicka navlečen řemen (transmise), který na druhé straně jest spojen se strojem pracujícím (mláticím, řezacím, vrtacím atd.)



Obr. 123.

*Hybostroje tepla čili motory kalorické bez páry.* Sem 1223 patří:

- a) Motor Ericsonův, pohybující se vyhřátým vzduchem.
- b) Hybostroje plynové, při kterých se malý prostor pod pístem naplňuje výbušným plynem (smíšeninou ze svítiplynu a vzduchu), která se pak zapaluje. Výbuchem plynů způsobený tlak pohybuje pístem v parním válci sem tam. Ostatní zařízení jest jako u parních strojů.

Výhodnost strojů parních a kalorických nezávisí jedině 1224 na velikosti jejich síly, nýbrž spíše na velikosti práce, kterou konají (tedy na dráze pístu v určitém čase), na rychlosti a

dokonalosti, jakou pracují. Konečně též na množství spotřebovaného paliva. Theorie dokazuje, že stroj nejlepší jest ten, při kterém rozdíl v teplotách vzdušín pohybujících pístem ve válci a vzdušín vycházejících *po práci* z tohoto válce jest co možná *největší*.

## F. Zdroje tepla a jeho podstata.

Přirozené *zdroje tepla* jsou: slunce (stálice), naše země, chemické a životní úkony.

1225 K fyzikálním zdrojům tepla čítáme ráz, tření, výjevy přilnavosti a elektřiny.

1226 Budí-li se teplo silami mechanickými, jest vždy ku vzniku určitého jeho množství třeba určité mechanické práce.

1227 Vzniká-li naopak teplem práce mechanická, spotřebuje se vždy k určité velikosti práce určitého množství tepla. (J. R. Mayer 1842., Joule, Clausius 1853).

1228 Míra práce vykonané jednotkou tepla (teplinou) aneb množství tepla jednotkou práce vyvinutého nazývá se *mechanická rovnomocnina tepla*. Ta se rovná 424 kilogramometrům, t. j. teplem, kterého jest třeba, aby teplota jednoho kilogramu vody o  $1^{\circ} C$  se zvýšila, vykoná se práce 424 kilogramometrů;

Naopak, vykoná-li se práce 424 kilogramometrů, vyvine se jí 1 kalorie, t. j. tolik tepla, že se jím teplota 1 kilogramu vody o  $1^{\circ} C$  zvýšiti může.

1229 Zdrojem tepla jest též chemičnost; téměř každé slučování hmot má teplo v zápětí, a jest tudíž mocným jeho zdrojem. Na př. pálené vápno hozené do vody, kyselina sírková přimíšená vodě, chlor a vodík a p. v.

1230 Zvýší-li se teplo slučováním hmot vzbuzené až na stupeň žhání, nazýváme výjev ten *hořením*. Plamen hořících hmot stává se zářením (žhavých částic jejich viditelným, svitivým).

1231 Téměř všechny výjevy v obecném životě hořením jmenované mají původ svůj v *okysličování*, t. j. v slučování kyslíku s hořící hmotou. Vodík, na příklad, se okysličuje a tvoří

vodní páru; z uhlíku vzniká kysličník uhelnatý neb kyselina uhličitá; ze síry kyselina siřičitá atd.

Chemičností vzbuzené *množství tepla* jest pro určitou 1232  
sloučeninu *veličinou stálou*.

Množství tepla vzbuzeného jest totéž, ať se hoření děje 1233  
jedním toliko vzplanutím čili *výbuchem*, aneb celou řadou  
lučebních dějů (výbuchů).

*Vybavení tepla*, které vývojem chemické sloučeniny se 1234  
uvolňuje, rovná se takovému jeho množství, jakého jest třeba  
k opětnému rozrušení oné *sloučeniny teplem*.

*Množství kalorií*, které rovnomocniny dvou vespolek 1235  
se slučujících hmot vyvíjejí, nazývá se *rovnomocninou kalori-  
ckou*.

*Hořením uvolněné teplo* se měří *množstvím teplin*, které 1236  
jednotka váhy (1 kilogr.) hořící hmoty vydává než úplně  
se spálí.

Množství tepla, jaké se uvolňuje, hoří-li hmota v kys- 1237  
líku, sluje *výhřevnost prostá* (absolutní).

*Teplota hořících hmot* nazývá se *teplotou spalovací* před- 1238  
pokládaje, že tepla jejich výhradně se užívá k zvyšování  
teploty látek nově se tvořících.

Spalováním hmot na vzduchu vyvíjí se *nižší* stupeň 1239  
teploty, než hořením v kyslíku, ježto v každé jednotce váhy  
spotřebovaného kyslíku přimíšeny jsou  $\frac{3}{2}$  váhy dusíku.

Teplota hořící hmoty se zvyšuje, děje-li se hoření v uza- 1240  
vřeném prostoru určité velikosti.

Ohříváme-li dvě vzdušiny (plyny) smíšené, a v nádobě 1241  
pevnými stěnami odevšad neprodyšně uzavřené, aby obsah  
jejich vždy stálou velikost jevil, až téměř na onen stupeň  
teploty, kde *hořeti počínají*: nabývají zvláštní rozpínavosti,  
která náhlým slučováním se obou povstává, a z příčiny té  
*rozpínavosti výbušnou* sluje.

Vedle zdrojů tepla již jmenovaných jest též každý člověk a každé  
zvíře zdrojem tepla, jak již z toho patrno, že každý živočich má stálou  
teplotu, z pravidla *větší* než jest *teplota prostředí*, ve kterém člověk nebo  
zvíře žije a *nezávislou* na *teplotě* ovzduší nebo vody, kde živočich se zdr-  
žuje. Teplota lidského těla jest dle výzkumů rozličných fyziologů  $37^{\circ}$  C.,  
v mládí asi o  $\frac{1}{2}$  stupně vyšší a v létě i v zimě v horkém i studeném

zeměpásu *všude stejná*. Kdyby člověk nevyráběl v nitru svého ústrojí žádného tepla, ochladlo by brzy jeho tělo na teplotu vzduchu, který odevšad ho obklopuje. Teplota ssavců rovná se přibliživě teplotě lidského těla, kolísá totiž mezi 37° a 40° C.; teplota ptáků jest o něco vyšší (41° až 44°); teplota t. zv. chladnokrevných zvířat, ryb, plazů *není nezávislá* na teplotě prostředí, ve kterém tyto žijí, mění se tudíž souhlasně s ním, jest však vždy o 1° až 2° *vyšší* než teplota obklopujícího je okolí. Tělo zvířecí, jsouc odevšad obklopeno hmotami *studenějšími*, *sálá* ustavičně ze sebe teplo a ježto při tom *nechladne*, jest nutno míti za to, že toto vysálané teplo odjinud se opět nahraňuje. Okolí jeho jest průměrně vždy *studenější*; tedy jen *vnitřní tělesné ústrojí* jest *zdrojem* tohoto tepla.

Pramenem *zvířecího tepla* jsou beze vší pochyby ty rozmanité *změny potravy*, která uvnitř zvířecího těla probíhají než mu žádoucí výživy mohou poskytnouti.

### Podstata tepla.

- 1242 *Starší domněnka*. Druhdy se mělo za to, že teplo jest látka velmi jemná, která do každé hmoty vniká, v ní se soustřeďuje, šíří, na vše strany do okolí vychází; kde jí nadbytek, září (sálá) atd.
- 1243 *Domněnka novější*. *Teplo jest pohyb nejjemnějšího druhu* (molekulární). Rozeznáváme dvě odrůdy tepla, dle jakosti hmotných částic (molekulů, atomů), které svým chvěním teplo působí a sice: a) teplo *vedené* b) *sálavé*.
- 1244 Teplo *vedené* vzniká chvěním molekulů hmoty važitelné (hrubé); teplo *sálavé* chvěním hmoty jemné (nevažitelné), která jest též původem světla. Světlový *ether* vyplňuje veškerý prostory všehomíra, proniká póry všech hmot a jest vždy v pohybu vlnivém. Různé amplitudy (úšíří) jeho chvění jsou původem všech těch rozmanitých stupňů tepla sálavého.
- 1245 *Vzájemný vztah obou druhů tepla*. Teplem sálavým uvádějí se molekuly hmot hrubých ve chvění (budi se teplo *vedené*) a naopak vyšším stupněm tepla *vedeného* budi se *mocnější* teplo sálavé. Oba druhy tepla jeví se obyčejně *současně* ve hmotách, tak že v tělesech, jež zoveme *teplými*, chvěje se nejen *teplný ether*, nýbrž i molekuly hmoty *samé*.
- 1246 *Vztah mezi pohybem hrubým (viditelným) a jemným (neviditelným)*. Zdlánlivým rušením pohybu hrubého (živé síly) vzniká pohyb jemný (teplo a jiné síly) a naopak, z pohybu

jemného vyvíjí se pohyb hrubý (viditelný). První výjev můžeme nazvati *drobením* a druhý *scelováním* pohybů\*).

Vzniká-li z 1 kilogramometru práce  $A$  kalorií tepla; 1247  
slove  $A$  kalorickou rovnomocninou jednotky práce.

Vzniklo-li naopak práci (rázem a p.)  $x$  kalorií tepla; přišlo  $\frac{x}{A}$  práce na zmar (zdánlivě).

Podle základné zásady o živé síle můžeme říci, že teplo 1248  
jest *živá síla molekulů* a pak jest rovnost práce a tepla pravdou *samozřejmou*.

Konečně jest pravdami těmi odůvodněna věta, že v pří- 1249  
rodě nikde jednak nevzniká *něco* z ničeho, jednak opět nezániká *něco* v nic.

V silozpytu lze sestaviti devatero zjevů sil: 1) práce 1250  
mechanická, 2) živá síla pohybujících se hmot, 3) teplo, 4) elektrické napjetí, 5) elektrické proudění, 6) chemické úkony, 7) zvuk, 8) světlo a 9) magnetičnost.

Zvuk, světlo a teplo, jsou zvláštní výjevy živé síly; magnetičnost plyne z elektriny dle Ampère-ovy hypotesey o el. proudcích.

Prvních šestero zjevů možno nazvati podobami působ- 1251  
nosti (energie), z nichž tři (1, 4, 6) jsou rázu *statického* čili potencialního a tři (2, 3, 5) *dynamického* (aktualního).

Silozpyt jest nauka o sdílení a přeměňování sil ve 1252  
všech podobách působnosti čili energie.

Přeměny ty jsou: 1253

- a) Mechanická práce se mění v živou sílu a naopak. (Volný pád — výstup vržených hmot).
- b) Mechanická práce (živá síla) mění se v teplo a naopak. (Překážky pohybu — thermické hybostroje).
- c) Mechanická práce budí elektrické proudění a naopak. (Výjevy indukce elektrické — hybostroje elektrické).
- d) Práce mechanická se mění v chemickou a naopak. (Spůsobem nepřímým, přechází totiž buď v teplo nebo elektrinu a ty pak v chem. práci a naopak tato v onu — výstřel z děla.)

\*) Příklad drobení pohybu: Udeříme-li kladivem na zvon — *zní*. Příklad scelování pohybu: *Síla páry* a její výkony.

- e) *Mechanická práce* se mění v *elektr. napjetí* a naopak. (Elektriky — účinky mechanické el. napjetí).
- f) *Mechanická práce ve světlo* a naopak. (Též způsobem nepřímým, prostřednictvím tepla. — Svícení hmot překážkami pohybu rozžhavených — hybostroje soustředěnými paprsky slunečními hnané).
- g) *Teplo* přechází ve *světlo* a naopak. (Žhání — absorpce).
- h) *Teplo* se mění v *elektrické napjetí* a naopak. (Viz výjevy pyroelektrické a j. — elektr. jiskra).
- i) *Teplo* se mění v *elektrický proud* a naopak. (Thermo-  
elektrické proudění — pokus Peltierův).
- k) *Teplo* přechází v práci *chemickou* a naopak. (Rozklad  
vodních par žhavými hmotami — hořením (okysličo-  
váním), na př. vodíku a j. se vyvíjí teplo).
- l) *Elektrické proudění* se mění v *chemickou činnost* a naopak. (Voltametr — vodivě zakončená galv. batterie).
- m) *Elektrické napjetí* v *činnost chemickou* a naopak (účinky  
el. jiskry v JK — výjevy galv. polarisace).
- n) *Světlo* se mění v *účinky chemické* a naopak. (Světlopis  
(fotografie) — fosforescence).
- o) *Světlo* se mění v *elektrinu* a naopak. (Spůsobem nepřímým, prostřednictvím tepla, thermoelektrický sloup na světle slunečním — el. světlo).

1254

Při všech tuto uvedených změnách a převodech neztrácí celková energie *ničeho*; kolik jí někde přichází zdánlivě na zmar, tolik jí vychází jinde opět v jiné podobě na jevo. (Zákon o *stálosti energie*).

---

## VIII. Z fyziky kosmické.

### A. Astronomie.

Astronomie (hvězdářství) jest věda, která z výjevů těles nebeských na obloze jejich podstaty, pohyby a ostatní vlastnosti vykládá. 1255

*Obzor* (přirozený, zdánlivý) jest kruh, jež na povrchu země z vyvýšeného místa obzíráme (vůkol sebe spatřujeme). Kruhový obvod obzoru sluje *obzorník zdánlivý*. 1256

*Obzor hvězdářský* jest rovina rovnoběžná s obzorem přirozeným, kterou si myslíme položenou středem zeměkoule. 1257

Místo obzorníku, na kterém slunce dne 21. března neb 23. září vychází, slove *pravým východem* toho kterého místa a kde týchž dnů zapadá, *pravým jeho západem*. Sestrojíme-li v mysli na přímku spojující pravý východ s pravým západem v středobodu zdánlivého obzoru kolmici, protne kolmice ta obzorník ve dvou jiných bodech nazvaných *jih (J)* a *sever (S)*. (Patříme-li na východ jest *J* po pravé a *S* po levé ruce). Tyto čtyři body: *V, Z, J, S* slovou úhly světa a přímka spojující sever s jihem nazývá se *čarou polední* čili *zemským poledníkem* (meridian). 1258

Hvězdy na obloze rozvrhujeme na tré druhů: 1259

- 1) *stálice*, jichž vzájemné polohy k sobě jsou vždy *stálé*.
- 2) *oběžnice*, jichž polohy vzhledem k stálicím každým dnem se mění a zdánlivě beze všech pravidel se dějí (planety).
- 3) *vlasatice* (komety), světlým, vějířovitým pruhem ozdobené a jen někdy na obloze se vyskytující.

Všech hvězd se počítá přes 20 millionů, oběžnic jest 1260  
110, z nichž pouhým okem toliko 5 (Merkur, Venuše, Mars, Jupiter a Saturn) jest viditelných; komet jest též velmi mnoho, známo jich dosud na 600.

*Poloha* hvězdy na obloze určuje se způsobem *trojím*: 1261

- a) v *soustavě obzorníkové* souřadnicemi kruhovými, jež slovou *azimut* (obdoba s úsečkou *x*) a *výška* (obdoba s *y*). Základné kruhy jsou: *obzorník* a *poledník nebeský*, bod *J* počátkem souřadnic. *Nadhlavník* (zenith) a *podnošník* (nadir).



- b) v *soustavě rovníkové* souřadnicemi kruhovými, jež zoveme *rectascencí* (přímým výstupem) a *deklínací* (odklonem). Základnými osami (kruhy) jsou: *rovník* (aequator) a *kruh odklonný*, položený t. zv. bodem jarním na rovníku a světovým pólem. Bod jarní jest počátkem souřadnic. Světové póly *S* a *J*.
- c) v *soustavě ekliptiky* souřadnicemi řečenými *délka* a *šířka* hvězdy. Základné kruhy jsou: *ekliptika* (kruh protínající rovník v bodu jarním a nakloněný k němu v úhlu  $23\frac{1}{2}^{\circ}$ ), pak *kruh kolmý* k ekliptice, položený bodem jarním a pólem ekliptiky. Póly ekliptiky slovou též *S* a *J*.
- 1262 Prochází-li hvězda (slunce) poledníkem nebeským, říkáme o ní, že *vrcholí* (kulminuje). Vrcholení slunce za dne slove *polednem*, jeho vrcholení noční *půlnocí*.
- 1263 Doba od jednoho vrcholení slunce k druhému (nejbližšímu) nazývá se *hvězdářským dnem*. Den ten *není* co do trvání *stálý*, nýbrž někdy delší někdy kratší. Průměrná hodnota ze všech těchto dní do roka slove *dnem středním* a dělí se na 24 hodin.
- 1264 Naše obyčejné hodiny ukazují čas *střední*, dokonalé hodiny sluneční udávají čas *pravý*; rozdíl mezi časem středním a pravým slove *časová rovnice*.
- 1265 *Parallaxa* (hvězdářská) jest úhel, ve kterém by se oku, hledícímu s některé hvězdy na země kouli naší, jevil poloměr země.
- 1266 *Parallaxa* jest dvoji: *horizontální* (*h*) a *vertikální* ( $\beta$ ). Vzájemný vztah obou vyznačuje rov.  $\sin \beta = \sin h \cos k$ ; kde *k* značí výšku pozorovaného tělesa nebeského nad obzorem. Pro  $k = 0$  jest  $\beta = h$ .
- 1267 Známe-li poloměr země a horizontální parallaxu slunce, měsíce aneb některé planety, můžeme určití snadno jejich vzdálenost od středobodu země vzorcem  $d = \frac{r}{h} = \frac{8593}{0.000048 h}$ ; kde *r* značí poloměr země a *h* horiz. parallaxu v sek. Pro slunce jest na př.  $h = 8.6''$ ; pročež  $d = 20,658.000$  mil.
- 1268 Denní *parallaxa* stálic = 0; pročež jejich vzdálenost od země:  $d = \infty$  *nekonečně* veliká.
- 1269 Ze zdanlivého poloměru slunce, měsíce nebo jiné hvězdy a známé jejich horizontální parallaxy můžeme vypočítati jejich

poloměry *skutečné* vzorcem:  $R = r \frac{\omega}{h}$ , kde značí  $r$  = poloměr země,  $\omega$  zdánlivý poloměr hvězdy a  $h$  známou její parallaxu. Pro slunce jest  $\omega = 963''$  (vteřin); pročež  $R = 112r$  ( $r = 859\frac{2}{3}$  mil).

