

*Disc. IV. 60.*

# FYSIKA

## PRO NIŽŠÍ ŠKOLY.

Sepsal

**Jan Kopecký,**

větitel při měšťanské škole Staroměstské v Praze.

Druhé opravené a rozšířené vydání.

(Se 266 vyobrazeními.)



V PRAZE.

Nakladatel Theodor Mourek.

1875.

P

ÚSTŘEDNÍ KNIHOVNA	
PEDAGOGICKÉ FAKULTY	
HRADEC KRÁLOVÉ	

S 1253 U 1259  
Lavín L. Š. 20.1.1963



## Předmluva k druhému vydání.

První vydání mé fysiky, která i na jazyk horvatský přeložena byla, došlo velmi příznivého uznání. Proto odhodlal jsem se k vyzívání kněh-kupce a nakladatele pana Theodora Mourka rozšířiti a opraviti spis tento k vydání druhému, které tuto podávám v naději, že také přízeň pp. učitelů a professorů si získá.

Snažil jsem se vyložiti fysické zákony jasně a pochopitelně, jež objasnil jsem i hojnými obrázky. Nedostatky, které shledány byly ve vydání prvém, nahradil jsem výklady i vhodnými příklady. Jmenovitě rozšířil jsem část lučební, akustiku a električnost a přidal matematickou část při dynamice a strojích.

Co se rozdelení látky týče, tu bral jsem se cestou jinou, než jak obyčejně ve fysikách bývá, maje na mysli, že od lehčího k těžšímu pokračovati se má. Proto jsem ponechal statiku a dynamiku s matematickým odůvodněním až naposled, probrav dříve pochopitelnější části.

Hlavně jsem se odchýlil naukami „o vzduchu“ a „o vodě“ od obyčejného pořádku fysik v upravení látky. Uvedl jsem hned při nich část lučební, statiku i dynamiku, pokud možno bylo, protože vzduch i voda, o nichž v aero- i hydrostatice stále se mluví, jsou podstatnými tělesy,

na nichž zákony ostatních plynů a kapalin se zakládají. Proto, co k sobě patří, neodděloval jsem.

Spis tento jest lehkým a snadno pochopitelným slohem psán, což těm, kteří nejsou odbornými znalcí a jmenovité žákům dobrě poslouží.

V celku upravil jsem druhé rozšířené vydání tak, aby se hodilo i za učebnou knihu pro nižší školy vůbec.

V Praze na den sv. Jiří l. P. 1874.

Jan Kopecký.

## Úvod.

Známe zvířata, rostliny a nerosty a pak mnoho věci z těchto tří říší uměle udělaných. Každou bytost, které původcové nejsme, která totiž v tom stavu na zemi se nalézá, jakéhož Stvořitelem nabyla, jmenujeme *plodinu přírodní* čili *přírodinu*. Věci uměle rukou lidskou z přírodnin vytvořené slují *umělé výrobky*.

Všecky přírodniny dohromady jmenujeme *přírodou*.

Přírodniny stále se proměňují, *ústrojné* (zvířata a rostliny) rychleji, *neústrojné* (nerosty, k nimž počítáme vzduch, vodu, kameny, rudy, kovy a hořlaviny) zdlouhavěji. Změny na přírodninách slovou *výjevy* neb *úkazy*, neboť se na nich jeví, ukazují. U př. voda se jeví co pára, led, sníh, kroupy a t. d.

*Přírodopis* nás učí znáti všecky přírodniny podle zevnějších vlastností.

*Fysika* nás učí znáti změny a výjevy na přírodninách.

*Přírodověda* jest taková věda, která vlastnosti i proměny celé přírody skoumá; jest to přírodopis i fysika dohromady.

Přihlížime-li k výjevům i úkazům na přírodninách, musíme se ptát, co jich příčinou bývá. Příčiny prvního výjevu bývá příčina druhá, té zase příčina třetí a t. d., až posléze přicházíme k výjevu takovému, jehož příčinu nemožno udati. Výjevů poslední příčiny, kterých rozum lidský nepoznal, slují *sily*.

Sily nejsou pouze příčiny vyskytujících se výjevů v přírodě, ony i předpisují zákony, podle nichž se výjevy vyskytovati mají, a to se stává podle tak určitého postupu, jakoby se tento podle pravidla vyvozoval. Tuto pravidelnost ve vyskytování se výjevů jmenujeme *přírodní zákon*.

*Fysika* tedy přihlíží k výjevům a učí nás i sily (proto i silozpyt) a přírodní zákony znáti, podle nichž se výjevy vyskytuji.

*Lučba*, strojníctví (mechanika) a hvězdárství (astronomie) jsou pouze fysiky odvětví, která pro důležitost a rozsáhosť i zvláštní nauky tvoří.

*Lučba* se liší hlavně od fysiky tím, že přihlíží k podstatným proměnám (u př. truhlář mění dřevo v podobě, a když je spálí, mění se v podstatě) přírodin a učí nás, jak účinkují hmoty obopelně na sebe, u př. vzduch na kovy, voda i vzduch na zeminy a t. d.

*Hmotou* jmenujeme vše, ať jest to příroda neb umělý výrobek, co nějaké místo či prostor zaujímá. Obyčejně nahmatáme každou hmotu, totiž hmatem pozorujeme; nejtěžeji vzduch pozorovati můžeme, je-li ale rozpruděn, lehce.

Hmoty jmenujeme také *tělesa*; obecně jeden pojem i za druhý se brává. Lidem a zvířatům připisujeme *tělo*.

Představujeme si, že hmoty neb tělesa skládají se z pramalinkých částic, tak zvaných *základních*, a že tyto částice jsou na rozličný spůsob dohromady spojeny čili *skupeny*.

Spůsob a podobu skupení či nahromadění základních částic jmenujeme *skupenství hmot*.

Dle rozličného spůsobu souvislosti základních částic rozeznáváme:

a) *Tělesa pevná* (kámen, led, sklo, dřevo), jichž základní částice pevně dohromady souvisí, takže se sama bez nádoby snadno přenášetí mohou.

b) *Tělesa kapalná* či *tekutá* (kapaliny, tekutiny, jako: voda, pivo, mléko, olej), jichž základní částice volně, slabě souvisí, která se tudíž pouze v nádobách přechovávat musí a podobu vnitřních stěn přijímají, a když se vylejí, tekou neb kapou.

c) *Tělesa vzdušná* (vzdušiny), která tak jako vzduch na všecky strany se rozšířuje, pročež v nádobě, mají-li se přechovat, se všech stran dobře uzavřeny býří musí.

Vzdušiny rozdělují se na *plyn* a *páry*. Páry se mohou tlakem neb ochlazováním v kapalinu, z níž povstaly, měnit; plyny tlakem ani ochlazením nezkapalní neb jen zřídka příliš velkým namáháním.

## I. Všeobecné vlastnosti těles.

Fysika přiblíží k hmotám či tělesům, protože jen na těch výjevy a sily skoumati se mohou. Proto nás musí fysika učit znáti i hmoty, a ty poznáme, známe-li jich vlastnosti. Ze se nám jedná ve fysice hlavně o výjevy a o sily, nikoliv tak o hmoty, potřebujeme jen takové vlastnosti znáti, které všem hmotám v každém skupenství jsou spojeny, tedy — *vlastnosti všeobecné*.

Všem hmotám jest prostor společný, a proto pojednávají všeobecné vlastnosti o tom, jak hmoty ten prostor vyplňují.

### 1. Prostornost.

Každé těleso musí někde býti, t. musí jakési místo čili *prostor* dle své velkosti zaujmouti. Nálevníček (pramalinké zvírátko) zabere ve vodě docela nepatrný a velryba ohromně velký prostor. Také malý brouček a veliký slon, nizounká květinka a vysoký strom, píseček a ohromná skála rozličné prostory zaujmají.

Vlastnost tuto, že všem tělesům nějaký prostor přináleží, jmenujeme *prostornost*. Velikost prostoru, jejž tělesa zaujmají, jmenujeme *objem* těles.

Když každé těleso jakýsi prostor zaujme i jakýsi objem má, následuje z toho, že každé i to nejmenší musí *délku*, *šířku* a *výšku* a pak jakousi podobu čili *tvar* máti. Pevná tělesa mají samostatnou podobu, tekutá a vzdušná berou na se tvar nádoby, v níž se nalézají. Měříme-li tělesa pouze na délku, potřebujeme *míru délkovou*; měříme-li délku i šířku, máme *míru čtverecnou* čili *čtverec*, totiž plochu, která má stejnou délku i šířku. Objem těles, totiž délka, šířka i výška, určuje se *krychlovou* čili *kostkovou měrou*, totiž *krychli* (kostkou), která má stejnou délku, šířku i výšku.

Místo výšky říkáme *hloubka*, když tento rozměr do hlubiny měříme.

Některá tělesa měříme jen na délku (nit, špagat, drát), některá na délku a šířku (papír, plátno, sukno) a jiná na všecky tři rozměry: délku, šířku a výšku (sloup, trám). Třeba bychom si jen některého převládajícího rozměru všímali, přece mají tělesa i také ty ostatní rozměry. Tak nit, papír a plátno také tloušťku mají. Natočíme-li sebe tenčí nit hustě vedle sebe na silný drát, a dělíme-li délku závitků součtem všech, ukazuje zlomek tloušťku čili šířku její. Tlušťku drátu tenkého také tak měříme. Spočteme-li listy v knize a dělíme-li tloušťku jich součtem, dozvím se, jak je jeden list tlustý. Tak i tloušťka plechu a pozlátka se určí. Kdyby neměla nit a vlas tloušťky, nebylo by žádného klubka ani copu. I nit v pavučině má tloušťku, a ten nejmenší puntíček na tabuli křídou udělaný má rozdíl na všecky tři strany. Obraz člověka neb nějaké věci v zrcadle má rozdíl jen na délku a šířku tak jako stín; proto stín ani obraz v zrcadle nejsou tělesa.

## 2. Neprostupnost.

V tomtéž čase nemohou dvě osoby na jednom místě seděti; dříve musí jedna odstoupiti, aby mohla druhá totéž místo zaujmouti. Knihy se stolu se musí odstraniti, má-li na tomtéž místě něco jiného ležeti. A tak všecky věci mohou pouze vedle sebe ležeti a nikoliv tentýž prostor současně zaujmouti. Je-li pevné těleso na místě, na kterém bychom něco jiného miti chtěli, staví se při odstrkování nebo odvalování na odpor a to tím větší, čím těleso větší jest. Nejlépe to při zarážení hřebu do dřeva pozorujeme; kámen se nepoddá a hřeb se ohne.

Vstrčme do sklenice vodou naplněné ruku. Proč voda vystupuje a proč přetéká, když hlouběji do ní ruku dáváme? Protože na tom místě, kde je voda, ruka ani jiná věc v tomtéž čase býti nemůže. Ze je voda tekutá, snadno se tudíž tlaku poddá a vytéká. Jako s vodou, tak i s každou tekutinou ten pokus udělati můžeme.

Potopme otvorem sklenici k pití, do níž jsme papír dali, do nádoby vodou naplněné; papír zůstane docela suchý, protože ve sklenici je vzduch. Kdyby se sklenice nahýbala, vycházel by vzduch po straně v bublinkách, voda by do ní vnikla a papír by se namočil. Dáme-li na plynoucí prkénko kousek hořící svíčky a poklopíme-li ji prázdnou sklenicí, hoří hezkou chvilku (dokud se kyslík ze vzduchu nestráví). Jestli do láhvě vodou naplněné a otvorem ve vodě obrácené křivou trubici foulkáme, vytlačuje se plynem voda.

Když nálevku papírem neb kouskem plátna otočenou těsně do láhvě zastrčíme, neteče žádná tekutina do ní. Vnikne-li přece několik kapek do láhvě, jest toho přičinou, že také vzduch v bublinkách uchází. Má-li voda do láhvě volně téci, musíme nálevku nadzvednouti, aby vzduch po stranách ucházeti a tekutině místo uprásdnití mohl. Když

se velké věci z kovů lejí, musí se do forem malé otvory udělati, aby vzduch odcházeti mohl. Proč ze skleničky prázdné, úzkým hrdlem do vody šikmo potopené bubliny vyskakují? Když láhev vodou naplněnou hrdlem obrátíme, odkud pochází to žblunkání? Proč to nepozorujeme u nádob se širokým otvorem? Proč ptáček žlznivý do skleničky malounko vodou naplněné nosil kamínky? Proč se močaly, louže a jakékoli blátičné prohlubně zavážením vysušují?

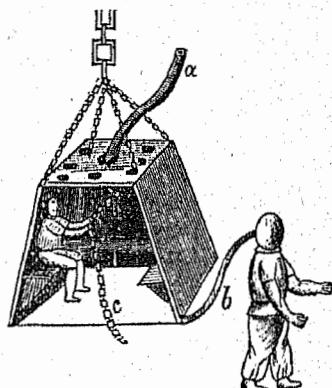
Jak jsme viděli, nedají se pevná, tekutá ani vzdušná tělesa proniknouti čili prostooupiti. Tělesa jsou vesměs *neprostupná* a *neprostupnost* tedy všeobecná vlastnost.

Pevná tělesa jeví nejvíce odporu, když na jejich místo jiná klásti chceme; snáze se poddají tekutiny a vzdušná tělesa tak lehce, že žádného odporu, nestojí-li jim nic v cestě, necítíme. Brodíme-li se v bahně, u př. při lovení ryb, upachťme se brzy, ne tak ve vodě a u vzduchu tichém o odporu ani nemluvime; vzduch je tak ústupný, že považujeme prostor jím naplněný obyčejně za prázdný. Že vzduch jest tělesem, poznáme tehdá, když proti rozpruděnému (proti větru) jdeme. Jak snadno nám klobouk s hlavy odnesе, ano i stromy vyvrací!

Na neprostupnosti vzduchu zakládá se upotřebení *potápěčího zvonu* (obr. 1.). Jest to čtverhraná, železná, asi 6' vysoká nádoba, dole také asi 6' široká i tak dlouhá a otevřená. Svršek je užší. Uvnitř jsou lavice pro lidi a pro nářadí, pročež jest na obraze přední stěna schválně vynechána, aby vnitřní zařízení viditelnou bylo. Nahoře ve stěně jest několik otvorů silným sklem zatmelených, aby denní světlo do vnitřku proniklo. Zvon se do prohlubin mořských po řetězu spouští. Na řetěz, který drží potápěč v ruce, zavěsi se břemeno, aby zvon snadno se potopil. Aby člověk hodně dlouho pod vodou vydržel, tlačí se do zvonu strojem skrze rouru *a* čistý vzduch z korábu; zkažený již

strávený vzduch okolo stěn se sám vytlačuje. Aby lidé na dně mořském choditi mogli, mají podešvy u obuvi z olova a nosí čapku z nepromokavé látky, která má dvě skla pro oči a rourou *b* až do zvonu dosahující, kterouž čerstvý vzduch k ústám přichází. Když potápěči houbejí se potopiti neb vytáhnouti miní, dávají kladivem na zvon znamení, což je dobré nad vodou slyšeti.

Nynějšho času užívají potápěči úplného oděvu kaučukového; hlavu mají pokrytu kovovou přilbou s dvěma skly pro oči a rourou dostávají čistý vzduch strojem z korábu bezprostředně, aniž by jakého potápěčho zvonu používali. Podobné oděvy byly již i také pro hasiče upraveny.



(Obr. 1.)

Potápěcím zvonem hledají se věci na dně mořském z utonulých korábů, pak perle, korále a mořské houby k utírání tabulí; hlavně při stavbách pod vodou dobré slouží.

Na neprostupnosti těles zakládají se rozličné výjevy. Prkno svou šírkou do vody tlačené těžejí se potápi než tloušťkou potopené. Na lodičce šírkou lopatek o vodu se opíráme. Vodní pták roztáhne blánu mezi prsty při plování. Pták ve vzduchu se vznáší jako dřevo ve vodě a při letu třepá křídly, aby se vzduch zhustil; čím větší křídla u porovnání s velkostí těla má, tím snáze letí. Pták zobákem špičatým vzduch a ryba zašpičatělou hlavou a po stranách smáčknutým tělem vodu snadno rozděluje. Kyvadlo má spodní část v podobě čočky, aby vzduchem snáz procházelo. Které lodky rychle plouti mají, musí u porovnání k šířce hodně dlouhé být. Štíka rychleji plove než kapr. Spustíme-li s výše deštník roztažený, volněji padá; kdyby byl hodně veliký, mohl by se člověk s ním spustit, aniž by si ublížil. Na lodkách se roztahuje široké plachty.

### 3. Setrvačnost.

Těleso někam položené setrvá na svém místě klidně tak dlouho, dokud nějaká síla na ně netučinkuje, a pobybuje-li se, nemůže samo o sobě zůstat státi ani rychlosť a směr pohybu změnit. Žádné těleso v pohybu ustavičně nesetrvá, nýbrž svůj pohyb v kratší neb delší době končívá, protože se mu vzduch co neprostupný v cestu staví, a pak že je podlaha, na níž se pohybuje, více méně drsná a tření spůsobuje. Jen zvířata a lidé klid neb pohyb životní silou libovolně ruší. Kdyby se u neživotných těles překážky jak možná odstranily, pohybovala by se tato déle, a kdyby překážek jako u nebeských těles docela nebyly, soudíme, že by setrvala stále v pohybu.

Vlastnost těles, v tom stavu (v klidu neb v pohybu), v jakém se nacházejí, setrvati, jmenujeme *setrvačnost*.

Rozličné výjevy si ze setrvačnosti vysvětliti můžeme.

Když člověk s vrchu běží, nemůže okamžitě zůstat státi, a když chce přes potok skočit, rozběhne se, aby mu setrvačnost při skoku ná pomocna byla. Pes přeskocí zajice, který se chytře na stranu dá neb na zemi přikrčí. Vagony při železné dráze daleko se políybují, třeba pára již neúčinkovala. Koně lehce vůz táhnou, je-li v pohybu; ale mnoho se namáhati musí, mají-li ho v pohyb přivésti.

Při setrvačnosti nejen na osamotnělá tělesa, nýbrž i na ostatní s nimi spojená ohled brátí musíme. Je-li polohomadě více těles, možno je, děje-li se to zdolouhavě, do stejněho pohybu a naopak pozvolným zadřžováním v klid přivésti, aniž by se jedno od druhého oddělilo. Opak toho se stává, když okamžitě do rychlého pohybu neb z rychlého pohybu okamžitě do klidu přicházejí. U př. stroje v továrnách, mlýny, vagonů, které proto i velké neštěstí spůsobi.

Položme na čtvrtku papíru nějaký peníz na otvor láhve. Trhneme-li papírem, spadne peníz otvorem do vnitř. Jak to přijde? Peníz s papírem setrvá v klidu; papír přijde škubnutím v tak rychlý pohyb, že ho peníz sdělit nemůže. Rychle-li talířem při obědě k sobě trhneme, vyleje se polévka na protější stranu; opak se stane, když talíř rychle od sebe odstrčíme. Trhnou-li koně kočarem k odjezdu připraveným, nahnou se lidé nazpátek, a zastaví-li se náhle při jízdě, nakloní se ku předu. Tak se z této příčiny jezdci stává, ano on i koní přes hlavu spadne, když se kůň lekne a najednou se zastaví. Lidem na lodičce se nápodobně děje. Sedí-li někdo nepozorně na zadku a pohně-li se lodka prudce, spadne do vody pozadu; vrazí-li se do břehu, může z předu do vody spadnouti. Proto převozník napomíná lidi, když má lodka do břehu vraziti. Proč nemůžeme s vagonu neb rychle se pohybujícího kočáru bez poranění skočiti? Naše tělo má totiž rychlosť vozu; přijdou-li nohy na zem, setrvá celé tělo v prvnějším pohybu, kdežto nohy do klidu přišly. Drvoštěp zasekně sekuru do dřeva, zdvihne je, obrátí a na špalek čepem uhodí. Spadává-li sekera neb kladivo z rukověti, tluče se jinou sekerou na konec její, aby se upevnila. Kovář skoumá pevnost tyči železné, když uhodí prudce prostředkem o kovadlinu. Je-li železo dobré, ohne se, protože druhý konec v pohybu setrvá, anto prostředek kovadlinou v klid přišel; je-li železo křehké, tedy se zlomí. Na takový spůsob se může silným rázem sáhová tyč o levé rámě rozpůliti. Proč se vycákne inkoust z péra? Když po umytí máchneme rukama, proč voda v kapkách odletuje? Proč sebou pes třese, vyplave-li z vody? Jak se vykládá setřásání prachu se šatu, deště neb sněhu s kloboukou?

Tyčinku na prst silnou a as loket dlouhou ze suchého dříví možno, když se její konce na žině na stojánku (obr. 2.) natažené položí, silnou holí přeraziti, aniž by se žině přetrhly; ráz musí být ale rychlý. Uhodí-li se pozvolna, prohne se tyčinka uprostřed a žině se přetrhnou. Rázem rychlým utřípi pouze naražené částky pohyb hole, kdežto ostatní setrvají v klidu; při rázu nedostí rychlého sděluje se pohyb i dále až k částicím na žinách, jehož ony nesnesou. Jest to velmi zajímavý pokus. Mohou se vzít i nitě místo žiní a hůl svými konci na dvě sklenice neb i na prsty dvou žákků položiti. Tak jako se žině nepřetrhnou, tak žáci v prstech pražadné rány nepocítí.

Z této příčiny, když se střelí do okna kulou, prorazí se v tabuli jen takový otvor, jakéhož kula potřebuje, aby prošla; hodí-li se ale kula rukou, roztluče se tabule. Kulka vystřelená do prkna volně postaveného proletí, aniž by prkno padlo. Trhnou-li koně prudce v tahu do



(Obr. 2.)

vrchu, přetrhnou prostraňky, což se při zdlouhavém tahu nestane. Na niti udržíme dosti velký kámen; cukneme-li, přetrhne se nit okamžitě.

Setrvačností těles si též vykládáme, proč zedníci bez bolesti kamení a cihly na ruce roztloukají, proč švec na kameně kůži vyklepává a proč komediant to vydrží, že mu někdo na špalku na prsou drženém dříví sekati může. Při všech případech se nepatrné uhození velkým množstvím setrvačných částic kamene a špalku ruší a na tělo neúčinkuje. Jinak by bylo, kdyby švec na příliš malém kameně kůži vyklepával a na malém špalku komediant na sobě dříví sekati dal.

Chceme-li, aby tělesa dlouho v pohybu setrvala, musí se překážky jak možná zmenšti. Docilí se toho:

a) Když se tření co možná umírní. Vagon po šínách snáze se pohybuje, než vůz po silnici stejně těžký. Proto kůň při koňských dráhách velký náklad utahnuti může. Tak i dělnici v dolech a v mnohých továrnách uvezou ve vozících po železných kolejích mnohem větší náklad než bez nich. Koule po kuželniku dále se dokutálí než kámen hranatý, stejně velký a stejnou silou hozený. Na leštěné podlaze by trval její pohyb déle a po hladkém ledě nejdéle. Je-li koule také hladká, kutálí se ještě dále. Led po ledu se daleko dohodi. Hodináři na drahé hodinky nechají čepy koleček ve tvrdých kamenech (rubínech), v levných hodinkách na iněkých kovových páncích točiti. Tření se mazáním rozličnými tuky umírňuje. Kola se maží kolomazí, stroje mastnotami (tuhou na prach rozmělněnou a vepřovým sádlem rozdělanou) a dřeva lojem, mydlem neb také tuhou. Také se nechávají tělesa pro umírnění tření točiti. Vozy se pomocí kol pohybují a nevláčí po zemi. V zimě se po ledě kloužeme a sáně po zmrzlém sněhu hladkém dobře se vláčí; přijde-li se ale na jaře na místo sněhu prázdné, jde to těžce. Velké kameny se po zemi nešmejkají, nýbrž po válcích šoupají. Kola u vozů na velký náklad jsou ještě jednou tak široká jak u obyčejných, aby se do země tak lehce nezaryla.

Ač si na mnohých místech tření nepřejeme a jak možná je umírníme, přece jest velmi výhodné. Jak by držel hřeb v prkuň, klín neb šroub, kdyby drsnosti čili tření nebylo? Každý ví, jak je těžko hladkou rybu (úhoře) v rukou držeti a jak těžko po ledě se chodí; a což kdyby se podešvy obuvi mydlem namazaly? Kdyby tření nebylo, nemohli bychom nic v rukou držeti, ani krok, zvláště do vršku, udělati; my bychom nemohli žádných prací konati. Proč komediauti provaz i podešvy u střevíčů křídou potírají? Když krejčí jehlu z látky vytáhnouti nemůže, šoupne po zdi prstem a s větší drsností to jde. Abychom na ledě a kluzkém chodnku nepadli, sype se písek neb popel. Kameníci hladké chodnky špičatým železem nasekávají. Vozkové s vrchu zavírají kola neb dávají pod ně šupku, aby se vůz třením po zemi zdlouhavěji pohyboval a dobytek při zdržování namáhati se nemusel.

b) Když co možná velká a těžká tělesa do pohybu přivádíme. Po věsme na nit kuličku železnou a na jinou stejně dlouhou kuličku dře-

věnou, a spusťme obě se stejně výšky. Která déle jako kyvadlo u hodin kolisati bude? Z dvou železných koulí přichází malá spíše do klidu než velká. Nynějšího času dělají se hodiny kyvadlové s kyvadly těžkými. Lampa s věčným světlem před hlavním oltářem, kterou se pohně, přes celou mří se klání. Nožíři mají při brusu veliké kolo, aby se stejně brousiti mohlo, i kdyby muž klikou na chvilku točiti přestal. Místo dřevěných kol v továrnách brávají se železná, aby se stroje tím déle stejně točily i když síla účinkovati přestává. Při vítce hází rolník obilí s plevami stejnou silou na druhý konec mlatu; proč obilí dále letí, než plevy?

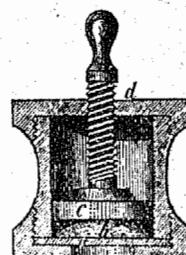
c) Cím větší silou a rychlostí se co možná velká a těžká tělesa počnou pohybovat, tím déle setrvají v pohybu. O tom nás z předešlého odstavce příklady i dětské hračky poučují, jako jsou: kostěný neb dřevěný kotouč na stojatém dřívku, čamrha zvaný, pak vlk a kolovrátek čili přeslička, při němž se i zavěšením jablka neb bramboru pohybu déle trvajícímu napomáhá.

#### 4. Porovatost.

Pohlédneme-li na houbu k umývání, vidíme v ní veliké mezery, dutinky, průlinky či pory. Taktéž chléb, buchta a korek mají značně velké dutinky v sobě. Kdybychom zvětšujícím sklem se dívali na věci, u nichž žádných mezer nepozorujeme, u př. na dřevo, kost, kámen, uželi bychom dost jasné, že i tyto mají dutiny či pory v sobě. Na lidskou kůži nepotřebujeme bráti zvětšujícího skla, aby bychom to množství por viděli; neboť již z toho soudíti můžeme, že v ní dutiny býti musí, když skrze ni pot proráží. Lékaři v podobě mastí předpisují léky, protože kůži jako propíchanou dovnitř těla vnikají. Proto i lázně prospívají. Jinak by arcif bylo, kdyby kůže zacelena byla. U dřeva máme totéž; neboť kam by se poděly ty dutiny, jimiž štáva z jara tak hojně od kořenů skrze kmén a větve až k listům se dostala? Jestli rákosu konec dámé do vody a druhým koncem do něho foukáme, vidíme ve vodě bublinky.

Že je dřevo porovaté, přesvědčíme se i *lisem rtutovým* (obr. 3.) Lis tento jest dutý válec, v němž se protlačuje pomocí šroubu *d* a válce *c* rtuť *b* v koženém váčku dřevem *a* ke zkoušce vzatém v podobě deště.

Voda je jako všecky tekutiny porovatá. Postavíme-li studenou vodu na oteplené místo, spozorujeme brzy malinké bublinky jako perličky okolo stěn vystupovati. Tyto můsely v dutinkách vody uzavřeny býti. I u piva a vína perličky vystupují. Mimo vzduch může voda i jiné plyny do svých dutinek přijmouti. Kdyby voda vzduch v sobě neobsahovala, nemohly by ryby v ní živý být. Ve vyvařené a zase ochlazené vodě



(Obr. 3.)

ryby leknou. V zimě rybáři prosekávají led, aby voda se vzduchem se stýkala.

Také vzduch je porovatý; neboť přijímá do sebe páry a plyny hnítím těles povstalé a odnáší je.

Ze všeho seznali jsme, že mezi částicemi těles každého skupenství nalézají se malinké mezery či pory neb i také průlinky zvané, které mohou vzduchem neb vodou naplněny být. Tedy jsou tělesa průlničitá či porovatá a proto jest porovatost všeobecná vlastnost.

Na porovatosti zakládá se barvení, polirování a lakování těles. Kdyby dřevo porovaté nebylo, nemohlo by se trvanlivě obarviti. Kov se nemohou pro jich malinké dutinky barviti; natíráme-li je, snadno se barva setře. Dřevo nabotná, proto že voda do jeho dutin vnikla. Cihla neb kámen suchý do vody hozený je po nějakém čase docela vodou proniklý a proto i těžší. V Paříži, kde mají nedostatek vody k pití, procesuji říčnou vodu kamením, jehož porami čistá voda protéká a látky vodu znečistující zůstanou zpět. Zkamenění částeck rostlinných a zvířecích pochází odtud, že do nich porami nerostné látky vniknou. Skrže hliněné hrnce nepolévané by voda prosákla, pročež se musí glasurou t. hmotou takovou potáhnouti, která po vypálení tak hustá jest, že tekutin nepropouští. Hodíme-li cukr do vody, ucházejí z něho bubbleky, protože voda pory jeho vyplňuje a vzduch vypuzuje. Když žejdlík vody se žejdlíkem líhu smícháme, nikdy nedostaneme dva žejdlíky smíšeniny, co by se očekávali mělo, nýbrž méně, protože jedna kapalina z části pory druhé vyplňuje. Papír je porovatý, neboť se do něho inkoust vsákne a setříti se nemůže; papír olejem napuštěný stává se docela průhledným. Ne-klížený papír propouští snadno tekutiny a hodí se proto dobré k jich procesování. Kůže vyděláváním přijímá do svých por tříšlovinu, čímž se svraštěje a skoro nepromokavou stává.

Kdyby nebyly skořápky slepiček a vůbec všech ptačích vajec porovaté, nemohl by k bílku a žloutkám vzduch a vejce by se nekazila. Dájí-li se vejce do vápenné vody neb obalí-li se voskem, nekazí se tak brzy, protože voda neb vosk zabráňuje volný přístup vzduchu.

Mezi všemi tělesy jest nejméně porovaté zlato, měď a sklo. Roku 1661 stlačovali ve Florencii akademikové dutou konli ze zlata vodou naplněnou, která se na povrch opotila, což důkazem, že i zlato pory má. I na litých železových válcích se opocení pozoruje. Porcelán glasurovaný a sklo mají tak malinké pory, že nádobami z nich kapaliny ani plyny procházeti nemohou. Proto hlavně skleněné nádoby slouží k uzavírání a přechování plynů. Nemožno tedy, aby moučka na skle svými drápkami se zadržela; tato se drží na skle a všech věcech proto, že vydutí svá chodidla, která tlakem vzduchu se k předmětům přitlačují.

## 5. Roztažitelnost a 6. stlačitelnost.

Násilím dají se pevné hmoty v každém směru roztáhnouti. Struny na smyčcových nástrojích, jakož i ocelové struny v pianě možno kolíkem vytáhnouti. Provazy těžkým břemenem obtížené vytahují se jakož i železné tyče na železných mostech. Sukno jakož i ostatní tkaniiny a kaučuk možno na délku i šířku roztáhnouti. Při všech uvedených příkladech ubývalo tělesům na tloušťce. Násilím není možno kapaliny ani vzdušiny roztahovati.

Všecka tělesa a v každém skupenství dají se ve všech třech směrech: na délku, šířku i výšku tak pravidelně roztáhnouti, že žádná síla v tomto ohledu sile tepla se nevyrovnaná. Nejvíce teplem se roztahuji tělesa s velkými dutinkami, tedy plyny, pak kapaliny a nejméně pevná tělesa.

Ze všeho vysvítá, že každé těleso buď násilím neb teplem se zvětšíti, tedy roztáhnouti dá, pročež *roztážitelnost* jest všem tělesům přináležející vlastnost.

Jako se tělesa násilím a teplem roztahuji, tak se naopak zase násilím a ochlazením stlačují.

Nejvíce se stlačují tělesa porovatá, u př. houba k mytí, duše bezová, střídka chleba atd. Měkké dřevo se snáže stlačí než tvrdé. Korek i dřevo se dá kladivem tak stlouci, že ve vodě jako kámen se potápí. Šoupáme-li po prknu kámen, udělá se na něm stlačením rýba. Ražením stlačí se o pozuání každý peníz. Stlačením lisuje se šláva z kořenů a listí, ze semen olej, z cukrovky a ze třtiny cukrové vytačuje se šfáva cukrová.

Voda a vůbec všecky kapaliny i tím největším tlakem nepatrň se stlačí, pročež v praktickém životě na stlačitelnost jejich ani ohled se nebere. Ochlazením ale na objemu tekutinám ubývá, z čehož již souditi musíme, že jsou také stlačitelný.

Nejsnáze a nejnápadněji mohou se násilím vzdušiny stlačiti. Známá bouchačka hochů nás o tom přesvědčuje. Když se do ní pístem neprodrysně (aby vzduch ucházeti nemohl) přilehající zátka puškvorcová až na konec vtlačí a druhá zátka dovnitř strká, stlačuje se mezi zátkami vzduch tím více, čím těsněji v bouchačce přilehají a tím dále první zátka se vyrazí.

Teplem se všecka tělesa v každém směru roztahuji a ochlazováním zase v každém směru stahuji a tím i stlačují.

Vezmeme napřed vzdušná tělesa, která se nejnápadněji roztahuji a stlačují. K tomu potřebujeme baňatku *a*, do níž se v zátcu skleněná rourka *ž* upevní (obr. 4.). Potopíme-li rourku koncem do sklenice vodou trochu naplněné a zahříváme-li baňatku kahanem (není se co háti, že praskne, protože má tenouneké stěny), vystupují z vody bubliny v kulaté podobě, což je důkazem, že se vzduch roztáhl a část ho pro nedostatek

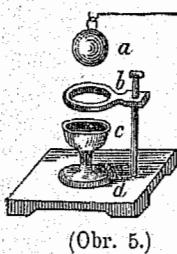


(Obr. 4.)

místa uchází. Přestaneme-li za chvíliku zahřávati, ochladí a stáhne se vzduch v baňatce pozůstalý a voda vystupuje rourkou do ní, protože tam prázdný prostor být nemůže. Když bychom nyní v ledové vodě omočený šat na baňatku položili, stahoval by se vzduch ještě více a vody by více vystupovalo. Aby vystupování a snižování vody při větším množství žáků dobře viditelně bylo, obarví se voda malounko na červeno neb na modro. Když opět baňatku zahříváme, vytlačuje zahřátý vzduch vodu z rourky. Nafoukneme měchýř docela vzduchem, dobré zavažme a do chladného místa dejme. Proč nezůstane měchýř nadmutý, proč spláskne? Ve světnici se nadme měchýř zase, a dáme-li ho nad teplá kamna, třeba při dostatečném roztažení vzduchu praskne.

Chceme-li se přesvědčiti, že se voda teplem roztahuje, naplňme jí tutéž baňatku a zátku s rourkou připevněme. Zahřívá-li se baňatka, roztahuje se voda a v rource stoupá a to tím více, čím déle se zahřává. Postaví se láhev s dlouhým hrdlem, (jaká bývá na rosolky), na písek na kamna (aby nepraskla), vidíme zřejmě, jak voda v hrdle roztažováním stoupá a pak na chladném místě jak klesá. Jakákoli tekutina jiná ke zkoušce vzatá se taktéž roztahuje.

Nejméně se teplem roztahuje a ochlazením stlačují tělesa pevná. Vezmeme-li kuličku železnou *a* tak velkou, že může železným kroužkem *b* procházeti (obr. 5), zůstane, když se pomocí železné rukověti nad lítovým kahanem rozpálí, na kroužku tak dlouho, dokud se neochladí. Ochlazená propadne do mističky dřevěné *c* na podstavci *d*. Kdo tento strojek nemá, ať drát na jedné straně připevněný a na druhém konci tužkou zašpičatělou opatřený plamenem kahanu dostatečně rozpálí. Dala-li se deska před drát, dokud ještě studený byl, tak blízko, aby se jí špička tužky hnedle dotékala, uzříme po zahřátí na ní puntík. Tak by se roztažování a stlačování o jiných kovech dokázati dalo.



(Obr. 5.)

V životě musíme dost často na obě tyto vlastnosti ohled bráti. Kovář nahřatý ráf na kolo připevňuje, aby po vychladnutí loukotě pevně pohromadě držel. Nepohybuje-li se studené želízko volně v želízce, nevlezí tam, když se rozpálí, až když trochu povychladne. Nemůže-li se zátna skleněná z lávky vydnat, zahřívá se hrdlo nad kahanem, aby se roztahlo. Při zahřívání se musí stále hrdlo nad plamenem točit, aby se zponenáhlá roztahovalo a neprasklo. Příliš horkou kávu nesmíme do sklenice s tlustým dnem líti, neboť by se dno pro zdlouhavé sdělování tepla pouze u kávy roztahlo a dole z venku prasklo. Dá-li se studená nádoba skleněná z tlustým dnem na horkou plotnu, praskne z uvnitř. Čím tlustší dno, tím snáze praskne, protože se nemůže rychle prohřáti. Proto mají lučebníci nádoby k vyhřívání s tenounkými dny. Kotle se nesmí pevně zadělati, aby zed nepukla, a u železné dráhy šiny až k sobě připevniti, protože by se v letě roztažováním ohýbaly.

Po vyhoření shledáme, že jsou mříže v oknech zohybané, když pevná zed železu při roztahování se nepovolila. Sindeláky mají ze šindele hlavičku vystrčenou a přece je tesař dobře zatloukl. Hřebíky se totiž mrazem stáhnou, a protože hlavička se nepoddá, totiž nechce do šindele, povytáhnou se ven; v letě nezalezou samy, nýbrž raději se více ven roztahují, kam totiž mají volnost. Od toho vytahování se šindeláků pochází praskání na nové šindelové střeše při silném mrazu. Plechové střechy v letě se bortí roztahováním, pročež by se z nich hřeby vytlačovaly; tudíž se plech na střechách falcuje a nepřibijí. Ulitá věc z litiny jest o poznání menší než forma dřevěná, proto se na toto smrštění při dělání formy ohled bráti musí. V zimě jsou nám boty volné a tytéž v letě těsnější, protože noha teplem naběhne. I ruce teplem naběhnou, proto prsten těsně přilehá a rukavičky se těžko svlékají. Naopak jest v chladu. Máslo a sádlo roztavené v hrnci se sesadí, což uprostřed dobře možno pozorovati.

Mohlo by napadnouti, že se přece všecka tělesa zahřátím neroztahuji, protože se teplem dřevo a hlína smrštěje. Stahování pochází od toho, že z těles těchto voda v jich dutinách uzavřená prchá, co se u žádného z prvnějších příkladů uvedených nestalo. Že smrštování od prchání vody pochází, dokazuje i ta okolnost, že takové těleso ochlazením své prvnější velkosti více nenabude, což se u těles nahoře jmenovaných vždy stalo.

## 7. Dělitelnost.

Ze zkušenosti jest známo, že každé těleso nástroji rozličnými na půlky, čtvrti a menší částky děliti se může. Stává se to buď krájením, řezáním, sekáním, pilováním neb tlučením. Čím tvrdší těleso jest, tím nesnadněji se dělí. Částečky tekutých těles se nepatrnu silou oddělují a ještě mnohem snáze se to u plnū stává.

Velká jest dělitelnost kovů. Co se nadělá z železa pilin a přece je každý drobněk železo. Broušení nožů není nic jiného, nežli odtráni čili oddělování částeček od celku; proto starý nůž často broušený tenký a úzký bývá. Dukátem se může jezdec i s koněm pozlatit, t. tenounkou vrstvou zlata potáhnouti. Jaký nesčitelný počet puntiček si můžeme z toho zlatého povrchu mysliti! Stříbro se může na tak jemné lístky roztepati, že 8 milionů na sebe složených výšku  $1\frac{1}{4}$  čárky obnáší. K dělání nití zlatých na porty a k vyšívání pozlati se stříbrná 22 palců dlouhá,  $\frac{1}{4}$  čárky tlustá tyčinka dvěma loty zlata a na 60 mil dlouhou nit vytáhne. Co tu puntiček stříbra pozlacených! Nit přediva hedvábnička jeden grán těžká (240 gránů\* = 1 lot) jest 180 loket dlouhá.

\* Slovo grán pochází od latinského granum = zrno, protože 240 zrn také lot váží.

Z vlny se mohou tak tenké nitky příti, že 600 jich vedle sebe natočených délku jen jednoho palce obnáší. Vizme, jak tenounké jsou nitky pavučiny! Z kamene se tvoří tak jemný písek, že jej voda lehce unáší, a tak jemný prach, že ve vzduchu se vznáší. Ve vodě z kalužiny nalézá se na miliony nálevníčků, které jen drobnohledem viděti možno; zvírátka tato musí mítí ústrojí k pohybování se. Krev zvířecí a lidská skládá se ze samých kuliček, kterých 4 tisice podle sebe položených délku jednoho palce obnáší. Ve velké množství délky musí se sůl, koření, cukr rozložiti, aby chom je i v té nejmenší částce pokrmu ochutnat mohli.

I tekutiny jsou nad mříu dělitelný. Jednou kapkou inkoustu napíšeme mnoho písmen, které z nesčíslného počtu puntičků sestávají. Jak nepatrny jsou ouy částečky, v kterýchž se voda z nádob co pára ztráci a ve vzduchu vznáší, a jak malé ty mlhové bubbleinky, kterými se často celé krajiny zahalují!

Až k vře nepodobna jest dělitelnost barvících, voňavých a svítících láttek. Jedním gránem karmínu můžeme 8 mázů vody docela jasné na červeno obarvit; tudíž v každé kapce vody částečka karmínu se nachází. A což kdyby se tou barvou několik set archů papíru natřelo? Jaké to množství částeček barvy! Taktéž se indychem anebo obyčejným modřidlem značné množství vody zmordí. Růže a květiny v zahradách vydávají ustavičně libeckou vůni na všecky strany, aniž by jim vůně ubývalo. Kapka voňavé vodičky do šatu vpuštěna naplňuje takřka celou světici vůni, ano i cestou, kterou osoba kráčí, vůni rozšiřuje. Pižmo v tom ohledu všecky voňavky převyšuje; mohl prý by se i po dvacet let gránem pízma pokoj vůni naplňovati, třeba se i každodenně provětrával. Fosforem se mnoho svíticích písmen napíše, aniž by ho značně ubylo; i když sirkou ve tmě o dřevo třeme, září čáry dosti jasně, ač jest jen malinké množství fosforu v hlavičce sirkové obsazeno.

Dělit se mohou všecka tělesa a v každém skupenství, pročež jest dělitelnost těles všeobecnou vlastností. Délky se rozeznávají od celku pouze svým objemem; ony mají, byť i sebe menší byly, tytéž vlastnosti, jaké mělo těleso celé před dělením a jsou mezi sebou i s celým tělesem stejnорodé.

Nastává nyní otázka, může-li se dělením dø nekonečna pokračovati čili nic. Rozličnými stroji a pomocí zvětšujících skel některé těleso na tak malinké částečky dělit se může, že je ani pouhým okem viděti není; při dalším dělení všecko vynasnažení nic nespomáhá, musíme pak v dělení ustati, ačkoliv i ta nejmenší a sotva viditelná částečka ještě z menších částeček složena jest. Příčí se našemu rozumu, že by dělitelnost těles byla nekonečná, a protož už fysikové, že každé těleso na tak malé částice dělit možno, které více dělitelný nejsou a jež smysly pojmuti nelze. Částice tyto, protože základem každého tělesa jsou, jmenují se základními částečemi čili molekuly (u sloučenin) neb atomy (u prvkù; viz slučivost).

## II. Tiže; míry a váhy.

*Tiže a váha.* Tělesa projevují na všech místech a v každém čase snahu k zemi dopadnouti. Tohoto snažení příčinou jest přitažlivá síla, která se mezi zemí a tělesy jeví a tiže sluje. Nejsou-li tělesa podepřena neb zavěšena, padnou vždy k zemi; jsou-li zavěšena, udržují šňůru, nit neb provaz více méně v napnutí, a jsou-li podložena, tlačí na podložku. Kouř, vodní páry a balon vstoupají do výše jako dřevo ve vodě, protože jsou lehčí než vzduch; stoupání děje se jen do jisté výše, pročež tiže i na tato tělesa přitažlivě působí.

Nic se zeměkoule spadnouti nemůže, protože tiže každon částičku tělesa jakéhokoli druhu na sebe přitahuje. Těleso tím více od země přitahováno bývá a tím více provaz, na kterém zavěšeno jest, natahuje, jakož i na podložku tím více tlačí, čím více částiček základních v sobě obsahuje. Velkost tlaku tělesa na podložku neb velkost tahu na provaz jmenujeme obecně *váhu*. Tiže a váha jest tedy rozdíl, ačkoli v obecném životě se jedno za druhé brává.

*Hutnost.* Ne vždycky velikost tělesa váhu určuje, nýbrž ono množství základních částiček, z kterých se skládá. Proto mají dvě tělesa, ač stejně veliká jsou, nestejnou váhu, když jednoho částičky jsou blíže čili hustěji vedle sebe než druhého. My pravíme, že tělesa stejně velikosti a nestejně váhy rozdílně hustá neb rozličně *hutná* jsou. Těleso, jehož částice základní blízko vedle sebe jsou, jest hustější neb hutnější (jeho hutnost jest větší) než těleso, jehož částice od sebe vzdálenější jsou. Mouka stlačená (lisovaná) jest hutnější než načechnaná, železo zkované hutnější než nekované a rtuť hutnější než všecky kapaliny. Kdybychom váhu dvou stejně velkých těles dokonale porovnávali, mohli bychom určiti, kolikrát je jeduo hutnější než druhé. Odvážíme-li stejně kostky železa a zlata, shledáme, že as půltřetíkráte tolik váží jako železo; zlato musí as půltřetíkráte tolik částiček v tomtéž kuse mít jak železo, čili musí as půltřetíkráte hutnější než železo býti.

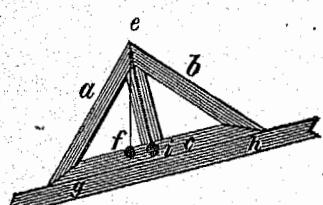
Hutnost (hustota) těles znáti, jest hlavně v mineralogii potřebné. Při určování hutnosti těles (viz nauku o vodě) brává se vždy čistá voda za jedničku a její váhou porovnává se váha všech ostatních těles při stejně velikosti čili stejném objemu. Hutnost vody = 1, rtuti = 13·6, stříbra = 10·5, zlata = 19, železa litého 7·2 a kovaného = 7·8 znamená tolik, že rtuť váží 13·6krát a zlato 19krát tolik co voda při stejném množství neb objemu atd. *Hutnost* jest tedy číslo, které udává, kolikrát jest některé těleso při stejném objemu těžší, nežli stejně množství vody.



(Obr. 6.)

*Směr svisný a vodorovný.* Na tíži, na přitahování těles k zemi, zakládá se závaží zedníků čili olovnice (obr. 6.), která k tomu slouží, aby se svislo na zemi stavělo. Jest to olověný válec, který napíná šňůru v tom směru, v jakém jest od země přitahován. Kdybychom si tento směr v myšlenkách prodloužili, šla by myšlená přímka středem naší země. Tak bychom i na jiných místech povrchu země prodloužené směry olovnice představiti si mohli a všecky by ve středu země se sbíhaly. Tíže přitahuje všecka tělesa směrem ke středu zeměkoule.

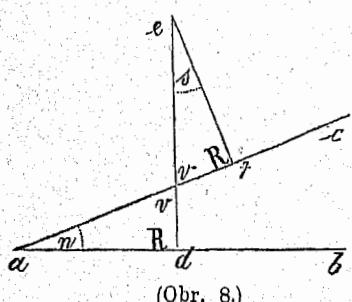
Olovnice či závaží zednické ukazuje vždy *směr svisný*. Plocha, s kterou tvoří svisná přímka olovnice úhel pravý, leží vodorovně a plocha vodorovná stojí na směru svisném kolmo, neb jinak svisná přímka stojí kolmo na vodorovné ploše.



(Obr. 7.)

Aby zedníci se přesvědčili, leží-li nějaká zed vodorovně, mají *krovicí*, (viz obr. 7.), t. j. do rovnoramenného trojúhelníka upevněné lišty  $a$ ,  $b$ ,  $c$ , na nichž od vrcholu  $e$  kulička  $f$  na šnůrku upevněná svisný směr ukazuje. Je-li plocha  $g$   $h$  vodorovná, zapadá šnůrka do žlábku  $e$   $i$  a kulička do důlku  $i$ . Velikost úhlu  $fei$ , totiž velikost odchylky šnůrky od žlábku, naznačuje právě tak velké naklonění plochy;

neboť jsou-li dvou úhlů  $n$  a  $s$  ramena (viz. obr. 8.) na sobě kolmo, jsou úhly sobě rovny. Rameno  $ef$  stojí kolmo na  $ac$ , proto úhel  $R$  jest pravý; tak i rameno  $ed$  stojí kolmo na  $ab$ , proto i  $R'$  pravým úhlem jest. Vrcholové úhly  $v$  se sobě rovnají, tudíž  $s$  a  $n$  na dva pravé úhly se doplňují a sobě rovnají.



(Obr. 8.)

Že země vše ku středu přitahuje, nemohou tudíž všecky svislé přímky mezi sebou rovnosměrné být. Protože je ale od středu na povrch země 859 mil daleko, mohou se svislé směry ne-

mnoho mil od sebe vzdálené vždy za rovnosměrné považovati. Voda v moři nemá vodorovný, nýbrž dle zeměkoule zaokrouhlený povrch. Stojíce na břehu, vidíme proto u korábu daleko na moři plujícího nejdřív špičku stěžně, pak plachty, až posléze celý koráb zraku našemu se objeví. V menších vzdálostech na to ohledu nebereme a říkáme, že je vše vodorovné, co jako povrch klidně stojící vody leží.

*Všeobecná tíže.* Avšak nejenom země všecko, co na ní a nad ní jest, k sobě přitahuje, i ostatní nebeská tělesa (měsíc, slunce a hvězdy) přitažlivé na sebe účinkují. A právě tímto přitahováním udržují se všecka

v stejné vzdálenosti a v stejně výši, ačkoliv na ničem nespočívají. Síla, kterou se nebeská tělesa přitahují, závisí od jejich velikosti jakož i od vzdálenosti od sebe. Slunce jest ohromně veliké a protož přitahuje všecky oběžnice (planety) k sobě a tyto zase své menší družice. Obapolným přitahováním měsíce a země povstává na moři *odliv* (odtok) a *příliv* (přítok).

*Míry a váhy staré.* Abychom délku, plochu a objem těles měřiti mohli, k tomu slouží *míry*, a abychom i velikost tlaku a tahu skoumati mohli, k tomu máme *váhy* od vlády ve všech zemích zákonem ustavené.

1. *Míry délkové:*  $1^{\circ} = 6'$ ,  $1' = 12''$ ,  $1'' = 12'''$ \*)

$4000^{\circ} = 1$  míle poštovská;  $3912\cdot467^{\circ}$  míle zeměpisná.

Loket vídeňský  $= 29\cdot5797''$  skoro  $29\frac{3}{5}''$ .

Loket český  $= 22\cdot5036''$  skoro  $22\frac{1}{2}''$ .

Pěst (míra koňská)  $= 4''$ .

5 kroků počítá se v obecném životě za  $2^{\circ}$ .

2. *Míry plochové:*  $1\square^{\circ} = 36\square'$ ,  $1\square' = 144\square''$ ,  $1\square'' = 144\square'''$ .

Jitro  $= 1600\square^{\circ}$ ; korec  $= \frac{1}{2}$  jitro  $= 800\square^{\circ}$ .

4 korce  $= 7$  měr.

Zeměpisná čtverečná míle  $= 15,307,398\square^{\circ}$ .

3. *Míry objemové:*  $1^{k^{\circ}} = 216^{k'}$ ,  $1^{k'} = 1728^{k''}$ ,  $1^{k''} = 1728^{k'''}$ .

Vědro  $= 1\cdot792^{k'}$  skoro  $1\frac{4}{5}^{k'}$ ; máz  $= 77\cdot41^{k''}$ , žejdlik  $= 19\cdot35^{k''}$ , korec  $= 2\cdot97^{k'}$ .

4. *Váhy.*  $1 \text{ ü} = 32$  loty,  $1 \text{ lot} = 4$  květníky,  $1 \text{ lot} = 240$  gránů, a  $100 \text{ ü} = 1$  cent.

$1 \text{ ü}$  lékárnická  $= 24$  loty  $= 12$  uncí,

$1 \text{ unce (3)} = 2$  loty  $= 8$  drachem,

$1 \text{ drachma (3)} = 3$  škrupl,  $1 \text{ škrupl (3)} = 20$  gránů.

$112 \text{ ü}$  celních  $= 100 \text{ ü}$  vídeňské váhy.

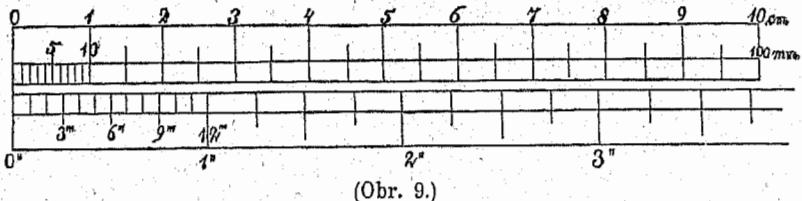
$1 \text{ libra celní} = 28\frac{1}{2}$  lotu (vlastně  $28\cdot5696$  lotů).

$1^{\circ}$  vody čisté váží  $56\cdot4 \text{ ü}$  a říčné nebo pramenité bere se obecně za  $56\frac{1}{2} \text{ ü}$ .

$1^{\circ}$  čisté vody  $= 250\cdot5$  gránů  $= 1 \text{ lot } 10\frac{1}{2} \text{ gránu} = 1\cdot044$  lotu.

*Míry a váhy nové.* Míry a váhy jsou v rozličných zemích rozličné a mají i rozličná jmena. Francouzští učenci přišli na myšlenku, aby délku vynálezli, která by měla základ pro všecky míry a váhy ve všech zemích. Oni vzali za základ 20. poledník, který jde právě městy Paříži a Barcellonou. Tohoto poledníku jest od rovníku až k severní točně právě čtvrtina. Délku této čtvrtiny poledníku čili čtvrtinu skutečně Francouzi změřili a vzali jí desetimilionovou část za základ veškerého měření a nazvali tuto délku *metr*, to jest základní *míra*. Tento metr rovná se  $3\cdot1635' = 3'1''\frac{1}{2}'''$  skoro  $38''$  a jest zde jeho desátý díl (decimetr) znázorněn (viz obr. 9.) a s palci porovnán.

\*) Sáh jest původní délka toho, co by se rukama obsáhnouti mohlo; tak i stopa, palec, loket a pěst jsou patrně rozmezry částí těla našeho.



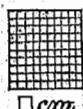
Při francouzské míře a váze jest ta výhoda, že se lehce na desetiny počítá.

Při zmenšování užívá se latinských slov a sice: deci =  $\frac{1}{10}$ , centi =  $\frac{1}{100}$  a milli =  $\frac{1}{1000}$ .

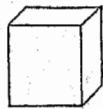
Při zvětšování užívá se řeckých slov a sice: deka = 10, hekto = 100, kilo = 1000 a myria = 10.000.

1. Míry délkové: metr = 3·1635'.

$\frac{1}{10}$ metru	= decimetr	$\left. \begin{array}{l} 10 \text{ metrů} \\ 100 \text{ "} \\ 1000 \text{ "} \end{array} \right\} \begin{array}{l} = \text{dekametr.} \\ = \text{hektometr.} \\ = \text{kilometr.} \end{array}$
$\frac{1}{100}$ "	= centimetr	
$\frac{1}{1000}$ "	= millimetrum	



(Obr. 10.)



(Obr. 11.)

2. Míry plochové: 1□ metr, 1□ decimetr,

1□ centimetr (viz obr. 10) 1□ millimetrum. Pro větší plochy (pozemky) máme čtvercový dekametr, totiž čtyřúhelník = 10 · metrů dlouhý a také tak široký. Tato míra služí ar.

$Ar = 1000 \cdot 79 \square$  skoro = 28□<sup>0</sup> skoro  $\frac{1}{58}$  jitro.

$\frac{1}{10}$ aru	= deciar	$\left. \begin{array}{l} 10 \text{ arů} \\ 100 \text{ "} \\ 1000 \text{ "} \\ 10.000 \text{ "} \end{array} \right\} \begin{array}{l} = \text{dekar.} \\ = \text{hektar (skoro } 1\frac{3}{4} \text{ jitro).} \\ = \text{kiliar.} \\ = \text{myriar (skoro } 1\frac{3}{4} \text{ mle).} \end{array}$
$\frac{1}{100}$ aru	= centiar	
1□ metr		

3. Míry objemové: 1<sup>k</sup> metr (= stér), 1<sup>k</sup> decimetr (= litr), 1<sup>k</sup> centimetr (viz obr. 11) a 1<sup>k</sup> millimetrum.

Litr = 54.709<sup>k</sup>" skoro 3 žejdlísky slouží na měření tekutin.

$\frac{1}{10}$ litru	= decilitr	$\left. \begin{array}{l} 10 \text{ litrů} \\ 100 \text{ "} \\ 1000 \text{ "} \end{array} \right\} \begin{array}{l} = \text{dekalitr.} \\ = \text{hektolitr (skoro } 1\frac{3}{4} \text{ vědra = } 70 \text{ mázů).} \\ = \text{kilolitr (= stér = } 1^k \text{ metr).} \end{array}$
$\frac{1}{100}$ "	= centilitr	
$\frac{1}{1000}$ "	= millilitr	

Stérem měří se dřív vyrované, kamení, země atd.

4. Váhy: gram = váha 1<sup>k</sup> centimetru (čili millilitru) vody za teploty 4° C.

Gram = 0.05712 lotů, skoro  $\frac{1}{5}$  květníku = 13.714 gránů  
" = 0.00178567 g.

$\frac{1}{10}$ gram = decigram	}	10 gramů = dekagram.
$\frac{1}{100}$ " = centigram		100 " = hektogram.
$\frac{1}{1000}$ " = milligram		1000 " = kilogram = $1 \cdot 78567 \text{ g.}$ 10,000 " = myriagram = $17 \cdot 8567 \text{ g.}$

Půl kilogramu čili 500 gramů =  $2\frac{1}{2}$  lotu sluje dříve již jmenovaná *celní libra*, podle níž již dávno na hranicích clo se platí.

Od 1. ledna 1876 budou dle zákona od 23. července 1871 vydáného pouze nové (francouzské) míry a váhy v užívání. Do tohoto času mohou se staré míry a váhy zároveň s novými potřebovat. K měření a vážení může se pouze náležitě cejchovaných a kolkovaných měr a váh užívat. Cejchování a kolkování (cimentování) stane se úřady zvláště ustanovenými, za něž se měrný poplatek zapráví.

K cejchování připustí se pouze následující míry a váhy a pročež jen tyto v obchodu užívány budou:

1. *Míry délky*: 20, 10, 5, 4, 2, 1 metr; dále 5, 2, 1 decimetr, což půl, pětina a desetina metru slouti může.

2. *Míry duté*: 100, 50, 20, 10, 5, 2, 1 litr; 5, 2, 1 decilitr, což také půl, pětina a desetina litru jmenovati se může a pak, 5, 2, 1 centilitr.

3. *Závaří*: 20, 10, 5, 2, 1 kilogram, 50, 20, 10 (=  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{5}$  a  $\frac{1}{10}$  kilogramu) 5, 2, 1 dekagram, 5, 2, 1 gram.

Pro klenotníky, lékárnyky a lučebníky jsou ještě zmenšené váhy: 50, 20, 10, 5, 2, 1 centigram, pak 5, 2, 1 milligram.

Síla koně při strojích ustanovuje se u nás 430 librostopami, nyní ale budeme mítí pro tutéž sílu 75 kilogramometrů (totiž 75 kilogramů za 1 sekundu 1 metr vysoko vyzdvížených) za základ a podle toho se říká, že stroj jest na 6, 8 atd. sil koňských zařízen.

*Váha prostá a měrná*. Váhy prvního druhu, tedy váhy staré, jsou *prosté váhy*, protože pouhou váhu těles naznačují. Váhy nové, francouzské, jsou *váhy měrné*, protože mimo váhu tělesa i velikost čili objem jeho udávají. Měrná váha musí vždy takového objemu být, jež za jednotku pokládáme. Základem francouzské váhy jest váha jednoho kostkového centimetru, která sluje, jak nám již známo, gram.

Známe-li hutnost tělesa, vypočteme snadno měrnou váhu jeho. U př. lité železo má hutnost 7·2, tedy kostková stopa jeho váží 7·2krát tolik, co váha vody v objemu jedné kostkové stopy. Tedy  $7 \cdot 2 \times 56 \cdot 4 = 406$  váží  $1^{\frac{1}{2}}$  železa litého. Vypočteme-li nyní, kolik kostkových stop nějaká litá věc v objemu má, víme, jakou váhu má celá věc, jak silný vůz vzít i kolik koní zapřahnouti musíme.

Hutnost žuly jest průměrně 2·5 jako u pískovce. Váha měrná jedné kostkové stopy obou jest  $2 \cdot 5 \times 56 \cdot 4 \text{ g.} = 141 \text{ g.}$  Nyní změřme, kolik kostkových stop zaujímá balvan žulový neb pískovcový a dovíme se jeho prostou váhu, když měrnou váhu jedné k' násobíme počtem kostkových stop. Tak bychom i váhu celé skály neb některé vrstvy země aspoň sbliženě (neboť zde není možno určitě objem udati) vypočisti mohli.

Jedná-li se o malá tělesa, vezmeme měrnou váhu jednoho k" a objem v palcích kostkových.

Známe-li prostou i měrnou váhu tělesa, dělme první druhou a dovíme se objem toho tělesa. Jak velký jest sud, do něhož se vejde 5 centů vody? ( $500 \text{ g} : 56.4 = 8.8$  skoro 9 k"). Máme-li džbán, do něhož se vejde 5 ū vody (= 160 lotů), dovíme se, kolik kostkových stop v objemu drží, takto:  $160 : 1.044$  lotů nebo  $160 \text{ lotů} \times 240 \text{ grány} : 250 \text{ gr.} = 153.2^{\circ}$  a  $153.2^{\circ} : 19.35^{\circ}$  (zejdlík vody) = 7.9 žejdlíků má nádoba v objemu.

Z toho vidno, že takovým spůsobem objem nádob nejlépe určíme, třeba tu nejnepravidelnější podobu měly.

Jaký objem musí mít nádoba, aby se do ní vešlo 20 ū rtuti? Měrná váha rtuti  $1.044$  lotu  $\times 13.6$  (hutnost) =  $14.1984$  skoro  $14.2$  lotu a  $20 \text{ ū} \times 32 = 640$  lotů :  $14.2 = 45$  kost. palců a  $45 : 19.35 = 2\frac{1}{4}$  žejdlíku.

Známe-li prostou váhu tělesa a jeho objem, dělme první druhým, a vime měrnou váhu toho tělesa.

*Dělení nádob.* Lučebníci a lékárníci potřebují často k rozličným účelům nádob na stejné délky rozdělených.

Nádoba na stejné délky objemu určitého, u př. na kostkové palce, kostkové stopy, na litry a kostkové centimetry se rozdělí, když se bud *toto* určité množství vody neb i jeho váha po sobě do nádoby nalévá a vždy, kam dostoupí, na povrch nádoby poznamená. Lékárníkův mensury (litry) jsou porcelánové nádoby, na jichž vnitřku je čarami poznamenána váha vody, pročež lékárníci vody na léky neváží, nýbrž pouze odměří, což jest rychlejší.

Když se má nádoba na určitý počet stejných délů (třeba na 10 dílů) rozdělit, tu se zváží všecka voda, která se do celé nádoby vejde a na tolik dílů (10 d.) váha její rozdělí, kolik jich mít chceme, načež se část po části přilévá a na straně poznamená. Je-li nádoba s kolmými stěnami a výady stejného průměru, jde dělení snáž, neboť tu se výška jednoho dílu výš a výš přenáší.

### III. Spojivost.

Při dělitelnosti jsme shledali, že se nedají pevná tělesa stejnou silou v menší částky dělit; u některých děje se to lehce, u jiných těžko. Tekutá tělesa jeví tak malý odpor, že při dělení jejich částic takřka prázdné síly vynaložiti nepotřebujeme; o namáhání při dělení vzdušin ani řeči býti nemůže. U pevných těles, třeba dělení sebe lehčejí se dělo,

přece značné či citelné sily vynaložiti musíme. Jestli nerosty bez našeho přičinění zvětráním se rozpadávají, předpokládá tento výjev přírodní síly.

Síla, při jakémkoli dělení vynaložena, předpokládá jinou sílu, která se jí na odpor staví, a jednotlivé základní částice dohromady spojujíc, v celek váže. Sílu tuto jmenujeme *spojivost*. Když spojivost základní částice v celek váže, bude tím větší, čím blíže tyto částice u sebe jsou, a tím slabší, čím více se základní částice od sebe vzdalují.

Vzdalování častic nejsnáze se docílí teplem, neboť každé těleso zahříváním změkkne, pak zkapalní a jako každá tekutina z nádoby vylevatí se dá. Tak se stává u všech kovů. Některá tělesa se ale naopak zahříváním stávají tvrdšími, jako hlína, a vysušováním pevnějšími, jako dřevo, protože z nich voda prchá a základní částice se k sobě sbližují. Led se teplem promění ve vodu a voda dalším zahříváním v páry.

Jako se spojivost teplem ruší, tak se zase spojivosti napomáhá, totiž základní částice k sobě sbližují:

*a. Ochlazením.* Z par se dělá ochladnutím voda a z vody led.

*b. Tlakem.* Dva kusy vosku, hlíny, těsta se pouhým stlačením scelují. Mouka se zlisuje v pevný kotouč, z kypré půdy se lihotví i cihly a páry tlakem zkapalní. Čistě zříznuté plochy z kaučuku i z gutaperči na sebe položené a stlačené tak pevně se spojí, že spíše vedle se odtrhnu než na spojné ploše. Duté míče, nepromokavé pláště a čapky tak se dělají, že vždy plochy čerstvé na sebe se stlačí. I kovář dva řeřavé kusy železa uhozením spojuje, či vlastně základní částice obou kusů k sobě sbližuje, aby spojivost účinkovat mohla.

*c. Zvětšením plochy,* neboť čím více častic dvou těles se dotýká, tím spojivost musí být větší. U př. Dvě rovné skleněné tabule na sebe rukou přitlačené odtrhnu se těžko od sebe a třeba se i svrchní zlomí.

Spojivost pevných těles nebývá v každém směru stejná. U př. dřevo, vůbec všecky rostliny, jsou proti letům pevnější než po letech. Na tom se zakládá štípání a přesekávání dřeva a pletení provazů lýkových i konopných. Plochy jednotlivých krystalů volněji dolromady souvisí než částice krystalu samého. U kovů jest spojivost na všecky strany stejná.

U tekutin jest spojivost malá, proto ale přece z rozličných výjevů i u nich značnou souvislost základních častic seznati můžeme. Kapky rtati na papíru rychle dolromady v celek splývají. Sitkem drobným neprotéká rtut. I voda sítěm neprotéká; toto musí ale drobnější být než na rtut. V obou pádech spojivosti kapalin překonává se tlak; značnější výškou obou přece spodní částky se protlačují. Jehla suchá zlehka na vodu položená plove, a tím spíše, jež mastnotou natřena, aby se neomočila. Také *vodoměrky*, lmyz s dlouhými nohami, po vodě strkavé se pohybují a se nepotopí, protože je voda spojivostí svých základních častic na sobě udrží.

O značné spojivosti kapalin se i z následujících příkladů přesvědčíme. Rtut v malém množství přijímá vždy podoby kuličky. Máchneme-li rukou ve vodě namočenou nad stolem poprášeným, tu voda v kapkách

po stole se kutáli. Totéž pozorujeme, když se podlaha přiliš poprášená kropí. Nalejme zlehka líh na vodu a kápněme několik kapek oleje do nádoby; kapky zůstanou v podobě krásných kuliček mezi vrstvou líhu a vody. (Olej jest totiž lehčí než voda a těžší než líh.) Smichá-li se tolik líhu s vodou, aby smíšenina jako olej těžká byla, plovou kapky uprostřed. Na řeřavé plotně jsou kapky vody kulaté. Tak i kapky vody na oknech, když se odtrhnou, úplně zkulatí, jakož i krůpěje děšťové. Ano i plyny v bublinkách kulatých vodou procházejí, jak jsme to u roztahovalní plynů při roztažitelnosti viděli.

Spojivost jest toho přičinou, že broky jsou úplně kulaté. Roztavené olovo se k tomu účelu sítý protékati nechá. Při padání s velké výše mají z počátku podlouhlé kapky dosti času, aby se zkulatily a ztuhly, prvé než do vody (aby se nesploštily) dopadnou.



(Obr. 12.)

Spojivost i způsobuje, že rtut v nádobě u stěn je zakrouhlena. Dáme-li tenkou trubici do prostředí rtuti, je dobré viděti, že rtut v této je zakulacena a docela snížena, jako by stlačena byla. Tento výjev jmenujeme tlak a velmi dobré jej v lučbiče s trubicí nahore zakorkovanou (viz obr. 12) pozorovati můžeme.

Proč se hmota vůbec nevyskytuje v kulaté podobě? Toho je hlavně přičina ta, že spojivost účinkuje v přiliš malé vzdálenosti, která se ani měřiti nemůže, a pak i jiue překážky, jako tíže a tlak vedlejších částic, tomu zabraňují. Kdyby nic nepřekáželo, nebo kdyby ze všech stran stejně tlak jako na kapku oleje ve smíšení líhu s vodou účinkoval, tu by zajisté všecky kapaliny v kulaté podobě se vytvořily. Spojivostí si i kulatost naší země a vůbec všech nebeských těles vykládáme.

V praktickém životě hlavně spojivosti pevných těles si všimáme a tu musíme bráti ohled na skutečné spojení základních částic čili spojitost.

Je-li u pevných těles k oddělení některých částic od celku značné síly zapotřebí, jmenujeme je tvrdá, a je-li síly malé zapotřebí, slují měkká.

Vyšiuou-li se částice pevného tělesa ze své polohy, tu těleso se buď rozpadá a sluje křehké, anebo zůstává pohromadě souvislé a tu buď do své dřívější polohy se vrací — těleso pružné, anebo v této nové poloze zůstane — těleso tažné č. ohebné.

Velikost odporu při oddělování částic čili velikost spojivosti jich jmenujeme pevnost těles.

## 1. Tvrdost a měkkost.

Tělesa, která se těžko v díly dělí dají, jmenujeme tvrdá, a napak měkká, možno-li je snadno dělit. Teplem hmoty měkknou a ochlazením tvrdnou. Hranice mezi měkkostí a tvrdostí nemůže se určiti; jest to pojem jako malý a velký. Zde rozhoduje mnichy pouhé zdání.

a vlastně těleso samo, o kterém se jedná. Tak pravíme, že je chléb tvrdý a železo měkké, a přece měkké železo je tvrdší než hodně tvrdý chléb. Mluvíme tak, protože mnohá tělesa v rozličné spojitosti známe. Novopečený chléb jest mekký, za několik dní však tvrdý; železo kujné jest měkké a ocel tvrdá; nekalena ocel je měkká a kalena tvrdá. O tvrdosti a měkkosti můžeme se jen vlastní zkušeností přesvědčiti. Těleso je tvrdší druhého, když více odporu při dělení jeví.

Aby se tvrdost těles určitě udali mohla, usjednotili se učenci v nerostopisu deset stupňů tvrdosti naznačiti. K tomu účelu vzali deset rozličně tvrdých kamenů a v řadu tak postavili, že možno první z nich, nejméně tvrdý, všemi ostatními rýpati, který ale sám ostatních rýpati nemůže. Druhý kámen rýpe první a od ostatních osmi rýpán bývá atd., až desátý, nejtvrdší, všech devět předcházejících rýpe, sám ale jimi rýpán býti nemůže. Jsou to následující kameny: 1. mastek, 2. sádrovec (neb kamenná sůl), 3. vápenec, 4. kazivec, 5. apatit, 6. živec, 7. krámen, 8. topas, 9. korund a 10. diamant. U všech pevných těles se tvrdost s těmito desíti kameny porovnává.

Tvrdosti těles se mnohdy sléváním napomáhá. Zlato a stříbro slévá se s mědí, aby zlaté a stříbrné výrobky tak rychle se nespotřebovaly. Zvonovina je tvrdší než měď a cín, z nichž povstala. Síra s olovem v přírodě sloučena dává mnohem tvrdší kameny (leštěnec), než je olovo samo.

V obecném životě je dost často potřeba tvrdost těles jak náleží znáti. Pilníkem pilujeme železo, sklo rýpeme kaleným ocelem a diamantem je lehce řežeme; železo tvrdými nebozeczy vrtáme, a nože na brusu broušíme, což se stává jen otíráním železa a proto jest toto po častém broušení tenké. Při broušení na sucho má nůž samé čárky a je drsný; proto se brousek olejem neb vodou navlhčí, aby tekutina vyplnila důlky kamene a jeho povrch byl docela rovný; tak celý povrch nože utrpí tření a proto je hladký. Vůbec pamatovati dlužno, že je-li všecky tvrdá, musí nástroj ještě tvrdší být.

## 2. Křehkost.

Křehkost souvisí úzce s tvrdostí a může se ohýbáním, tloučením neb tlakem těles zkoušeti. Jestli se při tom tělesa docela neb aspoň částečně v díly nepravidelně rozpadnou, jmennujeme je *křehká*. Kámen, kráda a zvláště sklo jest velmi křehké. Věci křehké snadno se roztlukou, a jsou-li v tyčinkách neb tenkých plochách, velmi lehce se lámou. Kalena ocel je křehká, jakož i litina, která se uhozením na kusy rozpadává.

Jak na tvrdost tak i na křehkost má teplo a ochlazování velký vliv. Krámen je křehký, avšak jen velikou silou možno jej roztlouci. Rozpálí-li se v ohni a do studené vody se hodí, jest tak křehký, že se

lehkým tloučením v drobné částky rozpadává. Dá-li se ocel horká do vody, loje neb nejlépe do rtuti, značné křehkosti a tvrdosti nabýde. Tak kovář ocel kalí. Čím tvrdší tělesa, tím jsou křehčí a naopak čím měkčí, tím méně křehká jsou. Také sléváním kovů přibývá tělesům na křehkosti. Zvonovina je křehčí než měď a cín. Taktéž kováním, totiž vespolečným se sblížením částic, přibývá tvrdosti i křehkosti; u př. ocel jak náleží zkovaná jednou ranou pak na kusy se roztříší.

Že rychlý přechod z horka do studena činí tělesa velmi křehkými, nejlépe se u skla přesvědčíme. Sklovina do studené vody nakapaná tak je křehká, že se celá kapka, když se jen špička ulomí, v jemný prášek rozpadává. Kapky takové služí *slzičky*. (Obr. 13.) Kdoby se o tom přesvědčíti chtěl, nechť zaobalí slzičku do kousku papíru a špičku vyčnívající ulomí, anebo v nějaké sklenici drží a druhou rukou zakryje, aby se prášek nerozletěl. Dělá-li se ten pokus se slzičkou ve vodě, roztluče se nádoba, protože velkou rychlosí slzička se rozpadává a základní částice vody nemají dosti času pro svou se-trvačnost nahoru se vynouti. Tak nazvané



(Obr. 13.)

*láhvíčky* boleské jsou docela malé, po vyrobení rychle na vzduchu ochlazené nádobičky. Pustí-li se do nich zrnko křesacího kamene, rozpadávají se v kousky, třeba dno sebe tlustší bylo, když jen zrnko křemenné na jednom místě sklo rýplo. Nerozpadne-li se láhvíčka, zatřepejme ji trochu se zrnkem a jistě se to podaří. Skleněné nádobi zdlouhavě chlazené není příliš křehké.

### 3. Tažnost.

Tažnost těles stojí v opačném poměru k tvrdosti a křehkosti. Tažná tělesa se tloučením, tlačením a válením v tenké desky (plechy) a v libovolný tvar přetvoří a tažením v drát vytáhnou. Na tažnost těles, zvláště kovů, má také teplo velký vliv.

U dělitelnosti jsme již v některých příkladech slyšeli, jak se dají kovy v tenounký a dlouhý drát vytáhnouti, v lístek vyváleti aneb vytolouci. Některé kovy se snáž dají v plech vyváleti, jiné zase v drát vytáhnouti. Z tombaku se nepravé pozlátko vyklepává a z cínu se válcuje plíšek jako papír tenký, stanniol zvaný, který se potřebuje na zadní neprůhlednou plochu zrcadelní. Také roztepané olovo dává tenounký list. Ze železa táhne se drát k drátování, na jehly, na dráty k pletení a tenké struny. Železo tenké a zaspičatělé se totiž ocelovou provlačkou (t. deskou), v níž jsou dirky rozličné velikosti, protahuje a drát na válec okolo osy se točící navinuje. Tak i z mosazu se táhne žlutý drát na špendlíky.

Na tažnosti skloviny zakládá se dělání nádobí skleněného a vytahování dlouhých skleněných rourek i tenounkých jako hedvábí lesklých.

niti. I nad kahanem se sklo rozpálené ohýbá, vytahuje a vyfukuje. Uštipováním skloviny dělají se skleněné knofliky. Zahřáváním roh ve vodě zmékne a na tenké tabulky, z kterých se hřebeny vyrábějí, vyrovná a v tabatérky ve formách vytvoří.

Tělesa se mohou jen v jisté míře vytahovati a vytoulkati; překročí-li se tato míra, trhají se. U některých říkáme míslo tažnosti, že jsou *tvořitebná* (hlína, vosk) a *ohebná*, u př. hole, které se ohýbají, když se napařují, totiž dávají do vařící vody. Některá tělesa jsou v chladu křeká a v teple tvořitebná (vosk pečetní).

#### 4. Pružnost.

Neláme-li se těleso při ohýbání, nýbrž hned, jakmile síla účinkovati přestane, opět se úplně narovná nebo do své předešlé polohy vrácti se snaží, pravíme, že je *pružné*. Sílu, kterou se těleso do své prvnější polohy vráci, jmenujeme *zpružení*.