Známe-li skutečný poloměr slunce, měsíce nebo jiné hvězdy, vypočteme dle pravidel měřických o kouli snadno též jejich povrch i *krychlový obsah*. 1270

Roční parallaxa stálic jest větší než nula, pročež lze vzdálenost jejich, byť byla sebe větší, aspoň přibliživě udati. Nejbližší stálice *alfa Centauri* jest tak daleko od země, že její světlo za  $3\frac{1}{2}$  roku, od hvězdy polární však teprv za 35 roků k naší zemi dochází. 1271

Hvězdy, které u nás (na severní polokouli) nikdy nezapadají pod obzor, jsouce po celé noci viditelný, slovou *obtočnové* čili *circumpolárky*. 1272

Podle *Argelandera* jest hvězd I. velikosti 16, II. 70, III. 198, IV. 460, V. 1496, VI. 6004, VII. 19.902, VIII. 68.338 a IX. 533.356. 1273

### Slunce,

nevyčerpatelný zdroj světla i tepla, náleží k hvězdám, jež zoveme stálicemi. Že se nám zdá větší a jasnější než ostatní stálice, pochází odtud, že jest naší zemi poměrně mnohem blíže než ony. 1274

*Vzdálenost slunce* od země jest tak velká, že by parovoz ze země na slunce dojel teprv za 400 let, zvuk by tam dospěl za 14 let; paprsek světla potřebuje než ze slunce na zem přijde  $8\frac{1}{2}$  minuty. V průměru jest vzdálenost ta 20,682.300 mil. 1275

*Velikost slunce*. Zdánlivý průměr, měřený úhlem jest  $\frac{1}{2}$  stupně, skutečný = 192 tisíc mil; 112krát větší než průměr země. Kdyby slunce bylo duté, vešlo by se do jeho dutiny téměř  $1\frac{1}{2}$  milionu takových koulí, jako jest naše země. 1276

*Hmotnost slunce* není tolikrát větší než hmotnost země, kolikrát jest ono větší než tato, neb hustota jeho jest toliko čtvrtý díl hustoty země. Proto však váží přece 700krát tolik, jako všechny planety dohromady a 355.500krát tolik, 1277

jako naše země (asi 54.000 kvadrilionů centů — číslo to má 29 cifer).

- 1278 Tíže na slunci jest skoro 28krát větší než na zemi. Člověk vážící na zemi  $1\frac{1}{2}$  centnýřů vážil by na slunci 42 centů; délka sekund. kyvadla na slunci byla by na 29 metrů.
- 1279 Tvář slunce není veskrz stejně jasná, nýbrž hnědými a temnými skvrnami poseta, jichž rozsáhlost i tvar jsou rozmanity (od nejmenších až do největších rozměrů). Skvrny ty nalézají se hlavně mezi  $30^\circ$  a  $40^\circ$  stupněm sev. a již. šířky od rovníka slunečního. Množství jejich se co rok mění a poznáno ve změnách těch 11leté období, ve kterém přibývání a ubývání skvrn na slunci se pohybuje. Poslední maximum bylo r. 1871.
- 1280 Skvrny na slunci jsou buď mračna ve sluneční atmosféře (Kirchhoff, Spörer), nebo vyhaslé, temné ostrůvky na ohnivém povrchu slunce (Zöllner).
- 1281 Z postupného pohybu skvrn na slunci od *V* k *Z* a opětném jejich se objevování soudíme, že slunce týmž směrem jako naše země od *Z* k *V* okolo své vlastní osy se otáčí. Doba jednoho takového otočení trvá 25 dní a 4 hodiny.
- 1282 Sluneční tvář jeví na okraji jazyčkovité, světlé výběžky (hrbolce, protuberance) podob nejrozmanitějších; v podobě nejdokonalejší obrubují tyto světlé výběžky celou tvář slunce do kola a slovou pak *koruna* (corona). Jsou *prý* to výbuchy vodíku (Zöllner), nebo vůbec výjevy chemických dějů (Secchi), nebo konečně mechanické zjevy bouřlivé sluneční atmosféry podobné *našim smršťm* na zemi.
- 1283 Slunce jest ohromná, buď pevná nebo kapalná, žhavá koule, zahalená obrovskou atmosférou, složenou z rozličných par a plynů, mezi nimiž poznány (spektrálním rozбором světla) mnohé naše prvky pozemské jako: vodík, železo, nikl, zinek, měď, draslík, sodík a j. v.
- 1284 Podobá se též k pravdě, že slunce i se svým příslušenstvím jeví též v prostorách všehomíra pohyb *postupný* berouc se nyní k souhvězdí Herkula. Střed tohoto oběhu, jehož doba se páčí na  $22\frac{1}{2}$  milionů let, leží ve skupině Plejad (kuřátek) nedaleko *Alkyony*.

*Soustava sluneční.*

1285

Slunce ovládá velkým množstvím nebeských těles, která na něm závisí jako jsou: Planety, měsíce, komety, aërolithy, a podobné. Ohniskem všech těch hmot jest slunce a ony jsou okolo něho v určitých vzdálenostech rozestaveny. Celá tato skupina slove *sluneční soustava*.\*)

Planety (oběžnice) jsou kulatá, tuhá tělesa jako naše země. Velikost jejich jest rozličná. Rozeznáváme planety *větší*, jichž jest *osm* (Merkur, Venuše, Země, Mars, Jupiter, Saturn, Uranus a Neptun) a *menší*, jichž jest přes 100 a které též planetky (planetoidy, asteroidy) se zovou. 1286

Měsíčky (luny) jsou jako planety, tělesa kulatá, tuhá, kolující okolo planet a s nimi okolo slunce. Známe dosud na jisto celkem 18 (i s naším) měsíčků. Někdy se činí zmínka i o jiných, avšak zprávy o nich nejsou dosud spolehlivé. 1287

Všecky planety pohybují se okolo slunce v elipsách, v jichž společném ohnisku jest slunce, nemají vlastního světla, jsou rozličné velikosti i hmotnosti a některé z nich (Země, Jupiter, Saturn a Uranus) mají měsíce. 1288

Dle vzdálenosti své od slunce řadí se planety takto: Merkur, Venuše, Země, Mars, Asteroidy (počtem přes 100), Jupiter, Saturn, Uranus a Neptun. Dle velikosti sestupně takto: Jupiter, Saturn, Uranus, Země, Venuše, Mars a Merkur. 1289

Merkur obíhá za 88, Venuše za 225, Země za 365 dní, 5 hodin 48' a 48"; Mars za 687 dní; Jupiter za 11 roků a 313 dní, Saturn za 29 roků a 167 dní; Uranus za 84 roky a Neptun za 164 roky 285 dní jednou okolo slunce. 1290

Oběžničky (asteroidy), jichž počet téměř co rok roste, kolují mezi Marsem a Jupiterem. Celkem jsou všecky malé. 1291

**Planety.**

Planety dělíme na 3 skupiny a) planety *vnitřní* (Merkur, Venuše, Země, Mars); b) planety *prostřední* skupiny (plane- 1292

\*) Sluneční naší soustavy podstatu vyzkoumal slavný *Mik. Koperník* (žil 1473—1543), velký *Kepler* (1571—1631) vypátral zákony pohybu planetních a nesmrtelný *Newton* (1632—1727) podal důvody těchto zákonů. (Viz 317—321).

toidy počtem přes 100, avšak nepatrné velikosti); c) planety *vnější* (Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun).

- 1293 ad a) 1. *Merkur*; střední vzdálenost od slunce 8 millionů mil, zapadá záhy po slunci západu, pročež nesnadno spatřitelný, není nikdy přes 28° od slunce vzdálen, barvy bělojasné. Průměr 670 mil. Doba oběhu 88 dnů.
- 1294 2. *Venuše*; střední vzdálenost od slunce 15 millionů mil, doba oběhu okolo slunce 224 dní 16 hodin. Znána jest lidu pod jménem „dennice a večernice“. Průměr 1717 mil; hustota = 4·5; nejbliže příští její přechod přes tvář slunce (v dolním sousluní) bude dne 8. prosince 1882.
- 1295 3. *Země* (viz čís. 1304).
- 1296 4. *Mars*; střední vzdálenost od slunce 32 millionů mil, k zemi se může přiblížiti až na 7 od ní vzdáliti až na 56 millionů mil. Průměr 900 mil, na pólech sploštěná koule, hmotnost asi  $\frac{1}{7}$  země.
- 1297 ad b) *Planetoidy* (oběžničky). První z nich (Ceres) objevil Piazzini na nový rok leta 1801 našeho letopočtu a od té doby vypátráno jich přes *sto*; poslední dne 17. července 1879 v New-Yorku (Clinton). Vzdálenost oběžniček od slunce kolísá mezi 45 a 72 milliony mil.
- 1298 ad c) 1. *Jupiter* (králemoc); střední vzdálenost od slunce 107 $\frac{1}{2}$  millionů mil, od země podle místa, které na své dráze právě zajímá, mezi 73 a 133 milliony mil. Průměr jeho jest 20.000 mil, obsah 1414krát *větší* než země a skoro tisíckrát *menší* než slunce; planeta ze všech *největší*. Doba jednoho oběhu okolo slunce (rok) trvá tam 11 našich let a 313 dní. Doba jednoho otočení kolem osy (den) trvá však jen 9 hodin 55 min. Čtyři měsíčky (luny) provázejí tuto planetu, kroužice kolem ní v rozličných vzdálenostech, na její pouti okolo slunce.
- 1299 2. *Saturn* (hladolet); střední vzdálenost od slunce 197 $\frac{1}{4}$  millionů mil, od země mezi 229 (největší) a 185 (nejmenší) milliony mil. Jeho rok se rovná našim 29 rokům a 167 dnům; den 10 $\frac{1}{2}$  našich hodin. Skutečný průměr jeho = 15.800 mil; hmota osmkrát *řidší* než průměrná hustota naší země (asi jako hustota jedlového dřeva). Okolo jeho koule vznášejí se volně tři kruhy, všechny téměř v jedné a též rovině, které odrážejíce paprsky slunečního světla se stávají ze země vi-

ditelnými (ovšem jen velmi silnými dalekohledy). Okolo této planety obíhá 8 měsíců.

3. *Uranus*, střední jeho vzdálenost od slunce 396 milionů mil a od země 357 (nejmenší) a 436 (největší) milionů mil. Skutečný jeho průměr = 7466 mil, on jest 82krát větší avšak 14krát toliko těžší než země. Hustota jeho hmoty jest v průměru asi  $\frac{1}{4}$  hustoty zemské (průměrně). Oběh jeho kolem slunce trvá 84 naše roky. Má čtyři měsíce, které kolem něho obíhají. 1300

4. *Neptun* (objeven *Galle*m r. 1846 na základě předběžných výpočtů *Leverierových*); střední vzdálenost od slunce 622 mil, vzdálenost jeho od země kolísá mezi 595 a 648 milionů mil, skutečný průměr na 8000 mil, slunce tam svítí 900krát slaběji než na naší zemi, rok jeho obsahuje 164 naše roky, poslední člen sluneční naší soustavy. 1301

K otázce, jsou-li ještě vzdálenější planety od slunce než *Neptun*, nelze odpovědět přímo záporně. Možná dost, že v neznámých těch prostorách koluje ještě některá, dosud neobjevená planeta. 1302

Prozatím smíme aspoň tolik na jisto tvrdit, že v oněch prostorách mezi dráhou *Neptuna* a konečným pomezím sluneční přitažlivosti, kolují četné *kometry*, které do vnitra sluneční naší soustavy zabíhajíce, někdy též k naší zeměkouli se blíží a tak její obyvatelům se stávají viditelnými. 1303

### Země.

Část povrchu zemského, kterou z vyvýšeného místa najednou vůkol sebe přehlednouti můžeme, slove *obzor*. 1304

Úhel, jež uzavírá přímka vedená z oka pozorovatelova ku krajnímu bodu obzoru s přímkou okem vodorovně položenou, nazývá se snížení čili *deprese obzoru* a jest tím větší, čím jest oko nad povrch vyvýšenější. 1305

Z mnohých důvodů (okrouhlost obzoru; zapadání hvězd a vycházení nových, cestujeme-li k severu; výjevy blízkých a vzdalujících se lodí na širém moři; stín země; cesty kolem země a j. v.) soudíme, že země jest tvaru *kulového*. 1306

Zeměpisná šířka místa čili úhlová jeho vzdálenost od rovníka rovná se jeho pólové (točnové) výšce čili úhlu, jež

přímka vedená z oka ku hvězdě polárné se svým pravouhlým průmětem na obzor uzavírá.

1307 Rozdíl zeměpisných šířek dvou míst, ležících na témž poledníku zemském, rovná se rozdílu odlehlostí zenithových jedné a též stálice pozorovaných současně na obou místech, když ta stálice jejich poledníkem prochází t. j.  $\delta = z_1 - z$ .

1308 Ze známé vzdálenosti  $= a$  obou míst v předešlém odstavci naznačených a řečeného rozdílu zenithového vypočítá se poloměr země vzorcem:  $r = \frac{180a}{(z_1 - z)\pi}$ ; dle známého vzorce  $r) = a$ ; přibliživě).

1309 Znajíce poloměr země vypočítáme snadno: a) její povrch  $= 4r^2\pi$ , b) krychlový obsah  $= \frac{4}{3}r^3\pi$ .

1310 Průměrná hustota země ( $h = 5.6$ ) byla určena na základě pokusů kyvadelních a vzájemného přitahování se hmot. Hustota a měrná váha  $= S$  mají tytéž číselné hodnoty. Prostá váha zeměkoule se rovná pak:  $P = VS$ . ( $V = v$  krych.  $dm$ ;  $P = v$  kilogramech).

Pozn. Uvážíme-li, že známé hmoty kůry zemské v průměru nemají hustoty větší než  $2.5$ , můžeme směle tvrditi, že v nitru země jsou hmoty mnohem hustší a těžší než hmoty na povrchu země se vyskytující.

1311 Země jeví dvojí pohyb a) okolo své osy od západu k východu ve 24 hodinách (den a noc), b) okolo slunce v 365 dnech 5 h. 48', 48" (rok).

1312 *Důvody*: ad a) Foucaultův důkaz kyvadlem, vychýlení roviny kyvu z roviny poledníka o úhel  $\alpha = 15^\circ \sin \varphi$  za hodinu; volný pád hmot z vysokých věží a jich pošnutí k východu, splštění na točnách; zdánlivý pohyb hvězd a j.

ad b) Obě dolní planety (Merkur a Venuše) neprocházejí poledníkem nikdy v noci, jen ve dne; roční parallaxa stálic; aberrace světla (Bradley)\*).

1313 Dráha země kolem slunce jest elipsa, v jejíž jednom ohnisku se nachází slunce a slove *ekliptika*. Osa zemská jeví k rovině ekliptiky stálý sklon  $66\frac{1}{2}^\circ$  a rovník zemský

\*) Důvod aberrace světla stal se teprv závažným, když *Fizeau* rychlost světla pozemského sblídal tak velikou, jako *Römer* rychlost světla slunečního (1675).

jest tudíž k ekliptice skloněn v úhlu  $23\frac{1}{2}^{\circ}$ , který úhel *šikmost* ekliptiky sluje.

Osa zemská má stálý směr. Toto jakož i její sklon 1814 k ekliptice jest původem čtvera ročních počasí v krajinách mírného zeměpásu.

### Měsíčky (Luny)

1815

jsou oběžnice vedlejší, kolující okolo oběžnic hlavních s nimi kolem slunce. Z planet mají měsíce jen členové skupiny vnější, totiž: Neptun, Uranus, Saturn a Jupiter; planetoidy nemají měsíců a ze skupiny vnitřní jediná naše země má měsíc.

Na *Neptunu* objeven dosud jen *jeden* měsíc asi u vzdá- 1816 lenosti 50 tisíc mil od něho. Doba oběhu 5 dní 21 hodin.

*Uranus* má čtyři\*) měsíce (Ariel, Umbriel, Titania a 1817 Oberon). Doby jejich oběhů jsou: Ariel 2 dny 12 hodin, Umbriel 4 dny 4 hodiny, Titania 8 dní a 17 hod., Oberon 13 dní 11 hod. 5 m. Vzdálenosti: prvních dvou neznáme, Titania 63.500 a Oberon 84.900 mil.

*Saturn* má *osm* měsíců (Mimas, Enceladus, Tethys, Dione, 1818 Rhea, Titan, Hyperion a Japetus). Doby oběhu od 22 hod. až do 80 dnů; vzdálenosti od 25.000 až do 525.000 mil. Jsou všechny menší než náš měsíc, jevíci se pouze jako nepatrné světlé body, z nichž Titan jest nejjasnější. (Huygens [1655], Cassini [1671], Heršel [1788] a Lassell [1849]) objevili je.

*Jupiter* má *čtyři* měsíce (objevitel: Galilei; Marius 1610), 1819 jichž *vzdálenosti, velikosti a doby oběhu* přesněji jsou vyzkoumány než měsíčků prve uvedených. Označují se pouze římskými číslicemi, nemajíce zvláštních názvů. Bližší jejich vzájemné poměry udává přiložená tabulka:

| Jméno | Vzdálenost | Průměr  | Doba oběhu                        | 1820 |
|-------|------------|---------|-----------------------------------|------|
| I.    | 48.666 mil | 529 mil | 1 den 18 hod. 27 $\frac{1}{2}$ m. |      |
| II.   | 83.200 "   | 475 "   | 3 " 13 " 14 "                     |      |
| III.  | 138.400 "  | 776 "   | 7 " 3 " 42 "                      |      |
| IV.   | 250.800 "  | 664 "   | 16 " 16 " 32 "                    |      |

Ze zatmění těchto měsíců vypočítal Olaus Römer r. 1675

\*) Dle Heršela *osm*, avšak nemohl Heršel s jistotou poslední čtyři od prvních rozeznati.



rychlost světla. Nyní se určuje tímto výjevem mnohdy zeměpisná délka místa, kde loď na moři se právě nalézá.

- 1321 **Měsíc naší země.** Průměrná vzdálenost od země 51.803 mil = 60·3 r. (země); *nejmenší* (v perigæu, přizemí) 48.961 mil. Dráha měsíce jest ellipsa, jejíž rovina k rovině ekliptiky má sklon 5° 8' 48". Průsečnice těchto rovin nemá stálé polohy a slově „uzlová čára“. Konce její (uzel vystupující a sestupující, body dračí) probíhají všechny body ekliptiky za 18 roků, 218 dní a 22 hodin (19leté období v chronologii = kruh měsíční, zlaté číslo).
- 1322 Skutečný průměr měsíce = 468 mil, zrychlení tíže jest asi šestý díl zrychlení na zemi, za den vykoná měsíc průměrně 12000 mil; hustota jeho = 0·6 hustoty země, přitažlivost na povrchu měsíce jest 6<sup>1</sup>/<sub>2</sub>krát menší než na povrchu země.
- 1323 Měsíc jeví pohyb trojí: a) okolo země; b) okolo své vlastní osy (doba oběhu táž); c) okolo slunce. Okolo země se pohybuje v ellipse, v jejímž jednom ohnisku jest země. Okolo slunce v cykloidě. K naší zemi jest obrácen vždy touž polovicí. Librace.
- 1324 *Doba oběhu* okolo země trvá 27 dní 7 h. 43 m. 11<sup>1</sup>/<sub>2</sub>“ (měsíc hvězdný, siderický); doba mezi dvěma úplňky měsíce jest 29 dní 12 h. 44 m. 3“ (měsíc souběžný, synodický).
- 1325 *Otáčení* měsíce kolem osy se děje tak, že měsíc ukazuje nám stále touž stranu svého povrchu a doba jeho souhlasí tudíž s dobou jednoho oběhu kolem země t. j. v době jednoho oběhu otočí se měsíc jednou okolo své osy, vysluňuje tudíž 14 dní jednu a druhých 14 dní druhou svou polovicí.
- 1326 *Tvář měsíce* se mění takto: První čtvrt, úplněk, poslední čtvrt, nový měsíc. První a poslední čtvrt slovou *kvaadratury*, úplněk a nový měsíc *syzygie*. Vidíme-li poněkud též temnou část měsíce ve světle šerém, jest světlo odražené od země toho příčinou. *Východ měsíce opozdjuje se* co den o 50 minut časových.
- 1327 Pouhým okem již rozeznáváme na měsíci temná a světlá místa, dalekohledem však poznáváme rozsáhlé vyvýšeniny a prohlubiny na povrchu jeho, rokle, kruhové náspy, zkrátka děsnou, mrtvou poušť, zbavenou všeho života, vody i vzduchu.

Vchází-li měsíc na své pouti kolem země do její stínu, nastává *zatmění měsíce* (buď částečné, buď úplné), což jest jen v *úplňku* (opposici) možno; vrhá-li však měsíc za *novoluní* (sejití, konjunkce) svůj stín na povrch země, povstává *zatmění slunce* (vlastně země). Zatmění slunce děje se vůbec častěji než zatmění měsíce; v době 19 let vyskytuje se zatmění slunce 41krát a zatmění měsíce 29krát. Na jednotlivých místech země jest však čtenější zatmění měsíce než slunce. Čítáme co rok nejméně *dvě* zatmění slunce, kdežto zatmění měsíce v některém roce úplně chybí. Úplné zatmění slunce vyskytuje se teprv za 150 až za 200 let jednou. 1328

*Čím se jeví působení měsíce na naši zeměkouli.* Především *přitažlivostí*, jejíž následek jest chvění osy zemské (nutace); dále působením *přílivu a odlivu* v mořích a v ovzduší; konečně podporováním a rušením vzrůstu a zdaru rostlinstva i živočišstva, ačkoliv v příčině této není souvislost působení a jeho následků dosud jak žádoucnou objasněna. 1329

**Komety** (vlasatice) patří jen z části do sluneční soustavy a to jen ty, které kolem slunce v eliptických drahách se pohybují. Fysikální jejich podstata jest dosud málo známa. Jisto jen tolik, že se skládají ze hmoty velmi řídké, která svítí dvojným světlem a) odraženým od slunce, b) svým vlastním, mnohem slabším, které jest nejspíše původu elektrického (Bessel). Hmotnost jejich jest pranepatrna. 1330

Rozeznáváme dva druhy komet, jichž návrat dosud byl zjištěn a které tudíž v dráhách eliptických se pohybují totiž: a) komety s *delší* dobou (75 let) oběhu jako: *Halleyova* (objevená 1682) & *Olbersova*; b) komety s *kratší* dobou oběhu (od 3 do 6 $\frac{1}{4}$  roků) na př. *Enkova* (1818); *Bélova* (1826); *Fayova* a j., jichž dráhy se nalézají v oboru sluneční naší soustavy. Roku 1846 rozdělila se kometa Bélova takřka před očima hvězdářů na dvě půly, roku 1852 byly tyto dvě polovice osmkrát od sebe vzdálenější než r. 1846 tvoříce celky již samostatné a r. 1866 zmizely do-cela obě, kometa Bélova se rozprchla v prostorách všehomíra úplně. Kometa Enkova ohrožuje dráhu planety Merkura; Bélova (dokud byla) dráhu zemskou, de Vico-va dráhu Marse, Fayova a Brorsenova dráhu Jupitera. Na štěstí jest však trvání jejich nejisté, podstata příliš nepatrna a setkání záhadné.

**Letavky** (meteory) jsou dle náhledu Schiaparelli-ho trosky rozpadlých komet, kolující v ohromných rojích okolo slunce. Tam kde země na své dráze okolo slunce eliptickou jejich 1331

dráhu protíná (dne 10. srpna a 12. listopadu), spatřujeme je zhusta padající k zemi (čistění hvězd u lidu).

Milánsky hvězdář Schiaparelli dokázal, že letavice opisují dráhy roztáhlých ellips, též dráhy parabolické, zkrátka souhlasné s dráhami komet a sice: a) *roj srpnový* (ohnivé slzy sv. Vavřínce) shoduje se s dráhou komety čís. III. z r. 1862; b) *roj listopadový* ( $12_{11}$ , Martinský) koluje dráhou komety z r. 1866 čís. I. Obě tyto dráhy uzavírají s dráhou zemskou dosti značné úhly ( $66^{\circ}$ ) přerážejíce přes ní dne 10. srpna a 12. listopadu.

*Letavky* rozprchnují se v ovzduší spalující se třením o vzduch; *meteory* dopadají hořice (v podobě ohnivých koulí) až k zemi. Hmoty jejich jsou téhož původu jako hmoty zemské.

Komety a letavky (asteroidy) jsou tudíž členové téhož rodu, jsou jak říkáme jedna krev a tu stopující jejich rodokmen máme na vybranou výklad dvojitý; buď jsou komety z ohromného pásu asteroid kolujícího okolo slunce odtržené kusy, nebo jsou asteroidy (letavky a meteory) zbytky roztroušené hmoty ohonů kometních, zabloudivší do obory, kde vládne *přítlačivost* naší země, která neuprosně zatýká každého na svém pomezí se objevujícího cizince.

1332 **Světlo zodiakální** bývá za příznivých podmínek v měsících únoru, březnu, dubnu a květnu *večer*, když se úplně setmí na *západní*; v měsících však letních a podzimních (v srpnu, září, říjnu a listopadu) *ráno* asi hodinu před slunce východem na straně východní viděti v podobě bílého sloupu nebo jazyku pnoucího se vysoko po obloze. (Cassiní 1683).

1333 Dle mínění hvězdářů jest světlo zodiakální *světová mlhovina*, odrážející světlo sluneční na naši zemi. Mlhavý tento pás opíná sluneční kouli v dálce asi 20 millionů mil od ní, rozkládá se v rozšířené rovině slunečního rovníku a přerážeje přes dráhu zemskou v úhlu velmi kosém ( $7\frac{1}{2}$  stupňů). Jest výjev s kometami a meteorolity velmi příbuzný.

## B. Meteorologie.

1334 Úkolem meteorologie (povětroznalství) jest pozorovati a vykládati výjevy ovzduší. Sem patří: teplota, tlak, vlhkost ovzduší, větry, tlak čili rozpínavost par, vodní srážky (děšť, sníh, jíní, rosa, mlha), bouřky a jiné výjevy elektrické i optické.

1335 Hlavním zdrojem teploty ovzduší jest slunce. Na rovníku jest teplota *největší*, na točnách *nejmenší*, v krajinách mírného zeměpásu *prostřední* a z rozličných důvodů proměnliva.

Teplota určitého místa na povrchu země mění se a) co 1336  
den, b) s ročním počasím, c) v obojím případě též s polohou  
místa na povrchu zemském, s jeho výškou nad mořem, s bliz-  
kostí moře a hor, jakož i s jejich rozložením dle čtyř úhlů  
světa.

Největší denní teplota (maximum) jeví se mezi 2 a 3 hod. 1337  
odpolední (v letě) a v zimě mezi 1—2 hod. odp. *Střední*  
okolo 8. hod. ráno; *nejmenší* před východem slunce.

*Největší roční* teplota ovzduší jest v měsíci *červenci* a 1338  
*nejmenší* v polovici *ledna* (okolo 20. ledna).

*Prostřední* dvakrát do roka okolo 23. března a 16. října.

Největší vlhkost jeví ovzduší ve 4 hod. ráno; nejmenší 1339  
mezi 1—2 hod. odpolední.

Největší roční vlhkost jeví vzduch okolo 20. prosince 1340  
a nejmenší v měsíci květnu a červnu.

Vlhkost vzduchu na moři kolísá mezi 75 a 80%. 1341

Tlak ovzduší se měří *tlakoměrem*. 1342

Vlastnosti dokonalého tlakoměru rtuťového jsou: Rtuť  
chemicky čistá, prostor nade rtutí (vacuum) úplně prázdný,  
rourka přiměřeně široká a dobře kalibrovaná (veskrz stejně  
světlá), stupnice dobře rozdělená a její počátek snadno a  
přesně určitelný (tlakoměr Fortinův).

Změny tlakoměru jeví denně i ročně jakousi stálou po- 1343  
sloupností (pravidelností) a to:

a) *denní*: Největší tlak vzduchu jest mezi 9. a 10. hod.  
ráno; nejmenší ve čtyry hod. odpoledne; prostřední  
v 8 hod. večer.

b) *roční*: Na moři jest tlak vzduchu *stálejší* než na pev-  
nině; na této v zimě vyšší než v letě. Maximum od  
ledna do května; minimum v červenci a v letě vůbec\*).

Hlavním činitelem povětrnosti jsou *větry*. Na severní 1344  
polokouli mění se vítr východní obyčejně v jižní; jižní v jiho-  
západní; západní v severozápadní; severní, severovýchodní a  
východní. (Zákon Doveův.)

Rozeznáváme dva hlavní proudy větrů (passáty), proud 1345  
rovníkový (horní passát) a proud točnový (dolní passát). Tento

\*) Změny zde vytčené vztahují se hlavně ku krajinám *mírného* zeměpásu.

jest povahy studené a suché, onen pak povahy teplé a vlhké (deštivé).

1346 Pozorujeme-li současně tlak ovzduší na některé rozsáhlé síti povrchu zemského, nazýváme místo nejmenšího tlaku *středem* (centrum). Do tohoto středu, který též od místa k místu směrem vítězího větru se pošunuje, proudí větry z ovzduší nejvyššího tlaku a způsobují svou jakož i polohou místa ráz povětrnosti těch kterých krajin v době nejbliže příští (prognosa povětrnosti).

1347 Větry: jižní, jihozápadní, západní a hlavně severozápadní, mají v krajinách našich deště; větry severní a východní, ochlazení a jasno v zápětí.

1348 Se změnou větru měnívá se zároveň tlak ovzduší; pročez se uzavírá ze změn pozorovaných na tlakoměru o změnách povětrnosti hlavně v příčině vodních srážek takto: Klesá-li rtuť v tlakoměru pod střední výšku (normal) toho kterého místa, lze očekávati déšť; stoupá-li však zvolna a stále nad normal místa, nastane pohoda.

1349 Působením tepla vystupují z vody neustále páry do vzduchu. Sražené ty páry sestupují co déšť, sníh, rosa, jíní opět k zemi a slovou *vodní srážky*.

1350 Množství vodních srážek na některém místě měří se *deštoměrem*, který udává, jak vysoko by napršelá voda na rovném povrchu krajiny stála, kdyby do vrstvy zemské nevnikla\*) a do vzduchu zpět se nevypařovala.

1351 V krajinách rovníkových jsou deště největší (lijáky), v krajinách nejsevernějších nejdrobnější (mženi).

1352 Ročního množství vody deštěm a sněhem s oblak spadlé *ubývá* od rovníka k oběma pólům (točnám); kdežto množství deštivých dnů opět od rovníka k oběma pólům *přibývá*.

*Známky blízkého deště.*

Ježto z povětrnosti v širších kruzích největší pozornost k sobě obrací živel vodní, zejména *dešť*, budtež zde podány známky, kterými blížíci se deštivé počasí napřed takřka ohlašuje svůj příchod.

Známky blížíciho se deště lze rozdělití na *dvě* skupiny:

1) *Známky na obloze a v hořejších vrstvách ovzduší*: Sem patří: Když slunce zapadá za mrak parnatý, před západem vodu táhne (váží),

---

\*) Kolik millimetrů výšky po dešti se naměří, tolik hektolitrů vody na každý ar spadlo.

když v noci hvězdy neobvyčejně se třpytí (jiskří), jakoby plápolaly a hned opět zhasínaly, když slunce vycházející jest *bledé* (mdlé) a na východní straně se ukazují červánky (ranní červánky stáhnou moldánky). Duha ráno nebo před polednem ukazuje na déšť jakož i blýskavice za temných tichých nocí. Před deštěm bývá měsíc bledý, barevným okolkem obehnaný, k čemuž ukazuje již starý lat. verš: „Pallida luna pluit, rubicunda fiat, alba serenat“\*). Též jiných hvězd barevné vodnaté vřnečky jakož i kola sluneční kladou déšť. Vzdálené hory zdají se býti blízkými, vzduch jest neobvyčejně průhledný, obloha při slunci západu temně zažloutlá. Když kouř padá, mlha vystupuje, temena vysokých hor v mlhu se halí, kouří, mají čepce; když směr větru za den několikrát se mění a po východu slunce jednotlivé mraky (řečené kupy, cumuli) na oblohu se vyvalují, očekávejme brzký déšť.

2) *Známky deště při zemi.* Tyto můžeme rozestaviti ve tři skupiny, totiž: a) z říše nerostů, b) rostlinstva a c) živočišstva.

ad a) Když v noci, ač jest jasno, rosa se nedělá, neb rosa záhy z rána mizí, sál vlhne, saze na nádobách kovových od ohně odstavených žhou (hoří), komín špatně táhne (kouř se sráží), bnojivky a záchody zapáchají, dlažby se potí, tlakoměr pod normal (průměrnou výšku) klesá a teploměr stoupá a p. v.

ad b) Když některé rostliny listy zavírají (šťavel), jiné otvírají, houby z čeledi *agaricus* (holoubky, muchomůrky a j.) velmi čteně se objevují a p.

ad c) Když roj komárů a much nás obtěžuje, včely z oulů nevy létají, pavouci zalézají a pavučiny neopravují spíše trhají, když záby (rosičky) křehotají, raci z vody ven vylézají, ryby nad vodu vyskakují, vodní ptáci své peří tukem ze žláz natírají, husy a kačny s pronikavým křikem do vody letí, ptáci v kleci se často koupají, drůbež se popelí a jest nepokojná, pávi a sovy (výři) v noci často se ozývají, krtkové o přetrž ryjí, kočky se ližou (myjí), ovce jsou nepokojny, otřepávajíce často uši, psi líně leží a trávu trhají, vepřový dobytek slámu cuchá a trhá, krávy hlavy zdvihajíce po vzduchu lapají a p. v.

Podnebím krajiny nazýváme průměrný ráz všech činitelů povětrnosti, čerpaný z dlouholetého jejich pozorování na různých místech té které krajiny. 1353

Jestli *úširí* ročních teplot některé krajiny *značné*, slove její podnebí *drsné*; pakli *úširí* to nepatrné, nazývá se podnebí *mírné*. 1354

### Výjevy světelné na obloze i při zemi.

*Světlo denní.* Světlo sluneční nepřichází na povrch země neskráceně, část ho zůstává v ovzduší a tu se světlo to buď 1355

\*) Bledá luna déšť, rudá vítr, jasná pohodu věští.

od částic vzduchu, par a j. pevných tělísek (prachu) na vše strany odráží (rozptyluje) nebo je vzduch pohlcuje. Rozptýlené toto světlo v ovzduší jest původem světla denního a sesiluje se světlem od předmětu na zemi do vzduchu zpět a opět odraženým. Tím se stává, že i stinné strany předmětů též světlo ze sebe vydávají, kdežto by jinak úplně temnými zůstávaly.

1356 *Svítání ranní a soumrak večerní* jsou též následky rozptýleného světla na obloze, jehož paprsky, *odražené od oblak*, dopadají na zem již před východem a působí ještě po západu slunce. Roztroušené tyto paprsky osvětlují poněkud povrch zemský (šero, přítmi a jeho trvání, u nás asi hodinu).