Není-li ohýbání značné, vraci se úplně skoro každé těleso ve svou předešlou polohu. I skleněná rourka nebo skleněný proužek na spůsob pravítka se může malounko ohnouti, aniž by se zlomil. Podle toho by bylo každé těleso pružné. V praktickém životě rozumíme pružnosti vracení se do své předešlé polohy při značném ohýbání neb táhnutí těles, přestane-li síla účinkovati. K takovým počítáme ocelová péra, kaučuk, kostici, rákos a slonovou košt. Nejpružnější jest vzduch; ten můžeme stlačovati jak chceme, vždy se úplně zase roztálne. V bouchačce vyrazí se zátka jen zpružením vzduchu. Dělává se také rozdíl mezi dokonale a nedokonale pružnými tělesy.

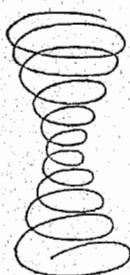
Pružnost se na trojí spůsob jeví, totiž *a)* ohýbáním (rákos, kostice, ocelová péra ve dveřích); *b)* táhnutím neb stlačením (kaučuk, slonová košt na kulečníku) a *c)* stočením neb skroucením (v závitek zatočené ocelové pero neb skroucení provazu, nití a špagátu). Ve všech těchto případnostech účinkuje síla jen na jednu část tělesa, kdežto ostatní části docela pevně dohromady drží a všecky se snaží zase prvnější polohu zaujmouti; která pak část ze své polohy nejdále přišla, ta má také největší snahu opět se narovnat.

Při ohýbání neb tažení zůstávají tělesa jen v jistých mezích úplně pružná; překročí-li se tyto hranice, buď se tělesa přetrhnu nebo se zlomí a vůbec nikdy se nevrátí zcela do své prvnější polohy. Ocelové pero příliš ohýbané, zůstane křivé. Vytáhne-li se kaučuk hodně na délku, nestáhne se úplně. Hranice pružnosti se užádá všeobecně nijak určiti, nýbrž jen dle vlastnosti tělesa samého posouditi. Tak pružnost u př. ocelového pera závisí od dobroty ocele, od kalení a od tloušťky.

Častým a dlouhým upotřebením ztrácejí tělesa vesměs pružnosti a po čase nepotřebnými se stávají. Tak u př. dřevěný oblouk podržuje skoro úplně křivou podobu, sundá-li se s pily. Mají-li tělesa hodně

dlohu pružná zůstatí, mohou se podle jich pružnosti jen v jisté míře ohýbat, tahnouti neb stlačovati, a nesmí se dlohu zpružena nechávat.

V praktickém životě upotřebuje se těles pro jich pružnost velmi často. Ve spiralku stočené ocelové péro způsobuje v hodinkách kapesních svou snahou se roztočiti pohyb koleček, tak jako to činí závaží při visacích hodinách. V hodinkách jest i ocelové slabounké péro (setrvačník, nepokoj), které se k *A* (avange) více zpruží, aby šly hodinky o poznání rychleji, aneb k *R* (retarde) uvolní, aby šly zdlouhavěji. V zámku zapadá závora, když se na ni pomocí kliky netlačí, pérem do skoby. Když se na lučisti natažená šňůra stáhne, vyhodí se její pružností šipka velmi daleko. Takovým spůsobem starí předkové do měst šipkami železnými stříleli, když oblouky veliké zpružili. U dveří hostinců bývají péra, aby se samy zavíraly. Zavírau klapek u nástrojů foukacích (trubek, klarinetů) zakládá se taktéž na pružnosti.

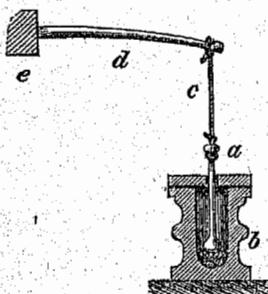


(Obr. 14.)

I pro pohodlí pružnosti těles se používá. Do kočáru se dávají péra ocelová, aby se svršek příjemně kolíbal, taktéž i do pohovek (obr. 14.) a židlí, aby se na nich měkce sedělo. Podobně jsou i žíně, peří, mořská tráva pružné, ač mnohem méně než ocelová péra. Sláma, seno, mech, bavlna, cucky jsou trochu pružné, pročež se do nich skleněný věci zaobalují, aby se neroztoulkly. Kdyby se dělovou koulí do stavení slamou neb senem tlustě pokrytého střílelo, neuškodilo by tě tak značně. Sláma se dává do slamníků a lépe se na ní leží než na holé zemi. Pro pohodlí dává se do šlí a do podvazků kaučuk nebo v závitky stočený drátek.

Korek se nejvíce na zátky k ucpávání láhví potřebuje; snadno se zmáčkne a svou pružností na stěny hrdla tlačí. Na kalamářích bývají péra, aby jimi zátna dobře přilehala; zmáčkne-li se u nich péra, víčko se rychle otevře. I hodinky kapesní se zmáčknutím péra otevírají. Také brejle pérem drží na nose. Aby se narážení vagonů umírnilo, jsou silná, stočená péra na jich zadku přidělána. Kaučukový míč na zem hodený se zmáčkne a zpruží, pročež opět do výšky vyskočí; míč chlupy kravskými naplněný jest příliš málo pružný.

Také koule ze slonové kosti na kulečníku do sebe vražené se zmáčknou a nabylou pružnosti se odráží. Kovářům při kování pružnost kovadliny nemálo pomáhá; neboť uhodí-li se na kovadlinu, zpruží se stlačením a do výše kladivo odráží. Tluče-li cukrář cukr neb kupec kávu, přiváže (obr. 15.) palici *a*, kterou se má do moždíře *b* tlouci, za provaz *c* k bidlu *d* na trám *e*; při tloučení se bidlo ohýbá a zpružením napomáhá, že dělník palici nahoru zvedat nemusí. Nožky na stříhání, ovci jsou dva nože obloukovým pérem ocelovým spojené; zmáč-



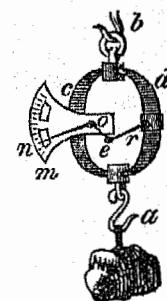
(Obr. 15.)

knotou-li se, ustříhne se vlna, a jak se tlačiti přestane, samy se roztahnou, což jest velmi výhodné, neboť ruce tak neboli.

Na poštách mívají vážky (váha listovná), které na pružnosti ocelového drátu se zakládají. Na hořejším konci drátu ve spirali (závitek) zatočeném a do pouzdra spodním koncem upevněném je malá deska; dálí se na ni psaní, zmáčkne se drát tím tlakem a tu pozná poštovní podle toho, jak se hluboko drát zmáčknul, mnoho-li psaní váží; je totiž zkusmo na vážkách udaná skála dle rozličné váhy. Podobné péro je u dětských flintiček či pistolek; zpružením péra se hráč vystřelí. Na podobném ale silnějším drátu zakládají se i pružné vážky na 10—25 liber zařízené.

Obchodníci upotřebují malých pružných vážek rozličného druhu na cestách svých, třeba kupují-li po vesnicích vlnu. Obr. 16. představuje jeden spůsob takových vážek. Na *a* se zahákne zboží a u *b* zdvihá. Tím se strany oblouku *c* a *d* sblíží a na délku roztálinou, a poněvadž jest míra *m* s obloukem *c* pevně spojena, a na ní lomená páka *eon* kolem *o* se točí, tlačí raménko *r* na ni a ručička se po míře výše pohybuje. Nespočívá-li na vážkách žádné břemeno, ukazuje ručička na nulu. Zde se jako u váhy listovné zkusmo míra určuje, totiž přidává se po libře, až největší váha, kterou vážky bez uškození snéstí mohou, a vždy poznamenaná, kde ručička se zastaví. *Sílomér*, který slouží ke zkoušení síly koně i stroje, sestává ze silného péra.

Pružné váhy nejsou nikdy úplně spolehlivé, neboť se péro dlouhým upotřebováním trochu ohne a výše úplně nevyrovnaná. Proto se musí takové váhy čas od času znova zkoušet.



(Obr. 16.)

## 5. Pevnost.

Táhneme-li velké břemeno na provaze, pravíme, když se tento nepřetrhne, že jest pevný. Nit režna jest pevná, hedvábňa pevnější a drát stejně tloušťky nejpevnější, protože největší břemeno unese. Kámen je pevnější než cihla, protože se tato spíše než onen rozmačká. Dřevo jest méně pevné než železo stejně tloušťky, protože se snáze přelomí i lehceji překroutí. *Pevná* tělesa jmenujeme ta, která se v tahu tak snadno nepřetrhnou, v ohybu nezlomí, v tlaku nerozmáčknou a při kroucení nepřekroutí.

*a) Pevnost v tahu.* Při tahu musí přetrhnutí vzdorovat provazy z rozličného přediva i drátěné (v dolech kamenouhelných), pak řetězy a železné tyče na mostech železnych. Kdybychom měli určiti, které z těchto těles při stejné tloušťce pevnější jest, ze zkušenosti bychom řekli, že železný řetěz neb železná tyč. Aby se při stavbách s jistotou

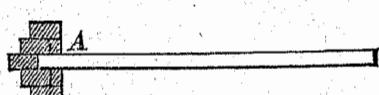
pracovati mohlo, dlužno věděti, mnoho-li asi které těleso unese, prv než se přetrhne.

K stanovení pevnosti berou se tělesa tloušťky čtverečního palce a liberkami tak dlouho se obtíží, až se přetrhnou. Zkouškami se shledalo, že železná tyč čtvereční palec tlustá 40—60 tisíc, drátěný provaz 80 tisíc a konopný provaz 6—7 tisíc liber unese, dřív než se přetrhne. Při stavbách ale obtíží se železné tyče jen šestým dílem, tedy as 8 tisíc a železné provazy 12 tisíc librami. Na provazy konopné se jen pátý díl břemena nakládá, tedy pouze něco okolo 12 set liber. Děje se to proto, aby déle bez porušení se zachovaly, a mají-li hodně dlouho držet, nakládá se na ně ještě méně. Železo průměrně 7—10krát jest pevnější než konopí a hedvábí třikrát pevnější než konopí. Železo kované více vydrží než lité, teplé méně než studené. U konopných provazů stejně tloušťky vydrží pletený více než kroucený. Provaz se as o šestý díl kroucením zkráti. Mokré neb kolomazí potřené provazy méně unesou než suché; proto se v dolech na ně jen as polovička nakládá. Provaz drátěný jest pevnější než tyč stejně tloušťky, protože se tažením částice k sobě sbliží a lépe pohromadě drží.

To vše platilo o provazích a tyčích čtvereční palec tlustých. Máme-li provaz půl čtverečního palce tlustý, můžeme jen polovičku jmenované váhy na něj naložiti, a kdyby jen čtvrtinu čtverečního palce tlustý byl, mohl by jen čtvrtý díl břemena nést. Kdyby byly provazy a tyče dvakrát tak silné v průřezu, mohlo by se břemeno dvakrát tak velké vozit, jaké připadá na 1□". Pevnosti v tahu přibývá provazu neb tyci tak, jako jejich průřezu čili tloušťce.

b) *Pevnost v lomu.* Pevnosti v lomu musí vzdorovati trámy na staveních, vodorovné kameny ze zdí vyčnívající, na nichž pavlače spočívají, latě a t. d. Při tahu bral se ohled pouze na tloušťku věci, při lomu se musí ale ohled bráti na délku, výšku, šířku a tloušťku těles, pak jsou-li na obou neb jen na jednom konci podepřena a bud jen na jednom místě neb dle celé délky stejným břemennem obtížena. Také zde jako u tahu nakládá se jen as desátý neb šestý díl břemena, které by tělesa unesla, kdyby až do přelomení obtížena byla.

Trám určité délky, šířky a výšky na jednom konci A (obr. 17.) upěvněný (třeba zazděný) unese jakési břemeno na druhém konci zavěsené, prve než se přelomí. Zkouškami dokázáno, že tentýž trám dvakrát tak



velké břemeno snese, rozloží-li se ono po celém trámu. Zavěsil-li se na tentýž trám při obou koncích podepřený břemeno do prostřed, unese 4krát tolik, a rozloží-li se břemeno po celé jeho délce, unese skrát tak mnoho, jako v prvním případu. Taktéž se to má s kameny, na nichž pavlany spočívají.

Zkušenost také učí, že trám při stejné délce a šířce břemeno kolikrát větší unese, kolikrát je šířka jeho větší. Při stejné délce a výšce

(Obr. 17.)

může být břemeno 4krát tak velké, je-li výška dvakrát větší; je-li výška 3krát tak velká, unese břemeno 9krát, a je-li 4krát tak velká, 16krát větší břemeno. Výškou tedy přibývá pevnosti čtverečně. Při stejně šířce a výšce vydrží trám tolíkrát více, kolikrát je kratší.

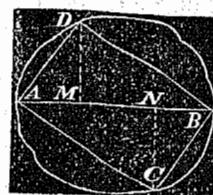
Všecky tyto možné případy si objasníme, máme-li tři sloupky stejně dlouhé, z nichž je jeden čtvereční palec, druhý dva čtvereční palce a třetí tři čtvereční palce tlustý.

Snadno posoudíme, jak má trám připraven být, aby co možná největší břemeno unesl. Ze zkušenosti přesvědčení se nabyla, že se musí průměr  $AB$  na průřezu klády (obr. 18.) na tři rovné díly rozdělit, na díly v opačném směru kolmice  $MD$  a  $NC$  postaviti, body na obvodu v obdélník  $ACBD$  spojiti a ostatek otesati. Největší břemeno unese trám, dá-li se delší strana  $AC$  za výšku, protože pevnosti přibývá výškou čtverečně. Trámce železné se dělají vysoké a úzké, aby se mnoho železa nespotřebovalo a přece žádoucí pevnost docílilo. U dřeva to ale býti nemůže, protože se trámy dle klády řídí, která je čím více k prostředku tím pevnější. Samo sebou se rozumí, že u trámů dutých, dřevěných neb železných pevnost v lomu jest tím menší, čím větší jest dutina. Při stejné délce a stejné hmotě, totíž ze stejněho množství železa udělaný trám více unese, je-li dutý, nežli celistvý.

c) *Pevnost v tlaku.* Této pevnosti musí vzdorovati cihly a kamení při stavbách, pilíře zděné neb kamenné a sloupy. Zde se musí na výšku a tloušťku sloupů ohled bráti. Zkušeností dokázáno, že pevnost v tlaku pilířů neb čehokoliv, na čem břemeno spočívá, při stejné výšce tím větší jest, čím jest průřez čili tloušťka větší a pak čím jest výška při stejné tloušťce menší. I duté sloupy při stejné hmotě a výšce unesou více než celistvé. Příroda nám to sama ukazuje na dutých stéblech a dutých kostech.

Na každý čtvereční palec cihly může dle dobroty hlín a vypálení břemeno 490—2100 liber spočívat. Pískový kámen průřezu čtverečního palce snese břemeno 1200—11000 liber, vápenec 1200—4950, žula 5000—9500 liber. U sloupu stejné tloušťky jako výšky udává se pevnost na každý jeden čtvereční palec z dubového a jedlového dříví na 3700 liber, ze železa na 49560 a z litého na 124 tisice liber. Taktéž se zde musí jen as desátý díl na cihly, kamení a dřevo a na železo jen as šestý díl nakládati.

d) *Pevnost při skroucení.* Skroucení vzdorovati musí nebozezy, hřidele (viz kolo na hřídeli) a rozličné stroje, na něž se provazy s ohromným břemencem natáčejí. Jest potřebí i tuto pevnost v strojníctví znáti, aby se na stroje mnoho nespotřebovalo a přece jejich částky při velkých břemenech nezkroutily. Také zde pevnost od tloušťky, délky a pak od tělesa samého, které zkrukování vzdorovati má, závisí.



(Obr. 18.)

## IV. Přilnavost.

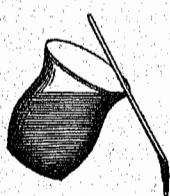
Spojivost spojuje stejnorodé základní částice jednoho tělesa. Podobná síla účinkuje mezi různorodými částicemi dvou rozličných těles. Sílu, kterou nestejnorodé částice dvou těles se dotýkajících k sobě hnou, jmenujeme *přilnavost*.

Různorodé částice k sobě jen tenkráte přilnouti mohou, když spojivost částic jednoho neb i druhého tělesa se ruší, je-li tedy přilnavost větší než spojivost sama.

Přilnavost vzájemně se jeví mezi pevnými, tekutými i vzdušnými tělesy. U pevných těles jeví se přilnavost tím, že v malých částečkách se drží povrchu jiných, u kapalin tím, že tyto vespolek se míchají a pevné hmoty smácejí; posléze u vzdušných těles se přilnavost pozoruje, že od nich ostatní tělesa zápach neb i vlastnosti přijímají.

Částečky čáry křídou udělané hnou k tabuli, přece však rukou setřítí se dají; částečky tužky při psaní hnou větší již silou k papíru a jen kaučukem setřítrati se mohou. Prach na kolmých stěnách ano i na stropu viseti zůstává. Z přilnavosti těles vyložiti si můžeme, proč při pozláčování dřevo, kameny a papír s pozláktem, proč amalgam (totiž stanuviol se rtuti) se sklem v zrcadlech pevně polromadě drží, proč bláto věci se chytá a proč malta a hliná na stěnách se udržuje. Když na tiše stojící vodu kousek korku zlehka do prostřed položime, v malé chvíli plove k jedné stěně nádoby a tím rychleji, čím více ku kraji se blíží. Dají-li se dva kousky korku na vodu, přiblíží se k sobě a pak pospolu k některé stěně zabočí.

Ponoříme-li ruku neb cokoliv jiného do vody, smáčí se. Kapka vody na skle se roztéká. Prst v rtuti omočený zůstane suchý; kapka rtuti na skle zůstane jako koulička, ale na cíně, zlatě neb stříbře hned se rozleje a s nimi spojí. Psaní inkoustem na papíru jest následek přilnavosti; potře-li se však papír tukem, nedrží se inkoust, protože spojivost částic jeho je větší než přilnavost tuku k inkoustu. Malování a natíráni lakem i pokostenem spočívá na přilnavosti. Kliklně k některým tělesům velmi značně, tak že jim dobré spojiti se mohou, u př. prkna, kůže a papír. Vyléváme-li pozvolna z hrnce, ze sklenice nebo z láhve nějakou tekutinu, stéká po stěně dolů, protože k ní přilne. Aby se tomu předešlo, dá se buď tenké dřívko, buď skleněná tyčinka anebo položit se prst k otvoru (obr. 19.), po němž pak tekutina přilnutím volně teče. Pro pochodil mají nádoby, z nichž se tekutiny často vylévají,



(Obr. 19.)

vyduté žlábkы, tak zvané hubičky.

O značné přilnavosti mezi pevnými a tekutými tělesy můžeme se

deskami (obr. 20.) do rovnosti vybroušenými přesvědčiti. Obyčejně dělají se takové desky ze skla, ale i také z kovu mohou být. Dýchne-li na ně a stlačíme-li je, namáhati se musíme, abychom je od sebe odtrhli. Navlhčíme-li je vodou, tím více se namáhati musíme, mnohem ale více, natřeme-li je olejem. Závaží na hák desky zavěšené by nám i skutečnou velikost přilnavosti naznačilo. Kdybychom měli jen jednu desku, zavěsme ji místo jedné mističky na obyčejných váhách a vyrovnejme s druhou mističkou. Podložíme-li nyní vodu neb rtuť, aby se jí deska dotýkala, tu nám přiložené liberkы i zde udají velikost přilnavosti. Takovým spůsobem můžeme i rovně prkénko na váhy zavěsit, tak aby se vody, oleje neb i jiné tekutiny dotýkalo.

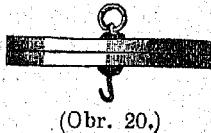
Velmi zajímavý pokus může si ten udělati, má-li sklíčko z hodinek docela zakulacené (nikoli ploché). Ať je na skleněnou tabuli vodou navlhčenou položí a sem tam tabulí nahybá. Sklíčko nespadne, nýbrž velmi rychle se točí. Výjev ten závisí od tíže a přilnavosti skla k vodě.

Také pevná a tekutá tělesa jeví k plynům přilnavost. Poznáme po zápacích kuřáka, koželuha, kupce, kočho a hlavně obchodníka s olejovými barvami.

Kde by přilnavost škodna byla, hledíme v praktickém životě pomoci. Dvěra a vrata natírají se pokostenem a olejovými barvami, aby se jich dešťová voda nedržela a aby prkna tak brzy se nekazila. Proto se i upotřebují nepromokavé látky z kaučuku a gutaperči; lepenkové střechy natírají se dehtem, jakož i tabulky v botanických zahrádkách k zarážení k rostlinám. Proto i jehlu a sito při důkazu spojivosti vody dobré jest mastnotou před přilnavostí chrániti.

I v přírodě nacházíme podobná chránidla před přilnavostí. Husy a kachny, vůbec všickni vodní ptáci, mají mastné peří, aby jim přilnavostí voda na těle nebyla obtížna. Také ssavci ve vodě si potratu vyhledávající jsou podobně chráněni. Rosa stéká po zelí, aniž by povrch listí se omočil, protože má na sobě velmi jemný prášek, po němž kapky stékají, nemajíce k němu přilnavosti, asi jako kapka po popráseném stole. Tak i po růži stéká rosa neb krůpěje deště, protože květné plátky obsahují vonný olej.

Při mnohých tělesech jeví se přilnavost v značném stupni. Tak mnohdy kapalina i do výše stoupá a pevné těleso proline (prolinavost), je i zvětšuje (botnávit), ano i spojitost jeho docela ruší (roztok); nebo se tělesa stejněho skupenství proniknou (míchání) neb i hutnější do sebe vnímají řidší (pohlcování).



(Obr. 20.)

## 1. Prolinavost.

Vstrčíme-li pijavý, neklížený papír koncem do vody neb inkoustu, vsákne tekutinu do svých dutinek, až se celý smáčí (papír ku psaní jest

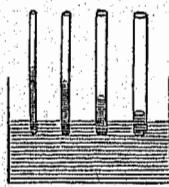
klížený, aby se jeho pory vyplnily a inkoust neroztékal). Totéž se stává, když podlouhlý kousek cukru jedním koncem v kávě držíme. Zavěsimeli bavlněný knot tak, aby jeho konec do oleje dosahoval, za krátkou dobu celý zvlhne. Podobně děje se i u houby k mytí, u šatu z jakékoliv látky, u provazu ano i u země, lhliny, zdi, cihly a kamene. Vlhkost se do zdí vysoko táhne, přichází-li voda k jejím základům; tak i hromada suchého písku se navlhčí, je-li voda pod ním. Některé květiny se zvlažují tím, že se do mističky pod květník voda naleje, která zemi prolinouc, potřebnou vláhou je opatřuje. Péra mají skřipce, aby se inkoust nahoru a dolů ke špičce nasáknul; péra bez skřipce nepisí. Přilnavostí prolne olej v lampách knot a vysoko k plamenu stoupá; také rozhratý lůj ve svíčce k plamenu knotem přichází. I voda rákos proline.

Ve všech případech překonávají kapaliny tíži velkou přilnavostí k pevným tělesům a prolinou je i do výše; takovouto přilnavost jmenujeme *prolinavost*. Ona se jeví u těles malými dutinkami opatřených značněji než u těles velké pory majících. Dříve tato prolinavost pouze u úzkých, vláskových trubic pozorována byla a nazývala se *vláskovitost*.

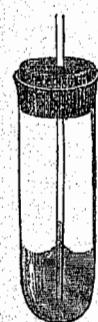
Seráděním rourek rozdílného průměru (obr. 21.) se přesvědčíme,

že do té nejtenčí rourky stoupá voda (aby ji dobré bylo viděti, brává se barvená) z nádoby nejvýše a do té nejtlustší nejníže. V široké rouře se voda ani nepozdvívne, nýbrž s ostatní vodou v rovnosti zůstává. Když dvě desky skleněné na jedné straně úplně se dotýkají a na druhé jen málo od sebe vzdálené do vody postavíme, vystoupí voda tam nejvýš, kde jsou desky sobě nejbliž. Vezme-li při tlaku u spojivosti upotřebenou lučbičku a místo rtuti dáme vodu, tedy se vyhloubí, totiž po stranách stěn nadzdvívá, a dáme-li do ní i trubičku, tedy se v ní voda hezky vysoko prolinavostí nadzdvívá a také prohloubí (obr. 22.).

Prolinavost se jeví také u všech rostlin. Ve vodě rozpuštěné živné částky stoupají cévami skrze kořínky, peň, větve až k listí. Uvadlá rostlina vnímáním vláhy do svých dutin občerství. Velká prolinavost rostlin používá se k barvení dřeva neb k napouštění takovými tekutinami, které je dlouho před hnětím chrániti mají. Dokud strom stojí, navrtá se a barva s otvorem spojí, aby životní síla jeho s prolinavostí spojeně ji výše a snáze vyzdvíhovala. Do poražených stromů se tekutiny strojem vtlačují. Ještě u větší míře než u rostlin jeví se nám prolinavost tím, že i kapaliny skrz blánu u zvířat pronikají. Zkouškami dokázáno, že i kosti zvířat rozmanitě se zbarví, když se barvivo k potravě přimíchané drůbeži předhazuje. Kaučuk do roztopené síry dany, vsákne ji do sebe a sluje vulkanisovaný; potřebuje se na rourky k lučebnickým pracím a k vedení plynu.



(Obr. 21.)



(Obr. 22.)

## 2. Míchání.

Spojování dvou různých těles stejného skupenství jmenujeme *míchání*; stejně těleso nové mícháním povstalé sluje *smíšenina* čili *směs*.

Vedou-li se rozličné plyny dohromady, proniká jeden druhý v krátkém čase tak, že ve všech částkách úplně stejná smíšenina obou povstane. To se stane, i kdyby se těžší plyn dole nacházel a nahoře lehčí. Vzduch sestává ze dvou plynů: kyslíku a dusíku úplně dohromady smíchaných. Jestli kyslík na některém místě se stráví, proudí na to místo jiný na blízku, a my máme stále stejnou smíšeninu obou. Proto je možno na jednom místě dlouho seděti, aniž bychom větší potřebu kyslíku cítili, anebo jeho ztrátu pozorovali. Hnitím látek živočišných a rostlinných povstalé zapáchající plyny s čistým vzduchem se míchají, až zápach docela mizí. Rychlejšímu míchání napomáhá vítr. Kdyby se plyny nemíchaly, nemohly by některé krajiny obydleny být.

Mnohé tekutiny jeví k sobě tak značnou přilnavost, že jedna s druhou v libovolném množství v smíšeninu docela stejnou vchází. Pivo, víno, mléko a kořalka mohou se s jakýmkoli množstvím vody smíchat. Tak i kyseliny v lučbě s vodou se rozřeďují. Vodu s olejem anebo s jinými mastnotami smíchat nelze, protože nejeví k sobě přilnavost.

Pevná tělesa pro jich obapolnou přilnavost možno dohromady slévat či legovati a směs tu jmenujeme *sličtinu*. Mosaz a tombak jest sličtina mědi se zinkem, zvonovina a dělovina mědi a cínu; pájka klémpířská sestává z cínu a olova. Zlato a stříbro možno v libovolném množství s mědí slévat. U zlatníků jest slévání zákonitě určeno, aby lid šízen nebyl. Hřívna stříbra i smíšeniny ( $\frac{1}{2}$  libry) jest na 16 lotů rozdělena a hřívna zlata i smíšeniny (také  $\frac{1}{2}$  libry) dělí se na 24 karáty a karát na 12 zrn. Střelný prach jest směs ledku draselnatého, uhlí dřevěného a síry. Šelak, kalafuna, terpentínový olej, terpentín benátský a rumělká dohromady slité dávají pečetní vosk.

## 3. Pohlcování.

Plyny jeví ku kapalinám a k pevným tělesům mnohdy tak velkou přilnavost, že i do jejich por vnikají a se zhusťují. Takovou přilnavost jmenujeme *pohlcování*.

Voda obsahuje vzduch rybám k dýchání nevyhnutelně potřebný. Z čerstvé vody vystupují perličky jakož i z piva, ze žampaňského vína a z kyselek. Perličky jsou kyselina uhličitá, kterou jmenované kapaliny v sobě pohlcenou obsahovaly. Voda také pohlcuje mnoho jiných plynů, jmenovitě jest to čpavek a sirovodík, o nichž u vzduchu řeč bude.

Z cukru do kávy neb vody puštěného vystupují perličky vzduchu. Čerstvý uhel dřevěný pohlcuje vzduch i jiné plyny, jako čpavek, sirovodík a kyselinu uhličitou. Jmenovitě kosti na uhel vypálené (zvířecí uhel) pohlcuje mnoho plynů i také kapalin, které nepříjemný zápach a barvu způsobují; proto se brávají v cukrárnách k čistění štavy cukrové.

#### 4. Botnání.

Když tekutiny tělesa prolinou, jsou o část tekutiny vniklé těžší. Vnikáním tekutin se zvětšují i dutiny těles a jejich částice od sebe se vzdalují, což pak je méně pevnými činí. Příčina toho jest, že velká přilnavost překonává spojivost. Usilné vnikání kapalin do pevných těles a z toho vyplývající zvětšování objemu jmenujeme *botnání*.

Všecka zrna obilná, jakož i hráč, čočka a fasole tak se zvětšují, že i silné nádoby jimi se trhají. Přesvědčiti se o tom můžeme, když malou láhvíčku hrachem naplníme, vodou polejeme a pevně ucpeme. Chtějí-li lékaři rozdělit lebkou z člověka, naplní ji hrachem a ten nabotnaly sám lebku roztrhne. Hospodyně jen něco přes polovic hrnec hrachem naplní, protože se navrší.

Jest to velký rozdíl, koupíme-li suché, staré obilí, anebo vlhké, schvalně pokropené neb po žních lned vymlácené. Každý raději staré obilí kupuje, ač je dražší. Navlhčí-li se obilí, přibude mu 15% na váze, ale jak zkouškami doznáno, v objemu o 30—45%. Kdyby vážila míra obilí neporušeného právě 100 ū, vážila by po skropení 115 Ż, ale tataž míra by o třetinu až skoro o celou polovinu více měřila. Lépe jest tedy obilí při prodeji vážiti, protože mu navlhčením 2—3kráte v objemu více přibyde než na váze a proto se kupující přece méně ošídi. V panských stodolách při zdvívání na mlatě vždy něco obilí nad rovnou míru k vůli srovnat se nechá.

Papír na jedné straně namočený se prohybá, protože se na straně navlhčené roztahuje; je-li celý namočený, prodlužuje se na všecky strany stejně. Dobře to vědí realní žáci, napínajíce na prkno papír ku kreslení. Dřevo se značně botnáním zvětšuje. Zimního času se dvéře a okna dobře přiléhající zavřítí nemohou, když se otevřely, protože parou do nich vniklou navlhcou. Kladivem násilně stlačené místo ve dřevě poléváním vodou zase se vyrovná. Vrazí-li se klín ze dříví měkkého (topolového, vrbového) do navrtané skály a polévá-li se vodou, nabotná tak silně, že skálu trhá.

Dřevo ve vodě nabotnáním po delším čase jest tak těžké, že i pod vodu se potápí. Rozsušené nádoby vodou nabotnají a netečou. Jsou-li dobré suché a dužiny obrouči dobře přitažené, silným nabotnáním tak se zvětšují, že obrouče nejen dřevěné ale i železné se trhají. Také struny, vlasy, chlupy, vlna a kostice navlhcou. Provazy a struny nabotnáním jsou kratší ale tlustší; proto struny na houslích ve vlhkou brzy praskají,

ano i provazy silně napnuté prádlem navlhcnou a se také přetrhnou. Houba k mytí vodou nabotná a mnoho se zvětšuje.

Jako tělesa vodou a parami nabotnají, tak naopak uschnutím, totiž odpařením vody se zmenšují čili smrštují. Sušením se provazy a struny prodlužují a ztenčují; nati, lodyhám, prutům a tyčím ubývá na tloušťku značně, nikoliv tak na délku. Sůknu, vůbec tkaninám, ubývá na délku i šířku, srazí se; nabotnáním jím opět na všecky strany přibývá. Prkna anebo dvéře se bortí, protože bud, jsou-li suché, s jedné strany vlhnou, anebo, jsou-li vlhké, jen s jedné strany slunečným teplem schnou. Z těch příčin i trojúhelníky a prkna ku kreslení žákům se bortí. Bednáři ohybají i ty nejtlustší dužiny, když je s jedné strany zahřívají a s druhé navlhčují.

### 5. Roztok.

Vnikne-li tekutina do dutin pevného tělesa, tu velkou přilnavostí nejen dutiny se rozšírují, nýbrž často i spojivost jeho úplně se ruší, tak že se rozpadává v malé částky, které v kapalině se rozptýlují, *roztekají* či *rozpouštějí*. Kapalina, která pevné těleso rozpuštěné obsahuje, služí *roztok*.

Cukr v kávě nebo ve vodě kousek po kousku se rozplyne; sůl kuchyňská ve vodě se rozpouští a mimo to i mnoho jiných těles, která pode jménem *soli* známa jsou (salnytr, skalice zelená, potaš, soda a t. d.). Rozpuštěná tělesa poznáme v roztoku vždy podle chuti.

Tělesa v každé tekutině se nerozpouštějí. Pečetní vosk, směla, pryskyřice, ve vodě se nerozpustí, ale v lshu snadno; maštiny se rozpouštějí v étheru a kaučuk v sirouhlíku. Rozpuštění řídí se podle stupně přilnavosti tekutiny a spojivosti tělesa. Některá tekutina rozpouští jednoho tělesa více než druhého. Tak značné množství kuchyňské soli ve vodě se rozplyne, vápna ale malounko, kterýžto roztok pode jménem vápenná voda známý jest.

Aby se těleso rychle rozpustilo, musíme je roztlučené vzít a míchaním napomáhati, poněvadž se tím částice vody k částicím soli snáze sblížiti mohou. Cukr v čaji nebo v kávě na dně nádoby klidně ležící potřebuje k roztoku delšího času, protože délá nad sebou čaj i kávu těžší a následovně se shora tekutina, lehlí jsouc, dolů nemůže. Musí se tekutinou míchat, aby čerstvé vrstvy její se shora s cukrem se stýkaly. Cukr ve lžici nahoře kapaliny držený se brzy rozpustí, a kapalina stejně sladká jest.

Žádná tekutina nemůže libovolné množství pevného tělesa rozpustit; děje se to v určitých mezích. Když nějaká tekutina tělesa více rozpustit nemůže, pravíme, že jest *nasyčena*. Voda a vůbec všecky tekutiny obyčejně více soli rozpouštějí za tepla než za studena.

Na rozpouštění těles zakládá se solení a sladění pokrmů, pak chut rozličných vod pramenitých, jako jsou tvrdá, minerálna a slaná voda (rapa). Rozpouštěním špinavých látek jest možno prádlo vyprati a skvrny z oděvu takovými tekutinami vybavit, v nichž jsou hmoty, které skvrny způsobily, rozpustny. Klihu, všech barev a léků v lékárnách užíváme v roztoku. Střelná bavlna v étheru se rozpouští a takové pode jmenem kollodium potřebují fotografové; také se na rány dává. Každá potrava pro rostliny potřebná musí se ve vodě rozpustiti, aby mohla kořeny a lodyhou až k listí přijít.

## 6. Krystalení.

Vychladne-li voda v teple solí nasycená, nemůže všechnu sůl po držeti, nýbrž jí část pouští a sice tu část, o kterou jí za tepla více rozpustila než za studena. Abychom se o tom přesvědčili, rozpustme kameneck anebo ledek a na mírně zahřaté plotně neb nad kahanem líhovým zahrávejme, aby se všechn dokonale rozpustil a roztok odpařováním vody se nasytil. Roztok nasycený postavme pak na nějaké tiché místo a den a noc státi nechme.

Nejen že se část kamence, o kterou se ho v teple více rozpustilo, sráží, my však se i přesvědčíme, děje-li se ochlazování zdlohu a nehněli se roztokem ani dost málo, (tedy mají-li částice času a klidu dosti se spojovati, jak toho přírodní zákon od nich žádá), že se sůl sražená v krásných pravidelných tvarech, *hráně* čili *krystaly* zvaných, vytvořuje, které mají lesklé, průhledné a hladké plochy jako sklo. Tvoření hrání čili krystalů, či seřadování základních částic ve tvaru pravidelné, jmenujeme *krystalení* čili *hránění*. Vezmeme-li k tomuto účelu jinou sůl, vytvoří se hráně jiného druhu. Soli ve studenu jako v teple stejně rozpustné (sůl kuchyňská) musíme nechat tak dlouho státi, až pozvolným odpařením vody se krystaly vytvoří. Při dělání cukru kandisového naleje se nasycený roztok cukru do nádob, v nichž jsou nitě v řadách provléknuty, aby se krystaly cukru nejen na dně a na stěnách, nýbrž i uprostřed na nitích snáze usazovaly.

I zmrzlá voda poskytuje dost krásné hráně; okna v zimě rozmanitými květy se potahuji, čehož na tabulích usazená a zmrzlá pára jest původcem. Krásně vytvořený jest sníh; zachytíme-li sníh za mrazu poletující, shledáme, že ze samých hvězdiček sestává.

I pevná tělesa možno krystalovati. Roztopme síru v malinkém hrnečku pozvolna jen tak dalece, aby zůstala žlutá (dalším zahřáváním hnědne) a nechme ji pak zlehounka vychladnouti. Když se ukáže na povrchu jejím škraloup, tu jej čímkoli propichněme a nádobu obraťme, aby uprostřed ještě tekutá síra se vylila na nějaké místo vodou navlhčené (aby se snadno odlípnouti dala). Tu uzříme na stěnách nádoby pevnou síru v podobě velmi krásných, lesklých jehliček; i na vylité síře tvar jehliček vedle sebe seřaděných pozorujeme.

V přírodě nalezáme mnoho nerostů velmi krásně vyhráňených; tudíž mají tyto již od přírody tvar pravidelný.

Základ hránění veškerých těles jest skupenství kapalné, neboť jen v tomto mohou se základní částice dle přírodního zákona pohybovat a v pravidelné těleso seřaditi. Při seřadování jest spojivost činná, proto jí musíme napomáhati, což se, jak nám známo, ochlazováním děje.

Krystaly solí obsahují vždy vodu, tak zvanou *krystralovou vodu*. Protož zaujímá vyhráňená sůl vždy větší prostor než nevyhráňená, i bývá průhledná, lesklá a tvrdší i křehčí než ona.

Kdybychom nasycený roztok příliš rychle ochlazovali, u př. kdybychom dali nádobu s roztokem do studené vody, tvořily by se příliš malé hráně, a kdybychom nasyceným roztokem míchali, srážela by se sůl v malých zrnech, která by vodu krystralovou neobsahovala. Tak se v solní komoře krystalení soli zamezuje, odkud ji v soudkách neb v homolích kupujeme.

Z tvrdé vody, která se nalévá do parních kotlů k utvoření par, srázejí se soli rozpuštěné v podobě tvrdého kamene, který sluje *hotlový kámen*.

## V. Slučivost.

Když pevné těleso v tekutině nějaké rozpustíme, můžeme je přece dle chuti aneb dle barvy v roztoku rozeznati. Stává se ale často, že tekuté těleso na pevné tak účinkuje, že se s ním spojuje v docela nové těleso, v kterém se částice jeho ani dle chuti a barvy, ani kteroukoliv jinou vlastností od sebe rozeznati nemohou. Nalejeme-li na hřebíky ve sklenici trochu vody a kyseliny sírkové (*olium*), rozpouštějí se a místo obou máme pak zelenou tekutinu, z které po odpaření dostaneme zelenou skalici. Sůl tato nejeví na sobě ani té nejmenší vlastnosti železa ani kyseliny sírkové, ona se podstatně liší od svých součástek. Lejeme-li kyselinu solnou na křídou, nabydeme čistého roztoku, který po odpaření dá sůl nemající ani jediné vlastnosti společné s křídou neb přidanou kyselinou.

Sílu, kterou se dvě rozdílná tělesa v jedno nové, stejnorodé spojují, jmenujeme *slučivost*, a tím povstalé nové těleso docela nových vlastností sluje *chemická (lučebná) sloučenina*. V takovém případu, když se dvě různá tělesa v jedno stejnorodé docela nových vlastností spojují, pravíme vždycky, že se *slučují*. K sobě jeví největší slučivost hmoty nejvíce od sebe rozdílné a nejmenší slučivost hmoty sobě nejpodobnější. Proč jeví k sobě hmoty rozdílnou slučivost, nevíme příčiny, ale slučování děje se podle přírodního zákona.

Chemické sloučení jest docela něco jiného než roztok a nikdy se při něm o nasycení mluvit nemůže. Zde přijímá jedno těleso jen tolik od druhého, mnoho-li potřebuje, aby se v nové stejnorodé těleso sloučilo. Vezmě-li se od jednoho tělesa více, nežli ke sloučení s druhým dle přírodního zákona potřebí, nevejde tento nadbytek ve sloučení. Kdybychom byli mnoho kyseliny sirkové do vody na hřebíky vlili, byla by se jen ta část se železem (okysličeným) sloučila, mnoho-li jí potřebí, aby se zelená skalice vytvořila; přebývající po sloučení kyselina sirková zůstane nesloučena a naopak, je-li více železa nežli ku sloučení potřebí, nevhází nadbytek v nižšadnou sloučeninu. Také by u kyseliny solné na křídou ve velkém množství lité zůstal nadbytek vždy ne-sloučen. Slučování děje se vždy podle určité míry a váhy.

Jako při roztoku tak i zde teplem slučování se napomáhá, avšak ne snad proto, aby více pevného tělesa v sloučeninu vešlo, nýbrž aby rychleji *chemická sloučenina* povstala. Proto se i pevná tělesa roztlukou a kovy pilováním na menší části přetvoří, aby slučování rychleji se dělo. Také pevná tělesa k sobě jeví značnou slučivost, pročež v chemické sloučenině vcházejí; musí se však obě neb alespoň jedno tekutým učiniti. Házíme-li do roztopené síry kousky železa, slučují se dolromady v tak zvaný sirník železnatý. Lijeme-li do roztopené síry rtuť, dostaneme rumělkou.

Jako chemická sloučenina od roztoku se liší, tak i značně od smíšeniny se rozeznává.

V smíšeninách kapalných poznáváme různé hmoty obyčejně dle chuti (rozvedené pivo, kořalku), u pevných těles dle zraku, třeba zvětšujícím sklem (uhel s křidou neb moukou smíchaný) a u různých plynů i dle západu. V sloučeninách nižšadným spůsobem součástek nerozeznáme.

*Prvky.* Tak jako různé hmoty se mohou dolromady slučovati, tak se mohou sloučeniny ve své součástky rozlučovati. Při rozlučování sloučenin přišli lučebníci na hmoty, z nichž nemohli doposud žádným spůsobem různé součástky vyloučiti. Takovéto hmoty jmenujeme *jednoduché č. prvotné* neb obyčejně *prvky*. Prvky se nemohou rozloučiti, ale také ne z různých hmot složiti.

Známe 67 prvků, z nichž ty nejdůležitější vyjmenujeme a při každém hned *chemický znak* přidáme, který jest začáteční písmenou jména latinského neb řeckého; začínají-li dva prvky toutéž písmenou, přidáme ještě druhou, malou písmenu.

Znaků chemických v lučbě k vůli stručnosti užíváme. (Viz tab. str. 39.) Z těchto 67 prvků sestává celá příroda ústrojná i neústrojná. A že taková rozmanitost mezi přirodinami z tak málo prvků panuje, nebudeme se diviti, když pomyslíme, jaké množství řečí a v každé jak velké množství slov asi z 30 hlásků sestává.

*Molekuly a atomy.* Při dělitelnosti slyšeli jsme, že nástroji mohou se hmoty na tak malé částečky dělit, až jich smysly více pojnmouti nemůžeme. Takové dělení sluje *mechanické* a nejmenší dělením mecha-

Nekovy	Znak	Mocnost	Váha atomová	Lehké kovy	Znak	Mocnost	Váha atomová	Těžké kovy	Znak	Mocnost	Váha atomová
1. Kyslík (Oxygenium)	O	II	16	1. Draslík (Kalium)	K	I	39.2	1. Železo (Ferrum)	Fe	II	56
2. Vodík (Hydrogenium)	H	I	1	2. Sodík (Natriuni)	Na	I	23	2. Cínský kov (Zincum)	Zn	II	56.2
3. Dusík (Nitrogenium)	N	III	14	3. Vápník (Calcium)	Ca	II	40	3. Cín (Stannum)	Sn	IV	118
4. Uhlík (Carbonicum)	C	IV	12	4. Hořčík (Magnesiumum)	Mg	II	24	4. Olovo (Plumbum)	Pb	II	207
5. Síra (Sulfur)	S	II	32	5. Hliník (Aluminum)	Al	III	27.4	5. Měď (Cuprum)	Cu	II	63.4
6. Chlor (Chlorum)	Cl	I	35.5					6. Rtut (Hydriargyrum)	Hg	II	200
7. Fosfor (Kostík)	P	III	31					7. Stříbro (Argentum)	Ag	I	108
8. Arsén (Arsenicum)	As	III	75					8. Zlato (Aurum)	Au	III	197
9. Kremík (Silicium)	Si	IV	28					9. Platina	Pt	IV	197.4

nickým nabylé částečky slují *molekuly*. Molekula jest ještě spůsobem chemickým dělitelná, *chemické dělení*, neboť sestává z prvků, v které rozložení se může. Částečky molekuly, které více děliti ani rozložiti nemůžeme, slují *atomy*. U př. Voda jest sloučena z vodíku a kyslíku; tedy atomy kyslíku a atomy vodíku se sloučí v molekulu vody, a těchto molekul více teprve smysly pojmuti můžeme.

U sloučenin máme nejprve molekuly a z těch dostáváme atomy; u prvků přicházíme dělením mechanickým hned na atomy, neboť chemicky děliti se nemohou.

Atomů nemůžeme vážiti, ale přece možno poměr vyznačiti, v jakém dohromady v molekuly se slučují. Musíme ale vzít jeden prvek za základní a to jest *vodík*, který jmenujeme proto *prvkem normálním*. Atomové poměry máme v tabulce hoření a stojí-li tam při kyslíku 16, má se za to, že jest atom kyslíku 16krát tak těžký jako atom vodíku. Proto tyto poměry také *váhu atomovou* jmenujeme.

*Mocnost atomová*. Atom některého prvku potřebuje dva, tři i čtyři atomy normálního prvku, aby s nimi v molekulu vešel. Tuto vlastnost atomů prvkových, že mohou určitý počet atomů normálního vodíku vázati a v molekulu sloučiti, sluje *mocnost atomová* čili *valence*.

Rozeznáváme tudíž prvky *a) jednomocné*, když jejich atom jen s jedním atomem vodíku, nebo i jiného prvku, který s atomem vodíku dává molekulu nasycenou, v jednu molekulu se sloučí, *b) dvojmocné*, když se atom jejich slučuje s dvěma atomy jednomocného prvku, *c) trojmocné*, když se s třemi a *d) čtyřmocné*, když se se čtyřmi atomy jednomocného prvku v jednu molekulu sloučí. Římskými číslicemi jest mocnost atomová v tabulce vyznačena.

*Kyseliny, zásady a soli.* Veliké množství těles od sebe se značně lišících můžeme ve tři skupiny podle jistých známk rozdělit. Jsou to a) kyseliny, b) zásady a c) hmoty obojetné a netečné.

*Kyseliny* jsou sloučeniny, které mají chuť kyselou a mění modrou lakovou barvu na červeno.

*Zásady* jsou sloučeniny louhovité chuti, které kyselinami zčervenají lakovou barvu zase odčervení, tedy zmordí.

*Kyselina* a *zásada* jsou protivy, neboť co způsobila jedna, změnila druhá, ale mají k sobě velikou slučivost, pročež se dohromady slučují a *soli* jmenují. Ačkoliv soli obsahují kyseliny i zásady, nemají přece více vlastností jedných ani druhých a slouží proto *hmoty obojetné*. Soli po slučování více nebaží nebo jen velmi zřídka.

Máme ještě mnoho sloučenin, které nejsou solemi, ale přece žádné náklonnosti nemají ku slučování; tyto jmenují se *hmoty netečné*.

Sloučeninu některého prvku s kyslíkem jmenujeme *kysličník* a sloučeninu některého prvku se sirou *sirník* a s chlorem — *chlorid*.

Dva prvky sloučeninu tvořící píší se svými chemickými znaky vedle sebe; sloučí-li se jeden atom některého prvku s dvěma, třemi a t. d. atomy druhého prvku, označená se to malou číslicí v pravo vedle znaku jeho dole. U př.  $\text{H}_2\text{O}$  jest molekula vody, totiž 2 atomy jednomocného vodíku s jedním atomem dvojmocného kyslíku. Tak jest i  $\text{K}_2\text{O}$  kysličník draselnatý. U solí se píše prvek zásady napřed a kyselinu za ním, ale vyslovuje se kyselina koncovkou *an* napřed a prvek zásady co přídavné jméno následuje. U př. Chlorečnan draselnatý  $\text{KClO}_3$ . Mají-li se dvě, tři a t. d. molekuly naznačiti, označená se to číslicí velkou před molekulou. U př.  $2\text{H}_2\text{O} =$  dvě molekuly vody.

### *Lučba.*

*Lučba* pojednává o prvcích i o sloučeninách.

Z nekovů jsou kyslík, vodík, dusík a chlor plynné; ostatní nekovy i lehké a těžké kovy, vyjma rtuť tekutou, jsou pevnými tělesy.

O kyslíku, k dýchání a hoření nevyhnutelně potřebném a o dusíku, který prudké vlastnosti kyslíku mírní, bude u vzduchu obšírněji pojednáno; o vodíku, který s kyslíkem sloučen vodu tvoří, pojednáme u vody.

*Uhlík.* Tento vyskytuje se v nejrozmanitějších tvarech; známe jej co uhlí dřevěné, uhlí kameenné a hnědé, co rašelinu, saze, kopt a tuhu, které se potřebuje na tužky. Všechny druhy vyjmenovaného uhlí obsahují mimo uhlík i jiné prvky; jen saze z čadivého oleje jsou čistý uhlík. Nejčistší uhlík jest diamant, nejdrahocennější drahokam. Uhel z kostí (kosti na černo v uzavřeném prostoru vypálené) potřebuje se k čistění štavy cukrové v cukrárnách; drobně roztlučeného uhlí z kostí užívá se na leštidlo na boty.

Ze sloučenin uhlík obsahujících, jako jsou: kyselina uhličitá  $\text{CO}_2$ , kysličník uhelnatý  $\text{CO}$ , a lehký uhlík vodík  $\text{CH}_4$ , o nichž u vzduchu ob-

Šírněji pojednáno bude, jest důležitý uměle vyráběný *těžký uhlíkovodík*  $C_2H_4$ , který i jiné plyny hořlavé obsahuje a obecně *svítiplyn* sluje. Svítiplyn vyrábí se v plynárnách z uhlí kamenného a od škodlivých látek očistěný nachytá se ve velkých nádobách (plynojem, gasometr), odkud rourami až do přibytků a krámů k osvětlování se vede. Svítiplyn jest skoro o polovičku lehčí než vzduch a proto brává se vždy k naplnění balonů.

Uhlík jest i proto důležitý, že jej mimo vodík a kyslík všecky ústrojné látky (jen některé obsahují pouze uhlík a vodík, jako petrolej) obsahují, jako jsou: škrob, cukr, len, konopí, papír, všecky mastnoty, oleje a pryskyřice. Bílkovité látky, jako jsou: bílkovina (v bílku vajec i v mase), sýrovina (v sýru) a vlákenina (hlavní část masa) obsahují mimo ublik vodík a kyslík ještě dusík, pročež také *dusičnaté látky* sluji. Bezdušičné látky, užívá-li se jich za potravu, slouží v člověku i ve zvířeti hlavně k dýchání, tedy ku tvoření tepla a ku tvoření tuku. Dusičnaté látky slouží ku tvoření masa.

*Síra*. Tato nalezá se v Sicilii a u Neapole, odkud se jí každým rokem na sta tisíců centů dōjiných zemí, jmenovitě do Anglie, rozváží. V Čechách ji dobýváme z kyzu železného. Síra jest žlutá a prodává se buď v hrubých, velikých kusech, neb v roubíčkách neb i co jemný prášek (sirkový květ). Síra i ve vejcích se nalezá.

Síra potřebuje se hlavně na dělání prachu střelného a na sirky; sirkový květ jest v lékařství na mastě potřebný. Také se síra přidává ke kaučuku a ke gutaperči. K čistění slaměných klobouků se síra zapálí; jejími dusivými plyny (kyselina siričitá  $SO_2$ ), které se i hořením sirek tvoří, klobouky se čistí.

Nejhodnější sloučenina síry jest *kyselina sirková*  $H_2SO_4$ , která obyčejně olimum u kupců nazývána jest. Jest to tekutina nad míru nebezpečná, která nesmírně dychtí po vodě a proto všecky ústrojné látky, rostlinné i zvířecí, zuhelnatí a tudíž spaluje. Pro tuto velkou dychtivost po vodě musí se kyselina sirková, má-li se rozrediti, do vody lití, nikdy ale voda do kyseliny, sice by se nádoba roztrhla neb kyselina vystříkla, jako by se do hořícího másla voda lila. I stříknutí této tekutiny na ruku způsobí nebezpečné rány. Že obyčejně nemoudré služky pitím sirkové kyseliny život si ukrátili chtějí, jest velmi smutná pravda. Kyselina sirková spaluje při pití jako žhavé železo každou část těla, které se dotýká, tudíž i žaludek, a proto musí každý člověk v krutých bolestech svůj nerozum smrti zaplatiti.

*Kyselina dusičná*  $HNO_3$  jest důležitá kyselina a skoro tak nebezpečná jako kyselina sirková. Jest bezbarvá, zvláštního zápuachu a žiravě kyselá. Na světle se rozkládá a proto žloutne. Rostlinné i zvířecí látky (brky, kůže) žloutnou z počátku kyselinou dusičnou, dále se ničí. Stříknutí kapky této kyseliny na ruku způsobí dlouho se hojící vřed. Ona rozpouští skoro všecky kovy, vyjma zlato a platiny. Protože zlato nerozpouští, potřebuje se jí k odloučení zlata od stříbra, proto i obecně *lučavka* sluji.

Stříbro se v kyselině dusičné rozpouští a roztok po odpaření dává tak zvaný *kamínek pekelný* (*lapis infernalis*) v lékařství potřebný.

*Chlor* jest plyn slabě zelenožlutý, nad míru dusivý a těžší než vzduch. On ruší rychle ústrojné látky, jmenovitě barviva a proto se ho ve spůsobu chlorového vápna k zrušení přirozeného barviva v režném plátně, tedy k bělení, užívá. Velmi dobře slouží chlor k zrušení načáhlivých látek, které ve vzduchu splývají a vdýcháním nárazu nemocí spůsobí. Proto se ho užívá v nemocnicích i v příbytcích, kde někdo stüně neb zemřel, pak na záchodech k zrušení zápachu. Dá se asi lžice chlorového vápna na mělkou misku s trochu vody. Čistý chlor vdýchati se nesmí, proto se mistička vždy na místo odleblejší postaví. Také klůček v roztoku chlorového vápna omočený se někam zavěsiti může.

*Kyselina solná*  $\text{ClH}$  dobývá se ze soli kuchyňské pomocí kyseliny sirkové. Jest to plyn, který voda nad míru dýchací pohlcuje. Při obyčejném teple vzdušném nasycuje se žejdlík vody se 470 žejdlíky kyseliny solné a takové vodnaté se užívá v průmyslu a k vyvinování kyseliny uhlíčité. Ona jest mnohem slabší a ne tak nebezpečna jako kyselina sirková a dusičná.

*Fosfor* může se krájeti jako vosk, jest lehce zapalitelný a hoří velmi jasně. I na ruce by se zapálil, kdyby se trochu třel. Na vzduchu vydává ze sebe dým slabě po česneku zapáchající a ve tmě svíticí, při čemž se okysličuje. Pro obě vlastnosti musí se fosfor ve vodě přechovávat.

Pro velkou zápalčivost brává se fosfor na hlavičku siren s jinými ještě látkami, které hoření podporují. Dřívka namáčejí se nejprve do srny a pak do kašičky fosforové, která má podle příasad rozličnou barvu. Třením srny fosfor se zapálí a od něho síra, která slabým modravým plamenem hoří a dusivý plyn (kyselinu siřičitou) vydává. Od srny zapálí se dřevo, které by bez pomoci srny nechytilo.

Fosfor jest krutý jed a proto se ho něživá do těsta z mouky k otrávení krys. Pro hnusnou chuf a vůni nezmýlí se nikdo, aby se nevědomky otrávil neb otráviti dal. Kdo už byl tak nerozumný a fosfor, třeba jen hlavičky ze siren s vodou vypil, dává se mu smíšenina vody chlorové (totiž voda chlorem nasycená) a magnesie, což v lékárně dostati lze.

Kosti lidské i zvířecí sestávají z fosforu; v celé kostře lidské jest ho až půl druhé libry. Proto se fosfor z kostí zvířecích dobývá a sluje i kostík.

*Arsén* jest obsažen v *arseniku* (kyselina arsenová  $\text{As}_2\text{O}_3$ ), totiž v prášku jako cukr bílém, ale nad míru jedovatém. Jest bez chuti a bez zápachu. Co by se arseniku na spičku nože vešlo, usmrťí nejsilnějšího člověka a nejčastěji se k zločinům otravování užívá. Požívání ho spůsobí silné vrhnutí a hryzení; člověk otrávený končí strašlivým, křečovitým trháním údů. Co protijed brává se hydrát železitý a hydrát hořečnatý, oboje v lékárně k dostání. V lékárnách arsenik prodávati se nesmí leda lékařům a těm, kteří mají vysvědčení od lékaře, že ho po-

užiti chtí na otrávení krys. Také se arseniku hojně užívá k čistění skloviny v skelných hutích.

*Křemík* tvoří hlavní část kyseliny křemičité, obyčejně *křemen* zvané, kterého se potřebuje k dělání skla.

*Draslík, sodík a vápník.* Draslík a sodík jsou bílé a jako stříbro lesklé, mohou se jako vosk krájeti a v petroleji (který kyslíku neobsahuje) se přechovávají, protože po kyslíku příliš baží.

Draslík jest obsažen v potaši  $K_2CO_3$ , který se z popela vyrábí a tudíž i v louhu mydlářském KHO se nalezá. Ledek čili salnytr  $KNO_3$  = dusičnan draselnatý jest částí střelného prachu, a protože má chut chladivou, proto i v lékařství k ochlazení horkosti se užívá. Sodík jest obsažen v sodě  $Na_2CO_3$ , která má skoro tytéž vlastnosti jako potaš a pak v louhu sodovém. Sodík tvoří s chlorem kuchyňskou sůl ( $NaCl$ ) a s kyselinou dusičnou *salnytr chělský*.

Vápník má barvu bílou stříbrolesklou, jest na vzduchu stálejší než oba předcházející kovy a tvoří hlavní část vápna  $CaO$  jakož i mramoru, kříd a vápence (uhličitan vápenatý =  $CaCO_3$ ), z kterého se vápno pálí.

Potaš, soda i vápenec jsou soli potřebné na výrobě skla; všecky obsahují kyselinu uhličitou a 1. obsahuje kysličník draselnatý  $K_2O$ , 2. kysličník sodnatý  $Na_2O$  a 3. kysličník vápenatý  $CaO$  za zásady. Křemen co kyselina křemičitá  $SiO_2$  sloučí se se zásadami jmenovanými a dává sloučeninu tekutou, průhlednou, za horka velmi tažnou a za studena křehkou — totiž známé *sklo*.

*Hořčík* jest stříbrolesklý kov, na vzduchu stálý, hoří nesmírně jasně a prudce a proto za noci k slavnostnímu osvětlení v zahradách a na ostrovech se brává. Hořčík jest obsažen v hořké soli  $MgSO_4$  a v magnesii pálené  $MgO$ , které se co protileku při otrávení arsenikem užívá.

*Hliník* jest velmi lesklý a stříbru vůbec podobný kov, hutnosti 2·5. On dává velmi tenké plíšky a dráty; dobře se hodí na váhy, na památné peníze, na péra ku psaní, na trubice k dalekohledům a hlavně pro jeho lehkost na jemné závaží. Hliník jest obsažen v hlině a ve všech její odřůdách (porcelán, kamenina, jíl) a pak v kamenci. Vedle křemene a vápence tvoří hliná znamenitou část naší země. Diamant jest čistý uhlik; červený rubín, korud a modrý safir, tyto po diamantu nejdražší kameny obsahují kysličník hlinity.

*Těžké kovy* jsou každému povědomy, a co zvláštního o tom kterém potřebí bude věděti, poví se vždy na patřičném místě.

## VI. O teple.

Sáhneme-li na nějaké těleso neb vejdeme-li z venku do světnice, jeví se v našem těle jakýsi pocit, který podle zdání rozličně pojmenujeme. Je-li pocit příjemný, jmenujeme jej *teplo*, je-li nepříjemný, *studeně* neb *zima*; přílišné množství tepla sluje *horko, parno, vedro*.

Hranice mezi teplem a zimou se nemůže určiti; jest to pouhý pojem, který si porovnáním učiníme. Dle zdání pravíme, že jest větší teplo nebo větší zima a naopak, ačkoliv zima v pravém smyslu taktéž teplo jest, jen že nižšího stupně. Z jara říkáme, ano i v zimě, když nastane obleva, že je teplo, a když se ochladí po bouřce v letě, říkáme, že je chladno nebo zima, a přece to teplo v zimě jest mnohem nižší než ta zima v letě. V zimě zdá se nám ve sklepě teplo, v letě chladno a přece je v něm v zimě studeněji než v letě. My totiž vždy porovnáváme teplo ve sklepě s teplem zevnějším.

Zdání nás často může myliti. Člověk z tepla do zimy přišlý jest choulostivý; jemu se zdá z počátku zima velká a po chvíli, když více na ni uvykl, menší. Ponoříme-li jednu ruku do vlažné vody a pak obě do studené, pocítíme zajisté v té větší chladno, která v teplé vodě byla. Starý člověk vždy udává menší stupeň tepla než mladík. Muž venku v zimě pracující, tedy zimou otužilý, více vydrží a vždy dle zdání menší zimu udá, než choulostivý, více na teplo zvyklý.

K trvání žití lidského, jakož i zvířat a rostlinstva potřebí jest jistého stupně tepla. Rostliny potřebují ke klíčení a k zrůstu tepla, proto v zimě nerostou. Zvířata a lidé zimou ztuhnou a zmrznou. Podle ročních časů řídí se lidé v obleku a zvířatům na zimu hustší srst nebo hustší peří narůstá. Která zvířata by mrazy nevydržela, zalezou hluboko do země, kdež zimu přespávají. Úkazy přírodní, jako déšť, sníh, mlha, kroupy a vítr povstávají teplem.

### *Teplovod; dobrí a špatní vodiči.*

Není možno teplo v tělesech jako vodu nebo vzduch v nádobě udržeti, protože neznáme žádného tělesa, které by ho nepropouštělo. Mají-li tělesa v nás pocit tepla způsobiti, musí se sama v jakémisi stavu tepla nacházeti, který vůbec *teplotou* nazýváme. Chovají-li v sobě více tepla nežli my, částečně nám je sdělují, a mají-li ho méně, ubírají je opět našemu tělu. Podle množství sdělování neb ubíráni tepla přičítáme tělesům větší neb menší teplotu. Těleso, které nám teplo přivadí, jmenujeme *teplé*, a které nás odváděním tepla chladí, *studené*.

Sdělování a ubírání tepla našemu tělu, jakož i mezi všemi tělesy, tak dlouho potrvá, pokud stejného množství tepla nemají. Kousek železa v ruce jeví z počátku pocit značně chladný, protože nám mnoho tepla odnímá; dále je pocit mírnější, až posléze necítíme než pouze tvrdost jeho. Řeřavé železo vodu studenou zahřívá, totiž přidává jí svého tepla tak dlouho, pokud není tak teplá jako ono. Co voda na teple získá, to železo ztrácí. Čím je větší rozdíl mezi teplem těles se dotýkajících, tím více musí jedno tepla pozbýti a tím více ho druhé nabýti, aby se teplota jejich vyrovnala.

Drží-li kovář tyč železnou jedním koncem v ohni, spozoruje brzy, že i na druhém konci počíná těplejší býtí. Zde si rozšířování tepla od konce v ohni k druhému tím vykládáme, že částice zahřaté díl svého tepla nejbližším sdělují, ty zase část vedlejším a t. d., až těm nejpo-slednějším. Držíme-li v ohni tyč dřevěnou, ani za dlouhou dobu oteplení na druhém konci nepozorujeme, třeba i hořela. Také zde se částky dřeva jedna od druhé zahřívají, ale mnohem zdlouhavěji než u železa.

Postupování tepla při zahřívání těles od částice k částici jmenujeme *teplovod*; protože tělesa teplo přivádějí nebo při ochlazení odvádějí, slují *vodiči tepla*.

Jako se dřevo a železo nerovně zahřívají a nám v nestejné míře teplo přivádějí, tak se také nerovně ochlazují. Kdybychom dva stejně velké a stejně rozpálené kusy železa a skla vedle sebe na chladné místo položili, ochladilo by se železo mnohem dříve. Sklo tak jako dřevo zdlouhavě teplo přijímá i odvádí.

Taková tělesa, která se tak jako železo při přijímání nebo sdělování tepla chovají, jmenujeme *dobrými vodiči tepla*, a která teplo jako dřevo a sklo zdlouhavě přijímají, *špatnými vodiči tepla*. K dobrým vodičům počítáme všecky kovy a kameny; vůbec jsou to tělesa hustá. Špatní vodiči jsou: dřevo, drtiny, třísky, sláma, listí, mech, hedvábí, srst zvířecí, vlasy, peří, kůže, papír, popel, sníh, sklo, země, voda a vzduch, tedy vůbec tělesa řídká, porovatá.

Když se dobrého a zahřatého vodiče dotkneme, mnohem více tepla v stejném čase nám sděluje, než špatný vodič; proto se od zahřatého železa neb kamene spálíme, kdežto u dřeva se to nikdy v takovém stupni nestavá. Dobrí vodiči nám v stejném čase mnohem více tepla odňímají než špatní vodiči. Ví každý, jak nás v zimě mnohem více kamení a železo chladí než prkna a sláma.

Všickni dobrí vodičové nepřivádějí nám teplo v stejně míře; jsou jak mezi dobrými tak i mezi špatnými vodiči rozličné stupně vodivosti.

Na vlastnosti dobrých a špatných vodičů zakládají se v přírodě rozličné výjevy a v obecném životě rozmanitá upotřebení.

Máme-li tělesa před rychlým ochlazením zachrániti, obalujeme je špatnými vodiči. Mladé stromky se pokryjí slamou, aby jim mráz ne-uškodil. Jezdci třímeny slamou opletou, aby železo nohoum rychle tepla neodnímalo. Podlahy v příbytecích zhotovali se z prken a ještě se koberci pokrývají, aby takto méně nohy chladily. V kostelích zimního

času kladou se na podlahu prkna, protože by kameny ochlazení nohou a tím i nemoce způsobily. V zimě se kašny prkny pobijí a slamou přikrývají, aby v nich voda nezamrzla.

Stavení dřevěné udržuje déle teplo než z cihel tétež tloušťky; stavení z cihel jest teplejší než z kamene. A jaké by bylo ze železa v leté a v zimě? Pod doškovými střechami je v zimě tepleji než pod taškovými a v leté naopak pod slaměnými střechami chladněji než pod taškovými. Sníh taje dřív na plechové a taškové střeše než na doškové a šindelové.

V zimě dostává pták hustší peří a ssavci hustší srst, aby bezpečně proti mrazu chráněni byli. Přiodiváme tělo vlněnými šaty nebo i kožešinami, protože v nás dobře teplo udržuje. Lapouci nosí kožešiny zvířat se srstí dovnitř obrácené, neboť kůže suchá zabraňuje vzdachu přístup k tělu a srst udržuje velmi dobře teplo. Lněná košile jest lepší vodič než bavlněná, proto ona chladnější jest než tato. V tuhé zimě oblékáme dva kabáty a na cestu dvě košile, ve světnicích zavíráme vnitřní okna a k obydlím dáváme dvoje dveře. Kabát, třebas by byl tak tlustý jako jiné dva, nikdy v takové míře teplo udržeti nemůže, protože mezi dvěma kabáty je vzdach, který jest nejšpatnějším vodičem. Tak i mezi okny se nachází vzdach a proto okno dvakrát tak silné, nežli je jednoduché, neposlouží nikdy jako dvojité.

Voda jest jako každá tekutina špatný vodič, ale přece lepší než vzdach, protože jest hustší. A že vzdach i voda jsou špatnými vodiči, jest v přírodě velmi moudře zařízeno, neboť kdyby byly dobrými vodiči jako kovy, museli by lidé, rostliny i zvířata zahynouti.

I země je špatný vodič. Proto za palčivého vedra kořeny stromů neuschnou, a rostliny tím déle bez vlahy vydrží, čím hlouběji své kořeny zapuštěné mají. Kdyby naopak země dobrým vodičem byla, musely by kořeny v zimě zmrznouti a v leté úplně uschnouti, leda by každý den prošelo.

Sníh jest velmi špatný vodič tepla; pokrývá-li as 10 paleců vysoko zemi, nemůže ani ten největší mráz jím proniknouti. Proto sníh na polích a stromech účinkuje jako nějaká veliká příkrývka a chrání obilí před zmrznutím. V studených krajinách dělají si Eskymáci obydlí z ledu i ze sněhu a zvířata ve sněhu odpočívají; psi v severu od sání vypřahnutí hned do sněhu zalezou. Mlékařky u nás stelou slámu v zimě pod psy a přikryjí je dekami; i koně se dekami přikrývají. Uhlí, mour a popel jsou špatní vodiči a proto uhlí popelem přikryté dlouho doutná.

Máme-li nohy neb ruce ozáblé, nesmíme ke kamnům, protože rychlý přechod ze studena do tepla vždy nebezpečný jest. Ozáblé oudy dají se do sněhu nebo studené vody a o sebe se mnou. Zmrzlý člověk zahrabe se do sněhu, a je-li ještě jiskra života v něm, přijde poznehnála k sobě, protože sníh teplo v něm udržuje. Také voda a led jsou špatní vodiči tepla. Pod ledem je ustavičně stejně teplo (+ 3° R), proto ryby a jiná zvířata v ní nezimznou. Čím větší mráz, tím je silnější led, který úplně dalšímu chladnutí vody bránilo může.

I při mnohých pracích všímáme si dobrých a špatných vodičů tepla. K dvířkům železným u kamen dáváme dřevěný knoflík, protože bychom se o zahřaté železo, které nám rychle své teplo sděluje, spálili; u po-hrabáče toho není třeba, protože se při vyndavání neb rozhrabování uhlí málo zahřátí může. Železné držátko u pumpy více chladí než dře-věné, proto si ono při pumpování služky zástěrou obalí. U žehličky dělá se dřevěná rukovět, kterou ženské ještě špatnějším vodičem, t. ně-jakým šatem, obalují. Litá neb plechová kamna rychle pokoj oteplí, ale brzy opět vychladou; hliněná zdlohu se vyhřejí a zase dlouho teplá zůstávají. V školních učebnách jakož i ve velikých sálech výhodná jsou kamna litá, v domácnosti však většího užitku poskytují kamna hliněná. Hospodyně dobře vědí, že se v litém hrnci dříve voda vaří než v hli-něném. Letního času led převážeti se může, když do drtí, slámy neb mechu se zaobalí, aby naň sluneční parao účinkovati nemohlo.

### *Sálání.*

Vytopí-li se v zimě pokoj, taje některé ze zamrzlých oken dříve, než se vzduch vyhřeje; postavíme-li před kamna stínidlo, rozmrzají te-prvé okna, až se byl vzduch dostatečně vybřál. Stojíme-li poblíž litých kamen, ve kterých se topí, pálí nás v obličeji teplo, což se zamezí, dá-me-li před sebe šátek. Jsou proti velkému ohni obrácení, cítíme pal-čivé teplo, které hned mizí, postavíme-li před obličej nějakou záslonu. V letě pod stromem v stínu necítíme palčivého tepla jako na slunci.

Slunce, kamna, oheň a vůbec horká tělesa vysýlají od sebe pa-prsky v rovném směru s velkou rychlostí na všecky strany, aniž by dříve vzduch ohřála. Paprsky ty jmenujeme *paprsky tepla* a zahřívání jimi sluje *sálání*. Sálavé teplo rozptyluje se v rovném směru a do dálky ho čtverečně ubývá. Některá tělesa, jako vzduch a sklo, propouštějí pa-prsky tepla, jako by jich ani nebylo, jiná je odrážejí.

Pod stromem jest chladněji než na slunci, protože paprsky od listí stromu odráženy bývají; ženské nosí slunečníky a mužšti široké střechy u klobouků, ano i v Praze a jiných velkých městech také slunečníky, aby paprsky tepla do obličeje nepálily. Ke kamnům se staví rozličná stínidla, aby nás prudké teplo sálavé neobtěžovalo. Svítí-li slunce letního času oknem do pokoje, musí se, nechceme-li velké horko mít, okna zavřít a záslony spustiti, aby paprsky od více stěn se odrážely.

### *Pohlcování a odrážení paprsků.*

Jako teplovodem některá tělesa rychle teplo přijímají a zase jiným rychle sdělují, tak zde také některá vysálané paprsky rychle jako houba vodu pohlcují a zase rychle na jiná vysýlají, nebo i dopadlé paprsky od-rážejí. Zkušenost nás učí, že

a) *Tělesa tmavé barvy* mnohem více vysálaného tepla pohlcují a taktéž mnohem více ho sálají než tělesa světlá. Dle stupně pohlcují tepla nejvíce černá, fialová, modrá, zelená, červená, žlutá a nejméně bílá barva.

Hospodyně mají radší staré začaděné hrnce, protože se v nich dříve vaří než v nových, neočerněných. Z dvou teploměrů se shodujících ukazuje ten, jehož kulička koptem počerněna jest, na slunci nebo před kamny větší teplotu než druhý vedle něho nepočerněný. V letě nás za parního času v černém obleku paprsky mnohem více páli než ve světlém. V zimě černý šat více tepla vysálá než světlý, pročež dobré pochodime, nosíme-li v zimě i v letě světlý oblek. V severu žije bílý medvěd, bílý hranostaj, ano i lišky a sobové v zimě tam zbělí. Posypeme-li koptem, popolem neb trochu sypkou zemí sníh, na který slunce svítí, taje mnohem rychleji než vedle neposypaný. Pokryjeme-li sníh suknem bílým a stejně velkým černým kusem, máme ještě jasnější důkaz, že tmavá barva více paprsků pohlcuje a sníh dříve taje. Kamna načerněná musí více tepla sálati než světlá. Na poli sníh okolo stromů docela neb aspoň částečně roztaje, kdežto dále od nich sněhu jest plno, protože tmavý strom pohlcuje tepla více nežli sníh a nejbliže kolem sebe ho sálá. Zed, po níž se vinná réva vine, černou barvou se natírá, aby hrozny rychleji zraly.

Protože černá barva více tepla pohlcuje než bílá, proč mají černochové pleť tmavou, smědou a ne bílou? Smědá pleť mouřenínu rychle teplo pohlcuje a pod kůži vede, která výparem neb potem opět rychle se ochlazuje. Bílá pleť nepřijímá teplo, totiž nepohlcuje ho a proto paprsky na jejím povrchu zůstávají, a protože se jako od lesklých věcí také neodrážejí, způsobily by opuchnutí. Černochové jsou svou pletí tmavou proti opuchnutí chráněni a protože mají i oči černé, neoslepnu, což by se stalo, kdyby je měli světlejší barvy, protože by také opuchly.

b) *Tělesa drsná* více tepla sálají i pohlcují než lesklá a hladká, a to proto, že innohem větší povrch mají. Nejvíce tepla přijímají saze a žádného neodrážejí. Lesklé kovy odrážejí paprsky a očerněné kovy pohlcují je. Která tělesa nejlépe pohlcují teplo, nejméně je odrážejí, a která teplo nejlépe odrážejí, nejméně je pohlcují; neboť které těleso teplo pohlcuje, jako houba vodu, nemůže je odrážeti, a které je odráží, nemůže je pohlcovati.

Kyprá, písčitá půda vychladne dříve než hlinitá. Za dne se země více zahřeje než voda lesklým, hladkým povrchem a v noci zase více tepla vydává než ona; proto bývá na moři za dne chladněji než na pevné zemi. Zaprášené boty jsou teplejší než lesklé. Listí u stromů jest na vrch hladké a podspod drsné, což jest velemoudré zařízení. Spodní k zemi obrácená a chloupek opatřená část listů je s to od země vysálané paprsky tepla snadno pohlcovati a méně jich svrchní hladkou stranou propouštěti; proto listí v noci mnoho nevychladne a ve dne nadbytek slunečního tepla hladkým povrchem odráží.

c) Pohlcování i sálání tepla pochází od těles samých. Vzduch nad míru málo sálavého tepla přijímá, a je-li řídký, jako na vysokých horách, tím méně; proto je ve velké výšce zima, ač by se spíše zdálo, že blíže slunce tepleji být by mělo. Vzduch vlastně od země vysálané teplo přijímá.

d) Země za noci sáláním svého tepla ochlazuje se více, není-li obloha hustými mraky pokryta. Jsou-li mračna neb oblaka nízko, odražejí se vysálané paprsky od nich nazpět a země svého pozbylého tepla částečně nabývá. Nalezají-li se věci na blízku stavení nebo stromů, nemohou se mnoho ochladit, protože své vysálané teplo od nich zpět přijímají. V letě bývá mezi zděmi nesnesitelné vedro, protože teplotu mimo paprsky sluneční i sálavé teplo zdí zvýšuje; v širém poli jest nám volnější.

Sálání tepla nepovstává pouze při velkém horku, nýbrž při každém sebe menším teple; jedno těleso druhému, aniž by se ho dotýkalo, ustavičně paprsky tepla vysálá, ale také se všech stran paprsky tepla přijímá. Těleso, které více tepla vysálá nežli ho přijímá, musí se ochladit a naopak, přijímá-li tepla více než ho vysálá, oteplí se. Stejně-li tepla přijímá i vydává, zůstává stejně teplé.

### Roztažování se hmot teplem.

Spojivost váže základní částice hmoty v celek. Této síle účinkuje teplo protivně, neboť jím základní částice od sebe více se vzdalují, tudíž hmota se roztahuje. Učinek roztažování hmot jest tím patrnější, čím spojivost menší jest. Proto hmota pevné teplem méně se roztahuje, než tekuté a tyto méně než vzdlušné. K věli opakování viz všeobecné vlastnosti: *roztažitelnost a stlačitelnost*.

### Teplovomér.

Na roztažitelnosti a stlačitelnosti těles teplem zakládá se *teplomér*. Jest to tenounká, tak zvaná vláskovitá rourka s kuličkou, která rtuti naplněna jest (obr. 23.). Rtuf se dle tepla v kuličce a v rource roztahuje, z čeho s jistotou na větší než menší teplo soudíme, což by možno nebylo, kdybychom jen podle zdání úsudek o teple pronášeli.