1357 Paprsky světla, které ze slunce nebo hvězd šikmo na ovzduší určitého obzoru zemského dopadají, vnikají čím dál, tím do hustších vrstev vzduchu a lámou se následkem toho tak, že ovzduším opisují křivou, k zemi dutě ohnutou čáru. Ježto směr takových paprsků, vnikajících do oka, určuje poslední tečna paprsku zlomeného, zdá se, že předměty, z nichž paprsky ty vycházejí, stojí výše než skutečně jsou. Na výjevu tom se zakládá *hvězdářský lom světla*, který při obzoru až 34' obnašívá. Tím se stává, že vidíme ještě slunce na chvílku, když již zapadlo a rovněž před jeho východem. Též se zdá vycházející a zapadající slunce na spodní své straně méně okrouhlým (více sploštěným, stlačeným).

1358 *Červánky* (ranní a večerní). Příčinou jejich jsou vodní páry v určitém stupni zhuštění (Forbes). Dle jiných badatelů tenounké vodní bublinky sražené z par ovzduší (Clausius). Tyto propouštějí z bílého světla nejvíce paprsků červených a *oranžových\**) odrážejíce paprsky ostatní, které pak v barvách doplňkových se jeví (modře).

1359 *Modrost oblohy* jest na rovníku největší, všude ve směru nadhlavníka větší než při obzoru, následkem temného pozadí. To si vykládáme, jak právě podotčeno, odraženými paprsky *modrými*. Čím jsou v ovzduší *řidší vodní páry* (plynnější), tím modřejší a průhlednější jest obloha, tím větší čáka na pohodu.

\*) Též barvy průsvitných, zakalených prostředí jsou *červené*, pročež *červánky* následek tohoto druhu (Brücke).

*Zrcadlení vzduchu* jest výjev úplného odrazu světla. Dopadají-li paprsky světla v úhlu velmi kosém na nestejně husté vrstvy vzduchu; lámou se na pomezí každých dvou soumězných vrstev a to tím více, čím větší jest rozdíl v jejich hustotách. Z pravidla přibývá hustoty vzduchu shora dolů, výminečně mohou však a bývají skutečně někdy, zvláště v písčitých rovinách, nejspodnější vrstvy vzduchu *nejřidší*. V případě tom lámou se dole paprsky *od* kolmice a *odrážejí* se konečně do hořejších vrstev zpět, čímž vznikají *vzdušné přeludy* (fata morgana, na mořích) a *zrcadlení vzduchu* na pevnině. (Obrazy na obzoru i na obloze, převrácené i přímé). 1360

*Věnečky a kruhy okolo hvězd, měsíce i slunce* jsou výjevy ohybu a křížení (interference) světla způsobené vlhkým, chmýrami naplněným ovzduším. Kruhy ty bývají uvnitř červené, oranžové a žluté a přiléhají někdy přímo k měsíci (hvězdě), jindy opět bývají odlehlé až i na 45° v průměru rozsáhlé, barvy bílé (kola). Někdy spatřujeme je kusé (skomolené) v podobě bílých kruhových oblouků (sloupů). Na místě, kde dva takové sloupy se prostupují, jeví se okrouhlý, světlý kotouč, podobný slunci (slunce vedlejší). Kola ta silozpytci vykládají *ohybem světla* ve vysokých, jemnými *ledovými jehlicemi* naplněných vrstvách ovzdušných, pročež bývají vyskytující se nejčastěji za doby zimní, znamením tuhých mrazů. 1361

Podobné výjevy ohybu světla spatřujeme též na obyčejných lampách, když na př. v podzimní a jarní noci se díváme na světlo lampy hořící na ulici skrze silně opocené okno, nebo též na plamen svíčky skrze sklo plavuní poprúšené.

*Světélka* (ohniví muži) ukazují se zřídka kdy za tmavých nocí v dolinách bažinatých, vůbec na vlhkých místech, kde hmoty rostlinné a zvířecí hníjí. Jsou to plyny, které z těchto látek se vyvíjejí a na vzduchu samy se zapalují (fosforovodík). Některé z nich se pohybují směrem vodorovným v celých skupinách, kdežto jiné nehnutě svítí na témž místě. Knorr pozoroval světélka podoby válcovité, světla mdlého v bahně a vloživ konce hole mosazným plechem kované do jejich plamenu neznamenal žádného oteplení, kdežto Filopanti v Boloně zapálil snadno v plamenu světélka *koudel*, kterou byl kolem své hole ovínil. (*Cornelius*, meteorologie str. 529 a n.) 1362



1363

*Záře severní* (polární). Na obloze severní jeví se za doby zimní (podzimní i jarní) nočního času červená (rudá) záře světla, z níž jasnější paprsky duhových barev do výšky vy-  
 rážejí, dosahující někdy až k nadhlavniku do prostřed oblohy. Výjev ten počíná brzy po slunce západu, zřídka kdy v pozdní noci nebo k ránu, trvání jeho jest rozdílné, buď jen na krátkou dobu, jindy třeba po celou noc, ano několik nocí po sobě. *Humboldt* Alex. nazývá severní záři *magnetickou bouřkou*, *De la Rive* má za to, že záhadný zjev ten jest vyrovnávání obou druhů elektřin (pozemní a ovzdušné), z nichž jedna jest + (kladná) a druhá — (záporná), podobný asi tomu, který spatřujeme v trubiciích Geislerových. Trs světlých paprsků vyskočí tu náhle z temného mraku, rozšiřuje se v podobě vějíře po obloze, mění barvy i světlost až posléze znenáhla hasne a zaniká. Jindy opět visí vysoko na obloze zlatem lemovaná a čarovným jakýmsi vánkem zmitaná opona. Vrchol celého výjevu jest t. zv. *koruna*, načež jasnosti jeho ubývá. Výška severních září nad zemí páčí se na 10 až na 20 mil; znamenáme u nich *11leté období*, ve kterém se vyskytují nejhojněji a jsou podle všeho v úzkém spojení s magnetičností zemskou a původu rozhodně *elektrického* (magnetky jsou za doby severních září v nepřetržitém chvění).

Ohnivě koule, letavky (aërolithy), duha, světlo zodiakální a p. viz *astronomie* a *optika*. Vzácný a řídký zjev jest *znamení bílého kříže* = *interference polarisovaného světla* viz *optiky odst. 1503* a n.

(Dodatky.)

Stručný přehled proslulých silozpytců a hvězdářů  
rozličných národů a věků.

- 580 až 500 před Kr. *Pythagoras* objevil mathematické zákony tónů a sestrojil monochord.
- 384 — 322 *Aristoteles*, nejstarší badatel o pravidlech povětrnosti, zpytoval mnohé výjevy z oboru mechaniky a světla. (O barvách).
- 387 — 212 *Archimedes*, zakladatel mechaniky zvláště statiky (šroub nekonečný, plování).
- 284 — 221 *Heron*, tvůrce aërostatiky (H. míč, zdroj, aëropila a j. v díle posud zachovalém „*pneumatica*“).
- 1000—1038 po Kr. *Alhazem*, znamenitý arab. matematik a vykladatel četných *optických výjevů* (odraz, lom světla, vidění).
- 1214—1294 *Roger Bacon* (Angličan) psal tři knihy o rozličných chemických a fysikalních výjevech.
- až 1313 *Vitello*, proslulý zpytatel v *oboru světla* (Polák).
- 1436—1476 *Regiomontanus*, znamenitý hvězdář zabýval se též sestrojováním *zápalných zrcadel*.
- 1452—1519 *Lionardo da Vinci*, slavný malíř a sochař, objevil kapilaritu, komoru temnou bez čočky, váhu vzduchu, stojaté vlny vodní a obrazce práškové (?) na chvějících se deskách.
- 1473—1543 Mik. *Koperník* pronikl tajemství sluneční soustavy.
- 1538—1615 *Porta* (Neapolitán) proslavil se v optice (magia naturalis, camera obscura s čočkou, výjevy v zrcadlovém úhlu).
- 1540—1603 *Gilbert* (Angličan) zůstavil nám přesné výzkumy o vlastnostech *magnetu* (de magnetu) a též *elektriny* (Gilbertova el. jehla) buzené třením.
- 1548—1620 *Simon Stevinus* (Holanďan) získal si veliké zásluhy o *mechaniku*, zvláště o *hydrostatiku*, zavedl v zeměměřičtví desetinné míry.
- 1561—1626 *František Bacon* (*Békn*) *Verulamský*, proslulý mudrc, razil silozpytu pravou cestu (novum organon), vyslovuje první, že *teplo jest výjev pohybu*.

- 1564—1642 *Galileo Galilei* objevil zákony pádu volného, pádu po nakloněné ploše, zákony kyvadla, vrhu a j., má veliké zásluhy o mechaniku; sestrojil první dalekohled, kterým prý poprvé spatřil měsíce Jupiterovy.
- 1571—1630 *Johannes Kepler*, znamenitý hvězdář (též při dvoře císaře Rudolfa v Praze) a zasloužilý zpytatel v oboru světla, objevil úplný odraz světla, sestrojil dalekohled hvězdářský; stanovil tři známé zákony o pohybu planet, které do dnes po něm se jmenují.
- 1572—1634 *Cornel Drebbel* vynalezl první teploměr.
- 1591—1626 *Snellius* (Holanďan) objevil zákon o lomu světla (jednoduchém).
- 1596—1650 *Cartesius (Descartes)*, proslulý filosof, matematik a silozpytec. Podal záslužné práce z oboru mechaniky a optiky na př. mathematický výklad duhy.
- 1601—1616 *Athanasius Kircher* napsal objemná díla o rozličných fyzikálních výjevech a zvláštnostech, měl též bohatou sbírku fysik. strojů, najmě z oboru světla.
- 1602—1686 *Otto Guericke* vynalezl vývěvu, magdeburské polokoule, manometr a elektriku, při které místo skleněného koutouče byla koule ze síry (pryskyřice?)
- 1608—1647 *Torricelli (Toričeli)*, žák a následník Galileův, vynálezce tlakoměru (1643), zhotovil prý první drobnohledy zdokonalil dalekohledy.
- 1618—1663 *Grimaldi*, získal si zásluhy o rozvoj optiky (interference a difrakce) a pokusil se o základ undulační theorie světla.
- 1623—1662 *Pascal*, důmyslný matematik, byl první, který barometrem dokázal, že tlaku vzduchu do výšky ubývá.
- 1625—1698 *Erasmus Bartholin* (Dán), objevil dvojlom světla v islandském vápenci.
- 1626—1691 *Robert Boyle*, rozšířil hydrostatiku a též aërostatiku; objevil zákon, který se nyní zhusta nazývá Mariottovým.
- 1629—1695 *Krist. (Huyghens, Heuchens, n.)* jest vynálezcem kyvadelních hodin a objevitelem polarisace světla způsobené dvojlomem. *Marcus Marci*, (Čech) sest. theorii duhy a j. (1648).
- 1638—1675 *Jakub Gregory*, zabýval se mnoho optikou a sestrojil dalekohled zrcadlový, až podnes známý.

- 1643—1727 *Isak Newton*, (Nijutn) zvěčnil se objevením *gravitačního zákona* a svými proslulými výskumy *v oboru světla*, zejména *barev*.
- 1644—1710 *Olof Römer*, znamenitý hvězdář v Paříži a později měšťanosta v Kodani, vypočítal poprvé *rychlost světla* na základě zatmění Jupiterových měsíců.
- 1647—1716 *Dionýs Papin*, sestrojil parní, dosud užívaný *digestor*, (hrnec Papinský) a též *parní stroj*, kterým prý malou loď po řece Fuldě pohyboval.
- od ? — 1736 *Štěpán Grey*, (Angličan) dobyl si nemalých zásluh o zevrubnější poznání *elektriny*, buzené třením.
- 1675—1757 *Jiří Graham*, (Greām, anglický hodinář a mechanik), jest znám svým vynálezem *vyrovnávacího* (kompenzačního) *kyvadla*. Objevil též denní *měny magnetické jehly*.
- 1683—1757 *Réaumur*, (Francouz) sestrojil rtuťové *teploměry* opatřiv je zejména stupnicí k měření tepla zařízenou.
- 1696—1765 *Diviš Prokop*, první vynálezce *hromosvodu* a j. akust. strojů, nar. v Žamberce (v Čechách).
- 1686—1736 *Fahrenheit* sestrojil příhodné *hustoměry* na váhu, úplně souhlasné *teploměry* a udal k nim novou stupnici.
- od ? — 1748 *Evald Kleist*, vynalezl 1745 elektrickou *sesilovací láhev*, která se často mylně Leydenskou nazývá.
- 1692—1761 *Petr Muschenbroeck*, znám svými klassickými spisy, jako *Elementa physicae* a j., získal si nemalých zásluh o fysiku experimentální.
- 1698—1739 *Dufay* poznal poprvé 1733 oba druhy *protivných*, *elektrín* t. j.  $+$  *e.* (elektrinu skla a pryskyřice).
- 1700—1782 *Daniel Bernoulli*, proslavil se četnými *optickými* a *akustickými výskumy*.
- 1706—1761 *John Dollond*, (Dölönd) vynalezl 1757 *achromatické* čočky (dalekohledy).
- 1706—1790 *Benjamin Franklin*, (Frenklin) vynálezce *hromosvodu* a skleněné desky k sesilování elektriny.
- 1707—1783 *Leonhard Euler*, proslulý matematik upevnil základ k nynější *teorii světla* (undulační, chvění).
- 1710—1761 *Jiří Bose*, sestrojil poprvé *konduktor* (svodič) k elektrice.
- 1728—1777 *Lambert* proslavil se svými *světloměrnými pracemi*.

- 1733—1804 *Josef Priestley*, znamenitý anglický lučebník, vyvíjel též nauku o *světle* a *elektríně* s nemalým úspěchem.
- 1736—1806 *Coulomb* zdokonalil nauku o *magnetičnosti* a *elektríně*, a udal způsob, kterým tyto síly lze měřiti.
- 1736—1819 *Jakub Watt*, (čti Uet) narozen v Skotsku, první vynálezce *parostroje* (nemovitého).
- 1737—1798 *Ludvík Galvani*, proslavený objevením nového druhu *elektríny* řečené *galvanické*.
- 1738—1822 *Fridrich Herschl*, slavný *hvězdář* a budovatel *nauky o světle*, známý sestrojením svého obrovského *dalekohledu*.
- 1740—1799 *Saussure* (Sosýr), získal si nemalých zásluh o *meteorologii* a sestrojil též vlhkoměr (hygrometr).
- 1742—1799 *Jiří Lichtenberg*, rozšířil nauku o *elektríně* buzené třením, zdokonalil elektrofor atd. (Lichtenbergovy obrazce znázorňující elektřinu kladnou i zápornou).
- 1745—1807 *Jiří Atwood*, (Angličan), vynálezce *padostroje*.
- 1745—1827 *Alexandr Volta* narozen v Como v Itálii, vynálezce proslulého *Voltova sloupu* (známý odpárc Galvaniho).
- 1746—1823 *Charles*, (čti Šárl) podal poprvé výklad *balonu* (aërostatu) a vynalezl nový způsob naplňování balonů vodíkem.
- 1749—1827 *Laplace* (Laplás), podal mathematickou theorii přitaživosti sil molekulárných, kapilarity, slavný budovatel theorie o *pohybu těles nebeských*.
- 1751—1795 *Jan Gehler*, známý svým obrovským, 22 svazků obsahujícím *fyzikálním slovníkem*.
- 1753—1814 *Rumford* (Römförd), podal důležité práce o *teple*, sestrojil *světloměr* a založil r. 1800 královský ústav učených badatelů v Londýně (royal institution).
- 1756—1827 *Bedřich Chladný*, proslulý zpytatel v oboru *akustiky* (Chladného zvukové obrazce) pocházel z rodiny původně české.
- 1758—1815 *Nicholson* (čti Niklsn), naroz. v Londýně sestrojil po sobě nazvané *lustoměry* a objevil poprvé (1800) *rozklad vody* proudem galvanickým.
- 1765—1831 *Bohnenberger*, známý svými pokusy o *volném pádu* a svým *elektroměrem* udávajícím netoliko přítomnost nýbrž i jakost elektřiny.

- 1766—1828 *Wollaston*, na slovo vzatý badatel v *nauce o světle*, vynálezce po sobě pojmenovaného *světlového úhlooměru*, sestrojil *kryofor*, objevil zvláštní způsob, kterak se může platina kovatelnou učiniti.
- 1768—1830 *Jan Fourier*, znamenitý matematik obohatil důležitými výzkumy *nauku o teple*, zvláště sálavem a o jeho šíření.
- 1769—1859 *Alexander Humboldt*, proslulý badatel v oboru *magnetičnosti zemské* a zakladatel novější *meteorologie*, zasloužilý svými klassickými pracemi v rozdělování *tepla a tlaku ovzduší* na povrchu zemském.
- 1770—1831 *Tomáš Seebeck*, objevitel *thermoelektriny* a *vidma tepelného*.
- 1773—1829 *Tomáš Young* (čti Jöng), proslavil se svým bádáním v oboru *světla* (sestavil *teorii vidění* a položil základ k *interferenci světla*).
- 1774—1862 *Jan Biot*, hvězdář a silozpytec proslavil se svým bádáním o *lomu světla v plynech*, objevením *cirkulární polarisace*, měřením rychlosti zvuku a j.
- 1775—1812 *Štěpán Malus*, objevitel *polarisace světla odrazem spůsobené*.
- 1775—1836 *Ondřej Ampère* zvěčnil jméno své jasným výkladem zákona o působení *elektrických proudů v jehlu magnetickou* a j. (Ampérův zákon).
- 1776 *Cagniard de Latour* (Kaňár de Latúr), podal důkladné práce o *teple, zvuku* a j. Vynalezl *sirenu* s ústrojím ukazujícím *prosté výšky jednotlivých tónů*.
- 1776—1846 *Josef Zamboni*, professor ve Veroně, získal si zásluhy o *elektrinu*, sestrojil t. zv. *suchý sloup*, užívaný dosud při elektrojevích.
- 1777—1851 *Kristian Oerstedt* zvěčnil jméno své objevením *elektromagnetičnosti*, (zákon Oerstedův 1821).
- 1777—1855 *Karel Bedřich Gauss*, jeden z nejvýtečnějších matematiků, fysikův a astronomů všech věků, rozšířil *nauku o magnetičnosti zemské* (zákon Gaussův), sestrojil s Weberem první *elektromagnetický telegraf*, vynalezl *helioskop*, zdokonalil výkony vážení, *achromasie* a *barometrie* a j. v.

- 1778—1829 *Davy*, znamenitý *lučebník*, vynalezl *bezpečný kahan* do dolů, objevil *chemické účinky elektrického proudu*.
- 1778—1850 *Josef Gay-Lussac* (čti Gelyssá), proslavil se svým chemicko-fyzikálním bádáním, sestrojil zvláštní druh *hustoměrů*, konal výlety do ovzduší v balonu.
- 1779—1857 *Krištof Schweigger*, proslavil se svými *galvanickými výzkumy* a sestrojením galvanického *multiplikátoru*.
- 1781—1840 *Šimon Poisson*, vydal výtečné práce z oboru *mechaniky* a *nauky tepla* a j.
- 1781 *David Brewster* (čti Brustr), vynalezl *kaleidoskop*, zkonalil *stereoskop* a podal důkladné práce o *polarisaci světla* a optice vůbec.
- 1784—1846 *Bedřich Bessel*, znamenitý *hvězdář* a *silozpytec*; učená bádání jeho o *kyvadle*, o *tíži*, o *volném pádu* a j. jsou *klassická*.
- 1784 *Krištof Hansteen*, *hvězdář* v *Kristianii*, má *nemalých zásluh* o *nauku magnetičnosti zemské*.
- 1785—1836 *Jos. Vojtěch Sedláček*, *rodilý* z *Čelakovic* v *Kouřimsku*, vydal první českou *fysiku*: „*Základové přirodnictví*“. V *Praze* 1825 *díl I.* a 1828 *II.*; jeden z *předních buditelů novověké literatury české* odboru *matematicko-silozpytného*.
- 1786—1853 *František Arago*, *zůstavil drahocenné výzkumy* z *rozličných oborů silozpytu* na př.: o *lomu světla v plynech*, o *polarisaci světla*, o *rotační magnetičnosti*; *zúčastnil se též měření zemského poledníka* v *Pyrenejích* a byl zároveň *výtečným spisovatelem* a na slovo *vzatým hvězdářem*.
- 1787—1826 *Josef Fraunhofer*, objevil v *slunečním vidmu* *temné, vláknité čáry*, hotovil *výborné optické nástroje*.
- 1787—1854 *Šimon Ohm*, proslulý *objevením základného zákona* o *mocnosti galv. elektřiny*.
- 1788—1827 *Augustin Fresnel* (*Frenel*), *tvůrce undulační theorie světla*. (*Fresnelův zrcadlový pokus* o *křížení světla*).
- 1788 *Becquerel*, *zabýval se zkoumáním chemických účinkův elektřiny* (*galvanochromie*), *pozorováním elektrických ryb* a *bádáním o výjevech magnetičnosti*.

- 1789—1857 *Augustin Cauchy*, (Koší), znamenitý matematik francouzský, upevnil *matematickým rozbořením teorii světla i tepla*.
- 1790—1845 *John Daniell* známý svým stálým *galvanickým článkem* jakož i svým důmyslně sestrojeným *vlhkoměrem*.
- 1791—1867 *Michal Faraday* (Färädej), učinil znamenité výzkumy v oboru *elektriny galvanické i soubudné* (induktivní, Faradism) objevil *diamagnetičnost*.
- 1791—1868 *Mathias Pouillet*, proslavil se jemnými výzkumy z oboru *elektriny a sálavého tepla*.
- 1792—1871 *Magnus Schwerdt*, proslavil jméno své *jemnými pokusy optickými (ohyb světla, Schwerdtovy mříže)* a duchaplným výkladem těchto výjevů, na základě undulační teorie světla.
- 1793—1857 *Josef Ressel*, (nar. v Chrudimi) vynálezce *lodního šroubu* (1827), důmyslný experimentátor.
- 1796— *Jan Poggendorff*, rodilý z Hamburku, proslavil jméno své vydáváním „*Letopisů fyzikálních*“ (Annalen der Physik) a konal sám četné, zvláště jemné pokusy v oboru *elektriny*.
- 1799—1865 *Adolf Kupffer*, pracoval v nauce o *magnetičnosti zemské a v povětroznalství*.
- 1799—1855 *Frant. Adam Petřina*, rodilý ze Semil v Jičínku, professor fyziky na universitě pražské, důmyslný badatel v oboru *elektriny a magnetičnosti*; obohatil nauku o *galvanické elektrině* a výhodném její užívání (na př. k *telegrafii*); o *elektromagnetičnosti* a j., *novými nálezy a stroji* (spirála harmonika, elektroskop, magneto-elektrika, induktor a j. v.)
- 1799—1877 *Friedrich Eisenlohr*, známý svými *optickými rozborů*, jakož i výbornou učebnou knihou fyziky, dočkáví se již *jednáctého vydání*. (Zech ... 1876).
- 1801—1867 *Friedrich Kämtz*, professor v Petrohradě a pak Derptě, známý svými vědeckými pracemi z oboru *elektriny*, svou výbornou knihou o *meteorologii*.
- 1801—1870 *Karel Steinheil*, rodem z Elzaska, professor v Mnichově, vynálezce *prvního galvanického psacího telegrafu*, objevitel *vodivosti země* pro proud elektrický a vynálezce *četných optických nástrojů*.



- 1801—1873 *Artur de la Rive*, rodilý Švýcar, zvelebil nauku o *elektríně* (de la Riveův plovoucí článek, jeho výklad severní záře a j. v.)
- 1801—1874 *Hermann Jacobi*, objevitel *galvanoplastiky* a *elektrického stroje* (motoru).
- 1801 *Theodor Fechner*, znamenitý badatel v oboru *elektriny* a *magnetičnosti* a svým filosoficko-fyzikálním pojednáním o soustavě atomů.
- 1802—1875 *Karel Wheatstone*, (vyslov Ujstn), vynálezce *stereoskopu* a *elektromagnetické telegrafie* ve spolku s Cookem (vyslov Kůk-em).
- 1803—1879 *Jindřich Dove*, znamenitý *meteorolog*, (v Berlíně Doveův zákon o otáčení větrův) a výtečný spisovatel v různých fyzikálních odvětvích.
- 1803 *Petr Riesz*, podal četné a důležité výzkumy o *elektríně buzené třením*.
- 1804 *Vilém Weber*, znamenitý silozpytec v Gottinkách, podal klassické práce z *theorie vlnění*, o *měření elektriny* a *magnetičnosti* absolutní měrou a mnohé jiné výzkumy z oboru *elektrodynamiky*. (Zák. Webrův).
- 1804 *Emil Lenz*, professor v Petrohradě, proslavil jméno své důležitými výzkumy z nauky o *magnetičnosti zemské* o *elektromagnetičnosti*, o *proudech soubudných* (indukčních) a p.
- 1805—1849 *August Seebeck*, podal výtečné práce k *nauce o zvuku*, jest vynálezcem *sireny* vedle jiných původní.
- 1805 *Jan Lamont*, rodem ze Skotska, professor astronomie v Mnichově, má velké zásluhy o *nauku magnetičnosti zemské*.
- 1810 *Viktor Regnault*, proslavil se znamenitými výzkumy z oboru *tepla* a výjevů na Boyleovu zákonu se zakládajících.
- 1811 *Robert Bunsen*, sestrojil po sobě pojmenovaný *galvanický článek* (uhlozinkový) a vymyslel s Kirchoffem *spektrální rozbor světla*, podal též k němu důmyslný výklad.
- 1811 *Robert Grove*, znám svou stálou a nejsilnější *galvanickou baterií* (platinozinkovou).

- 1814 *Julius Mayer*, důmyslný objevitel základného zákona o zachování síly, proslavil se svou *mechanickou teorií tepla*, zvláště pak *mechanickou rovnomocninou tepla* a p. novými názory.
- 1816 *Arnošt Siemens*, duchaplný sestrojovatel *elektrických telegrafů ukazovacích*. (Ve spojení s Halskem).
- 1818 *James Joule*, proslulý svými badatelskými pracemi v oboru *mechanické teorie tepla*.
- 1818 *Emil Dubois-Reymond* (čti Dyboá Rejmon), v Berlíně zvelebil svými důležitými výzkumy nauku o *zvířecí elektrině*.
- 1819—1868 *Jean Foucault*, znám svým *kyvadelním pokusem*, na důkaz, že země se otáčí okolo své osy, svým měřením *rychlosti světla*, svítících hmot pozemských a j. výzkumy.
- 1819 *Louis Fizeau* vymyslel nové metody k měření *rychlosti světla a elektriny*, užívaje k tomu menších vzdáleností pozemských.
- 1820 *John Tyndall*, slovatný spisovatel anglický v oboru tepla, konal mnohé důmyslné *elektrické, magnetické, diamagnetické a optické pokusy*.
- 1820 *Edmund Becquerel* podal výzkumy o *fosforescenci a chemických účincích světla i elektriny*.
- 1821 *Ludvík Helmholtz* zvěčnil jméno své dílem monumentálním, jednajícím o *akustice*, jakož i o *fysiologické optice*, odůvodnil způsobem mathematickým zákon o zachování síly v přírodě.
- 1822 *Emanuel Clausius*, slovatný badatel v oboru *mechanické teorie tepla* a v jiných odvětvích nového silozpytu.
- 1822 *Julius Lissajous* (čti Lisažů) vyvedl v Paříži znamenité nové práce v oboru *akustiky*.
- 1824 *Robert Kirchhoff*, nyní prof. v Berlíně, tvůrce *spektrálního rozboru světla*, proslulý svými klassickými pracemi o *vidmu slunečním*, o vidmech chemických prvků a p. výjevech.
- 1834 *Bedřich Zöllner*, prof. fysikální astronomie v Lipsku, proslulý svými *světloměrnými výzkumy hvězdářskými*, vynálezce zkušebného spektroskopu, důmyslný vynálezce komet, *theorie gravitační* a j. v.
-

I.

Koeficienty roztahu hmot teplem  
na délku od 0°—100° C.

|                                                      |         |                  |
|------------------------------------------------------|---------|------------------|
| Dřevo jedlové . . . . .                              | 0·00038 | $\frac{1}{2631}$ |
| Cihla . . . . .                                      | 0·00050 | $\frac{1}{2000}$ |
| Mramor kararský . . . . .                            | 0·00085 | $\frac{1}{1178}$ |
| Sklo . . . . .                                       | 0·00086 | $\frac{1}{1161}$ |
| Platina . . . . .                                    | 0·00088 | $\frac{1}{1132}$ |
| Ocel měkká . . . . .                                 | 0·00108 | $\frac{1}{926}$  |
| Litina . . . . .                                     | 0·00111 | $\frac{1}{901}$  |
| Pískovec . . . . .                                   | 0·00117 | $\frac{1}{852}$  |
| Železo kované . . . . .                              | 0·00118 | $\frac{1}{846}$  |
| Ocel tvrdá . . . . .                                 | 0·00122 | $\frac{1}{816}$  |
| Zlato . . . . .                                      | 0·00147 | $\frac{1}{682}$  |
| Měď . . . . .                                        | 0·00172 | $\frac{1}{582}$  |
| Mosaz . . . . .                                      | 0·00187 | $\frac{1}{535}$  |
| Stříbro . . . . .                                    | 0·00191 | $\frac{1}{524}$  |
| Slitina zinková (1 část zinku a<br>2 mědi) . . . . . | 0·00206 | $\frac{1}{486}$  |
| Cín . . . . .                                        | 0·00223 | $\frac{1}{438}$  |
| Pajka klempířská . . . . .                           | 0·00251 | $\frac{1}{399}$  |
| Olovo . . . . .                                      | 0·00285 | $\frac{1}{351}$  |
| Zinek lity . . . . .                                 | 0·00294 | $\frac{1}{340}$  |
| Zinek válený . . . . .                               | 0·00333 | $\frac{1}{302}$  |

II.

Obsažný koeficient roztahu některých kapalin.  
(Průměrné hodnoty.)

|                         |                |                         |                  |
|-------------------------|----------------|-------------------------|------------------|
| Lih od 0°—75° . . . . . | $\frac{1}{11}$ | Rtuť 0°—100° . . . . .  | $\frac{1}{55}$   |
| Ether 0°—20° . . . . .  | $\frac{1}{30}$ | Terpentýn. olej 0°—100° | $\frac{14}{125}$ |
| Voda 0°—100° . . . . .  | $\frac{1}{23}$ | Olivový olej 0°—100°    | $\frac{17}{200}$ |

III.

Seznam některých rychlostí (v metrech).

|                                                                     |              |
|---------------------------------------------------------------------|--------------|
| Prostřední rychlost proudu říčního . . . . .                        | 0·95—1·26 m. |
| Mírného větru . . . . .                                             | 3·3 m.       |
| Vichřice . . . . .                                                  | 12·6—15·8 m. |
| Nejprudšího vichru . . . . .                                        | 38 m.        |
| Koule z ručnice vystřelené . . . . .                                | 400 m.       |
| Koule dělové dvanáctiliberní . . . . .                              | 750 m.       |
| Proudu vzduchu z komínu 114 m. vysokého . . . . .                   | 4·43 m.      |
| Parolodě . . . . .                                                  | 5·06—7·59 m. |
| Parního vozu . . . . .                                              | 9—16 m.      |
| Chodce obyčejného . . . . .                                         | 1·7 m.       |
| Vyčvičeného v klouzání na ledě . . . . .                            | 11·38 m.     |
| Orla v letu . . . . .                                               | 30 m.        |
| Mouchy . . . . .                                                    | 1·58 m.      |
| Koně v poklusu . . . . .                                            | 3·8 m.       |
| Koně cválajícího . . . . .                                          | 8·5 m.       |
| Při anglickém dostihu . . . . .                                     | 26 m.        |
| Chrta . . . . .                                                     | 25·3 m.      |
| Bodu zemského na rovníku při otáčení se země<br>kolem osy . . . . . | 467·8 m.     |
| Středu zemského při otáčení se země kolem<br>slunce . . . . .       | 30.344 km.   |
| Zvuku ve vzduchu . . . . .                                          | 332 m.       |
| Světla ve vzduchu . . . . .                                         | 310.000 km.  |
| Elektrického proudu v drátu měděném . . . . .                       | 455.155 km.  |

IV.

Zrychlení (g)

v rozličných zeměpisných šířkách.

| Zeměpisná šířka | Zrychlení v metrech | Zrychlení v paříž. stop. |
|-----------------|---------------------|--------------------------|
| 0°              | 9·78061             | 30·10906                 |
| 45°             | 9·80604             | 30·18734                 |
| 90°             | 9·83146             | 30·26560                 |

V.

**Délky vteřinového kyvadla**  
na rozličných místech povrchu zemského.

|                                 | Zeměpisná šířka | Délka kyvadla |
|---------------------------------|-----------------|---------------|
| Na rovníku . . . . .            | 0° 0' 0"        | 0·99099 m.    |
| Na ostrově sv. Tomáše . . . . . | 0° 24' 41"      | 0·99113 m.    |
| Na Jamaice . . . . .            | 17° 56' 7"      | 0·99150 m.    |
| V Novém Yorku . . . . .         | 40° 42' 43"     | 0·99319 m.    |
| V Paříži . . . . .              | 48° 50' 14"     | 0·99388 m.    |
| V Londýně . . . . .             | 51° 31' 8"      | 0·99414 m.    |
| V Berlíně . . . . .             | 52° 31' 12"     | 0·99424 m.    |
| V Královci . . . . .            | 54° 42' 51"     | 0·99441 m.    |
| V Trondhjemu . . . . .          | 63° 25' 54"     | 0·99504 m.    |
| Na Spicberkách . . . . .        | 79° 49' 58"     | 0·99606 m.    |
| Na severním pólu . . . . .      | 90° 0' 0"       | 0·99613 m.    |

VI.

**Rychlost zvuku v rozličných hmotách.**  
(Rychlost zvuku ve vzduchu = 1)

|                                            |       |                          |       |
|--------------------------------------------|-------|--------------------------|-------|
| Kyselina uhličitá . . . . .                | 0·79  | Dřevo ořechové . . . . . | 10·5  |
| Kysličník dusnatý . . . . .                | 0·79  | Mosaz . . . . .          | 11    |
| Plyn olejotvorný . . . . .                 | 0·9   | Dřevo dubové . . . . .   | 11    |
| Kyslík . . . . .                           | 0·9   | Zinek . . . . .          | 11    |
| Kysličník uhelnatý . . . . .               | 1·013 | Hlína vypálená . . . . . | 10-12 |
| Vodík . . . . .                            | 3·8   | Měď . . . . .            | 12    |
| Láh . . . . .                              | 3·5   | Dřevo hruškové . . . . . | 13    |
| Rtuť . . . . .                             | 3·7   | „ bukové . . . . .       | 13    |
| Kyselina sírková . . . . .                 | 3·9   | „ javorové . . . . .     | 13    |
| Voda bez vzduchu . . . . .                 | 4·2   | „ mahagonové . . . . .   | 14    |
| Voda se vzduchem . . . . .                 | 4·3   | „ ebenové . . . . .      | 14    |
| Kyselina dusičná<br>(Hut. 1·403) . . . . . | 4·5   | „ lípové . . . . .       | 15    |
| Kyselina octová . . . . .                  | 4·5   | „ třešňové . . . . .     | 15    |
| Olovo . . . . .                            | 2·0   | „ vrbové . . . . .       | 16    |
| Kostice (rybí kost) . . . . .              | 6·7   | „ jedlové . . . . .      | 17    |
| Cín . . . . .                              | 7·5   | Železo a ocel . . . . .  | 17    |
| Stříbro . . . . .                          | 9     | Sklo . . . . .           | 17    |

VII.