*Zařízení teplovoměru.* Zaopatřme si kuličku s rourkou u materialisty, jak obr. 23. ukazuje, a rtuf. Jelikož je rourka příliš tenounká, nemůže se otvorem do kuličky rtuf nalévat. Vstrčme proto do rtuti špičku rourky, tak jako u obr. 4. udáno, a zahřávejme kahanem kuličku. Vzduch uvnitř se roztahne a vychází ven. Když zahřávati přestaneme, ochladí a stáhne se vzduch v kuličce pozůstatý, načež pak rtuf rourkou až do kuličky stoupá. Není-li kulička plná, zahřeje se ještě jednou a po chvíli, když se ochladí, je jistě i s rourkou naplněna. Pak se



zahřává kulička slabě, je-li toho potřeba, aby se něco rtuti v malinkých krůpějích z rourky vytlačilo, protože musíme hleděti, aby při obyčejné teplotě rourka rtutí asi třetinu naplněna byla. Stalo-li se to, zahřávejme opět pozvolna kuličku, a když až na konci rourky se rtuf ukáže, zlepíme ji roztopeným pečetným voskem, děláme-li pokus ten ve škole; při stálých teploměrech se konec nad kahanem zataví a ve špičku vytáhne. Stáhne-li se ochlazením rtuf, jest nad ní prostor vzduchoprázdny, což býti musí, protože by se jinak při zahřátí i vzdich roztahoval, tudiž na rtuf tlačil a volnému roztahoval této na ujmu byl.

Tak zařízeným teploměrem můžeme se již o větším nebo menším teple přesvědčiti. Sevřeme-li kuličku do ruky, stoupá rtuf v rource a v jisté výšce se zastaví. Dáme-li kuličku pod jazyk, stoupá rtuf ještě výše, a postavíme-li ji do vody nad plotnu, pozorujeme, že v rource v tom poměru stoupá, jak se voda zahřává. My bychom takto se ovšem o větší nebo menší teplotě přesvědčili, ale nemohli nikdy číslu určiti, jak je teplota velká a udati, o mnoho-li je ta neb ona tekutina teplejší nebo studenější než jiná.

*Základní body.* K tomu účelu musíme od jistého bodu vycházeti a u jistého bodu končiti, a aby všecky teploměry úplně souhlasily, musí to býti body stálé a určité. K tomu voda dobré poslouží. Seznalo se totiž, že led nebo voda ledová (dokud v ní led neroztažený jest), třeba na horké plotně byla, stále stejný stupeň tepla ukazuje, a teprv, když všechn led ve vodu roztaje, že teplo vody stoupá. Proto do ledu rozlučeného kulička teploměru se potápí. U kterého bodu stále rtuf se zastaví, poznámená se nulou a služe *bod tání* nebo *bod mrazu*. Jest to bod, který vlastně rozhraní tvoří mezi táním a mrazem; přituzí-li zima pod nulu, tu voda mrzne, mění se v led, a nastane-li obleva, tu led taje.

Druhý stálý bod se vynášel při vodě se vařící. Zkouškami se také seznalo, že vodě, když se vaří počne, více na teplotě nepřibývá, třeba se mnoho topilo. Všecko teplo tento stupeň přesahující se vynaloží pouze na rychlejší odpaření čili proměnění vody v páru. Do vařící se vody potopí se kulička, a bod, u kterého zastaví se rtuf stále, poznámená se číslem 80 nebo 100; bod ten služe *bod varu*. Body mrazu a varu jsou *základní* čili *hlavní body* teploměru.

Vzdálenost od bodu mrazu až k bodu varu rozdělí se na 80 nebo 100 dříl, které *stupně* jmenujeme a kolečkem znamenáme. Rozdělí-li se teploměr na 80°, jmenujeme toto rozdělení Reamurovo (čti Reomír), co se skráceně znamená R, protože tento takové rozdělení nejprvněji začal. Toho užíváme nejvíce my a Němci. Rozdělí-li se teploměr na 100°, sluje Celsius teploměr a znamená se C, protože ho Celsius tak nejprvě dělil. Takového užívají Francouzi i u nás ve spisech, ano i již obecně se rozšiřuje, protože rozdělení na 100 dříl polohodlné jest.

Oba body teploměrů s vysokou nebo nízkou rourkou jsou stálé; jen ta vzdálenost obou od sebe je rozdílna. To ale nic nevadí. Je-li vzdálenost velká, jsou také stupně velké a naopak. Ani ten rozdíl, že

se bod varu poznámená buď 80 neb 100, nic nevadí, protože na věci jen pouze to se změnilo, že stejná výška teploty od bodu mrazu k bodu varu na více neb méně dílu se rozdělila. Ona by se mohla na méně neb ještě na více dílu rozdělit, jak to vskutku Fahrenheit (čti Fárenheit) udělal. On totiž hledal takový stupeň, od kterého by teplo počínalo a končilo, jsa toho domnění, že někde konec tepla býti musí. Proto našel svůj bod mrazu R a C dohromady spadá a vzdálenost obou bodů tedy  $180^{\circ}$  obnáší a  $100^{\circ}\text{C}$  a  $80^{\circ}\text{R}$  se rovná. Tohoto teploměru používají Angličané.

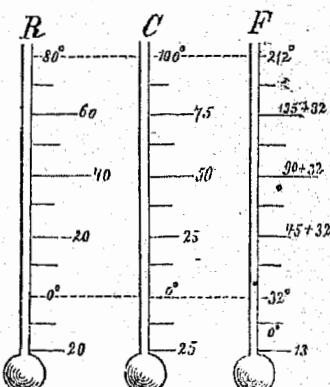
*Porovnání teploměrů.* Těch  $80^{\circ}\text{R}$  se musí (obr. 24.) úplně  $100^{\circ}\text{C}$  a  $180^{\circ}\text{F}$  rovnati, a proto také  $8^{\circ}\text{R} = 10^{\circ}\text{C} = 18^{\circ}\text{F}$  pak  $4^{\circ}\text{R} = 5^{\circ}\text{C} = 9^{\circ}\text{F}$  a  $1^{\circ}\text{R} = \frac{5}{4}^{\circ}\text{C} = \frac{9}{4}^{\circ}\text{F}$  neb naopak  $1^{\circ}\text{C} = \frac{4}{5}^{\circ}\text{R} = \frac{9}{5}^{\circ}\text{F}$ . Když je  $20^{\circ}$  na teploměru R, musí teploměr Cukazovat  $25^{\circ}$ , protože  $20 \times \frac{5}{4} = 25$  a teploměr F ukazuje  $77^{\circ}$ , protože  $20 \times \frac{9}{4} = 45$  a k tomu  $32^{\circ} = 77^{\circ}$ . My totiž musíme vždy 32 přičísti, když proměňujeme stupně R a C ve F a naopak, když máme stupně F v stupně R a C proměnit, musíme napřed 32 odečísti a zbytek v  $\text{R}^{\circ}$  a  $\text{C}^{\circ}$  měnit.

Teploměr bývá, aby se neroztloukl, na dřevné neb mosazné deštičce připevněn, na níž stupně neb i také na rource vyryty bývají. Stupně nad nulou se znamenají + a pod nulou -; u př. 20 stupňů nad nulou dle  $\text{R} = + 20^{\circ}\text{R}$  a dle  $\text{C} = + 25^{\circ}\text{C}$ ; a dle  $\text{F} = + 77^{\circ}\text{F}$ . Dále  $+ 40^{\circ}\text{R} = + 50^{\circ}\text{C} = + 122^{\circ}\text{F}$  a  $- 12^{\circ}\text{R} = - 15^{\circ}\text{C} = + 5^{\circ}\text{F}$  a  $- 20^{\circ}\text{R} = - 25^{\circ}\text{C} = - 13^{\circ}\text{F}$  (pod nulou se 32 zase odpočítá).

K roztahování skla a mosazné deštičky obyčejně se nepřihlíží. Aby se dobře body varu u všech dobrých teploměrů určily, je k tomu zvláštní nádoby, v níž se voda docela čistá vaří, potřebí.

*Na teploměry se brává rtut,* protože se značně roztahuje; neboť zkouškami dokázáno, že při zahřátí od bodu mrazu až k bodu varu o  $55\frac{1}{2}$  dílu se roztahne, t. j. kdybychom měli  $55\frac{1}{2}$  žejdlíku rtuti měřené v studenu, kdeby teploměr nulu tepla ukazoval, přibylo by rtuti zahřaté až k  $80^{\circ}\text{R}$  neb  $100^{\circ}\text{C}$  roztažením o jeden žejdlík, takže bychom celých  $56\frac{1}{2}$  žejdlíku měli.\* Druhá vlastnost rtuti je ta, že každou změnu tepla rychle ukazuje, kdežto jiná tělesa delšího času k tomu potřebují.

Rtut nezůstane při každé teplotě tekuta; při velkém horku prchá v parách a při mrazu  $- 32^{\circ}\text{R}$  čili  $- 40^{\circ}\text{C}$  zmrzne, takže je pevná



(Obr. 24.)

\* Vzdahu od nuly až  $100^{\circ}\text{C}$  zahřatému přibude skoro  $\frac{1}{3}$ , lithu  $\frac{1}{10}$ , vodě  $\frac{1}{22}$ , oleji  $\frac{1}{12}$ , železu  $\frac{1}{812}$ , mědi  $\frac{1}{580}$ , zinku  $\frac{1}{110}$  na objemu.

jako jiný kov a se kovati může. Aby se mohly stupně veliké zimy, jako při skoumání zemí v severu, určitě udati, musí se místo rtuti, která již okolo — 28°R neurčitě stupně udává, lít bezvodný vzít, který při žádném mrazu nezmrzne. *Teplovér líkový* se zařídí jako rtufový, ale nemůže se ho k stanovení stupňů nad nulou užívat, protože se líh nepravidelně při větším teple roztahuje. Líh vyhlídatý od nuly až k 80°R roztahuje se o devátý díl, t. zahřívá-li se 9 žejdlíků líhu, nabudeme celých 10 žejdlísků. Z toho také jde, kupujeme-li v zimě líh a prodáváme-li v letě, něco vyměříme, a naopak kupujeme-li v letě a v zimě prodáváme, něco proměříme. Aby se líh v rource snáze pozorovatí mohl, barví se malounko na červeno.

*Vlastnosti teplovéru.* Teplovér dobrý musí rychle každou změnu tepla viditelnou činiti, t. musí být *citlivý*. Proto se brává *a)* rourka velmi tenounká a značně vysoká; neboť přidává-li se něčeho do nádoby tenounké dost málo, neb ubírá-li se z ní, jest to značněji pozorovatí, než kdyby se do široké téhož přidávalo neb ubíralo; to je zde roztahování a stlačování rtuti. Je-li rourka tenounká, přijdou stupně dále od sebe a lépe změna tepla se pozná. Musí se také na teplovér *b)* přiměřené množství rtuti, tedy k rource kulička přiměřené velikosti vzít. Vzalo-li by se mnoho rtuti, trvalo by dlouho, než by se všechna stejně s prostorem, jehož teplo zkoušet chceme, vyhřála. Vzalo-li by se málo rtuti, totiž malinká nádoba, vypadly by stupně při malém roztahování příliš male. *c)* Rourka musí být všady stejně tenká. Kdyby někde užší a jinde širší byla, nemohlo by v stejně vzdálených stupních stejně množství rtuti být a tudíž by roztahování i stlačování její také nestejně bylo. Proto jsou spolehlivé teplovéry drahé.

Při *teploméru skráceném*, totiž takovém, který asi + 40° neb i + 50° ukazuje, nemůže se bod varu jako i při líkovém teplovéru ustanoviti. Zde se stupně, jak obyčejně při laciných teplovérech se stává, pojmenují podle některého dobrého teplovéru.

*Teplovér se potřebuje* nejčastěji k určení tepla v obydli a v nemocnici, pak při některých řemeslech, jakož při pivovarství, vinopalství, barvířství a papírnictví, při nichž často větší nebo menší teplo užitek nebo škodu způsobiti může. Krasozahrádsk v sklenicích s cizopásními rostlinami podle teplovéru teplo řídí. V novinách se udává podle zvláště dvou dohromady spojených teplovéru nejménší a největší teplota každého dne, která se pozoruje na hvězdárnách; z toho se střední teplota měsíce a celého roku určuje a steplotou minulých roků porovnává. U nás bývá na slunci největší horko okolo 30°R a největší zima okolo 15°. Ve stínu na rovníku v Africe bývá tepla až 37° a na slunci 50°R. Největší zima v Sibiři, v Irkutsku, bývá 40°R i také 48°R shledána byla. Umělou zimu dovedeme až na — 80°R snížiti.

*Žárovér.* K určení velikého horka při vysokých pecích na porcelánové a kamenné nádobí brává se váleček hliněný dobře suchý, který se v peci, ježž teplo se zkoušet má, páli a tím více smrští, čím větší je horko. Dá-li se pak mezi dvě lišty na jednom konci sbližené, spadne

tím hlouběji, čím více se smrštil; teplo podle poznamenaných stupňů se měří. Takové teploměry pro velké teplo nejsou nikdy tak spolehlivé jako při menším teple teploměry rtuťové.

### *Změna skupenství a skupenské teplo.*

Zahřáváme-li hmoty, roztahuje se; zahřáváme-li je pořád dále, vzdalují se částice základní od sebe, až hmota své skupenství změní, totiž pevné hmota zkopalná a kapaliny v parách ucházejí.

Led se mění teplem ve vodu a voda v páry. Také síra teplem zkopalná a tekutá dalším zahřáváním v uzavřeném prostoru v sirné páry přechází. Jestli hmota ochlazujeme, stahuje se a dalším ochlazováním částice základní tak k sobě se sbližují, že vzdušiny se mění v kapaliny a tyto dále v pevné hmoty. Vodní páry ochlazením ve vodu a tato zase v led se mění; také siruňe páry zkopalná a kapalná síra dává pevnou hmotu.

Proměna skupenství při hmotách děje se při rozličném stupni tepla. Tak lží potřebuje pouze  $30^{\circ}$ , síra  $109^{\circ}$ , cín  $230^{\circ}$ , olovo  $322^{\circ}$ , zinek  $360^{\circ}$ , stříbro  $1000^{\circ}$ , měď  $1050^{\circ}$ , litina  $1100^{\circ}$ , zlato  $1200^{\circ}$ , kujné železo  $1600^{\circ}$  a platina  $1700^{\circ}$ . Jaká to rozmanitost! V páry se mění éther při  $37^{\circ}$ , lis při  $79^{\circ}$ , voda při  $100^{\circ}$ , síra při  $299^{\circ}$ , rtuť při  $360^{\circ}$ , (vše dle C udáno). Slitinu a kapaliny, v nichž pevné soli rozpuštěny jsou, dělají vždy od udaných stupňů výminku.

Příčina proměny skupenství jest vždy teplo; je-li ho nadbytek, hmota řídnou, a je-li ho nedostatek, tulnou.

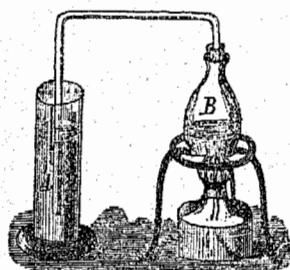
Teplo jest tedy podstatou, že může pevné těleso zůstat pevným, kapalina kapalinou a páry parami. Musíme tedy za to mít, že kapalina, máli kapalinou zůstat, musí jakousi část tepla v sobě utajenou, ano páry, mají-li parami zůstat, ještě větší množství takového utajeného tepla v sobě chovati. Takovéto teplo, které kapaliny i páry, mají-li v tomtéž skupenství setrvati, v sobě utajené chovají, nazýváme *skupenské teplo*.

Dejme hrnek s ledem na plotnu a když se nám ho polovic roztahilo, slejme ledovou vodu do druhého hrnku a vedle prvního s ledem postavme. Ledová voda má jako led sám stejný stupeň tepla, totiž nulu, ale po chvíli jeví se značný rozdíl; ve vodě teploměr stoupá a v ledu stále ukazuje nulu. Hrnky jsou přece vedle sebe a dostávají tedy stejně teplo od plotny. Toho výjevu jest ta příčina, že led všeho tepla vynaložil na roztání své, tedy v sobě utajil, aby své skupensví proměnil, kdežto voda vynaložila již tepla k svému oteplení, což se zřejmě na teploměru jevilo.

Zkouškami dokázáno, že tepla, aby se  $1\pi$  ledu v  $1\pi$  ledové vody (tedy stejněho stupně s ledem) proměnila, je tolik potřebí, že by se  $79\pi$  vody ledové (tedy tepla nuly) o jeden stupeň vyhřálo. To platí také při sněhu a kroupách. Proto sníh a led z jara tak dlouho ne-

roztaje a jaro prodlužuje, protože tolik tepla k roztání potřebí má. A kdyby skupenského tepla nebylo tolik třeba, tu by najednou mnoho vody povstalo a následovně by povodně nastaly. A tak jako zdlouhavě se led ve vodu proměňuje, tak se zase zdlouhavě z vody tvoří, přičemž voda zase tolik tepla pouští, kolik ho nabyla.

Voda chová v sobě velké množství skupenského tepla; větší ještě množství skupenského tepla chovají v sobě páry. Jedna libra vody na  $100^{\circ}\text{C}$  zahřaté, promění-li se v páry stejné teploty, utají v sobě tepla tolik, že by se tímtož teplem  $540 \text{ l}$  vody z nuly na  $1^{\circ}$  tepla ohřálo.



(Obr. 25.)

Že v parách skutečně velké množství utajeného tepla jest, poznáme následující zkouškou. Vedme do nádoby *A* (obr. 25.) studenou vodou naplněné vodní páry z nádoby *B* trubici, která v *B* pouze pod korek, ale v *A* až ke dnu dosahuje. Voda se zahřívá, a když jí přibyla o pátý díl, páry se v ní více nesrážejí, ujíbrž voda sama vaří; zde je pouze třeba, aby se trubice koncem c trochu blíz povrchu vody vyzdvihla, chceme-li silné klokotání pozorovati.

Voda tedy nabyla svého tepla pouze skupenským teplem par. Proto můžeme i parami vařiti, ano i příbytky vytápěti; páry se totiž vedou rourami do příbytků a voda povstalá zase zpátky teče. Před deštěm v letě bývá dusno, protože páry skupenské teplo pouštějí, aby se v kapky měnit mohly; v zimě nastane obleva, když sníh má padati, protože páry i voda, ménice se v sníh, skupenské teplo pouštějí (u vody při parách bude více příkladů následovati).

*Jak děláme uměle zimu?* Cukrář obloží ve škopku cukrovou kašičku v plechové formě roztloučeným ledem a přimíchá do něho trochu soli kuchyňské. Zde sůl i led se rozpouští, tedy oba dychtí po teple, které se nejbližší kašičce odejímá, až zmrzne a *zmrzlina* nebo *mražené* nazývá. Postavme cínový talíř na stůl vodou polity, do něhož jsme sypký sníh ( $3 \frac{1}{2}$  dflu) se solí kuchyňskou dobře roztloučenou (2 díly) dali. Talíř přimrzne ke stolu i v teplém pokoji, a teploměr ukazuje ve smíšení —  $16^{\circ}\text{R}$ . Proto také ve smíšení té zmrzne voda v lučbičce úplně za malou chvíli. Vezme-li se místo soli kuchyňské salmiak, salnytr neb Glauberova sůl, ještě větší ochlazení se způsobí. Jestli chlorid vápenatý (3 díly) se sníhem (2 díly) smícháme, docílíme ochlazení —  $32^{\circ}\text{R}$ . Hodíme-li do vařící vody sůl, přestane se okamžitě vařiti, neboť musí sůl rozplynouti a v sobě teplo utajiti.

### Prameny tepla.

*Hlavním pramenem tepla jest slunce*, které nám mimo to i světlo dává. Země se ohřívá pouze sálavým teplem slunečním, neboť teplodem to není možno, protože vzduch k slunci ani nedosahuje a pak

sálové paprsky propouští a nepohlcuje. Kdyby vzduch se oteploval sálovým teplem, tu bychom s výše pro jeho špatnou vodivost přece tepla dostati nemohli.

Cím méně šikmo a cím déle slunce paprsky vysýlá, tím země více se vyhřeje. Protože země jako každé těleso ustavičně pohlcené teplo zase vydává, a to jmenovitě vzduchu, musí se zase ohřávat, sice by se tak ochladila, že by ani živočichům ani rostlinám možno žít nebylo.

Směr paprsků každou hodinu a v každém ročním čase se mění; při východu slunce padají paprsky šikmo, k poledni kolmému směru nejsbliženě, odpoledne až k západu slunce stále šikměji. V zimě padají slunečné paprsky směrem velmi šikmým, na jaře méně a v letě hnedle kolmo, pak v podzimku zase šikmo a v zimě nejšikměji; proto jest v zimě u nás nejchladnější a v letě nejteplejší.

Ohřávání země pochází také od polohy její; je-li vyvýšena a proti slunci k polední straně obrácena, tak že na ni paprsky hnedle kolmo padati mohou, mnohem více se vyhřeje, než vyvýšenina rovná neb snad docela na sever se klonící. Proto k polední straně nakloněná půda dobře se hodí na zakládání vinic.

Slunečné teplo, které vrchní část země pohlcuje, rozšířuje se do hloubky velmi zdrouhavě, jelikož jest země špatný vodič. Teplo vniká jen do jisté hloubky; dále pak žádná změna tepla ani zimy se nepozoruje. Hloubka, v které teplomer stejnou teplotu ukazuje, jest někde 55 až 60 stop; proto se v hlubokých sklepích změna počasí pramálo rozeznává.

*I naše země jest pramenem tepla.* Zkouškami dokázáno, že vždy as o 80' hlouběji do země teplota o jeden stupeň stoupá, tak že země podle toho v hloubce as tří mil roztopena a žeřava býti musí. Ze země uvnitř horká jest, o tom nás přesvědčují horká zřídla z hloubky prýštící, u p. v Karlových Varech. Vychází-li pramen z nepatrné jen hloubky, jest voda studená. Sopky vyhazují jícnem žeřavou hmotu, lávu, dávajíce takto patrný důkaz, že uvnitř země vše roztaženo býti musí. Dokud zeměkoule neměla tak silnou, pevnou kůru, mnohem více tepla ze sebe vydávala, jak rostinstvo před pradávnými dobami rostoucí, z něhož kamenné uhlí povstalo, dosvědčuje.

*Uhozením (rázem), tlakem a třením se také vyvinuje teplo.*

Soli tráskavé v zápalkách zapalují se uhozením. Tluceli se na železo, zahřeje se tak značně, že i páli; peníze ražením se otepší. Uhodí-li se ocelkou o křemen, povstanou jiskry, t. drobinky železa uražené se tak zahřejí, že hoří a hubku na ocelce neb troud, do kterého padnou, zapálí. Z též příčiny vídáme na večer jiskry od podkov koní uhozením o kámen povstalé. Tlučením se dřevo zahřeje.



(Obr. 26.)

Které těleso *stlačením* se značně zmenší, to se hodně zahřeje. Vzduch ve válci pístem (jest to strojek obr. 26. bouchačce podobný, dole ale úplně uzavřený) as na páty dří svého objemu stlačený zahřeje se tak, že i hubka na pístu zavěšená se zapálí.

*Třením* se ruce zahřívají, sirká zapálí, t. nejdříve hoří fosfor (kostík), pak síra méně hořlavá a posléze od těchto i dřívko. Krejcar třením o sůl se otepí, také hůl v ruce rychle tažená. Kdoby se spustil po provazu neb tyči s výše dolů, zajisté by si ruce popálil a rozedřel. Při vrtání se otepí nebozez, při řezání pila, při pilování železo a při hoblování dřevo a želízko. Supka pod kolenem se třením o zemi tak silně zahřeje, že ruku pálí. Nápravy u kol kolomazí se maží, aby kolo snáze se točilo, tedy tření umírnilo; nenamaže-li se náprava neb přijde-li kamínek mezi kolo, způsobí tím větší tření a náprava při rychlé jízdě chytne. Dřevo o dřevo třené se zapaluje; tak si divochové oheň rozdělávají. Oni totiž vrtí zašpičatělou holí po plochém dřevě jako kverlačkou, až se udělá důlek v něm a jemné uhlíčko zapálí. Soustružníci opatrují hračky černými kruhy tím, že jimi rychle točí a druhé dřevo k nim přistrčí, aby třením o sebe na těch místech zuhelnatěly. Na brusu litají při broušení bez vody jiskry, které otíránaž železa o brus povstávají. Mouka při mletí mezi mlýnskými kameny se zahřeje a proto obilí před mletím se kropívá. I kusy ledu na sobě třené roztají.

Tlučením, tlakem a třením povstalé teplo si tím vykládáme, že částice těles k sobě se sbližují. Tělesa s velkými porami, jako uhel z kostí, platinová čerň a houba platinová pohlcují mnoho plynu, který zhustnutím se zapaluje. Jestli těleso řídne, ochlazuje se. Kdybychom stlačený vzduch malým otvorem z měchýře nebo měchu na ruku vypouštěli, chladil by nás; foukáme-li, děje se totéž, protože se vzduch roztahuje. Foukáním se pokrmy proto ochlazují. Proměňuje-li se voda v páru, povstává chladno. Když u parních kotlů topič kolíoutkem páru vypouští, aby se přesvědčil, má-li vody přidati, chladí nás, když ruku naproti proudu páry ze vzdálí nastavíme.

*Teplo povstává i při chemickém slučování.* Jest známo, že nehašené vápno vodou polité tak velké teplo vyvinuje, že se ve vodě vejce na tvrdě uvaří. Pochází to odtud, že vápno s vodou se slučuje a nové těleso jak od vody tak od nehašeného vápna rozdílných vlastností se vytvářuje. Když se olium (kyselina sirková) do vody leje, povstává tím značné teplo; nesmí se ale nikdy voda do olium lití, protože by velkým zahřátím část vody v páry rychle se proměnila a tlakem na stěny vystříknutí kyseliny sirkové ano i roztrhlutí nádoby způsobila. Mokré seno, sláma vlhká i hnůj na hromadě naložený se zapařuje. Draslik na vodu hozený, rozkládá vodu a tak dýchavě se s kyslíkem slučuje, že vodík prchající se zapálí.

K vůli rozličným potřebám si teplo uměle zapálením hořlavých látek děláme (viz hoření u vzduchu); v nás a ve zvířatech se tvoří dýcháním přirozené teplo (viz dýchání u vzduchu).

## VII. O vzduchu.\*)

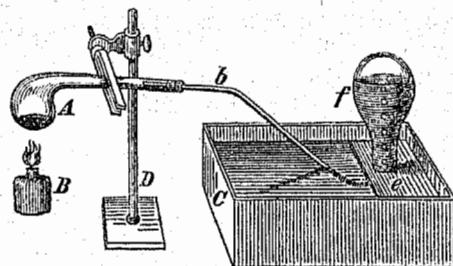
Vzduch jest bez chuti, bez vůně, bez barvy a průzračný, t. j. vidíme každé těleso tak dobře, jako by mezi ním a námi ničeho nebylo. Dělaly se zkoušky, zdali by se vzduch velkým tlakem neb ochlazováním v tekutinu jako pára ve vodu obrátiti nedal; ale nepodařilo se to nikdy. Vzduch obklopuje naši zemi se všech stran zvýší as deset mil a jest hnedle 800krát lehčí než stejné množství vody; jeho váhou se všecka plynná tělesa porovnávají.

Vzduch jest jedno z nejpřebějnějších těles. Bez něho není možno lidem ani zvířatům živu být; kdyby nebylo vzduchu, nemohly by i rostliny růsti. I k hoření jakož i k dýchání jest nevyhnutelný.

Jelikož jest vzduch tak rozsáhlý, jakož i na nejvýš potřebný, nebude tudíž na ujmu, poznáme-li ho dokonaleji.

### Částky vzduchu.

Vzduch byl hnedle až do konce osmnáctého století za prvek t. za jednoduché, nesložené těleso považován. Již starí předkové uznávali velkou důležitost vzduchu v přírodě, pročež ho mezi tak zvané čtyři živly: vzduch, voda, země a oheň počítali a učili, že se z nich celá příroda skládá. Že vzduch není těleso jednoduché, poučil nás francouzský chemik Lavoisier (čti Lavoasie), asi před 80 lety žijící; vyskoumal, že vzduch se skládá z kyslíku a dusíku.



(Obr. 27.)

#### a) Kyslík.

Kyslík\*\*) jest bezbarvý, nevonný a bez chuti jako vzduch, od něhož se pouhým pohledem pranic neliší. On jest o desátý díl těžší než vzduch, sám nehoří, ale jest jediným tělesem ve vzduchu, které hoření a dýchání podporuje.

K vyvinutí kyslíku brává se chlorečnan draselnatý ( $KClO_3$ ), který jest bílá sůl. Potřebujeme k tomu křivuli A a trubici b, kterou si nad kahanem líhovým B, jak obr. 27.

\*) V jiných fyzikách jest tato část pode jménem *aerostatiku* považována.

\*\*) Slovo kyslík (oxygenium — řecké slovo) pošlo z toho mínění, jakoby s jinými prvky samé kyseliny tvořil; tvoří ale také zásady.

ukazuje, ohneme a s křivuli, když se do ní chlorečnan draselnatý nasypal, spojíme. Aby se při pálení chlorečnan draselnatý nenadýmal, přimichává se mu malá částka burele, hnědého to prášku. Když tyto věci počináme páliti, polybujme kahanem lítovým *B* pod křivulí, aby se tato zponenáhla zahrávala, a po chvíli nechme jej pod ní státi. Takto se nám kyslík docela volně vyvinuje. Každá molekula chlorečnanu draselnatého se rozkládá v jednu molekulu chloridu draselnatého  $KCl$  a tři atomy kyslíku ( $KClO_3 = KCl + 3O_2$ ).

Abychom kyslík nachytali, potřebujeme *plynopudnou vanu C*, která v délce jedné stopy, ale něco užší a zvýší půl stopy, dostatečně nám poslouží. Delší strany vaničky spojeny jsou můstkem *e*, který má uprostřed otvor s malým nálevkovitým násadcem, do něhož od křivule zahnutá trubice dosahuje. Vanička se naplní vodou až něco málo nad můstek, a láhev *f* vodou zcela naplněná se postaví hrdélkem na otvor jeho. Stavíme-li obrácenou láhev na můstek, zacpeme prstem neb zátkou otvor v hrdélku, aby voda nevytekala, a stojí-li pak bez zátky otvorem dolů na můstku ve vodě, více nevyteká. Aby se křivule při pálení v ruce držet nemusela, jest stojanem *D* upevněna.

Kyslík vychází z křivule ze soli vypuzený v bublinkách vodou nahoru, a že jest neprostupný a dnem láhev ucházeti nemůže, vytlačuje vodu. Nesmí se však hned zpočátku láhev nad můstek postavit, protože zahřívánímu nejprve vzdach z křivule vychází. Jako v lávě kyslíku přibývá, tak i z ní vody ubývá, která do vany se tlačí, kde výš a výše vystupuje a k naplnění jiné lávě sloužiti může. Je-li láhev kyslíkem naplněna, prstem neb zátkou hrdélko se ucpe a otvorem do sklenice s vodou položí; mezi tím se druhá láhev vodou naplněná zase jako dříve na můstek postaví.

Účinky kyslíku zajisté každého překvapí. První láhev ke zkoušce připravenou postavme dnem na stůl a hrdélko prstem přidržme, aby plyn neucházel. Tenká tříška napálená se zhasne a málo jen doutnající hrdlem do kyslíku vstrčí; v tomtéž okamžení tříška chytne a jasným plamenem hoří. Tříška hořící se vyndá, zhasne a opět jen doutnající do lávě ponořená hoří. Pokus ten tak dlouho opakovati můžeme, dokud kyslík hořením stráven není. Tot patrným důkazem, že čistý kyslík hoření velmi podporuje.

Žeřavý uhel zhasne brzy na vzdachu, ale dáme-li jej v závitek tenkého drátu, nejlépe strunu z piana, hoří v kyslíku jasně a rychle, při čemž i drát tak se zahřeje, že je žeřavý, přejasným světlem svítí a žhavé kapky na všecky strany v nádobě vystříkuje. Nejen tedy dřevo, ale i železo v kyslíku hoří. Síra na vzdachu slabě modravým plamínkem hoří; vstrčí-li se ale napálená drátkem dole v závitek ohnutém do kyslíku, hoří krásně modrým plameuem, při čemž zase žeřavý drát shorí.

Fosfor hoří na vzdachu dost jasně, ale v kyslíku není možno pro jasnost na jeho plamen hleděti. Chceme-li si tento zajímavý pokus připravit, udělá se malá nádobíčka z křídy, drátem tenkým upevní a do délku kousek fosforu jako hráč velký dá, napálí a do kyslíku strčí.

Jsou také k tomu účelu zvláštní malé mističky na dlouhém drátu. Má-li se kousek fosforu nožem uříznouti, dá se na pijavý vodou navlhčený papír.

Abychom drát, na němž uhlík, síru nebo fosfor do kyslíku ponořujeme, pohodlně drželi, ohneme jej nahore v pravém úhlu, a aby od horkých kapek železných na dno padajících láhev nepraskla, nenaplní se nikdy úplně kyslíkem, nýbrž v ní něco vody se necházá.

Při všech těchto pokusech, které si lehce poříditi můžeme, jest vidno, že kyslík při hoření se stravuje a že vše, co se do něho dá, jen tak dlouho hoří, pokud není stráven. Také nahlédneme, kdyby byl vzduch čistý kyslík, že by v něm vše shořelo, i že by na plíce lidské a zvířecí prudce působil, což by zajisté konec žití jen urychlilo.

Kyslík jest pravý všudybyl, který způsobí, že se ústrojné látky brzy kazí, má-li volného přístupu. Proto hledíme, mají-li se ústrojné látky déle neporušené zachovati, aby se mu přístup zamezil.

Poraní-li se truhlář na ruce ostrým nástrojem, zalepí klihem blavé místo, aby se nepodebíralo. Podobné rány se kollokiem (roztok střelné bavlny v étheru) potírají, protože éther prchá a ránu chladí a bavlna jako tenký povlak ránu od přístupu vzduchu chrání. Nové nože a vidličky zřídka potřebované natíráme olejem, aby kyslíkem nerezavěly. Zabitá a oškubaná drůbež vydrží kratší čas než neoškubaná, protože peří nedovoluje kyslíku volného přístupu, aby nákazu způsobil. Potraviny masité pro námořnsky dobré v plechové nádobě urovnané se zahrávají, aby všechn vzdich se vypudil a pak se víko zaletuje. Kde se pivo ze soudku dlouho (as týden) čepuje, a tedy se vzduchem dlouho ve styku zůstává, je kyselé, protože kyslík proměnil lít v kyselinu octovou.

### b) Dusík.

Dusík jest bezbarvý, bez vůně a bez chuti jako právě kyslík a vzduch, od nichž se na pohled praničím neliší. Čtyři objemy ho jsou lehčí vzduchu o tu desítinu, o kterou jest kyslík těžší. Dusík čistý není s to život lidský a zvířecí udržeti; vše se v něm udušuje a hořící svíčka neb tříška v něm hned zhasne. Pro tuto vlastnost dusivou dostal tento plyn jméno dusík, ač také mnoho jiných plynů známe, které ještě mnohem zhoubněji než dusík působí. Dusík udušuje jen proto, že v něm žádného kyslíku není. Kdyby byl sám o sobě škodný, zajisté by ho ve vzduchu tak velké množství být nemohlo; neboť jest ho v něm čtyřikrát tolik co kyslíku, a tudíž připadá jedna pětina na kyslík a čtyři pětiny na dusík. Dokázáno muohými zkouškami, že vzduch na horách i v dolinách, v zimě i v letě totéž stálé složení má.

Kyslík s dusíkem jsou dohromady smíchány, nikoliv sloučeny, a proto se lehce dusík oddělit může.

Nechme fosfor na prkénku po vodě plouti a poklopme nádobu na něj na pět dílů rozdělenou. Za krátky čas pochlít fosfor kyslík. Vzduch zbyly 4 díly (dusík) a jen jeden díl (kyslík) se strávil a jeho prostor vodou naplnil. Místo fosforu také můžeme hořící lít vzít.

Dusík není žítí lidskému škodným, nýbrž on pouze kyslík, který by na hořící tělesa a při dýchání na plíce prudce působil, rozhřeje, aby se ho jedním dechem tolik nevdychalo a tolik k hořícímu tělesu najednou nepřivádělo. Prudké vlastnosti kyslíku valně umírňuje dusík, asi tak jako voda prudký lít v pitelnou kořalku mění.

Kdybychom se o dusivých vlastnostech dusíku přesvědčiti chtěli, palme mírně dusan čpavkový v krívuli jako chlorečnan draselnatý a dusík z něho v láhvi nad plynopudnou vanou jako kyslík nachytejme.

### Které plyny do vzduchu přicházejí.

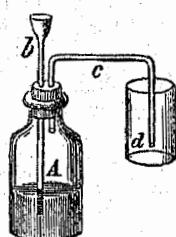
Mnoho plynů v přírodě se tvoří a tudiž i do vzduchu přichází. Nebude tudiž na újmu spisu tomuto, když o některých obšírněji, o jiných aspoň částečně zmínka se učiní. Jsou to jmenovitě kyselina uhličitá, kysličník uhelnatý, čpavek, sirovodík, lehký uhlovodík a fosforovodík a pak vždycky vodní páry, o nichž při vodě pojednáno bude.

### Kyselina uhličitá.

Kyselina uhličitá ( $\text{CO}_2$ ) jest plyn bezbarvý, chuti slabě nakyslé a vůně slabě štiplavé; jest o polovičku těžší než vzduch, přišliš velkým tlakem a ochlazením mění se v tekutinu bezbarvou a velmi pohyblivou. Vypouštěli se tekutá kyselina uhličitá tenkým otvorem z nádoby, mění se rychle v páry a vůkol vše tak ochladí, že zbytek v pevnou, sněhu podobnou hmotu zmrzne. V kyselině uhličité žádný živočich žítí ani plamen hořeti nemůže. Ve vzduchu jest jí jen dvoutisící díl a v tak malém množství není škodou; vzduch, který jí desátý díl obsahuje, všecko již duší.

Abychom se o vlastnostech kyseliny uhličité přesvědčili, můžeme ji docela lehce vyvinouti. K tomu potřebujeme křídú ( $\text{CaCO}_3$ ), kyselinu solnou ( $\text{ClH}$ ) a láhev *A* (obr. 28.) se zátkou korkovou, do níž se dva otvory vyvrťaly, a sice jeden pro nálevku *b* až na dno a druhý pro rourku *c* jen pod korek dosahující. K tomu účelu máme také láhve dvouhrdlové, totiž jedno hrdlo pro nálevku, druhé pro trubici.

Je-li strojek sestaven, leje se kyselina solná nálevkou do nádoby na křídú vodou trochu politou a hned to počne uvnitř vříti a šuměti, což jest důkazem, že se kyselina uhličitá ze křídý vyvinuje. ( $\text{CaCO}_3 + 2\text{ClH} =$



(Obr. 28.)

$\text{CaCl}_2$ , chlorid vápenatý,  $\text{H}_2\text{O}$  totiž voda, a  $\text{CO}_2$ .) Při tomto pokusu nemusí se jako u chlorečnanu draselnatého pálit, pročež se k tomu nádoba jakákoli se silným dnem hodí. Kyselina uhličitá se vede rourkou přímo do obyčejné sklenice k pití d, v níž se na dně usazuje, protože je  $1\frac{1}{2}$ krát těžší vzduchu. Rourka ohnuta musí co možná až na dno sklenice dosahovati, aby proudící kyselina vzduch vytlačovala, prve než se s ním smíchá.

Tříška jasně hořící do sklenice kyselinou uhličitou naplněné po- nořená okamžitě zhasne, při čemž se žádají dým ani kouř netvoří. Dáme-li kousek hořící svíčky pomocí drátu do ní, taktéž okamžitě zhasne, kdežto v jiné prázdné sklenici, t. j. jen vzduchem naplněné, dobře hoří. Jelikož jest kyselina uhličitá těžší vzduchu, může se tak jako tekutina z jedné nádoby do druhé přelévat, a že se vskutku přelila, přesvědčíme se opět hořící tříškou. Vedeme-li do čisté vápenné vody, kterou jsme k tomu účelu pijavým papírem procedili, kyselinu uhličitou, kalí se brzy a za chvíliku se sráží na dně bílý prášek, který právě z téhle částek jako křída sestává; neboť vlejeme-li na tento prášek, když jsme vodu odlili, kyselinu solnou, šumí, protože se kyselina uhličitá opět vypudí.

Abychom také seznali, že žádný živý tvor v kyselině uhličité žítí nemůže, nýbrž vše, co živé, v ní se zadusí, zkusíte můžeme s některým ptákem, třebas s vrabcem. Mezi tím, co jej v obyčejné sklenici rukou přiklopeného máme, strčme skrze prsty rourku z nádoby, v níž se kyselina uhličitá vyuvinuje, a hle! v tomtéž okamžení počne ubohý vrabčík zobák otvírat, jakoby po vzduchu lapal, což jest znamením, že těžce dýchá. Za malou chvilinku pak tiše sedí, ani se nehýbe; je zadušen, a dá-li se na dlaň, ani sebou nepohn. Fouká-li se pak do něho zobákuem vzduch, počíná se pohybovat a v několika sekundách je opět úplně zdrav. Pták se dlouho netrápí a my se hnadle přesvědčíme, že se před tímto škodným plynum velmi na pozoru mítí musíme; mimo to jsme i viděli, že kyselinou udušeného a zdánlivě mrtvého tvora opět k životu vzkřísiti možno. Kdoby litoval vrabce, ať vezme myš.

Ačkoliv kyselina uhličitá dusí, přece ji rádi ve spůsobu sôdovky, kyselek neb šumivých prášků pijeme a tedy jest pro žaludek neškodna ano i užitečna. Šumivé prášky patří dva k sobě; v jednom je sůl dvoj- uhličitan sodnatý a v druhém kyselina vinná, která kyselinu uhličitou vypudí.

Kyselina uhličitá tvoří se:

### a) Hořením

uhliku hořlavých láték s kyslíkem vzdušným. Ve velkém dělají se zkoušky, když se plyny z hořícího dříví do vápenné vody vedou. V malém dejme žeravé dřevěné uhlí do baňatky, která má tenké dno, zátkou ucpeme a rourkou z (místo uálevky) podle obrazu 28. malým měchem na uhlí v baňatce se nacházející foukajme. Vedeme-li plyn hořením povstalý

rourkou c do vápenné vody, tvoří se jako dříve na dně bílý prášek, který, polije-li se kyselinou solnou, šumí a kyselinu uhličitou vypouští. Tak jako při tomto pokuse musí se kyselina uhličitá při hoření dříví, kamenného uhlí, oleje, lojové neb voskové svíčky tvořit, protože všecky tyto látky uhlík obsahují; i obilí, chléb, škrob a cukr hoří, protože všecky tyto uhlík v sobě chovají.

### b) Dýcháním.

Požívání potravy jak u lidí tak i u zvířat má za účel krev tvořit; tato jest nejprvé mlékovitá, bílá tekutina a dýcháním v plících v červenou se mění. Tenké žilky (střebavky) vyssají ji totiž ze střev z potravy strávené a vedou většími žilami do srdce a odtud do plíc. Do plic přišlá krev sestává hlavně z dvou částek; z jedné části se celé tělo lidské i zvířecí tvoří a druhá část slouží k dýchání, protože jest holiata na uhlík, který je sloučen s jinými látkami a jako uhlík v kamnech se spaluje vdýchaným kyslíkem v kyselinu uhličitou a teplo způsobuje. Mimo uhlík jest v krvi také vodík, který s kyslíkem ve vodu se slučuje. Krev v plících kyslíkem zčervenělá přichází do srdce a odtud do těla žilami, tak zvanými tepnami, kde zbavuje se výživných láttek, pročež stává se konečně tmavomodrou a zase do srdce a odtud do plic přijde, aby znova kyslíkem se oživila.

Vyduchujeme tedy kyselinu uhličitou, vodní páry a dusík docela nezměněný. Že v skutku kyselinu uhličitou vyduchujeme, přesvědčíme se, když do vápenné vody trubici foukáme; za chvíliku se počne voda kalití a na dně bílý prášek usazovat, který, byv kyselinou solnou polit, šumí. Že i vodní páry vyduchujeme, přesvědčíme se, když na lesklé studené věci dýchneme; věci se opotí.

Spalováním uhlíku s kyslíkem v kyselinu uhličitou nabývá krev červené barvy a tělu potřebného tepla tím se dostává. Látky, z kterých se tato částka k spalování potřebná tvoří, jsou škrob (moučné pokrmy, rýže, brambory), líh (pivo, víno), cukr a mastnoty. Když člověk s důstatek k dýchání potřebných láttek nepožívá, tráví ze svého těla tuk, pak svaly a naposled mozek a proto hubne. Vše se prodýchá jako by to shořelo. Zvířata (jezevec, svíšt), která zimu přespávají, jsou z jara velmi hubená, ač na zimu mnoho tuku měla, protože tuk prodýchala, aby se teplo prožítí potřebné vytvořilo.

Při běhání a při tělesné práci, také zpěvem a předenášením dýcháme rychleji, proto i pak větší hlad nastane. Hlad jest upomínka, že se tělu paliva, totiž potravy nahraditi má. V noci stejně dýcháme a nepocítíme proto takového hladu jako za dne v stejně dlouhém čase; musíme mít ale lepší přikrývku než ve dne, protože se v nás tolik tepla nevytvorí. Kdo venku na čerstvém vzduchu pracuje, má větší chuť k jídlu, protože čistý kyslík více tráví. Zato lidé sedě a v špatném, na kyslík chudém vzduchu pracující, mají málo hladu ano i bledou barvu, protože

málo kyslíku s mnoho kyselinou uhličitou pomíchaného málo krev barví. Proto lidé ve městech velkých jsou spíše bledí než na venku. Častým mytím a koupáním hlad se podnácuje, proto otrhaní a často hlad trpící lidé si libují nevědomky ve špině, neboť ta spíše teplo v těle udržuje jako u vepřů, kteří teplo milují. Proto mají i chudí lidé nechut okna otvírat, aby špatný vzduch čerstvým se nevyměnil a hlad nezpůsobil.

V zimě větší jest potřeba teplo tvořiti, proto nám mastné a tučné pokrmy dobrě chutnají, kterými v letě pohrdáme. Severní obyvatelé jedí hodně masa a pijí rybí tuk, nač bychom my jistě s ošklivostí pohlíželi; v teplých krajinách žíví se lidé málo sytným ovocem a zeleninami.

Požíváme-li mnoho látek k dýchání nevyhnutelných, neupotřebují se všecky k dýchání; nadbytek obrátí se v tuk, který v mase se usadí a zase při nedostatku k dýchání potřebných látek je nahražuje. To jest přičinou tloustnutí lidí i zvířat. Kdyby člověk mnoho živné potravy, z které maso se tvoří, (jako maso zvířecí a lepek v mouce), ale málo k dýchání potřebné potravy požíval, musel by přece hubnouti, protože dýchání zastaviti se nedá a stále paliva potřebuje; požívá-li však jiný mnoho látek dýchání podporujících (piva, vína) a málo živných, tloustne, ale má málo sily.

### c) *Kvašením*

Líhových nápojů, jako piya, vína a kořalky také kyselina uhličitá se tvoří. Proto sklepy, v nichž nápoje tyto kvasí, mnoho kyseliny uhličité obsahují a louč hořící v nich zhasíná. Nezdراivo jest dlouho v takových sklepích zůstat; dá-li se tam vápno, které s kyselinou uhličitou se slučuje, čistí se tím vzduch. I také v hlubokých studnách, zvláště z kterých se voda dlouho nevyvážela, často mnoho kyseliny uhličité se nashromáždí. Proto jest radno, má-li se taková čistiti, hořící svíčkou po provaze dolů spuštěnou dříve se přesvědčiti, jestli tam hoří čili nic; zhasne-li svíčka, jest to důkazem, že by tam také lidé dýchat nemohli, jelikož je tam kyselina uhličitá. Vápнем se pak pomáhá.

Nastává nyní otázka, čím to asi jest, že již po tak mnoho set let ustavičným dýcháním lidí i zvířat a tak častým hořením kyslík ve vzduchu se nestrávil a v škodnou kyselinu uhličitou se neproměnil? O to se Prozřetelnost božská velemoudře tím postarala, že ústrojí rostlin (listy a zelenou pokožku ratolestí) tak zařídila, aby tyto kyselinu uhličitou vdýchaly, uhlík sobě podržely a kyslík opět vydávaly. Tímto zařízením v přírodě stává se, že hnedle ustavičně stejně a tak skrovne množství kyseliny uhličité ve vzduchu nalézáme, že nám neškodí.

Ve světnicích, v nichž mnoho lidí přebývá a světla mnoho se spaluje, tvoří se kyseliny uhličité více. Z toho dobře nahlédnouti můžeme, jak užitečno jest provětrávání světnic, zvláště těch, v nichž mnoho lidí pohromadě přebývá (školy, sály); hlavně prospěšno jest okna z rána otevříti a vzduch čistiti. Za našich dob zařizují se v nových budovách

vysoké byty, v kterých jest mnohem více vzduchu než v stejně velkých a nízkých. Ze zkažený, již vydýchaný vzduch nic zdravého není, pozorovati můžeme v nízkých školních učebnách dětmi přeplňených; člověk v takové světnici bledne, těžce dýchá a venku pak rozdíl mezi čerstvým a zkaženým vzduchem dobře rozeznává.

Nesmíme se ale domnívat, že rostliny vždy kyselinu uhličitou vdýchají; uhlík podržují a nám potřebného kyslíku vydychují. Toto vydávání kyslíku stává se pouze za dne a nejlépe na výsluní; v noci a za dne na tmavých místech děje se to opačně, t. j. rostliny kyslík vdýchají a tak jako lidé kyselinu uhličitou vdýchují.

Kdoby se o dýchání rostlin na slunci přesvědčiti chtěl, dej do láhve, která kyselinou uhličitou naplněna a nad vodu postavena jest, nějakou rostlinu. Za několik hodin vyndejme rostlinu ze sklenice a strčme do plynu pozůstalého doutnající třísku; ona se vzemí, což jest důkazem, že tu kyselina uhličitá býti nemůže, nýbrž kyslík.

Že ve tmě rostliny kyslík vdýchají a kyselinu uhličitou vydychují, není dobré v noci za okny mnoho rostlin nechávat; jest to tak, jako když mnoho lidí v těsné světnici bydlí. Za to ale jest nám procházka z rána v zahradě na výsluní velmi milá.

### Kysličník uhelnatý.

Tvoření kyseliny uhličité při hoření hořlavých láték jest jen tenkráte možno, má-li vzduch dostatečný přístup k plamenu. Nemůže-li kyslík volně přistupovati, jako když se tah vzduchu u kamen zamezí, tvoří se *kysličník uhelnatý* ( $\text{CO}$ ).

Kysličník uhelnatý jest bezbarvý, bezchutný plyn a zvláštěho slabého zápachu, který pocítíme, když žeřavé kamenné uhlí z plotny na zem vypadne. V něm nic nehoří, sám ale na vzduchu s kyslíkem slabým, modravým plamenem v kyselinu uhličitou se spaluje. Při vysokých pecích na kýchání prozrazuje modravý plamen hoření kysličníku uhelnatého, jakož i dohořování uhlí v plotně. V něm vše živoucí se udušuje; vdýchan způsobuje závrat a mdlobu a ještě rychleji zadusí než kyselina uhličitá.

Plyn tento jest pravý jed na plíce. Když se tah u kamen uzavře, tu neúplným shořením povstalému kysličníku uhelnatému nemožno komínem ucházet a proto do světnice se tlačí. Že jest hnědle o desítinu lehčí než vzduch, míchá se s ním velmi lehce a od spících lidí vdýchan bývá. Jsa později u větším ještě množství vzduchu přimíchán, počne účinkovati; lidé zemdli, dostávají hlavy bolesti, a nevynesou-li se v čas na čerstvý vzduch, vše se nezkříší. Děti snesou toho dusivého plynu méně než dospělí a proto, je-li u těchto zkříšení těžké, zaplatí děti neopatrnost při uzavírání talu jistou smrtí.

Byl-li někdo tímto plymem udušen, vynesme jej, byť bychom na něm ani té nejmenší známky života nepozorovali, na čerstvý vzduch,

položme jej na zem hlavou a prsoma o něco výše, svlékněme, fofrujme na něj čerstvý vzduch, stříkejme na obličeji studenou vodu, omývejme obličeji, hlavu a krk, třeme za ušima flanelem neb kartáčem ve vodě (lépe v octě) omočeným, jakož i po prsou a na rukou. Nepřestávejme v práci této, byť i déle trvala, a třebas by i namáhání naše marným býti se zdálo, neustávejme přece ubohého pozorovati. I po vzkříšení potřebuje člověk více dní k zotavení a pořáde pôstonává.

### Čpavek.

Čpavek čili ammoniak zvaný ( $H_3N$ ) tvoří se hnitím ústrojných látek, jmenovitě v ovčínech a v stájích hnitím moči. On čpí, kde se vyuvinuje, pronikavě. Když kousek salmiaku ( $H_4NCl$ ), sůl nepřijemně slaně chutnající, posypeme práškem nehašeného vápna  $CaO$ , máme nejčistší vůni čpavku a takový dohání až k slzám ( $2H_4NCl + CaO = 2H_3N + H_2O$  a  $CaCl_2$ ). Tak jej i lučebníci vyuvinují, ale do vody čisté vedou, která ho nadmíru velké množství pochlívá a *vodnatý čpavek* sluje. Smíchá-li se takový čpavek s lilem neb silnou kořalkou, velmi dobře slouží ke kříšení lidí, kteří se udusili dýcháním kyseliny uhličité. Kdo omdlel, přijde brzy k sobě, přivoní-li ke čpavku.

Všecky soli čpavkové jsou léky užitečnými a působí na pocení; v přírodě jsou neméně užitečny k zrůstu rostlinstva. Veškerý dusík přijímají rostliny z ammoniaku a proto si ho rozumný hospodář v mrvě velice váží. Dobře jest hnojnice polévat roztokem skalice zelené neb hodně rozředěnou kyselinou sirkovou, aby čpavek neprechal, nýbrž v ní se udržel, i když se jí mrva poleje a na pole vyveze. Prchá-li do vzduchu čpavek, sráží se deštěm opět a zárodní pole.

### Sirovodík.

Sirovodík ( $H_2S$ ) jest zápachu velmi hnusného. Kdo hnijící staré vejce roztlukl, ucitil zápach tohoto plynu, neboť se hnitím v něm vytvořil. Sirovodík tvoří se všady hnitím látek ústrojných, rostlinných i zvířecích, které síru obsahují; tedy přichází hlavně ve vejcích a v záchodech. Plyn ten jest nad míru jedovatý a vdýchá-li se čistý, smrtí okamžitě.

Vezměme nádobu z obr. 28. a dejme do ní několik kousků síniku železnatého  $FeS$  a něco vody, aby konec nálevky byl pod vodon a nalejme trochu kyseliny sirkové  $H_2SO_4$ . V malé chvíli naplní se síří zápachem smrdutým ( $FeS + H_2SO_4 = FeSO$ , siran železnatý, a  $H_2S$ ), a vedeme-li plyn trubicí do sklenice, do níž jsme dali myš, takřka okamžitě se zadusí. Velmi dobrým prostředkem by proto bylo, kdyby se sirovodík vedl do skryše německých myší.

Z toho je vidno, proč mají se dělníci při výklenení záchodů a káналů ve velkých městech na pozoru míti. Nejednou přišli neprozřetel-

ností takoví lidé o život. Je-li sirovodík hodně se vzduchem smíchán, škodi, ale nesmrtí. Jest-li kdo omdlel vdýcháním sirovodíku, pomáhá se mu přivoněním k chlorové vodě neb k chlorovému vápnu. Kde by bylo v záchodě mnoho sirovodíku, tu se musí roztokem zelené skalice zápach mísni.

Zvláštní jest při sirovodíku, že hoří sám a že ho lučebnici, jmenovitě vodnatého, totiž když se voda tímto plynum nasytí, nevyhnutelně potřebují. Sirovodík černí stříbro, což by se stalo, kdybychom stříbrnou lžici jedli vejce. I kdyby peníz stříbrný náhodou padl do záchodu, zčerná. V podobných případech čistí se věci stříbrné kuchyňskou solí.

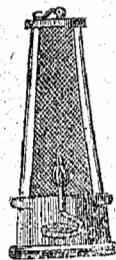
### *Uhlovodík lehký.*

Uhlovodík lehký ( $\text{CH}_4$ ) má své jméno odtud, že jest jen polovičku tak těžký jako vzduch (0·56) na rozdíl od uhlovodíku těžkého ( $\text{C}_2\text{H}_4$ ), který má hustotu 0·978. Oba plyny tvoří s něco kysličníkem uhelnatým a volným vodíkem *svítíplyn*.

Uhlovodík lehký tvoří se ve vodách stojatých a v bahnech hnitím rostlinných zbytků, a proto slove také *plyn bahnatý*. On hoří plamenem bledým, nažloutlým. Na některých místech se ho vyvinuje tak velké množství, že jedenkráte byv zapálen, stále plamen udržuje, jako jsou tak zvané svaté ohně u města Baku u Kaspického moře v Asii.

V některých uhelnách (uhelných dolech) vyskytuje se množství tohoto plynu a proto i *báňský plyn* sluje. Protože jest bezvonné, neprozrazuje svou přítomnost zapachem, za to ale mnohem horší vlastnosti. On totiž, míchá-li se se vzduchem a zapálí-li se smíšenina kahanem hornickým, způsobuje strašný výbuch, jímž se nezřídka i doly sesypou a mnoho ubohých horníků o život přijde. Pro tuto nebezpečnou vlastnost sluje uhlovodík lehký u horníků *bící větry*.

Aby se neštěstí takové předešlo, vynášel Davy (čti Devy) pro horníky *lampu bezpečnou*. (Viz obr. 29.) Jest to lampa obyčejná na olej, jejíž plamen jest úplně drátěnou sítí jako válcem obalen. Přijde-li horník ráno se svým bezpečným kahanem do uhelných dolů, vniká smíšenina vzduchu s uhlovodíkem lehkým drátěnou sítí k plamenu a zapaluje se, pročež plamen plápolá, ale síť železnou jakožto dobrým vodicem se ochlazuje, tak že plamen ven proraziti a ostatní smíšenímu mimo síť se nalézající zapáliti nemůže. Tu horník má dosti času se vzdáliti, aniž by k úrazu přišel. A kdyby zůstal v dolech, tu by se i později drát přepálil a všechn plyn smíšený se vzduchem zapálil. Kdyby i to se nestalo, zadusil by se horník, neboť plyn ten dýchání nepodporuje.



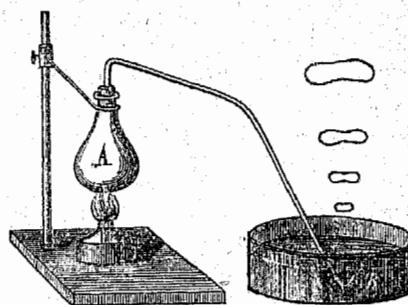
(Obr. 29.)

I *svítíplyn* se zapaluje strašným výbuchem, jestli nedopatřením z roury rozpuklé neb špatně uzavřeným kohoutkem v síni ucházeti a se vzduchem se smíchat může.

### Fosforovodík.

Fosforovodík ( $H_3P$ ) zapáchá hnusně po hnilých rybách a tvoří se bezpochyby jich hnítím. Když zahříváme fosfor v louhu mydlářském (žírávé draslo) v baňatce *A* úplně až po zátku naplněné (obr. 30.), vyvinuje se fosforovodík, který vede-li se rourkou do nádoby *B* vodou naplněné, v bublinkách prchá a na vzduchu sám od sebe se v bílý, jasný plamének při slabém vybuchnutí zapaluje, od něhož bílý dým v podobě kroužků vždy více se šířících vystupuje.

Má se za to, že jest fosforovodík původcem tak zvaných *bludíček* čili *světýlek*, které v močálovitých a bahnitých místech za tmavých nocí, nejčastěji podzimkových, lidé brzy tady brzy onde vídají a pak mnohem strašněji si je vykládají než skutečně jsou. Světýlka bývají viditelná na několik okamžíků, i třeba po  $\frac{1}{4}$  hodiny, a dle větru se i pohybují. Fosforovodík ale hoří náhle a proto bezpochyby se zapaluje od fosforovodíku uhlovodík lehký, který, jak známo, také v balnech se tvoří a hořlavý jest. I také na některých hřbitovech světýlka taková vídána bývají, která pověrčivým lidem domnělými strašidly se býti zdají. Světušky svítí jen v noci, protože za dne jejich slabé světlo mizí proti jasnosti denní, tak jako i hvězdy vídáme až za noci.



(Obr. 30.)

### Hoření.

Jako jest k dýchání lidí a zvířat čistého vzduchu potřebí, tak také k tělesům hořlavým, mají-li hořeti, teplo a světlo vydávat, musí stále čerstvý vzduch přistup mít. Čím více vzduchu k plamenu se přivádí, tím tělesa jasněji hoří, a kdyby čistý kyslík k nim přistupovati mohl, hořela by, jak nám již povědomo, nejjASNĚJI. Kdybychom téhož účinku jasnosti plamene jako s čistým kyslíkem docíliti chtěli, muselo by k plamenu pětkrát tolik vzduchu přistupovati, a to proto, poněvadž jen pátý díl kyslíku ve vzduchu obsažen jest.

V životě však o to se jedná, abychom si co možná jasný plamen a to beze všeho vyvinováu kyslíku připravovali. Toho docílíme u lamp skleněným válcem; plamenem se vzduch ohřeje, roztahne a takto lehčí než studený vzduch mimo válec rychle nahoru stoupá. Místo, odkudž byl zahřátý vzduch vystoupil, prázdné zůstatí nemůže, a tudíž studený, nový vzduch dolem k plamenu opět přistupuje, který pak, byv stráven a zahřat, rychle zase odchází. Komínkem válcovitým usnadní se rychlejší

proudění vzduchu, tedy rychlejší přivádění kyslíku k plamenu, čili silnější tah a tudiž i jasnější světlo.

Totéž máme u komínů, které k vůli jasnému hoření ke kuchyním se přidělávají, aby v nich tak jako ve válci u lampy strávený a v kyselinu uhličitou proměněný kyslík s dusíkem rychle odcházel a na jeho místo ze zdola k plamenu čerstvý vzduch přistupovati mohl. Je-li tah špatný, zvýší se komín. Nesmíme si ale mysliti, že by snad hodně vysoký komín u obydlí více prospěl než nízký. Není-li plamen veliký, jest vysoký komín neprospěšný, protože by v něm plyny, dříve než by z komína vyjiti mohly, na takový stupeň jako vzduch zevnější se ochladily, a tudiž na nižší pod nimi se nalézající plyny tak právě jako dole pod plamenem nově přišly studený vzduch tlačily. Kde veliký oheň se udržuje, jako na př. v továrnách, způsobí se prudký tah vysokým komínem. Výška komínů musí tedy dle obyčejné velikosti plamene se řídit.

Kde se jedná o velmi veliké množství přistupujícího vzduchu (při vysokých pecích na vyrábění litiny a železa kujného), kterého by se tahem nedocílilo, přivádí se kyslík k plamenu rozličně zařízenými stroji. K tomu účelu má kovář i zámečník měchy dvojitě či složené. Jednoduchých měchů používáme i k rozdělání ohně z dřevěného uhlí; větší množství vzduchu přivádíme i vějířem z per k plamenu.

Při slabém tahu hoří palivo špatně, a při úplném uzavření otvorů, kterými vzduch prouditi má, oheň zhasne. Uzavřeme-li popelník neb zacpe-li se rošt i dvířka u kamen neb plotny, oheň se udusí. Třeba by dvířky u plotny volně vzduch přistupoval, nemůže přece palivo jasně hořeti, je-li rošt zacpán. Vzduch musí ze zdola pod plamen prouditi, aby se dokonale strávil, a nikoli snad shůry přicházeti, neboť by homoho na ujmu paliva pouze zahřatého a nestráveného kominem vyčázel. Dvířka plotny musí dobré přilehati a hojnost vzduchu k plamenu roštěm přicházeti, má-li plamen vydatně účinkovati; proto před každým topením vyhořelé uhlí a popel z rostu jakož i z popelníka odstraniti se musí.

Hoří-li saze, ucpe se hořejší otvor komínu, aby se tah uzavřel, a vzduch přístupu neměl. Když hoří v uzavřeném prostoru, jako ve sklepě neb v příbytku, dobré jest zavřít i okna ucpati, aby vzduch čerstvý nepřistupoval. Vzejme-li se máslo, pohází se popelem, moukou neb zemí, čímž se plamen udusí. Proto má každá hospodyně při převařování másla mouku při ruce, děje-li se to ještě v lesnatých krajinách na ohniště, aby se máslo zahoditi nemuselo. Lucerna za chvíliku zhasne, zacpe-li se otvor u komínku.

Poleje-li se hořící palivo vodou, utvoří tato na něm tenkou vrstvu a tak přístup vzduchu zabraňuje. I protože se voda horkem vypařuje, děje se to na ujmu tepla plamene. Jestli se málo vody na velký oheň nalije, tu se voda rozkládá v kyslík a vodík; kyslík hoření podporuje a vodík sám hoří. Proto kovář a někdy i hospodyně uhlí kamenné kropí. Není-li při ruce vody k hašení plamene, poházejme oheň pískem, zemí anebo v dostatečném množství by se i drtinami, řezankou vzduchu přístup

k plamenu zamrazil a plamen udusil. Hoří-li šat na člověku, strhejme jej s něho aneb člověka přikryjme houní a dobré přitlačme na něj, aby vzduch neměl k hořícímu šatu přístupu. Jen žádné vody nesmíme použít, protože by se rány na těle zhoršily.

*Má-li jakékoli těleso hořeti, musí, jak se samo sebou rozumí, samo hořlavou býti a musí se na jistý stupeň tepla přivésti, aby s kyslíkem slučovati se mohlo.* Dřevo při obyčejném teple zůstane na vzduchu nezměněno; suší-li se dlouho na plotně neb přivede-li se třením (divochové trou dva kusy o sebe) na onen stupeň tepla, při kterém schopno jest s kyslíkem se slučovati, počíná hořeti. Dřívka sirková namáčejí se do síry a pak do kašičky fosforové, aby se od fosforu hořícího nejprv síra vzejmula a tímto hořením dřívko tak ohrálo, aby s kyslíkem vzdušným se slučovati a hořeti mohlo. Požár se umírnuje, rozházejí-li se hořící trámy, protože se tím ochladí a sloučení s kyslíkem poněkud ruší. Uhlí kamenné hoří jen v hromadě; rozházené uhasne. Svíčka zhasne fouknutím, protože se plamen příslšným proudem vzduchu ochladí. Kouličku olověnou můžeme v tenkém papíru nad kahanem lžíkovým roztopit, musí ale papír úplně přilehati. Olovo jest totiž dobrým vodičem tepla a tudíž ho papíru ubírá, tak že nemůže na takový stupeň tepla se vyhřát, při kterém by hořeti mohl. Z tétož příčiny i nit na drát navinutá a do plamene postrčená nehoří. Také proto i voda v papírové nádobičce se vaří, aniž by papír shořel.

Spatně-li uhlí, dříví, olej v lampě, svíčka atd. bud pro neúplný přístup vzduchu neb pro nedostatečné zahřátí hoří, vystupuje mnoho kouře (t. jemnouneké uhlí se zahřatým vzduchem) a hrubší částky uhlí pode jménem *saze* na stěnách se usazují. Čím jasněji palivo hoří, tím méně vychází kouře a tím méně sazí se usazuje. Mokré dříví vydává mnoho kouře, protože voda hořením vypudití se musí, což na ujmou výhřevu se stává. Dříví hoří tím lépe, čím je sušší.

Která tělesa při malém již teple snadno s kyslíkem se slučují, vzejmou se brzy. Fosfor, který se pro svou hořlavost ustavičně pod vodou chovatí musí, chytne i na teplé ruce, když se málo tře; lží se vzejme, přistrčíme-li sirku rozžatou k němu. Mnohá tělesa hoří jen při velkém zahřátí a přistupuje-li k nim velmi mnoho vzduchu, u př. koky (t. j. z kamenného uhlí pálením nabýlé uhlí). Takové palivo vyzvouje veliké horko; proto koků ve vysokých pecích se užívá, kde uhlí dřevěného není. Zahřávání vzduchu, který k vůli velkému výhřevu strojem k plamenu se žene, jest velmi výhodné. Plamen o tu částku tepla, které se na ohřátí přistouplého vzduchu potřebuje, větší výhřev poskytuje.

Při hoření dřeva, svíček, uhlí kamenného vyzvoují se z paliva hořlavé plyny, které s kyslíkem se slučují a spalují, teplo a světlo vydávají. Plyny tyto jsou hlavně těžké a lehký uhlovodík, které při hoření z paliva vystupují a na povrchu, kde se vzduchem se stýkají, hoří. U ploten a kamen, kde vzduch rostem ze zdola k plamenu proudí, a u lamp, u kterých dutý okrouhlý knot bývá, jehož vnitřkem také vzduch k plamenu přichází, hoří plyny i uvnitř.



(Obr. 31.)

Prostor, v kterém z hořlavého tělesa hořlavé plyny se vytvářejí, jest *tmavý* a málo teplý, jak to a v plamenu svíčky (obr. 31.) naznačuje. Podle tohoto jest prostor *b mnoho světlý*, v němž se z těžkého uhlovodíku při proměňování se v lehký uhlovodík uhlík vylučuje a v plamenu žeravý splývá. Posléze jest podle světlého prostoru velmi *horký* prostor, v němž lehký uhlovodík s kyslíkem ve vodní páry a v kyselinu uhličitou shoří.

Když do plamene hustou síť drátěnou položíme, uzříme na ní tmavé místo rozpáleným kruhem obroubené.

Plamen bývá vždy podoby špičaté, neboť čím výše z hořícího tělesa plyny vystupují, tím více jich hořením ubývá, tak že nejvýš jest jich nejméně a plamen nejužší. Topí-li se kamenným uhlím, vycházejí z počátku plyny a hoří plamenem, dále ale uhlí jen svou žeravostí horko a světlo vydává.

### Zahřívání vzduchu.

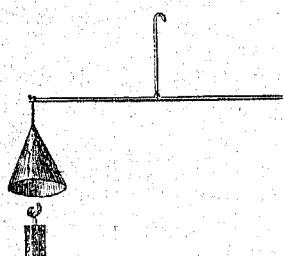
U roztažitelnosti slyšeli jsme, že se vzduch zahříváním roztahuje. A když se roztahuje, musí se i lehčím státi. Udelejme si kornout z páru a na drát zavěsme, jak obr. 32. ukazuje, tak aby byl drát jako

vážky v rovnosti. Podstrčíme-li plamen lítového kahanu pod kornout, ihned se tento značně vyzdvihne. Proto i hráčka s papírovým hadem se točí. Kouř, totiž jemné nespálené uhlíčko, komínem ven se nese, protože od ohně oteplené plyny nahoru vystupují. Když se tyto ochladí jako ostatní vzduch, tu teprve uhlíčko spadává a kouř řídne.

Zatopíme-li v kamnech, zahřívá se nejprve vzduch jiní nejbližší, který se rozšířuje a jsa takto lehčí, vzhlíru stoupá, což i na pohybování pavučiny nad kamny viděti možno.

Na jeho místo přichází ke kamnům od podlahy vzduch studený, a když se i tento otepí, vystupuje a vrstvy vzduchu před sebou ke stropu poskrkuje; zahřatý vzduch vzdaluje se od kamen a studený přistupuje na jeho místo. Z toho nahlédneme, že teplomér blíž stropu vyšší teplotu ukazuje než u podlahy; čím jest vyšší pokoj, tím větší rozdíl teploty jevit se musí. I vydýcháne oteplené plyny nahoru stoupají a proto jest o slavnosti v přeplněném kostele na kruchtě, jakož i na přístropí v sále nebo divadle velké horko.

Otevřeme-li dvěře u světnice, musí ze zmíněných důvodů teplý vzduch horem ucházeti a studený spodem blíže praliu dovnitř prouditi. O tom přesvědčiti se můžeme, když rozžatou svíci při otevřených dve-



(Obr. 32.)

řich na práh postavíme; plamen do světnice plápolá. Držíme-li svíci hodně vysoko, plápolá plamen ven. Spouštíme-li svíci pomalu s hora dolů, plápolá plamen ven, avšak pořáde slaběji, až někde u prostřed dveří brzy ven brzy do vnitř se nahýbá. Dáváme-li svíčku ještě níže, pozorujeme plápolání plamene více do vnitř a na prahu pak nejvíce. Když jest v zimě světnice vytopena a venku na chodbě zima, velmi dobré se tímto spůsobem o proudění rozličného teplého vzduchu přesvědčíme; v letě se to pro menší rozdíl teploty tak nápadně nejeví. Postavíme-li svíci před vytopená kamna, kloní se plamen ke kamnům a blíz stropu od nich; daleko od kamen je téžko pro malý rozdíl tepla tento úkaz pozorovati. Studený vzduch číší spodem dveří a oken do síně a borem ze síně. V zimě se vyvětrá rychleji pokoj než v letě, protože rozdíl mezi teplem zevnějším a vnitřním jest značný. Parníky v sálech a ve školách zařizují se blíz stropu, aby se vzduch čistil.

Aby při vysokých světnicích značný rozdíl tepla u stropu a u podlahy nebyl a proudění snadnější bylo, dávají se ke kamnům pláště, totiž široké válce plechové, u nichž otvorem u podlahy kolem kameu studený vzduch přistupovat a nahoře zahřatý odcházeti může. Kamna, tak zvané kodymeky, mají tu výhodu, že jimi blízko podlahy se vzduch vyhřívá; čím jest topení u obyčejných kamen vyšší, tím jest podlaha studenější. Vytaření kamen zevnitř pokoje má velkou výhodu k vůli čistění vzduchu; prouděním přichází strávený a škodný vzduch do kamen a při otevření dveří jakož i skulinami čistý vzduch do příbytku.

Na proudění vzduchu zakládá se návod k *topení ohřatým vzduchem*. Při tomto topení jsou kamna mimo příbytky ve zvláštní komoře, od nichž zahřatý vzduch rourou as jedlen sáli od podlahy vysoko do světnice se přivádí, která ohřátá býti má; druhou rourou blíz podlahy ze světnice studený vzduch zpátky ke kamnům se odvádí. Tak se může i více příbytků (kancelářů) otepilit; tímto ale vzduch velmi vysychá a aby potřebné vlhkosti měl, která zdraví taktéž potřebna jest, může se houbou ve vodě omoučená k rouře připevnit.

### Větry.

Jako v příbytku tak i pod širým nebem povstává proudění vzduchu, které jmenujeme dle prudkosti *vánek*, *vitr* nebo *vichr*. Přičinou proudění toho bývá nestejně teplo. Při požáru povstává vítr, protože ohněm vyhřatý vzduch uchází do výšky a na jeho místo proudí ze všech stran jiný, studený.

*Přímořské čili pobřežní větry*. Po východu slunce vane od moře na pevnou zemi z počátku slabý, až odpoledne nejsilnější větřek, tak že dobré se pocítí. K večeru se zase mírní a na večer je ticho; dále v noci obrací se vzduch a vane zase od země k moři.

Přičinou toho jest nestejně zahřívání a chladnutí země i vody. Země se více za dne vyhřeje než voda; proto vzduch proudí nahoru

a horem k moři a dolem na jeho místo přichází jiný vzduch od moře. V noci se opět země více ochladí než voda, a proto proudí vzduch od země dolem k moři a od moře horem k zemi.

Také u lesa pocitujeme slabý věterek z lesa vycházející, protože je v lese chladněji než v širém poli.

Při požáru i u lesa a na břehách mořských pozorujeme jmenované větry, když je jiný silnější nepřekonává.

*Pasátní větry.* Na rovníku jest největší horko a proto tam vzduch oteplený velmi vysoko vystupuje. Část ho obrátí se k severu a část k jihu, neboť od severní i od jižní točny přichází na jeho místo studený dolem. V každé polokouli máme tedy dva hlavní proudy vzduchu směřující od rovníku k točnám a od točen k rovníku.

Takové hlavní proudy bychom měli, kdyby země stála. Na rovníku země rychle se točí a dále k točnám zdlouhavěji. Proto hořejší proud od rovníku při otáčení se země od západu k východu přichází v krajiny zdlouhavěji se točící a proto se odchyluje k severovýchodu, jako by si nadbíhal a přicházél od jihozápadu. Naopak od točen k rovníku proudící vzduch přichází z menší rychlosti do větší, totiž do krajin rychleji se pohybujících a tudíž zůstává pozadu; on přichází vlastně k nám od severovýchodu a ubírá se k jihozápadu. Spodní proud vzduchu, kterého si hlavně všímáme, jest *severovýchodní* a svrchní od rovníku směřující proud jest *jihozápadní*.

Severovýchodní vítr jest stálý; na něj se mohou plavci z Evropy do Ameriky plovoucí úplně bezpečiti. Angličané proto plují až ke Kanarským ostrovům, nemají-li parolodí, odkud teprve severovýchodním větrem do Ameriky pouhým zařízením plachet plouti mohou. Tímto větrem připloul Columbus také do Ameriky.

Při plavbě z Ameriky musí plavci nejprv asi 100 mil k severu plouti, neboť proti větru jest to nemožno, a odtud teprve na východ do Evropy. Tak to i převozníci dělají, když je řeka rozprouděna. Také tak ploul Columbus z Ameriky.

Jihozápadní svrchní proud vzduchu táhne od rovníku příliš vysoko, dále ale stále se ochlazuje, tedy stlačuje a suižuje, tak že se v mírných krajinách našich s proudem severovýchodním setkává, v letě něco dál k severu, v zimě něco blíž k jihu. Tu arcíl nastane půtka, v které má brzy ten brzy onen nadvládu, až slabší silnějšímu ustoupí. Někdy staví jeden druhý a je klid, jindy z toho i víry (o nichž nížeji) povstávají. Od toho máme pak ty nejrozmanitější směry větrů. Také k rozmanitosti větrů i narážení jich na polohu, vrchy, hory a města mnoho přispívá. Odvětví severovýchodního větru táhnou dolem, odvětví jihozápadního horem a proto jihozápadní vítr u nás dolů padá. Severovýchodní vítr jest vždy chladnější než jihozápadní, ale v letě přece dost teplý, neboť i v severu toho času jest leto. Kdyby jihozápadní nepřinášel mnoho par, byl by ještě teplejší, než skutečně jest.

Jihozápadní vítr bývá prudký, protože přináší mnoho par, tudíž i větší prostor potřebuje a na své cestě se pak zúžuje. Severovýchodní

vítr se naopak rozšiřuje a proto obyčejně zdlouhavěji vane. Jihozápadní vítr dále páry ztrácí a když se bere opět zpátky k rovníku, nepotřebuje tolik místa jako dříve. Proto u nás bývají jihozápadní i západní větry častější než severovýchodní.

*Tišina a vir.* Severovýchodní vítr sbíhá se na rovníku s jihozápadním s jižní polokoule, jakoby oba od východu přicházely. Zde zase vzduch příliš velkým oteplením vystupuje rychle nahoru a tudiž oba pasátní větry své síly pozbyvají a zároveň přijímají rychlosť země. V takových končinách, které jsou vždy něco nad rovníkem, neboť severní polokoule pro větší množství pevné půdy vždy více se vyhřeje než jižní, nastává úplné ticho, bezvětří čili tišina. Plavci takových moří, na nichž tišina panuje, nemilují, protože pouze plachtami z místa hnouti se nemohou.

Často musí oba pasátní větry nahraditi tolik vzduchu, mnoho-li ho příliš rychlým vystupováním ubylo. Stává se to často tak velkou silou, že se o sebe tak tlačí, až jeden dostane převahu a oba do velikánského kola točiti se počnou, což *vir* způsobuje. Není nic hroznějšího nad tyto výry, které i koráby rozdrtí a vodu vysoko sebou v podobě sloupů vyzdvihují.

Také u nás před bouřkou povstávají výry, když dva proudy vzduchu do sebe vrazí a jmevitě prach po silnici a listí, peří a všecky lehké věci v kotouči zdvihají. Výry rychleji do výše než na délku se polibují. Tím způsobem i kouř z komína vystupující se točí. Rovnoženoucí prudký vítr dost škody v lesích a na domech nadělá, nikdy ale ne tak jako *vir* ve velkém povstalý.

*Užitek větru.* Ve městech velkých nahromadí se mnoho zkažených výparů dýchání i ze záchodů povstalých. Kdyby větru nebylo, tu by vše puchem hynulo a nakažlivé nemoci i mor by povstaly. Větry mírné horko krajin rovníkových i také zimu krajin severních, neboť od rovníku přichází horem vzduch k severu a od severu dolem k jihu. I u nás denní vedro vánkem se mírní. Vítr žene koráby i větrné mlýny a napomáhá také v rostlinstvu, že roznáší květný prášek (pyl) po rostlinách dvoudomých.

Největšího užitku větry tím poskytuji, že k nám z moře přinášejí vodní páry. Kdyby větru nebylo, u nás by málo pršelo, neboť by páry z moře pouze do výše vystupovaly a zase dolů do moře pršely. V našich krajinách, a vůbec na pevné půdě, je příliš málo vody a tu by také jen tak málo příseti mohlo, že by to pro půdu nikterak nedostačilo. Vítr z moře páry bere a k nám je přináší.

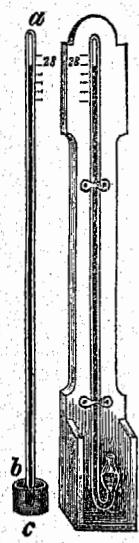
Nemálo užitečny jsou větry severovýchodní, které nejvíce v březnu, kdy bývá půda příliš vlhká, panují; ony totiž obsahují příliš málo par a proto vysušením polí rolníkovi velmi prospívají, že může brzy na jaře sítí.

Ačkoliv prudký vítr (vichr) vyvrácením stromů lesních a poroucháním obydli velké škody způsobí, přece musíme z předešlého velký prospěch větru uznati.

### Tlak vzduchu.

Země přitahuje k sobě vzduch jako všecka pevná a tekutá tělesa; proto tlačí vzduch na zemi a vůbec na vše, co se na ní nachází.

O tlaku vzduchu následovně se přesvědčíme. Naplňme rourku skleněnou (obr. 33.) tříčet palců dlouhou a na jednom konci *a* zatavenou zcela rtutí, ukazováčkem otvor *b* píkryjme, pak obraťme a do malé nádoby *c* něco rtuti naplněné svisno postavme. Jakmile prst odstrčíme, sníží se rtuť a jen as 28" zvýší v rource jí zůstane. Proč všechna nevyteče ven? Protože vzduch se strany *a* žádný tlak způsobiti nemůže, nýbrž jen s druhé strany *b* na rtuť v nádobě tlačí. Máme-li k tomuto pokusu rourku s kohoutkem u konce *a*, sklesne rtuť hned, jakmile kohoutek otočíme a vzduchu i s té strany ke rtuti přístup možným učiníme. V čas potřeby i dobře měchýřem konec rourky *a* ovázaný, a tedy nezatavený, propíchnouti se může, aby vzduch přistupovati mohl.



(Obr. 33. a 34.)

Tlak vzduchu je značný, neboť se jím udržuje rtuť ve výšce 28" vysoko, třeba i rourka hodně široká byla. Toto platí jen těsně, je-li prostor nad rtutí v rource úplně vzduchoprázdný; je-li rourka méně než 28" vysoká, zůstane úplně rtuti naplněna, což se i stane, když se rourka tříčet palců vysoká nahýbá. Výška rtuti se měří vždy svisnou přímkou, protože vzduch také tlačí svisno.

Vezmeme-li místo rtuti vodu, může být rourka 32' vysoká, protože jest voda  $1\frac{1}{2}$  krát lehčí než rtuť, a celá zůstane naplněna; je-li delší, zůstane prostor nad 32' prázdný (viz pumpu na zdvíví).

*Tlakoměr obecný.* Kdyby rourka rtuti naplněná na konci otevřeném, jak obr. 34. ukazuje, ohnuta a v nádobičku v podobě hrušky rozšířena byla a pak stupnice na palce rozdělenou se opatřila, měli bychom *tlakoměr* (Barometer), jehož se může k měření tlaku vzduchového použít, ale nejčastěji k prorokování povětrnosti užívá. Čím výše bychom na vrchy s takovým tlakoměrem vystupovali, tím více by rtuť v rource klesala. Příčina toho jest ta, že na horách vzduch rozředěný méně na rtut tlačí než v nižinách. Rtut musí být čistá pro tlakoměr a trubice ne-příliš tenká, nejméně  $1\frac{1}{2}"$  tlustá, aby spojivost (stlak) nevadila, ale nemusí jako na teploměr výsadě úplně stejněho průměru být.

U tlakoměru musí se výška sloupce rtuti od povrchu jejího v nádobičce měřiti, neboť jen tato vzdálenost obou povrchů od sebe pochází od tlaku vzduchu. Je-li stupnice upevněna, tu měříme výšku rtuti neprávě, neboť bod nuly, od kterého počínáme měřiti, jest stálý, ale rtuť, klesne-li v sloupci, zase v nádobičce vystoupne, a oč vystoupí, to bychom vlastně měli odpočisti od naznačené výše, protože se jeví tlak vzduchu

větším, než skutečně jest. Jestli rtuť v sloupci stoupá, tu bychom měli k naznačené výšce rtuti ještě to, oč v nádobičce klesne, připočísti, protože se jeví naznačený tlak vzduchu menší, než skutečně jest.

Kdyby byla nádobička tak úzká jako trubice, vždy by v ní rtuť tak vystoupila, jako by v trubici klesla i obráceně. Zde by byla vždy chyba veliká. Aby byla tedy chyba malá, proto se udělá nádobička široká a čím širší je, tím je menší chyba, neboť klesající rtut ze sloupce na veliký povrch se rozšiřuje.

Jmenovaný tlakoměr slouží hlavně k prorokování povětrnosti a proto má pouze nejvyšší část stupníku od 26" až do 29" naznačenou. Je-li vzduch parmi nasycen, je řidší a proto méně na rtut tlačí; je-li vzduch suchý, obsahuje-li jen málo par, je hustší a proto více tlačí. Padá-li tedy rtut v tlakoměru, soudíme proto na deště, a stoupá-li, očekáváme krásné počasí. K tomu účelu bývá naznačeno při  $26\frac{3}{4}$ " bouřlivu, při 27" stálý dešt, při  $27\frac{1}{4}$ " dešt a vítr, při  $27\frac{1}{2}$ " proměnlivo, při  $27\frac{3}{4}$ " jasno, při 28" stálé jasno a při  $28\frac{1}{4}$ " velké sucho.

Jižní větry přes středozemní moře a západní větry přes atlantické moře k nám příslé přinášejí mnoho par, a proto se předpovídá při teplých větrech jihozápadních, při kterých tlakoměr padá, dešt. Ze severní a východní větry daleko k nám přes pevnou půdu přicházejí, přinášejí málo vodních par, pročež při chladných větrech severovýchodních, při kterých tlakoměr stoupá, obyčejně na pěkné počasí soudíváme. Toto padání a stoupání rtuti má s proměnami počasí něco společného, nikoliv ale tak jistého, aby vždy určitě příští počasí předpovídati se mohlo.

*Výška vzduchu.* Již z té okolnosti, že vzduch jako všecky plyny stále roztahovat se snaží, soudíti můžeme, že ve výšce řidší býti musí. Této snaze vzduchu, ustavičně se roztahovat, staví se jeho tíže na odpor; každá částice vzduchu jest těžká a čím bliže zemi, tím více přitahována bývá. Mimo to na vzduch nejbliže zemi se nalezající vzduch nad ním spočívající svou váhou tlačí; čím výše jest vzduch, tím méně ho země přitahuje.

Výška vzduchu nad zemí nedá se tak lehce udati; proto panují o ní rozličné náhledy. Někteří se domnívají, že dosahuje až 10 mil, jiní docela až 27 až 40 mil vysoko. Ve výšce jedné míle jest již vzduch tak rozředěn, že tam žádný živočich žít nemůže, a ve výšce pěti mil jest tak řidounký, že se nedá žádným umělým strojem (vývěvou) tak rozrediti. Počtaři výšku vzduchu podle zvláštního počtu z té okolnosti vypočítávají, že čím výše tlakoměrem na vysokou horu přicházíme, tím také více rtuť padá, totiž že vzduch do výše stále řidší jest.

*Tlakoměr dvouramený.* Podle toho se může i výška hory tlakoměrem určiti, jak se to již také nyní výhradně děje. Musí to ale tlakoměr řádný, spolehlivý být. K tomu účelu slouží *tlakoměr dvouramenný* (obr. 35.), který má místo nádobičky rourku tak širokou jako jest první a stupnice pohyblivou. Zde se vždy nula stupnice právě podle výše rtuti v nižší trubici postaví. Protože se teplem rtuť roztahuje, musí se

i na teploměr, který k tomu účelu s takovým tlakoměrem spojen bývá, přihlížeti.

Na tlakoměr k vypočítávání výšky par jest zvláštní pouzdro ku přenášení ho zařízeno. Tlakoměr každý staví se svino, ale přenáší se v důstatečném naklonění, aby vzduchoprázdný prostor rtuti se vyplnil a rtut tedy se ne-házelá, sice by vzduch skrz ni do něho vniknouti mohl. Při dvouramených tlakoměrech bývá i to zvláštní zařízení, že se rtut ucpe, aby před pohybováním při přenášení se chránila.

Zkoušením se dokázalo, že výškou 73' tlakoměr o 1'' nebo při  $146^{\circ}$  výšky o 1'' padá. Kdyby se u paty a na vrcholu hory výška rtuti na tlakoměru poznámenala, našli bychom výšku hory v stopách, kdyby se rozdíl výšky rtuti obou míst v čárky proměnil a 73 násobil.



(Obr. 35.)

*Tlak vzduchu na tělo.* Lidé na vysoké hory stoupající brzy se unaví a těžko dýchají, protože nemohou najednou tolík vzduchu rozředěného, vdýchat jako hustého u paty hor. Mnohým bublinky z uší vycházejí a píchání dostávají; jiným teče krev z úst, z uší, ano krev se objevuje i v očích, což pochází od toho, že tam vzduch řídký netlačí na tělo tak jako v rovinách. Tak i za sychravého počasí nám není volno, protože vzduch parami přesycen jest a poměrně méně kyslíku obsahuje, pak že jest vzduch řidší než obyčejně a tudíž vzduchu v prsu nedrží rovnováhu;\*) vlnký vzduch skličí i nervovou soustavu.

Vzduch na tělo značně tlačí, což z výše rtuti v tlakoměru, kterou tlak vzduchu způsobuje, vypočisti můžeme. Váha rtuti kostkového palce jest hnadle  $14\frac{1}{2}$  lotu a váha  $28$  palců  $28 \times 14\frac{1}{4} = 399$  lotů, skoro  $12\frac{1}{2}$  libry. Vzduch tlačí tedy na čtverečný palec skoro  $12\frac{1}{2}$  librami, na čtverečnou stopu 144krát tolík, skoro 1800 liber, a má-li člověk povrch 12 stop čtverečních, účinkuje na něj tlak vzduchu  $1800 \times 12$  skoro 21600 liber neb 216 centů, co se zdá zajisté k výře nepodobno. My tento tlak ovšem necítíme a snadno také sneseme, protože účinkuje se všech stran stejně a že se mu vzduch v plízcích a tekutiny v těle na odporn staví. Voda je těžká a přece, když se koupáme a hluboko potopíme, necítíme tlaku jejího, třeba mnoho tisíc centů se shora a se stran na nás tlačilo, protože na všecky části těla stejně tlak účinkuje. Je-li tlak vzduchu větší než obyčejný, jako u př. v potápěcích zvonech, tu pocítí lidé velkou obtíž v uších.

\*) Když dvě stejné síly proti sobě účinkují, ruší se jejich účinek a my pravíme, že si drží rovnováhu.

### Rozředování a zhuslování vzduchu.

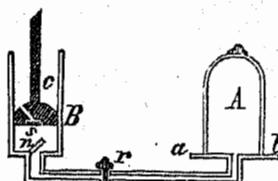
Vývěva rozředovací (obr. 36.) jest zde v jednoduché podobě vyobrazena, aby se suáž v celku všemu porozumělo. Při tomto stroji přilehlá skleněná nádoba (poklop či recipient) *A*, v které se vzduch rozřediti má, na hladký talíř *ab* tak, že žádný vzduch zevnější do ní vniknouti nemůže. V široké skleněné rouře *B*, která *bota* sluje, jest úplně přilehající píst *C* se zámyčkou *s*, která jest tak zařízena, aby vzduch zevnější nemohl do vnitř do boty, ale aby mohl z ní ven. Talířem procházejici rourka spojuje recipient s botou a končí zámyčkou *n*.

Vytáhne-li se píst *C*, zavře se v něm zámyčka *s* a vzduch pod ním i v celé rouře a pod skleněnou nádobou při otevřené zámyčce *n* se rozřídí, protože vzduch v nádobě a v rouře obsažený větší prostor, totiž i ten pod pístem zaujímá. Tlačí-li se píst do boty, stlačí se vzduch pod ním a zámyčka *n* se zavře, tak že zpátky do poklopu (recipientu) více nemůže, nýbrž zámyčkou *s* ven nad pístem uchází. Ve vnitř zůstane vzduch rozředěný a proto nádoba *A* na talíři tlakem vzduchu zevnějšího pevně drží. Když se po druhé píšť nahoru táhne, rozšíří se vzduch z *A* a z roury zase v prostoru pod pístem, čímž se opět rozřídí. Častým opakováním této práce by se vzduch rozředil tak, že by žádný živočich pod sklenicí žiti nemohl, což se velmi dobře na vrabci dokáže.

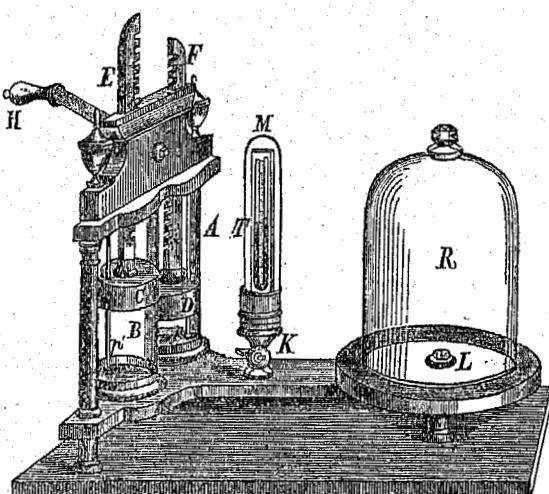
Chceme-li nádobu *A* zvednouti, musíme kohoutkem *r* vzduch do vnitř vpustiti. Vzduch se nemůže z nádoby *A* docela vyčerpati; je-li již v *A* a v rource spojné tak rozředěn, že zámyčku *n* při vytaženém pístu otevřít nemůže, přestává všecko rozředování.

K vůli pohodlnému rozředování vzduchu používáme vývěvy v obrazu 37. znázorněné, která má dvě boty *A* a *B* a dva písty *C* a *D*, jak to při lepších strojích obyčejně bývá. Písty vytahují se pomocí ozubeného kola ve spojení s pákou *H* a pomocí ozubených tyčí *E* a *F* s písty spojených, jak to vše v průřízu na obr. 38. vidíme.

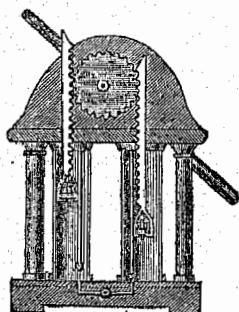
Zde máme hlavně ten rozdíl, že zámyčka *n* z obr. 36. má podobu zátek kuželovitých, které otvory rourky spojné od recipientu *R* uzavírají neb otevírají. K těmto kuželovitým zámyčkám čili ventilům jsou přidělána bidélka *p* a *p'*, která písty *D* a *C* neprodryšně procházejí. Právě pod výkem bot mají bidélka čipky, aby se jimi naražením o výko při vytahování pístů jen poněkud ventily povytáhly. Stlačí-li se píst v jedné botě dolů, stlačí se i bidélko a ventil se uzavře, pročež vzduch nemůže nazpět do recipientu, ale pod pístem stlačený otevří si zámyčku v pístu se nalézající (které není zde viděti), aby mohl ven projít.



(Obr. 36.)



(Obr. 37.)



(Obr. 38.)

Při dvou botách vytahuje se jeden píst a druhý současně tláčí se dolů. Rourka, která recipient s botami spojuje, končí v o obr. 38. Při jedné botě děje se rozředování vzduchu jako v obr. 36. s přestávkami. Při dvou botách jedním pístem vzduch se rozředuje a druhým zároveň již rozředěný ven se vytlačuje, tedy ustavičně bez přestávky se pracuje. Uzavírání a otevírání rourky s recipientem spojené děje se pomocí zvláštního kohoutku, který podle vynálezce *Babinetov kohoutek* sluje.

Chceme-li vzduch pod recipient vpustiti, tu se kohoutek na spůsob toho v obr. 36. otevře.

V botě zůstává mezi ventilem a pístem prostor, jejž nemůže píst úplně vyplnit, třeba byl hodně stlačen. Prostor ten sluje škodlivý prostor. Z tohoto prostoru rozředí se vzduch při vytažení pístě, a je-li hustota toho pak rovna hustotě vzduchu v recipientu a v rource spojné, nemůže se záklopka (ventil) otevřít a tu je konec rozředování. Proto musí škodlivý prostor co možná malý být.

Aby se vědělo, jak dalece pokročilo rozředění vzduchu, přidělán jest k spojné rorce malý recipient *M*, v němž se nalézá skrácený tlakomér *T*, o němž ještě u spojitéch nádob řeč bude.

*Pokusy vývěrou.* Dá-li se do vysoké skleněné nádoby nad talíř tlakomér, klesá rtuť při každém novém rozředění vzduchu. V takové nádobě také padá krejcar a stejně velký kousek papíru stejnou rychlostí na talíř. Dáme-li do recipientu měchýř splasklý, nadme se, když se kolem něho vzduch rozředí, protože na měchýř méně tláčí a tudiž vzduch

v měchýři se roztahuje. I se v ruklá jablka a švestky trochu navlhčené pod recipientem se vyrovnejí. — Když se z Děvínských dutých polokoulí obr. 39., které k sobě neprodyšně přilehají, vzduch vyčerpá, možno je jen velikou silou od sebe odtrhnouti. Při dostatečném rozředění vzduchu není možno Děvínské (v Děvíně — Magdeburg — totiž dělal ten pokus Otto Quericke, vynálezce vývěvy, ve velkém) polokoule ani koňmi odtrhnouti, jsou-li jen poněkud velké. — I špatné pivo pod recipientem vývěvy silně pění.

Postaví-li se dutý válec mosazný na talíř a na něj měchýř napne (obr. 40.), prohloubí se měchýř a po dostatečném rozředění tlakem vzduchu zevnějšího praskne. Dá-li se místo měchýře dřevěný talíř a na něj rtuť, protéká tato talířem po rozředění vzduchu jako déšť; čeho se lisem rtuťovým (obr. 3.) docílílo, dokáže zde vzduch sám, když jen s jedné strany tlačí.

Vývěvy používá se v lučebnách, dále k vysušování tkanin a v cukrárnách, aby se štáva z cukrovky vylišovaná při menší teplotě zavařila; také k rychlému napouštění těles barvivem a v papírnách se vývěvy používá.

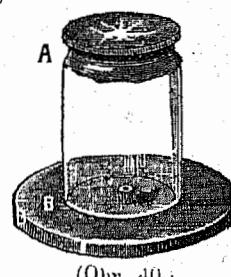
*Vývěva zhustovací* čili *zhustilka* slouží k ustačování vzduchu (obr. 41). Jest to bota s cestlivým pístem *a*, v níž se zámyčka *s* ven otevírá. Když se píst nahoru vytáhne, vni kne vzduch zámyčkou *s* do boty, a tlačí-li se dolů pístem, vtlaci se vzduch z boty do přišroubované nádoby *A*, v které se vzduch zhustiti má. Když se nahoru píst táhne, zavíre se zámyčka *n*, aby vzduch uvnitř nádoby zůstal. Zhustování vzduchu se libovolně opakovati může, avšak v jistých mezech ukončiti se musí. Takovým strojem mohou se i kaučukové měchýře nafouknouti. Také u *větrouky* jest takový stroj k ustačení vzduchu. Jest to ručnice, v jejíž pažbě vzduch se zhusuje; záklopkou vypuštěný vzduch stlačený vyráží kulku nebo broky na ptáky násilně.

*Vzduch má také váhu*. O tom se přesvědčíme, když velký balon skleněný vzduchem naplněný odvážíme, vzduch co možná vývěrou vyčerpejme a zase odvážíme; oč balon nyní méně váží, toť váha vzduchu. Kdybychom váhu vzduchu s váhou vody porovnávali, shledali bychom, že vzduch 770krát méně váží než voda. Vzduch množství kostkové stopy váží  $2\frac{1}{3}$  lotu a lehouneká tělesa: prach, peří, kouř, mydlina atd. docela v něm se vznáší jako dřevo ve vodě.

*Balony* (obr. 42.) k větroplavbě stoupají ve vzduchu, protože jsou lehčí než oni. Malé balony dělají se z papíru, velké z tafetu. Z tohoto nastříhají se prouhy, tak aby sešíté měly skoro vejčitou podobu a



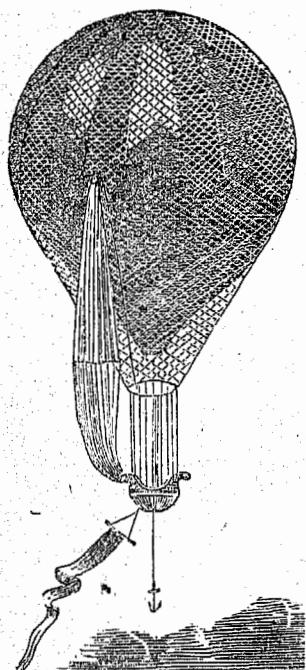
(Obr. 39.)



(Obr. 40.)



(Obr. 41.)



(Obr 42.)

kaučukovým pokostenem se potrou, aby byl balon neprodyšný. Nejprv se přiváděly balony k stoupání zahřatým vzduchem (viz obr. 32.), dále se naploňovaly vodíkem (viz o něm), který je 14krát lehký než vzduch, a posléze svítiplynem, který jest skoro o polovičku lehčí vzduchu. Balon vodíkem naplněný musí mnohem rychleji a výše stoupati než onen svítiplynem. Nahoře balonu jest zámyčka, kterou může větroplavec z lodky pomocí sítě na baloun upevněné (čímž i balon sám se stává pevnějším) šňůrou otevřít, aby lehký plyn ucházet a ze zpodu těžší vzduch na jeho místo přicházeti mohl. Tím se stává balon těžší a lidé v lodce dolů pomalu se spouštějí. Větroplavci brávají s sebou v pytylech písek, aby tak rychle nestoupali a později v řídším vzduchu, v kterém by stoupání nebylo možno, dolů jej shazují, aby byl balon lehčí.

Směr balonu větroplavec nemůže doposud řídit; balonem si vítr jako míčem po hrává. Vynalezne-li se i to, jak by se balon ve vzduchu řídit mohl, zajisté se větroplavba více rozšíří. V Paříži se v roce 1863 Francouzové užívali ve válce z Prusy balonů, aby dávali zprávy ostatním městům.

### *Výjevy v přírodě a stroje na tlaku vzduchovém se zakládající.*

Může-li vzduch jen s jedné strany působiti, jeví se účinek jeho tlaku. Při vyvinování kyslíku viděli jsme, že voda z láhve na můstek postavené nevyteče, když hrdlo do vody se staví a teprvě ve vodě hrdlo otevře. Vzduch zevnější tlakem udrží vodu ve výšce, i kdyby nádoba byla až 32' vysoká. — Naplňme sklenici k pití vodou a papír na hrdlo její rukou přitlačme, a když sklenici obrátíme, ruku odstrčme. Voda nevyteče, protože ji vzduch nahoru tlačí. — Ze sudu nevyteče ani kapka piva, když spodní čípek se odrazí a hořejší špunt pevně zaražený nechá, protože jen s jedné strany, totiž dolejší, vzduch tlačí. Když se kohoutek upevní a špunt hořejší odrazil, tu teprvě pivo teče, protože i s druhé strany vzduch tlačiti může.

Když skleněnou rourku jedním koncem strčíme do vody a druhým vzduch vdýcháme, stoupá voda v rource, protože vzduch jenom zevnější na vodu tlačí. Venkováné tak stéblem pohodlně ze studánek pijí. — Když pijeme vodu nebo pivo ze sklenice, nebo když požíváme tekuté pokrmy lžicí, pomáháme si tím, že vzduch v ústech se nalézající do

sebe vdýchneme, aby tekutina tlakem vzduchu do úst vtelekla (neslušné srkání při jídle). — Položíme-li se ke studánce, nepolykáme žádné vody, dokud vzduch z úst do sebe nevdýcháme, třebas jsme dlouho k vodě rty přikládali; podobně i zvířata pijí. — Při kouření tabáku rozředí se v rource dýmky vdýcháním vzduchu prostor, proto více zvenku vzduch na tabák doutnající tlačí a tak až do úst prochází.

*Dětské stříkačky* koncem do vody potopené tím spůsobem vodou se naplní, že se dobře přilehající píst až k druhému konci vytáhne. Vzduch vodu tedy sám vytlačí a ne jak se říkává, že se voda vytáhne; avšak ničeho táhnouti nemůžeme, čehož nedržíme.

*Stříkačky lékařské* skleněné jsou zařízeny jako dětské. Také *ruční stříkačky*, které as 4' dlouhé často na vesnicích vیدány bývají, mají základ dětských stříkaček. Potřebují se k postříkání střech doškových, aby se nevezjmuly od blízko hořícího stavení.

*Násoskou obecnou* či *rovnou*, která jest malá nádobka s rourkou ze skla neb z plechu (obr. 43.), může se z prostřed sudu pivo nebo jakákoliv tekutina vytlačiti, když se rourka b do vnitř strčí a otvorem a vzduch vdýchá. Když jest nádoba plná, přiklopí se palcem otvor a ze sudu se vyzdvihne. Pivo z ní vytéci nemůže; když se ale palec odstrčí a vzduch z obou stran stejně tlačí, vyteče.

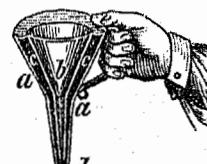
*Kouzelné* (vestalinovo) *sító* jest válcovitá nádoba, jejíž dno jest jako síto provrtáno a jejíž svršek vybíhá v úzkou trubici, aby se mohla palcem přikrýti. Ponoří-li se síto do vody, naplní se úplně vodou, a pak přikryjeme-li otvor palcem, vyzdvihne se voda v něm, která teprve vytéká, odstraní-li se palec a vzduch do vnitř vnikati může.

*Nálevka kejkliřská* (obr. 44.) skládá se z dvou do sebe zapadajících a nahore tak spojených nálevek a a b, aby mezi nimi dosti prostoru c pro tekutinu potřebnou zbylo. Ponoří-li kejkliř konec nálevky d do mléka, krve neb obarvené vody a vzduch otvorem e vdýchne, musí tekutina do vnitřního prostoru mezi obě nálevky vniknouti, a když otvor palcem nepozorovaně uzavře, nemůže vytéci. Když pak kejkliř dosti dlouho čistou vodu proléval, teče arcit krev z něho naposled, když palec od otvoru odstrčí. Kdo to nezná, bývá tím překvapen.

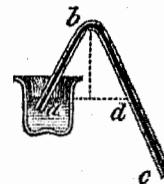
*Násoska ohnutá*. Kdybychom kratší rameno ab (obr. 45.) ohnuté násosky skleněné do vody neb jakékoliv tekutiny ponořili a na konci c druhého delšího ramena vzduch vdýcháním odstranili, vytékla by všecka voda do podložené nádoby. Kdyby byla ramena ohnuté roury stejně dlouhá, tedy jen k ad dosahující, nešlo by to, protože by tlaky vzduchu na vodu v rouře a v nádobě, tedy s obou stran, stejně byly;



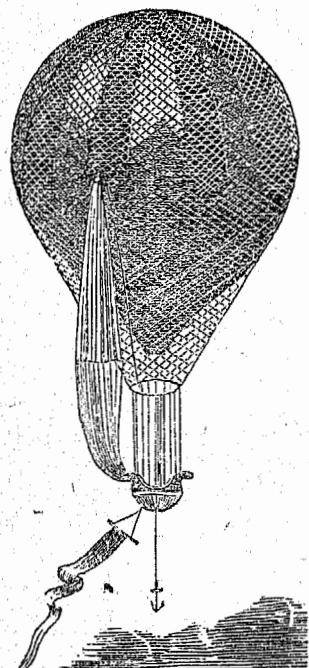
(Obr. 43.)



(Obr. 44.)



(Obr. 45.)



(Obr. 42.)

kaučukovým pokostenem se potrou, aby byl balon neprodyšný. Nejprv se přiváděly balony k stoupání zahřatým vzduchem (viz obr. 32.), dále se naplňovaly vodíkem (viz o něm), který je 14krát lehčí než vzduch, a posléze svítiplynem, který jest skoro o polovičku lehčí vzduchu. Balon vodíkem naplněný musí mnohem rychleji a výše stoupati než onen svítiplynem. Nahoře balonu jest zámyčka, kterou může větroplavec z lodky pomocí sítě na baloun upevněné (čímž i balon sám se stává pevnějším) šňůrou otevřít, aby lehký plyn ucházet a ze zpodu těžší vzduch na jeho místo přicházet mohl. Tím se stává balon těžší a lidé v lodce dolů pomalu se spouštějí. Větroplavci brávají s sebou v pytlech písek, aby tak rychle nestoupali a později v řidším vzdachu, v kterém by stoupání nebylo možno, dolů jej shazují, aby byl balon lehčí.

Směr balonu větroplavec nemůže doposud řídit; balonem si vítr jako míčem po hrává. Vynalezne-li se i to, jak by se balon ve vzdachu řídit mohl, zajisté se větroplavba více rozšíří. V Paříži se vrení Francouzové užívali ve válce z Prusy balonů, aby dávali zprávy ostatním městům.

### *Výjevy v přírodě a stroje na tlaku vzduchovém se zakládající.*

Může-li vzduch jen s jedné strany působiti, jeví se účinek jeho tlaku. Při vyvinování kyslíku viděli jsme, že voda z láhve na můstek postavené nevyteče, když hrdlem do vody se staví a teprvě ve vodě hrdlo otevře. Vzduch zevnější tlakem udrží vodu ve výšce, i kdyby nádoba byla až 32' vysoká. — Napláme sklenici k pití vodou a papír na hrdlo její rukou přitlačme, a když sklenici obrátíme, ruku odstrčíme. Voda nevyteče, protože ji vzduch nahoru tlačí. — Ze sudu nevyteče ani kapka piva, když spodní čípek se odrazí a hořejší špunt pevně zaražený nechá, protože jen s jedné strany, totiž dolejší, vzduch tlačí. Když se kohoutek upevní a špunt hořejší odrazil, tu teprvě pivo teče, protože i s druhé strany vzduch tlačiti může.

Když skleněnou rourku jedním koncem strčíme do vody a druhým vzdach vdýcháme, stoupá voda v rource, protože vzduch jenom zevnější na vodu tlačí. Venkováné tak stéblem pohodlně ze studánek pijí. — Když pijeme vodu nebo pivo ze sklenice, nebo když požíváme tekuté pokrmy lžicí, pomáháme si tím, že vzduch v ústech se nalézájící do

sebe vdýchneme, aby tekutina tlakem vzduchu do úst vtekla (neslušné sirkání při jídle). — Položíme-li se ke studánce, nepolykáme žádné vody, dokud vzduch z úst do sebe nevdýcháme, třebas jsme dlouho k vodě rty přikládali; podobně i zvířata pijí. — Při kouření tabáku rozředí se v rource dýmky vdýcháním vzduchu prostor, proto více zvenku vzduch na tabák doutnající tlačí a tak až do úst prochází.

*Dětské stříkačky* koncem do vody potopené tím spůsobem vodou se naplní, že se dobře přilehající píst až k druhému konci vytáhne. Vzduch vodu tedy sám vytlačí a ne jak se říkává, že se voda vytáhne; avšak ničeho tálnoti nemůžeme, čehož nedržíme.

*Stříkačky lékařské* skleněné jsou zařízeny jako dětské. Také *ruční stříkačky*, které as 4' dlouhé často na vesnicích vídány bývají, mají základ dětských stříkaček. Potřebují se k postříkání střech doškových, aby se nevezjmuly od blízko hořčicího stavení.

*Násoskou obecnou* či *rovnou*, která jest malá nádobka s rourkou ze skla neb z plechu (obr. 43.), může se z prostřed sudu pivo nebo jakákoliv tekutina vytlačit, když se rourka b do vnitř strčí a otvorem a vzduch vdýchá. Když jest nádoba plná, přiklopí se palcem otvor a ze sudu se vyzdvihne. Pivo z ní vytéci nemůže; když se ale palec odstrčí a vzduch z obou stran stejně tlačí, vyteče.

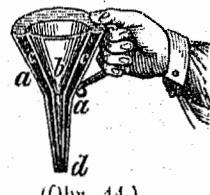
*Kouzelné* (vestalinovo) *sítu* jest válcovitá nádoba, jejíž (Obr. 43.) dno jest jako síto provrtáno a jejíž svršek vybíhá v úzkou trubici, aby se mohla palcem přikryti. Ponoří-li se síto do vody, naplní se úplně vodou, a pak přikryjeme-li otvor palcem, vyzdvihne se voda v něm, která teprv vytéká, odstraní-li se palec a vzduch do vnitř vnikati může.

*Nálevka kejkliřská* (obr. 44.) skládá se z dvou do sebe zapadajících a nahoře tak spojených nálevek a a b, aby mezi nimi dosti prostoru c pro tekutinu potřebnou zbylo. Ponoří-li kejkliř konec nálevky d do inléka, krve neb obarvené vody a vzduch otvorem e vdýchne, musí tekutina do vnitřního prostoru mezi obě nálevky vniknouti, a když otvor palcem nepozorovaně uzavře, nemůže vytéci. Když pak kejkliř dosti dlouho čistou vodu proléval, teče arcíš krev z něho naposled, když palec od otvoru odstrčí. Kdo to nezná, bývá tím překvapen.

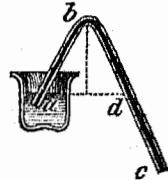
*Násoska ohnutá*. Kdybychom kratší rameno ab (obr. 45.) ohnuté násosky skleněné do vody neb jakékoliv tekutiny ponořili a na konci c druhého delšího ramena vzduch vdýcháním odstranili, vytokla by všecka voda do podložené nádoby. Kdyby byla ramena ohnuté roury stejně dlouhá, tedy jen k ad dosahující, nešlo by to, protože by tlaky vzduchu na vodu v rource a v nádobě, tedy s obou stran, stejně byly;



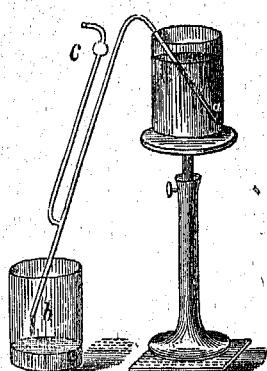
(Obr. 43.)



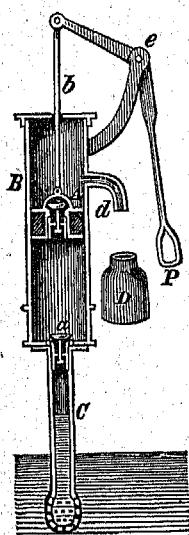
(Obr. 44.)



(Obr. 45.)

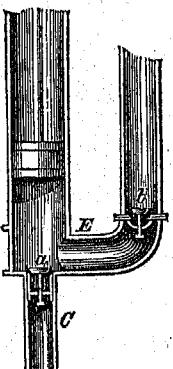


(Obr. 46.)



(Obr. 47.)

*Pumpa na zdvívání* (obr. 47.) sestává ze zdvíhací roury *C*, která hluboko do vody v studni dosahuje a ku které jest širší roura *B*, tak zvaná *bota*, s pístem *A* přidělána. Na začátku boty jest zámyčka *a* tak zařízena, že když se vyzdvihne, voda pohodlně nahoru do boty stoupá, a když se uzavře, voda zpátky do zdvíhací roury těci nemůže. Taktéž zařízena jest zámyčka v pístu *A*. Píst dobrě přilehající jest k tyči *b* připevněn, která s pákou okolo *e* pohyblivou spojena jest.



(Obr. 48.)

Tlačí-li se u *P*, zdvihá se tyč *s* pístem v botě a vzdich pod ním v celé rourě zdvíhací se rozředí, z čehož následuje, že vzdich v studni na povrch vody více tlačí a jí rourou zdvíhací a zámyčkou *a* až do boty vytlačuje. Spustí-li se píst, který tak těžký jest, že svou vlastní váhou do botě padá, uzavře se zámyčka *a*, pročež voda zpátky nemůže a zámyčka v pístu se otevře, nad nějž voda vystupuje. Tálne-li se pákou píst zase nahoru, uzavře se zámyčka jeho a voda rourou *d* do předložené nádoby *D* teče; při tom se zase vzdich v botě pod pístem *i* v rourě rozředí a nová voda do roury proudu. Roura dosahuje až blízko dna studny, aby se voda, i když jest jí málo, čerpati mohla; proto jest potřeba na konci jejím plechové síto přidělati, aby písek neb bahno do roury se nevytlačilo.

Jak vysoká může být pumpy? Vzdich vytlačuje rtuf 28" vysoko

je-li ale druhé rameno delší, až k *c* dosahující, překonává se tlak vzdichu na konci *c* váhou vody v *dc*, pročež zde voda vytéká. A proto, čím je druhé rameno delší, tím rychleji voda do podložené nádoby těci může.

*Násoska složená* (obr. 46.) jest násoska ohnutá ve spojení s rovnou č. obecnou násoskou. Otvor *b* uzavře se prstem neb zátkou a konec *a* sahá do kapaliny, kterouž chceme, aby do podložené nádoby přetékala. Otvorem *c* vyssáváme vzdich, až kapalina k *b* dosahuje a sama přetékati může; tu pak otvor *b* otevřeme. Tato násoska hodí se ku převádění kyselin, žíravin neb vůbec škodlivých tekutin, k čemu nemůže se vzítí první ohnutá násoska, protože u této tekutina do úst vnikne.

*Pumpa na zdvívání* (obr. 47.) sestává ze zdvíhací roury *C*, která hluboko do vody v studni dosahuje a ku které jest širší roura *B*, tak zvaná *bota*, s pístem *A* přidělána. Na začátku boty jest zámyčka *a* tak zařízena, že když se vyzdvihne, voda pohodlně nahoru do boty stoupá, a když se uzavře, voda zpátky do zdvíhací roury těci nemůže. Taktéž zařízena jest zámyčka v pístu *A*. Píst dobrě přilehající jest k tyči *b* připevněn, která s pákou okolo *e* pohyblivou spojena jest.

Tlačí-li se u *P*, zdvihá se tyč *s* pístem v botě a vzdich pod ním v celé rourě zdvíhací se rozředí, z čehož následuje, že vzdich v studni na povrch vody více tlačí a jí rourou zdvíhací a zámyčkou *a* až do boty vytlačuje. Spustí-li se píst, který tak těžký jest, že svou vlastní váhou do botě padá, uzavře se zámyčka *a*, pročež voda zpátky nemůže a zámyčka v pístu se otevře, nad nějž voda vystupuje. Tálne-li se pákou píst zase nahoru, uzavře se zámyčka jeho a voda rourou *d* do předložené nádoby *D* teče; při tom se zase vzdich v botě pod pístem *i* v rourě rozředí a nová voda do roury proudu. Roura dosahuje až blízko dna studny, aby se voda, i když jest jí málo, čerpati mohla; proto jest potřeba na konci jejím plechové síto přidělati, aby písek neb bahno do roury se nevytlačilo.

Jak vysoká může být pumpy? Vzdich vytlačuje rtuf 28" vysoko

a vodu by vytlačil  $13\frac{1}{2}$ krát výše, protože jest  $13\frac{1}{2}$ krát lehčí než rtuť; mohla by tudiž pumpa  $28 \times 13\frac{1}{2} =$  as  $32'$  vysoká býti. To však platí jen tehdy, když jest na jedné straně prostor zcela vzduchoprázdný, čehož ale u pumpy nikdy docílití možno není. U obyčejných pump může se voda od hladiny až k pístu jen as  $20'$ , u dokonalejších až  $25'$  vysoko vytlačiti; čím jest pumpa starší a píst méně přilehá, tím se déle pumpovati musí, aby se vody načerpalo.

*Pumpa na tlak* (obr. 48.) má v botě píst celistvý, tedy bez zámyčky. Když se píst vytáhne, rozředíme pod ním vzduch a vytlačí se voda jako u předešlé pumpy nad zámyčku *a*, a když zpátky do roury zdvihací *C* nemůže, vytlačuje se do ramena *E* k pumpě přidělaného nad druhou zámyčku *b* a dále do libovolné výšky. Takové pumpy bývají u vodáren zařízeny, jimiž se voda na vysoká místa tlačí.

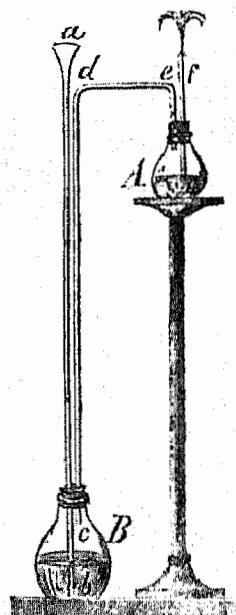
*Láhev stříkací* (obr. 49.) používají lučebníci k vymývání lučbiček. Foukáme-li trubici *b*, která jen pod korek dosahuje, zhustí se vzduch v nádobě a tlačí svou roztažitelností na povrch vody a vytlačuje ji trubici *a* až ke dnu nádoby dosahující násilně ven. Kdyby se trubice *a* rovně do výše postavila, stříkala by voda do výše a tím více, čím více by se vzduch foukáním zhustil.

*Heronovo zříidlo*. Místo foukání zhustiti můžeme i vzduch v nádobě *A* (obr. 50.) tím, že s ní spojíme nádobu *B* trubicemi *ab* a *cde*, jak to právě vyobrazení ukazuje. Nejprvé naplníme nádobu *A* docela a nádobu *B* as dopolovic vodou a jak v obraze udáno, spojme. Naléváme-li vodu nálevkou *a*, tlačí tato svou váhou na vzduch v nádobě *B*, který zase tlačí na povrch vody v nádobě *A* a tudiž odtud vodu svísnou rourkou *f* vytlačuje, kteráž vystříkuje zúženým otvorem, dokud je v nádobě. Na to se zase nádoba *A* poznovu vodou naplnití může.

*Stříkačky zahradní a vozní*. Stříkačka zahradní, k zalévání rostlin sloužící, jest pumpa na tlak o jedné botě, a stříkačka vozní (obr. 51.) k hašení ohně sestává ze dvou pump na tlak po jedné botě *E* a *D*. U této se polibuje páka *AB* okolo *c*, a když se u *B* nahoru táhne, rozředí se vzduch v botě *D* pod pistem *G* a voda z kádě boty obklopující dovnitř zámyčkou *r* vtéká; když se ale páka u *B* dolů tlačí, zavře se zámyčka *r* a voda do kotle *C* zámyčkou *s* přichází a odtud tlakem vzduchu nad ní se nalézájícího rourou *F* ven vystříkuje. Zámyčka *s* se hned zavře, jakmile se



(Obr. 48.)

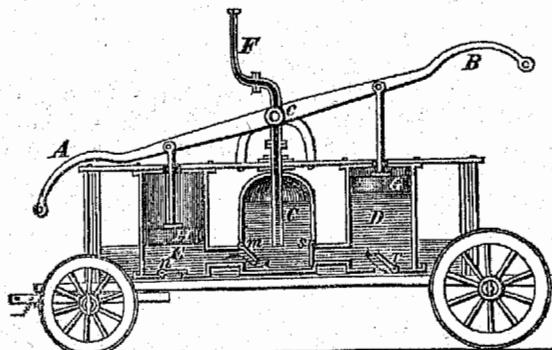


(Obr. 50.)

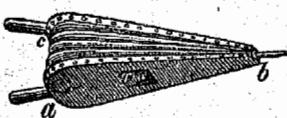
tlačiti přestane. Vše se na levé straně pod pístem  $H$  v botě  $E$  a zámyčkami  $n$  a  $m$  opakuje.

Obě pumpy na tlak dohromady spojené jsou tak zařízeny, že píst v jedné botě dolů a druhý v druhé botě nahoru stoupá, že se tedy voda na jedné straně do boty a na druhé straně již do kotle tlačí a z toho tlakem vzduchu rourou  $F$  ven stříká. Když se páka opačně pohybuje, vytlačí se s druhé strany voda do boty a z první skrize kotel rourou ven.

U voznic stříkačky jest střik vody nepřetržitý, kdežto u zahradnické jedné botě v přestávkách vodu vystříkovati možno. Roura u obou stříkaček jest pohyblivá, aby jak při ohni tak při zalévání pohodlně jí se vlnadnouti mohlo.

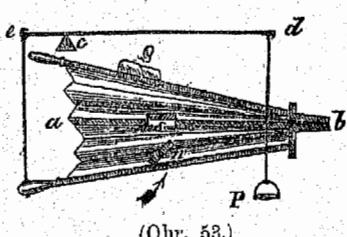


(Obr. 51.)



(Obr. 52.)

když se obě prkénka od sebe roztáhnou, vzduch do rozreděného prostoru vnikne, a když se zmáčknou, zpátky nemůže, nýbrž koncem mechu b, tak zvanou dychsou, se vyfukuje.



(Obr. 53.)

*Složený měch* (obr. 53.) sestává z dvou jednoduchých měchů. Prkno ab oběma měchům společné jest na obou koncích upevněno. Když spodní prkno vlastní váhou od prostředního prkna dolů se tlačí, naplní se měch vzduchem zámyčkou *n*. Když se nahoru pákou *ed* okolo *c* pohyblivou pomocí provazu u *P* táhne, vytlačí se vzduch ze spodního měchu do hořejšího zámyčkovu *s*,

která se hned uzavře, jakmile žádný vzduch do hořejšího měchu ne-proudí. Nahore se měch tlačí závažím  $Q$  a vzduch dychsou b do ohně žene. Mezi tím, co se jeden měch naplní, vyprazdňuje se druhý; tak se neustále vzduch do ohně fouká, a nikoliv v přestávkách jako prvním jednoduchým měchem.

U varhan jsou dva měchy, aby ustavičně vzduch do píšťal foukatí se mohl. Když z jednoho naplněného měchu vzduch do píšťal tlačiti se počíná, musí se mezi tím druhý měch roztáhnouti, aby vzduchem se naplnil a vzduch zase do píšťal hnál, když se již první vyprázdníl. Zanedbá-li se toto a nejde-li žádný vzduch do píšťal, překazí se nemile hra varhan.

### Vlastnosti vzdušin.

U všech vzdušin shledáváme jako u vzduchu velikou stlačitelnost a velkou snahu se roztahovati, rozprostraňovati či větší prostor zajjmouti; proto všecky vzdušiny tlačí na stěny nádob, v nichž se nalézají. Tento tlak, který ve fysice obyčejeně *expansie*, *expansivnost* či *napnutí* se nazývá, měříme sloupcem rtuti při obyčejeném tlaku vzduchu na plochu jednoho čtverečného palce.

Expansivnost (napnutí) vzduchu jakož i všech plynů jest tím větší, a) čím více je stlačujeme, čím více jich objem menšíme, nebo čím více hustoty jim přibývá (zákon Mariottův). b) Teplem se roztahuje všecky plyny značně a proto i teplem při stejném objemu expansivnost přibývá.

Tak i u par tlakem a teplem expansivnost se zvětšuje.

### VIII. O v o d ě.\*)

Voda jest jako vzduch velmi potřebna; bez ní by také příroda obstáti nemohila. Rostliny by uschly, zvířata a lidé by hynuli; země by byla pustá.

Vody jest veliké množství v mořích, jezerech, rybnících, řekách a potocích. Dvě třetiny povrchu země jsou vodou pokryty a jenom jedna třetina jest pevná půda, kterou obývati můžeme. V přírodě nalézá se voda mnohými přimíšeninami znečistěna. Studničná nebo pramenitá voda obsahuje mnoho rozpustných solí, říčná méně; čistá voda k pití jest lučebně nečista.

\*) V jiných fysikách jest tato části pode jménem *hydrostatiku* podána.

Docela čistá voda beze všech přimíšenin sestává z dvou sloučených plynů: z *vodíku* a nám již známého *kyslíku*. Taková jest bez chuti, bez vůně a bez barvy. I voda pramenitá a říčná v malém množství jest bezbarvá; ve větším množství, jako v řekách a v rybnících, má značně zelenavou barvu. Vodu známe v tekuté podobě, pak co páry a co pevné těleso (led, kroupy, sníh).

### O vodíku.

Vodík jest plyn bezbarvý, nevonný a bez chuti; že část čisté vody twoří, odtud jeho jméno. Voda jest jedinká ta látka, z které se vodík vyvinuje. Pouhým zahřáváním voda ve své částky, vodík a kyslík, rozložíti se nedá; tím se pouze v páry mění.

Dají-li se do vody látky ku kyslíku velikou slučivost, jevíci, může se vodíku lehce nabýtí. Některé kovy rozkládají vodu již za obyčejného tepla, jako u př. draslík a sodík, a přibírajíce *kyslík*, *vodík* pouštějí. Hodíme-li kousek draslíku neb sodíku na vodu, třeba studenou, sem tam po ní se hemží a ji rozkládá. Draslík s kyslíkem tak rychle se slučuje, že od toho povstalým horkem vodík se zapálí a hoří. Sodík hoření vodíku nezpůsobí.

Železo a zinek musí se silně rozpáliti, aby vodu co páry v oba prvky rozložily; také za studena se to stane, přidá-li se jim kyselina sirková na pomoc, která nemá k železu ani k zinku ani ke kyslíku slučivost, za to ale k železu a zinku s kyslíkem sloučenému, a proto jim napomáhá, by se okysličily. S kysličníkem železnatým se pak kyselina sirková v zelenou skalici a s kysličníkem zinečnatým v bílou skalici slučuje. Vodík volný může se nad plynopudnou vanou tak jako kyslík nachytati.

Abychom vodíku nabyla, potřebujeme láhev A (obr. 54), do níž nálevka b korkem až hnedle na dno dosahuje; rourka c k odvádění vodíku jen pod korek dosahuje a tak jako u vyvinování kyslíku se ohne, aby pod můstek vanou plynopudné upravití se mohla. Na železo (třeba liřebíky) neb zinek nejprv něco vody a pak trochu kyseliny sirkové nálevkou se nalévá. Vezmou-li se ku zkoušce hrébsky, zapácha vodík, protože železo vždy něco uhlíku obsahuje, jímž se vodík slučuje a zapáchající uhlovodík tvoří; nezapáchajícího vodíku nabudeme z čistého zinku.

Vodík jest  $14\frac{1}{2}$  krát lehčí než vzduch, pročež se k naplnění balonů k větroplavbě lépe hodí, nežli lacinější svítiplyn. Je-li trubice, jak svrchu udáno, v korku zasazena, může se prázdný měchyř na ni upevniti a vodíkem naplniti.

(Obr. 54.)

Tlačí-li se pak vodík z měchyře tenounkou rourkou do mýdlové vody (jak se dětské mýdlové bublinky dělávají), vystupují bublinky do vzduchu pro svou lehkost samy od sebe, jakmile dost velké jsou, a krásně se vyjímají, přidalo-li se do mýdlové vody trochu barviva.



O hořlavosti vodíku se lehce přesvědčíme, když jej rourkou *c* (obr. 54.) v tenounký otvor vytáhnutou z nádoby *A* nahoru ucházeti necháme a k němu hořící trásku přistrčíme. Vodík se hned vzejme a hoří slabým málo svítivým plamenem, ale silným výhřevem. Drží-li se zašpičatělý roubíček křídý v tomto plaménku, stane se žeřavým.

Přiklopíme-li na vodíkový plamen asi  $1\frac{1}{2}$ " vysokou rouru skleněnou v průměru asi 1" mající, uslyšíme rozličné zvuky, které dle šířky a výšky roury a dle velkosti plamene a postavení jeho v rourě se mění. Některé zvuky jsou příjemné, jiné plačlivé, někdy až protivné; příčina toho je vzduch ve válci, který plamenem vodíkovým ve vlnění se přivádí. Pokus ten jmenujeme *chemickou harmoniku*.

Hoření vodíku stává se pomocí kyslíku, jako u každého hořícího tělesa. Bez kyslíku vodík nehoří, ani sám hoření nepodporuje; neboť dáme-li hořící trásku nebo svíčku do nádoby jím naplněné, okamžitě zhasne. Poklopíme-li nad plamének vodíkový studenou nádobu trochu nahnutě, brzy se opotí a na její stěnách kapky se tvoří, které se zvětšují a do podstavené mističky stékají. Kapky tyto jsou čistá voda. Jak dlouho vodík hoří, tak dlouho kapek vody přibývá.

O tom, že voda z těchto dvou prvků, vodíku a kyslíku, sestává, lépe ještě se přesvědčíme, když dvě míry vodíku s jednou mírou kyslíku z nádob (třeba měchýřů), každý plyn o sobě, Danielovým kohoutkem do jedné společné roury vedeme a zapálíme. Oba plyny beze všeho vybuchnutí ve vodu shoří, neboť kyslík v nádobě sám hořeti nemůže a vodík také ne. Jinak by to vypadalo, kdybychom plyny v naznačené míře (neb také 2 míry vodíku s pěti mírami vzdachu) v nějaké nádobě smíchal a polhromadě zapálily. Ony by ve vodu ohromným vybuchnutím shořely, což by roztržštění sebe silnější a z jakéhokoliv kovu zhotovené nádoby a poranění přítomných za následek mělo. Pro toto náramné vybuchnutí slove smíšenina jedné míry kyslíku a dvou měr vodíku *třáskavý plyn*. Když se v obr. 54 vodík zapaluje, musí se tedy čekati, až by z nádoby vyvinujícím se vodíkem všechn vzdach vypuzen byl a vodík čistý bez vzdachu z rourky vycházel.

O velikém výbuchu plynu třáskavého bez ublížení přesvědčiti se můžeme, když měchýř vzduchoprázdny na rourku vyvinujícího se kyslíku přivážeme a as třetinu ho kyslíkem naplníme, pak na rourku vyvinujícího se vodíku dáme a tak dlouho čekáme, až jest docela naplněn. Když se tenounkým brčkem do mydlin smíšenina obou plynů tlačí, zapálí se bublinky tráskou hořící při ohromném výbuchu, který jest nejsilnější, vyměří-li se dokonale množství obou plynů. Díti se to může velkou láhví v podobě té, jaká v obraze 54. udána jest, která se na tři díly rozdělí a těmi plyny nad můstekem plynopudné vany naplní, tak aby zůstalo v ni ještě něco vody. Nyní zátku s tak dlouhou nálevkou, aby dosahovala až do vody v nádobě pozůstalé a s trubicí pod zátku dosahující, jako v (obr. 54.), do otvoru nádoby ve vaně upevněme a pak na stůl postavme. Měchýř se přiváže na trubici *c* a voda nálevkou *b* příležavá.

### Páry vzdutým teplem povstalé.

Voda obyčejným teplem se mění v páry, totiž v pramalinké duté bublinky, které jsou lehké vzduchu, a tím více za parných dnů na slunci. Z nádob se voda pořáde ztrácí, až posléze docela zmizí; rybníky, řeky a potoky dlouhým parnem vysychají a páry vodní se vznášejí ve vzduchu. Čím větší jest *povrch vody* u porovnání k hloubce, tím rychleji se voda v páry mění, a naopak mnoho vody malého povrchu (na př. v láhvích) zdloňavě se vypařuje. Jest-li se páry *mírným větrem odnášeji*, rychleji se voda v páry mění než při tichém počasí.

Voda na svém povrchu při každém počasí, v zimě i v letě, v páry se mění, a to tím více, čím méně jich vzduch obsahuje a čím teplejší jest. Na tom se zakládá sušení prádla a každého mokrého neb, vlnitého tělesa, vysychání země a sušení trávy na seno a otavu. Polévka od oběda k večeři nechaná bývá slanější, protože jen čistá voda se vypařuje. Při jakém počasí prádlo, tráva a požaté obilí dobré se suší? Proč prkna spíše vyschnou než klády?

Na proměňování vody v páry zakládá se i dobývání soli kuchyňské z mořské vody. Voda mořská totiž do nádržek mělkých se svádí, kde odpařením části vody slanější se stává, až posléze v párovích nad ohněm tak se zhusťuje, že co pevná v zrnech se sráží. V rakouských solných dolech (solná komora) málo slaný roztok soli kuchyňské (rapa) v *gradovnách* roštím několikrát téci se nechá, aby při velkém povrchu a na mírném větru voda se vypařovala a rapa zhusťovala. Když jest rapa sehnána, odpařuje se nad ohněm.

*Tvořením par povstává chladno.* Že voda proměňováním v páry se sama jakož i vzduch a vše, co se jí dotýká, ochlazuje, toho příčinou jest skupenské teplo (viz str. 53), které pára v sobě utahuje. A proto, čím více par se tvoří, tím chladněji býti musí.

Každý zajisté zakusil, když po vykoupání z vody vylezl, že mu mnohem chladněji bylo, než ve vodě. Kapky vody na těle v páry se měnící tělu tepla ubírají, zvláště vane-li větrík. Deštěm promoklému je zima, hlavně když na něm šat osychá. Kdo má vlnkou neb docela mokrou obuv, snadno nastydne. U velkých řek, jezer a u moře bývá chladněji nežli tam, kde málo vody se nalezá. Také v lesnatých krajinách, kde muoho vody po dešti do mechů, trávy a do země se vsákne a poznenáhla vypařuje, je chladněji nežli v krajinách lesů prázdných. V Sahaře jakož i v Asiatiských pouštích panuje velké vedro, protože tam žádných lesů a žádné vody mimo oasy není.

Zastavíme-li se, jsouce zapoceni, ochladíme se, protože krůpěje potu v páry se mění a tělu teplo odvádějí. Právě pro tuto vlastnost není možno, aby v našem těle větší teplo se vytvořilo než  $30^{\circ}\text{R}$ ., totiž takové, kterého k zachování života a k našemu zdraví nevyhnutelně potřebí jest. Čím je nám větší horko, tím více se potíme a tím též více potu v páru se mění. Lidé u velkého ohně pracující (slévači, skle-

náří) mnoho se potí a proto také velkou žízeň pocitují a mnoho pijí. Prudké ochlazení čili rychlé vypaření potu, což se snadno v průvanu stává, i nemoc způsobití může.

Nemožno-li nám při tichém počasi rozeznati, na kterou stranu vítr vane, navlažíme prst třeba slinami; na které straně prstu chladno pocítíme, od té strany také vzduch proudí, protože odtud rychleji prst schne. Velký mráz při tichém počasi spíše sneseme, než při prudkém větru a vlhkém počasi nepatrnu zimu, protože vlhký vítr na obličeji a na čele zůstavuje malinké krůpěje, které v páry se mění a vanutím větru rychle odnášeny bývají. Chce-li si kdo nápoj v teplém sklepě studený udržeti, ať kropí, polévá neb obalí ve vodě omočenými hadry nádobu. Z tétož příčiny obalují ženci mokrým šatem džbány vodou naplněné a ve stínu a na úvětrí je nechají, aby delší čas voda studená zůstala. Sládek mladinku na široké štoky leje, aby při velkém povrchu rychleji se ochladila a nekysala. Polévka horká se vypařuje, což na parách vystupujících možno pozorovati, a proto se ochlazuje. Je-li hodně mastná, dlouho nevychladne, neboť mastnota přikrývá povrch její, pročež voda nemůže se vypařovati. Foukáním odstraňuje se vzduch parami nasycený a tím dělá se místo jinému; mísáním se ochlazování tím více napomáhá. V příbytích kropíme podlahu a na okno zavěšujeme vlhký šat, aby vzduch často nesnesitelně horký se ochladil. Ve Španělsích mají slabě vypálené lliněné, nepolévané nádoby (alkarazza), v nichž voda na úvětrí chladne, protože část jí dutinkami se prosakuje a v páry mění. Tak i v Egyptě si teplou vodu z Nilu ochlazují. Po dešti se vždy vzduch parami novými ochladí, třeba i slunce svítilo.

Jako voda tak i všecky tekutiny se vypařují. Některé tekutiny nad míru rychle v páru se mění a tím velké chladno způsobují, jako lhl a zvláště éther. Kdybychom kuličku na teploměru bavlnou ovázali a podobnými tekutinami namočili, ukazoval by teploměr mnoho stupňů niže než dříve. Éther způsobí ochladnutí až  $10^{\circ}$  pod nulou, a proto myš, třeba na slunci jím polévána byla, rychlým vypařením ho ztuhne a zmrzne. V tenounké lučbičce zmrzne voda, obalíme ji bavlnou a étherem dvakrát silně navlhčíme a ve vzduchu mácháme.

### *Opocení, rosa, jinovatka, mlha a oblaka.*

*Opocení.* Vodní páry ve vzduchu se vznášející ochlazením zhoustuou a na studených tělesech v pramalinkých kapkách se srázejí, stávajíce se viditelnými. My pravíme, že se tělesa opotí, u př. okna a sklenice, když v ní čerstvou vodu do teplého pokoje přineseme. I také láhev s vínem ze sklepa přinešená se v letě opotí. Vkráčí-li člověk do světnice, maje brejle na nose, pokryjí se studená skla pramalinkými srazenými krůpějemi a stanou se neprůhlednými. Nejen na skle, i na každém jiném studeném tělese páry se srázejí a hlavně na lesklých předmětech viditelný bývají.

Proč stěny v pokoji se opocují? Když jest zed příliš tenká, může mráz jí proniknouti a vzduch v pokoji tak ochladit, že se pára na stěnách usazuje, ano i po nich stéká. Tak se stává obyčejně v příbytcích nárožních domů, neb vůbec kam může vítr volně přistupovati. Suchý příbytek jest takový, jehož zděmi nemůže zima proniknouti. V dobrém sklepě je v zimě sucho, protože jest v něm tepleji než venku a tudíž v něm páry se rozplývají; v letě jest ve sklepě dobrém vlnko, protože je v něm chladněji než venku, pročež páry na jeho stěnách se srázejí.

Při oblevě v zimě opotí se silné stěny, protože nemohou teplotu rychle měnit jako vzduch, pročež chladné zůstávají, i když obleva nastane. Tu páry otepleného vzduchu na studených stěnách se usazují, také stékají neb i jako jinovatka, při nastalé větší zimě mrznou. A proto stěny u budov tím více se opocují (čili jak se říká, že z nich zima vylezá), čím jsou silnější, protože potřebují dluhého času, než se oteplí a teplotu vduchu přijmou.

*Rosa.* Srázení páry při ochlazování pozorujeme v přírodě ještě ve větší míře. Na předmětech, které hodně se ochlazují (viz sálání str. 47), tedy drsného a velkého povrchu jsou, jako rostliny, země, vlna, bavlna atd., mnoho par se sráží, neb i docela v krápejích při dalším ochlazování se usazuje. Takovéto sražené vodní páry v krápejích jmenujeme *rosu*.

V noci na kamení skoro žádná rosa se nesráží, protože má lesklý povrch a tedy málo tepla sálá; mnoho ros se ale tvoří na drsné půdě, proto tato zvlhne. Na rostlinách, jmenovitě na trávě, ještě více ros se tvoří než na zemi, protože jejich povrch u porovnání se zemí a jinými předměty mnohem větší jest a tedy sáláním tepla větší ochlazení způsobi. Ze jsou rostliny dobrými sálači tepla, jest velemoudré zařízení v přírodě, neboť aspoň rosou se ovlaží.

Za jasné noci více ros se tvoří než za tmavé, pošmourné, oblaky potažené. Vysálané teplo totiž za jasné noci do nesmíruvé výše se odvádí, ale za pošmourné od oblak se odráží, pročež země vychladnouti nemůže. Pod stromy košatým méně ros bývá než v širém poli, protože od země vysálané teplo listím stromů zpět přichází, a tudíž půda pod stromem tak se neochladí. I mezi domy a hradbami je ros málo. Za větrné noci nebývá ros, protože vítr ji hned v páry mění a odnáší. Odkud vzduchi vane, porosí se pahrbek méně než na druhé straně. Při severovýchodním větru méně ros padá než při západním neb jihozápadním, protože je onen suhý a rosu padlou spíše odnáší. Rosy padá nejvíce po horkém dni, za jasné noci, při severozápadním větru a k ránu, kdy se země nejvíce ochladila.

*Jinovatka.* Když předměty, na kterých rosa se byla utvořila, stále více se ochlazují, což obyčejně v podzimku, když uhodí slabý mráz v noci, se stane, zmrzaou malé krápejí vody. Výjev tento přírodní jmenujeme *jiní* čili jinovatkou.

*Mlha.* Část par nočního času co rosa spadlá zemi zavlažuje, ale velká část jich zůstává ve vzduchu, jichž každým následujícím dnem ještě přibývá. Tyto páry zhustují se často z večera a přes noc při

tichém a chladném počasí, jmenovitě v podzimku a na jaře nad vodami a blízko nich v mlhu. Z večera totiž chladne voda pro lesklý povrch zdlouhavěji než země, pročež bývá právě nad vodou v noci tepleji než nad zemí. Vzduch parami nasycený a tak teplý jako voda vystupuje výš do chladnějšího vzduchu i na blízku nad pevnou zemi, a proto páry se zhustují a viditelnými stávají.

Cím teplejší den a čím na to chladnější noc, a hlavně čím vzduch více parami nasycen jest, tím spíše povstává mlha. Proto v lesnatých a v přímořských krajinách, jako v Anglii a Hollandsku, tak často mlhy bývají; naopak v pouštích Afriky a Asie není mlhy po celý rok.

Mlha také povstati může, když do vzduchu studeného jihozápadního teplý a vlhký vítr vane, protože páry teplejšího vzduchu v studeném se ochlazují a zhustují. Z té příčiny vidíme zimního času ve vydýchaném vzduchu páru zhustlou jako právě z vařící vody. V letě neb zimního času v pokoji teplém nelze vydýchaných par viděti, protože v teplém vzduchu se zhustovati nemohou. Otevřeme-li za mrazivého dne dvěře u kuchyně, srážejí se páry, když studený vzduch do teplého parami nasyceného příšel. Také je viděti z ulice v zimě, kterak se páry zhustují a viditelnými stávají, když hoření okna u hostinců parami nasycených se otevrou.

Když je vzduch nad mlhou bezmála parami nasycen, tu mlha v malounkých krúpejích dopoledne neb i hned odpoledne co slabý deštik spadá. Často nalézá se mlha tak nízko, že z ní palrbky a věže vyčnívají. Tu bývá s vyšších vrchů při slunečném jasnu na výkolini krajiny krásný pohled, neboť celá jako v stříbrném moři se jeví.

*Oblaka.* Mlha někdy oteplením slunečním se ztrácí a, jako po každý den vytvořené neviditelné páry v pramalinkách bublinkách vysoce nad zemí pode jménem *oblaka* se vznáší. Oblaka od mlhy jen větší výškou se liší a bývají rozmanitého tvaru; buď tvoří dlouhé prouhy zkřivené a větvité, buď zase jako peří neb vlákna. Vzduch je nese tím rychleji, čím rychleji vane. Často vidíme vrchol vysoké hory v oblaky jako zahalený; cestujícím po vysokých horách se zdá, jako by v nižinách putovali a mlhou obklopeni byli.

Oblaka zadřížují od země vysálané teplo, mírní horké paprsky tepla a vydávají dešť.

### *Mračna, dešť, sníh, krupky a kroupy.*

*Mračna.* Oblaka nezůstávají vždy při stejně teplotě. Sniží-li se teplota jejich, tu se páry zhustují, a bublinky k sobě se sbližujíce, splývají dohromady. Oblaka stanou se pak značně viditelnými a obecně *mračna* či *mraky* neb *chlura* služí. Chlura zahalí velkou část země, jest jednotvárná, činí vrstvu stejnou a tvoří se nejčastěji v noci. Mraky bývají velmi tmavé a povstávají obyčejně ve dne z mráčků, které i *babky* služí.

*Děšť.* Buňlinky ochlazením a stlačením zhustěné níže padají,

zvětšujíce se ještě přibíráním jiných, a nemohouce se ve vzduchu více udržeti, zavlažují v krůpějích pode jménem *děšť* naši zemi. Čím s větší výšky pršívá, tím jsou krůpěje větší; jsou-li mraky nízko, jsou krůpěje malé a nejmenší tehdy, prší-li mlha. Prší-li chmura, je děšť rozsáhlý a slabý a není nebezpečný. Mraky přinázejí bouřky, lijavce ano i průtrž mračen. Za parných dnů máme příčinu mraků se obávat, neboť i krupobití často sebou přinášeji.

Nejvíce u nás pršívá při západním neb jihozápadním větru, protože přes moře přichází. Z velkého oceánu přes Asii je příliš k nám daleko, a proto při východním větru zřídka prší. Čím blíže jsou krajinu při západním větru u Atlantického oceánu, tím více pršívá, a čím jsou dále k Asii, tím méně, protože par stále ubývá. Ne všechn děšť pochází z mořských par, i také z rybníků, řek, z lesů a z rostlin vůbec vystupují páry. Vane-li vítr deštivý, totíž parami nasycený, přes lesy a hory, ochladí a srazí se páry právě jako když vystupující vzduch parami nasycený s deštivým hořejším vzduchem se smíchá. Proto v lesnatých a hornatých krajinách často prší a šíré roviny ruské, *stepi* zvané, suchem trpívají.

Abychom seznali, mnoholi vody do roka na některém místě spadne, máme *dešťoměry*. Jsou to malé nádobky, do nichž se všecky srazeniny s oblak nachytají a změří. V Praze by v průměru vody napadlo 14" zvýší, kdyby neodtekala.

Děšť jest nejen proto užitečný, že zavlažuje zemi, nýbrž protože i výparы ze vzduchu sráží, svrchní vrstvy vzduchu s nižšími míchá a že i zemi spláchně a stoky ve velkých městech čistí.

*Sníh*. Zhustnou-li páry ve vzduchu až k bodu mrazu ochlazeném, zmrznou v *sníh*, který má podobu pravidelných, malounkých hvězdiček. Kdo se o tom přesvědčí, ať za mrazivého dne, když sníh slabounce poletuje, na černý plech několik kousků napadlých silně zvětšujícím sklem pozoruje. Padá-li sníh v chuchvalcích, jsou již hvězdičky polámány a tím více v slehlém sněhu.

Padání sněhu jest jen v zimě možno, protože jen toho času vzduch tak mnoho se ochlazuje. Někdy padá na vysokých horách sníh a v nižinách pršívá; to pochází odtud, že sníh do teplejšího vzduchu přišel opět ve vodu se mění. Třeba by na zemi teplo několik stupňů výše nad bodem mrazu bylo, neroztaje vždy sníh, dříve než k zemi dopadne. Toho příčinou jest rychlý pád jeho, neboť takto jen malou chvíliku v teplejším vzduchu prodlévá; na zemi ale brzy pak se rozplývá.

Při jihozápadním větru v zimě nastává obleva a tu i pršívá; při severovýchodním větru bývá zima tuhá a nepadá sníh, protože jest vzduch málo vlhký. I v horách a lesnatých krajinách více napadá sněhu než v kraji, jako tam i vůbec více pršívá; tím více v severu padá sněhu, kde obleva slabá bývá.

Sníh jest potřebný, aby zemi udržel při dostatečném teple. Země sněhem pokrytá zřídka kdy pod bod mrazu klesne, třeba nad zemí — 6 až — 10° R zima byla.

*Krupky.* Z jara v březnu a dubnu bývá ještě země studená, tím více vzduch nad ní. Slunečním teplem povstane často mnoho par, které v studené výši prudce se ochladivše, zvláště je-li vítr, dolů v malých, sotva jako hráč velkých kouličkách spadávají. Takovéto zmrzlé krúpěje, které ze samých jehliček sestávají, jmenujeme *krupky* čili *krupice*. Někdy s krupkami padá i sníh nebo pršívá, protože jich v nižším teplém vzduchu něco roztaje.

*Kroupy.* V letě padávají při bouřce *kroupy* velkosti holubího až i slepičího vejce ano i kousky ledu; stává se to za velmi parných dnů, v horkém pásmu zřídka, častěji v mírném. V studeném pásmu jsou neslychané. Kroupy padávají nejčastěji odpoledne, řidčeji dopoledne a v noci. Před padáním krup povstává silné hučení prudkým pohybem mraků velmi tmavých. Kroupy tvoří se tím, že slunečním vedrem povstalé páry velmi rychle dvěma proti sobě tlačícími proudy vzduchu do ohromné výšky vystupují, tam velkým studenem se zhustují a v kapkách v nižší vrstvy vzduchu padají, kde opět vzhůru vystupujícími teplými proudy vzduchu v páry se mění, čímž příliš mnoho tepla k tomu potřebného vzduchu se ubírá. Ochlazování vzduchu může být tak rychlé, že páry v krupky zmrznou, které v nižší obor vzduchu padajíce, novými parami se zvětšují a značné velikosti nabudou. Kroupy padávají na značnou délku při malé šířce, protože se vzduch stlačením dvou proudů také na značnou délku a malou šířku ochladil.

### *Co voda v sobě rozpustného chová. Tvrdá a měkká voda.*

Slyšeli jsme, že voda v páru se mění, od země výš a výše vystupuje a pak v podobě deště, rosy, sněhu, krupeku a krup na zemi padá. Dešťová voda obsahuje v sobě něco pohlceného kyslíku, dusíku a kyseliny uhličité; teče-li po střechách, obsahuje malé jen množství látek přimíchaných. Sníh, kroupy a krupice zmrznutím pozbývají plynu, pročež voda z nich za nejčistší sloužiti může.

Cást napršené vody do země se vsákne a rozpouští vše, co rozpustného jest; jiná část v potůčkách ve větší potoky a z těch v řeky teče, až posléze v nepřehledném moři svůj tok ukončí. Na této daleké dráze částečně vody v parách ubývá a po přívalném dešti násilně přimíchané zemité a hlinité látky se usazují. Chceme-li rychle čistou vodu mít, polijme ji roztokem kamence, aby se kalnaté částky usadily. Výhodné jest to před prádlem.

Voda říčná i potoční mnoho rozpouštěných solí v sobě nechová, protože řečiště po tak drahná leta jich skorem docela zbaveno jest. Ona jest nechutná a k pití se jí neužívá, za to ale k praní a vaření pokrmů dobré slouží a *měkkou* vodou sluje.

Jinak to vyhliží s vodou dešťovou, která do země vnikla, vnitřek její protéká a v pramenu opět na povrch zemský se tlačí. Taková stýká se s mnoha solemi i dost dlouho s nimi prodlévá, aby je rozpustití

mohla. Soli ve vodě rozpuštěné jsou obyčejně sádra a pomocí kyseliny uhličité i vápenec; také skalice modrá a zelená, jakož i ledek a mnoho jiných solí v ní obsaženo bývá.

Voda pramenitá, jakkoliv čistou býti se zdá, není tedy chemicky čistá. Když trochu takové vody v hrnci odpařujeme, usazuje se značná sraženina solí na dně, protože v malém množství vody přimíšené soli v roztoku zůstati nemohou; zahřáváním jen voda chemicky čistá v parách prchá, zůstavujíc po sobě všeliké přimíšeniny. Když v kotlích studničná voda se vaří, aby v páry proměněná stroje hnala, jest dno kotlů solemi jako kůrou, která sluje *kotlový kámen*, pokryto, kdežto málo soli obsahující říčná voda pramálo nečistot v kotli zůstavuje. Kotle proto častěji čistiti se musí, aby kotlový kámen mocnou kůru na dně neusadil a prasknutí jich nezpůsobil. Z tétož příčiny usazují se soli na hrachu, máse atd., vaří-li se v studničné vodě, a poněvadž zrnka jako kožkou potažena jsou, nemůže horko do vařiva vniknouti; proto dáno takové vodě jmeno *tvrdá*. V tvrdé vodě ani prádlo se nevypere ani ruce čistě neumyjí, třeba mýdlem jsme pomáhali. Mýdlo solemi v takové vodě obsaženými se rozkládá a v malinkých klíkách nerozpustných v ní splývá, tudíž nečistotu jak prádla tak rukou odstraniti nemůžete.

Uvnitř země nejsou všechny stejné soli a proto nemá vždy pramenitá voda stejně chuti. Často voda dvou studní anebo studánek nedaleko sebe se nacházejících nestejně chutná. Zvláště kyselina uhličitá dodává vodě občerstvující chuti. Nechá-li se čerstvá voda na teplém místě státi, usazuje se z ní vzduch a kyselina uhličitá v perlíčkách na stěnách nádoby; voda pak, třeba na studené místo dána byla, jest mdlá a nemá více chuti občerstvující.

Obsahuju-li pramenité vody některou část soli v značném množství rozpuštěnou, jmenujeme je *mineralné vody*. Takových známe mnoho; bývají od neduživých lidí v jistých nemocech užívány a proto v láhvích se k nám přivážejí a jako léky pijní. *Kyselky* obsahují velké množství kyseliny uhličité a *hořké vody* mnoho soli hořké (v Zaječicích a Pilanech v Litoměřickém kraji). Některé vody obsahují mnoho železa, *železnaté vody*, ve spůsobě uhličitanu železnatého, který pomocí kyseliny uhličité v nich rozpuštěn jest. Jiné vody chovají v sobě sirovodík, které služí *sirné vody* a k čistění potnic slouží; proto poskytují dobré koupele. Některé léčivé vody přicházejí z velké hloubky země a jsou horké, jakožto *zřídlo Karlovarské*.