Hustota a měrná váha hmot.

|                             |         |                        |       |
|-----------------------------|---------|------------------------|-------|
| <b>A. Hmoty tuhé.</b>       |         | Dřevo hruškové . . .   | 0·661 |
| Achát orientalský . . .     | 2·590   | „ jabloňové . . .      | 0·793 |
| Alabastr bílý . . .         | 2·730   | „ jalovcové špan. . .  | 0·556 |
| Ambra . . .                 | 1·040   | „ jasan. z kmenu . . . | 0·845 |
| Anthracit . . .             | 1·800   | „ javorové . . .       | 0·753 |
| Antimon . . .               | 6·640   | „ jedlové . . .        | 0·550 |
| Arsenik (kov) . . .         | 5·672   | „ jilmové . . .        | 0·600 |
|                             |         | „ kampešové neb        |       |
|                             |         | kreveňové . . .        | 0·913 |
| Bledna (borax) . . .        | 1·720   | Dřevo kdoulové (Quit-  |       |
| Bronik litý (nikel) . . .   | 9·000   | tenbaumholz) . . .     | 0·705 |
| Břidlice modrá . . .        | 3·500   | Dřevo korkové . . .    | 0·240 |
| Burel . . .                 | 4·626   | „ lípové . . .         | 0·604 |
|                             |         | „ lískové . . .        | 0·600 |
| Chalcedon . . .             | 2·664   | „ mahagonové . . .     | 1·063 |
| Cihla (vypálená) . . .      | 1·4—2·2 | „ olšové . . .         | 0·800 |
| Cín . . . 7·216—            | 7·331   | „ ořechové . . .       | 0·671 |
| Cukr bílý . . .             | 1·606   | „ pomerančové . . .    | 0·705 |
|                             |         | „ růžové . . .         | 1·125 |
| Ďasík tavený . . .          | 7·811   | „ sandálové bílé . . . | 1·041 |
| Diamant orient. bílý . . .  | 3·521   | „ „ červené . . .      | 1·128 |
| Diam. orient. červený . . . | 3·550   | „ „ žluté . . .        | 0·809 |
| Dřevo borové . . .          | 0·550   | „ švestkové . . .      | 0·785 |
| „ bezové . . .              | 0·695   | „ tisové holland-      |       |
| „ březové . . .             | 0·738   | ské (Taxbaum) . . .    | 0·788 |
| „ brasilník, čer-           |         | Dřevo topolové . . .   | 0·383 |
| vené (fernambukové) . . .   | 1·031   | „ vinné révy . . .     | 1·327 |
| Dřevo bukové . . .          | 0·852   | „ višňové . . .        | 0·715 |
| „ cedrové indické . . .     | 1·315   | „ vrbové . . .         | 0·535 |
| „ citronové . . .           | 0·726   | „ zimostřázkové        |       |
| „ cypřišové . . .           | 0·644   | fran. (Buchsbaumholz)  | 0·912 |
| „ dubové suché . . .        | 1·666   |                        |       |
| „ ebenové amer. . .         | 1·331   | Granát český . . .     | 4·189 |
| „ ebenové indické . . .     | 1·209   | Granát švédský . . .   | 3·978 |

|                                              |       |                                        |        |
|----------------------------------------------|-------|----------------------------------------|--------|
| Gummilak . . . . .                           | 1.139 | Mastek jamaický . . . . .              | 3.000  |
| Hadec černý . . . . .                        | 2.934 | Mastek benátský . . . . .              | 2.780  |
| „ zelený . . . . .                           | 2.896 | Merotec hran. (Schwerspath) od 4.300—  | 4.400  |
| „ žlutý . . . . .                            | 2.731 | Měď litá . . . . .                     | 7.788  |
| Hořčík . . . . .                             | 6.850 | „ japonská kovaná                      | 9.000  |
| Jacek (Hyacinth) . . . . .                   | 3.687 | „ švédská . . . . .                    | 8.784  |
| Jantar . . . . .                             | 1.080 | Mosaz bílá . . . . .                   | 8.396  |
| Jaspis obecný . . . . .                      | 2.563 | „ kovaná . . . . .                     | 8.544  |
| Kadidlo . . . . .                            | 1.173 | Oblásek od 2.542—                      | 2.642  |
| Kafr . . . . .                               | 0.989 | Ocel kovaná a tuze tvrdá . . . . .     | 7.819  |
| Kalík (vismut) od 9.670                      | 9.822 | Ocel měkká a nekovaná                  | 7.833  |
| Kamenec . . . . .                            | 1.714 | Olovo anglické . . . . .               | 11.352 |
| Kámen vičný . . . . .                        | 1.849 | Olovo německé . . . . .                | 11.310 |
| Karneol . . . . .                            | 2.613 | Olověnka . . . . .                     | 4.739  |
| Kazivec . . . . .                            | 3.160 | Otrusík obyčejný bílý                  | 3.594  |
| Klovatina ammonia-<br>ková (gummi) . . . . . | 1.207 | Pemza . . . . . od 0.914—              | 1.647  |
| Klovatina arabská . . . . .                  | 1.452 | Perly orientalské . . . . .            | 2.684  |
| Křída . . . . .                              | 1.800 | Pěnek . . . . .                        | 1.450  |
| Kost hovězí . . . . .                        | 1.656 | Platina tavená . . . . .               | 20.85  |
| Kost slonová . . . . .                       | 1.825 | Platina kovaná . . . . .               | 22.07  |
| Kostík . . . . .                             | 1.714 | Porcelán čínský . . . . .              | 2.384  |
| Křemen od 2.67—                              | 2.694 | Porcelán saský . . . . .               | 2.493  |
| Křišťál islandský . . . . .                  | 2.720 | Prohleden (amethyst)                   | 2.653  |
| Kyz mědnatý . . . . .                        | 4.762 | Pružec (gummi elasticum) . . . . .     | 0.934  |
| Lava . . . . .                               | 2.800 | Pryskyřice jedlová a smrková . . . . . | 1.072  |
| Led . . . . .                                | 0.916 | Pšenice . . . . .                      | 1.346  |
| Ledek . . . . .                              | 1.900 | Rohovina hovězí . . . . .              | 1.840  |
| Lůj hovězí . . . . .                         | 0.953 | Rubín brasiliánský . . . . .           | 3.531  |
| Mramor kararský . . . . .                    | 2.716 | Rubín orientalský . . . . .            | 4.283  |
| „ pařížský . . . . .                         | 2.837 | Rumělka . . . . .                      | 8.090  |
| Máslo . . . . .                              | 0.942 |                                        |        |

|                                           |        |                                          |       |
|-------------------------------------------|--------|------------------------------------------|-------|
| Sádra . . . od 1·872—                     | 2·310  | Železo lité . . . . .                    | 7·207 |
| Safir brasil. . . . .                     | 3·131  | Železo kované . . . . .                  | 7·788 |
| Safir orient. . . . .                     | 3·994  | Žlutovosk (gummi-<br>gutta) . . . . .    | 1·221 |
| Salmiak čistý . . . . .                   | 1·453  | Žula . . . od 2·538—                     | 2·950 |
| Síra obyčejná . . . . .                   | 2·033  |                                          |       |
| Síra v proutkách . . . . .                | 1·990  | <b>B. Kapaliny.</b>                      |       |
| Skalice anglická . . . . .                | 1·880  | Arak nebo rýžovka . . . . .              | 1·457 |
| Sklo bílé od 2·370—                       | 2·892  | Krev lidská . . . . .                    | 1·040 |
| „ flintové od 3·200—                      | 3·800  | Kyselina blednová . . . . .              | 1·479 |
| „ obyčejné zelené                         | 2·640  | „ dusičná . . . . .                      | 1·583 |
| Slanina . . . . .                         | 0·948  | „ kostiková . . . . .                    | 1·558 |
| Smaragd . . . . .                         | 2·680  | „ mravencová . . . . .                   | 0·994 |
| Smrka arménská (bolus)                    | 12·727 | Kysel. sírk. od 1·700—                   | 1·877 |
| Stříbro tavené . . . . .                  | 10·474 | Kyselina solná . . . . .                 | 1·194 |
| Stříbro kované . . . . .                  | 10·510 | Lih nejčistší . . . . .                  | 0·829 |
| Sůl kamenná . . . . .                     | 2·143  | „ obyčejný . . . . .                     | 0·837 |
| Sůl kuchyňská čistá                       | 1·918  | „ na polo vodou roz-<br>ředěný . . . . . | 0·943 |
| Surma tavená (Spiess-<br>glanz) . . . . . | 6·702  | Lih salmiakový žravý . . . . .           | 0·890 |
| Těžik (chvořík, Tung-<br>stein) . . . . . | 6·067  | „ solný . . . . .                        | 0·951 |
| Topas orientalský . . . . .               | 4·011  | „ terpentýnový . . . . .                 | 0·874 |
| Topas saský . . . . .                     | 3·554  | Lučavka obyčejná . . . . .               | 1·300 |
| Tuček . . . . .                           | 2·727  |                                          |       |
| Tuk vepřový . . . . .                     | 0·937  | Mléko kravské . . . . .                  | 1·032 |
| Uhlí kam. od 1·270—                       | 1·500  | Nafta . . . . .                          | 0·708 |
| Vápenec od 1·386—                         | 2·837  | Ocet čistý . . . . .                     | 1·009 |
| Vosk žlutý . . . . .                      | 0·960  | Ocet vinný . . . . .                     | 1·011 |
| Vosk bílý . . . . .                       | 0·966  | Olej dřevěný . . . . .                   | 0·913 |
| Zeolith . . . . .                         | 2·942  | „ kamenný . . . . .                      | 0·854 |
| Zinek tavený . . . . .                    | 7·190  | „ levandulový . . . . .                  | 0·893 |
| Zlato nejčistší . . . . .                 | 19·26  | „ lněný . . . . .                        | 0·932 |
| Zlato dukátové . . . . .                  | 18·85  |                                          |       |



|                                                   |        |                                             |        |
|---------------------------------------------------|--------|---------------------------------------------|--------|
| Olej mandlový . . .                               | 0·917  | Voda říčná . . .                            | 1·008  |
| „ řepkový . . .                                   | 0·919  | „ studničná . . .                           | 1·008  |
| „ skořicový . . .                                 | 1·035  | „ z mrtvého moře                            | 1·240  |
| „ terpentýnový . . .                              | 0·792  |                                             |        |
| Otrušnatka (kyselina<br>arseničná $AsO_5$ ) . . . | 3·391  | <b>C. Hmoty vzdušné.</b>                    |        |
| Pivo obyčejné . . .                               | 1·035  | Hutnost suchého at-<br>mosférického vzduchu |        |
| Rtuť čistá . . . . .                              | 13·586 | 1 = vzata za míru.                          |        |
| Silice hřebíčková . . .                           | 1·034  | Plyny:                                      |        |
| Terpentýn . . . . .                               | 0·991  | Dusík . . . . .                             | 0·9757 |
| Vejce slepičí . . . . .                           | 1·090  | Ammoniak . . . . .                          | 9·597  |
| Víno burgundské . . .                             | 0·991  | Kyslík . . . . .                            | 1·1036 |
| „ maďerské . . . . .                              | 1·038  | Solík (chlór) . . . . .                     | 2·422  |
| „ malagajské . . . . .                            | 1·015  | Sírovodík . . . . .                         | 1·1912 |
| „ champagnské . . . . .                           | 0·962  | Uhlovodík od 0·300—                         | 0·654  |
| „ rýnské . . . . .                                | 1·000  | Vodík . . . . .                             | 0·0688 |
| Voda dešťová . . . . .                            | 1·000  | Páry.                                       |        |
| „ jezerní . . . . .                               | 1·026  | Kyseliny uhličitě . . .                     | 1·525  |
| „ mořská . . . . .                                | 1·026  | Výpary řasíkové . . .                       | 11·312 |
|                                                   |        | Vzduch atmosférický                         | 1·000  |

VIII.

Rozpínavost a hustota vodních par při rozličných teplotách.

| Expanse v atmosférách | Teplota dle C° | Hustota (voda = 1) |
|-----------------------|----------------|--------------------|
| 1                     | 100° C         | 0·00059            |
| 1½                    | 112·2          | 0·00086            |
| 2                     | 121·4          | 0·00112            |
| 2½                    | 128·8          | 0·00137            |
| 3                     | 135·1          | 0·00162            |
| 3½                    | 140·6          | 0·00186            |
| 4                     | 145·4          | 0·00210            |
| 4½                    | 149·1          | 0·00234            |
| 5                     | 153·1          | 0·00258            |
| 5½                    | 156·8          | 0·00281            |
| 6                     | 160·2          | 0·00304            |
| 6½                    | 163·5          | 0·00327            |
| 7                     | 166·5          | 0·00349            |
| 7½                    | 169·4          | 0·00372            |
| 8                     | 172·1          | 0·00394            |
| 9                     | 177·1          | 0·00439            |
| 10                    | 181·6          | 0·00482            |
| 11                    | 186·0          | 0·00526            |
| 12                    | 190·0          | 0·00568            |
| 13                    | 193·7          | 0·00611            |
| 14                    | 197·2          | 0·00653            |
| 15                    | 200·5          | 0·00694            |
| 16                    | 203·6          | 0·00736            |
| 17                    | 206·6          | 0·00777            |
| 18                    | 209·4          | 0·00818            |
| 19                    | 212·1          | 0·00858            |
| 20                    | 214·7          | 0·00899            |

IX.  
Bod tavení.

|                               |           |
|-------------------------------|-----------|
| Rtuť . . . . .                | —39° C    |
| Bróm . . . . .                | —25       |
| Terpentýnový olej . . . . .   | —10       |
| Leď . . . . .                 | 0         |
| Máslo . . . . .               | 32        |
| Fosfor . . . . .              | 44        |
| Stearin . . . . .             | 60        |
| Vosk . . . . .                | 62        |
| Draslík . . . . .             | 58        |
| Sodík . . . . .               | 90        |
| Jód . . . . .                 | 107       |
| Síra . . . . .                | 111       |
| Cín . . . . .                 | 228       |
| Vismut . . . . .              | 264       |
| Dusičnan sodnatý . . . . .    | 310·5     |
| Olovo . . . . .               | 330       |
| Dusičnan draselnatý . . . . . | 339       |
| Zinek . . . . .               | 360       |
| Antimon . . . . .             | 450       |
| Stříbro nečisté . . . . .     | 1000      |
| Litina . . . . .              | 1100      |
| Zlato . . . . .               | 1200      |
| Ocel . . . . .                | 1300—1400 |
| Železo . . . . .              | 1500—1600 |

X.

Bod varu čisté vody  
při rozličných výškách tlakoměrných.

| Bod varu | Výška tlakoměru<br>v millimetrech | Bod varu | Výška tlakoměru<br>v millimetrech |
|----------|-----------------------------------|----------|-----------------------------------|
| 101° C   | 787                               | 98       | 706                               |
| 100·5    | 774                               | 97·5     | 693                               |
| 100      | 760                               | 97       | 680                               |
| 99·5     | 746                               | 96·5     | 668                               |
| 99       | 733                               | 96       | 657                               |
| 98·5     | 719                               |          |                                   |

XI.

Bod varu.

|                                    |       |
|------------------------------------|-------|
| Kyselina uhličitá . . . . .        | —82°C |
| Kyselina sířičitá . . . . .        | —10   |
| Aldehyd . . . . .                  | 21·8  |
| Cyanovodík (psotnina) . . . . .    | 26·5  |
| Éther . . . . .                    | 35    |
| Třeř (sířková) . . . . .           | 35·6  |
| Bróm . . . . .                     | 47    |
| Lih . . . . .                      | 78·4  |
| Voda . . . . .                     | 100   |
| Olej terpentinový . . . . .        | 160   |
| Olej citronový . . . . .           | 165   |
| Jód . . . . .                      | 176   |
| Fosfor . . . . .                   | 290   |
| Olej lněný . . . . .               | 316   |
| Kyselina sířková sehnaná . . . . . | 325   |
| Rtuť . . . . .                     | 350   |
| Síra . . . . .                     | 490   |

XII.

Kolik kilogramů vody lze zahřáti

od 0° do 100°C 1 kilogramem jiné hmoty, když tato úplně shořív.

|                                        |       |
|----------------------------------------|-------|
| Vodíkem . . . . .                      | 236   |
| Dřevěným, řepkovým olejem, voskem atd. | 90—95 |
| Étherem . . . . .                      | 80    |
| Uhlíkem . . . . .                      | 78    |
| Uhlím dřevěným . . . . .               | 75    |
| Lihem . . . . .                        | 67    |
| Kameným uhlím . . . . .                | 60    |
| Dřívím suchým . . . . .                | 36    |
| Dřívím s 20% vlhkostí . . . . .        | 30    |
| Rašelínou . . . . .                    | 15—30 |

XIII.

**Délky vln světelných ve vzduchu**  
 v millimetrech a příslušný počet záchvějů v 1 vteřině.  
 (Podle Frauenhofera.)

| Paprsek                 | Temná čára | Millimetry | Billiony |
|-------------------------|------------|------------|----------|
| Tmavočervený . . . . .  | B          | 0·000688   | 450      |
| Světločervený . . . . . | C          | 0·000656   | 472      |
| Žlutý . . . . .         | D          | 0·000589   | 526      |
| Zelený . . . . .        | E          | 0·000526   | 589      |
| Modrozelený . . . . .   | F          | 0·000484   | 640      |
| Modrý . . . . .         | G          | 0·000329   | 722      |
| Fialový . . . . .       | H          | 0·000393   | 790      |

XIV.