Teče-li voda místy, kdež uložena jest kuchyňská sůl, rozpouští ji a sluje *rapa*, která nebývá nikdy tak nasycena, aby se s prospěchem nad ohněm odpařovala, protož se zhusťuje laciným spůsobem v *gradovnách*. Jiné soli mají v sobě rozpuštěnou skalici modrou okysličením kyzů mědnatých povstalou, a služí *báňské vody*. Z těch také měď se dobývá; když staré železo do nich se nahází, sráží se měď na něm.

Nejvíce rozpuštěných látek nalézáme v mořské vodě. Pomysleme jen na to veliké množství vody, která každou chvíli do moře vtéká; co tu nečistot, měníc se v páry, po sobě zůstavuje! Také nesmírné množství

ústrojních látek z pošlých zvířat a z jich výkalu voda mořská v sobě obsahuje. Látek ve vodě mořské bývá až  $3\frac{1}{2}\%$ , jichž největší část kuchyňská sůl zaujímá, pročež tato v přímořských krajinách z ní se dobívá. Voda mořská služe proto obecně *slaná voda* na rozdíl *sladké vody*, kterým jmenem vyrozumíme všecky ostatní neslané vody.

Kdyby mořská voda nebyla slaná (vlastně hořkoslaná) a ustavičně se nepohybovala (příliv a odliv), musela by hnítí, zapáchat a žádný živočich by v ní živ být nemohl. Voda mořská jest na některých nemnoho hlubokých místech skoro bezbarvá a průzračná; průzračnost bývá tak veliká, že někde i v hloubce 150' bílé předměty na dně mořském viděti lze. Pro tuto vlastnost možno v potápěcích zvonech, když utonulé věci, drahé korale a houby k mytí se hledají, s prospěchem pracovati. Pro veliké množství rozpustných látek jest voda mořská hutnější a těžší koráby snese než sladká, říčná voda.

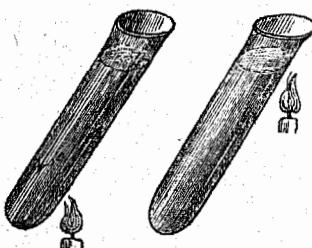
### *Zahřívání vody. Páry horkem povstalé.*

Voda pro špatnou vodivost tepla nad míru zdlouhavě by se zahřávala, kdyby se to mělo sdělováním od částice k částici jako u pevných těles díti; ale velkou pohyblivostí svých částic zahřává se prouděním rychle jako vzduch. Když hrnec vody na plotnu postavíme, zahřívá se nejdřív voda u dna, která se tím roztáhne a lehčí stane, proto vystupuje pořád výš a výše. Na její místo přichází studená voda, která po ohřátí opět vystupujíc, jiným částicím místa zůstavuje. Čím větší dno má nádoba u porovnání s výškou, tím proudění rychleji se děje.

Toto proudění lehce dokázati se může, když několik kousků jantaru do čisté vody ve skleněné nádobě s tenounkým dnem dáme a zahřáváme. Čistý jantar jest totiž tak těžký jako voda a proto, nechtě se kamkoli do vody položí, všady pluje. Při zahřívání a zvláště při vaření vody vystupuje jantar blíz stěny, při které výhřev jest větší, na povrch a na druhé straně blíz stěny zase dolů sestupuje.

V malém toto proudění vody při zahřívání také lučbičkou (obr. 55.) dokázati můžeme, když do ní trochu vody a několik malých kousků pečetního vosku dáme. Voda proudí od strany zahřívané.

Zahřívá-li se lučbička od shora (obr. 56.), vaří se voda nahore a dole je studená, neboť teplá, tedy i lehčí, zůstává nahore a studená těžší dole, pročež ne-povstává proudění. Od shury nemůžeme tedy vodu vyhřát i třeba bychom žeřavé železo na nádobu vodou naplněnou položili. Od shury zahřívá slunce vodu a proto, kdo v rybníce se koupal, spozoroval, že je voda dole chladnější než na povrch, což v řece pohybováním vody



(Obr. 55. 56.)

se vyrovnaná. Zvláště kdo do vody za parného dne v kádi neb v konvi stojící ruku zlehka ponořoval, shledal, že paprsky vyhřatá voda na povrch je mnohem teplejší než níz.

Prouděním musí se voda v nádobě dříve vařiti, když se od spodu zahřívá (na plotně), než kdyby se od strany, jako se to na ohništi děje, zahřávala. Postaví-li se hrnec na třínožku, tak aby plamen pod i se stran jej zahřával, jest vaření nejvýhodnější. Voda jakýmkoliv spůsobem v nádobě zahřívaná pořáde rychleji proudí, až posléze slabé klokotání na povrchu jejím viděti lze, což je známkou, že se voda vařiti počiná.

Vaří-li se voda, t. klokotá-li na povrchu, nezvýšuje se více její teplota, nýbrž zůstává stále stejná, třeba bychom hodně paliva přikládali. Všechno teplo vynaloží se na proměňování vody v páry, které teplo utajují. Teploměrem se o tom přesvědčíme. Když se voda vaří, potřebuje se jen stále při teplotě  $80^{\circ}\text{R}$  udržeti; všecko větší zahřívání je zbytečné, protože tím jen voda rychleji v páry se proměňuje a rychleji od vystupujících par klokotá. Protože se voda pouze na  $80^{\circ}\text{R}$  vyhřeje, proto se může i v plechových, cinových, olověných ano i v papírových nádobkách vařiti. Některé tekutiny se dříve, jiné později než voda vaří. Voda jakoukoliv solí nasycená při vyšším teple než při  $80^{\circ}\text{R}$  vařiti se dočiná.

Páry mají tutéž teplotu  $80^{\circ}\text{R}$ . jako vařící voda, pročež také k vytápení pokojů použítí se mohou. Z kotle páry rourami do příbytků se vedou a ochlazením ve vodu proměněné druhou nakloněnou rourou se odvádějí. K vaření neb k odpařování tekutin vodní páry mnohem lépe se hodí, nežli plamen, protože se jimi připáliti nemohou; i chléb se nyní v některých pekárnách vodní parou peče a brambory na kořalku parami vaří. Papír při zpracování v papírnách ovinuje se na duté válce, do nichž se pára vede, aby se osušil; taktéž se děje s utkanou bavlněnou látkou. I střelný prach se suší v prachárnách parami, protože se jimi určitého stupně tepla docílí. Pokud se sušil prach na plotnách, často se vzejmul a vybouchnul.

*Vaření vody a vůbec všech tekutin jakož i proměňování jich v páry závisí od tlaku vzduchu.* Je-li vzduch řídounký, jako u př. na vysokých horách, vaří se voda při nižším stupni než při  $80^{\circ}\text{R}$ ., a proto maso a jiné pokrmy v příliš velké výšce v otevřených nádobách ani uvařiti se nemohou, třeba se voda hodně dlouho vařila.

Na Sušecce voda se vaří při  $76^{\circ}\text{R}$ , na hoře sv. Bernarda při  $74^{\circ}\text{R}$ , a tu se maso musí po 5 hodin vařiti. Na Mont Blanc vaří se voda při  $68^{\circ}\text{R}$ .

Páry musí tlak vzduchu překonati, aby mohly vystupovati; jestli vzduch nad vodou se stlačí, vaří se voda později, t. při vyšším teple než  $80^{\circ}\text{R}$ , protože musí páry větší tlak vzduchu přemoci. K zvětšení tlaku mohou se i páry z vody se vyvinující pevně uzavřiti, aby vycházetí nemohly. Na tom se zakládají hrnce papinské, které mají silná víska tak přidělaná, že pevně uzavřití se dají a páry unikati nemohou.

V takových hrncích každý pokrm rychleji a mnohem lépe se uvaří, než v nádobách otevřených. Chrupavky se v nich na měkko uvaří a zelenina úplně rozvaří. Těchto hrnců nejvíce na vysokých horách se potřebuje.

I když jen poklicí hrnec přikryjeme, vaří se voda dříve a tu možno, když poklice na kraj přiléhá, pozorovati, jak se tlakem par nadzdvihuje. Mléko se dřív vaří než voda, protože pro škraloup pára jako z řídké vody vystupovat nemůže. Škraloup se nadzdvihuje parami, které na mléko tlačí, a proto toto i přetéká, když se škraloup neodhrne neb neprotrhne.

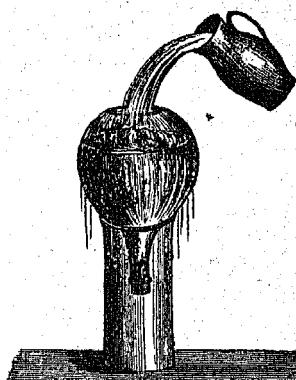
Voda při malém tlaku vzduchu i nepatrným zahřátím se vaří. Jest-li vodu v baňatce něco přes polovic naplněné vaříme, a dokud páry vycházejí, zátkou ucpeme, přestane se vařiti, jakmile ji od ohně vzdálíme. Obráťme-li ale baňatku hrdélkem dolů, třeba do sklenice k pití (obr. 57.) a vodou studenou dno polejeme, počne se voda uvnitř vařiti, a sice proto, že se ochlazením páry srážejí a na ni netlačí. Ochlazování můžeme dlouho opakovati.

*Pulsovní kladívko* sestává ze dvou dutých kouliček (obr. 58.) rourkou spojených a barevným líhem naplněných. Prostor nad líhem jest vzduchoprázdný. Sevréme-li jednu kouličku do ruky, zahřeje se líš, a protože na něj neúčinkuje žádný tlak, vaří se i při teplotě ruky. Pod recipientem vývěvy vaří se voda vlažná, když se vzduch a páry odvádějí a tedy tlak změní.

*Vodní kladívko* (obr. 59.) jest jako pulsovní kladívko vzduchoprázdné, ale vodou naplněné. Vezmeme-li v kouličku rozšířený konec jeho do ruky, tu i zde voda se vaří.

*Voda horkem* se vaří a vypařuje, přílišným horkem se ale nevarí ani nevypařuje. Chce-li pradlena zkoušeti, jak je žehlička horká, naplije slabě na ni. Jest-li slína v kuličku se sbalí, jest žehlička příliš horká a tu s žehlením musí se posčečkat. Když žehlička povychladne, slína hněd se v páry mění. Na plotně žěřavé viděl snad každý, když voda z hrnce vyšplíchla, jak se dělaly z ní kuličky. Kdyby plotna méně horká byla, tu by hněd voda vylítá v parách prchala. Hodí-li se v skelné hutí kus žěřavé skloviny do studené vody, syčí voda až za chvilku, až totiž sklovina trochu své žěřavosti zbavena byla. Žěřavé železo do studené vody ponořené také až za chvilku syčení vody způsobí.

Zdá se, jako by voda se žěřavými věcmi nic nechťela mít, bezpo-  
Kopeckého fysika 2. vyd.



(Obr. 57.)



(Obr. 58.)



(Obr. 59.)

chyby, protože mezi nimi a vodou utvoří se vrstva páry, která oboje od sebe v jisté vzdálenosti udržuje.

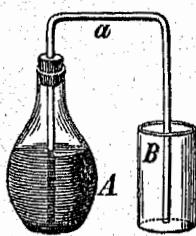
Za starých časů používali ohně pravdozvěstného při soudnictví. Obžalovaný musel na rozpálené železo hmátnouti neb šlápnouti. Ne-spálil-li se, bylo to znamením nevinnosti, co se státi mohlo, bylo-li železo žeřavé a jest-li se strachující potil; obžalovaný se ale spálil, bylo-li železo méně rozpáleno a byl tudiž za vinna uznán.

*Vodní páry slouží k pohybování strojů v továrnách, parních mlýnů a parovozů, o nichž při strojích pojednáno bude. Upotřebení par zakládá se na oné vlastnosti, že se velmi mocně roztahuje, čili se snaží jako vzduch většího prostoru nabýti, a proto na stěny nádoby, v které uzavřeny jsou, tlačí. Tlak par se měří počtem atmosfér; jedna atmosféra jest obyčejný tlak vzduchu, který obnáší na  $1\frac{1}{4}$ "  $12\frac{3}{4}$  ū. Dvě atmosféry jsou tlak dvakrát tak velký atd. K určení tlaku par slouží manometr, o němž při parních strojích řeč bude.*

Páry způsobují nesmírně veliký tlak. Jak mnoho lidských sil k pohybování jen jednoho vagonu potřeba by bylo, a což kdyby se jich 20 i s nákladem tlačiti mělo! Kolik koní bylo by v továrně k hnání některého parostroje třeba! Parami se může libovolný a stejný pohyb u strojů docílit, když se jich více nebo méně z kotle vypouští.

Kaštanu musí se před pečením naříznouti, protože by páry pečením vypuzené nemohly odcházeti, leda by násilně kůru protrhly. I jalbla při pečení parami pukají a trhlinami šťáva vytéká.

Že páry nesmírně velký tlak způsobují, posoudit můžeme z toho, že jimi často kotle parní praskly a že od nich pochází také zemětřesení. A jak přijde voda do země? Ona prosákne nejsnáze u sopek dovnitř, kde kůra zemská je nejvíce rozpukána. Když tam voda vnikne a cesta nějakým způsobem se zátarasí, tu horkem promění se v páry a způsobí zemětřesení.



(Obr. 60.)

O tlaku par lehce se přesvědčíme, když baňatku A (obr. 60.) línedle docela vodou naplníme a dobře korkem ucpeme, jinž prochází rourka a, která jedním ramenem až k samému dnu baňatky a druhým do prázdné nádoby B taktéž až ke dnu dosahuje. Když baňatku kahanem zahříváme, tvoří se při vaření páry, které na povrch vody tak silně tlačí, že ji rourkou do předložené nádoby B docela vytlačí. Odstrávíme-li pak kahan, kterým baňatku jsme zahřívali, ochladí se za malou chvilku v baňatce páry, ménice se v krůpěje vody, pročež povstává v ní vzducho-prázdný prostor, a že vzdach na vodu v B pouze s jedné strany tlačí, vytlačuje proto zase vodu rourkou zpátky do baňatky A. Zde tedy také mimo tlak par značný tlak vzduchu seznati můžeme. Dá-li se do nádoby B čaj, může se snadno takovým spůsobem spařiti, a když odvar do baňatky zpátky docela čistý přijde, může se s cukrem a rumem pít. Pro pohodlí místo baňatky brává se plechová nádoba s kohoutkem.

## Destilování vody.

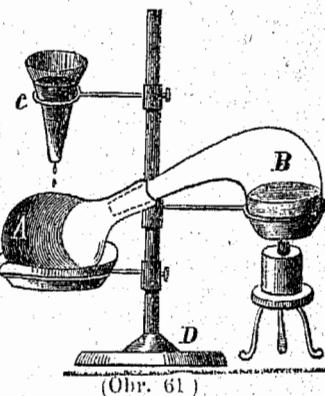
Potřeba někdy káže chemicky čistou vodu, t. všech rozpustných látek zbavenou, na mnohé léky a k rozličným lučebním pracím si zaopatřit. Čistá deštová voda nebo rozpustěný sníh postačí k mnoha chemickým pracím; není-li takové po ruce, musí se pak říčná a tím více pramenitá voda čistit.

Stává se to *destilováním* čili *překapováním*, kterážto práce na tom se zakládá, že zahříváním jen čistá voda v parách prchá a všeliká pevná v ní rozpustěná tělesa na dně nádoby zůstávají. V malém-li jen množství voda destilovati se má, děje se to ve dvou k sobě spojených a stojanem upevněných křivulích (obr. 61.). V křivuli *B* nečistá (třeba schválně kuchyňskou solí a burelem znečistěná, aby se dokázalo, že jen čistá voda se destiluje) voda se zahřívá a do druhé křivule *A* vyvinuté páry se vedou, aby zde studenou vodou, kterou třeba nálevkou téci necháme, se ochladily a zkapalnily.

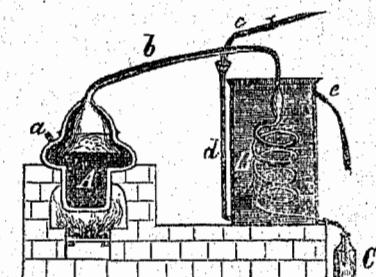
Ve velkém jest k tomu *stroje destilovacího* (obr. 62.) potřebí, který se stavá z *kotle A*, v němž se voda otvorem *a* nalitá zahřívá, a z *kádě chladící B*, naplněné vodou studenou. Aby rourou *b* do kádě chladící příšle páry snáze se ochladily, jest roura v ní havdovitě točena. Parami oteplená voda v kádi vystupuje nahoru; otvorem *e* odtéká a místo ní studená z nějaké nádoby rourou *c* a *d* do kádě blíz dna přitéká. Čistá voda v kapkách a později v malém proudu z roury havdovité do podložené nádoby *C* teče.

Destilovaná voda jest bezbarvá, bez chuti a bez vůně a takovou se váha nerostů, jakož i všelikých tekutin (viz hustota) porovnává. I námořníci si musí vodu mořskou destilováním pitelnou učiniti, vyšla-li jim zásoba čisté vody. Mořská voda piti se nemůže, protože by pro kuchyňskou a jiné v ní obsažené soli větší ještě žízeň povstala; pije-li se, způsobí ošklivost v žaludku a vrhnutí.

Destilováním lít od vody se dělí, protože při nižším stupni nežli ona prchá; taktéž kyselina sirková příliš rozředěná se destilováním seslouje, totiž vody zbabuje, která zase dříve prchá nežli kyselina sirková. Kdyby polévka z piva nebo vína dlouho se vařila, byla by slabší, protože líh snadno prchá.



(Obr. 61.)



(Obr. 62.)

Co jsme zde při destilování v malém shledali, máme i v přírodě ve velkém. Jenom chemicky čistá voda vypařuje se, zůstavujíc všecky nečistoty na zemi; ochlazením pak zase čistá voda dolů spadává.

### *Ochlazování vody. Tvoření se ledu.*

Z jara a v letě zahřává se na slunci stojatá voda ode shora a roztahováním stává se lehčí, pročež nahore zůstává. V podzimku a v zimě voda ode shora se ochlazuje, pak jako každé těleso se stahuje a co těžší ke dnu padá, zůstavujíc prostor tplejším částkám. Tak se i každá horká tekutina, u př. káva a čaj, ochlazuje, což arcí mícháním rychleji by se dělo, protože by svrchní vypařováním ochladlé části snáze se spodními vyměniti se mohly. Při ochlazování vody ode shora povstává proudění jako při zahřávání jí ode spodu, pročež voda v celém rybníce stejně chladná jest, neboť míchá se studená s teplou, což se tím spíše v řekách dítí může.

Stahování vody při ochlazování trvá jen ke  $3^{\circ}\text{R}$ . Při tomto stupni jest voda nejhustší a nejtěžší; odtud pak chladnutím více řídne, totiž roztahuje se a lehčí stává, pročež, ochlazuje-li se od třetího stupně dále, zůstává na povrchu, měni se v pevné těleso — v led a proudění se zastavuje. Voda dělá tedy od všeobecné vlastnosti (stlačitelnosti) při třech stupních výminku. Led má větší objem nežli voda, z které po-vstal, a sice o jednu desetinu; z  $9^{\circ}$  jezdísků vody povstane led, který by vyplnil prostor desíti jezdískové nádoby, nebo z  $9^{\circ}$  vody povstane  $10^{\circ}$  led. A proto jest led o desetinu lehčí nežli voda v stejných objemech, na vodě plove a ta desetina ho z vody vyčnívá.

Nyuň nahlédneme, proč láhev vodou naplněná při mrazu pukne, proč mrznoucí voda i stromy a skály trhá a proč železné trouby na vodu, když dobře před mrazem chráněny nejsou, popraskají. Když v podzimku zed se ovrhne, opadává malta při mrazu nastalem, protože voda, která neměla času se vypařiti, v maltě zmrzne. Mrazy škodí osení sněhem nepokrytému, zvláště po vlhkém počasí, protože zmrznutím vody nadzdvívá se země a kořínky se přetrhují. Při každém mrazu země puká a hroudy před tím vlliké se rozpadávají.

Síla mrznoucí vody přemáhá všecky nám známé odpory. I puma vodou naplněná, jejiž otvor železným šroubem zacpáv byl, praskla, když voda při velkém mrazu zmrzlá.

Roztahování se vody při třech stupních slouží v přírodě k velkému užitku. Led co špatný vodič tepla nedopouští, aby pod ním voda pod  $+3^{\circ}\text{R}$  se ochladila. Velkou zimou dělá se kůra ledová silnější a tudiž jí mráz sebe prudší proniknutí nemůže, což jest přičinou, že vodní zvířata, jmenovitě ryby nezmrznou. Rybám není zle pod ledem, ano lépe se jim daří než živočichům na pevné zemi. Kdyby voda nedělala při třech stupních výminku, tu by stálým prouděním se ochlazovala až na bod mrazu a všecka by musela jedním rázem proměniti se

v led. Tu by všecka vodní zvířata zmrznouti musela a ty ledové spousty by ani za leto pro špatnou vodivost tepla nerozstály.

Jakmile led z vody povstal, stahuje se jako každé jiné těleso ochlazováním. Proto za velkých mrazů praská led u břehů řek a rybníků, neboť se trhá, protože zimou se smrštuje. V Sibíři zmrzne led tak, že se stíží urazí a jím skoro jako křemenem křesati se může.

Často vidláme v zimě stopy a koleje ledovou síti pokryté. Tento výjev pochází odtud, že byl kolej nebo stopa vodou naplněn, a mezi tím, co po stranách voda zamrzala, ostatní voda do země se vtáhla neb odtekala, dříve než celý povrch zamrzl. Jest-li ale na povrchu voda zmrzla a pak teprvě pod ledem odtekala, tu zůstává pouze škraloup nad prázdným prostorem.

Mořská neb jezerní voda dělá od sladké vody tu výminku, že jen zřídka zamrzá. Stává se to proto, a) že jest jí příliš mnoho, takže jen stíží prouděním až na  $3^{\circ}\text{R}$  ochladiti se může, b) příliv a odliv ochlazování zabraňuje a c) proto, že slaná voda zamrzá až při  $-11^{\circ}\text{R}$ , zamrzne moře velmi zřídka. Jezera hluboká neb taková, do nichž voda z pramenů teče, také zřídka zamrzají. I mléko později mrzne než voda, protože obsahuje soli. Ono mrzne při  $-9^{\circ}\text{R}$ , víno silné při  $-5^{\circ}\text{R}$ , vinný ocet při  $-2^{\circ}\text{R}$  a lidská krev při  $-4^{\circ}\text{R}$ . Něco lněného oleje nad vodou zabrání zmrznutí vody, neboť je olej špatný vodič a sám při  $-17^{\circ}\text{R}$  teprvě zamrzá.

Člověka zmrzlého dáváme do sněhu nebo do šatu v ledové vodě omočeného, protože má sníti více tepla než krev při  $-4^{\circ}\text{R}$  mrznoucí. Zmrzlé brambory rozmrznou v ledové vodě, neboť mrznou při nižším stupni než ona. Dají-li se do větší teploty než má ledová voda, rychle rozmrznou, kazí se a k jídlu se více nehodi. I zmrzlé víno rozmrzně v ledové vodě.

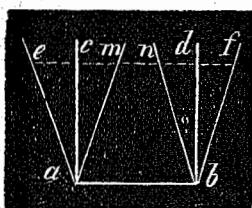
Led z mořské vody povstalý není slaný, nýbrž tak bez chuti jako led z říčné vody. Proto obyvatelé v severních krajinách z mořské vody sůl kuchyňskou tak dobývají, že led z vody zmrzlé odstraní, vodu opět zmrznouti dají a tak pokračují, až se nabýde zhustělého roztoku soli, který se nad ohněm odpařuje, až se z něho sůl sráží.

V horkých krajinách ledu neznají; V Indii dělají led takto: Udělají do země 2' hlubokou a  $30\text{--}4'$  širokou jámu, přikryjí ji 1' vysoko stébly kukuřicovými neb třtinou cukrovou a na tuto podložku postaví neglasurované  $1\frac{1}{4}'$  hluboké hliněné hrnečky, do nichž vlejí při západu slunce měkkou vodu. Při východu slunce jest již voda proměněna v led, který do sklepů se nahází. Porovatými nádobami totiž něco vody se vypáří a tím zbytek tak ochladí, že zmrzne.

Taje-li led, zůstává teplota jeho jakož i vody z něho povstalé tak dlouho stejná, pokud není všechn roztažen. Čím větším teplem led se zahřívá, tím rychleji nabýdeme z něho vody, a až je všechn ve vodu proměněn, počíná teprvě teplota stoupati. Stálá teplota tajícího ledu slouží, jak nám již známo, k poznámenání bodu mrazu čili bodu tání.

### Tlak vody.

Základní částečky vody jakož i všech kapalin jsou velmi pošinutelný, pročež snadno v pohyb se přivádějí. Pro lehkou pošinutelnost a pohyblivost musí povrch kapaliny vždy vodorovný být, neboť tlaci jedna částice na druhou a žádná nemůže výš než druhá vedlejší se držet. Ano i všecky částice uvnitř kapaliny musí v rovnováze být, neboť kdyby se jen jediná pohybovala, rozšířil by se pohyb ve vši kapalině a tudíž všecka by se pohybovatí musela.



(Obr. 63.)

Protože jsou tekutiny lehko pošinutelný a pohyblivý, proto vyhýbají se všemožné tlaku jinými tělesy neb vlastní váhou způsobenému, a nemohou-li, rozšířují tlak utřepený na všecky strany dolů na dno, i nahoru a na stěny.

*Tlak na dno.* Voda jako všecky kapaliny má váhu, a proto tlaci na svou podporu — na dno. Čím výš voda stojí, tím větší tlak způsobí, neboť nejhorejší část vody tlaci svou váhou na vrstvu pod ní ležící, tato opět na druhou atd. ;

nejnižší na dně spočívající vrstva vody utrpí tlak vši vody.

Má-li nádoba (obr. 63.) stěny *ca* a *db* svislé, utrpí dno *ab* tlak vši vody nad ním spočívající. Potřebujeme tedy jen váhu vody znáti, abychom tlak na dno ustanovili. To se stane, když skutečně vodu odvážíme neb objem nádoby změříme.

Objem nádoby pravidelné najdeme, když půdici její  $p$  násobíme výškou *v*. U př. Má-li nádoba dno  $3\text{ m}^2$  velké a stojí-li voda v ní  $5'$  vysoko při svislých stěnách, jest tam tedy  $15\text{ m}^3$  prostoru a že  $1\text{ m}^3$  vody váží  $56,4 \text{ N}$ , tedy  $15 \times 56,4 = 846 \text{ N}$  jest váha vody, kterou musí dno nádoby unést. Máme-li jinou kapalinu v jmenované nádobě, musíme vypočítenu váhu vody hustotí *h* té kapaliny násobiti. Proto tlak *T* na dno vůbec u všech kapalin znázorníme:  $T = p \cdot v \cdot h$ .

Tlak na dno nezávisí vždycky, jak pokusy a výpočty dosvědčují, od množství a od váhy kapaliny, nýbrž pouze od velikosti dna a od výšky kapaliny, třeba měla nádoba stěny jakéhokoliv tvaru. V nádobě *abcd* (obr. 63.) je tlak na dno *ab* stejný, jako by tam tolik vody bylo, co by pouze do nádoby *abcd* při svislých stěnách se vešlo. V nádobě *abmn* jest méně vody, než do nádoby se svislými stěnami se vejde, ale že mají stejnou výšku a stejně dno, přece jest tlak na dno stejný. To platí, i kdyby měla nádoba stěny zaoblené, jako u př. sudy.

Pro všecky kapaliny platí tedy zákon: *Tlak na dno závisí pouze od velikosti dna a od výšky kapaliny.* Na pohled zdá se tento zákon nepravdivý, pročež zákon o tomto tlaku nazván *hydrostatické paradoxon* (protimyslné). Máme rozličné přístroje k důkazu tomu; u spojitých nádob jednoduchým spůsobem o vyřknutém zákonu se přesvědčíme.

*Realiv lis* zakládá se na předešlém zákonu. Se-stavá z oblé nádoby *ac* (obr. 64.) jednu stopu vysoké, která má dno asi čtvrt čtverečné stopy veliké. Do této dávají v lékárnách na sítovité dno *b*, které zde z nádoby viděti možno, látky rostlinné, aby z nich štava se vytlačila. Nádoba *ac* spojí se ve svrchním dně s rourou *fe*, která jest až 20' vysoká a v průměru  $\frac{1}{2}$ " má. Tlak na dno nepatrný množstvím vody nalité rovná se zde ( $\frac{1}{4} \times 20 \times 56.4 =$ ) 282 libram. Štava vytlačená vytéká kohoutkem *d* do položené nádoby.

*Tlak vzhůru.* Voda i do výšky na povrch svůj tlačí. Vezměme váleček skleněný (obr. 65.), třeba od lampy, a lehkou desku kovovou *n* na niti *b* přivázanou k otvoru spodnímu přitáhneme a do vody v nádobě *A* ponořme. Deska ve vodě neodpadne, třeba jsme nitku více nedrželi, což jest důkazem, že ji voda nahoru tlačí. Kdybychom vodu zlehka do válečku po stěnách lili, zůstala by deska pevně u válečku, dokud by ve válci voda značně vysoko nestála; deska musí pak svou vlastní váhou na dno nádoby padnouti, protože na ni se shora i ze zdola voda tlačí.

Že tekutina poměrně hloubkou nahoru více tlačí, přesvědčíme se malinkým měchýřkem *a* (obr. 66.) na skleněné rource *b* upevněným a barevnou vodou naplněným. Čím hlouběji měchýř s rourkou do vody v nádobě *A* ponoříme, tím výše voda barevná v rource vystupuje.

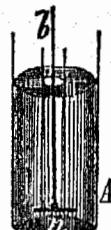
Potopené dřevo na povrch vyplave, protože je voda nahoru tlačí. I na kámen, železo a vše, co se do ní hodi a třeba potopí, tlačí a snaží se to na povrch vyhoditi. Proto se nám zdá kámen ve vodě lehčí. Džbán neb vědro vodou naplněné lehce ze studny vytahujeme, dokud jest ještě potopené. Ve vodě jeden druhého snadno unese.

*Tlak na stěny.* V nádobě tlačí voda tím více na části stěny, čím hlouběji tyto se nacházejí. Tlak jest vždy výše kapaliny poměrný a proto si jej můžeme na každém místě stěny tak velkou přímkou znázorniti, jak právě vysoko kapaliny nad tímto místem stojí (obr. 67.). Na stěně v místě *A* jest tlak nula, v *B* jest tlak vody velkosti  $BC = BA$  a v *D* jest tlak přímkou  $DE = DA$  vyznačen, takže trojúhelník *ABC* všecky možné tlaky na stěnu nám znázorňuje.

Tlak vody na stavida u mlýnů a rybníků blízko dna jest největší, pročež se musí hráze nádržek a rybníků dole širší a pevněji



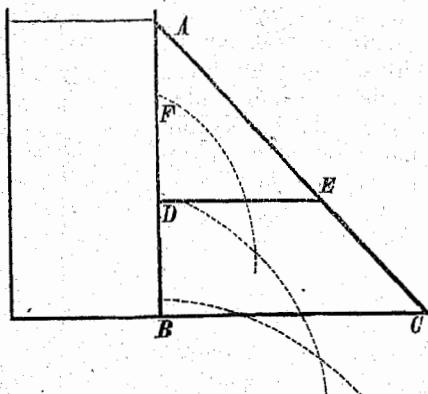
(Obr. 64.)



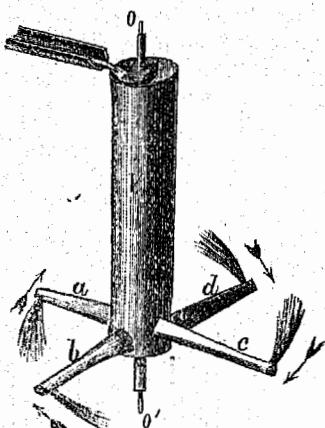
(Obr. 65.)



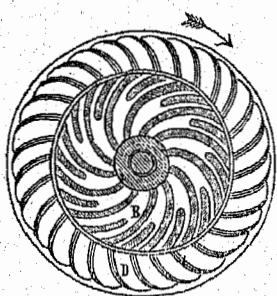
(Obr. 66.)



(Obr. 67.)



(Obr. 68.)



(Obr. 69.)

stavěti než nahoře, aby tlaku vody odolaly. U velikých sudů také na tlak na stěny ohled bráti se musí.

Uděláme-li otvor ve stěně  $AB$  (obr. 67) právě v  $B$  při duu, musí voda tlakem sloupce vody  $AB$  vytékati; uděláme-li otvor v  $D$ , vytéká voda kratším sloupcem vody  $DA$  a při  $F$  vytéká nejkratším sloupcem  $FA$ . Z toho viděti, že voda otvorem  $B$  vytékající dále dostříkuje než otvorem  $D$  a  $F$ , jak to právě obraz naznačuje. Směr vody vytékající jest *parabola*. Otvorem  $A$  by voda ani nevystříkovala, nýbrž po stěnách dolů by stékala. Když vody vytékáním ubývá, ubývá i délky dostřiku; chceme-li, aby voda stejně dlouhou dráhu, parabolu, opisovala, musí stále stejně vody vysoko v nádobě být.

Množství vytékající vody řídí se vždy velikostí otvoru a pak rychlosí výtoku.

Na tlaku vody na stěny zakládají se rozličné stroje:

*Segnerovo kolo*. Svisně postavený válec  $V$  (obr. 68.) kolem osy  $oo'$  se otáčí a má čtyři (neb i více) trubice  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$  vodorovně postavené, z nichž na stejně straně ležícími otvory voda vytéká. Kdyby otvoru nebylo, rušil by se tlak vždy protějšími dvěma místy vespolek a voda jakož i kolo bylo by v klidu. Je-li ale ve stěně otvor, tu se tlak vody na tom místě ruší, kdežto na protějším místě tlak účinkuje a proto se pohybuje celé kolo v protivném směru. Kolo Segnerovo otáčí se v plechové nádobě, aby voda se neroztékala, dělá-li se ten pokus ve škole.

Je-li válec veliký a jsou-li trubice přiměřeně k němu zvětšené, může i stroje v pohyb přiváděti. Síla hybná jest zde ale příliš malá; neboť voda ve válcu způsobí svou velkou vahou příliš velké tření u dolejší osy.

*Turbiny* (obr. 69.) mají podobné zařízení. Do zakřivených lopatek nádrže  $B$  při-

téká voda shůry a odtékající voda naráží na protivně zakřivené lopatky vodorovného kola  $D$ , které se tudiž točí ve směru šipky. V krajinách, kde voda vysoký spád má, výborné služby konají turbiny, jimiž se přivádějí v pohyb mlýny, stroje v přádelnách a tkalcovnách.

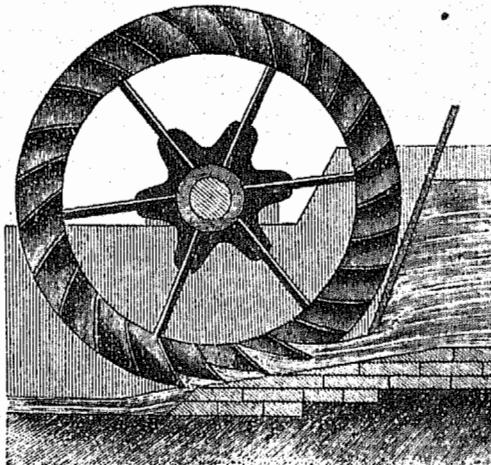
*Mlýnské kolo na spodní vodu.* Voda teče účinkem tlže a snadné pošinutelnosti svých částic, kam má spád. Nahneme-li nádobu vodou naplněnou, změní voda hned svou polohu a vytéká; vytékání děje se tím prudčeji, čím více se nádoba nahýbá. V potocích a řekách teče voda z té příčiny, protože místo, kam teče, nížeji leží, nežli odkud vytéká. Jeli rozdíl výšky obou míst značný, má voda spád prudký a všecko velmi rychle s sebou unáší. Stojí-li jí něco v cestě, tlačí to silou tím větší, čím větší spád má. Při spádu vody jest to tak, jako by voda tlakem svrchních částic z veliké nádoby (viz obr. 67) vytékala. Nadřízli se voda v nadřeze a stavidlem dole u dna vypustí, značným tlakem prudce vytéká, jako by silný spád měla.

Voda říčná svým spádem k pohybování mlýnského kola na spodní vodu dobré se hodí. Kolo má jeden i více kruhů s lopatkami, na něž voda stavidlem z vanrok se pouští. Pod stavidlem žlab kameny vydilážděný se snižuje, aby voda větší spád čili střík měla; dále žlab se i rozšiřuje, aby voda snáze odtékala. Kolo mává dvakrát menší rychlosť než voda na ně vytékačí. I hoši na malých potocích dělají sobě podobná kolečka, dobré vědouce, že je postaviti musí, kde voda značný spád má, aby se rychle točila.

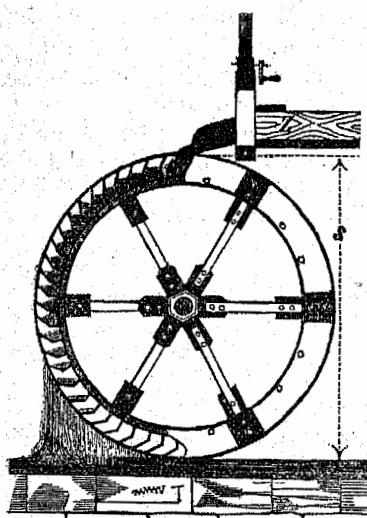
Kolo vodní dělá se podle množství vody přítékačí přiměřeně široké, ale vždy tak, aby pouze žlabem volně točiti se mohlo a voda všechna na lopatky jeho tlačila, tedy aby žádná podle kola neucházela a ani přes lopatky netekla.

Dobře zařízené kolo mlýnské na spodní vodu máme v obr. 70. znázorněné. Toto má lopatky ze železného, silného plechu tak zakřivené, aby voda nejen nárazem, nýbrž i poněkud váhou na ně působila.

*Kolo mlýnské na svrchní vodu.* Na potocích, v kterých v letě často málo vody bývá, staví se kolo mlýnské tak, aby voda se shora na ně tekla, tedy aby hlavně svou váhou a pak i prudkým spádem kolem pohybovala. Při tomto kole (obr. 71.) jsou hlavní části dobře zařízené korečky, do nichž při-



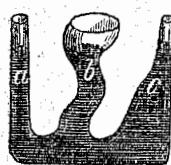
(Obr. 70.)



(Obr. 71.)

korečky dělají se z plechu, protože do obvodu kruhu zakroužiti se mohou.

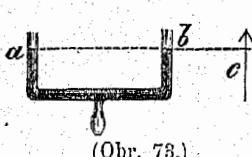
### *Spojité nádoby.*



(Obr. 72.)

Je-li více nádob tak dohromady spojených, že tekutina z jedné do druhé přetékati může, nazýváme je *spojité nádoby*. V obraze 72. máme tři nádoby *a*, *b*, *c* mezi sebou spojené; každá nádoba sluje *rameno* spojité nádoby. Lejeme-li vodu do jednoho ramena, stoupá i v druhém a třetím stejně vysoko.

Při spojitých nádobách platí ten zákon, že výška tekutiny, když jedním ramenem do nich se vleje, ve všech ramenech, ať jsou podoby jakékoliv, zárovna jest čili stojí ve všech ramenech v stejné výšce. Rameno nesmí ale příliš úzké být, sice by prolinavost (str. 32) neb i tlak (str. 22) účinkoval. Kdybychom nádoby spojité nahnuli, klesla by z ramen výše postavených tekutina a v ostatních níže postavených by vystoupla, takže zase ve všech ramenech stejnou výšku od vodorovné plochy by měla.



(Obr. 73.)

Podle toho můžeme skleněnou rourkou dvakrát v pravém úhlu ohnoutou (obr. 73.) a barevnou vodou naplněnou určiti, leží-li dva předměty daleko od sebe vodorovně. Pozorovatel pohlíží od jednoho předmětu povrchem tekutiny v obou ramenech *a* *b* do

téká voda z nádržky žlabem, který za stavidlem značně nahnutý a zúžený jest, aby voda se nerozstříkovala.

Kruh čili věnec kola bývá tak široký jako žlab a má korečky 1' daleko od sebe, které musí být tak zařízeny, aby snadno všechnu vodu ze žlabu přijímaly a ji jak možná dlouho v sobě udržovaly. K tomu účelu mají korečky ve směru poloměru kola ležící *podděnek*, k němuž *lopatka* se připevňuje, která k obvodu kola v  $30^{\circ}$  přiléhá.

Korečky dělají se v objemu 3—5krát větší než obnáší množství vody, která do nich přijíti má, aby až docela dole vytékala a tedy dlouho svou váhou tlačila. Podle spádu vody dělá se kolo mlýnské 8—40' v průměru a má rychlosť dvakrát menší než voda na ně stekající. Výhodné

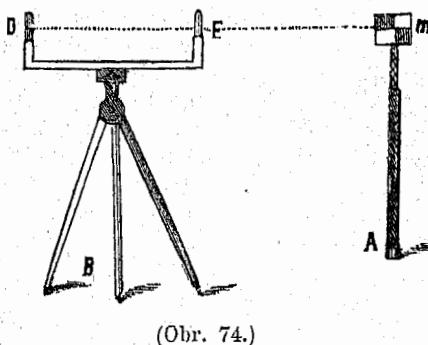
dálky na druhý předmět *c*, a jsou-li výšky tekutiny s oběma předměty v rovné čáře, jsou oba stejně vysoko; nejsou-li v stejné výšce, může pomocník sáhovku neb tyč u předmětu *c* do výše vystrkovat, a dozvím se, o muho-li jest místo to nižší.

Toto jest základ *nivelační váhy*, (obr. 74.) která na stojanu *B* připevněná měříčum k nivelování či k vyrovnání půdy slouží. K vůli pevnosti má vodorovnnou trubici z plechu na obou koncích zahnutou, do níž jsou trubice skleněné *D* a *E* zasazeny, aby do dálky výška stejná předmětu *Am* se zkoušet mohla.

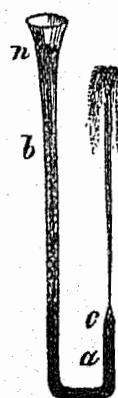
V obecném životě často s výjevy se potkáváme, které na zákonu spojitých nádob se zakládají. Vystoupí-li voda v řece, stoupá do kanálů, sklepů i do ulic; do sklepů voda zemí se prosákne. Jak vysoko voda v řece stoupá, tak také vysoko ve sklepě se nachází. Voda ve studních se trati neb vystupuje, když nádržky pod zemí, kterými jsou pomocí pramenů ve spojení, vysychají neb vodou více se naplňují. Proto musíme na výšinách studny hodně hluboké kopati, abychom na vodu přišli. Při tlakoměru měřili jsme vždy výšku sloupců rtuti od povrchu jejího v kratším rameně, protože stejně výšky v obou ramenech rovnováhu si drží. Vzduch pouze vytlačuje rtuť nad výšku její, která s výškou v kratším rameně zárovná jest.

Při skráceném asi 10" vysokém tlakoměru (viz vývěvu obr. 37.) byla uzavřená trubice úplně rtuti naplněna. Když se vzduch v malém recipientu, který s velkým ve spojení jest, hodně rozředil, rtuť v něm klesala. Kdyby vzduch s obou stran na rtuť stejně tlačit mohl, stála by v obou ramenech stejně vysoko, tak jako kdyby se vzduch úplně vývěvou vyčerpal, což arci možno není. Rozdíl výšky rtuti v obou ramenech naznačuje stupeň rozředování; čím je onen menší, tím je vzduch více rozředěn. U lepších vývěv bývá rozředování až na 1" možno, pročež tlačí v recipientu na rtuť pouze  $28 \times 12 = 336$  dří vzdachu; tudíž se vzduch rozředil 336krát. Ukazuje-li rozdíl tlaku 4", rozředuje vývěva  $336 : 4 = 84$  krát, a je-li rozdíl jednoho palce, rozředuje vývěva 28krát, která na ty nejobyčejnější pokusy ještě dostačí.

*Vodomety* také na zákonu spojitých nádob se zakládají. Ohneme-li skleněnou rouru tak, aby jedno rameno *b* (obr. 75.) hodně dlouhé a druhé *a* hodně krátké a ve špičku *c* vytaženo bylo, stříká voda z krátkého ramena



(Obr. 74.)



(Obr. 75.)



(Obr. 76.)



(Obr. 77.)

hnedle tak vysoko do výše, jak je druhé rameno-vysoké, vleje-li se voda nálevkou *n* do něho. Voda se totiž snaží, aby v obou ramenech stejně vysoko stála; že je ale jedno krátké, vytlačuje voda ve vysokém rameně svým tlakem vodu z nízkého ramena. Voda tak vysoko ne-vystříkuje, jak vysoko dlouhé rameno stojí, což pochází od tření vody v rource úzké a od neprostupnosti vzduchu, kterým si paprsek vody dráhu proklesití musí.

V zahradách můžeme si vodoměr, jak obr. 76. ukazuje, rourami plechovými lehce zařídit. Nepřítěká-li voda potůčkem do vysokého ramena, může s nádobou velkou a vodou naplněnou násoska kolenitá (obr. 76.) se spojiti a vyteklá voda pak zase dolít.

*Arteské studně.* Stává se, když horníci do hory díry vrťají, aby se přesvědčili, jaké kamení a rudy tato v sobě chová, že najednou voda z otvoru počne stříkat a to mnohdy značně vysoko. Toho jest ta příčina, že se mezi nepromokavými vrstvami půdy voda nashromázdila, která nyní skoro tak vysoko vystříkuje, jak po stranách vysoko stojí.

Kdybychom rozličné hutné tekutiny, u př. rtuf a vodu, nebo vodu a olej, do spojitych nádob lili, nemohly by tekutiny v obou ramenech v stejně výšce se nalezati, protože pro nestejnou hustotu na sebe nestejně tlačí. Kolikrát je rtuf hutnější než voda, kolikrát musí níže státi než ona, ať jsou ramena stejně neb nestejně široká. Napřed musíme rtuf liti a pak vodu, nebo vodu dříve a pak lehčí olej. Dosahuje-li rtuf (obr. 77.) od *a* až k *c*, drží si rtuf ve výši *cd* rovnováhu a rtuf od *d* až k *a* stojí s vodou v *cb* v rovnováze. Výška *cb* jest 13·6krát větší než *ad*. Voda o pátý díl níže státi bude než olej, protože jest o pátý díl těžší, t. j. hutnější než olej. Výšky rozličných tekutin v spojitych nádobách jsou v převráceném poměru s hustotami kapalin.

*Výška ovedení.* Voda stojí 13·6krát výš než rtuf ve spojitych nádobách, protože jest rtuf 13·6krát hutnější než ona. A což kdybychom si představili místo vody sloupec vzduchu? Jak vysoko by tento musel být? Protože jest vzduch 770krát lehčí vody, musel by sloupec vzduchu v *cb* (v obr. 77.)  $13\cdot6 \times 770$  výš státi, než rtuf v *ad*. A protože vzduch vytlačí rtuf při obyčejném tlaku 28" vysoko, tedy by musel sloupec vzduchu  $770 \times 13\cdot6 \times 28$  palců vysoký být, aby udržel rtuf ve výšce 28" vysoko. Po vypočtení toho shledáme, že by výška vzduchu obnášela asi  $4070^{\circ}$ , tedy něco přes mili, ačkoliv vzduch ještě výš, kde je ale příliš řidounký, dosahuje.

Důkaz, že tlak na dně závisí pouze od velkosti dna nádoby a od výšky kapaliny. V spojitych nádobách abefik (obr. 78.) musí voda v obou ramenech stejně vysoko k *ab* a *ik* státi. Představme sobě sloupec vody *ghik* oddělený. Tento tlačí na myšlenou plochu *gh* právě takovou silou, jaká jest váha vody v něm. Dejme tomu, že bychom měli místo

svisných stěn *ig* a *kh* nakloněné stěny *mg* a *nh*, pak *rg* a *sh* neb také *rg* a *nh*. Podle zákona u spojitéch nádob stojí kapaliny ve všech ramenech ve stejné výšce. Proto i zde, třeba měly spojité nádoby skloněné a odkloněné stěny, musí v každém případu kapaliny v stejné výšce být a tedy sloupec vody *ghmn* a sloupec *ghrs* stejně na plochu *gh*, protože žádný pohyb kapaliny nenastal, tláčení, jako sloupec *ghik* při svislých stěnách právě tláčil. Nyní nám hydrostatické paradoxon nebude tak proti myslí.

#### *Velkost tlaku vody vzhůru.*

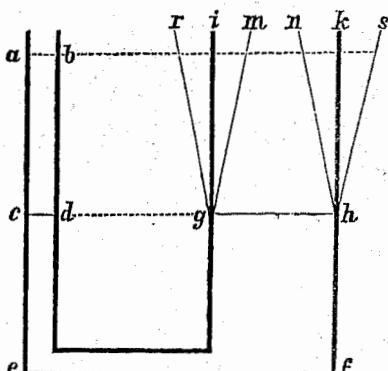
Jsou-li spojité nádoby (obr. 78.) *abefik* myšlenou plochou *gh* uzavřeny, drží si voda v obou ramenech až k *cd* a *gh* rovnováhu. Sloupec vody *abcd* tláčí na plochu *cd* a kapalinou rozšíruje se tlak až k ploše *gh*. Tímto tlakem by se ale udržel sloupec vody *ghik* ve výši stejné, pročež musí sloupec vody *abcd* držeti rovnováhu sloupců vody *ghik* a tudíž ze zdola na plochu *gh* tak tláčiti, jako by sloupec vody *ghik* svou vlastní váhou se shora na plochu *gh* tláčil.

Byla-li by plocha *gh* pevná a mohla-li by se pohybovat, tu by se tlakem sloupce vody *abcd* vyzdvihovala a nahoru takovou silou tláčila, jako obnáší váha vody sloupce *ghik*. *Tlak na stěnu gh ze zdola rovná se tlaku vody se shora při stejné výši.*

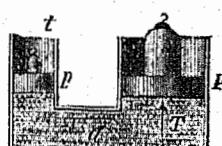
Dno velkých korábů musí tedy pevně stavěno být, aby tlak od spodu sneslo. Dejme tomu, že by zaujalo povrch  $800\Box'$  a stálo ve vodě  $4'$  hluboko, tedy zaujmá voda  $800 \times 4 = 3200^k$  prostoru a  $3200 \times 56 \cdot 4 = 180 \cdot 480$  lib. obnáší tlak na jeho dno od spodu. Je-li otvor potápěčsko zvonu  $9\Box'$ , tedy se v něm vzduch v hloubce  $8'$  stlačí váhou  $9 \times 8 \times 56 \cdot 4 = 4060 \cdot 8$  lib., ano ještě více, neboť je mořská voda hutnější než i říčná, tím více než chemicky čistá.

*Hydraulický čili vodní lis.* Mysleme sobě ve spojitéch nádobách (obr. 78.) *abefik* mimo plochu *gh* ještě plochu *cd* pevnou. Žde by plocha pevná *cd* tláčila na vodu pod ní se nalezející váhou sloupce *abcd* jako právě plocha *gh* se svým sloupcem vody *ghik*, neboť si právě oba sloupce drží rovnováhu jako spojité nádoby *cdefgh* samy pro sebe.

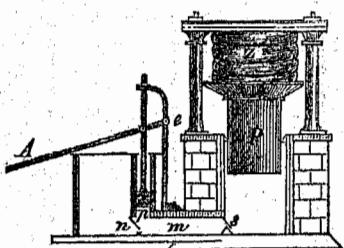
Je-li plocha *gh* desetkrát tak velká jako plocha *cd*, tu musí voda v *abcd* držeti rovnováhu desetkrát tak velkému množství vody v *ghik*. Dejme tomu, že by voda na ploše *cd* = *p* (obr. 79.) jednu libru vážila, musela by na ploše *gh* = *P* 10 lib. vážiti, tedy 1 lib. by udržela 10 librám rovnováhu a tlak *t* by byl = tlaku *T*.



(Obr. 78.)



(Obr. 79.)

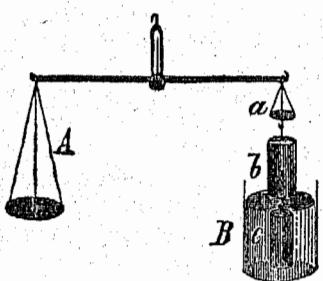


(Obr. 80.)

neb vyravnala. Lis může být z rozstrouhané cukrovky nebo olej z řepkového semena vylisuje, neb také sukno, plátno, šátky a papír stlačují a vyravnají.

Píst  $P$  se dělává svou půdici až 125krát větší než píst  $p$  a proto se udrží v tomto pádu jednou lib. rovnováha 125 librám. Tlačí-li člověk bez páky pouze 25 librami, může se udržeti touto malou silou rovnováha  $125 \times 25 = 3125$  librám. Pákou se ještě síla aponě 10kráté zvětšuje.

### Archimedův zákon. Určování hustoty těles.



(Obr. 81.)

obraz ukazuje, nezmění se na rovnováze pranic. Podstrčí-li se ale nádoba  $B$  s čistou vodou a potopí-li se celistvý válec do ní, hned tato strana stoupá. Naplníme-li nyní dutý válec čistou vodou, úplně vážky do rovnováhy přijdou. Čeho válec celistvý do vody potopený na váze pozbyl, nabyl zase dutý válec nalitím vody stejněho objemu, a proto rovnováha nastala.

Známe-li velikost tělesa, které do vody potopujeme, vypočteme snadno, mnoho-li voda stejněho objemu váží, a odpočteme-li váhu tuto od váhy tělesa, víme také, mnoho-li těleso ve vodě váží a oč jest ve vodě lehké.

Toto jest základ vodního čili hydraulického lisu (obr. 80.), u kterého celistvý píst  $p$  jako u pumpy na tlak se vytahuje pákou  $Ae$  okolo  $e$  pohyblivou, čím se pod pístem v dutém válcí vzdach rozředí a voda z nádoby, v které dutý válec stojí, nad zámyčku  $n$  vytlačí. Tlačí-li se píst  $p$  pákou dolů, zavře se zámyčka  $n$  a voda rourou  $m$  a zámyčkou  $s$  do druhého velkého válce se tlačí, aby se píst  $P$  vyzdvihoval a hmota  $z$  stlačovala tak zařízen, že se jím štáva cukrová

Archimedův zákon. Zkouškami dokázáno, že každé těleso na své váze ve vodě tolik ztrácí, mnoho-li voda tělesem vytlačená váží. O tom se můžeme následovně přesvědčiti. Na mističku  $a$  (obr. 81.) citlivých vážek, které hydrostatické vážky slují, zavěsi se dutý válec  $b$ , jehož dutinu celistvý válec  $c$  těsně vyplňuje. Na druhou mističku  $A$  přidává se tak dlouho závaží, až je rovnováha. Vytáhne-li se z dutého válce celistvý a zavěsí-li se pod dutý, jak to

Je-li váha vody stejněho objemu větší než váha tělesa (dřeva, ledu), musí toto vyplavati, třeba se do vody hluboko potopilo. Voda vytlačuje na povrch těleso lehčí rozdílem váhy své a váhy jeho; tělesa těžší rozdílem váhy své a váhy vody se potápějí. Cím je větší rozdíl při váze obou, tím rychleji těleso buď vyplave neb se tím rychleji potápi. Tělesa tak těžká jako stejné množství vody (jantar) zůstanou plovati, kamkoliv je do vody dáme.

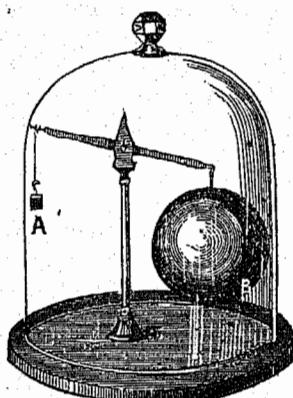
Co jsme shledali při Archimedově zákonu u vody, máme i u vzduchu, neboť má váhu jako ona a tudíž tlačí vzhůru také na každé těleso v něm se nacházající. Proto i ve vzduchu ztrácí každé těleso na své váze tolik, mnoho-li obnáší váha vzduchu stejněho objemu.

Váha tělesa ve vzduchu jest jen tenkrát pravá, je-li zboží stejně velké se závažím. Cím větší rozdíl ve velkosti obou (žoky vlny a železné liberky), tím větší chyba při vážení, neboť těleso větší ztrácí ve vzduchu na váze více než menší. Kdyby skleněná koule *B* se závažím *A* byla ve vzduchu v rovnováze, pod recipientem vývěvy, rozředil-li by se vzduch, klesla by (obr. 82.). Jest tedy libra peří a libra železa skutečně stejně těžká? Ve vzduchoprázdnom prostoru by bylo peří těžší. Na tuto ztrátu váhy těles ve vzduchu nebrává se ohledu, protože jest to malý rozdíl a protože jak při kupi kupec tak při prodeji prodavač ve vzduchu, nikoliv ve vzduchoprázdnom prostoru, vážiti může.

Tělesa ve vzduchu padají rozdílem váhy své a váhy vzduchu, stoupají rozdílem váhy vzduchu a váhy své a vznášejí se při stejně hustotě. Balon stoupá, když jest váha jeho menší než váha vzduchu při stejném objemu. Má-li balon  $8000^{\text{kg}}$  v objemu, váží vzduch  $8000 \times 2\frac{1}{3}$  lotu = 583 libry stejněho objemu. Kdyby větroplavec s látkou na balon upotřebenou i se svitiplynem vážil 383 libry, přece stoupal by balon  $583 - 383 = 200$  librami, výš stále méně, až by pak řídký vzduch nahoru v objemu balonu vážil také 383 libry, ploval by balon. Když do balonu vzduch na místo svitiplynu se vpouští, padá balon dolů.

*Určování hutnosti těles.* Někdy naskytuje se potřeba, abychom váhu těles mezi sebou porovnávali a udali, kolikrát jedno více váží než druhé stejně velkosti, čili abychom jeho hutnost určili.

K tomu jest potřebí jednoho stálého tělesa, kterým bychom všecka ostatní porovnávali. Nejvhodnější v tom ohledu jest čistá voda. Kov se k tomu dobře nehodí, protože lité neb zkované rozličně hutné bývají, a kameny mohou mít všelijaké přimísleniny, které pak i rozličnou hutnost způsobují. Voda snadno destilováním čistá se připravuje, všude jest ji hojnost a její váhou se snadno tekutá i pevná tělesa porovnávají.



(Obr. 82.)

Porovnávání váhy stává se dle zákona Archimedova. Třeba znáti váhu tělesa, jehož hutnost zkoumati chceme, a pak váhu čisté vody stejného objemu. Víme-li to, dozvíme se, kolikrát jest těleso ke zkoušce vzaté těžší čili hutnější než voda, když váhu jeho váhou vody dělíme.

*a) Hutnost pevných těles.* Abychom váhu vody stejného objemu s pevným tělesem ustanoviti mohli, přívažme kov neb kámen ke zkoušce vzatý pomocí žíně na vážku *a* (obr. 81.) a udělejme rovnováhu; co se na druhou vážku *A* přidalо, jest váha tělesa. Podstrčí-li se nádoba s čistou vodou tak, aby se těleso potopilo, stoupá vážka; co se přidá, aby rovnováha se způsobila, váží voda stejněho objemu pevného ke zkoušce vzatého tělesa.

Máme-li malé drobinky drahého kamene, zavěší se na vážku pomocí malinké skleněné mističky a když se váhy vyrovnají, potopí se mistička i s kamínky do vody. — Je-li těleso ke zkoušce vzaté ve vodě rozpustné (jako sůl kuchyňská), zkouší se nejprv jeho hutnost s tekutinou, v které není rozpustné (u př. s olejem), a násobí hutností oleje porovnávaného s vodou. — Je-li pevné těleso lehčí než voda, zavěší se naň při potápění do vody kousek železa, určí ztráta váhy obou a od toho odpočte ztráta váhy železa.

*b) Hutnost kapalin.* Máme-li hutnost tekutých těles zkoušeti, možno váhu tekutiny jakož i vody stejného množství snadno určiti. Vezme se nádobička skleněná, piknometr, s malým otvorem a váha jeho na dobře zařízených vážkách se udá, pak se vleje do něho voda a zase odváží. Odečte-li se od váhy piknometru s vodou váha prázdného, máme váhu vody. Nalejeme-li nyní tekutinu ke zkoušce vzatou (rtuf, olej) do piknometru, odvážime a váhu prázdného odečteme, obdržíme váhu tekutiny. Porovnáním obou váh dozvíme se, kolikrát jest tekutina ke zkoušce vzatá těžší nebo lehčí než voda, čili stanovíme její hutnost.

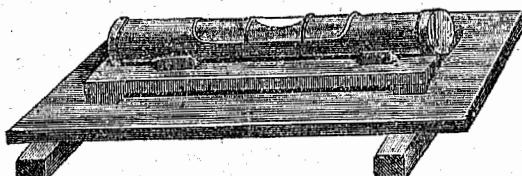
Hutnost kapalin ustanoví se také pomocí sklička, které v kapalinách se nerozpouští a tak se zavěší pomocí žíně jako dříve kámen na hydrostatické vážky. Skličko se potopí nejprv do vody a pak do tekutiny ke zkoušce vzaté. Skličko vytlačí v obou kapalinách stejně objemy a mnoho-li obnáší váha od něho vytlačené tekutiny, dělí se vahou vytlačené vody.

### *Plování těles.*

Co se o ztrátě váhy těles ve vodě pravilo, platí o všech tělesech, jak pevných tak kapalných i vzdušných. Železo ve vodě se potápí a na rtuti plove; vejce v čisté vodě na dno padne, ve vodě solí kuchyňskou nasycené vyplave. Které tekutiny se nemichají, chovají se k sobě jako pevná tělesa k tekutým. Olej plove na vodě, voda na rtuti. Když rtutí, olejem (neb jakoukoliv tekutou mastnotou) a vodou v nádobě mícháme, nalezneme přece po ustání rtuf nejspodněji, na ní vodu a nejvyšše olej.

Naplníme-li láhvíčku jakoukoliv tekutinou tak, aby tam malá částička vzduchu zůstala, vyplave vždy bublina nad kapalinu, třeba jsme nádobou zakorkovanou jakkoliv točili.

Na plování vzduchu nad kapalinami zakládá se *libela* (obr. 83.), jižto se skoumá, jest-li nějaká plocha vodorovně neb nakloněně leží.



(Obr. 83.)

Jest to rourka skleněná, malounko nakřivená a lhem naplněná, v níž se bublinka vzduchu nachází, která na vodorovné ploše vždy nejvyšší místo uprostřed rourky zaujímá. Je-li plocha šikmá, vystupuje bublinka na tu stranu, na kterou plocha vyvýšena jest.

Lidé jsou jen málo těžší než voda stejněho objemu; kteří mnoho sádla mají, jsou ještě lehčí a proto na vodě bez namáhání plovou. Malý a slabý hoch může silnému topícímu se muži pomoci, jen když se ho v zoufalství za tělo nedrží a při plování mu nebrání. Utopení lidé vyplovou na povrch vody za několik dní, jest-li se nikde za kámen neb za kořen od stromu na břehu nezadrží, protože se jejich tělo nadme a zvětší je plyn, jež hnitím vnitřností povstaly.

Potopí-li člověk celé tělo a nechá-li jen ústa nad vodou, aby dýchati mohl, nepotopí se, třeba rukama si nepomáhal. Namáhá-li se ale nezvalec nad vodou hlavu celou mít, musí ústa a brada pod vodu a on — se utopí. Máme-li kus dřeva tak připraveného, že ho pravě  $2^k$  " z vody vyčnívají, musí se tyto  $2^k$  " potopiti, když jiné  $2^k$  " nad vodu vypluji. Tak jest i s člověkem. Čtyrnohá zvířata snáze plovou než člověk, protože jejich trup, největší část těla, lehčí jest než voda a že plování zvířete jest jako jeho chůze přirozené, tedy ne tak namáhavé jako u člověka.

Aby těžší věci než voda plovaly, spojují se s tělesy lehčími. Železo s dřevem neb korkem spojené na vodě plove; kdo neumi plovati, připevní si pod paždí měchýře vzduchem naplněné. V Číně zavěšuji dětem na velkých řekách, na nichž v lodkách mnoho tisíc lidí ustavičně žije, na krk korkové kuličky jako růženec, aby, do vody spadnuvše, se neutopily. Mosty lodní jsou lodky (pontony) dohromady pevně spojené, aby je voda neodnesla a vojsko po hodně přes ně jít mohlo. Vodní ptáci jsou lehčí vody. Ryby plovou v libovolné hloubce pomocí měchýře; když ho stlačí a z něho vypudí vzduch, stanou se těžšími pro menší objem; napnou-li jej vzduchem, nabudou většího objemu a vyplouvou výše.



(Obr. 84.)

*Kartesiánek* (obr. 84.) jest dutý, skleněný panáček (potápěč) na straně s malounkým otvorem, který se do láhve úplně vodou naplněné dá a hrdlo její kouskem kaučuku dobře pováže. Tlačíme-li palcem na kaučuk, potopuje se potápěč, a přestaneme-li tlačit, vystupuje vzhůru. Tlačením se vzduch v potápěči smáckne, pročež otvorem trochu vody do něho vnikne, čím se stává těžším a se potápi; přestane-li se tlačit, roztáhne se vzduch, který vodu z dutiny vytláčí, čímž zase potápěč předešlé své lehkosti nabývá a vyplove. Při potápění kartesiánek se otáčí, protože při vtékání vody jen po jedné straně tlak účinkuje.

Utonulé koráby na povrch vody pomocí prázdných sudů se vytahují. Má-li sud 6 kostkových stop v objemu, tálne navěšené věci silou  $6 \times 56\frac{1}{2} = 339$  librami. Upevní-li se pomocí potápěcích zvonů mnoho takových sudů neb pytlů z nepromokavé látky, které pod vodou se na fouknou, může se koráb vyzdvihnouti. Mají-li tělesa těžší než voda plovati, dává se jim podoba dutá, aby váha jejich méně obnášela než váha vody stejného objemu. Železo samo o sobě na vodě plove, vytluče-li se na plech tak tenký, až jeho váha menší jest, než váha vody velkosti jeho objemu. Váží-li plechový hrnec méně než voda do něho vlitá, musí jako dřevěné vědro plovati. I ze železného plechu mohou se parní lodě dělat.

*Hustuměry*. Jedno a totéž těleso v rozličných tekutinách stejně hluboko se nepotápi, nýbrž v hustých méně, v řídších více. Čím více se těleso potápi, tím řídší je kapalina, a čím méně se ono potápi, tím je tato hustší. Proto pravíme, že stojí ponořené části tělesa k sobě v obráceném pořádku jako kapalin hutnosti. Dřevo lípové, jehož hutnost jest 0,5, potopí se ve vodě do polovic, a ve rtuti by se ho potopilo 13/6 tý díl od té polovičky, tedy asi 27tý díl celé velkosti.

Z části potopeného tělesa můžeme váhu celého určiti; potřebujeme jen objem části potopené a váhu vody toho objemu vypočítati. Co voda při stejném objemu potopené části tělesa váží, to musí vážiti celé těleso. Ledu 10 kostk. stop váží tolik jako 9 kost. st. vody; proto vždy desátý díl ledu z vody vyčnívá. Když vidíme, že půl stopy ledu nad vodou pluje, musí ho  $4\frac{1}{2}$ ' ve vodě být.

Na nestejném potápění jednoho tělesa v rozličně hustých tekutinách zakládá se užívání hustoměrů. Jsou to rourovité strojky skleněné, nahoře i dole zatavené, aby do nich nic vniknouti nemohlo. Dole jsou rtutí neb broky tak obtíženy, aby při plování pevně stály a se k určitému bodu potápely.

Dělávají se obyčejně zvláštní hustoměry pro hustší kapaliny než je voda a zvláštní hustoměry pro tekutiny řídší než voda. Když bychom jednoho hustoměru pro všecky kapaliny upotřebili, byl by příliš dlouhý, a my bychom mnoho kapaliny ke zkoušce mítí museli. Má-li hustoměr ku zkoušení tekutin hustších než je voda sloužiti, musí se ve vodě až nahoru potopiti, protože se pak v tekutinách hustších

méně potápi; mají-li se hustoměrem tekutiny vody lehči zkoušet, musí se ve vodě až dolů potopiti, protože se pak v nich hlouběji potápi.

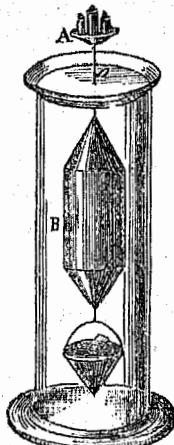
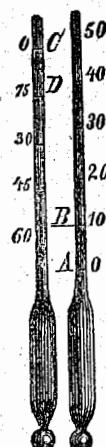
*Hustuměry Beaumé-ovy* pro hustší tekutiny než je voda potápějí se ve vodě až k bodu *C* (obr. 85.). K ustanovení ostatních bodů rozpustí se v 75 dílech (dle váhy) čisté vody 15 dílů soli kuchyňské a bod *D*, k němuž hustoměr v roztoku se potápi, číslem 15 se poznamená. Touto vzdáleností *CD* se rozdělí celá rourka až jak daleko dosahuje, zde tedy k 60.

Hustuměry Beaumé-ovy pro řidší tekutiny než je voda, potápějí se ve vodě až k bodu *B* (obr. 86.). Zde se běrá 90 dílů čisté vody a 10 dílů kuchyňské soli; bod *A*, k němuž se hustoměr v tomto roztoku potopí, známená se nulou a k němuž se v čisté vodě potopí, číslem 10. Vzdálenost *AB* přenáší se pak na celou rourku, takže jest celá na 50 dílů rozdělena.

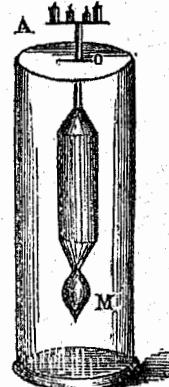
Podle hustoměru určuje se dobrota piva, kořalky, (Obr. 85. 86.) líhu, mnohých kyselin, mléka, louhu pro mydláře a jiných tekutin. Obyčejně jsou pro každou kapalinu zvláštní hustoměry. Nejlepší jsou ty, na kterých hodnota dle procent neb dle hustoty se ustanovuje.

*Hustuměry na váhu.* a) Je-li určen hustoměr k ustanovení hustoty pevných těles, bývá z mosazného plechu v podobě válce dutého *B* (obr. 87.) a dole tak obtíženého, aby při plování ve vodě pevně stál. Na hořejší části v kužel prodloužené nalezá se drát, na němž jest vrub *o* a mistička *A*. Na dolejší části také v kužel prodloužené nalezá se mistička na drátěném obloučku. Hustoměr jest tak těžký, aby se ho asi  $\frac{3}{4}$  ve vodě potopilo.

K vůli ustanovení hustoty dejme pevné těleso na mističku *A* a k němu přidávejme tolik tár (třeba jako u lékárníků zrnka granátová neb i písek), až se hustoměr k vrubu *o* potopí. Předmět nyní odstraňme a místo něho přidávejme závažíčko, až se opět hustoměr k vrubu *o* potopí. Muoho-li závaží se přidalo místo předmětu, jest jeho váha *W*. Závaží odstraňme a dejme místo něho předmět na hustoměr, ale nyní dolů do mističky. Tu se nám hustoměr nepotopí pod vrub, protože voda předmět vytlačuje silou, jako váha vody stejného objemu obnáší. Mnoho-li závaží přidati musíme,



(Obr. 87.)



(Obr. 88.)

aby se hustoměr k vrubu potopil, to jest váha vody vytlačené  $w$  rovného objemu s předmětem. Hustnost tělesa ke zkoušce vzatého jest pak  $h = W:w$ . Kdyby bylo  $W = 80$  gránů a  $w = 20$ , byla by hustnost tělesa  $= 4$ .

b) K ustanovení hustnosti kapalin může se i předešlý hustoměr vzít, není-li v kapalině mosaz rozpustný; bere-li zkázu, tu musíme mít skleněný, jak obr. 88. ukazuje. I zde máme drát s vrubem  $o$  a s mističkou  $A$ . Mističky dolejší zde není třeba; místo té má spodek dutinky  $M$  na broky, aby hustoměr pevně stál. Přístrojek bývá 1000 gránů těžký, což na pouzdře pro něj určeném vždy pojmenováno jest.

Hustost kapalin ustanoví se tímto hustoměrem jako dříve u hydrostatických váh skličkem. Hustoměr potopí se do vody a přidává se tak dlouho závaží  $w$ , až se k vrubu potopí. Váha vytlačené vody stejněho objemu obnáší 1000 gránů více  $w$ . Potopí-li se hustoměr do líhu, přidáme méně závaží  $w'$  než u vody, protože líh jest lehčí. Váha líhu stejněho objemu s hustoměrem obnáší  $1000 + w'$  a tedy hustost líhu  $h = 1000 + w':1000 + w$ . Kdybychom dali hustoměr do kyseliny sirkové, bylo by  $w'$  větší než  $w$ , protože jest hustost kyseliny větší než vody.

## IX. Nauka o zvuku čili akustika.

Každý pocit sluchu, tedy vše, co slyšíme, jmenujeme *zvuk*. Vzduch, zdravé ucho a těleso zvuk působící jsou tři podmínky k slyšení nevyhnutelně potřebné.

Dáme-li bicí strojek pod recipient vývěvy na měkký polštář a rozředujeme-li vzduch, slyšíme stále slabší klepání strojku. Konečně, když jest vzduch co možná rozředěn, ničeho slyšetí není, ačkoliv strojek se pohybuje. To jest patrným důkazem, že vzduch ke slyšení nevyhnutelně potřebný jest a že bychom bez něho nic neslyšeli. Na vysokých horách, kde vzduch řídký jest, jeden druhého při mluvení těžko slyší; výstřel z pistole jest tam tak slabý jako u nás bouchnutí z dětské bouchačky. V potápěcím zvonu slyší potápěči dobře, třeba jen šeptali, neboť v něm jest vzduch tlakem vody velmi zhustěn.

Má-li těleso zvuk způsobiti, musí rychle se pohybovat, kmitati čili třepetati. Struny na base a silné struny na houslicích ( $j$  a  $d$ ) vidíme rychle se pohybovat, vedeme-li po nich smyčec neb drhneme-li jimi.

U tenkých a hodně napnutých strun jest třepetání tak rychlé, že je ani nepozorujeme. U strun slabě napnutých není žádného zvuku slyšeti, protože zdlouhavě se pohybují.

Držíme-li malou kuličku na nitce blízko zvonu tak, aby se ho skoro dotýkala a uhodí-li někdo na zvon z druhé strany slabě kladívkem, pohybuje se kulička; to dokazuje, že okraj zvonu uhozením v pohyb přijíti a kuličky se dotknouti musel. Přiložíme-li prst slabě na zvon, když na něj uhozeno bylo, pozorujeme slabé pohybování jeho okraje. Kdyby slunce svítilo na zvon, tu bychom od něho po uhození i prach odskakovati viděli. Kdo má *laděcí vidliči* zpěváků (obr. 89.), která jest z dobré ocele a ve dvě rovnoramenná ramena *b* a *c* zahnuta a na ohbu rukovětí *a* opatřena, ať koncem *b* uhodí o stůl a pak pozvolna k zubům přibližuje, až se jich dotýká. Jaké to rychlé překvapující třepetání!

Pohybováním jakéhokoliv tělesa v ruce nemůžeme tak rychlý pohyb způsobiti, aby zvuk povstal; k tomu jest mnohem rychlejšího pohybu potřebí, tak rychlého, že ho sotva pocítíme. Je-li pohyb zdlouhavý, nepovstane zvuk.

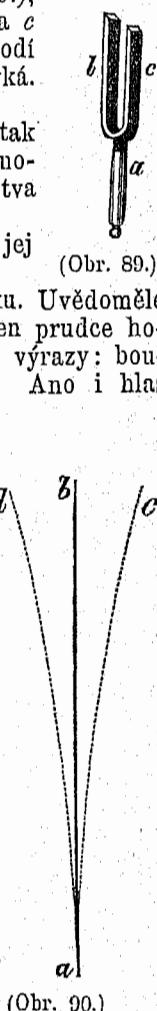
Pohyb těles sděluje se vzduchu nejbližšímu, který jej dál a dále až k uším a k uvědomení duše přivádí. (Obr. 89.)

Od rozdílnosti těles zvučících závisí rozmanitost zvuku. Uvědomělé zvuky zvláštními výrazy pojmenujeme; pravíme, že kámen prudce hodený hučí, kulka vystřelená fičí a bič praská. Dále máme výrazy: boučání, cinkání, pískání, hřímání, hučení, šustění a t. d. Ano i hlas lidský jest tak rozdílný, že člověka po hlasu poznáváme.

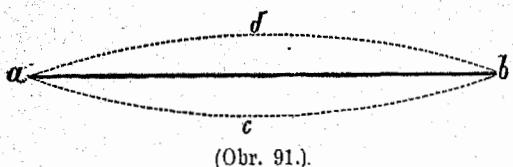
Aby rychle věci se chvěly a zvuk způsobiti mohly, musí být pružné, neboť jen takové rychle a dlouho chvějí, přivedou-li se v pohyb. Zabývati se budeme proto jen pružnými tyčemi, střevovými neb drátěnými strunami a vzduchem, který jest těleso nejproužnejší.

### *Chvění tyčí, strun, ploch a prohloubených těles.*

Upevníme-li ocelovou tyč *ab* (obr. 90.) na konci *a* a druhý konec *b* napnutím do *c* zpružíme a spustíme, bude se z *c* do *b* zpátky zrychléně pohybovat a přijde setrvačností až do *d*, odkud, jsouc v protivném smyslu zpružena, svůj běh obráti. Takto tyč z *c* do *d* a opět z *d* do *c* po delší dobu rychle kolísá a zvuk způsobí. Tak si hrají i hoši, zabodnuvše ocelové pero nebo drát ocelový do lavice. Podobné plíšky či proužky bývají v harmonikách do úst nebo s měchem a v hracích strojích. Do harmonik vzduch násilím vedený mosaznými proužky třepetá, což ale



jedno jest a v hracích strojích při otáčení válce zpruží se tyčinky zoubkami v rozličné vzdálenosti od sebe postavenými.



(Obr. 91.)

až do *d* i zpět z *d* do *c* opakovati a při dosti rychlém pohybu i zníti.

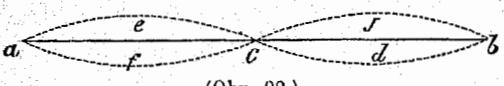
Pohybování takové při tyčích i strunách nazýváme *chvění*; pohyb z *c* do *d* a zpátky z *d* do *c* u obou slove *výchvěj*.

Kdo má housle, ať strunu *j* u prázku trochu podloží a v prostředí smyčcem ve chvění přivede. Jistě se přesvědčí, že bude struna chvíti podle vyobrazení v obr. 91. Dále ať strunu

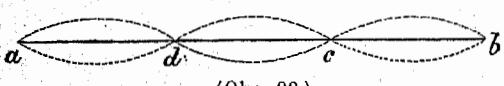
Zpružíme-li strunu *ab* (obr. 91.) v prostředí buď smyčcem na houslích, dranoutím na harfě, neb klepnutím kladívka v pianě, a přijde-li tato do *c*, bude svou pružností a setrvačností jako dříve tyč výběhy

u prostředí v *c* (obr. 92.) ukazováčkem slabě přidrží a pravou polovici její smyčcem ve chvění přivede, tu spatří obě polovice v opečném směru se chvíti, totiž v *bdeea* a pak v *bjcfu*. V *d* a *j*, pak v *e* a *f* budou výchvěje nejdélší.

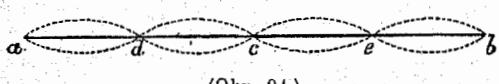
Rozdělme strunu na tři (obr. 93.), na čtyři (obr. 94.) atd. dílů, a pouze jeden dílek k pravé straně smyčcem v pohyb přivedme, když



(Obr. 92.)



(Obr. 93.)



(Obr. 94.)

jsme ukazováčkem strunu v druhém, v třetím, čtvrtém atd. díle přidrželi. Struna chvěje podle vyobrazení a tu nám mimo bod *c* (obr. 93.) zůstane v klidu ještě bod *d*, pak v obr. 94. mimo bod *e* ještě *c* a *d*.

Navěsme na strunu slabé proužky papírků (koníčky) v úhel zahnutých, tu nám papírky s míst největší výchvěje činících spadají a v místech naznačených *e*, *c* a *d* zůstanou v klidu. Místa tato slují *usly*. Ve školách ukazuje se pokus ten na jednostrunovém nástroji, tak zvaném *monochordu*.

*Aeolova harfa* (*Aeolus* byl řeckým bohem větrů) jest skříň jako na monochordu, na níž se nalezá 8—12 strun stejně dlouhých a stejně naladěných. Zavěsíme-li harfu do průvanu na okno, když se toto zároveň s dveřmi otevře, chvějí struny v rozličných oddilech podle narážení vzduchu jako v předcházejícím obrazu. Proto povstávají zde rozličné tony, ale přece dohromady souzvučné a příjemné. Tak mnohdy i telegrafické od jednoho ke druhému sloupu napnuté dráty narážením vzduchu podobně znějí, což neznalci podivně si vykládají.

I plochy chvějí v některých místech, v jiných zůstávají v klidu.

Zaopatřme si u sklenáře desky z čistého skla as 4" dlouhé a 4" široké a na brusu ostré hrany otřeme. Sevřeme-li jednu desku ve svéráku (v truhlářském šroubu) u prostřed, nejlépe pomocí korku s obou stran, aby se nerozmáčklá, a posypeme-li jemnounekým písečkem a pak táhneme-li smyčcem tak dolů po hraně svisno, aby zvuk povstal, tu nám píseček seskáče s některých míst na místa klidná, *usly*, a my obdržíme pěknou hvězdu.

Podle místa, na němž ve svéráku desku upevníme, pak podle místa, na němž smyčcem táhneme, dostaneme rozličné obrazce, které slují *Chladného obrazce*. Sklo chvěje pravidelně, povstane-li smyčcem zvuk čistý, naopak ale při nečistém zvuku dostaneme nepravidelné obrazce.

Máme-li zvon skleněný na spůsob toho, jaký mají cukráři na přikrytí cukrovinek, tu jej obraťme a oblinu s knoflíkem ve svéráku neb v desce dobrě upevněme, aby pevně stál. Nalejme vody do něho přes polovic, posypme povrch práškem z plavuně (aby vlnění vody lépe se pozorovat mohlo) a smyčcem hodně kalafunou natřeným co možná podle hrany svisno dolů táhněme, aby povstal jasný zvuk. Voda při některých místech zvonu, kterých jsme se smyčcem ani nedotkli, hodně vlní a při dostatečném přitlačení smyčcem hezký vysoko vystříkuje a při jiných místech jest v klidu. Když kuličky bezové duše na nitích zavěsíme okolo zvonu, aby se ho dotýkaly, a uhodíme-li na jednom místě na zvon, pohybují se kuličky a jen na těch klidných místech (uzlech) zůstanou v klidu. Tedy i prohloubené těleso jsme přivedli v pohyb pravidelný, který i vodě sdělen byl.

Cím pružnější věci k jmenovaným zkouškám vezmeme (kovové desky, zvon kovový), tím se nám lépe vydáří. Pružnější věci bývají také zvučnější. A že jen chvěním zvuk při všech jmenovaných případech, tyčích i strunách a plochách, povstává, přesvědčíme se, když přiložíme na ně při chvění a zvučení prst, neboť tu bývá znění hned konec.

### *Vlnění vzduchu na základě vlnění kapalin.*

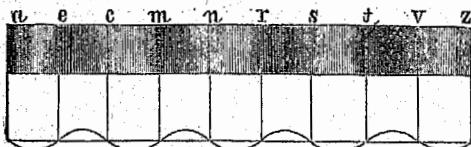
Vzduch jest donašečem zvuku k uším a při tomto donášení se pohybuje. Pohybování jeho podobno jest poněkud vlnám na vodě, které jsou v ploše, ale vlny ve vzduchu v koulích. Pohyb vzduchu proto *vlnění* jmenujeme.

Vlny na vodě povstávají takto: Kámen s výše na vodu spadlý vytlačí tolik vody, mnoho-li pro sebe prostory potřebuje, a tato voda, jsouc lehce pohybliva, vystoupí vedle výš, neboť stlačiti se nemůže. Kam kámen padl, máme dolík (prohlubinu) a vedle vršík (vyvyšeninu). Jakou rychlosťí uprostřed pod kamenem voda se snížila a vedle do kruhu vystoupila, takovou se zase uprostřed zvýší a vedle sníží. Snížená voda vedle sebe dál větší kruh vody do výšky vytlačuje, která se hned na to také sníží a vedle nový kruh vody vytlačí. Pohyb se dále rozšiřuje v podobě dolíků a vršíků až k samé hrázi. Dolík s vršíkem sluji *vlna*.

Postupování vln děje se rychle od částečky vody k druhé; voda neběží, jak se nám zdá. Lodička z kůry borovicové neb kousek prkénka po pádu kamene na vlnách se jen kolibá, protože střídavě vrch a dolík povstává. Krásné vlnění jako u vody pozorujeme na obilí zrostlém za silného větru. Klasy se také jen nahoru dolů houpají.

Dolíky a vršky při vlnách dále a dále slábnou, protože větší a větší kruh tvoří. Přijdou-li až k břehu, odrázejí se a zpátky se ubírají; setkají-li se s prvními, nestaví se, nýbrž s nimi se prostupují a jdou dále, až tak seslánou, že je povrch vody klidný.

Podobně povstávají vlny ve vzduchu. Představme sobě, že by uprostřed síně byl slabounký měchýřek naplněný tráskavým plynem (viz str. 87), který po zapálení v kapku vody se promění. Zapálením nejprv roztlhne se tráskavý plyn a tudíž vzduch kolem měchýřku odpudí a zhustí; takřka v tomtéž okamžiku plyn tráskavý v malou kapku vody se promění, tedy prostor značně zmenší. Vzduch prvnější zhustěný následkem toho do prázdnoty vnikne a se zhustí, ale na jeho místě je vzduch zase zředěný. Máme zhustění a rozředění vzduchu, které dále pokračuje a sice, jak snadno pochopitelně, v koulích, které jmenujeme *vlny*. Rozředování a zhustování v dutých koulích pokračuje velmi rychle, neboť jest vzduch mnohem polohublivější než voda, ale stále ve větších a tudíž také v slabších koulích. Když přijdou vlny na stěnu, odrázejí se. Co bylo u vody vršek, to je u vzduchu *zhustění*, a co u ní dolík, to zde *rozředění*. Podobné vlnění vzduchu máme v uzavřené rovné rouře *az* (obr. 95.),



(Obr. 95.)

kde bychom při konci *a* nejaký píst dobře přilehlající rychle od *a* až *e* vstříčili a hned zase vytáhli. Vzduch se stlačí a hned na to zředí. Při stlačení jedna vrstva vzduchu sdělí polohu druhé, tato zase třetí atd. tak že zhustění v celé rouře

postupuje od vrstvy k vrstvě. Vzduch se ale hned po stlačení vytážením pistu z *e* k *a* rozředí, a zase rozředění od vrstvy k vrstvě postupuje jako dříve zhustění. Zde možno vždy dvě vedlejší vrstvy, z nichž je jedna zhustěna a druhá rozředěna, jako *em*, *mr*, *rt*, a *tz* za *vlnu* po-kládati. Považujeme-li se zhustění za vršek (jak u vody bylo) a zředění za dolík, můžeme krivou čárou vlnění vzduchu znázorniti a s vlněním vody porovnat.

Čím dál od tělesa zvučícího se nacházíme, tím jsou vlny rozsáhlější, tím menší část jich k uším přichází a my tím méně zvuky slyšíme; čím více se naopak k tělesu zvučícímu přibližujeme, tím lépe zvuky poznáváme.

Při mluvení a bouchnutí jakéhokoliv tělesa nemáme tráskavého plynu, ale vždy vlny na tentýž spůsob, jak nahoře uvedeno, povstávají

Vzduch vlnící nepohybuje se, nýbrž jako u vody jeho částky obapolně do sebe vrázejí a jako postrkem v pohyb rychlý se přivádějí.

Nárazem jakýmkoliv přivádějí se tělesa v pohyb, který i vzdachu se sdělí a ve vlnách k uchu donáší. Čím je silnější ráz na tělesa, tím silnější vlny vzduchové povstávají a tedy i silnější zvuk slyšíme. Když někdo silněji mluví, povstává jen silnějším vlněním vzdachu silnější zvuk. Kdo v bouchačce vzdach mezi zátkami tak silně stlačí, až tento svou pružností první zátku vyrazí, způsobí stlačený vzdach silným nárazem na zevnější vzdach a z toho povstalými silnými vlnami vzdachu hlučný zvuk. Zátka nezpůsobí bouchnutí; ona slouží k tomu, aby se dostatečně stlačiti mohl, neboť nepřilehá-li dobré a tedy vzdach po její stranách uchází, bouchnutí je slabé. Mnohý měl příležitost přesvědčiti se, jak okna při silném výstřelu z děla na blízku stavení neb při lámání ledu dynamitem se otřásla, ne-li docela roztloukla. Tak i při udeření hromu se stává. A jak jinak se okna silně otřásti neb roztlouci mohla, než že vlnící vzdach do nich musel naraziti?

### Šíření zvuku.

a) *Kudy zvuk se rozšiřuje?* Dospod všimali jsme sobě jen vzdachu co donašeče zvuku. Vzdach vše obklíčuje, jest nad míru řidouňký a nejpružnejší ze všech těles, tudíž nejschopnějším donašitelem zvuku od těles zvučících k našemu uchu. Zvuk se šíří i tekutinami, ano i pevnými tělesy; zkušenosť učí, že čím těleso hustší jest, tím jasněji zvuky donáší.

Voda zvuk dobré donáší, neboť ryby výstřel na břehu slyší, plující přyč; v panských zahradách někde přivolávají ryby k potravě zvoněním. Pod vodou dvěma kameny o sebe uhozenými slyšíme povstalý zvuk i vodou nahoru.

Těles pevných při rozširování zvuku si více všímáme než právě vody. Kdybychom hodinky na konec tyči přivázali a na druhý konec ucho přiložili, slyšeli bychom jejich klepáu, což ve vzdachu v této vzdálenosti možno není. V horách slyší horníci klepání protějších dělníků a i podkopávání pevnosti se strany bližícího se nepřítele dobré je slyšeti. Když více mil daleko od nás ve válce z děl se stříli, klademe ucho na zemi a jednotlivé rány dobré slyšíme. A tak i Indiani v Americe lehají na zem, aby ze vzdálí vyskoumali dupot koní. Chce-li nahluchlý hranič piana dobré slyšeti, položí jeden konec hole na piano a druhý přiloží k uchu. Kdo uváže kleště od plotny na provázeck a konce jeho k uším přiloží, slyší, když kleštěmi houpá, aby o nějaký předmět se narazily, zvučné zvonění. Držíme-li mezi zuby šnůrku, na niž jsme stříbrnou lážku uvázali, slyšíme při naražení této o stůl libezné zvuky vzdáleného zvonění. Tedy i provázek zvuk snáze se rozšiřuje než pouze vzdudem.

Když někdo hlasitě mluví venku před stavením, slyšíme jej i při uzavřených oknech a dveřích, ba i skrze zeď. Tak i zvonění, hřímaní,

bouchání a jiné zvuky dosti silné skrze pevná tělesa slyšíme, ačkoliv mnohem slaběji, než jsme při predešlých příkladech shledali. Zde vlny vzduchové narazí na pevnou zed, okno a dveře; náraz dosti silný sděluje se těmto pevným tělesům, která sama chvíti a na druhé straně chvění zase vnitřnímu vzduchu sdělit musí, aby vlny do ucha se dostaly. Tímto zvuk dvojnásobně se seslabuje a proto vždy v uzavřených příbytích slaběji slyšíme; ale že přece slyšíme, dosvědčuje, že i pevná tělesa, nárazem vzduchových vln ve chvění se přivádějí.

Kdyby ve vedlejším pokoji někdo do stěny zatloukal hřeb, slyšíme bouchání dobře, neboť stěna bezprostředně ve chvění se přivádí a ta, jsouc hustší, rídší vzduch snáž ve vlnění přivede než naopak vlnivý vzduch pevnou stěnu.

Čím vlna více přechodů a odrazů utrpěti musí, tím se zvuk více seslabuje. Dvojitými okny slaběji hlas z ulice uslyšíme než jednoduchými. Tak bývá i u dvojitých dveří; kdyby se mezi tyto daly cucky nebo drtiny, tím více by zvuk seslabil. Proto jsme dali bici stroj pod recipient vývěvy na polštář měkký, totiž něčím vycpaný, aby se zvuk od stroje nemohl pevným dnem rozširovat. Kdybychom bici stroj bez polštáře na talíř vývěvy postavili, pokus by se podařiti nemohl.

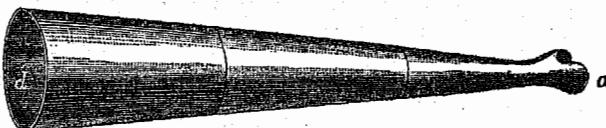
b) *Jakou silou zvuk se rozšiřuje* do dálky, není-li překážek, jako u př. v širém poli? Do dálky ubývá síly zvuku čtverecně, neboť vlny od zvučícího tělesa povstalé tvoří koule, jejichž povrchu přibývá jako čtverci poloměrů. Povrch kulové vlny je při 2krát větší vzdálenosti (poloměru) 4krát větší, tedy zvuk 4krát slabší; při 3krát delší vzdálenosti je povrch 9krát větší, tedy zvuk 9krát slabší. Zde ubývá síle zvuku tak, jako právě povrchu vlnivé koule přibývá. Zvuk bývá tím silnější, čím větší těleso ve chvění se přivádí, a čím silnější chvěje. Tak jest rozdíl při zvonění na velký a na malý zvon, mezi výstřelem z ručnice a z děla.

Chceme-li na dálku dobré slyšeti, musíme hleděti, aby se vlny nerozcházely, tak jako v ulicích se děje, neb na chodbách dlouhých, kde se všech stran vlny se srázejí a ku předu ženou. Proto v ulicích a na chodbách lépe slyšíme nežli v širém poli při stejné vzdálenosti. Zúžili-li se stěny tak, aby byla z nich roura, slyšíme na druhém konci, když ucho přiložíme, i špitání od prvního konce. Děti samy, dělajíce sobě rourky z papíru, špitají si něco do ucha. Takovéto roury dlouhé slují *zvěstné roury*; užívá se jich z plechu v hostincích velkých. V přízemí dává jimi osoba do druhého i třetího patra zprávy, jak to i v Praze v hostinci u Anděla viděti můžeme. I v továrnách, jmenovitě v Anglii, zvěstných rour používají, aby se lidé do dálky srozuměli. I na korábech z velitelova pokoje vede zvěstná roura na vrchol stěžně k bedlivému pozorovateli nebo na parních lodích k topičfům, aby podle potřeby rozkazy se dávaly. Komínem také dobré nahoru i dolů slyšíme.

Pomocí zvěstných rour zařizovali sobě jindy *divotvorného hádače*. Byl to panák u zdi, jemuž do ucha někdo něco pošeptal. Na druhém konci roury jiná osoba z vedlejšího pokoje poslouchala a druhou rourou,

která končila v ústech panákových, dána byla odpověď. Tak arcif mohl mluviti hádač, i třeba byl postaven do prostřed pokoje, když vedly roury od jeho ucha nohou sesle pod podlahou do vedlejší síně a zpátky druhou nohou sesle do úst jeho.

Zvěstným rourám v ústinku podobá se *hlásná trouba* a *naslouchátko*. Hlásná trouba (obr. 96.) dělá se z plechu; může býti i z lepenky nebo



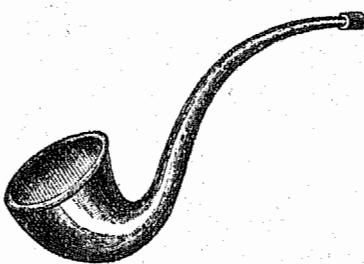
(Obr. 96.)

tuhého papíru. Ona bývá až 6' dlouhá a v konci *a*, který k ústnímu přiložíme, má 2" a na druhém konci *d* asi 1' v průměru. Když do trouby mluvíme obyčejným hlasem, srázejí se vlny, nemohouce se rozbíhati, a proto hlas se tak sesílí, že skoro hodinu cesty při tichém počasí možno slyšeti. Hlásná trouba dobré se hodí pro námořníky, chtějí-li s lidmi na jiném blízkém korábu mluvit. Také ji mají někdy lidé, když přivolávají diváky k zvěřinci, k panorámám atd., aby byl hlas nápadný. I při ohni by se k nařizování do dálky hodila, ano i pro hospodáře, který na lid pracující na poli ze vzdálenosti volá. V podobných případech, a vůbec všickni do dálky mluvíci lidé si tím pomáhají, že oběma rukama vlny od úst vycházející sevřírají, aby se nerozcházely; tím se skutečně hlas velmi sesílí.

Když hlásnou troubu koncem *a* na ucho přiložíme a proti mluvícímu konec *d* obrátíme, přibývá zvuku síly, protože se převádí pohyb vzduchu na menší vrstvy. Proto naše ucho zevnější dobře zařízeno jest. Nahluchlý neb každý, kdo ze vzdálenosti něco dobře slyšeti chce, rukou ještě boltec rozšířuje.

*Naslouchátko* (obr. 97.) k tomuto účelu jest mnohem menší než hlásná trouba a jest v trubku zahnuté, jehož konec tenký se do ucha vloží. Kdo je příliš nahluchlý, nosí při sobě zvěstnou rouru z kaučuku a jiný mu právě do ucha rourou mluví.

c) *Jakou rychlosťí zvuk se rozšiřuje?* O tom se přesvědčili fysikové takto: Vyměřila se vzdálenost od jednoho vrchu k druhému a na každý z obou postavilo se dělo a ke každému několik pozorovatelů. Volily se při velmi tichém počasí za noční doby takové vrchy, aby s jednoho na druhý viděti se mohlo. Když čas po čase s jedné i s druhé strany stříleno bylo, spatřili pozorovatelé v tomtéž okamžiku blesk a pak za chvíliku slyšeli ránu. Tento od spatření blesku



(Obr. 97.)

k uslyšení rány uplynulý čas pozorovali na dobrých hodinkách, na nichž mimo sekundy i tercie počítati možno. Nyní dělili vzdálenost obou vrchů určenou v stopáci sekundami od spatření jiskry až k uslyšení rány uplynulými a věděli hned, jak velkou dráhu zvuk za jednu sekundu vykoná. A mnoha zkouškami dokázáno, že zvuk za sekundu rychlostí 1050' nebo 332 metrů se rozšíruje, ale to jest při nule teploty. Je-li vzduch teplejší, přibývá zvuku na rychlosti, tak že při každém stupni vyššího tepla o 2' přidati se musí.

Jest-li se střílí, mluví neb zvoní po větru, unáší vzduch rychleji k nám vlny, a my snáze a jasněji zvuky slyšíme; vydávají-li se zvuky proti větru, slyšíme špatně a při větší vzdálenosti nic. Proto tedy s obou vrchů stříleno bylo a pozorování se konalo, aby rychlosť od jednoho vrchu, která by příznivým váním vzduchu větší byla nežli ta, když se proti větru stříleno, posouditi se mohla. Kdyby se noc větrná volila, zkoušky by vypadaly nejisté.

Kdo pozoroval při slavnosti střílení z moždří ře ze vzdálí, spatřil blesk okamžitě a teprve za chvíli uslyšel ránu a tím později, čím dále od lidí střílcích se nalezel. Kdo ze vzdálí pozoruje beranem zarážeti piloty do země při vodní stavbě, uží, jak beran dopadne, ale za chvíli slyší ránu. Tak i dřevoštěpu sekýru vidíme dopadnouti, ale za chvíli, jsme-li hodně daleko, slyšíme udeření. Pozorujeme-li s návříši dlouhou řadu vojska podle bubnu si vykračujícího, sledáme k našemu podivení, že vojsko nevykračuje stejně, nýbrž zadnější vojáci později, tak že řada houpati se zdá. To pochází odtud, že zadnější muži později buben uslyší než přední. Daleko od sebe postavení vojáci na povel: „palte“ stejně nestřílel, třeba dobře vycvičeni byli, neboť stejně neslyší.

Ze všech příkladů možno seznatí, že zvuk potřebuje mnohem delšího času než světlo, ačkoliv dost rychlý jest, aby vzduchem až k uchu přišel. Počítají-li námořníci, za kolik sekund ránu z děla po blesku uslyší, mohou, když těmi sekundami 1050' nebo 332 metry násobí, vzdálenost o pomoc volající lodi vypočítati. Tak i když násobíme sekundami od uzrení blesku až k uslyšení hromu uplynulými 1050' nebo 332 metry, vypočítáme, jak daleko hrom udeřil.

### *Odrážení zvuku.*

Vlny od zvučícího tělesa mluvením neb jakýmkoliv spůsobem po-vstalé rozšírují se dál a dále a přijdou-li v pokoji za stěny neb v širém poli na skály, stromy, mraky a t. d., odrážejí se.

Odrážení toto jest pravidelné, neboť vzduch jest pružné těleso. Představiti si můžeme odraz vzduchu kaučukovým míčem. Uhodíme-li tímto kolmo ve směru *ed* na stěnu *MN* (obr. 98.) odrazí se taktéž v kolmém směru zpátky; šikmo-li jím hodíme na stěnu, třeba ve směru *ed*, odrazí se taktéž šikmo ale, ve směru *df*. Úhel *b* tvořený směrem dopadajícího míče a kolmice na bod nárazu slove *úhel dopadu*; úhel *a* tvořený toutéž

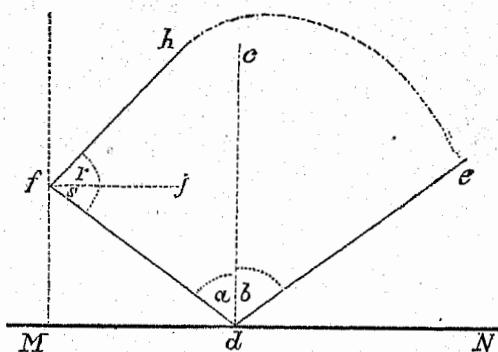
kolmici a směrem míče odraženého sluje úhel odrazu. Při všech pružných tělesech pravidelných (v podobě koulí), tedy i při vzduchu, rovná se vždy úhel dopadu úhlu odrazu. A kdyby míč v  $d$  odražený opět narazil na kolmou stěnu, odrazil by se opět tak, že úhel dopadu s rovnal by se úhlu odrazu  $r$ , ale míč by neletěl pořád v rovném směru  $fh$ , nýbrž v okrouhlé čáře tak zvané parabole. Tak si hrávají hoši míčem, dbajíce o to, aby jej zase do ruky chytili, aniž by se pro něj na zem shýbatu museli.

Vlny odražené na zpáteční cestě s jinými se spojují, čímž se zvuky sesilují; proto mluvícího lépe slyšíme v malém sále než ve velkém. Opozdívají-li se vlny se odrázející a nesplývají-li s prvními v jedno, opozdívají se i zvuky; odtud pochází *rozléhání* v prázdných velkých sálech neb při kázání ve velkém kostele. Sesilování konečných složek při odražení se vln jmenujeme *ozvuk*.

Také se státi může, že z velké dálky odražené vlny s prvními docela nesplývají a že zvuky jich buď v jedné neb ve více složkách ještě jednou slyšíme; tím povstává *ozvěna* či *echo*. Vystřeli-li se poblíž některých skal, slyšíme často dvě rány, totiž jednu od vln přímou k nám příšlých a druhou odraženými vlnami povstalou.

Má-li odražený zvuk ozvěnou býti, musí teprv do ucha přijít, když jej ucho přímou cestou jednou již slyšelo. K tomu jest potřebí as devátého dílu sekundy, neboť dobré ucho rozezná za sekundu as 9 zvuků jasně, tedy nepatrný čas a vzdálenost stěny odražení způsobí 60'; zvuk se rozšířuje v jedné sekundě 1050' daleko a za devátý díl sekundy asi 120'. Stěnu 60' vzdálenou ozvěna povstati může, protože zvuk od zvučícího předmětu ke stěně a od stěny také dráhu 120' vykoná. Od bližších skal nebo stěn povstává jen *ozvuk*. V Aberspachu (ve východních Čechách) rozeznává se od pískovcových skal sedmerá ozvěna \*).

Odrážení zvuku jest toho příčinou, že v mnohých kostelích v některém místě (v ohnišku) klenutí elipsovitého velmi dobře i šeptání



(Obr. 98.)

\*) Měl jsem příležitost na svých cestách o tomto přírodním úkaze se přesvědčiti. Byli tam dva hudebníci, kteří navštěvovatelům k jedné skále na lavice se posadivším v akkordech hráli, aby tuto ozvěnu zkoušeli. Sedmá od straně po levé straně hostince se odrázející jest nejsilnější. Z počátku ucho nerozezná ozvěnu jasně od sobě, až dále, když několik akordů slyší. Vystřelení z moždře hukotu hromu se podobá. Od těch as hodinu vzdálených Teplických stěnách hransí písne alpské každého překvapí.

s jiného místa (s druhého ohniska klenutí) slyšíme. V Hirschberku v kostele protestantském na kruchtě pod klenutím s mísou mnoha sáhů vzdáleného i klepání hodinek a slabé špitání dobře možno slyšet. Tak jest také zařízena stropová báň v chrámu sv. Petra v Římě a v kostele sv. Pavla v Londýně. Tak nazvané ucho Dionysiova u Syrakus v Sicilii byla jeskyně, v níž se nalezali vězňové. Dionysius, tamnější panovník za dávných dob, naslouchával u otvoru této jeskyně, co si vězňové povídají, neboť i šepot dobře slyšet bylo. Zajisté jeskyně jako umělé klenutí vypouklá byla.

### Tony.

Pravidelné a tudíž i příjemné dojmy zvuku jmenujeme *znění*; běremeli při znění i ohled na výšku a hloubku, nazýváme je *tonem*. Výška tonu závisí vždy od množství výchvějů a od počtu vln za sekundu vykonaných. Čím více výchvějů a vln se vykoná, tím vyšší ton povstane. Slabší struna výše zní než silnější, protože v tomtéž čase více výchvějů vykoná než tato. Silnější trouba dává hlubší ton než slabá, neboť i u oné méně vln než u této v stejném čase povstává.

Zkouškami a umělými stroji, jako jsou ozubené kolo a hlavně *silvana*, dokázalo se, že ten nejhļubší ton, jaký jen na varhanách máme (hluboké c), za sekundu 16 výchvějů udělati musí. Při menším počtu nemají výchvěje dosti souvislosti, aby ton povstal a při příliš velkém počtu výchvějů jsou dojmy zase příliš slabé, aby je ucho pojmul. Ucho může ton, který až při 24.000 výchvějů povstane, ještě rozeznati.

Hlavních tonů rozdílných máme 8. Jsou to: c, d, e, f, g, a, h, c. Pořadí toto jmenujeme *stupnici čili oktávu*. Od vyššího c předešlé oktávy počíná nová oktáva. Na pianě máme takových oktáv až 8, ale oktávy výš a výš pokračují. Zpěvák může obyčejně dvě oktávy zpívati. Aby hudebníci oktávy rozeznali, píši první tři oktávy velkými písmenami a poznamenají c té nejhļubší oktávy dvěma čárkami dole (c), druhé oktávy c jednou čárkou (c) a třetí oktávy c je bez čárky; pak přijdou oktávy, které se píší malými písmenami, a sice 4. oktáva bez čárky; c 5. oktávy píše se čárkou nahoře (c) a c šesté oktávy dvěma čárkama (c) atd.

*Prostá a poměrná výška tonů*. Počet výchvějů v jedné sekundě vykonaných jmenujeme *prostou či absolutní výšku* toho tonu. Prosté výšky základních tonů jsou:

C	C	C	c	—	—	—	—
16	32	64	128	256	512	1024	2048

Prosté výšky tonů ve čtvrté oktávě jsou:

c	d	e	f	j	a	h	c
128	144	160	170 <sup>2</sup> / <sub>3</sub>	192	213 <sup>1</sup> / <sub>3</sub>	240	256.

Vezmemeli c v této oktávě za základ a porovnáme-li jím prosté výšky ostatních tónů, totiž skoumáme-li, kolikrát je prostá výška některého tonu větší než základního, dostaneme poměrnou či relativní výšku toho tonu. U př. relativní výška tonu d jest  $\frac{144}{128} = \frac{9}{8}$ , tonu e jest  $\frac{160}{128} = \frac{5}{4}$  atd.,

tak že tonů c d e f j a h c jsou  
poměrné výšky:  $1 \frac{0}{8} \frac{5}{4} \frac{4}{3} \frac{3}{2} \frac{5}{3} \frac{15}{8} 2$

Tyto poměrné výšky tonů dlužno sobě pamatovati; známe-li je, vypočteme zase prostou výšku každého tonu i v ostatních oktávách, když prostou výšku základního c té které oktávy jeho poměrnou výškou násobíme. Tak u př. v třetí oktávě prostá výška tonu f jest  $64 \times \frac{4}{3} = 85\frac{1}{3}$  a téhož tonu f v první oktávě  $16 \times \frac{4}{3} = 21\frac{1}{3}$ .

Kdybychom měli strunu na monochordu nebo třeba na houslích c nalaďenou a ji pak podle výšky tonu v té oktávě skracovali, byla by

tonů c d e f j a h c  
délka struny  $1 \frac{8}{9} \frac{4}{5} \frac{3}{4} \frac{2}{3} \frac{3}{5} \frac{8}{15} \frac{1}{2}$ .

Oktávní c potřebuje tedy půl délky struny; skracujeme-li tuto polovici dále, považujice ji za jedničku, dostaneme pro vyšší c zase polovičku, tedy čtvrtinu od původní délky. Z toho nahlédneme, proč musí hudebníci na houslích na strunci e prsty při skracování struny při vyšší hře méně od sebe roztahovati, než při nižší hře u prážku.

Dělíme-li poměrnou výšku tonů vyšších poměrnou výškou tonů nižších vedle sebe stojících, najdeme mezeru těchto dvou tonů. Tak shledáme mezeru mezi c a  $d \frac{9}{8}$  ( $\frac{9}{8} : 1$ ) mezi d a  $e \frac{10}{9}$  (tot.  $\frac{5}{4} : \frac{9}{8}$ ), mezi e a  $f = \frac{16}{15}$  (tot.  $\frac{4}{3} : \frac{5}{4}$ ), tedy mezi všemi tony

mezery:  $c \frac{9}{8} d \frac{10}{9} e \frac{16}{15} f \frac{9}{8} g \frac{10}{9} a \frac{9}{8} h \frac{16}{15} c$  obnášejí

Mezery  $\frac{9}{8}$  a  $\frac{10}{9}$  slují mezery velkých tonů a  $\frac{16}{15}$  půltónů. V každé oktávě máme za sebou dva celé tony, půltón, tři celé tony a půltón. F a c jsou půltóny.

Hudebníci brávají i jiné tony v oktávě za základní, tedy nevýdacky c; může to být třeba d neb e i jiný ton. Zde se musí, aby hořejší základní pořádek po sobě následujících tonů se podrzel, některé tony zvýšit nebo i snížit. Zvýšení stává se znaménkem  $\sharp$  a pojmenuje příponou *is*; snížení znamená se  $\flat$  a pojmenuje připojením přípony *es* (místo *ies* říká se pouze *b*).

Tony, které zároveň znějí a uchu lahodí, slují *sousvučné*; činí-li dojem nepříjemný, slují *nesousvučné* (c a d, c a h). Tři souzvučné dohromady znějící tony slují *akkord*. Jsou to jmenovitě, c e j (k sesílení brává se ještě oktávní c), nebo c f a.

*Síla a rám tonů*. Při výšce tonu nesmíme, kdo hudebníkem není, se mylit silou tonu. Drnkneme-li na určitou strunu silně, dá silnější

ton, ale stejně vysoký, jako když drnkneme na ni slabě. Jest-li zpěvák píšeň zvučně zpívá, musí násilím vzduch z plic vydýchnouti, ale proto jen síla tonu se mění, nikoliv výška jeho. Kdo hraje na harfu, buď slabě neb silně drnká, čím hra je slabší neb zvučnejší, ale výška tonu zůstane přece stejná. *Síla tonu* závisí tedy pouze od úsilí, jakým se clivění děje a *výška tonu* od množství výchvějí.

Hraje-li někdo na housle, na harfu, klarinet, trubku, piano atd. nám známou píšeň (anebo hvízdá-li neb zpívá-li ji), poznáme, na jaký nástroj hudebník hraje, třeba jsme ho neviděli. Co vlastně k tomu přispívá, že zvuky stejně výšky rozličně zní, to jmenujeme *ráz* čili *povaha* tonu. Každého nástroje jest povaha tonu jiná a můžeme říci: kolik nástrojů, tolik rozdílných rázů čili povah tonů.

Rozeznáváme tedy výšku neb hloubku, sílu a ráz či povahu tonů.

### *Hudební nástroje.*

Rozeznáváme strunové a dechové čili foukací nástroje.

Čím jest struna kratší a tenší a čím se více napíná, tím vydává vyšší ton; čím je struna delší, silnější a méně napnuta, tím hlubší ton dává. Na tom ještě záleží, z jaké látky struny jsou. Kovové struny máme v pianě. Na houslích struna j a na jiných nástrojích bývá střevová struna tenkým drátem obalena, aby dávala hlubší ton; pro vyšší tony na smyčcových nástrojích jsou pouze struny střevové.

K dosílení rozličných tonů brávají se struny rozličně dlouhé, rozličné tloušťky, rozličně se napínají a prstem se skracují. Ve fortepiánu, klavíru a na harfě jsou struny nestejně délky i nestejně tloušťky a ne-skracují se; na houslích, base a na kytaře jsou struny stejně dlouhé, nestejně tlusté a kladením prstů se skracují.

Při foukacích (dechových) nástrojích povstává vlněním vzduchu zvuk. Rozeznáváme trojí spůsob takových nástrojů:

a) U pištal ve varhanách neb pištálkách dřevěných, dětských neb takových, jaké si hoši z jara z kůry větví březových neb vrbových dělají, rozráží se vzduch hranou ostrou v otvoru toho konce, kterým se do nich fouká a vlnění způsobí.

b) U klarinetů, fagotů (málo již v užívání), dětských trubek a některých pištal ve varhanách nacházíme jazýček, jehož rychlým pohybem při foukání napomáhá se vlnění vzduchu a povstání zvuku.

c) U pozounů, trubek, lesních rohů není žádné ostré hrany ani žádných jazýčků; u těch pouze vlněním vzduchu zvuk povstává.

Jako plíce při dechových nástrojích, tak jsou měchy při pištalách u varhan potřebny. Když varhaník zmáčkne kláves, otevře se klapka pištaly a tu z měchu se tam fouká násilím vzduch jako z plíce do některého nástroje. Při pianě se na kláves uhodí, protože tím zase uhodí zvláštním zařízením kladívko na strunu.

Že pouze vzduch u jmenovaných nástrojů činným jest a nikoliv látká, z které nástroje zhotoveny jsou, dokazuje, že se výška tonu nemění, třeba se nástroj hudební silnější neb z jiné látky udělá, kdyby v rukou pevně neb volně se držel neb i celý šatem jakýmkoliv obalil, jen když zůstane dutina čili světlost roury stejná. Zde tedy docela něco jiného máme než u struny a zvonu; když se těchto při chvění dotkneme, hned zvučeti přestávají.

V strojích foukacích povstávají podle jich délky rozličně dlouhé vlny a také rozličně vysoké tony, totiž v dlouhých hluboké a v krátkých vysoké, což se shoduje i se strunami. Proto hudebníci přidávají k trubkám točené násadky, chtejí-li hru snížiti, protože struna vzduchová se tím prodlužuje. Když se má ton zvýšiti, musí se násadec ubratí, tedy vlnová struna skrátiti.

Jako struny palcem, tak i u trub a klarinetů klapkami se vlny skracují. Když u klarinetu všecky klapky zavřeme, máme ton nejhlubší, protože jest vlna nejdelší; když se klapka nejhořejší otevře, máme ton nejvyšší, protože jest vlna nejkraťší.

U foukacích nástrojů také od silnějšího neb slabšího fouknutí i vyšší neb hlubší ton povstává; při polní čili pastýřské troubě, která jest bez klapek, nejlépe to poznáme, neboť z ní pastýř rozmanité tony vylouditi může. Při vyluzování vysokých tonů musí se hudebník více namáhati než při hlubších tonech. Vůbec při troubení mnoho záleží na foukání, čemuž jen cvikem hudebníci se naučí.

Výška tonu také tím se mění, jsou-li nástroje na druhém konci buď uzavřeny nebo otevřery, což na varhanách shledáváme. U píšťal otevřených stejně délky a stejně tloušťky jest vždy ton stejně silným fouknutím povstalý o oktavu vyšší než v zavřených. Píšťala na druhém konci otevřená musí o polovic delší být, má-li jako druhá zavřena stejný ton vydati. U varhan pro nejhlubší c jest píšťaly 32' dlouhé otevřené potřebí; je-li zavřena, musí pouze 16' pro tentýž ton dlouhá být.

Foukáním po delší čas trvajícím vzduch se zahřeje a proto pak foukací nástroje o poznání vyšší zvuky vydávají; naopak se vyluzují ze smyčcových nástrojů, na nichž delším hraním struny se vytahuji, nižší tony. Proto hudebníci do otevřeného konce trouby, jmenovitě u lesního rohu, pěst kladou, aby částečným uzavřením otvoru tony o něco snížili, které by se smyčcovými souhlasily.

*Hlasový ústrojí lidské.* Že lidé mluvit, zpívati a zvídáta rozličné zvuky vydávati mohou, jest vzduch příčinou. Vzduch se žene z plic násilím jako z měchu u varhan do průdušnice, totiž dlouhé roury s chrápnem spojené. V chrápanu, jehož přední část, tak zvaný *ohryzek*, si každý nahmatati může a který hlavně u hubených lidí při mluvení nadskakuje, nalezá se štěrbina *hlasová* libovolně se zúžujici a rozšiřujíci; když se zúžuje, povstává vyšší ton a naopak, když se rozšiřuje, nižší ton. Štěrbinu příkrývá čípek jako příkllop, aby žádný drobek pokrmu do ní nepřišel, neboť přes štěrbinu musí každý pokrm jicinem do

žaludku. Stane-li se to náhodou, co jen možno, když se něco polyká a čípek při mluvení zároveň otvírá, kašláním se to vyhodí; jinak by se člověk i zadusiti mohl.

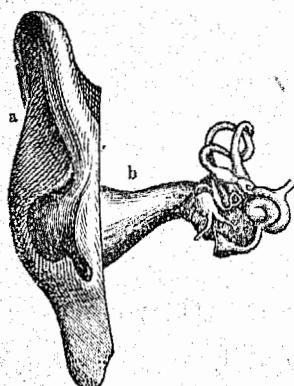
Působením jazyka, patra, čípku, zubů a rtů mluvíme a zpíváme; roztahovalím štěrbiny vydáváme hlubší a stažením jí nižší tony. Hlas ženských a dětí jest vyšší, protože štěrbina jejich chrtánu menší než u mužů jest. Jakmile dostává chlapec hlubší blas, přibývá mu štěrbiny na délku a tím i chrtán sám se prodlužuje.

Zvířata vydávají rychlým vychrnutím vzduchu z plic jednotvárný zvuk. Ptáci zpěvaví mají chrtán na dolejším konci blíže plic. Cvrček a jiný hmyz způsobuje třením křidel zvuky.

*Spolužnění či resonance.* Chvění strun sděluje se vzduchu ano i pevným tělesům, čím jakési sesílení zvuku povstává. Na tom se zakládá zařízení strunových nástrojů uvnitř dutých. Kdybychom natáhli strunu na stůl jako je právě na houslích natažena, nebude tak silně jako na houslích při všech stejných podmírkách znít. Ještě slaběji by zněla, kdyby se natáhla, aniž by prkno pod ní se nalezalo. Tedy duté dno v houslích napomáhá k sesílení zvuku, tak i v harfách, kytarách a basách. Na takovéto nástroje musí být dřevo suché, pružné, docela bez suků a musí leta zcela rovná mít. Tedy se strunami zní dřevo, jehož leta jako struny podle sebe stojí, zároveň i se vzduchem uzavřeným. Toto spolužnění a tedy i sesílení zvuku jmenujeme obyčejně *resonance*.

I monochord má skřínku k vůli resonanci. A že bubnování hlavně spolužněním vzduchu se sesiluje, je jistó. Jako dutina v houslích, tak asi bezpochyby slouží k sesílení hlasu dutina úst. Že hlas v ústech se skutečně sesiluje, dosvědčuje i drndačka, kterou u kramářů možno koupiti, když ji mezi zuby dáme, ačkoliv i zde zuby co pevné těleso zvuk lépe vedou než pouhý vzduch.

Každý zpěvák při čtverozpěvu jiným hlasem, totiž vyšším neb nižším, zpívá, a tak i hráč třeba v sextetu na jiný nástroj jinak hraje, a přece je nám hudba milá i zpěv, protože je libý *souzvuk* a mezi hlasy zpěváků a tony hráčů jakási shoda.



(Obr. 99.)

### Ucho.

Ku konci musíme seznati zařízení našeho ucha, o němž jsme hned z počátku této nauky slyšeli, že jest k slyšení nevyhnutelně potřebno.

Viditelná či zevnější část ucha lidského a (obr. 99.) má poněkud podobu lastury mlžů a slouží k tomu, aby vlny vzduchu za-

chytila a zúženou ušní rourou, tak zvaným *zvukovodem* b, do vnitřní části ucha vedla. Zvukovod jest chloupy a mazem opatřen, aby vtírání hmyzu se zamezilo a jest uzavřen blanou šíkmou na spůsob kůže na bubnu napnutou, která proto *bubínek* či *bubínková blána* sluje. Bubínek vlnami tak ve chvění přichází, jako by na malý buben paličkou se uhdílo. Za blanou bubínkovou jest *dutina bubínková* vzduchem naplněná. V této nalezají se *kůstky sluchové*, které v obr. 100. zvěšeny jsou a podle podoby svá jmena mají. Jsou to *kladivko* m, které svým tenounkým koncem bubínkové blány se dotýká a tlustým koncem na kovadlině o spočívá, která zase čočkovitou kůstkou l se třmenem t ve spojení jest. Z dutiny bubínkové vede *trubice Eustachova* do úst, pročež vzdach v dutině má stejnou hutnost se zevnějším vzduchem a nahluchlí lidé ústa otevírají, aby lépe slyšeli.

Bubínková dutina jest *okrouhlým* a ještě druhým *podélním otvorem* v oddělena od *bludiště* v obr. 101. zvlášt vyobrazeného. Toto sestává ze tří dutin, totiž z *předsíně*, dělící tři *polokruhové roury* od *závitu* s, který skořápce hlemýždě se podobá.

Dutiny bludiště jsou slizkou blanou opatřeny a *sluchovou kapalinou*, v níž se *sluchový nerv* n z mozku přicházející rozprostírá, naplněny.

Máme-li slyšeti, musí se otřásání bubínkové blány sluchovému nervu a tímto do mozku k uvědomení duše vésti. Stává se to jmenovanými sluchovými kůstkami, pomocí kterých chvění vzdachu se vede otvorem okrouhlým, který jemnouškou blanou uzavřen jest, a otvorem podélním v, jenž třmenem se uzavírá, do předsíně bludiště.

Bubínková blána může se protrhnouti ano i kůstky od sebe odtrhnouti, a přece trochu slyšíme; jakmile se ale třmen odtrhne, neb vytče-li z bludiště sluchová tekutina, nastane hluchota nevylécitelná.

U zvířat jest zevnější část ucha, *boltec*, rozličného tvaru; zvířata ho na tu stranu obrací, odkud zvuk přichází. Boltec ptákům docela schází, obojživelníci nemají boltce ani dutiny bubínkové, trubice Eustachovy ani kůstek; u některých malých zvířátek sestává sluch pouze z malého měchýřku sluchovým nervem naplněného.



(Obr. 100.)



(Obr. 101.)

## X. Magnetičnost.

Nepatrň, přičernalá ruda, tak zvaná *magnetová ruda* čili *magnetovec*, která se mezi obyčejnými kameny v Tyrolsku, Solnohradsku, málo v Čechách u Malešova blíz Kutné Hory, v Sasích a Švédsku nalezá, má tu vlastnost, že železo na sebe přitahuje. Jméno této rudy pochází od

města Magnesie, ležícího v Malé Asii, kde tento nerost nejprvě mezi jinými železnými rudami nalezen byl.

Užíváme nejvíce pohodlných uměle dělaných magnetů. Tyto jmenujeme *umělé magnety* a rudy *přirozené magnety*. Umělé magnety bývají v podobě rovné týčinky; nejčastěji ale bývají na spůsob podkovy zatočené. Maličké magnety v takové podobě za hračku slouží.

Přitažlivá síla magnetové rudy i umělých magnetů sluje *síla magnetická*, stav umělých i přirozených magnetů *magnetický stav*, přitahování železa na magnet *magnetický výjev* a souhrn všech magnetických výjevů sluje *magnetičnost*.

*Přitažlivost magnetu.* Chceme-li se přesvědčiti, jest-li některé železo magnetickým jest, přiblížime je k železným pilinám pilníkem nastrouhaným; lehké piliny se i nepatrnou magnetickou silou přitahuji. Je-li magnet silný, přitahuje železo z dosti velké vzdálenosti i třeba jsme před něj papír, hoblovačku, sklo neb silné prkénko položili; čím silnější magnet jest, tím silnější deska se mezi něj a železné věci klásti může. Do vzdálenosti ubývá sile magnetické čtverečně jako při zvuku a teple.

Padne-li pero do inkoustu, můžeme je snadno magnetem tenkým vytáhnouti; piliny železné se od měděných neb jakýchkoliv mohou magnetem pohodlně oddělit, což rukou velmi namáhatavé by bylo. Špička jehel brousí se na bruse ocelovém jako pilník nasekaném; ubroušené piliny lehké brusíč vdýchá a si na zdraví škodí, protož by se zde upotřebiti mohl s dobrým prospěchem magnet, aby piliny na sebe přitahoval.

Dokud ještě magnetická přitažlivost málo známa byla, dělali kočující lidé, tak zvaní čarodějnici, rozinanité čarovné kousky. Měli pohodlný stolek, na němž lehký panáček se spodkem železným sem tam se vrtěl (tančil), jak totiž pod tabulkou čarodějníc skrytým magnetem pohyboval. Také čarodějnými holemi panáčky i do výšky vytahovati se mohly, ovšem že v holi byl neviditelný magnet a na panáčcích třeba hřebík železný. Tak by i jablko a jiné věci, v nichž by hřeb byl nepozorovaně zabodnut, magnetem se přitahovaly a pohybovaly. Klíč na hřebu na stěně namalovaném visetí zůstane, když pod ním v stěně skrytý magnet se nalezá.

Čarodějně vážky mají jednu neb obě mističky železné a v skřínce pod nimi magnet. Chceme-li, aby při vážení lehčí věc přece se snížila, dáme ji na železnou mističku a tou trochu postrčíme, aby se snížila, kterouž pak magnet v skřínce sám si přidrží. Tak i jména lidí na papíru, prsten, šňupec tabáku atd. s druhocennými věcmi vyvažovati se mohou. To vše ovšem mělo cenu, dokud byli lidé toho neznali; nyní by málo kdo podobnými kousky pochodil. Také mívali kejkliři přístroj, na němž se pohybovala ručička nad číslicemi neb nad písmenami. Nepozorovaně zastrčeným magnetem musela ručička tam se zastavit, kam právě podle vůle lidí magnet se pošinul. Báječná pověst mohamedánská vypravuje, že rakev Mohamedova, jejich velikého proroka, uprostřed nebe a země mezi velikými magenty se vznáší. Bájky středověké vypravují též o magnetických horách, které koráby ze vzdáli k sobě přitahují, jež pak není možno od hor samých odtrhnouti.

*Poly.* Otočíme-li rovný magnet (obr. 102.) v pilinách železných, shledáme, že se jich na koncích jeho nejvíce zadrží, ke prostředku méně a uprostřed žádné. Z toho soudíme, že magnet po celé své délce stejné síly nemá; dvě krajní místa, která nejvíce silou magnetickou se vyznačují, slovou *poly* magnetu. Proto vždy konce magnetu k železu přiblížujeme a magnety na spůsob podkovy ohýbáme, aby oba poly najednou na železné věci přitažlivě účinkovaly. Ohnutý magnet oběma poly unese dvakrát tolik co rovný magnet jedním polem.

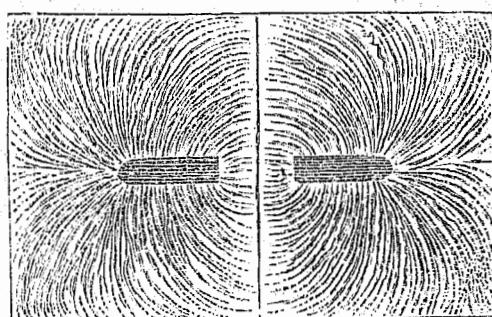
Postavíme-li podkovu svísnou s poly vzhůru, aby na nich kousek papíru položený v klidu zůstal, a posypeme-li jej jemnými pilinami, usazují se tyto v křivých čarách a jmenovitě podle hran polů, jak právě obr. 103 ukazuje. Zahýbáme-li papírem, staví se piliny jako věžičky nad sebou. Při silné podkově i skleněnou neb dřevěnou desku místo papíru vzít můžeme.

*Magnetická střelka.* Zavěsíme-li rovný magnet uprostřed na nit, kolisá chvilku v pravo v levo, až posléze v jedné určité poloze v klidu zůstane; to se vždy opakuje, kdykoli magnet z klidné polohy vyšineme. Při tom pozorujeme, že jeden a tentýž pol k severní (půlnoční) a druhý k jižní (polední) straně obrácen v klidu zůstane, třeba jsme magnetem jakkoliv zatočili. Pol, který se k severní straně obrací, jmenujeme *severní* a druhý k jihu obrácený *jižní* pol. K tomuto pokusu berou se lehké magnety (obr. 104.), aby uprostřed okolo kolmé osy volně a lehce točiti se mohly; jmenujeme je *magnetky*, *magnetické jehly* čili *střelky*. Aby byl severní pol lehce k rozoznání, bývá střelka na té polovici modře zkalena. Magnet na korku na vodu položený tak jako střelka se postaví.

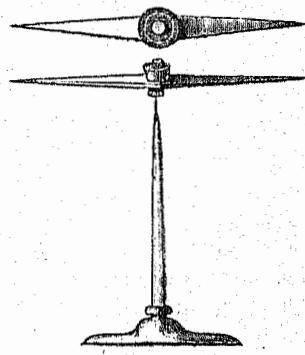
*Účinkování dvou magnetů na sebe.* Přiblížíme-li ke klidné magnetické střelce jiný magnet, pozorujeme, že tento přitahuje jeden pol střelky a druhý že odstrkuje či odpuzuje. Přiblížíme-li jižní pol magnetu k jižnímu polu střelky, vždy se střelka odpuzuje, naopak ale severní pol její se přitahuje, až oba se dotkou a spojeny udržují; severní pol



(Obr. 102.)



(Obr. 103.)



(Obr. 104.)

magnetu, jsa k střelce přibližován, přitahuje jižní pol její a odpuzuje severní. Stejnojmenné poly se tedy odstrkují a nestejnějmenné se přitahují.

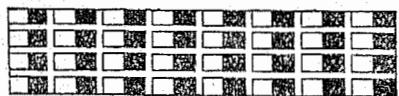
Přiblížme-li dvou stejně silných magnetů poly, které jsme v železných pilinách otočili, tak k sobě jako dříve magnet ke střelce, uvidíme, že i piliny se k sobě přitahují, když nestejně poly přiblížujeme, a odstrkuji se, když stejnějmenné poly přiblížujeme. Zkoušme-li, zda-li některé železo magnetickým jest, musí toto jeden pol střelky přitahovati a druhý odstrkovati; z pouhého přitahování pouze na železo souditi můžeme.

Na přitahování a odstrkování dvou magnetických polů zakládá se několik hraček pro děti. Jmenovitě jsou to rybičky, husičky a lodičky tak lehké, aby na vodě plovati mohly. Husička má v zobáku, rybička v hubě a lodička na předku skrytý magnet, jehož pol jeden slabě vyčívá. Věci jmenované dáme v umyvadle porculánovém neb cínovém (jen v železné nádobě ne) na vodu a stěnami nádoby necháme účinkovati pol podkovy, držce druhý pol v ruce, aby protivně nepůsobil. Kdy budou jmenované věci se přitahovati a kdy odstrkovati?

*Povaha magnetičnosti.* Z toho všeho vidíme, že má magnet dva poly nestejných vlastností. Protože stejné poly se odstrkují a nestejně přitahují, soudíme, že v každém magnetu magnetičnosti dvojího druhu a protivných vlastností býti musí. Magnetičnost severního polu sluje obecně *positivní* a znamená se +, magnetičnost jižního polu sluje *negativní* a znamená se -. Obě magnetičnosti dohromady služí *magnetivo*.

Když magnet se rozlomí, oba kusy mají poly; i pálkы tyto opět rozdelené mají poly, a proto soudíme, že magnetivo, tento souhrn obou magnetičností, v každé molekule nalezati se musí. Promění-li se ocelová tyč v magnet, nepřibude ani neubude jí na váze a proto magnetivo nad míru jemnouneké a bez váhy původně v železe se nalezati musí, které teprvě rozkladem při proměňování v umělý magnet, což *magnetování* slove, v obě magnetičnosti, positivní a negativní, se rozkládá. Představujeme si, že při magnetování positivní magnetičnost všech molekul k jedné straně a negativní všech molekul na druhou stranu se obrací,

jak obr. 105 s černými (+) a s bílými (-) čtverečky naznačuje. Při tom nestejně magnetičnosti dvou vedlejších molekul obopvně se ruší, až zůstane positivní magnetičnost na jednom a negativní na druhém konci činnou, které konce co poly známy jsou.



(Obr. 105.)

Každý magnet má velké množství molekul a proto, at přelomíme magnet kde chceme, vždy dostaneme na jedné straně positivní a na druhé straně negativní pol. A naopak, položíme-li několik stejně silných malých magnetů na stůl s nestejnými poly těsně vedle sebe, ruší se nestejně magnetičnosti, a proto ani piliny v těch místech se nedrží. Jen volné magnetičnosti magnetů v koncích nejkrajnějších jeví se v účinku.

Dva magnety vedle sebe se stejnými poly položiti nesmíme, neboť by konečné stejné magnetičnosti se odstrkovaly a napomáhaly, že by se magnetičnosti vespoleň do svého původnho nečinného stavu navrátily. Musíme tedy magnety s nestejnými poly do skřínky k sobě položiti (nejlépe s kotvou, o čem později).

Magnet každý jest po koncích činným, ano, jak jsme z pilin na papíru na podkově uložených shledali, právě po krajích konců. Zdá se, jako by prostředky a vnitřky magnetů byly při účinkování zbytečny a pouze povrhy byly činny. Tomu nasvědčuje i ta okolnost, že malý magnet, co možná nejvíce magnetický poměrně k své velikosti více unese než velký, taktéž co možná nejsilnější magnet. A více magnetů dohromady v celek spojených unese vždy méně než dohromady všecky magnety, když každý zvlášť zkoušen byl.

### *Pozemní magnetičnost.*

Z pokusu, při kterém jehla magnetická lehce polyblivá vždy jedním polem k severu a druhým k jihu se postavila, souditi musíme, že naše země také magnetickou sílu má a pak že severní pol země s polem severním magnetu, pak jižní pol země s jižním polem magnetu nestejně magnetičnosti mítí musí, protože se přitahuje. Pojmenování severního polu jehly, který je k severu země obrácen, jest tedy chybne, protože se jen nestejně pol přitahuje a stejně odstrkuje; pojmenování to jest ale zobecnělé a proto se ho u nás posud užívá. Francouzští a angličtí učenci jmennují pol správně, tedy opačně než my.

Kdybychom dvě magnetické jehly stejně silné nad sebou v jisté vzdálenosti tak spojily, aby protivné pol vždy na jedné straně se nalezaly (obr. 106), tu by na ně pozemní magnetičnost neměla žádného vlivu, neboť by právě jeden pol takovou silou přitahovala jako druhý odpuzovala. Takové spojení dvou magnetů od pozemní magnetičnosti neodvislých sluje jehla *volná* či *astatická*. Potřebuje se jí k multiplikatoru při elektricnosti.

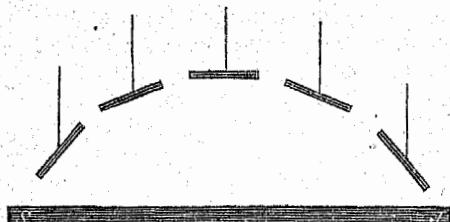
*Magnetický odklon.* Naše země má také pol magnetické, které ale nesouhlasí s pol pozemskými. Magnetický pol severní leží trochu na západ a jižní na východ od pozemských polů. (Obr. 106.)

O této odchylce se přesvědčíme takto: Zaražme slabou hůl kolmo do země, třeba i rovný drát do stolu a pozorujme stín od něho právě v poledne a naznačme si ho. Stín a jeho směr prodloužený ukazuje zeměpisný poledník, totiž sever a jih pozemský. Směr magnetické střelky prodloužený sluje *magnetický poledník*; a ten dělá odchylku od zeměpisného poledníku, kterou jmenujeme *odklon (odchyl)* *magnetický* a obnáší u nás  $12^{\circ}$ . Jehla jest severním polem k západu obrácena, tedy musí magnetický severní pol na západ asi někde v severní Americe v točových krajinách být.

Odklon magnetický obnáší u nás pouze  $12^{\circ}$ ; jinde ukazuje jehla odklon jiný, ano na každém jiném místě země jinak. Pro námorníky jsou mapy, na nichž místa se stejným odklonem naznačena jsou, důležity.



I na tomtéž místě není vždy magnetický odklon stejný; v novinách bývá každodenní změna udána. Odklon závisí mnoho od tepla denního a nočního. Ráno bývá nejmenší, odtud do 1 až 2 hodin ho přibývá a pak zase ubývá. V letě jest odklon větší, v zimě menší.



(Obr. 107.)

lům bližíme, tím více by se magnet ke zkoušce vzatý klonil, až by na samém polu svislý směr měl; na krajinách rovníkových měl by magnet směr vodorovný.

Abychom mohli sklonění magnetické, které jmenujeme *magnetický sklon*, všechny zkoušet, máme k tomu účelu zvláštní stroj, *inclinatorium* zvaný. Tento stroj obsahuje jehlu, která se okolo vodorovné osy otáčí a může v takové ploše, kterou každá jehla v klidu naznačuje (v poledniku magnetickém), když si jí myslíme průřez svislý. U nás obnáší magnetický sklon asi  $66^{\circ}$ ; k severu byl by pořád větší, k jihu menší, až na rovníkových krajinách by jehla rovnosměrně, tedy bez sklonu, ležela. Nejen na rozličných místech jest sklon rozličný, i na tomtéž místě se stále mění.

### *Rozklad magnetiva.*

a) *Sblížením magnetu.* Dáme-li stejnojmenné poly nestejně silných magnetů k sobě, shledáme, že si dovede silnější magnet i proměnit poly slabšího magnetu, a my pak místo stejných polů máme protiyné, ale mnohem slabší než dříve. Tím snáze to půjde, dáme-li vedle magnetu ocelovou tyč. I zde si magnet rozkladem magnetiva v tyči pol protivný přispůsobí. Tak ale musí magnet u ocelové tyče delší čas ležeti, než magnetivo rozloží, za to ale ocel zůstane magnetem stálým. Kdybychom přiložili k magnetu tyč krátkou z měkkého železa, snadno by se v ní magnetivo rozložilo. Přitahováním nestejnojmenné magnetičnosti byl by magnetický pol v stálé činnosti udržován a tím by magnet sfil. K podkovám se vždy takové příční železné tyče, tak zvané *kotvy*, přikládají, aby sfilily, což se i u dvou magnetů v podobě tyče děje.

Přiblížíme-li jeden z malých as čtvrt palce dlouhých drátků k magnetu, zadrží se ho tento pevně, tohoto kousku zase druhý a dle sfil magnetu třetí, i více kousků jeden druhého. Příčina tohoto výjevu jest

*Magnetický sklon.* Stavíme-li malý magnet na nitce zavěšený nad rozličnými místy velkého a silného magnetu (obr. 107.), jest nad prostředkem v rovnosměrné poloze, dál šikměji a šikměji, až na koncích skoro kolmo. Tak i u naší země se stává, u které bychom si ohromný magnet středem mysliti mohli. Čím více se k po-

ta, že magnetem kousek drátu držený se stal sám magnetem, tedy magnetivo v něm rozložilo, který proto druhý udržeti může a ten v magnet proměněný třetí kousek drátu atd. přitahuje. Je-li váha drátků tak velká, že magnet je udržeti nemůže, odtrhnou se od něho; dráty, vůbec věci všecky z měkkého železa, ztrácejí magnetickou sílu, jakmile se od magnetu odtrhnou.

Dejme na magnet klíček a na ten zavěsme jako dříve drátky. Přiblížme-li se ke klíčku druhým magnetem, vše spadne od prvního magnetu, a když oba magnety k sobě dosti přiblížíme, neudrží jeden ani druhý, jsou-li stejně silné, i nejmenší kousíček drátu na sobě, neboť obě magnetické síly se na sebe váží a v účinku ruší.

Zavěsíme-li na magnet dva neb tři hřebíky vedle sebe hlavičkou, tož špičky od sebe se vzdalují, protože v nich rozkladem povstaly stejné magnetičnosti. Proto i ve věžičky piliny se stavěly a svými konci odchýlovaly, když jsme magnet do pilin ponorili, nebo když jsme na papír nad podkovou piliny sypali a papírem pohybovali.

Zavěsme dva drátky (obr. 108.) na nitě vedle sebe a přiblížme se k nim magnetem. Oba drátky se rozvírají, ale přiblížme-li magnet ještě blíž, tu se drátky spodními konci sbližují. Magnetivo se rozkládá v drátech; při větší vzdálenosti magnetu jsou magnetičnosti na hořejších koncích drátků tak slabé, že na sebe neúčinkují, ale při větším sblížení přitáhnou se spodní konce více k polům magnetu a hořejší při stejných magnetičnostech se od sebe vzdalují.

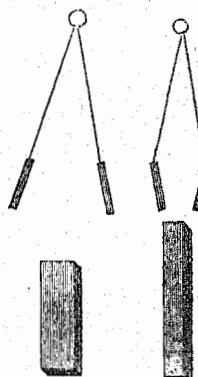
Zavěšená železná hůl v poloze magnetického sklonu stane se magnetem pozemní magnetičnosti. Když se hůl v jiném směru postaví, také zmagnetí, ale tím slaběji, čím více od původního směru pozemské magnetičnosti leží.

Shledalo se, že i kovářské kleště, náhrobní železné kříže i mříže staly se slabě magnetickými. Snad i tonto pozemní magnetičnosti rudy magnetické staly se magnetickými. Magnetovec jen na povrchu země jest magnetickým; uvnitř, v hloubi země jest nemagnetickým. Také i hromovým bleskem ocelové věci zmagnetely.

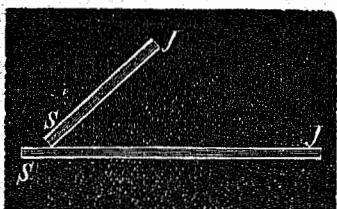
b) *Natíráním*. V předcházejícím jsme slyšeli, že ocel na dlouho magnetu přiblížená po pozvolném rozkladu magnetiva stálým magnetem se stává; měkké železo stane se hned magnetickým, ale svou magnetičnost hned ztrácí, jakmile od magnetu se vzdálí.

Magnet oceli nejlépe sbližíme, když ji třeme, pročež umělé magnety třením, natíráním čili tahem připravujeme.

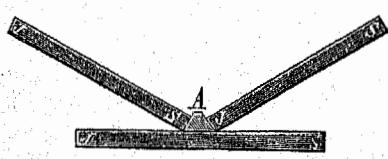
*Tah jednoduchý*. K tomu účelu ocelová tyč, která dvakrát tak široká jako tlustá a desetkrát tak dlouhá jako široká jest, na stole (obr. 109.) od jednoho konce k druhému některým polem magnetu 30°



(Obr. 108.)



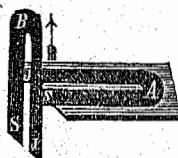
(Obr. 109.)



(Obr. 110.)

magnetů mohla by se i podkova s poly blízko vedle sebe vzít.

*Podkovy* natírají se také magnetickými podkovami. Díti se to může dvojím spůsobem:



(Obr. 111.)

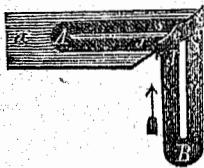
a) Magnetická podkova *A* (obr. 111.) položí se na stůl a ocelová podkova s obloukem *B* přiloží se na poly její a mírně nahoru, jak šipka naznačuje, táhne. Na koncích se podkova ocelová odtrhne jako při jednoduchém tahu a v oblouku zase nasadí; tak se vícekrát natíráni opakuje. Chceme-li i na druhé straně ocelovou podkovanou natírat, musí se to v protivném smyslu díti.

b) Ocelová podkova *B* přiloží se k magnetické na stole ležící podkově *A* se svými konci (obr. 112), na něž jsme příčku z měkkého železa (*kotvu*) přiložili.

Jak šipka ukazuje, několikrát tálí se nahoru a v oblouku vždy vyzdvihuje. I zde se může ocelová podkova na druhé straně, ale zase v protivném směru, natírat.

Síla nového magnetu závisí od jakosti ocele a od síly magnetu, jímž se nový natíral; dlouhým třením se nový nezlepší, pročež další potírání docela je zbytečno.

Protože stejné magnetičnosti se odstrkují či odpuzují a nestejně přitahují, musí konec nového magnetu při jednoduchém tahu, na němž vždy tření přestalo, protivný pol s magnetem, a tedy konec, na němž se tříti počalo, stejný pol s ním mít. Podle toho můžeme libovolný pol ocelové tyče na určitém konci způsobiti. Podkova při natíráni v prvním případu má také protivné poly, jak obr. 111. ukazuje. Při dvojitém tahu dostane strana tyče protivný pol toho magnetu, jehož polem posledně se natírala. Podkovy při natíráni v druhém případu dostanou



(Obr. 112.)

nakloněného se přetahuje a při tom mírně tlačí. Když jednou tyč se potřela, vyzdvihne se na druhém konci magnet a přes ni v oblouku dostatečně vzdálený na první konec nasadí a opět mírným přitlačením k druhému konci nakloněný táhne. Tak natíráni as desetkrát se opakuje; je-li tyč tlustá, i také na druhé straně se tře.

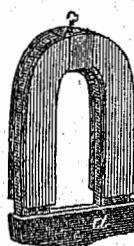
*Tah dvojitý*. Dva magnety (obr. 110.) s nestejnými poly pomocí špalíčku dřevěného na prostředek ocelové tyče se položí a dohromady k jednomu konci, odtud k druhému a zase zpět až 10krát táhou a uprostřed tyče vyzdvihou. Místo dvou

stejnojmenné poly s těmi, na které byly přiloženy, jak obr. 112. znázorňuje.

*Baterie a rušení magnetu.* Chceme-li silný magnet míti, spojuje se více magnetů ve spolek stejnými poly na sebe, neb se berou železné tyče v podobě podkovy, aby oba poly nedaleko sebe přišly a oba přitažlivé účinkovaly. Takových podkov (obr. 113.) se i více stejnými poly na sebe klade a sice v nerovném počtu tak, aby prostřední nejdélší něco ostatní svými poly přesahovala. Spojení více podkov sluje *baterie*.

Na poly dává se *kotva a*, kterou se udržuje magnet stále v činnosti a stejně silný zachová; neboť v této magnetivo rozkládá a nestejně magnetičnosti se od polů přitahuji a tím poly magnetu v činnosti udržují a sesilují.

Kotva musí se od magnetu vždy šikmo odstrčiti, nikoliv odtrhnouti, protože by tím magnet na sile trafil. Také teplem se magnetičnost ruší a zahrátím do červené žeřavosti ztrácí magnet docela své magnetické sily; magnet také zničíme, když ho jiným magnetem jako dříve protivně třeme totiž tak, aby na něm opačné poly povstaly.



(Obr. 113.)

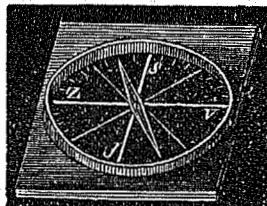
### Kompas.

Že magnet železo přitahuje, bylo již starým našim předkům známo, že se ale svými poly stále k severu a k jihu obrací, seznalo se teprv v 14. století. Právě touto vlastností nabyl magnet důležitosti; neboť proto se stává dobrým a jistým vůdcem plavečů po moři. K tomu účelu se jehla magnetická v krabičce (obr. 114.) uzavře, na jejímž dnu jsou nebeské strany (hlavní čtyry s vedlejšími dohromady 32, což jmenují růže větrná), naznačeny. Námořníci jmenují takto zařízenou magnetickou jehlu *kompasem*.

Kompas jest na zadní části lodě na palubě upevněn a kormidelník, který řídí koráb, na něj se dívá, aby jelila od pravého směru se neodchylovala, a jest-li se odchýlí, dá kormidlem korábu pravý směr. Krabička musí být tak zařízena, aby se nehýbala, když se koráb kolibá (viz těžiště).

Kompassem můžeme na nesmírně prostranné mořské hladině určitě, známe-li dobře odklon magnetický, do nejvzdálenějších zemí plouti; pomocí jeho nové země objeveny byly, nové národy jsme poznali a obchod se jimi znamenitě rozšířil.

Dokud nebyl kompas znám, plouli plavci pouze na blízku podle břehů a řídili se v noci podle hvězd. Bylo-li pošmourno, museli odpovídat, sice by byli zabloudili. Když je náhodou bouře přepadla a do moře zahnala, stíží našli zpáteční cestu.



(Obr. 114.)

I při hornictví pozemním kompasu se potřebuje, který jako hodiny v kapce se nosí a na 24 díly, hodiny zvané, rozdelen jest. V pouštích velkých (Sahara) a v neznámých, neobydlených krajinách, v stepích a ve velkých lesích kompasu také se užívá, neboť ve dne v noci s jistotou sever a jih ukazuje.

### *Severní zář.*

*Severní zář* jest velkolepý úkaz v přírodě, který v polárních zemích severních na obloze skoro každodenně se jeví. I u nás bývá v některých letech tato zář pozorována, když jest příliš rozsáhlá. Jako v severu tak zase v jižních polárních zemích *jižní zář* povstává. Více se pozorovala zář severní, protože jest nám severní pol přístupnější.

Zář záleží v tom, že se obloha potahuje v polokruhu průzračnými oblaky žhavě červenými, které ze samých paprsků k jednomu bodu čelících sestávají. Zář roste i jí ubývá a osvětluje dlouhé noci severních obyvatelů.

Při záři značně rozšířené jest magnetická jehla velmi pohybliva a odchyluje se i od svého směru, proto učenci se domnívají, že tyto paprsky pocházejí od spojování čili vyrovnání magnetičnosti obou magnetických polů naší zeměkoule, což kolem země v světové prostoře se děje. Také tomu i ta okolnost nasvědčuje, že severní zář právě v těch krajinách se jeví, kde leží pol magnetický.

## **XI. Elektricnost.**

### a) **Elektřina buzená třením.**

Třeme-li skleněnou suchou tyč neb rouru as 1" tlustou a dvě stopy dlouhou podle délky vlněnou neb hedvábnou látkou (nejlépe kůži, která amalgamem, t. j. smíšeninou rtuti s címem a cinkem potřena jest), *přitahuje* lehké věci z jakékoliv látky, jako nastříhané kousínky papíru, kousky dřeni bezové, drtiny, kousky pozlátka neb korku atd., již z nějaké vzdálenosti a v okamžiku je zase odpuzuje či odstrkuje. Je-li tyč tlustá, jest ve tmě po silném tření v suchém vzduchu světlé, modravé proužky a zvláštní zápach pozorovati; přibliží-li se tyč k obličeji, způsobuje přitahováním a odpuzováním jemných chloupků na kůži takový

pocit, jako bychom pavučinu na obličeji dali. Od tyče přeskakují také do sblíženého kotníku slabé praskavé jiskry.

Třeme-li pečetní vosk, smálu, vůbec pryskyřice suknem, flanelem nebo kůžešinou nebo i hedvábnou látkou, přitahuje a odpuzuje jako skleněná roura papírky, korek atd.

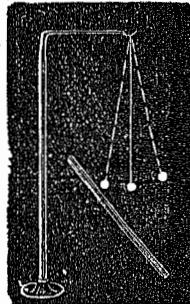
Přitahování a odpuzování od tyče skleněné nebo pryskyřicové dá se pohodlně kuličkou z dřeni bezové nebo korkové hedvábnou nití na stojanu (obr. 115.) zavěšenou ukázati; je-li více kuliček zavěšených, odpuzuji se všecky od sebe. Přístrojek takový služe *elektroskop*. Zároveň sloužiti může tento přístrojek ke zkoušení, jest-li některé těleso elektrickým jest. Přitažlivost a odpudivost jest podstatnou známkou elektřiny. Magnetičnost způsobí pouze přitahování železa.

Výjevy, které třením bud skla aneb pečetního vosku povstaly, slovou *elektrické*; tělesa, jimiž podobné zkoušky dělati můžeme, služí *elektrická* a v tělesech elektrický stav způsobiti, slove *tělesa elektrovati*; příčinu elektrických vlastností jmenujeme *električnost* neb *elektřina*. Původem slova električnost jest jantar, který řecky elektron nazván jest, na němž nejprve třením elektrické vlastnosti pozorovány byly.

*Sdělování električnosti*. Je-li těleso některé elektrickým, sděluje elektřinu jiným tělesům, jakmile se k němu přiblížila, ale vždy jen na jejich povrchu. Tělesa dovnitř nikdy elektřiny nepřijímají a proto jest to jedno, ať se tyč celistvá nebo jen roura stejně tloušťky tře nebo k elektrickým tělesům přiblížuje. Množství elektřiny závisí vždy od povrchu tělesa; čím větší povrch těleso má, tím více se na něm elektřiny budí a tím více jí sdělováním přijmouti může. Proto na tyč pryskyřicovou brává se tyč z borového dříví, která se pryskyřici pouze polepí. Taková se nepřerazí jako z pouhé pryskyřice.

U některých těles stává se sdělování elektřiny těžko a jen na tom místě, na kterém se dotknou. Taková jmenujeme *špatná vodiče električnosti*; jsou to jmenovitě sklo, síra, hedvábí, pryskyřice, kutaperča, suché dřevo a suchý vzduch. Jiná tělesa přijímají elektřinu snadno a odvádějí ji také lehce, třeba jsme se jich ponze na jednom místě dotkli; jsou to kovy, každé těleso vlhké, voda, zvláště je-li nějakou kyselinou na kyslá, vlhký vzduch, těla lidská a zvířecí. Ve vlhkém vzduchu, u př. ve škole, kde mnoho žáků jest, třeba bychom hodně tyč třeli, málo elektřiny se jeví, protože ji vzduch, jak se vytvoří, odvádí. Tělesa, která elektřinu rychle přijímají a lehce vedou, služí *dobré vodiče električnosti*.

Aby se v dobrých vodičích elektřina udržela, spojují se se špatnými vodiči, bud že se tyto na dobré vodiče zavěsí, položí anebo jimi obklopí. V tomto případu jmenujeme špatné vodiče, mají-li v dobrých elektřinu udržeti, *samočiči* či *isolatoři*; o vodičích dobrých pravíme, že



(Obr. 115.)

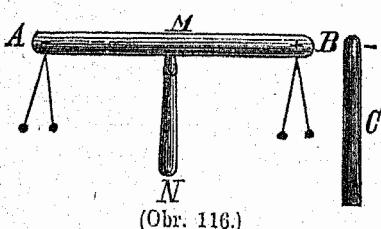
se osamotí čili isolují. (Dobří a špatní vodiči tepla mají s těmito vodiči něco podobného.)

**Elektřivo.** Přiblížíme-li třenou rouru skleněnou ke kuličce z bezové dřeni na hedvábné nitě na stojanu zavěšené (obr. 115.), odpuzuje ji; je-li více kuliček na hedvábných nitích zavěšených, odstrkují se všecky od sebe, jakmile se jedna druhé dotkne. Přiblížíme-li ke kuličkám, když jsme se jich rukou dotkli, t. elektřinu našim tělem odvedli, třenou tyč pryskyřicovou, také se kuličky přitahují a odpuzují jako dříve u skla. Dáme-li nyní ke kuličkám, dokud se po třené pryskyřici odstrkují, tyč skleněnou třenou, přitahují se kuličky na tyč vespolek; když kuličkám po dotknutí se jich rukou sdělím elektřinu skleněné roury, a dokud se odstrkují, třenou pryskyřici přiblížíme, přitahují se kuličky také.

Z toho souditi musíme, že ve třeném skle elektřina jiných vlastnosti býti musí, než ve třené pryskyřici, pak že se stejně elektřiny odpuzují a nestejně přitahují. Elektřinu skla jmenujeme obecně *positivní čili kladnou* a znamenáme ji  $+$ ; elektřinu pryskyřice jmenujeme *negativní čili zápornou* a znamenáme ji  $-$ . Positivní a negativní elektřiny se tedy odpuzují a positivní s negativními přitahují. U magnetičnosti totéž jsme shledali. Každé těleso jakýmkoliv spůsobem elektrovázané má buď pozitivní neb negativní elektřinu.