**Indices (poměry) lomu světla.**

|                            |          |
|----------------------------|----------|
| Chroman olovnatý . . . . . | 2·926    |
| Diamant . . . . .          | 2·470    |
| Granát . . . . .           | 1·815    |
| Safir . . . . .            | 1·768    |
| Topas . . . . .            | 1·610    |
| Sklo flintové . . . . .    | 1·5—1·6  |
| „ korunové . . . . .       | 1·5—1·53 |
| „ antimonové . . . . .     | 2·2      |
| Křemen . . . . .           | 1·548    |
| Kamenná sůl . . . . .      | 1·498    |
| Kamenec . . . . .          | 1·457    |
| Kazivec . . . . .          | 1·436    |
| Led . . . . .              | 1·310    |

XV.

Odpor, jež někteří elektrovodičové galv. proudu kladou.

|                   |       |
|-------------------|-------|
| Měď . . . . .     | 1     |
| Stříbro . . . . . | 0·95  |
| Zlato . . . . .   | 1·38  |
| Zinek . . . . .   | 3·69  |
| Železo . . . . .  | 7·44  |
| Platina . . . . . | 11·08 |
| Cín . . . . .     | 6·52  |
| Olovo . . . . .   | 10·86 |
| Rtuť . . . . .    | 49·49 |
| Mosaz . . . . .   | 4     |

XVI.

Udavatelé jednoduchého lomu světla (indices = n).

| J m é n o                         | I n d e x |
|-----------------------------------|-----------|
| Achat . . . . .                   | 1·748     |
| Kamenec . . . . .                 | 1·458     |
| Boracit . . . . .                 | 1·667     |
| Diamant . . . . .                 | 2·414     |
| Voda . . . . .                    | 1·336     |
| Granát (almandin) . . . . .       | 1·772     |
| Mok vodnatý v oku . . . . .       | 1·337     |
| Mok rosolovitý (sklína) . . . . . | 1·339     |
| Hydrofan . . . . .                | 1·387     |
| Obsidian . . . . .                | 1·485     |
| Opal . . . . .                    | 1·442     |
| Křemen . . . . .                  | 1·45      |
| Spinell . . . . .                 | 1·713     |

XVII.

Udavatelé lomu (indices)  
látek dvojlomných o jedné optické ose.

| Jakost<br>krystalu<br>{+} | J m é n o                     | Index lomu |       |
|---------------------------|-------------------------------|------------|-------|
|                           |                               | O          | E     |
| +                         | Křemen (D) . . . . .          | 1·544      | 1·553 |
| —                         | Apatit (D) . . . . .          | 1·646      | 1·642 |
| —                         | Vápenec isl. (D) . . . . .    | 1·658      | 1·486 |
| +                         | Zirkon . . . . .              | 1·92       | 1·97  |
| —                         | Turmalin (bezbarvý) . . . . . | 1·636      | 1·619 |
| —                         | Turmalin zelený . . . . .     | 1·641      | 1·620 |

Udavatelé lomu (indices)  
látek dvojlomných o dvou optických osách.

| Jakost<br>krystalu | J m é n o                    | Hodnoty střední |
|--------------------|------------------------------|-----------------|
| +                  | Topas . . . . .              | 1·614           |
| —                  | Arragonit . . . . .          | 1·681           |
| +                  | Sádra . . . . .              | 1·523           |
| —                  | Borax . . . . .              | 1·470           |
| —                  | Malachit . . . . .           | 1·88            |
| —                  | Uhličitan olovnatý . . . . . | 2·072           |
| —                  | Sůl glauberova . . . . .     | 1·44            |
| —                  | Síran zinečnatý . . . . .    | 1·486           |

XVIII.

Číslo brýlí (náoček)  
(dle Fricka).

| Pro krátkozraké<br>(rozptylky) |             | Pro dalekozraké<br>(spojky) |             |
|--------------------------------|-------------|-----------------------------|-------------|
| Dálka zraku                    | Číslo brýlí | Dálka zraku                 | Číslo brýlí |
| 10 cm.                         | 7           | 30 cm.                      | 28          |
| 11 "                           | 9           | 32 "                        | 24          |
| 12 "                           | 10          | 34 "                        | 22          |
| 13 "                           | 12          | 36 "                        | 20          |
| 14 "                           | 15          | 38 "                        | 18          |
| 14·5 "                         | 16          | 43 "                        | 16          |
| 15 "                           | 18          | 46 "                        | 15          |
| 15·5 "                         | 20          | 50 "                        | 14          |
| 16 "                           | 22          | 56 "                        | 13          |
| 16·5 "                         | 24          | 63 "                        | 12          |
| 17 "                           | 26          | 79 "                        | 11          |
| 18 "                           | 32          | 108 "                       | 10          |

Normální dálka zraku = 21 cm.

XIX.

Tabulky hvězdářské.

Země. Měsíc.

Země.

|                    |                 |
|--------------------|-----------------|
| Obvod země         | 40,000.000 m.   |
| Sploštěnost        | $\frac{1}{294}$ |
| Poloměr na rovníku | 6,378.233 m.    |
| Poloměr na pólu    | 6,356.588 m.    |
| Poloměr střední    | 6,366.198 m.    |

Měsíc.

|                    |                                |
|--------------------|--------------------------------|
| Vzdálenost od země | = 60·273 r. poloměrů zemských. |
| Průměr             | = 0·273 r.                     |
| Krychlový obsah    | = 0·02 obsahu země.            |



XX.

A) Planetní poměry sluneční soustavy vzhledem k naší zemi.

| Jméno planety | Střední vzdálenost od slunce | Skutečný průměr | Krychlový obsah | Hmotnost | Sklon dráhy k ekliptice |
|---------------|------------------------------|-----------------|-----------------|----------|-------------------------|
| Merkur        | 0·3870987                    | 0·378           | 0·054           | 0·075    | 7° 0' 8"                |
| Venuše        | 0·723332                     | 0·954           | 0·868           | 0·787    | 3° 23' 35"              |
| Země          | 1                            | 1               | 1               | 1        | 0° 0' 0"                |
| Mars          | 1·523691                     | 0·540           | 0·157           | 0·109    | 1° 51' 2"               |
| Jupiter       | 5·20280                      | 11·16           | 1389·996        | 309·028  | 1° 18' 41"              |
| Saturn        | 9·538852                     | 9·527           | 864·694         | 91·931   | 2° 29' 40"              |
| Uranus        | 19·182639                    | 4·221           | 75·253          | 15·771   | 0° 46' 30"              |
| Neptun        | 30·63697                     | 4·407           | 85·605          | 18·542   | 1° 46' 59"              |

B) Dokončení.

| Jméno planety | Hustota | Mocnost tíže | Doba oběhu okolo slunce (rok) | Doba otáčení kolem osy (den) |
|---------------|---------|--------------|-------------------------------|------------------------------|
| Merkur        | 1·376   | 0·521        | 87 dní 23 hodin               | 24 hod. 5 m.                 |
| Venuše        | 0·905   | 0·864        | 224 dní 17 hodin              | 23·21 hod.                   |
| Země          | 1       | 1            | 365·242216 dní                | 23·56 "                      |
| Mars          | 0·714   | 0·382        | 1 rok 321 dní 17 hodin        | 24·37 "                      |
| Jupiter       | 0·236   | 2·581        | 11 let 314 dní 20 hodin       | 9·55 "                       |
| Saturn        | 0·121   | 1·104        | 29 let 166 dní 23 hodin       | 10·30 "                      |
| Uranus        | 0·209   | 0·883        | 84 let 5 dní 20 hodin         | ?                            |
| Neptun        | 0·216   | 0·953        | 164 roky 285 dní              | ?                            |

## Ukazatel věcný.

### A.

Absorpce 39, 814  
Achromasie 862—864  
Akkomodace oka 878  
Akkordy (tvrdé a měkké)  
433—436  
Albuminaty 128  
Alkaloidy 116  
Alkoholy 124  
Ampérova theorie magnetičnosti  
716—722  
Anamorfosy 812  
Aneroidy 250  
Argelendre 1278  
Astatická jehla 527  
Astronomie 1255  
Atomy 48.

### B.

Balony 261  
Barometry viz tlakoměry  
Barevné a bílé předměty 897  
Baroskop 250  
Barva 893  
Barvy doplňkové 891  
Barvy duhové 838  
Barvy jednoduché a složité 839  
Barvy osobní 891, 892  
Barvy tenkých lístků 1011  
Barvy a tóny 909—915  
Barviva 126, 127  
Blesk 572, 579  
Bod tavení 1080  
Bod tuhnutí 1084.

Bod varu 1086  
Brejle 880  
Brewsterův zákon 1042, 1043  
Brom 70, 76  
Bussoly 524, 640.

### Č.

Časová rovnice 1264  
Část hmoty ponořená ve vodě  
216—218  
Částečná polarisace 1041  
Červánky 1358  
Činitelé magnetičnosti zemské  
522  
Činitelé plování 208, 209  
Články stálé 610—613  
Čočky achromatické 867  
Čočky aplanatické 871  
Čočky rozptylné 855  
Čočky spojné 846—849  
Čočky vůbec 841.

### D.

Dalekohledy 932—939  
Daltonismus 892  
Dasymetr 250  
Dělitelnost 14  
Délky vln v píšťalách 445, 446  
Délky vln světlových 1003  
Dělnost síly 281  
Den 1263  
Denní světlo 1355  
Děšť (známky) 1352\*  
Dešťoměry 1350

Devatero zjevů silozpytných  
1250—1254  
Deviace 832  
Diafragma 610  
Diamagnetičnost 529, 530, 532,  
535—537  
Diffuse plynů (Daltonův zákon)  
39, 268  
Digestor Papinův 1173  
Doba kmitu 359  
Domněnky o elektřině 546  
Domněnky o magnetičnosti 482,  
721  
Domněnky o světle 790, 791, 792  
Domněnky o teple 1242—1247  
Drobnohledy 927—931  
Duha (hlavní i vedlejší) 990—999  
Důležitost silozpytu 7  
Dusík 62  
Dvojlom světla 1012—1033.

### E.

Elektrická jiskra 563  
Elektrická zář 568—571  
Elektrické hodiny 700  
Elektrické hybostroje 694—700  
Elektrické napjetí 562  
Elektrické proudy nervové 778  
Elektrické proudy svalové 777  
Elektrické proudy zvířat 775, 776  
Elektrické přístroje 575—578  
Elektrické ryby 769  
Elektrické vidmo 569  
Elektrický výboj 563  
Elektriky (tři druhy) 576  
Elektřina galvanická 588—722  
Elektřina kladná a záporná 544  
Elektřina ovzduší 580—583  
Elektřina poutaná 557

Elektřina třením 542  
Elektřina volná 547  
Elektřina živočišná 768—779  
Elektrobudiči 591—597  
Elektrodynamika 669, 700  
Elektrodynamické paradoxon 670  
Elektrodynamické stroje  
694—700  
Elektroelektřina 723—737  
Elektrojevny 578  
Elektrolýsa 648  
Elektromagnet 682  
Elektromagnetoelektřina 747  
Elektroměry 578 (3)  
Elektropositivné prvky 658 a n.  
Elektroskopy 578  
Elektrování rozkladem 554, 555,  
557, 558  
Elektrování sdílením 555, 556,  
558  
Elektrody 649  
Éther 124  
Expanse 224, 1162, 1165, 1170 a n.  
Expanse prostá 230—232  
Expanse smíšeniny par 1184  
Expanse specifická 233.

### F.

Faradayovo kyvadlo 690  
Fata morgana 827, 1360  
Fluór 70  
Fluorescence 985  
Fosforescence světla 986—988  
Fluorovodík 76  
Fourierova věta 1106  
Fraunhoferovy temné čáry 840.

### G.

Galvanická batterie 606, 607  
Galvanochromie 659

Galvanoplastika 656  
Geislerovy trubice 578  
Gutaperča a kaučuk 122.

**H.**

Harmonie 436  
Henleyův vybiječ 578  
Heliostat 917, 918  
Heliotrop 919  
Hladina kapaliny 194  
Hlíny viz zeminy 82  
Hmota 1  
Hmotnost 2  
Hmoty anisotropické 829  
Hmoty isotropické 828  
Horror vacui 1242  
Hoření 1230 a n.  
Hranol bezbarvý 864  
Hromosvody 584, 586  
Hudební nástroje 437—442  
Hustoměr Alexandrův 204  
Hustoměry stupňované 221  
Hustota 19—21, 216  
Hustota elektřiny 549  
Hustota a obsah vzdušín 236,  
1183  
Hustota plynů 238, 257, 258  
Hustota proměnlivá 254  
Hutnost proudu 654  
Hvězdy (rozřídění) 1259, 1260  
" poloha 1261  
" množství 1273  
" vrcholení 1262  
Hvězdářský lom světla 1257.

**Ch.**

Chemické násobky (multipla) 57  
Chemické působení 50, 51  
Chemické rovnomočniny 56

Chemičnost 49  
Chlór 70, 73  
Chloroform 74  
Chopnost tepla 1129  
Chvění 357—364  
Chvění postupné 367  
Chvění stojaté 365.

**J.**

Index lomu vln 373  
Induktory 733  
Influence elektrická 554  
Interruptory 735  
Irradiace 839  
Isogony 520  
Isokliny 521  
Jasnost 785, 786  
Jasnost odraženého světla 795  
Jednotka Jakobiho 653  
Jednotka odporu 619  
Jednotka galvanického proudu  
653  
Jemné výjevy tepla 1104 a n.  
Jód 70, 75.

**K.**

Kabel 705 (c)  
Kalorescence 989  
Kalorická rovnomočnina 1235  
Kalorie 1124  
Kalorimetr 1142  
Kapaliny 193  
Kapaliny magnetické a diama-  
gnetické 536  
Kathetometr ob. 100  
Kladka nezdvižná 159  
Kladka zdvižná 159  
Kladkostroj Archimedův 160  
Kladkostroj obecný 161

Klín 164  
Kmity rovnodobé a soudobé 364  
Koeficient roztahu 1074—1078  
Kolo na hřídeli 158  
Komety 1330  
Komma Pythagorská 429  
Kompas 523  
Kondensatory 733, 734  
Konec zředování a zhustování  
vzduchu 265, 266  
Koruna slunce 1282  
Kostík 68  
Kovy 77—80  
Kovy alkalické 82 a)  
Kovy lehké 82  
Kovy těžké 81, 83  
Krystalení 42  
Krystaly 41  
Krystaly kladné a záporné 1024,  
1025  
Krystaly o jedné a dvou osách  
1018, 1026  
Křehkost 29  
Křížení světla polarisov. 1050  
Křížení světla 1000  
Křížení vln 378  
Křížení zvuku 448—450  
Kulminace 1262  
Kyanovodík 115  
Kysání 112  
Kyseliny 84—89  
Kyseliny mastné 114  
Kyselina sírová a uhlíčitá 88  
Kyseliny ústrojné 113  
Kyseliny vodíkové 115  
Kysličníky 91  
Kyslík 60  
Kyvadlo a jeho užívání 286—  
291, 297

Kyvadlo převratné 292  
Kyvání magnetické jehly  
513—515

L.

Láhev Laneova 578 (5)  
Láhev Leidenská 577 (2)  
Lano podmořské viz Kabel  
Látky desinfekční 71  
Leidenfrostův pokus 1182  
Letavky 1331 a n.  
Lih 125  
Lokomobily 1222  
Lom světla hvězdářský 1357  
Lom světla v hranolu 831—837  
Lom tepla 1108 a n.  
Lom vln 372, 373  
Lom zvuku 405, 406  
Lučba 45  
Lučba ústrojná 103  
Lupy 839

M.

Magnet přirozený 478  
Magnet strojený 479  
Magnetičnost 482  
Magnetičnost krystalů 538  
Magnetičnost země 483, 503, 719  
Magnetická jehla 484, 505, 508  
Magnetický sklad 499  
Magnetický odklon 506, 518  
Magnetická polárnost 486  
Magnetický poledník 484, 506  
Magnetické póly a osa 483  
Magnetický rovník 510, 521  
Magnetický rozklad 496—498  
Magnetický sklon 509  
Magnetoelektrika 743 a n.  
Magnetoelektrina 738—746

Magnetování 489—491  
 Manometry 250, 1221  
 Mariottův zákon 230 a n.  
 Mechanika 131, 132  
 Melloniho themoskop 1111, 1112  
 Melodie 436  
 Měna čili fáza chvění 361 a n.  
 Měny souhlasné ve chvění 369  
 Měrná váha plynů 255, 256  
 Měření expanse 1165 a n.  
 Měření hor 251  
 Měření práce 278  
 Měření sil 278  
 Měření stálosti polohy 192  
 Měření tepla 1124 a n.  
 Měření tlaku ovzduší 248—252  
 Měření utajeného tepla 1148  
 Měsíce 1315—1328  
 Meteorologie 1334  
 Methody toho měření 1137—1143  
 Množství tepla 1136 a n.  
 Množství vyteklé kapaliny 338  
 Množství vyteklého plynu 349  
 Mocnost galvanického proudu  
 629, 631—635  
 Modrost oblohy 1359  
 Molekuly 48  
 Monochord 421  
 Mračna 1208—1212  
 Multiplikatory 637—639  
 Mýdlo 120.

**IV.**

Náloby spojitě 202—203  
 Nakloněná rovina 162  
 Nasycenost magnetická 689  
 Názvy solí 96—98  
 Neefovo kladívko 687, 735  
 Nekovy 58, 59

Neprostupnost 10  
 Nestálost magnetičnosti zemské  
 517  
 Nestálost organických látek  
 111 a n.  
 Newtonovo sklo barev 1007  
 Normální drát 618.