Protože se každé těleso elektrovati dá, soudíme, že v každém jsou obě elektřiny dohromady spojeny, ale bez účinku, jako ve spánku, právě jako u železa obě magnetičnosti. Souhrn obou električností jmenujeme *elektřivo*. Elektrování těles jest tedy rozkládání elektřiva v pozitivní a negativní električnost. Dle povahy tělesa přilne jedna elektřina na těleso třené a druhá na natěradlo, s kterého se pryč odvádí. Při tření skleněné roury odváděla se negativní elektřina látkou ke tření vzatou do ruky a do těla, ale pozitivní na ní zůstala; při tření pryskyřice neb pečetního vosku odváděla se pozitivní a negativní na něm zůstala. Ačkoliv tělesa původně elektřivo v sobě chovají, přece sdělováním elektřinu jakoukoliv, pozitivní neb negativní, přijímají, která se pak na nich jeví.

### Rozklad elektřiva.



(Obr. 116.)

Že v každém tělesu jest již původně elektřivo, dokázati můžeme rozkladem. Přiblížíme-li k železné tyči *M* (obr. 116.) (nebo k tyči z jakéhokoliv dobrého vodiče) na skleněném držátku *N* upevněné, a sice k jejímu konci *B* třenou pryskyřici *C*, hned spozorujeme, že kuličky z bezové duše na nitích lněných (dobří vodiči) zavěšené jak na konci *B* tak na *A* se odpuzují; jakmile ale pryskyřici *C* vzdálíme, hned zase kuličky na obou koncích svisnou visí. Když se

šené jak na konci *B* tak na *A* se odpuzují; jakmile ale pryskyřici *C* vzdálíme, hned zase kuličky na obou koncích svisnou visí. Když se

sblížením třené pryskyřice k *B* kuličky odpuzují a my se někde tyče prstem neb železem (vůbec dobrým vodičem) dotkneme, spadnou kuličky na konci *A* a na *B* se více odstrkuji.

Přiblížením elektrické pryskyřice elektřivo v tyči železné se rozložilo a protože nestejné elektřiny se přitahují, musela v *B*, když se pryskyřice přiblížila, pozitivní a v *A* negativní elektřina se nejvíce nahromaditi. Kdyby uprostřed tyče dvě kuličky visely, neodpuzovaly by se, protože zde obě električnosti jako na rozhraní jsou. Když vzdálením elektrické pryskyřice od tyče zase kuličky svisno visely, dokazuje, že obě elektřiny se zase spojily a tyč opět nenelektrickou se stala. V druhém případu, když jsme se koncem *A* dotkli, odvedla se elektřina na něm nahromaděná rukou a elektřina v *B* volná silněji působiti mohla, pročež kuličky v *B* se více odstrkovaly. Když takto tyč *M* s pozitivní električností od pryskyřice vzdálíme, rozstoupnou se na obou koncích kuličky, neboť se uvolněná električnost po celé tyče rozšířila. A když se přiblížíme k této železné tyče *M*, která má pozitivní električnost, s třenou skleněnou tyče, tu se kuličky více rozstoupnou, a když se k ní přiblížíme s třenou pryskyřicí, tu kuličky k sobě spadnou. Proč? Električnosti totiž v prvním případu jsou souhlasné, v druhém nesouhlasné. Jest-li se tyče v *B* s pozitivní električností dotkneme tyče *C* s negativní elektřinou, spojují se obě električnosti dohromady, neboť obě touží po spojení či vyrovnaní; tu se také říká, že byly obě elektřiny v napnutí.

Kdybychom tytéž pokusy opakovali místo třené pryskyřice opět třenou tyče skleněnou, shledali bychom vždy tytéž výjevy na kuličkách u tyče železné, ale s tím rozdílem, že by na konci *A* nahromaděna byla pozitivní a na konci *B* negativní elektřina.

Z předcházejících zkoušek vysvítá, že elektřivo původně v železe obsaženo jest, které přiblíženými elektrickými tělesy se rozkládá v pozitivní a negativní električnost.

Posud jsme seznali, že se tělesa elektrickými stávají *a)* sdělováním električnosti, *b)* násilným třením a *c)* pozvolným rozkladem.

*Elektroskop pozlátkový* slouží ke skoumání, jakou električnost těleso má, kdežto první jednodušší elektroskop s kuličkami z bezové duše sloužil k tomu, aby se pouze seznalo, jest-li je některé těleso elektrickým.

Elektroskop pozlátkový (obr. 117.) má drát silný, mosazný, v skleněné trubici zastrčený a v hrdle nádoby *B* upevněný. Hořejší konec drátu končí v kouličku *C*, nebo bývá v desku rozšířen, což jest jedno; jeho spodní konec jest po obou stranách zaostřený, na nějž se dva proužky pozlátka *n* a *n'* třeba slinami přilepí. Pozlátka jsou velmi dobrý vodič a před vzduchem v nádobě chráněny.

Je-li těleso ke zkoušce vzaté slabě elektrické, dotkneme se jím kuličky, aby drát nabyl jeho

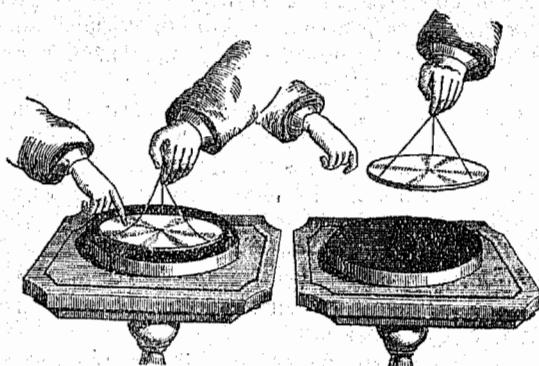


(Obr. 117.)

električnosti sdělením, čím se pozlátka jakožto stejně elektrická rozstoupnou a to tím více, čím více těleso elektrickým jest. Přiblížíme-li nyní třenou skleněnou tyč ke kouliče drátu neb třenou pryskyřici, buď se pozlátka více rozstoupnou neb k sobě padají. Rozstoupnou-li se více po skle, jest to důkaz souhlasné positivní, spadnou-li, jest to důkaz negativní různorodé električnosti.

Přiblížíme-li silně elektrické těleso *A* ke kouliče elektroskopu, rozkládá ze vzdáli elektřivo v ní a následovně nesouhlasnou elektřinu váže na sebe; souhlasnou elektřinou se pak pozlátka rozstupují. Dotkneme-li se nyní kouličky prstem, odvádí se volná elektřina, pročež pozlátka sklesnou, ale zase se rozstoupnou, když přiblížované těleso vzdálíme, protože električnost vázaná se uvolní.

I nyní můžeme jako dříve třenou skleněnou tyč neb pryskyřici přiblížovati a dozvíme se podle většího rozstoupnutí neb sklesnutí pozlátek, jakou električnost těleso mělo.



(Obr. 118.)

*Elektrofor.* V misce plechové (obr. 118.) nalezá se pryskyřice (8 lotů kalafuny, 1 díl laky a 1 díl terpentýnu neb jen laka a trochu terpentýnu) s povrchem hladkým v podobě velkého koláče, který na stolku spočívá. Pryskyřice se šlehá čili mrská liščím ohonem, čím elektřivo v ní se rozkládá; negativní elektřina zůstane na pryskyřici a positivní se odvádí ohonem a rukou do těla a do země. Negativní električností můžeme jmenované pokusy při rozkladu opakovati a lépe se vydaří než pouze třenou tyčí, protože u elektroforu větší povrch a tudíž i větší množství negativní elektřiny máme.

K této misce s pryskyřicí patří ještě příklop plechový (cínový neb také dřevěný stannolem potažený), který zde na šnůrkách hedvábných neb jinde i na skleněné tyči upevněn jest. Po šlehání ohonem máme negativní električnost na pryskyřici. Touto v přiloženém příklopu elektřivo

se rozkládá a positivní električnost jeho jest poutána električností pryskyřice negativní; negativní elektřina poklopu jest volná. Přiblížíme-li prst k poklopou, ucítíme slabou ránu a uvidíme slabou jiskru, neboť negativní volná elektřina přeskočila do našeho těla. Zvedneme-li nyní šňůrkami příklop, jak obrázek v pravo znázorňuje, a přiblížíme-li k němu kotník, ucítíme opět ránu a uvidíme jiskru, ale od positivní elektřiny, která negativní električností v pryskyřici poutána byla.

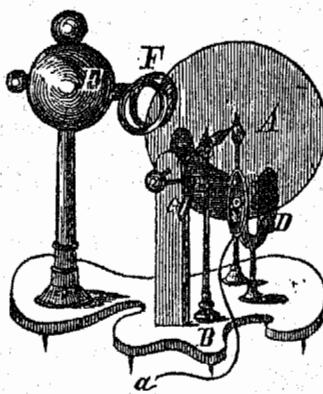
A což když po opětném mrskání příklop na pryskyřici položíme a zvedneme, aniž bychom se ho dotkli? Obě električnosti na poklopou rozložené se zase spojí a on jest neelektrickým, pročež žádné jiskry ani rány neučítíme, když kotník k němu přiblížujeme.

Častým šlehaním nejeví se žádné seslabení elektřiny na pryskyřici. Je-li vzduch suchý, váže se positivní s negativní električností po více měsíců, a proto jméno toho přístroje jest *elektrofor = elektronoš*, jehož se dříve i při rozsvěcovacích strojích užívalo.

Místo pryskyřice může se i gutaperča v horké vodě změklá a v koláč vyválená vzít; aspoň netrhá a nerozpraská se jako pryskyřice. Rozpraskaná pryskyřice z elektroforu roztlouče se, znova v hrnci roztaví, na misku plechovou na rovném stole vylije a zticha vychladnouti a ztvrdnouti nechá.

### Elektrika.

K pohodlnému buzení značného množství elektřiny slouží *elektrika* (obr. 119.). Tato sestává ze skleněného kotouče leštěného *A*, který kolem osy skleněné (špatný vodič) v stojanu *B* pomocí kliky *C* volně se točí. Kotouč se tře natěradlem, totiž polštáři koženými *D* amalgamem potřenými, které spočívají na skleněných podstavcích a páry ocelovými na kotouč přitlačeny jsou. Třením ve skle elektřivo se rozkládá; positivní elektřina pomocí kovových špiček, které v malých dřevěných a na vnitřní straně stannolem potažených kruzích *F* upevněny jsou, odvádí se na kovovou kouli *E*, která svodič čili konduktor služe a na skleněné noze spočívá. Aby se električnost neztrácela do vzduchu, než se dostane ke kruhům, jest natěadro spojeno s voskoványm taftetem (špatný vodič) v podobě křidel po obou stranách kotouče skleněného. Negativní elektřina svádí se od natěradla do svodiče podlouhlého a od toho drátěným řetízkem do podlahy. Máme tedy při elektrice hlavní tři části: *a*) těleso, které se tře, *b*) natěadro a *c*) svodič.



(Obr. 119.)

Stejné električnosti se odpuzují, jak dříve praveno, a proto se električnost nahromadí pouze na povrchu tělesa. Jest to tedy jedno, ať vezmeme dutý nebo celistvý svodič; přijde pouze na velikost povrchu. Proto se i veliký oblouk dřevěný, v němž drát měděný se nachází, na svodič postavuje, aby povrch drátem se zvětšil. A což když máme těsto podlouhlé nebo docela špičaté? Tu se električnost snadno odstrkováním do vzduchu vytrati anebo jako nahore u F lehce na svodič svádí. Električnost nejlépe udržíme na tělese docela kulatém.

Elektrikou mohou se všecky pokusy, které jsme dělali třenou tyčí skleněnou, při rozkladu mnohem jasněji opakovat, neboť zde pro velký povrch kotouče a snadným nepříliš unavujícím točením mnoho pozitivní elektřiny vyvoditi můžeme.

Kdybychom spojili pozitivní svodič drátem se zemí, mohli bychom experimentovati negativní električností, která se rovná v účinku úplně pryskyřičné elektřině. Spojíme-li oba vodiče drátem, obě protivné elektřiny, které po spojení touží a na povrchu svodičů se nachází, k sobě proudí a se vyrovnávají, což *elektrický proud* jmenujeme. Po spojení obou svodičů nejevíla by se žádná elektřina, třeba jsme kotoučem točili sebe více; práce byla by marná.

Pracovati elektrikou můžeme jen v suchu, když je slunečno a několik dní před tím nepršelo; ve vlhkou jest každé namáhaní marné, protože vlhký vzduch co dobrý vodič električnost zbuzenou odvádí.

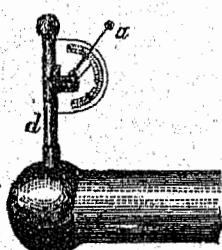
### Pokusy elektrikou.

a) *Účinky mechanické.* Tyto jsou takové, které se jeví přitahováním nestejných a odpuzováním stejných elektřin. Postavíme-li papírové pásky na drátu na spůsob třapce upevněné do dutiny svodiče, zježí se pásky, neboť stejnými elektřinami se odstrkují.

*Elektrická růže* sestává z jednotlivých lístků v poupe na drátu složených. Dotkne-li se od poupete drátku svodiče, rozvinoují se lístky v růži odstrkováním sdělené pozitivní električnosti.

*Elektromér* (obr. 120.) jest na drátu d zavěšená koulička bezová a, která na oblouku kruhovém (třeba z lepenky) ukazuje velikost napnutí elektřiny na svodiči.

Postavme žáka na stoličku se skleněnými nohami i, aby svodiče S prstem dotýkat se mohl. Vlasy se mu ježí (obr. 121.) zvláště má-li dlouhé, a jest-li jiný nad hlavou ruku mu drží; s ruky mu papírky a bezové kuličky také odsakují. Přiblížíme-li se k žákovu nosu, k bradě nebo k zádům kotníkem, ucítíme slabou ránu a jmenovitě žák na stoličce škubání a lehtání, což od toho pochází, že pozitivní elektřina do něho přešla a my ji zase s něho odnímáme. Při každém přeskočení elektřiny pocítí oba ránu.



(Obr. 120.)

Stojíme-li blízko svodiče, zdá se nám, jako bychom na obličeji pavučinu měli. I také zvláštní zápach ucítíme, když delší čas elektrikou pracujeme.

b) *Pokusy, které hlavně na rozkladu elektriva spočívají.* Svodiče pozitivní elektricitu způsobí rozklad elektriva v tělesech přiblížených, a protože nejstejně elektiernosti se přitahují, přitahne se těleso a tím se svodiče přeskočí tolik elektricitu do něho, mnoho-li jí k vyrovnání negativní elektricitu na něm potřebí. Tu zůstane pouze pozitivní elektrina na tělese, pročež toto od svodiče odpuzeno bývá a tak dlouho odpuzeno se udržuje, dokud se jakým koliv spůsobem, u př. odvedením do našeho těla neb i ztracením do vzduchu, neodvede, aby nové elektrivo se opět v něm rozkládat mohlo. Původního elektriva v tělesech tím více se rozkládá, čím silnější jest elektrina svodiče.

*Kuličky bezové* na hedvábných nitích ze vzdálí přitahovány a rychle od svodiče pak odstrkovány bývají; tak i *balonky* z jemného papíru.

*Elektrické kladívko.* Postaví-li se mezi kouličku *a* (obr. 122.), která se svodičem *S*, a sloupek *b* z dobrého vodiče, který se zemí spojen jest, kladívko *k* pružným pérem na stojánku *i* upevněné, tlče toto nahoru dolů.

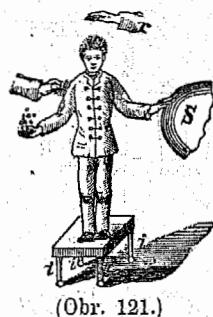
*Elektrické krupobití.* Nalezají-li se bezové kouličky v skleněné nádobě (obr. 123), jejíž svrchní stěna z dobrého vodiče *a* (třeba jest to lepenka stannolem potažená) se svodičem *S* a spodní dno *b* se stolem ve spojení jest, skáčí kouličky nahoru dolů. Svrchní stěna *a* se může drátem v kouličku končícím při silnější elektrině povytáhnouti neb i naopak ke dnu *b* snížiti.

*Elektrický tanec.* Při tomto jest ten rozdíl od krupobití elektrického, že zde panáčkové z bezové duše skáčí.

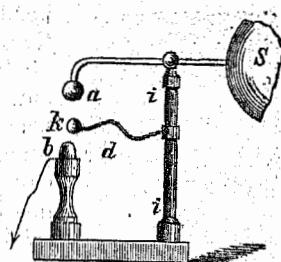
*Elektrická houpačka.* Máme-li na koncích kolem osy houpajícího se bidélka, jehož spodní strana stannolem polepena jest, panáčky a pod každým z dobrého vodiče sloupeček, z nichž jeden se svodičem a druhý se zemí (neb se ho prstem dotkneme) spojen jest, houpají se panáčkové.

*Elektrické kyvadlo.* Kyvadlo visí na hedvábné šňůrce mezi dvěma sloupy, z nichž jeden se stolem, druhý se svodičem se spojí.

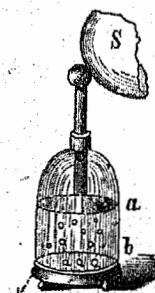
*Elektrické zvonění.* Jsou-li dvě kouličky kovové na hedvábných nitích na společném sloupu mezi třemi zvonky *A*, *C*, *B*, (obr. 124.)



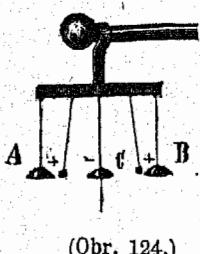
(Obr. 121.)



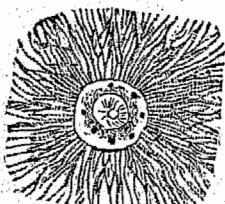
(Obr. 122.)



(Obr. 123.)



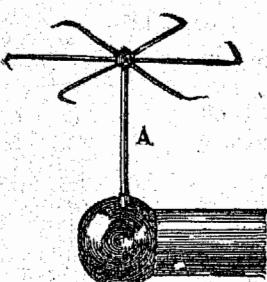
(Obr. 124.)



(Obr. 125.)



(Obr. 126.)



(Obr. 127.)

zavěšeny, z nichž prostřední C se zemí a oba krajní pomocí nahoře zmíněného sloupu se svodičem ve spojení jsou, přitahují a odpuzují se kouličky od zvonečku, což cinkání způsobí.

*Lichtenbergovy obrázky.* Máme-li elektrofor malý, dejme na prostředek kroužek kovový a nechme na něj přeskočit jiskru silnou se svodiče. Sypeme-li po sejmutí kroužku zlehka na to místo plavuň, se rádí se nám tato po pozitivní električnosti v podobě paprsků (obr. 125.) a po negativní elektrině (totiž z druhého svodiče) v podobě kruhů (obr. 126.). Tedy i zde rozdílnost električnosti se jeví.

Silné jiskry prorážejí i papír, lepenku, sklo a bývají provázeny značným praskotem.

Které věci jsou dobrými vodiči elektriny, ty se také rychle zelektrují; opak je u špatných vodičů. Električnost na svodiči hledí si vždy negativní elektrinu přispásobit, aby se s ní spojila a vyrovnila; nemá-li žádného kovu, má aspoň vzduch. Elektřivo každé části vzduchu se rozkládá v pozitivní a negativní el.; protivné elektriny jako v předcházejících příkladech se spojují a proto hned pozitivní část vzduchu se odstrkuje a jiný vzduch na prvnější místo přichází, cím se tedy stálý pohyb způsobí. Proto se plíšky v s zahnuté (obr. 127.) nazpátek kolem své osy na sloupcí A otáčejí, protože pozitivní električnost vzduchu i plíšků se odstrkuje. Toto sluje *elektrické kolečko*.

c) *Účinky světla.* Jiskra se svodiče elektriky snadno přeskočí do dobrých vodičů, ne ale do špatných, neboť v těchto elektřivo těžko se rozkládá. Jiskra přeskočí snadno do kotníku, lépe ale do kovové kuličky. Vlastně skočí jedna elektřina druhé vstříc; říkáme, že jiskra přeskočí, k vůli krátkosti. Jiskry přeskakují z kulatých těles snadno, ale s rovných proti sobě postavených desek ani jiskru nedostaneme. Se špičatých těles přechází elektřina tak snadno, že se ani jiskra neobjeví.

Jiskry povstávají vždy, kde se jedna električnost s druhou spojuje, totiž s jednoho tělesa do druhého přeskakuje; když prochází električnost tělesem, ne povstává jisker žádných. Zajímavá jest Aronova hůl v tomto ohledu. Jest to skleněná tyč, kolem které v spirále stanniolové kousky v podobě kosodělníků nalepeny jsou. Když se ve tmě koncem tyče či hole dotkneme svodiče, spatříme kolik jisker, kolik přestávek na ní jest. Po-

tělesa do druhého přeskakuje; když prochází električnost tělesem, ne povstává jisker žádných. Zajímavá jest Aronova hůl v tomto ohledu. Jest to skleněná tyč, kolem které v spirále stanniolové kousky v podobě kosodělníků nalepeny jsou. Když se ve tmě koncem tyče či hole dotkneme svodiče, spatříme kolik jisker, kolik přestávek na ní jest. Po-

dobné elektrosvitné obrazy se i jinak zařizují; třeba to mohou i písmeny být.

d) *Účinky tepla.* Jiskrou může se i éther, teplý lít, střelná bavlna, střelný prach a kostík zapáliti, když tyto věci na kovovou mističku dáme a jiskry jimi na kovový podstavec přeskakovati mohou. I třáskavý plyn v plechové nádobě (obr. 128.) jiskrou se zapálí od svodiče *S* pomocí drátu v kouličkách končícího a zátku se vyrazí, což provází rána jako z pistole. Toto slove *elektrická pistol*.

e) *Účinky fyziologické* jsou takové, které čidly pozorujeme. Jest to jmenovitě píchnutí v těle, které po každém přeskovení jiskry v sobě pocítíme. Svedeme-li pomocí drátu pozitivní elektrinu na jazyk, cítíme chut' nakyslou a po negativní chut' louhovitou.

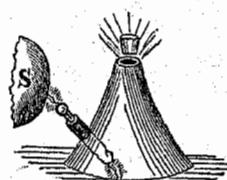
f) *Účinky chemické* jeví se rozkladem těles složených, čeho ale hlavně u galvanického proudu všimati si budeme.

### *Elektrické přístroje.*

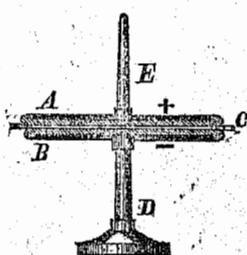
*Franklinova deska.* Při rozkladu elektřiva slyšeli jsme, že jedna elektřina druhou nestejnou na sebe poutá a že při spojení či vyrovnaní obou povstává rána a jiskra, a to tím větší, čím více elektřiny rozkladem povstalo.

Aby se hodně dvou rozličných elektřin na blízku sebe nahromadilo a přece nespojilo, slouží k tomu Franklinova deska. Jest to obyčejná skleněná  $1\frac{1}{2}$ " velká tabule, která po obou stranách stanniolem tak polepena jest, aby od hran asi na  $2''$  prosta povlaku byla. Dá-li se jedna strana na svodič elektřiny, bude miti sdělením positivní elektricnost, která ale líned elektřivo v druhé desce stanniolové skrze sklo (které co špatný vodič jako vzduch při rozkladu, viz obr. 116., mezi tyčí a elektrickým tělesem účinkuje) rozkládá, pročež se negativní elektřina váže a positivní volná prstem se odvádí. Když se takto positivní elektricnost s negativní na obou stranách stanniolových váže, může opět nové množství se svodič na desku přestoupiti a nové elektřivo rozkládati. Růká se pak, že jest Franklinova deska nabita. Dotkneme-li se prstem levé ruky jedné strany a prstem pravé ruky druhé strany, ucítíme ránu, protože obě elektřiny se spojily.

Abychom se přesvědčiti mohli, že skutečně na obou stranách Franklinovy desky nestejně elektřiny jsou, bývají místo nálepů stanniolových desky čnové *A* a *B* (obr. 129.) na skleněných rukovětích, mezi něž se skleněná tabule vloží. Desky se tedy mohou volně rozkládati. Taková deska Franklinova sluje rozkládací deska.

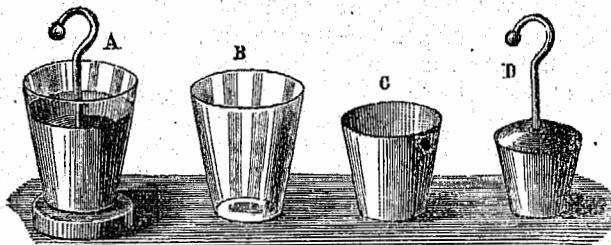


(Obr. 128.)

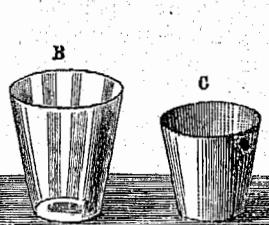


(Obr. 129.)

*Leidenova láhev* jest pohodlnější než deska Franklinova, má ale základ tentýž. Zde jest svrchní deska cínová rozkládací desky Franklinovy v nádobu *D* (obr. 130.) vyduta, taktéž skleněná tabule v nádobu *B* a svrchní deska cínová v nádobu *C* proměněna. Dá-li se *D* do *B* a



(Obr. 131.)



(Obr. 130.)



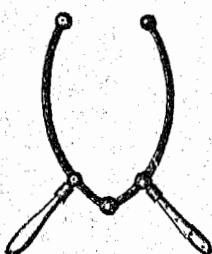
(Obr. 132.)

vloží-li se oboje do *C*, máme *láhev Leidenovu rozkládací* v obr. 131. celou znázorněnou. V této přesahuje skleněná nádoba obě cínové desky asi 1". Aby se láhev mohla pohodlně nabítí, jest vnitřní nádoba ve spojení se silným drátem *A* v kouličku končícím, která se ke svodiči elektriky přiblížuje.

Leidenova láhev bývá obyčejně k praktickým pokusům v celosti a podoby rozličné. Třeba to bývá láhev obyčejná *B* (obr. 132.), do které ale přijdou mosazné neb železné piliny, které se na arabské klí nalepí. K tomu účelu šplíchá se v lávci klím arabským, až přijde blízko hrdla a taktéž se hází pilinami, aby se na klí nalepily. Povrch lávce jest stannolem a kraj hrdla pečetním voskem polepen. Do vnitř na dno lávce vede drát v hrdle pečetním voskem upevněný, který nahoře v kouličku *A* končí.

Chceme-li láhev nabítí, držíme ji v ruce tak, aby se dotýkala koulička *A* v obr. 131. a 132. svodiče a s něho do vnitřní stěny přecházela pozitivní elektřina sdělováním. Tato rozkládá elektřivo na zevnějším cínu lávce a váže negativní elektřinu, pročež volná pozitivní s něho rukou do těla a do země se odvádí.

Je-li láhev nabita, vezmou se žáci (vůbec řada lidí) za ruce, aby řetěz nepřetržitý tvořili. První žák vezme láhev do ruky a poslední žák v řetězu dotkne se kuličky a všickni ucítí okamžitě ránu, třeba jich 100 i více bylo a tím větší, čím více láhev nabita byla. Při slabém nabité ucítíme slabou ránu v dolejší části rukou, při silnějším i v pážích, ano i v prsou. Pomoci vybiječe (vyrovnateli, obr. 133.) můžeme značnou jiskru při spojování obou elektricností na lávci pozorovat. Vybiječ mívá rozličnou podobu; na našem obraze požůstává ze dvou silných, zahnutých a v kouličky končících



(Obr. 133.)

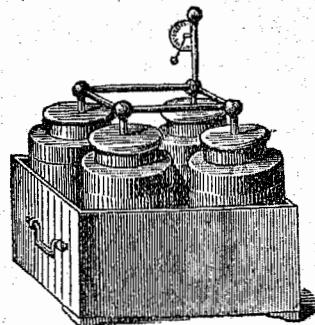
drátů, které pomocí dvou skleněných rukovětí k sobě sblížiti neb od sebe vzdáliti se mohou, neboť jsou dráty volně kroužkem spojeny. Položíme-li jednu kouličku vybiječe na zevnější plochu láhve a přibližujeme-li se druhou kouličkou jeho ke kouličce láhve, přeskočí na ni jiskra tím větší, čím je láhev více nabita. Tak bychom i u desky Franklinovy dostati mohli vybiječem jiskru.

Když se dvě, tři atd. láhve v baterii spojí, jest účinek mnohem větší. V obr. 134. máme čtyři láhve dohromady ve spojení, které se nacházají v nádobě na dně stanniolem potaženém. Povrch jednotlivých láhví rovná se jedné hodně veliké, která by ale nepohodlná byla. Baterii může se i značně velké zvíře zabít. U člověka způsobí z ní silná rána plivání krve, a svědečí se proud hlavou nebo páteří, může jej ochromiti, omráčiti i také zabít. K usmrcení myši neb vrabce stačí jedna láhev. Rána elektrická dotkne se hlavně nervů, pročež není žádného poranění na zvířatech zabitých viděti.

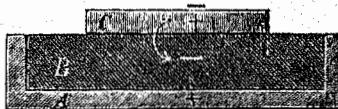
Když se dobrý vodiči, jako třeba kouličky na vybiječi, podle sebe v určité vzdálenosti postaví a s láhví Leidenovou spojí, povstane tolik jisker, kolik jest přestávek. Blesková deska má na skleněné tabuli mnoho přestávek stanniolových jakož i Aronova hál, a proto na ni tolik jisker povstává, když se s Leidenovou láhví spojí. Jiskry jsou u láhve silnější a lépe se hodí k elektrosvitným obrazům než u elektriky, kde se ale zase častěji opakují.

Pomocí vybiječe může se od Leidenovy láhve jiskrou zapáliti prach střelný, fosfor, kafr, kalafuna atd. K tomu účelu bývá zařízen domek, na jehož podlaze nalezá se bavlna s práškem kalafunovým neb prachem střelným. I zde jiskrou můžeme elektrický moždíř a elektrickou pistol vystřeliti. Jiskra, kterou se obě elektřiny vyrovnají, proráží papír, ano, je-li silná, i lepenku a sklo. Tenký a krátký drát zahřívá se jiskrou, až je žeरavý.

Kdo nemá elektriku, může elektroforem láhev Leidenovu nabít. Potřebuje totiž vždy po šlechání pryskyřice ohonem v poklopnu zbylou pozitivní elektřinu na kouličku a tudíž i do vnitřku láhve svádleti jako právě svodičem elektrickým se to dělo. I elektroforem můžeme jako při láhvi dostati ránu alé slabou. Při něm je totiž plechová miska, která k tomu hlavně slouží, aby se pryskyřice tak lehce neroztoulka, a v té se také rozkládá elektrívko; pozitivní se váže negativní elektricností pryskyřice a negativní stolem do země se odvádí (viz obr. 135.). Dotkne-



(Obr. 134.)



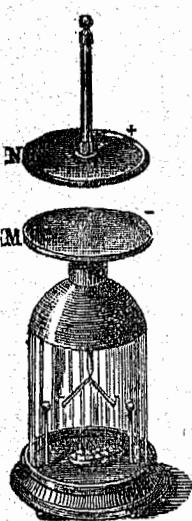
(Obr. 135.)

me-li se tedy pravou rukou misky a levou poklopou, dokud na pryskyřici leží a v němž negativní elektřina po rozkladu volna jest, dosteneme ránu. Kdybychom se ale dotkli dříve poklopou, odvedli bychom volnou negativní elektřinu do země a tu by se s pozitivní plechu spojiti nemohla, pročež bychom nepocitili žádné rány.

Protože v tomtéž okamžiku povstává při vybijení Leidenovy láhve u všech lidí rána, proto dělaly se zkoušky při vzdálenosti až mili velké a přece rána byla okamžitá. Rychlosť električnosti jest veliká; důmyslným strojem dokázáno, že obnáší v měděném drátu 61.000 mil za jednu sekundu. Na telegrafech sledána ale rychlosť pouze za sekundu 23.400 mil a v železném drátu jen 13.400.

*Hustič (kondensator)* podobá se v podstatě láhvi Franklinově. Jest to elektroskop jako pozlátkový, jehož koulička ale jest v desku *M* (obr. 136.) rozšířena, na níž se může jiná deska kovová *N* držátkem skleněným přiložiti. Plochy desek na sebe položených musí pokosten matřeny být, což tak těkne jako sklo při Franklinově desce.

Dotkneme-li se tělesem ke zkoušce vzatým spodní desky *M*, přejde tolik električnosti s něho, až je napnutí na obou stejně. Nerozstoupnou-li se pozlátka, přiložíme na ni hořejší desku *N*. V této se elektřivo rozkládá a uvolněná električnost prstem se odvede. Spojíme-li těleso ke zkoušce vzaté opět s dolejší miskou, přejde zase elektřina do ní a novým rozkladem uvolněná elektřina s hořejší desky se odvádí. Takovým spůsobem přejde všechna električnost s tělesa ke zkoušce vzatého do dolejší desky. Zdvihne-li hořejší desku, rozstoupnou se pozlátka, třeba električnost tělesa dost slabá byla.



(Obr. 136.)

Tento hustič hodí se i ke zkoušení velmi slabé električnosti, k čemuž první dva elektroskopy nedostačí. Také možno dokonalým hustičem dokázati, že zahříváním a hořením, ano i každou proměnou skupenství těles se budí elektřina.

### Blesk a hrom; hromosvod.

Když k hodně třené tyči skleněné aneb lépe při elektrice k svodiči kotník přiblížíme, přechází jím do ruky jakož i do každého jiného předloženého vodiče dobrého jiskra, která jest praskotem provázena. Tak i při elektroforu, Franklinově desce i Leidenově láhví jsme jiskry viděli a prasknutí slyšeli. Jiskry a rány i účinky jich rovnají se úplně blesku a hromu, jenže v menší míře. Toto zavdalo příčinu, že v Americe ve Filadelfii hledal Franklin ve vzduchu při bouřce elektřinu, kterou ta veliká jiskra, *blesk*, a ta silná rána, *hrom*, povstává. Aby se přesvědčil,

jest-li elektřina v povětrí se nachází, pustil r. 1752. se svým synem obyčejného draka dětského za městem na konopěné šňůrce (dobrý vodič, zvláště je-li mokrá; jiní použili i šňůry na spůsob *j* u houslí drátem ovinuté) při bouřce do vzduchu, na nějž dal kovovou špičku a na dolejší konec šňůry kovovou kuli. Draka sám držel na druhé hedvábné šňůrce (špatný vodič).

Z kule při dotýkání se dobrých vodičů objevovaly se Franklinovi silné a vydatné jiskry, což jej hned v domněnce utvrdilo, že elektřina v povětrí povstává. Dále dokázal také, že každý čas i mimo bouřku, jenž mnohem méně, elektřina ve vzduchu jest. Za jasného počasí našel se ve vzduchu positivní elektřina, při bouři jsou mraky brzy pozitivní brzy negativní; vzduch blízko země neprozrazuje žádné elektřiny.

Zkoušky o vzdušné električnosti opakoval ve Francouzích r. 1753. de Romas a prof. Richman v Petrohradě. Aby tento pohodlně zkoušky dělati mohl, vedl drát až do pokoje ke kouli od draka nad střechou vysoko se nalezajícího, ale po něm se hrom svezl a Richmana zabil.

Jen z hustých rychle povstalých mraků dělá se bouřka. V horkých krajinách bývá mnoho bouřek a sice nejkrutějších, dále k severu méně a na točnách neví lidé, co to bouřka. V horkém pásmu za deštivého počasí bouřky bývají skoro každý den. Bouřky také bývají více na horách než v rovinách. O původu električnosti vzdušné, která bouřku způsobí, nevíme doposud nic jistého. Jest to jen tření vzduchu a hlavně par, čímž se elektřivo rozkládá a na mraku jako na svodiči elektriky se nahromaduje. Elektrikou parní dokázati můžeme, že třením par obě električnosti se budí.

Přiblíží-li se elektrický mrak k jinému, rozkládá v něm elektřivo a spojuje se s nestejnорodou električností a odpuzuje stejnojmennou. Tak se i děje, když přijde mrak elektrický blízko země; i v této se elektřivo rozkládá. Spojení obou električností stává se náhle *bleskem* a *hromem*. Rachocení hromu povstává od prudkého odrážení se od mraků, hor a lesů.

Hrom uhodí tak dobře ze země do mraku jako z mraku do země. Když je silnější elektřina v mraku než v zemi, uhodí nahoru, a když je naopak silnější v zemi, uhodí dolů. Hrom udeří rád do kovů, lidí a více ještě do zvířat, nejčastějí do vysokých stromů, kostelů a domů, protože vůbec ve vysokých předmětech elektřina se nahromadí, tudíž blíz oblačkům jest nežli nízko položené předměty. Proto neuví radno v čas bouřky k vysokým předmětům se stavěti. Stojí-li člověk pod osamčlým stromem i do něho hrom sjede. I ve stavení se hrom po zdi sveze, a stojí-li někdo blízko, i do něho uhodí. Proto nejlépe při bouři uprostřed světnice a k tomu ještě v peřinách (špatný vodič) ležeti. Do stromů živých spíše uhodí než do suchých, třeba i tyto mokré byly; hrom sjede mezi kůrou a blanou, tedy nejmíznatější cestou, a kůru odloupne. Nesmíme státi v čas bouřky u trouby plechové u stavení, raději jděme prostředkem ulice. I z komína vystupující kouř a pára dává příležitost k uhození. V nižším poschodi je vždy menší nebezpečenství než ve vyšším. Jest-li

při bouřce běžeti nebezpečno by bylo, není rozhodnuto; aspoň vlaky jezdí. Proti bouřce zvoniti je nesmysl, ano pro zvoniska nebezpečno.

Blesk některé věci rozpaluje a taví, hořlavé zapálí, špatné vodiče rozhazuje, rozdrtí a trhá, písek v trubici speče, neb se po předmětech pouze sveze; člověka i také popálí. Blesk je vždy stejně teplý, a jest-li nezapálí, nýbrž jen sjede, proto není studený, jak lid obecně praví. Má-li člověk železné věci u sebe, jako klíč, nůž, podkovky u bot, i těch neušetří.

Hromem člověk omráčený vynese se na zdravý vzduch, stříšká se mu voda na obličeji a dává něco čpavého (křen, cibule, nejlépe čpavek) pod nos. Je-li člověk již studený, musí se třít a teplé obkladky na žaludek mu dávat.

*Blyskavice*, kterou za jasných večerů letních spatřujeme, povstává spojováním dvou rozdílných električností v značné výši, v které je vzduch příliš řídký, tak že skoro žádné překážky oběma nestaví. Také o tom výjevu lidé říkají, že se blyská na pěkné počasí.

*Hromosvod*. Uhodí-li hrom do věci z dobrých vodičů zhotovených, sveze se, aniž by jím ublížil. Proto vynalezl Franklin a současně s ním Diviš (rozen v Žamberce a byl na Moravě blíž Znojma farářem), aniž by o sobě byli věděli, *hromosvod*, kterým se povětrná elektřina uchycuje a na místa, kde se neškodnou stává, svádí. Hromosvod sestává z tyčí dlouhých, železných, as půl čtverečního palce tlustých, k sobě vespolek v jeden celek přišroubovaných, které po hřebenu střechy na sloupcích 5" vysokých se upevní, a po zdi až na sál hluboko do země neb také do řeky, rybníku neb louže, je-li na blízku, vedou; do studní se nesmí vésti, protože by hrom mohl zase nahoru pumpou vyraziti. V suché zemi rozšiřuje se tyč pomocí dlouhých silných drátů daleko, a aby nerezavěly, uhlím dřevěným se obklopí, které je spolu i dobrým vodičem.

Spojení těchto tyčí po hřebenu sluje *svodidlo*. Na tomto jsou upevněny jiné, 10—20' vysoké tyče kolmo. Čím vyšší jsou tyče, tím dále od sebe mohou být, a čím nižší, tím bliže u sebe se staví. Témoto tyčemi elektřina se nachytá a svodidlem dolů hrom odvádí a neškodným dělá. Aby tyče nerezavěly, po celé délce delitem se natírají, a na konec jejich přišroubuje se měděná a pozlacena, 7" dlouhá tyčinka. Rezovaté železo jest špatným vodičem.

Z počátku nechtěli lidé o hromosvodu nic slyšet. Divišovi strhli osadníci nedaleko jeho obydli postavený hromosvod, přičítajíce jemu příčinu suchého roku, a na radu Franklinovu teprve po 25 letech ve Filadelfii hromosvody na střechy stavěli. Na kovovou střechu není třeba hromosvodu, když je jen roura na vodu dolů vedoucí kovová.

Při bouřce rozkládají elektrické mraky elektřivo i v železných křížích na vysokých věžích a ve špicích na hromosvodu, třeba i na korábu na stěžni postaveném, a tu se stává, že elektriciost z mraku se spojuje s nestejnojmennou rozloženou v jmenovaných vězech, čím povstávají jiskry jako světýlka (oheň Eliášův).

## b) Elektřina buzená dotýkáním.

(*Galvanismus.*)

I pouze dotýkáním dvou rozličných kovů, tedy dobrých vodičů, elektřina se budí; špatný vodič musí se tříti, protože u nich pouhé dotýkání nedostačí, aby se elektřivo rozkládalo. K tomuto vynálezu vedla náhoda. Galvani, prof. anatomie (pityvy) na lékařské škole v Bologni ve Vlaších, zanášel se myšlenkou o životní síle zvířat a lidí. Domněval se, že jest za živobytí električnost dvojí činná, jedna ve svalech, druhá v nervech. Proto konal Galvani svá studia na rozličných zvířatech. Mezi jinými měl také čerstvá zadní stehénka žabí, jež měděným háčkem zavěsil na železnou pávlač. Bylo právě větrno a tu shledal Galvani, že když zavadily spodní části nohou o železo, vždy sebou trhly. Galvani to uveřejnil a mínil, že tu životní sílu našel, v kterém domnění r. 1798. zemřel. Zkoušek hned se konač dost, ale Volta, prof. v Pavii, vyložil, že toho cuknutí vlastně příčinou nejsou svaly ani nervy, nýbrž dotýkání se dvou rozličných kovů železa a mědi.

Galvani dal náhodou podnět k dlouhé nauce, ale Volta podal pravý výklad. Proto jmenujeme električnost dotýkáním dvou různých kovů povstalou *galvanismus*, také *voltaismus* neb *elektřinu buzenou dotýkáním*. Podotknouti dlužno ještě, že ona pouhá náhoda příčinou jest, že známe telegraf, galvanoplastiku a mnohé vynálezy z lučby, které by bez oné náhody snad dosud v nezúčastnosti zůstaly.

Obyčejně ke zkouškám galvanickým brává se měď a zinek. + Zn — Cu

Když se oba kovy v podobě desek pomocí skleněných rukovětí na sebe položí, rozkládá se v nich elektřivo. Když se desky od sebe tak vzdálí, aby najednou na všech místech se dotýkati přestaly, máme na mědi negativní a na zinku positivní električnost, o čem hustičem se přesvědčíte můžeme; proto říkáme, že jest měď negativně a zinek pozitivně elektrický.

Tedy i zde máme dvě rozličné električnosti jako při tření. Kdybychom i jiné rozdílné kovy dohromady tak jako nahore měď a zinek spojily, staly by se elektrickými a sice vždy jeden negativně a druhý pozitivně. Stejnými na sebe položenými kovy nebudí se žádná električnost.

Při rozkladu elektřiva v kovech se dotýkajících musela pozitivní elektřina z mědi přejít na zinek a negativní ze zinku do mědi. Příčinu rozkladu elektřiva v obou kovech připisujeme síle elektromotorické (elektrobudíci), pročež také oba kovy, v nichž elektřina dotýkáním se budí, slouží elektromotori či elektrobudíci.

Nejobyčejněji brávají se ke zkouškám galvanickým následující kovy dle pořádku: zinek, olovo, cín, železo, měď, stříbro, zlato, platina a uhel (jedinky nekov). Při téchto si musíme pamatovati: 1. každý přednější

kov v této řadě stává se pozitivně elektrickým, spojí-li se se zadnějším; proto jest zinek vždy pozitivně a uhel vždy negativně elektrický, **ale** se s kterýmkoliv kovem této řady spojí. 2. Čím jsou kovy z této řady dál od sebe vzaty, tím jsou elektricity v obou kovech silnější. **Kovy i s uhlem podle pořádku jmenované jmenujeme elektromotory (elektrobusidiči) prvního řádu.**

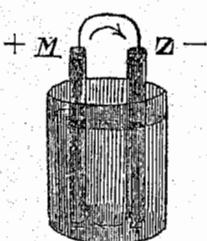
Elektřiny takovýmto dotýkáním povstalé jsou vždy tak slabé, že jest hustiče k poznání elektricity potřebí. Mnohem silnější elektricity dotýkáním docílíme, když kovy do nějaké kyseliny neb solnaté tekutiny postavíme. Zde ale dělají kovy výminku od prvního pravidla, neboť zde každého kovu jednotlivého vyčnívající část z kapaliny jest negativně elektrická a sice tím silněji, čím kov je v řadě více v předu. Protože se kapaliny do prvního řádu počítati nemohou, jmenujeme je elektrobusidiči řádu druhého.

K fyzikálním pokusům spojují se vždy dva kovy, u př. zinek a měď (obr. 137.) zinek a železo, zinek a platina neb zinek a uhel, s tekutinami kyselými neb solnatými (obyčejně roztok skalice modré neb dvojchromanu draselnatého a rozředěná kyselina sírovková), kteréžto spojení budičů prvního a druhého řádu jmenujeme článek galvanický (Voltův). V tomto spojení, v článku galvanickém, přispívají si negativní a z tekutiny vyčnívající část zinku druhý kov slabší tak, že každého následujícího kova z jmenované řady vyčnívající část je pozitivní. Uvnitř tekutiny jest zinek vždy pozitivní a následující kovy negativní; proto vždy říkáme, že jest zinek pozitivní a ostatní s ním spojené kovy negativní částí článku. Nádoba na článek jest obyčejná sklenice.

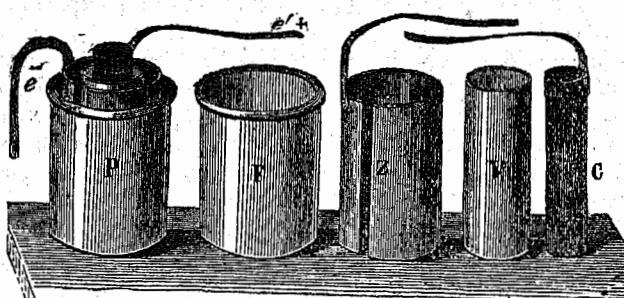
Ve článku budí se elektřina na obou kovech a jest na nich v jakémisi napnutí, neboť touží po vyrovnání. Spojíme-li obou elektrobusidičů konce, které *polo* jmenujeme, drátem, který sluje polární drát (viz obr. 137.), přichází elektřina s jednoho kova na druhý, což slove galvanické proudění. Proud přichází v tekutině od zinku (+) k mědi (-) a mimo tekutinu od mědi (+) k zinku (-). Článek takový sluje uzavřený, kdežto bez drátu sluje článek otevřený.

**Stálé články.** Proud v předcházejícím článku stále slabne, což od rozkladu vody a od usazování se zinku na měděné desce pochází, až se ruší. Když povrch vodičů není čistý, jest to jako rez na železe, čímž se stává toto také špatným vodičem.

Aby sé tomu předešlo, dělají se články stálé tím, že se kovy do rozličných tekutin kladou a od sebe průlničitou nádobou, totiž porcelánovou bez glasury v podobě vysoké sklenice dávají. Tím jsou kovy přece ve spojení. Dělá se článek stálý takto: Do skleněné nádoby F (obr. 138.) dává se ve válec zatočený kov Z bez dna, do něho průln-



(Obr. 137.)



(Obr. 139.)

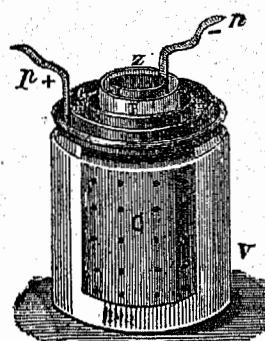
(Obr. 138.)

čítá nádoba  $V$  a do té druhý kov  $C$  v podobě sloupu, což vše v obr. 139. pohromadě máme.

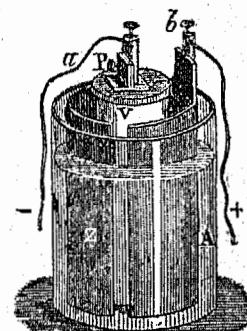
*Článek Danielův* jest nejobyčejnější a při telegrafech jej všady viděti můžeme. On se stává ze zinku v prostřed postaveného (obr. 140.) s koncem prodlouženým (pol —) a z mědi  $C$  (cuprum), kteráž také končí v plíšek prodloužený (pol +). *Gallanův článek* sestává ze zinku a žezeza, *Groveho* ze zinku a platiny a *Bunzenův* ze zinku a připravovaného uhlí, který jest jako kámen pevný. Zinek se staví vždy do kyseliny sirkové (na jeden díl kyseliny brává se 12 dílů vody) rozředěné, měd do roztoku skalice modré, žezezo, platina a uhel do kyseliny dusičné.

Danielův článek jest co do účinnosti nejjistější a nejstálejší, musí se ale dáti k roztoku skalice modré něco pevné soli a čas od času trochu kyseliny sirkové přilévat; jak oboje dojde, tu konec proudu. Ostatní články jsou dražší a méně pohodlné a to zvláště pro výpar z proměněné kyseliny dusičné. *Groveho článek* představuje obr. 141., kde vidíme u  $P$  v nádobě  $V$  platinu víkem přikrytou, aby výpar kyseliny dusičné nebyl obtížný, musíme si ale znaménka polů + a — přeměnit, neboť jest zinku  $z$  v  $b$  vyčínavající část negativní a platiny  $P$  pozitivní. Dráty na polu připevní se pomocí šroubku.

Pro školu, kde potřebujeme při experimentování jen as hodinu trvající vydatný galvanický proud, hodí se nejlépe *Bunsenův článek*, tedy zinek a uhel, které se dají bez průšlinité nádoby do silného roztoku dvojchromantu draselnatého, do něhož se as 12tý díl kyseliny sirkové přileje. Do nádoby skleněné, do níž se roztok byl nalil,



(Obr. 140.)

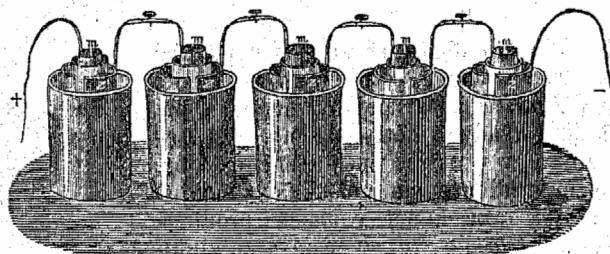


(Obr. 141.)

přidá se několik kousků pevné soli jmenované. Po experimentování se článek dobře vodou opláchne.

Zinek při článu se vždy stravuje. Aby se to přiliš rychle nedělo, portofuje se. Zinek se totiž pomocí kartáče rozředěnou kyselinou sirkovou očistí, až se leskne a na něj rtuť kůží natře, až je jako postříbený.

*Baterie.* Jako třením se více elektřiny na tělesech většího povrchu budí, rovněž také zde se hromadí na deskách většího povrchu více elektřiny. Protože by články z desek velikých nepohodlné byly, spojuje se více malých článků dohromady a sice tak, že se vždy měd článu jednoho s měd článu druhého, třetího atd. pomocí drátu spojí a takéž i zinkové desky. Také se měd  $m$  prvního článu se zinkem  $Z$  druhého



(Obr. 142.)

a měd článu. 2. se zinkem článu 3. atd. spojuje, jak nám to obr. 142. znázorňuje. V prvním případu byly stejné vodičové se stejnými, v druhém případu nestejný s nestejným spojení. Článků více dohromady spojených sluje *baterie* a konce jejich, *poly*, jako u jednoduchého článu drátem se spojují.

### *Účinky galvanického proudu.*

*a) Účinky ve svalech a nervech.* Dotýkáme-li se jedním drátem, který jest s polem článu spojen, povrchu jazyka a druhým drátem podspod jazyka, pocítíme zvláštní chuf, která jest po negativním polu poněkud louhovitá a po pozitivním polu nakyslá. Dáme-li jeden pol na pysk nebo na tvář a druhý na oční víčko, objeví se v oku světlo. Držíme-li v jedné ruce vodou solnou navlhčené (aby lépe kůže elektricity vedla) pozitivní pol silného článu a dotkneme-li se druhou rukou také navlhčenou negativního polu, pocítíme v tomtéž okamžiku škubnutí v těle a když ruku od polu vzdálíme, opět je ucítíme, ale něco slaběji. Když proud tělem prochází, cítíme jen slabé brnění v prstech. Skubnutí jako slabou ránu pocítíme vždy, když článek se zavře neb otevře, totiž když proud začíná a končí. Vezmou-li se dva neb tři články (baterie), budou účinky tím silnější.

Kdo by chtěl hodně rychle po sobě škubání v rukou pocítiti, ať jednou rukou na pol tuká, tedy často proud přetrhuje a spojuje. Lépe to jde, když jeden pol pomocí drátu s rašplí na stole ležící spojíme, levou rukou druhého polu se dotýkáme a v pravé ruce drátem po rašplí sem tam šoupáme. Při každém přeskočení s jednoho zuba na druhý povstane dvojí škubnutí.

K tomuto účelu máme zvláštní strojek, kterým proud rychle se přetruhuje a spojuje i sesiluje. S poly pomocí drátů spojí se válečky mosažné, které do navlhčených rukou vezmem. Zajímavé při tom jest, že kdo válečky v rukou drží, pustiti je nemůže a že se mu ruce zkroutí, pokud proud úplně se nepřetřhe. Dlouho válečky takto držeti, i zdraví by škoditi mohlo. Také více osob rukama navlhčenýma v řetězu držeti se může. Když nejkrajnější osoby drží válečky, ucítí škubání všecky, ale muohem slabší, než když pouze jediná válečky drží.

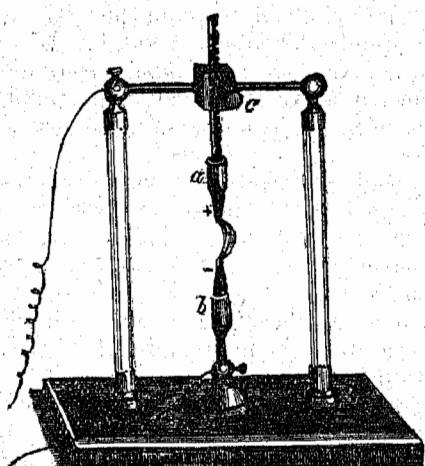
Je-li článek dosti silen a máme-li podobný přístrojek ku pomoci, aby se mohl proud často po sobě přetřhovati a zase spojovati, můžeme lehce pravou smrt od zdánlivé rozeznati, ano i zdánlivě mrtvým osobám život navrátit, když jejich tělo s poly spojíme. K tomu účelu slouží kolečko uzubené z médi, kterým lékař dle potřeby rychle točí, aby se proud přetřhoval. Galvanický proud účinkuje i na mrtvá zvířata a lidi. Na žábu první pál hodiny po smrti nejlépe účinkuje. V Anglicku dělala se zkouška podobná oběšeným člověkem; tento sebou škubal a ve tváři bylo divoký výraz pozorovati. A proto tím snáze proud na polomrtvého působiti může.

Položíme-li na zinkovou desku velký stříbrný neb měděný peníz a na něj pijavku, vždy tato zpátky odleze a hlavou odhodí, jakmile s penízou slézti chce a zinku se dotkne, protože tím galvanický proud se uzavře.

Jakási činnost elektrická na všech lidech a zvířatech pozorovati se dá. Napínáním svalů, vůbec životními výkony elektřina se budí. Nápadná jest elektřina některých ryb, jako elektrického *rejnoka* a *úhoře elektrického*. Rejnok žije v středním moři, pročež jej Vlaši a Francouzi dávno znali, úhoř nalezá se v jezerech jižní Ameriky, zvlášt v Gujaně a jest 5—6' dlouhý. Ústrojí v těchto rybách podobá se bateriím a proto vydávají ocasem ve vodě rány, takže lidé a zvířata na blízku omráčeni bývají. Dotkneme-li se na břehu, tedy mimo vodu, břicha a hřbetu rejnoka (neboť od břicha jde proud k hřbetu) anebo ocasu a hlavy úhoře elektrického (prud jde od hlavy k ocasu) dostaneme vždy silnou elektrickou ránu; větší ránu dostaneme od úhoře. Ve vodě jsou rány slabší.

Když v Americe úhoře elektrické chytají, zaženou mezky a koně do vody. Úhoři hledí, by se koním pod břich dostali a vydatné rány sdělovali. Dobytek omráčený i do vody padne. Později jsou rány slabší, až konečně uslábnu. Uhoři zase síly odpočinkem a potravou nabývají.

b) *Účinky světla a tepla.* Na místech, kde drátem galvanický proud se přetruhuje a spojuje, povstává jiskra, která bývá velmi jasná,



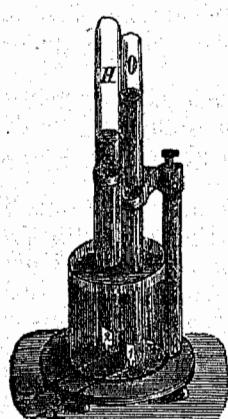
(Obr. 143.)

když jest jeden drát ve rtuti po-  
nořen a druhý od druhého polu  
do rtuti ponořujeme. Drát, kte-  
rým proud galvanický vedeme,  
vždy se zahřeje; je-li drát tenký,  
rozpláli a roztaví se.

Galvanického proudu užívá  
se proto k zapálení prachu při  
trhání skal, při vyhození mostu  
nebo podkopané země. Děje se to  
vždy, kdykoliv je potřeba, ze značné  
vzdálenosti, pročež musí dráty  
dlouhé být. Tak se mohou delší  
čas přípravy pro nepřitele konati  
a v rozhodný okamžik mosty pod-  
kopané vyhoditi. Zapálení může  
se státi i pod vodou. Při trhání  
skal posype se ve vyvrтанé rouře  
v kameně prach pouze pískem,

tedy nezatluče, jak to obyčejně horníci dělají.

Máme-li mnoho článků (nejlépe Bunsenových) v baterii spojených, veďme  
od polů dráty v kužely z uhlí neb koků, a a b, které  
špičkami se dotýkají. Vzdalujeme-li kužely uhelné  
v c od sebe, jak právě obr. 143 ukazuje, objeví  
se mezi nimi světlý oblouk oslnující, který se-  
stává ze žhavých částeck uhlíčka od jednoho polu  
k druhému přecházejících. V tomto světle taje  
stříbro, zlato, měd i platina, a uhlí do běla se roz-  
paluje. Uhly proudem se spalují a proto musí se  
při déle trvajícím proudu k sobě zase sbli-  
žovat, aby porád v stejné vzdálenosti od sebe  
byly. Světla toho používáme k umělému nápo-  
dobení slunce na divadle. Toto světlo dobře slouží  
k osvětlení v noci, ano i k osvětlení pod mořem  
k nahlédnutí na podmořské krajiny, protože i ve  
vodě uhly světlo galvanickým proudem vydávají.



(Obr. 144.)

Měd	+	Zinek
Voda		
Vodík	Kyslík	
Kysličníky		
Kov	Kyslík	
Soli		
Zásady	Kyseliny	

c). Účinky lučební jsou nejdůležitější ze všech  
účinků galvanického proudu. Všecky sloučeniny  
mohou galvanickým proudem se rozložit, mohou-li  
se tekutými (rozpuštěnými) státi, aby vyloučené  
části volně mohly se pohybovat. K vůli lepší  
vodivosti elektriny přidává se do roztoku slou-  
čenin něco kyseliny.

Proudem galvanickým voda se rozkládá v ky-  
slík a vodík, které plyny se mohou v malých luč-  
bičkách (obr. 144.) nachytati. Kyslík O vylučuje se

na pozitivním polu a vodík  $H$  (dle objemu dvakrát tolik co kyslíku) na negativním polu. Musí se proto za východ polá vzít kov 1 a 2, kterým by se kyslík neslučoval, tedy stříbro, zlato neb obyčejně platina.

I kysličníky galvanickým proudem se rozkládají. Tu se kyslík ubírá k pozitivnímu a kov k negativnímu polu. I z chloridů se vyloučuje kov na — polu a Cl na + polu.

Soli se rozkládají v kyselinu a zásadu. Kyselina usazuje se na pozitivním a zásada na negativním polu. Zásada se ale hned rozkládá v kov, který se usazuje na negativním p., a v kyslík, který přichází na pozitivní pol. Části ze sloučenin rozkladem na negativním polu se usazující služí *elektropositivní*, a části, které na pozitivním polu se usazují, služí *electronegativní*. Nestejně elektřiny se totiž přitahují; kyslík jest vždy elektro-negativní jakož i kyseliny, ale zásady jsou elektropositivní.

V článku nestálém rozkládá se voda proudem galvanickým. Vodík usazuje se na negativním polu, na mědi, a kyslík na polu pozitivním, na zinku, s nímž se slučuje v kysličník zinečnatý, který s kyselinou sirkovou se dále slučuje v skalici bslou. Tato sůl se rozkládá a z ní vyloučená kyselina usazuje se na pozitivním polu (na zinku) a zásada na negativním polu (na mědi), z které opět vyloučený kov, zinek, pokrývá měď a kyslík s vodíkem dříve vyloučeným ve vodu se slučuje. Deska měděná vyloučeným na ní vodíkem přestává se kapaliny dotýkat a tím více měď, na které se zinek sráží. Tím tedy proud, čím dál, tím více slabne, až působiti přestává.

V stálych článkách rozkládá se proudem také siran zinečnatý, ale zinek nemůže porami průlinčité nádoby procházeti, tedy nemůže na negativním polu se usazovati.

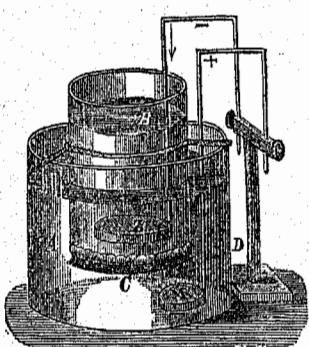
V Danielově článku (stály článek) usazuje se na mědi ze skalice modré vyloučená měď, čímž proud netrpí, musí se ale dáti, jak dříve praveno, nadbytek pevné skalice k roztoku. Kdybychom vzali místo skalice modré v Danielově článku sůl cínovou, stříbrnou neb zlatou, srážel by se na docela čisté mědi, cín, stříbro a zlato, pročež by se měd pocínovala, postříbřila neb pozlatila. Toto jest základ *pocínování, postříbřování a pozlacování*.

Má-li se malá věc mosazná (obsahuje měď a zinek) pozlatiti, dá se na zinkovém plechu do sklenice, v níž jest roztok chloridu zlatového a 8 dílů kyanidu draselnatého. Při postříbřování bere se chlorid stříbrnatý a 6 dílů kyanidu draselnatého.

*Galvanoplastika.* Kdybychom čistou měď co negativní pol slabě mastnotou natřeli, tu by se ze skalice modré měď srážela na mědi, ale sedlina by se s mědi odloupnouti a sejmouti mohla. Toto jest základ k dělání otisků medailí, písmen a rytin kovových či základ *galvanoplastiky*. I dřevorytiny se tak otiskují, musí se ale rytina tuhou (dobrým vodičem) potříti a sice jemně, aby to rytině na ujmu nebylo.

Otisky takové jsou obráceny; dají-li se ale opět mastnotou natřené do článku, nová měď se usazuje, která pravý otisk dává. Aby se památné peníze neb medaile a rytiny dvakrát němusely do článků dávat, udělá se od nich obrácený otisk v sádře nebo ve smíšení z vosku a

stearinu nebo také v gutaperči. Otisky natrou se pomocí štětce slabě tuhovým práškem. I dobrý vodič co otisk musí se na všech místech, kde se nemá měď srážeti, voskem natřít. Proud musí vždy slabý být, aby se otisk zdařil, proto trvá srážení více dní, a tu se častěji trochu skalice modré i kyseliny sirkové přilevá.



(Obr. 145.)

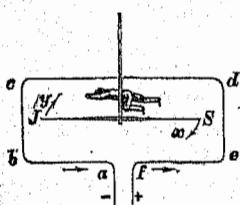
V galvanoplastice máme zvláštní přístroj (obr. 145) k otiskování, který jest podoben článku, ale pohodlnější. Ve velké skleněné nádobě *A* nalezá se roztok skalice modré s několika kousky pevné soli této a kus mědi *M* na drátu, nebo ta věc, která se měděným povlakem potáhnouti má. Menší nádoba skleněná *B* má průlínité duo z měchýře *C* a na třech drátech visí ve velké nádobě. Do nádoby malé dá se zinek *z* na drátu a rozředěná kyselina sirková. Dráty oba šroubkem se spojí a kde dosahují do tekutin, potáhnou se voskem, aby se měď na nich ne-srážela.

Obrazy a mapy černé vyryjí se do mědi, a od nich udělá se odlitek, jako dříve vysvětleno bylo, a od toho, kolikrát chceme, galvanickým proudem otisk. Otisk vydrží na mnoho výtisků, a když se upotřebí, udělá se opět nový, levný. Proto jsou černé obrazy (nemalované) tak laciné. Do ocele je obtížno pro tvrdost rýti a proto se ocelorytin neužívá. I od dřevorytin ptáků, ssavečů a rostlin, ano i od rozličných obrazců do lučby a fysiky, mají-li ceny, udělají se vždy odlitky a od těch galvanickým proudem otisky; takovým spůsobem zůstanou původní dřevorytiny neporušeny. Proto jsou přirodopisy s černými obrazy u porovnání s dřívější dřobou tak laciné. Na velké otisky jsou v galvanoplastice nádoby dřevěné.

### c) Elektřinou buzená magnetičnost.

(*Elektromagnetičnost.*)

Prof. Oersted v Dánsku náhodou při experimentování roku 1820. pozoroval, že magnetická střelka, když na blízku galvanický proud měděným drátem procházel, ze svého klidu se vyšinula. To dalo k novým zkouškám podnět. Jmenovitě Francouz Ampère vytknul i pravidlo, podle kterého střelka ze svého klidu se vyšinuje. Máme-li totiž točený drát (obr. 146.) s článkem ve spojení, ať dáme střelku k straně *de*, *be* nebo k *de*, vždy se jehla svým severním polem odchýlí k levé ruce člověka ve směru proudu plovoucího, má-li tvář ke střelce obrácenou.



(Obr. 146.)

Představíme-li si předešlé pravidlo jasně, víme již napřed, kam se jehla obrátili musí, když ji kamkoliv k drátu přiblížujeme. Čím proud je silnější, tím více střelka se odchylí. Odchylka tato závisí nejen od galvanického proudu, nýbrž také od pozemské magnetičnosti, a proto vlastně vyšinutí střelky se řídí od obou sil. Je-li proud hodně silný, postaví se střelka skoro kolmo na drát. Tedy je skutečně drát, jímž proud prochází, magnetem, neboť účinkuje na střelku jako magnet. Drát, jímž galvanický proud prochází, sluje polární drát.

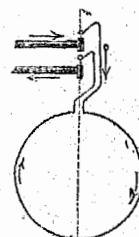
Naopak účinkuje země, jakožto velký magnet, na polární drát, může-li se tento volně pohybovat. V kruhu zatočený drát polární (obr. 147.), kterým proud prochází, staví se vždy kolmo (od východu k západu) na směr, který má jehla magnetická. Když proužek zinku *Z* a proužek měděný *M* (obr. 148.) drátem měděným *D* spojíme a pomocí korku *A* na vodě kyselinou sirkovou nakyslé plovati necháme, obrátí se zincik k východu a měď k západu, kdežto střelka ukazuje směr od jihu k severu. Naopak drát do závitnice stočený (*solenoid*) (obr. 149.) staví se pomocí korku na vodě nakyslé ve směr magnetické jehly, protože zde proud kolmo na směr střelky prochází.

I magnet účinkuje na solenoid jako jiný magnet.

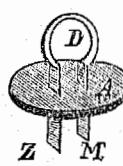
*Multiplikator.* Z praveného nahlédneme, že možno naopak posouditi z vyšinutí magnetické střelky, jest-li prochází galv. proud drátem a jaký směr proud má.

To jest základ *multiplikatoru* (obr. 150.), kterým galvanický proud se zkouší jako elektroskopem positivně nebo negativně elektrické těleso. Zde se potřebuje astatické jehly, viz str. 135, na kterou nemá pozemská magnetičnost žádného vlivu. Aby i slabé proudy zkoušetí se mohly, jest drát mnohonásobně kolem střelky astatické ovinut, zmnožen či zmultiplikován; od toho jméno přístroje. Podle odchylování se střelky na kruhu na stupně rozdeleném posuzujeme sílu proudu, k čemuž i ještě jinak zařízené stroje slouží. Podle toho, jak se jehla odchyluje k východu nebo k západu, posuzujeme dle zákona Ampèreova směr proudu.

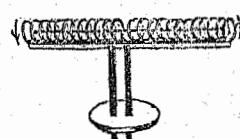
*Elektromagnety.* Vede me-li měděným drátem galvanický proud, udržuje se na něm železné piliny jako na magnetu, což dokazuje, že piliny magnetickými se staly. Proto možná galvanickým proudem magnety dělati. Aby



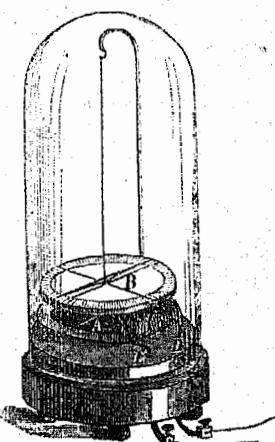
(Obr. 147.)



(Obr. 148.)

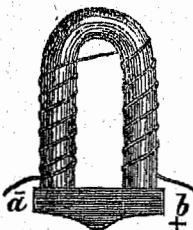


(Obr. 149.)



(Obr. 150.)

tyčinka ocelová zmagnetěla, musí se dátí k polárnímu drátu napříč, neboť tak drát, jímž galv. proud prochází (jak jsme seznali), střelku vyšine. K tomu účelu svíne se měděný drát, který jest hedvábou nití ovinut, tedy isolován, jako v trubici kolem oblé tyčinky ocelové. I podkovy, ale oblé, se tak magnetují (obr. 151.). Drát se ovine okolo podkovy ve spirálce nebo se na cívku navine a do té cívky podkova vstří.



(Obr. 151.)

Tvrde železo těžko zmagnetí galvanickým proudem, tak jako při magnetování jsme shledali, ale podržuje magnetickou silu. Měkké železo zmagnetí rychle a mnohem silněji než ocel, ale hned, jakmile proud se přetřhne, jest nemagnetickým.

Magnety galvanickým proudem povstalé slují *elektromagnety*. Takové slouží k dělání magnetů natíráním, a mají severní pol k levé ruce člověka proudem plovoucího. Nepříliš velké elektromagnety z měkkého železa unesou i více centů; tedy jsou mnohem silnější, než natíráním možno docílit.

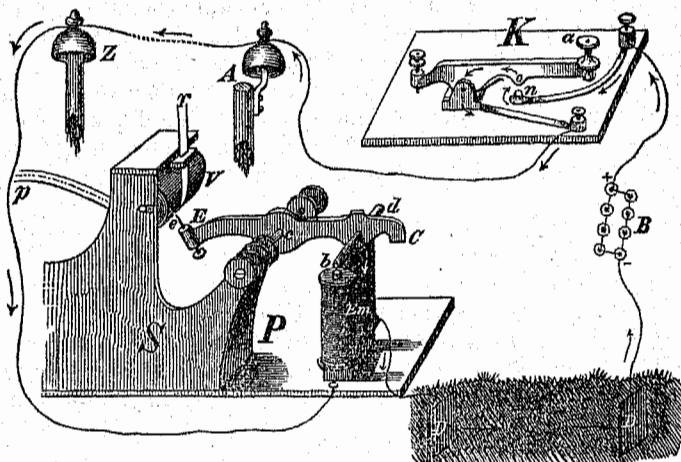
Elektromagnetů použilo se na zkoušku ku hnání strojů; upotřebení příjde příliš draho a výsledek jest přece nepatrný. Zato jest ale elektromagnet při telegrafu nevyhnutelný.

Silnými elektromagnety dokázáno, že magnetická síla účinkuje mimo železo i na všecky kovy, ano i na všecky nám známé hmoty. Některé hmoty oběma poly elektromagnet silný přitahuje, tedy je, jsou-li v podobě tyčinek, postaví od jednoho polu k druhému; poloha tato sluje axialní č. osová a tělesa paramagnetická či slabě magnetická. Jiné hmoty oběma poly silný elektromagnet odstrkuje, a tu se hmoty v podobě tyčinek postaví napříč, tedy kolmo na první polohu; poloha tato sluje equatorialní či rovníková, a tělesa slují diamagnetická. K paramagnetickým tělesům patří z kovů: nikl, kobalt, mangán, chrom, platina atd. Diamagnetických těles jest mnohem více než paramagnetických.

### *Telegrafy.*

*Telegraf Morseův.* Na elektromagnety k telegrafu (řecké slovo, znamená dalekopis) brává se měkké železo, aby hned v magnet se proměnilo, jakmile proud okolo něho drátem prochází, a hned své magnetické sly pozbylo, když se proud přetřhne. Takový elektromagnet jest základem telegrafu.

Při *telegrafu* (obr. 152) jest hlavní částí *klíč K*, který jest s baterií *B* ve spojení a k tomu slouží, aby se jím proud libovolně přerušoval. Když se dřevěná rukovět klíče *a* na stanici (u př. v Praze) smáčkne, dotýká se sloupek *o* sloupku *n*; tudíž přichází z baterie *B* proud do klíče, a jak šipky zřejmě naznačují, odtud po drátu železném na sloupech *A* atd. až *Z* v porcelánových zvoncích zadělaném až na druhou



(Obr. 152.)

stanici (u př. do Plzně) do stroje psacího *SP*, a sice do drátu ovinutého okolo železné podkovy *Em*, která co elektromagnet tyčinky *b* z měkkého železa, na níž jest páka *CE* s písátkem *e* upevněna, přitahuje. Místo písátku brává se rydlo, totiž ocelová tyčinka, kteráž napořád stejně špičatá zůstává. Druhý pol baterie jest s měděnou deskou *D* v zemi ve spojení, tak že k ní taktéž od měděné desky *D* proud vlnkou zemí, která vlastně druhý drát nahražuje, prochází a baterie tím uzavřena jest.

Písátkem dělají se na papíru puntíky neb čárky podle toho, jest-li delší okamžik na rukovět ukazováčkem a prostředním prstem se tlačí, tedy proud déle udrží, nebo pouze klepne, tedy proud jen okamžik vede. K páce bývá pero přiděláno, aby se *b* příliš nenadzvihlo po přetřhnutí proudu, což si musíme zde přimyslit. Váleček *V* s uzounkým papírem *pr* pomocí hodinového zde vynechaného stroje stejně se točí a tudíž papírek velmi dlouhý pravidelně pomalu roztáčí.

Podle puntíků a čárk si úředníci při telegrafu dobře rozumějí, protože složení jich představuje písmeny a více písmen slova. Tak u př.  $\cdot = e$ ,  $\dots = i$ ,  $- = t$ ,  $. - = a$ ,  $- . = n$ ,  $.. - = u$  atd. poráde složeněji, takže se  $o = - - -$  a  $y = - - - -$  naznačí. Častěji v písmu se naskytující písmeny mají krátké znaky a zřídka užívané složitější. Mezi čárkami a puntíky písmenu znamenajícími nechá se malý a mezi slovy trochu větší prostor prázdný, totiž okamžik delší na rukovět se neklepe ani nepřitlačí. Také pro číslice jsou podobná znaménka, jakož i pro znamení rozdělovací. Dávají-li vyslanci neb ministři tajné zprávy, užívají zvláštěch znamének, kterým úředníci telegrafní nerozumí, leda by v tajnost zasvěceni byli.

Proud měděným drátem ujde dráhu 23 tisíc a železným drátem 13.400 mil za sekundu. Můžeme říci, že se v tom okamžení, když rukovětí u klíče se klepne neb smáčkne, již na druhé stanici rydlem puntík neb čárka vytiskla. Aby se také s druhé strany, tedy z Plzně zpátky, mohlo telegrafovati, mají tam také klíč a na první stanici v Praze také psací stroj. I pod vodou z Londýna do Ameriky vede se telegrafickým drátem, který kaučukem a železnými dráty silnými dobře zaobalen jest, proud od klíče k štaci na pevné půdě. Při takovém se shledala rychlosť za sekundu 570 mil.

Chce-li telegrafista dávati z některé stanice zprávu, upozorní úředníka na druhé stanici rychlým klepáním na klíč. Upozorněný úředník spustí stroj psací a dá znamení opět rychlým klepáním zpátky po jednom a tomtéž drátu, že jest připraven, načež dostává zprávu. Až 100 písmen může telegrafista za minutu sdělit, tedy rychlosť jest veliká. Jsou-li souvislá slova vytečkována a vyčárkována, poznamená je telegrafista do knihy zvláštní obyčejným písmem, i udá minutu, kdy zpráva počala se mu sdělovati, i kdy se skončila.

Zprávu telegrafickou jmenujeme *telegramm* (písmo ze vzdálenosti); tento na stanici z knihy tužkou se opíše, zapečetí a adressátovi (komu patří) po zvláštním poslu zašle. Za správnost musí telegrafista ručiti a proto, nerozumí-li nějakému slovu, telegrafuje hned zpátky, aby se mu ještě jednou zpráva podala. Jmenovitě číslice dává si telegrafista každý ještě jednou opakovati.

Při liš velkou vzdáleností slabne proud, a proto by ani nebyl s to na druhé stanici kotvu elektromagnetu přitáhnouti, aby rydlo ráduňe znaménko vytlačilo. Aby se tomu spomohlo, používá se zvláštního přístroje, který *relais* čti (relé) totiž přenašeč služe. Tímto i při slabém proudu může se baterie na stanici, které zprávu telegrafickou podatí chceeme, uzavřítí a proud na pravém místě tak sesfliti, že rydlo silné znaky vyryje.

Telegrafem můžeme takřka okamžitě z Prahy s lidmi ve Vídni a ještě ve větších vzdálenostech mluviti; uprcline-li kdo po železnici, telegrafem se předejdě. Můžeme tvrditi, že všecka vzdálenost při tak užitečných vynálezech mizí. Velkokupci často do vzdálených měst telegrafují. Rozličné rozkazy od vysokých úřadů na nižší, jakož i zprávy od nižších k vyšším telegrafem přicházejí.

Do dráty telegrafního, ano i do sloupů, po nichž drát veden jest, často při bouřce hrom udeří, pročež jest telegrafistovi dovoleno stanici v čas bouřky opustiti. Udeří-li hrom, roztápi se i drát v elektromagnetu. Vůbec při bouřce jest sdělování i přijímání zpráv nejisté a obtížné.