**O.**

Obrazy v čočkách 858, 860, 861  
 Obrazy v zrcadlech 800  
 Obrazce Chladného 444  
 Obsah měrný 18  
 Obzor 1256, 1257  
 Odchyłka chromatická 866  
 Odchyłka sférická 865  
 Odpor prostředí 355, 356  
 Odpor proudu 614—626  
 Odporoměry 627  
 Odraz hmot pružných 333, 334  
 Odraz světla 793—796  
 Odraz tepla 1107 a n.  
 Odraz úplný (světla) 827  
 Odraz vln 376, 377  
 Odraz zvuku 398, 399  
 Odstředivá síla země 315 a n.  
 Ohlas a ozvěna 400—403  
 Ohmův zákon 629  
 Ohniska 846 a n.  
 Ohyb světla 1006  
 Ohyb vln 382  
 Okolky měsíce a p. 1361  
 Oko lidské 872—878  
 Okysličování 1231  
 Optická osa 843  
 Optické nástroje 916  
 Optika (rozvah) 782  
 Osa volná 322  
 Osa zemská 1313 a n.

Osní soustavy 43  
 Otáčení roviny polarisační 1055  
 Otáčivý pohyb 293  
 Ovzduší 227  
 Ozon 587  
 Ozvučnice 467  
 Ozvuk 466

P.

Padání ke dnu 209  
 Pád po šikmé ploše 284—285  
 Pád volný 282  
 Páka 157  
 Paprsek (E) 1021  
 Paprsek (O) 1020  
 Paprsek světla 781  
 Pára 1160  
 Pára nasycená 1160 a n.  
 Parallaxa slunce 1265  
 Parallaxa stálic 1269  
 Paradoxon aerodynamické 351  
 Paradoxon hydrostatické 199  
 Parostroje 1217—1222  
 Passátní větry 1345  
 Passivita kovů 667 a n.  
 Pevné hmoty diamagnetické 535  
 Pevné hmoty magnetické 535  
 Pevnost 33  
 Pevnost a její odrudy 33—37  
 Planety 1392—1304  
 Plateauovy tvary 223  
 Plování 207—209  
 Plování ve vzduchu 241, 242  
 Plyny magnetické a diamagnetické 534  
 Plyny a páry 26  
 Podmínky achromasie 864—870  
 Podmínka plování 208

Podmínky plování ve vzduchu 260  
 Podmínky rovnováhy (Viz stroje)  
 Pohlcování světla 814 a n.  
 Pohyb a jeho činitelé 272  
 Pohyb kapalin 222  
 Pohyb plynů v rourách 348, 349  
 Pohyb rovnoměrný 273  
 Pohyb středoběžný 311, 312  
 Pohyb země 1311 a n.  
 Pohyb zrychlený 274  
 Pokus Galvaniho 588  
 Pokus Peltierův (kříž) 760 a n.  
 Polarisace dvojlomem 1035—1037  
 Polarisace galvanického proudu 660—662  
 Polarisace odrazem 1039  
 Polární zář 1363  
 Polarisace světla 1034, 1052, 1053  
 Poledník 1258  
 Poloha hvězd 1261  
 Poloha plovoucích těles 210  
 Poloha stálá 189  
 Poloha volná 191  
 Poloha vratká 190  
 Poloměr země 1308  
 Pórovatost 11  
 Potrava lidská 129  
 Povrch země 1309  
 Práce 279  
 Pravidlo Lenzovo 729  
 Prospěšnost bouřek 587  
 Prostá váha plynů 259  
 Prostornost 9  
 Protiproudy elektrické 666  
 Protuberance 1282  
 Proud zpátečný 666  
 Proudění kapaliny 222  
 Proudění rovnoběžné 669

Proudy soubudné 723—747  
Proudy sbíhavé 669  
Průteplivost 1115 a n.  
Pružnost 30—32  
Pružnost kapalin 195  
Pružnost vzdušnin 246  
Prvky 44, 46  
Prvky ústrojné 106  
Pryskyřice 123  
Přehled nejdůležitějších chemických sloučenin 243  
Překážky pohybu 55  
Přetavení 1152  
Přetlak 252  
Přetykač 715  
Převodič 713  
Přílnavost a spojivost str. 7  
Příroda 3  
Přitažlivost 166, 167  
Působení magnetu do dálky 485  
Působení tepla utajeného 1144 a n.  
Působení volné elektřiny 547 a n.  
Pyroelektřina 762 a n.

**R.**

Radikaly 106  
Radiometer 1123  
Ráz hmot nepružných 324, 325  
Ráz hmot pružných 326—334  
Ráz vody na stavidla 342  
Ráz tonů 456—458  
Ráz zpáteční 343  
Razostroj Nolletův 332  
Redukovaná barometrická výška 1074  
Redukovaná délka kyvadla 290, 297  
Redukovaná délka odporu 621  
Reflektory 937

Resonatory 467  
Richmanovo pravidlo 1136, 1137  
Rosa 1206  
Rotační magnetičnost 748—750  
Rovnomocnina tepla (mechanická) 1096, 1228  
Rovnováha na strojích 152 a n.  
Rozbor spektrální 982  
Rozkládání sil 151  
Rozklady ústrojnin 130  
a) kvašení lihové  
b) kvašení octové  
c) hnití  
d) tlení  
Rozmanitost sloučenin ústrojných 105  
Rozpínavost vzdušin 22, 25, 224, 230  
Rozprostraněnost 9  
Rozptýlené světlo 798  
Rozptyl světla (disperse) 955—962  
Roztažitelnost hmot' 12  
Roztok 38, 40  
Roztřídění sloučeninorganických 108, 109  
Rozvrh mechaniky 131, 132  
Rozvrh sil 276, 277  
Rozvrh strojů 153, 154  
Ruhmkorffův stroj 747  
Rychlost elektřiny 574  
Rychlost světla 788  
Rychlost zvuku ve vzduchu 392  
Rychlost zvuku v jiných hmotách 394—397  
Rychlost tepla viz tab.

**Ř.**

Řada elektrobudičův 592  
Řada elektrochemická 658



S.

- Samohlásky 455  
 Setrvačnost 15  
 Setrvačný moment 295—297  
 Severní záře 1263  
 Seznam barviv 127  
 Sextant 921  
 Sférometr obr. 17  
 Síla 4, 6, 135—137  
 Síla kořecitivní 500, 501  
 Síla elektrobudivá 591, 596  
 Síla koňská 280  
 Síla odstředivá 313  
 Síla stoupání balonů 262  
 Síla tónu 409, 410  
 Silice 121  
 Silozpyt 4, 5, 7, 1252  
 Síly molekulární 22  
 Síly zvuku ubývá 396  
 Síly zvuku přibývá 397  
 Síra 67  
 Sireny 413  
 Skládání a rozkládání sil 138  
 Skupenství 23, 1079  
 Skvrny na slunci 1280  
 Sloučeniny první a druhé třídy  
     54, 55  
 Sloučeniny ústrojně 103  
 Složení kyselin 85  
 Sloučivost 49  
 Slučování v určitém poměru  
     52 a n.  
 Slunce 1274—1284  
 Sluneční soustava 1285, 1291  
 Slyšení a jeho podmínky 473—476  
 Smrštění kapalin 1154  
 Solenoidy 691—693  
 Soli 95—102  
 Soli hálové 97  
 Soli nerozpustné 100  
 Soli v přírodě a jich působení 98  
 Součlení galv. (batterie) 606, 607  
 Soumrak 1356  
 Soustava hráňová 43  
 Souzvučnost a její podmínky 432  
 Spalování ve vzduchu 1239  
 Spektra (vidma) 963—984  
 Spektroskop 942  
 Spojité nádoby 202—204  
 Spojitost 22  
 Srážení par 1190 a n.  
 Statický moment 145  
 Stažení pramenu vytékající ka-  
     paliny 338  
 Stín 784  
 Stíny barevné 890  
 Stlačitelnost 13  
 Stlačitelnost kapalin 26  
 Stroje pákové 154, 157—161  
 Stroje nakloněných ploch 154,  
     162—164  
 Stroje na odrazu zvuku zalo-  
     žené 404  
 Stroje na tlaku vzduchu zalo-  
     žené 267  
 Struna zvučící a zákony znění  
     415—421  
 Středobod kyvu 290  
 Stupnice diatonická a chroma-  
     tická 423—426  
 Světlice (camera lucida) 837, 940  
 Světélka 1362  
 Světlo 780  
 Světlo rozptýlené 798  
 Světloměry 787  
 Světlopis 947, 953  
 Svitání 1256  
 Svitálna kouzelná 938

Š.

Šíření světla 783  
 Šíření tepla 1106 a n.  
 Šíření tónů do dálky 393  
 Šroub 163.

T.

Tažnost 28  
 Telefon 747  
 Telegrafování 706  
 Telegrafy 701—715  
 Těleso 2  
 Temnice 939  
 Teplota akustická 480  
 Teplo měrné 1128  
 Teploměry 1068—1072  
 Teplo 1059  
 Teplota 1061, 1062  
 Teplota ovzduší 1335 a n.  
 Teplo sálavé 1063, 1101 a n.  
 Teplo skryté 1144—1159  
 Teplo skupenské 1088  
 Teplo a světlo 1110—1111  
 Teplo vedené 1093  
 Teplo atomové 1134  
 Teplo vztažné 1131  
 Teplo zvířecí 1241  
 Teplota žhavých hmot 1139  
 Těžiště a jeho určování 171—173  
 Těžiště jehlance celého 179  
 Těžiště jehlance komolého 180  
 Těžiště kruhu (elipsy) 177  
 Těžiště kužele komolého 181  
 Těžiště lichoběžníku 175  
 Těžiště oblouku kruhového 182  
 Těžiště paraboloidu 186  
 Těžiště polokoule 184  
 Těžiště pravidelných obrazců 176  
 Těžiště rovnoběžníka 175

Těžiště sloupu 178  
 Těžiště trojúhelníka 174  
 Těžiště úseče kruhové 183  
 Těžiště vrchliku kulového 185  
 Těžiště mimo hmotu 187  
 Tíže všeobecná 167  
 Thermoelektrická batterie 751  
 Thermoelektrická řada 754  
 Thermoelektrobudiči 756  
 Thermoelektřina 751—767  
 Thermochrosa 1117  
 Thermomultiplikátor 759 a n.  
 Tlak atmosféry 237  
 Tlak jednostranný (kapalin) 200  
 Tlak (vzdušin) 234—236  
 Tlak kapalin (šíření) 197, 198  
 Tlak kapaliny přirozený 199  
 Tlak kapaliny na stěny kolmé 200  
 Tlak kapaliny na stěnu šikmou 201  
 Tlak ovzduší 243—245  
 Tlak umělý 198  
 Tlakoměry a jejich užívání 248—251, 1342, 1343  
 Tón Tartinský 463  
 Tóniny 427  
 Tóny 408  
 Tóny kombinační 460—462, 464  
 Tóny složité 451—454  
 Tóny duté 454  
 Tóny drsné 459  
 Tóny souzvučné 430, 431  
 Topení parou 1189  
 Torricelliova věta 335  
 Trojzvuky 434—436  
 Trvání světlového dojmu 887  
 Tření 352—354  
 Tučky 119  
 Turmalinové kleště 1049 (c)

Tvarojevy 886

Tvrđost 27.

U,

Ubyívání elektřiny do dálky 562

Ubyívání tlaku ovzdušného do  
výšky 230

Ubyívání zvuku do dálky 396

Účel strojů 165

Účinky elektřiny 564, 565, 573

a) mechanické 573

b) světla 643—647

c) tepla 643—647

d) chemické a fyziologické

573, 648—668

Účinky světla (chemické) 943

Účinky tepla 1065 a n.

Udavatel lomu 821

Úhel polarisační 1040

Úhel zorný 383

Uhlík 66

Uhlohydráty 109

Úhloměř 922

Úhlová rychlost 294

Ucho lidské 469—472

Ucho Dyonýsovo 404

Únos hmot 215

Určování magnetické síly

514—517

Určování měrného tepla 1140—

1142

Určování polárnosti magnetu 487

Určování poměru lomu 836

Určování těžiště 173 a n.

Ústrojí elektrických ryb 774

Ústroje hlasové 447

Uzly chvění 443

Užívání kyvadla 298

Užívání páry 1213—1222

Užívání polarisace 1058

Užívání proudů návodných 732

Užívání síry a fosforu 69

Užívání solí 102

Užívání světlopisu 954

Užívání thermoelektřiny 767

Užívání tuků 120

Užívání zásad 94

Užívání zrcadel 805, 811.

V,

Vady oční 880, 881

Váha 16, 17

Váha měrná 170, 212

Vápenec islandský 1012 a n.

Vaření kapalin 1086 a n.

Vedení proudu galv. 622 a n. 705

Velikost tlaku umělého 198

Věta Avogadrova 270

Věta Edlundova 750

Vidění 872 a n.

Viditelnost barev 898 a n.

Vidmo a jeho odrůdy 838, 839

Vidmo interferenční 1005

Vidmo obrácené 976

Vlastnosti kapalin 193

Vlastnosti kovů 78, 79

Vlastnosti kyselin 84, 86 a n.

Vlastnosti par 1089—1092

Vlastnosti solí 100, 101

Vlastnosti uhlohydrátů 110 a n.

Vlastnosti vzdušín 224 a n.

Vlhkoměrství 1201—1212.

Vlhkost vzduchu 1192—1200,

1339 a n.

Vlna 367

Vlykavost 1121 a n.

Voda 64

Vodiči elektřiny 542, 551—553

Vodiči tepla 1094, 1097  
Vodík 61  
Vodivost elektřiny 550, 620  
Vodotrysky 344  
Voltův článek 599, 600  
Voltův sloup 601, 602  
Vrh a jeho zákony 300—310  
Všeobecné vlastnosti hmot 8  
Výboj ryb elektrických 770 a n.  
Výhřevnost 1236—1240  
Výjevy dvojlomu 1013 a n.  
Výjevy světla na obloze 1355—  
1363  
Výjevy v zrcadlech 801  
Výroba ledu 1189  
Výslednice sil 139, 142, 146—150  
Výška i dálka vrhu 305, 309  
Výška tónu 412—414  
Výtok kapalin dnem 335—338  
Výtok kapalin otvorem postran-  
ním 339—341  
Výtok vzdušín 345, 346  
Vývěvy a hustovky 263—267  
Vzduch 63  
Vzdušiny 226, 228

**Z.**

Základ hustoměrů 217, 218  
Základný výjev elektřiny 545  
Základný výjev galvanismu 588  
Základný výjev magnetické síly  
486  
Zákony (nejdůležitější).  
*A. Z oboru mechaniky a zvuku.*  
Zákon o pružných hmotách 32  
Zákon o spojitých nádobách  
202—204  
Zákon Archimedův 205  
Zákon Mariottův 230

Zákon Gay Lussacův 230—271  
Zákon o ubývání tlaku ovzduší  
245  
Zákon o zředování a zhustování  
vzduchu vývěvou 264, 266  
Zákon Daltonův o pronikání ply-  
nů 268  
Zákon o volném pádu hmot 282,  
283  
Zákon o pohybu hmot vržených  
300—310  
Zákony kyvadla 286—292  
Zákony pohybu odstřed. v kruhu  
314  
Zákony Kepplerovy 317—320  
Zákon Newtonův 321  
Zákony rázu 323—334  
Zákony o výtoku kapalin 335 a n.  
Zákony o výtoku vzdušín 345 a n.  
Zákon Doveův 1344  
Zákony pohybu vlnivého 362 a n.  
Zákony příčného chvění strun  
415 a n.  
Zákon Dopplerův 477  
*B. Magnetičnost a elektřina.*  
Zákon Coulombův 562  
Zákon Gauszův 494  
Zákon o umístění elektřiny 547  
Zákon o elektrování rozkladem  
557  
Zákon Voltova sloupu 599—604  
Zákon odporu elektrovodičů 617  
Zákon Ohmův 629  
Zákon Faradayův (elektrochem)  
655  
Zákon Oerstedův 681  
Zákon Joulův 642  
Zákon Lenzův 729  
Zákon Edlundův 750

*C. Z optiky.*

- Zákon o působení světla do dálky 786  
Zákon odrazu světla 793 a n.  
Zákon lomu (jednoduchého) 821 a n.  
Zákon úplného odrazu světla 826, 827  
Zákon Kirchhoffův (absorbční) 816  
Zákon interference 1000 a n.  
Zákon dvojlomu 1012 a n.  
Zákon polarisace 1039 a n.  
Zákon Brewsterův 1042 a n.  
Zákon interference polarisovaného světla 1050

*D. Z oboru tepla.*

- Zákon o rozšiřování hmot teplem 1074 a n.  
Zákon Depretzův o vodivosti 1095  
Zákon o tavení hmot 1080  
Zákon tuhnutí hmot 1084  
Zákon působení sálavého tepla 1104  
Zákon Dulong-Petitův 1135  
Zákon Neumannův (atomové teplo) 1136  
Zákon Kirchhoffův (o pohyblivé rovnováze tepla) 1096

- Zákon o průteplivosti hmot 1115 a n.  
Zákon o absorpci tepla 1121  
Zákon o stálosti energie sil 1254  
Zambonniho sloup 608  
Záře polární 1363  
Zásady 90—94  
Zásady z nekovův 93  
Závislost expanse par 1170 a n.  
Závislost magn. influence 497  
Závislost vodivosti galvanického proudu 622 a n.  
Zdroje elektřiny 540, 541  
Zdroje světla 781  
Zdroje tepla 1225 a n.  
Zdvih vodní 206  
Zdvih vzdušní 260—262  
Země 1304—1314  
Zeminy 82  
Zkouška barometrická 267  
Změny magnetičnosti země 518, 519  
Znění a jeho činitelé 407  
Zodiakální světlo 1332  
Zrcadla křivá 806  
Zrcadla rovná 797  
Zrcadla v úhlu 803, 804, 920  
Zrcadlení vzduchu 827, 1360  
Zvučidla 383  
Zvukovodiči 388—390