Telegraf popisovaný služe podle vynálezce *Morseův telegraf*. Dříve užívalo se *telegrafova Bainova* (čti Bén), který všady v starších kabinech se nachází. Tento má dva zvonky I a V znamenané, mezi nimiž nalezá se palička, která jest s pohyblivým dvojatým magnetem spojena. Galvanickým účinkem narazí střídavě paličky na zvonky buď okamžik,

což znamená se 1 neb 5, neb delší chvíliku, což znamená se 2 neb 6. Z těchto čtyř znamení kombinacemi celá abeceda se skládá, při níž k podobným zvukům se nepřihlídá.

*Vheastoniov* (čti vhistu) *telegraf*, kterého se ještě v Anglii užívá, má na spůsob ciferníku u hodin desku v kruhu písmenami i číslicemi opatřenou, po nichž se rafíčkou ku kolečku zoubkovanému přidělaná dle sily elektromagnetické s jednolohu písmena na druhé pošinuje.

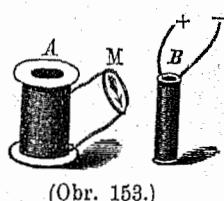
Na některých stanicích zaveden jest již u nás také *telegraf Hughiw*, který mnohem složitější než Morseův telegraf jest, za to ale místo znamének hned na proužku papíru písmeny celé tiskne. Ve Francii zaveden již také telegraf, tak zvaný všeobecný či *pantelegraf* od *Caselliho*, který podává bez změny zprávu, tak jak napsána byla.

#### d) Elektřina buzená návodem.

*Elektro-elektrina*. Zde máme dvě cívky *A* a *B* (obr. 153.) tak zařízené, že menší cívka *B* do větší *A* vsouvat a z ní vytahovat se může. Slabší cívka jest ovinuta isolovaným drátem, jehož konec jsou s poly + a — článu spojeny; silnější cívka jest delší, ale slabším drátem ovinuta než předešlá, a konec drátu jsou spojeny s multiplikátorem *M*.

Vsouváme-li slabší cívku do silnější, vyšine se jelila multiplikatoru ze své polohy, a když cívku vyndaváme, vyšine se opět jehla, ale na druhou stranu. Z toho souditi musíme, že galvanickým proudem v drátku menší cívky sbližením neb vzdálením k uzavřenému drátku větší cívky musel okamžitý proud povstat. Okamžité proudy v drátech vedlejších cívky *A* galvanickým proudem v drátech hlavních cívky *B* povstalé jmenujeme *elektro-elektrické*; elektricnost buzená elektricnosti sluje *elektro-elektricnost*. Když cívku menší do větší vstrikáme, povstane ve vedlejším drátku proud protivního směru s hlavním, a když ji vyndaváme, jest ve vedlejším drátku proud stejněho směru jako v hlavním drátku.

*Magneto-elektrina*. Spojíme-li konec drátu větší cívky *A* s multiplikátorem, povstane i v tomto drátku okamžitý proud, když do ní vsouváme magnet, pročež se střelka také ze svého klidu vyšine. Když magnet vytáhneme z cívky, vznikne zase v drátku směru protivního, proto se střelka na druhou stranu vyšine. Obyčejně dělává se pokus tak, že se dávají do cívky měkké železné dráty (obr. 154.) a že se k nim silný magnet *J* *S* sbližuje a od nich vzdaluje, čímž, jak z magnetičnosti nám známo, v těchto drátech magnetovo se rozkládá a proto dráty magnetickými stávají. Tak jest to pochodi-



(Obr. 153.)



(Obr. 154.)

nější. Okamžité proudy v uzavřeném drátu působením magnetu povstalé slují *magneto-elektrické* a električnost magnetičnosti buzená sluje *magneto-elektricnost*.

V obou případech shledali jsme, že povstala buď galvanickým proudem neb magnetičností v uzavřeném drátu sbližováním a vzdalováním električnost. Električnost takovou jmenujeme *navedenou, inducirovanou* neb *buzenou návodom* či *indukcí*; okamžité proudy slují *induciřované* čili *navedené*.

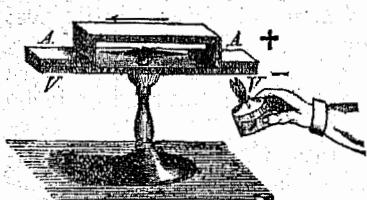
Protože galvanický proud i magnet induciřované proudy způsobí, proto se také do menší cívky *B* (obr. 153.) dává magnet a tedy oběma společně povstává v uzavřeném drátu na větší cívce *A* silnější induciřovaný proud.

Induciřovaný proud má všecky vlastnosti hlavních proudů. Jmenovitě v lékařství se ho používá k účinkům fysiologickým, když kterým slouží zvláštní přístrojek, jímž proud hlavní rychle se přerušuje, aby rázy v těle rychle za sebou následovaly a značně působily.

### e) Električnost buzená teplem.

(*Thermoelektricnost*.)

Zahřejí-li se dva rozličné kovy na sobě přiletované právě na tom místě, kde přiletovány jsou, stanou se elektrickými, a proto se střelka magnetická mezi oběma kovy na ose volně polyblivá ze své polohy vyšinuje. Nejsilnější elektřina se jeví, vezme-li se antimon *A A* a *V V*



(Obr. 155.)

mutu (negativní); severní pol střelky jde k pravé straně. Při ochlazování má proud protivný směr.

Spojení dvou kovů sluje *thermoelektrický článek* a elektřina buzená teplem *thermoelektrina*. Také se zde více článků v baterii spojuje.

Proud thermoelektrický účinkuje jako každý jiný, a když se přetahuje při baterii, i jiskry možno obdržeti. Nepotřebuje se ho ale nikdy k praktickému účeli. Za to ale způsobila thermoelektricnost tu pravdě

podobnou domněnku, že magnetičnost naší země pochází z thermoelektrických proudů. Země totiž ustavičným střídáním dne a noci jako na článku se ohřívá a ochlazuje, pročež thermoelektrické proudy stále od východu na západ okolo země povstávati mohou. Těmto proudům staví se jehla magnetická na příč od jihu k severu.

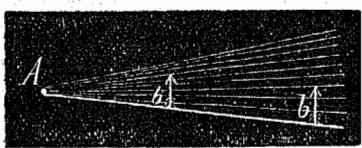
## XII. Nauka o světle čili optika.

Slnce jest zdrojem světla i tepla. Všecka hořící tělesa vydávají mimo teplo také světlo. Také hvězdy, jiskry elektrické a kostík, když ho o dřevo třeme, svítí. Měsíc tak jako oběžnice dostává světlo od slunce a touto osvětleností nočního času bledě svítí. Svatojanské mušky světélkují v noci, ale za dne je není pro jasno denní viděti, tak jako měsíc, když brzy odpoledne vyjde. I drahé kameny ve tmě září, zvláště jest-li chvíliku na slunci vyloženy byly. Hořící tělesa nevydávají vždy stejněho světla. Jasnost závisí od vlastnosti tělesa samého a od množství hořící látky; proto vosková svíce hoří jasněji než lojová stejně tloušťky a tlustší vždy vydatněji než tenká.

Abychom tělesa viděli, potřeba jim jasnosti; příčinu jasnosti jmenujeme *světlo*. Kde jasnosti není musí být *tma*.

Máme tělesa *svítící* (slunce a všecky stálíce a plamen), která své vlastní světlo mají, pak tělesa *tmavá*, která nikdy světlo nevydávají, jsou-li ale blízko těles svítících, od těchto jasnosti nabývají, a konečně máme tělesa, která jinými *osvětlená* také světlo vydávají (měsíc a planety). Některá tělesa propouštějí světlo (u př. sklo) tak dokonale, že při denním světle nebo při plamenu hořícího tělesa všeliké předměty skrze ně docela jasně vidíme; taková tělesa jmenujeme *průhledná*. Nejprůhlednější jest vzduch a čisté sklo. Jest-li skrze tělesa jen z části předměty viditelnými se stávají, pravíme, že jsou *průsvitavá*, u př. mariánské sklo, slída, papír mastnotou natřený atd.; nevidíme-li skrze tělesa předmětu, slují *neprůhledná*. Některá tělesa jsou v tenkých vrstvách průsvitavá a v tlustých neprůhledná. U př. zlato co tenounký list (pozlátko) jest průsvitavé a voda na mnohých místech jest tak jasná, že i na dně řeky předměty pozorovat možno.

Máme-li osvětlený předmět viděti, musí být v rovném směru s naším okem; je-li v tomto směru něco neprůhledného, nevidíme. Z toho soudíme, že se světlo v *rovném směru*, v *paprscích*, na všecky strany rozptyluje. Každé těleso osvětlené zase v rovnosměrných paprscích světlo vysýlá a tudíž viděno bývá.



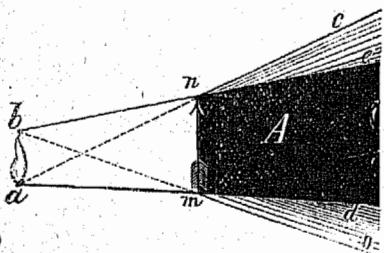
(Obr. 156.)

Kdybychom si svítící těleso co bod  $A$  (obr. 156.) a od něho paprsky na všecky strany v rovném směru rozesýlané nakreslili, shledali bychom patrně, čím dále od světla paprsky na stěny  $b$  padají, že tím řídší jsou. Zkušenost nás také poučuje, čím dále od světla předmět se vzdaluje, že tím méně osvětlen bývá, protože jen málo a řidce paprsků na něho od světla padá; naopak ale, čím více předmět k světlu se přibližuje, tím více osvětlen jest, protože více paprsků na něj přichází. Zkouškami dokázáno, že vzdálenosti světlosti čtverečně ubývá. Při dvakrát tak velké vzdálenosti jest světlosť čtyřikrát, při třikrát větší vzdálenosti devětkrát slabší atd. Chceme-li při vzdálenosti 20" tak jasně viděti jako vidíme ve vzdálenosti 10" při dvou svíčkách, musíme čtyři svíčky rozžehnouti. U zvuku jsme shledali tentýž poměr.

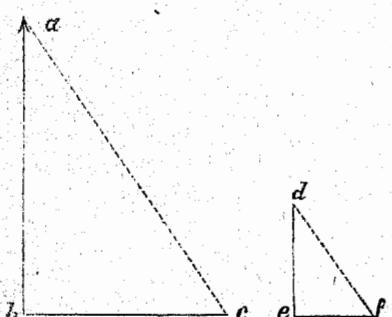
*Stín.* Chceme-li předmět viděti, musí osvětlen býti a žádné neprůhledné těleso nesmí mezi ním a světlem státi, sice by povstal za ním neosvětlený prostor čili *stín*. Stín povstává vždy, když neprůhledné těleso v rovnou čáru mezi světlo a předmět postavíme, u př. pod stromem za slunečního světla a za člověkem před lampou stoječím. Kdyby bylo

světlo pouze jako bod  $a$  (obr. 157.) malé, měli bychom za neprůhlednou deskou  $m$  stín  $c m d$ , a kdyby bylo jako bod  $b$  malé, byl by stín  $e n m o$ ; že ale plamen lampy neb svíčky  $ab$  rozsáhlý jest, povstávají dva stíny, t. stín *úplný* v  $A$ , kam za neprůhlednou deskou paprsky od žádného bodu světla přijíti nemohou a pak *neúplně stíny*  $c n e$  a  $d m o$ , kam jen částečně paprsky dopadají. Mimo stíny jest na všech místech úplné světlo. Za tělesy hranatými povstává stín podoby jehlanců komolých a za okrouhlými jako od země v podobě kuželů komolých.

Stín sloužitimuž k ustanovení výšky věže, stromu, vůbec všech vysokých předmětů, které si  $ab$  (obr. 158.) představíme. Od  $ab$  máme stín  $bc$ . Kdybychom zabodli hůl do kolmo do země, vrhala by stín  $ef$ . Trojúhelníky  $abc$  a  $def$  jsou sobě podobny, protože všecky jejich strany jdou rovnosměrně. Proto  $ab : de = bc : ef$ . Výška předmětu  $ab$  jest tolikrát větší



(Obr. 157.)



(Obr. 158.)

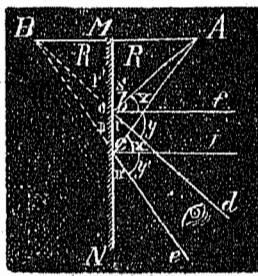
než výška hole  $de$ , kolikrát je předmětu stín  $bc$  větší, než stín  $ef$  hole. Vezmeme-li sáh neb metr místo tyče, máme počet snadný, neboť tu změříme, kolikrát je stín předmětu delší než stín sáhu neb metru a máme výšku předmětu v sáhách neb metrech určenou.

*Rychlosť světla.* Rychlosť, jakou světlo se rozšíruje, jest tak veliká, že pouze pozorováním hvězdářskými se proskoumala. Hvězdáři pozorovali planetu Jupiter s jeho čtyřmi měsíci a vypočali, když přicházejí měsíce do stínu Jupitera, což pravidelně se děje, z většího neb menšího vzdálení od země, že světlo rychlostí bez mála 42.000 mil za jednu sekundu se rozšíruje. Proti takové rychlosti jsou vzdálenosti několika mil neb hodin pravou maličkostí; tudíž tvrditi můžeme, že užíváme světlo v tomtéž okamžiku, v kterém povstane. Také hvězdáři dokázali, že světlo od slunce k nám v 8 minutách a 13 sekundách přichází.

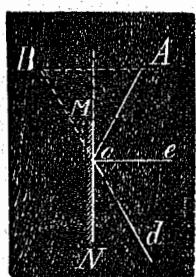
### Odrážení světla. Zrcadla.

Je-li povrch těles hladký a lesklý, odrážejí se od nich paprsky zcela pravidelně jako pružné koule od stěny (viz obr. 98), tak že se zdá, jakoby z nich paprsky přicházely. Tělesa hladkého a lesklého povrchu slují *zrcadla*, jako kovová lesklá deska, sklo na tmavém předmětu (černém suknu, na stěně neb amalgamu) a stojatá voda. Kdybychom malým otvorem v okenici pustili na podlahu na zrcadlo paprsky, tu by se, jak v obr. 98. praveno, odrážely a pak kdyby zrcadlem se nahýbalo, tedy úhel dopadu měnil, měnil by se i úhel odrazu. Zde jest to jako u zvuku. Je-li povrch tělesa nerovný, odrážejí se paprsky nepravidelně.

Máme zrcadla *rovná*, *výdutá* a *dutá*. a) *Rovná zrcadla*. V rovných zrcadlech jest vzdálenost obrazu za plochou tak velká jako vzdálenost předmětu před ním, což i okem posouditi můžeme, když se před zrcadlo v rozličných vzdálenostech stavíme. Podle měřictví se vyřknutá pravda úplně dokáže. Je-li  $MN$  (obr. 159.) zrcadlová plocha, odrážejí se paprsky  $Ab$  a  $Ac$  od předmětu  $A$  na zrcadlo dopadlé pravidelně jako kule pružné ve směru  $bd$  a  $ce$ , tak že úhly dopadu  $x$  úhlům odrazu  $y$  se rovnají. Směry  $bd$  a  $ce$  se rozvíhají, tudíž si je na druhou stranu prodloužiti musíme, kde se sbíhají a kde i obraz v  $B$  povstane, který se uchytiti nedá a proto *geometrický obraz* sluje. Nám se zdá, jakoby přicházely paprsky od  $B$  a proto oko vidí předmět  $A$  v místě  $B$ , třeba kdekoli před zrcadlem bylo. Spojíme-li předmět  $A$  s obrazem  $B$ , stojí přímka  $AB$  kolmo na zrcadle  $MN$  a vzdálenost předmětu od zrcadla, totiž  $AM$  rovná se  $BM$ , totiž vzdálenosti obrazu od zrcadla.  $\triangle Abc \cong Bbc$ , neboť mají oba společnou stranu  $bc$  a oba na ní ležící úhly se sobě rovnají. Jest totiž  $\angle r = \angle s$ , neboť  $\angle x = \angle y$ ; pak  $\angle r = \angle r'$  co vrcho-

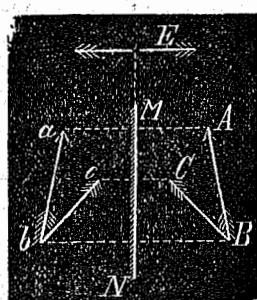


(Obr. 159.)



(Obr. 160.)

lový úhel a proto také  $\angle s = \angle r'$ . Odečteme-li od dvou pravých úhlů stejné úhly  $s$  a  $r'$ , zbyvá úhel  $Abc = \angle Bbc$ ;  $\angle n = \angle n'$  co vrcholový a že jest  $\angle n = \angle Acb$  (neboť  $\angle x' = \angle y'$ ), tu jest také  $\angle n' = \angle Acb$ . Z toho jde, že jsou trojúhelníky  $Abc$  a  $Bbc$  sobě rovny a tedy i strana  $Ab = Bb$ . Také trujúhelník  $AbM$  a  $BbM$  jsou sobě rovny, neboť strana  $Mb$  jest oběma společná a strana  $Bb = Ab$ , což dříve dokázáno, pak  $\angle r' = s$ ; proto úhly  $R$  a  $R'$  pravé jsou,  $AB$  stojí kolmo na  $MN$  a pak  $AM = BM$ .



(Obr. 161.)

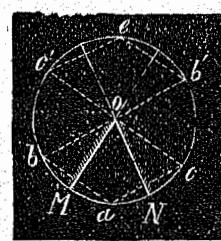
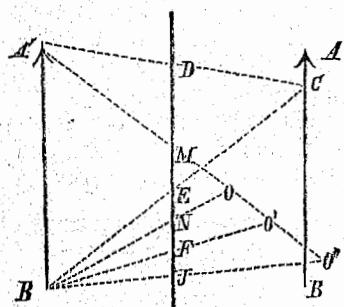
Je-li předmět v  $A$  (obr. 160.), najdeme jeho obraz, když si zrcadlovou plochu  $MN$  prodloužíme a kterýkoli paprsek, třeba  $Ac$ , na zrcadlo vedeme, od kolmice  $ce$  odrážený paprsek  $cd$  za zrcadlem prodloužíme a od  $A$  kolmici  $AB$  prodlouženou vedeme zrcadlovou plochou. Obraz předmětu  $A$  uželi bychom v  $B$  tak daleko za zrcadlem, jako je předmět před zrcadlem vzdálen.

Postavíme-li předmět  $AB$  a  $CB$  (obr. 161.) před zrcadlo  $MN$  v pokoji v rozličné vzdálenosti a poloze, mění se v tomtéž poměru vzdálenost a poloha obrazu  $ab$  a  $bc$ . Je-li zrcadlo v úhlu  $45^\circ$  nakloněno, stojí obraz přímo od předmětu ležatého, naopak obraz leží od předmětu přímého.

Kutálime-li kouličku po stole před oným v  $45^\circ$  postaveným zrcadlem, zdá se nám tato svíšno nahoru stoupati. Strom  $E$  (obr. 161.) na břehu zdá se ve vodě obrácen být, protože špička jeho od zrcadla, totiž od plochy vody, vzdálenější jest než kmen u země. S kterého břehu strony viděti se mohou?

Není vždy celého zrcadla třeba, abychom předmět viděli; jest pouze potřebí, aby přímky, kterými se obraz s okem spojuje, zrcadlem procházely. Osoba  $AB$  (obr. 162.) která okem  $C$  na svůj obraz  $A'B'$  se dívá, potřebuje pouze část  $DE$  zrcadla miti. A kdyby na tentýž obraz  $A'B'$  z  $o'$  se díval, potřeboval by část zrcadla  $MN$  a z  $o'$  větší část  $MF$  a z  $o'$  ještě větší část  $MJ$ . Z toho následuje, že čím bliž u zrcadla se nalezáme, tím menšího zrcadla, a čím dále jsme, tím většího zrcadla k uzření stejných obrazů potřebujeme.

Dáme-li mezi dvě zrcadla  $MO$  a  $NO$  (obr. 163.) na jedné straně v úhlu nakloněná předmět  $a$ , užíme jeho obraz vicekrát v kruhu. Jsou-li zrcadla v úhlu  $60^\circ$



spojena, vidíme obraz od předmětu  $a$  za zrcadlem  $MO$  v  $b$  a tento obraz za zrcadlem  $NO$  v  $b'$  a obraz  $b'$  za prodlouženým zrcadlem  $MO$  v  $e$ . Od předmětu  $a$  vidíme obraz ještě za zrcadlem  $NO$  v  $c$ , tento za zrcadlem  $MO$  v  $c'$  a tento opět za prodlouženým zrcadlem  $NO$  v  $e$ . V e splývají obrazy od  $c'$  a  $b'$ . Od předmětu  $a$  vidíme tedy 5 obrazů. Zmenší-li se úhel zrcadel  $MON$ , zvětší se počet obrazů. Obrazů jest vždy o jeden méně než číslo naznačující, kolikrát jest úhel zrcadel v  $360^\circ$  obsažen.

Na tom se zakládá kukátko, nazvané *krasohled* (kaleidoskop), které sestává z dvou úzkých podélných zrcadel v úhlu do začernalého pouzdra zasazených. Plocha pouzdra má na jednom konci u prostřed okrouhlé malé sklíčko, kterým do vnitř hleděti se může. Na druhém konci jsou dvě rovnoměrná skla, mezi která se několik kousků barevných sklíček položí. Zevnitřní sklo jest mdle leštěné, aby se nevidělo nic, než pouze hvězdovitě rozmnожené obrazy sklíček, které se mění, když se dost málo pouzdrem zatřepá.

Dáme-li mezi dvě proti sobě rovnoměrně stojící zrcadla předmět a díváme-li se se strany do nich, vidíme v rovné čáře obrazů velmi mnoho; vzdálenějších pro malou světlost spatřiti nelze. Více obrazů při zrcadlech kolmo neb nakloněně stojících pochází odtud, že první obraz předmětu zase co předmět pro druhý obraz, ten zase pro třetí obraz předmětem atd. jest. Tak postavená zrcadla bývají někdy u hodinářských krámů, kde se pak zdá hodin bez počtu býtí.

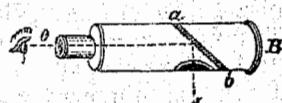
*Upotřebení zrcadel rovných.* Zrcadlem můžeme viděti vedle sebe, v pravo, v levo, nahore, dole i za sebou, kam ani pohlížeti nemůžeme. Jak to možno, vyložíme si, když v rozličném směru zrcadlo postavujeme a předměty v pokoji pozorujeme. K vůli opakování zkoušejme, jak se vše shoduje se znázorněnými obrazy předešlými.

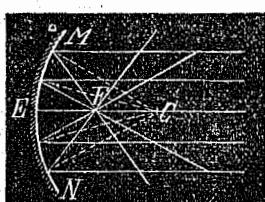
V některých kostelích jest obrácen varhaník zády k oltáři a tu musí mít před sebou skloněné zrcadlo, aby každý okamžik kněze u oltáře pozorovati mohl. Někde je varhaník obrácen k oltáři, ale pro vysoké varhany kněze viděti nemůže. Zde jsou dvě zrcadla a sice jedno vysoko na stěně za varhanami nakloněno, a druhé jest před varhaníkem odkloněno. Kdo má dvě zrcadla, ať nakloňováním jich předmět od dveří u protější stěny hledá.

Pověsíme-li zrcadlo na stěnu mezi okna, vidíme vše na ulici, třeba jsme pohodlně u stolu seděli, jen když je přiměřeně nakloníme. Chceme-li osobu viděti, aniž by ona to pozorovala, zařídme si kukátko (obr. 164) čili divadelní dalekohled zrcadelný, kterým zdánlivě hledíme do  $B$ , ale vlastně osobu  $A$  zrcadlem  $ab$  v  $45^\circ$  nakloněném co obraz do  $B$  přeneseme. Zadní část trubice jest arcit jenom k vůli klamu.

Tak zvané *kouzelné kukátko* (obr. 165) má čtyři zrcadla  $abcd$  vesměs v  $45^\circ$  nakloněná

(Obr. 164.)





(Obr. 166.)

poloměry ze středu  $C$  a úhel dopadu uděláme rovný úhlu odrazu. V tomto bodu jest nejen světlo, ale i teplo soustředěno, tak že v něm i hubka na slunci se zapálí. Proto služí tato zrcadla i zapalovací.

Dutého zrcadla užívá se k jasnemu osvětlení předmětu, jako je potřeba při drobnphledu. Zde musí zrcadélko tak se postaviti, aby předmět do ohniska jeho přišel, tedy co možná nejvíce byl ve světle.

Dáme-li v obraze předešlém předmět svítící do ohniska  $F$ , tu se paprsky rovnosměrně odrážejí. Proto tohoto zrcadla, arcí plechového a vyleštěného, se potřebuje u lamp v hostincích, u lamp při kočárech a fiakrech a u dráhy, aby světlo jím rovnosměrně na dálku se odráželo. Také se ho při plavbě pomořské na nebezpečných místech užívá. Jsou totiž zvláštní věže zařízeny, na nichž se rozsvítí světla, aby byla místa nebezpečná korábům výstrahou. Světla dají se do ohniska dutých zrcadel, od nichž paprsky rovnosměrně se odrážejí a na jednu stranu vysýlají.

Dáme-li předmět  $AB$  (obr. 167), což se nejlépe ukazuje svíčkou hořící, před střed  $C$  zrcadla  $MN$  (totiž střed té koule, jejiž část duté zrcadlo tvoří), nalezá se obraz  $ba$  před zrcadlem mezi středem a ohniškem zmenšený a obrácený. Čím více předmět  $AB$  od zrcadla vzdalujeme, tím je obraz  $ab$  menší a z velké vzdálenosti byl by obraz v ohnisku. Předmět v ohnisku postavený nedá obrazu, neboť paprsky rovnosměrně se odrážejí. A je-li svíčka, vůbec předmět, v  $ab$  postavený, dá zase obraz zvětšený  $AB$ , který se na ploše bílé, papírové zachytiti může. Takovým zrcadlem, musí ale aspoň 2' dlouhý průměr mít, mohou se duchové představiti. Zrcadlo dá se do skřínky černou bárvou natřené a před ní obrácený předmět, který chceme viděti. Lampou v skřínce předmět se osvětlí a jeho obraz na tenké plátno neb na kouř z kadidla zachytí. Tak by se i duchové na hřbitově ze vzdálenosti objevovati mohli.

v lepenkové trubici  $AB$ . Předmět  $S$  vidíme dobře, třeba se v  $C$  cokoliv nalezalo. Zajímavó jest předmět prvním zrcadlem prodlouženým si znázorniti, od toho obrazu zase nový obraz druhým prodlouženým zrcadlem zpřímiti atd. i 3 a 4 zrcadlem.

b) *Dutá zrcadla.* Zrcadlo duté  $MN$  (obr. 166) jest částí koule po

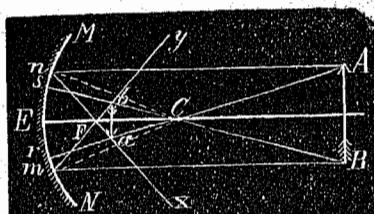
vnitřní prohloubené straně lesklé, jejiž střed by byl bod  $C$ . Sklíčko hodinářské podle staršího spůsobu prohloubené, tak že skutečně část koule tvoří, nám duté zrcadlo představiti může, polepíme-li je na zevnitřní straně pečetním voskem neb stannolem. Takovým zrcadlem sbíhají se všecky sluneční paprsky, které rovnosměrně dopadají, při odrazu v jednom bodu  $F$ , který služe *ohnisko*. Ohnisko si vynajdeme, když od bodů dopadlých paprsků vedené kolmice, totiž

Abychom tvoření obrazů si představiti mohli, vedme od předmětu  $AB$  (obr. 167) nejprvé hlavní paprsky  $Ar$  a  $Bs$ , t. j. takové, které středem  $C$  jdou a v tomtéž směru se odrázejí; pak vedme k ose zrcadla, která jest rovná čára spojující střed  $C$  s prostředkem zrcadla  $E$ , vedlejší třeba s hlavními rovnoměrnými paprsky  $An$  a  $Bm$ . Abychom směr odrazených paprsků vynášli, vedme si na dopadlé body  $n$  a  $m$  kolmice  $Cn$  a  $Cm$  (v kruhu jest totiž každý poloměr kolmici) a vedme  $nx$  tak, aby úhel dopadu  $AnC$  se rovnal úhlu odrazu  $Cnx$ , tu obdržíme odrazený paprsek  $nx$  dopadlého paprsku  $An$ . Paprsek  $Bm$  od  $B$  na zrcadlo dopadlý podle řečeného ve směru  $my$  se odráží. Hlavní paprsky musí se v tomtéž směru zpět čili samy v sobě odrážeti, protože kolmice (poloměry) s nimi splývají. Obraz bodu  $A$  musí v  $a$  být, protože dva paprsky, totiž hlavní  $Ar$  a vedlejší  $An$ , v tomto bodu se řeží; obraz bodu  $B$  se nachází z tétož příčiny v  $b$  a všecky body předmětu  $AB$  mezi  $A$  a  $B$  ležící musí mezi  $a$  a  $b$  vyobrazeny být.

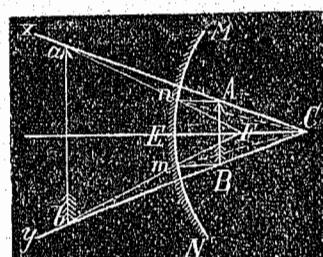
Je-li předmět  $AB$  (obr. 168.) mezi ohniskem a zrcadlem, uzříme obraz  $ab$  za zrcadlem zpříma a zvětšený. Hlavní paprsek  $Cx$  sbírá se s vedlejším  $An$  ve směru  $nF$  odraženém v  $a$  za zrcadlem; takéž hlavní paprsek  $Cy$  s vedlejším  $Bm$  ve směru  $mF$  odraženém v  $b$  se řeže. Proto jsou body  $a$  a  $b$  obrazy bodů  $A$  a  $B$  a mezi nimi ostatní body předmětu  $AB$  vyobrazeny.

e) Zrcadla vydutá. V zrcadle vydutém (obr. 169.), u př. na lesklé kovové nebo skleněné kouli uvnitř tmavým tělesem pokryté nebo jen část koule představující, vidíme předmět  $AB$  zmenšený a přímý. Sklíčka hodinářská staršího spůsobu na vnitřní straně stannolem potažená molou nám zrcadlo vyduté představiti. Taková zrcadélka jsou i do kapsy nebo většího druhu i pro malíře krajin; v zahradách panských vídáme celé zrcadlové koule.

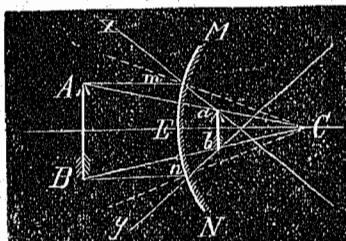
Abychom si zde tvoření obrazu znázornili, vedme od bodu  $A$  hlavní paprsek  $AC$ , který se sám v sobě odráží, a vedlejší  $Am$  k ose  $CE$  rovnoměrný, který ve směru  $mx$  se odráží a tudíž prodloužen s hlavním v bodu  $a$  se řeže, kde tedy obraz od  $A$  povstane. Od  $B$  vedený vedlejší paprsek  $Bn$  ve směru  $ny$  se odráží a prodloužen s hlavním  $BC$  v  $b$  se řeže, kde obraz od  $B$  povstane. Obraz předmětu



(Obr. 167.)



(Obr. 168.)

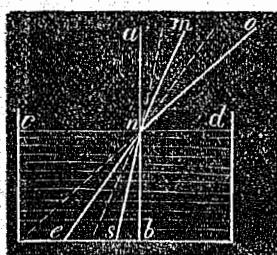


(Obr. 169.)

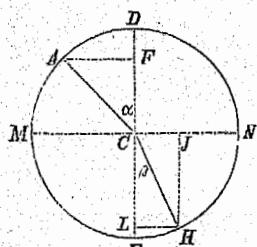
$AB$  jest tedy  $ab$  přímý a zmenšený. Přibližujeme-li předmět k zrcadlu, zvětšuje se jeho obraz, a vzdalujeme-li předmět, obraz jeho se zmenšuje. Kdo se tedy nakloní hlavou k vydutému zrcadlu, uzří hlavu a na ní nos poměrně větší než ostatní tělo. Natáhneme-li ruku k takovému zrcadlu, jest tato poměrně větší. Na zrcadlových koulích velkých v zahradách to nejlépe pozorovat můžeme. A jest-li v láhvích vinné někdo pozoroval svůj obraz, tím více byl zohyzděn.

Rovnosměrné dopadlé paprsky na zrcadlo vyduté se rozptylují; proto sluje takové zrcadlo i *rozptylovací*, a nám se zdá, jako by paprsky z jednoho bodu z uvnitř vycházely, což *zdánlivé ohnisko* jmenujeme.

### Lom světla.



(Obr. 170.)



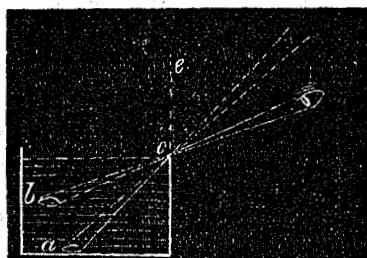
(Obr. 171.)

Paprsky v rovném směru se rozšírují, pokud jedním a tímto stejně hustým tělesem procházejí. Přicházejí-li paprsky do těles rozličných, neb zůstanou-li v tomtéž tělese (u př. ve vzduchu), ale přecházejí-li z hustších do řidších vrstev neb obráceně z řidších do hustších, mění vždy svůj směr, čili odchylují se od svého směru, a tu pravíme, že se paprsky *lámou*. Přicházejí-li paprsky  $en$  a  $sn$  (obr. 170) z tělesa hustšího (z vody) do řidšího (vzduchu), lámou se od kolmice  $ab$ , kterou si hraniční plochou  $cd$ , jež obě rozdílně hustá tělesa dělí, vede, ve směru  $no$  a  $nm$ . Přicházejí-li paprsky  $mn$  a  $on$  z tělesa řidšího do hustšího (ze vzduchu do vody nebo do skla), vždy se lámou ke kolmici  $ab$  ve směru  $ns$  a  $ne$ . Čím více šikmo paprsky dopadají, tím více se lámou; jen kolmé paprsky se nelámou. — Lom ve vodě snadno dokázati můžeme. Udělejme si dřevěný kotouč nebo kruh na čtverhraném prkénku, vědme na něm průměr  $MN$  (obr. 171), který

rozhraní vody a vzduchu představuje, a na něj postavme kolmo druhý průměr  $DE$ . Z bodu  $A$  vědme paprsek  $AC$  na rozhraní  $MN$  a zároveň kolmici  $AF$  z bodu  $A$  na kolmici  $DE$ . Rozdělme  $AF$  na čtyři díly, z těchto vnesme pouze tři na  $CJ$  rozhraní  $MN$ , z  $J$  vědme rovnosměrnou přímku  $JH$  k  $DE$  a  $H$  spojme s  $C$ . Paprsek  $AC$  do vody dopadlý lámá se v paprsku  $CH$ , jako  $4:3$ . Ponořime-li kruh až k  $MN$  do vody, vidíme paprsek  $AC$  s lomeným  $CH$  v přímé čáře.

Vstrčíme-li hůl šikmo do vody, zdá se nám, když se strany na konec ponořený hledíme, jako by na povrchu vody byla zlomena; vstrčíme-li ji kolmo do vody, zdá se kratší být. Postavme sklenici s broušeným hladkým dnem a vodou naplněnou na rovnou čáru na papíru neb

na stole udělanou a hledíme vodou na čáru se strany; čára je v tom místě, kde hraničí voda se vzduchem lomena, a díváme-li se svisno s hůry na ni, je rovna. Když nahneme sklenici do polovice vodou naplněnou na čáře k sobě, vidíme čáru více lomenou a puntík na ní udělaný jest dobré výš k pozorování. Dejme peníz  $a$  (nejlépe čtyřkrajec) (obr. 172.) do hrnečku prázdného (neb vábce do nádoby neprůhledné) a hledíme ne-



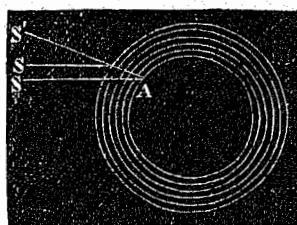
(Obr. 172.)

pohnutě se strany tak na něj, abychom jen sotva kraj viděli. Necháme-li od někoho vodu do nádoby zlehka lití, aby peníz litím vody se nepošoupnul, uzříme peníz celý, což jest důkazem, že se vodou zdánlivě z  $a$  do  $b$  zvýsil a že paprsky svítivé  $ac$  od kolmice  $ee$  lomené do oka pozorovateleva přicházejí. Střílí-li kdo na rybu, nesmí do ní mířiti, nýbrž pod ni, protože lámání paprsků zdánlivě výše plovati se zdá. Řeky a rybníky, když v nich čistá voda klidně stojí neb volně teče, zdají se mělčimi být.

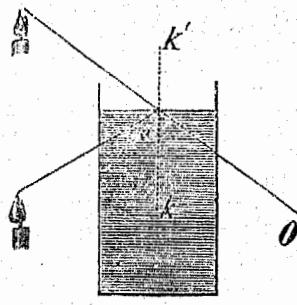
Hvězdy nikdy v tomtéž místě  $S$  (obr. 173.) se nenalezají, na kterém je z povrchu země  $A$  viděti se domníváme, protože od nich paprsky z řidších vrstev vzduchu do hustších přicházejí a k myšlené kolmici se lámou; my je blíže nad sebou v bodu  $S'$  vidíme, kdežto ony přece níže stojí. Paprsek vlastně v křivé čáře k nám přichází, protože vzduch jest k zemi postupně hustší a nikde značného přechodu se nejeví. Když slunce při východu ještě pod obzorem jest, vidíme je, což by se nestalo, kdyby lámání světla nebylo; slunce se nám zdá výše být, a když zapadlo, vidíme je ještě po nějaký čas. Kdyby lomu ve vzduchu nebylo, byla by v tom okamžiku čirá tma, jak by slunce zapadlo, jako kdyby v pokoji svíce se zhasla. Následkem lomu máme i setmění, totiž poznenáhlý přechod ze světla do tmy.

Kdo měl příležitost po vypálení cihel nad pecí kmitavé proužení vzduchu pozorovat a jím na předmět vzdálenější hleděti, viděl, jak se předmět sám polýbovat i zdál. Tak i mnohdy nad kamenitou neb písečnatou půdou vzduch silně se vylíívá a vystupuje nahoru, na jebož místo opět jiný přichází, což tentýž polýb vzdachu jako nahore za následek má.

*Úplný odraz.* Naplňme nádobu  $a$  (obr. 174.) vodou a postavujme Kopeckého fyzika 2. vyd.



(Obr. 173.)



(Obr. 174.)

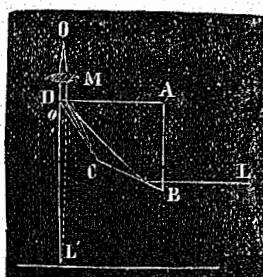
svíčku rozžatou za ní v rozličné výši a pohližejme vodou na plamen z bodu  $O$ . Plamen neuzříme nikdy na místě, na němž se skutečně nalezá, nýbrž mnohem výš nad vodou. Při některém postavení svíčky uvidíme pouze povrch vody hodně osvětlený, a při některém postavení neužíme docela žádného plamene.

Přicházejí-li paprsky z tělesa hustšího do řidšího, jako zde od světla do vzduchu, lámou se od kolmice  $k\ k'$  a to tím více, čím šikměji dopadají, totiž čím větší úhel  $a$  jest. Proto se státi může, že paprsek pouze po rozhraní obou těles prochází neb docela v tomtéž tělese se odráží a tedy z něho ani nevychází, jako je právě na našem obraze, kde dopadlý paprsek se odráží, a my tudíž od plamene svíčky obraz v prodloužených paprscích, kde se řeží, výš spatříme.

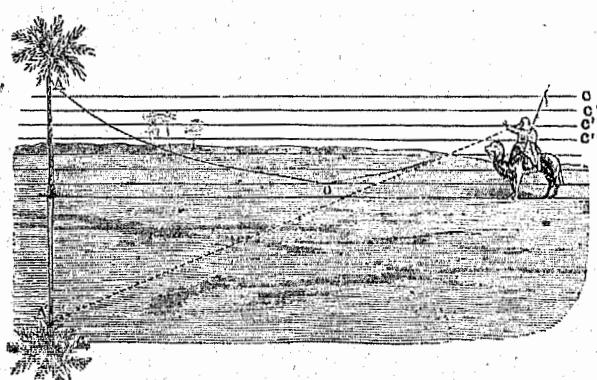
Je-li úhel  $a$  větší než  $49^\circ$ , uvidíme vždy plamen svíčky a sice výš; je-li úhel  $a = 49^\circ$ , uvidíme plochu vody osvětlenou, tedy obrazu není; je-li úhel  $a$  menší než  $49^\circ$ , vychází paprsek lomený do vzduchu, pročež ničeho nevidíme.

Na úplném odrazu zakládá se upotřebení komory svělé (camera lucida) (obr. 175.), jíž se k obkreslení některého předmětu použiti může. Komora tato sestává z hranolu  $ABCD$ , který u  $C$  do úhlu  $135^\circ$  a u  $A$  v pravý úhel přibroušen jest. Paprsky od předmětu  $L$  přicházejí na plochu  $CB$  v úhlům příliš velkém a proto se odrážejí v tomtéž hranolu a vycházejí z něho rozbitavě ven, pročež v prodloužení jich v  $L'$  spatříme obraz předmětu  $L$  a jej na bílém papíru obkreslit můžeme.

Zrcadlení vzduchu (fata morgana). V horlkých krajinách stává se často, že předměty, jako stromy a domy, ve vzduchu obráceně (obr. 176.) se jeví a cesto-



(Obr. 175.)



(Obr. 176.)

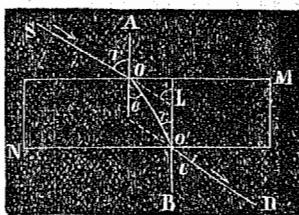
vatelům se zdá, jakoby půda vodou byla. Takové přírodní úkazy služí fata morgana a jeví se nejnápadněji v písčinatých horkých krajinách, jmenovitě v dolním Egyptě.

Příčina toho výjevu jest lámání světla na velkých rovinách v rozličně hustém vzduchu. Jest-li se totiž písek silně vyhřeje, rozředí se vzduch nad ním, a je-li úplně ticho, nemůže studenější na jeho místo. Tak třeba i po několik hodin zůstává vzduch dole řidší a výše hustší. Paprsky od předmětu  $A$  přicházejí z vrstev hustších do řidších a lámou se od kolmice, až posléze někde v  $O$  dopadají tak šikmo, že úplný odraz nastane, kde se paprsky zase do výše odrážejí, ale ke kolmici. Paprsky se rozbalují, pročež si je dolů prodloužiti musíme, kde se sbíhají a obraz převrácený povstane. Tedy vidí Arab dva obrazy od stromu, jeden totiž přímo a druhý obrácený. Mezi oběma nalezá se vzduch a tu ze vzdáli se zdá, jakoby věže, obydli, stromy atd. ve vodě se zrcadlily. Nad mořem viděti bývá obrazy ve výšce, protože je vzduch nad vodou chladnější a tudiž lom opáčný povstává.

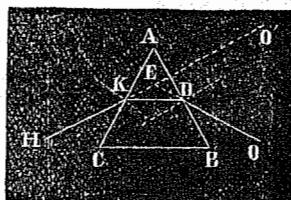
Přichází-li světlo na těleso s rovnosměrnými plochami  $MN$  (obr. 177.), jako u př. na příliš tlusté sklo, lámá se paprsek  $S$  ke kolmici  $Ac$  v  $oo'$  a u východu právě tak od kolmice  $BL$  ve směru  $o'D$ , takže úhel  $c$  se rovná  $\angle r$  a úhel  $c'$  úhlmu  $r'$  čili  $\angle AOS$ . Paprsek vychází rovnosměrně s dopadly, jenže jest o něco pošnut.

Má-li těleso  $ABC$  (obr. 178.) plochy  $AC$  a  $AB$  sbíhavé, pošine se obraz ku straně  $A$ , kde plochy se sbíhají. Tělesa se sbíhavými plochami nazýváme *hranoly* a úhel  $CAB$ , který zaujímají plochy, sluje *úhel lomu*. Paprsek  $OD$  od předmětu  $O$  láme se ke kolmici do  $DK$  a zde se lámá, protože vychází ze skla do vzduchu, od kolmice ve směru  $KH$ . Všecky paprsky by se zde rozbalily, pročež si je prodloužíme na druhou stranu, kde se sbíhají a kde nám povstane v  $O'$  obraz od předmětu  $O$ . Čím jest větší úhel lomu, tím více se odchyluje obraz od svého pravého místa. Kdyby sklo do více hran broušeno bylo, bylo by viděti více obrazů. Děti takových skel užívají co hraček.

Když jsou v okně prouhy, hraboly, výběc, nerovnosti, bývají i věci pošinuty, zkroucený neb roztaženy. I zrcadla nerovná ukazují vše zkřivené. Tabule v přízemí u holičů, hostinců i příbytků bývají zprohýbány, aby světlo procházelo, ale aby z venku nebylo možno předměty uvnitř rozeznati, což se tím stává, že paprsky velmi nepravidelně na všecky strany se lámou. Dáme-li čtyřkrajecar do prostředí sklenice vodou naplněné a trochu-li ji polneme, tu se i obraz penízu vlněním vody jako na nerovných stěnách pošinuje a proto peníz sem tam polhybovat se zdá.



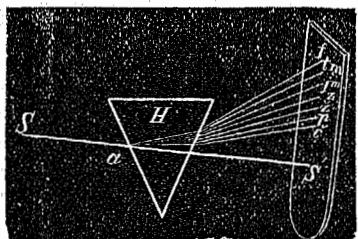
(Obr. 177.)



(Obr. 178.)

### Rozklad světla.

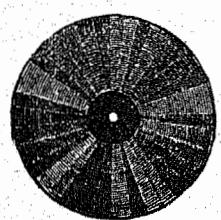
Paprsky světla při přecházení do rozličně hustých těles nejen se lámou, nýbrž ony při druhém lomu také do barevných světel se rozkládají čili rozptylují. Pustíme-li do zatemněné světnice malinkou skulinou okenice sluneční paprsky, které za jeden paprsek *Sa* považovat můžeme, uzříme na stěně protější světlý proužek *S'* (obr. 179.) jako otvor skuliny velký. Dáme-li skleněný hranol trojhranný *H* před otvor okenice, láme se v něm paprsek *Sa* a na stěně výše, než byl dříve světlý proužek, rozkládá se v podlouhlý obraz barvy červené, pomerančové, žluté, zelené, modré (jasno a tmavo modré) a fialové. Barvy tyto jmenujeme *duhové vidmo*. Nejméně se láme červený paprsek, pročež jest nejbliže světlého proužku bez hranolu povstalého; postupně se láme více pomerančový, žlutý, zelený, modrý a nejvíce fialový.



(Obr. 179.)

Někteří rozeznávají 7 barev duhového vidma, totiž místo modré vidí jasno a tmavomodrou barvu. Vždy ale přechází jedna barva poznenáhla v druhou. Někteří rozeznávají tři hlavní barvy, totiž: červenou, žlutou a modrou, pravice, že ty ostatní jsou pouhé smíšeniny, totiž že *pomerančová* (obr. 180.) povstává z červené a žluté, *zelená* ze žluté a modré a pak *fialová* z modré a červené.

Máme-li na papírovém kotouči (obr. 181.), který vrtlík sluje, barvy duhového vidma v 6 výsečích ( $\epsilon = 45^\circ$ ,  $p = 27^\circ$ ,  $\tilde{z} = 48^\circ$ ,  $z = 60^\circ$ ,  $m = 100$ ,  $f = 80^\circ$ ) namalované a točíme-li vrtlikem rychle na strojku, uvidíme bílou barvu, vlastně zašpinělou, neboť nikdy nejsou naše barvy docela čisté, což důkazem, že se může opět z duhových barev bílá barva složit, z nich ony povstaly.



(Obr. 180.)

I také ze dvou barev na 180. obrazu proti sobě ležících uděláme točením bílé světlo, tedy z červené a zelené, pomerančové a modré, žluté a fialové; proto tyto barvy *doplňovacími barvami* jmenujeme. Doplňovací barvy rádi vedle sebe vydáme, jako červený květ vedle zeleného listu u růže, pomerančové červánky na modrém blankytu nebes, zelený luk zvláště krásnou při záři červánek a daleké hory fialové se žlutými paprsky slunce zapadajícího. Tak také ženské hledí při letním obléku, aby doplněvací barvy vedle sebe přišly.

K bílé a černé barvě hodí se každá jiná barva. Prádlo do pomerančova zažlutlé modříme, aby bylo bílé.

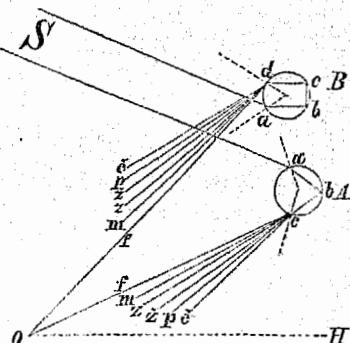
*Duha.* Barvy duhového vidma vidíme letního času také na obloze, když prší a zároveň slunce svítí; my je *duhové barvy* jmenujeme. Duhu vidíme dopoledne neb odpoledne, v samé poledne nikdy. Slunce musí být na jedné a dešť na druhé straně; dopoledne je duha na západě, a odpoledne na východě. Slunce, díváme-li se na duhu, máme vždy za zády, a čím slunce výše stojí, tím je duha výš. Prší-li po rozsáhlé krajině, vidíme hodně veliký oblouk duhových barev, uvnitř barvy fialové atd. až zevnitř barvy červené; prší-li po malé části země, jest duha krátká. Někdy zůstává duha jen malou chvilku jasná, barvy duhové se pozvolna ztrácejí, až ničeho k spatření není. Příčina toho jest, že bude přestává pršeti, neb že se slunce zatmívá čili vlastně za mrak se skrývá.

Duhu povstává loméním a rozkladem slunečních paprsků o dešťové krupě. Paprsek od slunce  $S$  (obr. 182.) přichází na krupě  $A$ , kdež se láme ke kolmici  $v$   $ab$  a zde opět v  $bc$ , a když z  $c$  vychází, rozptyluje se v duhové barvy. Nejvíce se láme, či od svého směru odchyluje, fialová, méně modrá atd. až nejméně červená barva. Kdo by tedy stál dle našeho obrazce v  $O$ , uzřel by fialovou barvu, a kdo by stál před námi, viděl by modrou, dále od tétož kapky zelenou, žlutou, pomerančovou, a poslední před námi viděl by červenou barvu. Kapka  $A$  nahražuje se takřka okamžitě druhou, třetí atd. kapkou, tak že jest to stejně, jako kdyby jedna a tatuž krupěj na tomtéž místě stále zůstala.

Jakou barvu od kapky hned nad  $A$  se nalezající z bodu  $O$  uzříme? Nejinou, než která se méně láme než fialová, tedy modrou, a od třetí kapky nad  $A$ , která se ještě méně láme, zelenou atd. až od 6. kapky nad  $A$  uzříme barvu červenou. Takto si dobrě vyložíme, proč vidíme uvnitř fialovou, dále modrou atd. až zevnější červenou barvu, v jakém pořádku každý pozorovatel duhové barvy skutečně viděl.

Duhu vidíme v oblouku, protože rozložené světlo jen z kapek, které mají stejnou polohu ke slunci a k oku našemu, tedy v kruhu položeny jsou, k nám přicházeti můžou. Hledí-li dvě osoby na duhu, nevidí tutéž jako my, nýbrž v jiném místě, ano i člověk sám, když se z místa pohně, hned se i duha pošine na jiné krupě. Proto i také na některém místě lépe duhu viděti možno než na jiném.

Někdy vidíme dvě duhy, totiž jmenovanou co *hlavní* a nad ní s větším poloměrem *duhu vedlejší*, mnohem slabší a s duhovými barvami v převráceném pořádku. Povstání duhy vedlejší vykládáme si dvojím odrazem, který kapkou  $B$  (obr. 182.) znázorněn jest. Paprsek



(Obr. 182.)

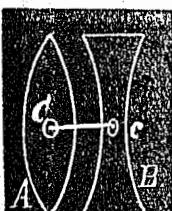
S přichází spodem do kapky, láme se v *ab*, *bc* a v *cd* a tu vychází příliš seslabené světlo z krápleje, které se rozkládá. Protože horem paprsek vychází, jest pořádek barev duhových převrácen, neboť fialový, který bychom z *O* spatřili, nejvíce se láme, pak ostatní méně, až červený nejméně.

*Přirozené barvy* těles povstávají rozkladem paprsků a odrážením některé částky vidma duhového. Předměty vidíme bílé, když se odráží světlo celistvé; černé jsou tehdá, pohlcují-li všecky barvy duhového vidma a žádných neodrážejí. Tělesa vidíme modrá, odrážejí-li modrou, červená, odrážejí-li červenou atd. část duhového vidma.

Vzduch málo par obsahující odráží nejvíce modré paprsky, pročež oblohu nebeskou modře barevnou vidíme. V značné výši, kde je vzduch řídký a méně paprsků modrých se odráží, jest obloha tmavá až skoro černá. Je-li vzduch příliš vlhký, jest nebe bělavé, protože od par odražené bílé světlo převyšuje od vzduchu odrážení modré paprsky. Vidíme-li daleké hory jasně, jest to známka, že jest vzduch velmi vlhký a děst brzký prorokovati můžeme.

Je-li slunce vysoko, vidíme je i nebe bílé, protože světlo slunečné málo na své jasnosti ztrátou modrých barev pozbývá. Při východu a západu procházejí paprsky sluneční hustý, studený vzduch a tu ztrácejí totíž modré barvy že z ostatních barev smíšená barva, totíž červená a žlutá, povstává a nám tudíž slunce jakož i na obloze nikdy nescházející páry co oblaky žlutavé a červené barvy se představují. Jsou to známé *červánky*.

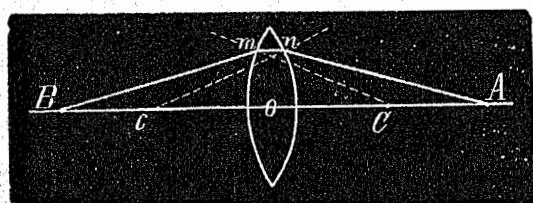
### Čočky.



(Obr. 183.)

Čočky jsou průhledná tělesa, jichž strany z úsečů kouli povstaly. Nejčastěji vídáme čočky *A* (obr. 183.) u prostřed tlusté a po krajích slabší, které spojné či *vyduté* neb *vypuklé* čočky slují; čočky *B* uprostřed tenší než po kraji jmenujeme *duté* neb *rozptylovací*. Bod *O* od obou ploch čoček stejně vzdálený sluje *optický střed*.

*Čočky spojné*. Spojíme-li oba středy *c* a *C* (obr. 184.), totíž středy kruhů, z jejichž výsečů si čočky skládáme, máme osu čočky. Paprsky na spojné čočky padající lámou se ke kolmici, jako při hranolu jsme viděli, a když do vzduchu přicházejí, od kolmice se lámou. Kolmice při kruhu jest vždy poloměr vedený k bodu čočky, v němž se jí paprsek dotýká. Pro paprsek *An* jest kolmici



(Obr. 184.)

poloměr  $cn$  a pro paprsek lomený  $nm$  jest poloměr  $Cm$  kolmici. Paprsek  $AB$  ve směru osy, nebo jiný středem optickým  $O$  procházející, se nelámá a sluje *hlavní paprsek*. Kdybychom vedli od tělesa  $A$ , který si co jeden bod myslíme, šikmý paprsek  $An$  na vydutou čočku, lámal by se ve směru  $nm$  a pak ve směru  $mB$  by vycházel, tak že by se s hlavním nelámaným paprskem v  $B$  setkal.

Cím bliže paprsky k ose na čočku padají, tím méně se lámu, čím vzdáleněji ale od osy padají, tím se více lámu, neboť jest čočka jako lranol, ale při konci jako hodně tupý a dál k ose jako ostrý. Paprsky na čočku v rozdílných směrech od  $A$  dopadlé vždy s hlavním v  $B$  se setkají, kde tedy povstane obraz od  $A$ . Vzdalujeme-li předmět  $A$  od čočky, blíží se jeho obraz  $B$  k čočce; naopak přibližujeme-li  $A$  k čočce, vzdaluje se obraz  $B$  od čočky.

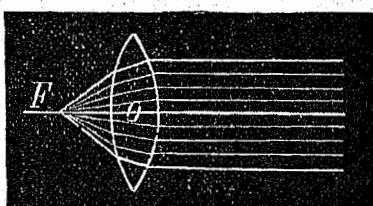
Padají-li paprsky od předmětu na čočku rovnosměrně (obr. 185.), což se stává, když předmět velmi daleko jest, jest obraz čočce, tedy bodu  $F$ , nejblíže. Jdou-li paprsky od slunce, soustředí se v tomto bodu všecky, a proto zde tak velké světlo i horko povstane, že hubka a tabák v něm položené se zapalují a papír se propálí; tento bod *ohnisko* jmenujeme. Pro tuto vlastnost takovýchto čoček co zapalovacích skel užíváme. Vzdálenost  $FO$  ohniska od středu optického sluje *dálka ohniska*.

Přijde-li předmět do ohniska, vycházejí paprsky rovnosměrně, pročež obraz nikde nepovstává.

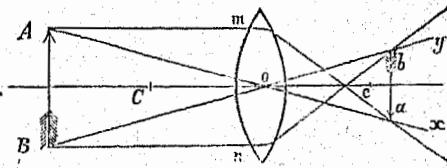
Když velkou vydutou čočku v držátku upevněnou na stůl v pokoji oknicemi zavřeném postavíme, pak rozžatou svíci v podstavci v stejné výšce po stole bud k čočce přibližujeme neb od ní vzdalujeme, přesvědčíme se o všem, co dosud o čočkách praveno a o následujícím:

Obraz za čočkou jest převrácený a menší, stojí-li svíčka daleko před ní; je-li svíčka v dvojnásobné dálce ohniska před čočkou, jest obraz převrácený a také tak velký jako plamen svíčky. Blíží-li se svíčka k čočce, vzdaluje a zvětšuje se obraz plamene, a stojí-li svíčka v ohnisku, nemá obrazu. Přijde-li svíčka mezi čočku a ohnisko, dostaneme zvětšený a přímý obraz na tétož straně svíčky. Obrazy skutečné od plamene svíčky zachytíme na papíru bílém v rámci nataženém.

Pro znázornění obrazů čočkami povstalých vezměme předmět  $AB$  (obr. 186.), vedme od  $A$  a  $B$  nejprv hlavní, totiž středem  $o$  jdoucí paprsky  $Ax$  a  $By$ , pak  $Am$ , který se dvakrát láme a s hlavním  $Ax$  v  $a$  stýká, kde obraz bodu  $A$  povstane. Od  $B$  paprsek  $Bn$  se láme a s hlavním  $By$  v  $b$  řeže, kde jeho obraz



(Obr. 185.)



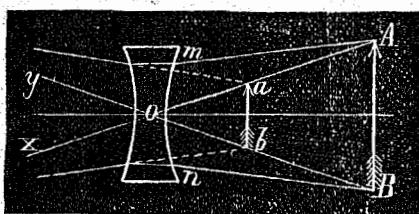
(Obr. 186.)

povstane, a sice skutečný obraz, neboť se na papírové neb plátně ploše zachytiti může. Mezi  $ab$  musí všecky body předmětu  $AB$  vyobrazeny být. Obraz jest tedy zmenšený a obrácený.

Máme-li naopak předmět blíž čočky v  $ab$ , jest jeho obraz dál v  $AB$  za čočkou, který se také na papírovou desku uchytiti může.

Je-li předmět  $AB$  (obr. 187.) mezi ohniskem  $F$  a čočkou, rozptylují se hlavní paprsky  $Ax$  a  $By$  i vedlejší  $Ab$  a  $Bc$  za čočkou, ale před ní se v  $a$  a  $b$  řeží, kde jejich obrazy také povstati musí. Pro tuto vlastnost potřebuje se takových čoček k zvětšování malinkých předmětů, jako broučků, much atd.

*Čočky rozptylovací.* V dutých čočkách rozbihají se lámání paprsky, které se před čočkami řeží; proto slují také rozptylovací čočky čili rozptylky. Dáme-li takovou čočku před slunce a desku papírovou za ni, není deska nikde osvětlena, spíše zatemnělá, protože nemá čočka žádného ohniska. Od předmětu  $AB$  (obr. 188.) objeví se obraz  $ab$  před čočkou a sice zmenšený a přímý. Hlavní paprsek  $Ax$  s vedlejším  $Am$  před čočkou v  $a$  se spojuje, kde obraz bodu  $A$  povstane. Tak také povstane od  $B$  hlavní paprskem  $By$  a vedlejším

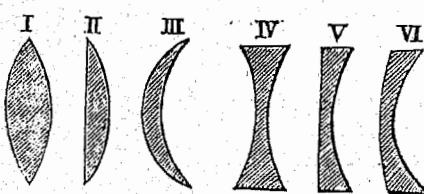


(Obr. 188.)

$Bn$  obraz v  $b$ ; celý předmět  $AB$  jest v  $ab$  vyobrazen a jest zmenšen i blíž čočky.

Bližíme-li předmět  $AB$  k čočce, bliží se jí též obraz  $ab$ ; vzdalujeme-li předmět od čočky, vzdaluje se zároveň i obraz.

*Podoba a vada čoček.* V praktickém životě dává se čočkám podoba rozličná, jak na obr. 189. vidíme. Spojné čočky jsou I. *dvojvypuklé*, II. *ploskovypuklé* a III. *dutovypuklé*. Rozptylkysou IV. *dvojduté*, V. *ploskoduté* a VI. *vypukloduté*.



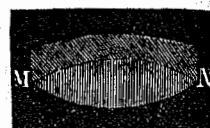
(Obr. 189.)

U čoček bývá stínidlo okrouhlým otvorem, aby předměty jen prostředkem jich pozorovati se mohly. Paprsky totiž, které okolo kraje hodně vydutých čoček procházejí, více se lámou a obraz něco blíže nich tvoří než paprsky blízko osy padající. Od předmětu bychom tedy

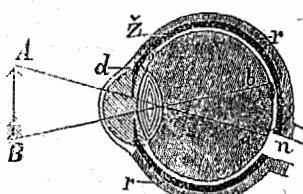
více obrazů vedle sebe dostali, které by byly nejasné. Vada tato sluje sférická odchylka.

Jiná vada čoček jest ta, že se v nich jako v hranolu paprsky bílé v barevné rozkládají, z nichž nejméně červené a nejvíce fialové se lámou. Hledíme-li po krajích čoček na předměty, vidíme jich kraje podle duhových barev zbarvené. Proto čočky vypuklé a duté (obr. 190.) z rozličného skla, totiž flintového a korunového, která skla nestejně paprsky lámou, dohromady se spojují, aby barevného kraje neměly; v takovém spojení služí čočky achromatické. Čočky achromatické, které ani vady sférické nemají, služí aplanatické.

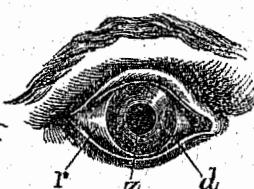
Oko. V oku lidském a zvířecím jest čočka k vidění nevyhnutelně potřebna. Oko, které máme v obr. 191. a jeho průřez v obr. 192.



(Obr. 190.)



(Obr. 192.)



(Obr. 191.)

vyobrazené, má podobu kule a pohybuje se pomocí šesti svalů. Zevnitř jest neprůhlednou, tuhou, bílou blánou *r* pokryto, která u předu jest něco vydutá, průhledná a barevnou částí oka pokrývá a služe rohovka. Bílá blána neprůhledná jest uvnitř potažena černou blánou žilkami protkanou, která služe žilovice *ž*, na níž jest zrakový nerv *n* jako síť s, pročež sitnice nazvaná, rozprostřen, který s mozkem ve spojení jest. Žilovice přechází u předu oka pod rohovkou v duhovku *d*, která jest tenká, měkká a rovná kožka, u lidí rozličně barvená (modré, šedé, hnědě, černě). Duhovka má u prostřed malý otvor tak zvanou zřetelnici čili zornici *s* (panenku). Za duhovkou leží čočka velmi průhledná nestejně vydutá, která sestává z tulé látky v blánce zaobalené. Uvnitř oka jest rosolovitou látkou, sklinou, a prostor mezi čočkou a průhlednou rohovkou mokem tekutým naplněn.

Čočka v oku slouží k tomu, aby paprsky od předmětů do oka přišlé se lámaly a obraz na zrakovém nervu, totiž na sitnici, zmenšený se vytvořil. Obraz ab v oku od předmětu AB (obr. 192.) jest obrácený, jak právě na obraze 186. ukázáno bylo. O tom se přesvědčiti můžeme na čerstvém volském oku, které má totéž zařízení jako lidské. Když totiž zadní část bílé blány ostrým nožem, až je průsvitavá, ztenčíme, vidíme na tom místě světlý předmět (třeba hořící svíčku) před zřetelnici do jisté vzdálenosti postavený obráceně. Kdo by měl oko z králska, lépe ještě o tom se přesvědčí, neboť tohoto zadní bílé blána jest průsvitavá a v žilovici žádného moku černého není.

Že obraz na sítnici obrácený jest, neškodí; neboť člověk právě z té strany očekává příčinu nějakého účinku, z které strany přichází. Když u př. malé děti škádlíme, fukneme je na té straně, na které nejsme, a ony se také v tu stranu obrací, odkud účinek přichází. Jest-li tedy od hořejší části předmětu paprsek čočkou na dolejší část sítnice prochází a zde k vědomí přijde, hledáme příčinu účinku toho zase v tomtéž směru, pročež vidíme přece předmět na pravém místě.

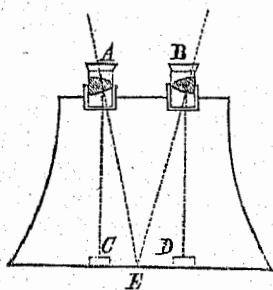
Pozbyde-li čočka částečně své průhlednosti, povstanou obrazy nejasné, mlhavé; je-li čočka docela nepřůhledná, nevidíme nic. Tato nemoc sluje *bělmo* (cink) a od toho lékaři pomáhají, když čočku na stranu v oku odstrní a brejlemi nahražují. Často bývá oko docela zdravé a člověk přece pranic nevidí; chyba spočívá v tom, že jest sítnice čili zrakový nerv bezcitný; zde pomocí není žádné. Zdravé oko čistí se *klapkami* (víčky) při mrkání; *řasy* na klapkách zabraňují vnikání prachu a mušek do oka a *obočím* se zadržuje pot na čele.

Na každý předmět díváme se dvěma očima, a ačkoliv v každém oku povstává obraz, přece vidíme jediný předmět, nikoliv dva, což by se očekávalo mohlo. Povstávají-li obrazy od předmětu na souděrných místech obou sítnic, vidíme jediný předmět, protože původ obrazů hledáme také v jediném místě. Jinak jest ale, pošineme-li oko prstem a hledíme-li na předmět nějaký v klidu. Tu povstanou obrazy od předmětu na rozličných místech obou sítnic a my spatříme každým okem předmět v jiném směru, tedy *dva* předměty, z nichž je jeden na skutečném místě a druhý pošinutý.

*Stereoskop* (tělesohled). Hledíme-li na vzdálené předměty, jsou oči rovně postaveny; hledíme-li na ně z blízka, kloní se oči k sobě. O tom se přesvědčíme, pozorujeme-li člověka, který na prst před nosem v rozličné vzdálenosti se dívá. Poloha pravého oka k prstu jest jiná nežli poloha levého oka, a proto soudíme, že v každém oku poněkud jiný

obraz povstane; že ale obrazy prstu na souděrných místech obou sítnic vzniknou, povstává přece jedna *tělesnost* prstu a vůbec každého předmětu.

I vykreslený předmět představí se nám *tělesně* je-li jednou, jak jej pravým a jednou, jak jej levým okem vidíme, vyobrazen. K tomu máme zvláštní kukátko (obr. 193.), které se stavá ze dvou polovin čoček *A* a *B*, v nichž přišly paprsky od obou předmětů *C* levým a *D* pravým okem pozorovaných se lámou a do očí před čočkami tak přicházejí, jako by ze společného místa *E* vycházely, kde také *tělesnost* obou obrazů vznikne; proto přístroj sluje *stereoskop*. Čočkami obraz se zvětšuje. Do skřínky stereoskopu přichází horem světlo, jehož k osvětlení obrazu třeba.



(Obr. 193.)

*nost* obou obrazů vznikne; proto přístroj sluje *stereoskop*. Čočkami obraz se zvětšuje. Do skřínky stereoskopu přichází horem světlo, jehož k osvětlení obrazu třeba.

### *Podmínky jasného vidění.*

a) *Zdravé oko.* Aby obraz od předmětu v našem oku jasný byl, musí povstati právě na sítnici. Zdravé oko vidí malé předměty, jako u př. při čtení a psaní písmeny, v dálce 8—10" jasně; tuto dálku jmenujeme *dálku zraku*. Jest-li tato vzdálenost 8—10" jest člověku velká, totiž musí-li malé věci k oku více sbližiti, aby je viděl, říkáme, že jest *krátkozraký*. Je-li pro něho naopak dálka 8—10" malá, totiž musí-li dátí předměty jmenované od oka dále, říkáme, že jest *dalekozraký*.

Krátkozraký (študenti, vůbec lidé drobounkými věcmi se zabývající) má rohovku více vypoulenou, než u zdravého oka shledáme; naopak dalekozraký (myslivci, rolníci — vůbec lidé, kteří na dálku z mládí hledivávali) má rohovku méně vypouklou, než u zdravého oka bývá. Oboje vady pozorováním oka posouditi můžeme. že při menším vypoulení rohovky také čočka se ztenčí a při větším vypoulení i čočka se shora se více smáčkne, tedy uprostřed rozšíří, snadno nahlédneme.

U krátkozrakého povstane obraz od předmětu z přirozené dálky 8—10" před sítnicí, neboť v tlustší čočce paprsky více se lámou, proto jest krátkozraký nucen, předmět blíže před oko dátí, aby obraz dále, tedy na sítnici povstal. Dalekozraký naproti tomu má čočku tenší, tudíž obraz vždy od předmětu v přirozené vzdálenosti 8—10" postaveného povstává dáleji za sítnici, pročež musí předmět od oka vzdalovat, aby právě obraz na sítnici povstal. Porovnejme to s tím, co u čoček praveno bylo.

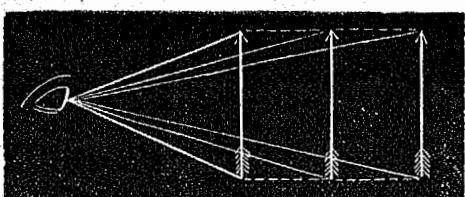
Aby krátkozraký i dalekozraký z přirozené vzdálenosti (totiž v jakém můžeme péro, knihu a vše jemné v ruce polohodlně držet) viděti mohl, musí se u onoho obraz od předmětu dále na sítnici uměle pošoupnouti, což rozptylkami se stává a u dalekozrakého k sítnici zpět pošinouti, což spojkami se děje. Předmět v polohodlné dálce před očima držený zdá se tedy brejlemi dalekozrakému z větší vzdálenosti a krátkozrakému z menší vzdálenosti přicházeti. že podle toho, jak je kdo krátkozraký, musí přiměřeně silně rozptylky, a jak je kdo dalekozraký, přiměřeně vyduté rozptylky nositi, rozumí se samo sebou. Proto jest tak velké množství brejlí na výběr.

b) *Dostatek světla*, totiž osvětlenost předmětu. Oko si samo pomáhává tím, že zřetelnice ve tmě se roztahuje čili duhovka stahuje, aby více paprsků od předmětu dovnitř vniknouti mohlo; při velkém ohni neb jasném denuin světle zřetelnice se stahuje, protože by mnoho paprsků oku škodilo. Přijdeme-li ze tmy (tedy s roztaženou zřetelnicí) na velké světlo, tlačí oči přílišné množství paprsků; přijdeme-li naopak ze světla jasného (tedy se staženou zřetelnicí) do šera, nevidíme skoro nic a až za chvíliku, když se zřetelnice roztahla, lépe vidíme. Noční ptáci mají zřetelnici velkou; taktéž kočce v noci velmi zřetelnice se roztahuje, proto tak dobře vidí.

Podle osvětlenosti předmětu posuzujeme i vzdálenost jejich. Za jasna zdají se nám věci blíže být, než skutečně jsou, a je-li pošmourno,

zdají se dále býti. Bílé stavení, u př. kostel, vidíme také zdánlivě blíž a vedle něho tmavé stavení dále. Světlo lucerny zdá se nám bliž býti než skutečně jest a tak i každý oheň neb požár. Vyřízněme proužek z černého a proužek stejně velký z bílého archu; přeměňme proužky a na archy po zadu přilepme, aby nad sebe přišly, a ze vzdálí oba pozorujme. Bílý proužek v černém archu je zdánlivě větší než černý proužek v bílém archu.

c) Předmět, máme-li jej jasně viděti, musí jakousi *velikost* mít, která závisí od vzdálenosti jeho. Velký předmět v dálce zdá se malý býti, u př. velké město jako vesnice na blízku, kostel jako domek, lidé jako děti atd. V stromořadí vidíme první stromy velké, vzdálenější pořád menší a menší. Taktéž dlouhá chodba zdá se nám čím dálce tím užší a nižší býti, ačkoliv víme, že jest stejně široká i vysoká. Obloha nebeská zdá se, že ve vzdáli země se dotýká. Z blízka rozeznáváme v lese stromy a z dálky splývají všecky dohromady v les; z blízka rozeznáváme klasy, dále vidíme vše pohromadě co obilí.



(Obr. 194.)

Od stromů vyobrazených (obr. 194.) jest *zorný úhel*, který povstane, když z našeho oka do nejkrajnějších bodů předmětu přímky si vedeeme, pořád menší, čím vzdálenější jsou; proto je jako předešlé předměty zdánlivě menší vidíme. Je-li zorný úhel některé věci příliš malý, nevidíme ji;

to býti může, je-li věc skutečně malinká anebo veliká v příliš velké vzdálenosti. Velikost předmětů proto v neznámé dálce dobře posuzovati nemůžeme.

d) Předmět musí jakousi *dobu* před očima potrvati, abychom ho uzřeli. Světlý předmět potřebuje dobu kratší, tmavý dobu delší. Koule vystřelené nevidíme, ale blesk při udeření hromu jasně pozorujeme.

Tak jako úinek či dojem od předmětu musí potřebný okamžik v oku potrvati, aby viděn byl, tak naopak musí jistý okamžik uplynouti, by oko dojmu toho zbaveno a schopno bylo, něco nového, neb totéž co dříve, ale na jiném místě, uzříti. Točíme-li žeravým uhlém rychle v kole, zdá se nám kruh celý žeravý. Zde rychlým polybováním splývají dojmy v oku dohromady, takže oko na všech místech celé dráhy světla spatřuje.

Když papírovou desku, na níž jest na jedné straně klec a na druhé ptáček vyobrazen, rychle pomocí nějakého drátu mezi prsty točíme, zdá se nám, že ptáček jest v kleci. Je-li květina na jedné straně, a na druhé straně lepenky hrneček květinový namalován, vidíme točením květinu v hrnci. Na jedné straně ležatá a na druhé stojatá přímka dávají točením kříž. Podobné obrazy jmenujeme *thaumatrop*.

Vymalujeme-li v kruhu při práci (řezání dříví atd.) zaměstnaného člověka ve více rozličných polohách a točíme-li rychle kruhem, splývají obrazy v jeden celek a my vidíme před sebou vykonávání práce. Obrazy takové slují *stroboskopické*.

### Upotřebení čoček.

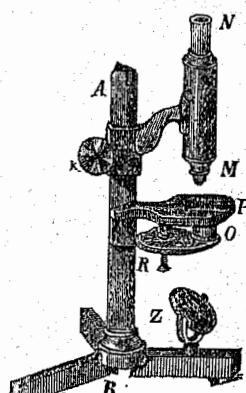
Čoček potřebujeme na *drobnohled* či *mikroskop* (obr. 195.) ke skoumání pramaliňských věcí. Předmět na tenounké skličko na stolek *P* položený se pozoruje dvěma čočkami v mosazné rourě *MN* zadělanými. Svrchní čočka *N*, kterou se díváme, jest v rource pohyblivá a sluje očnice čili *okular*; tato může se dle potřeby k spodní čočce *M*, tak zvané *předmětnici* (objektiv), sblížit nebo od ní vzdálit. Mosazná rourka *MN* jakož i stolek *P* jest na stojánku *AB* upevněn a šroubkem se může snížit. Aby předmět na skličku byl hodně osvětlen, veče zrcadélko duté *Z* paprsky otvorem stolku na něj.

Spodní čočkou, předmětnici *M* (obr. 196.), povstává od předmětu *AB* před ohniskem postaveného obraz *ab* obrácený a zvětšený (viz obr. 186.) před druhou čočkou *N*, totiž mezi ohniskem a čočkou, kterou se na této straně v *a'b'* zvětší (viz obr. 187.). Drobnohledem vidíme tedy obraz převrácený, což nevadí, neboť se předmět převráceně na skličku položí a my obraz pak zpříma vidíme.

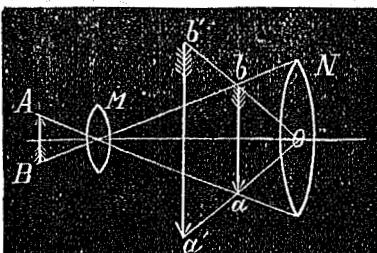
Pozorujeme-li malé předměty, jako brouka neb mouchu *lupou*, t. j. jednou, dvěma neb třemi vedle sebe postavenými, vydutými čočkami, dají se mezi ohnisko a čočku (viz obr. 187.), tedy blízko vedle lupy, a obraz zvětšený na této straně zpříma vidíme. Každá lupa jest vlastně drobnohledem jednoduchým.

Čoček upotřebujeme také na *dalekohledy* t. j. stroje, jimž velmi vzdálené předměty, aby zřetelně a jasně pozorovati se mohly, oku se sblíží.

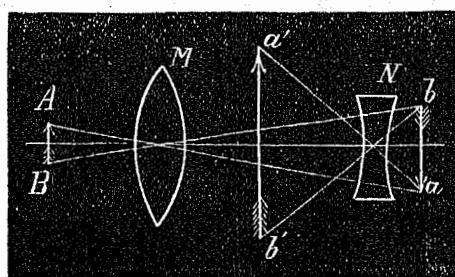
Při *polním dalekohledu* (Galileův či holandský daleko-



(Obr. 195.)

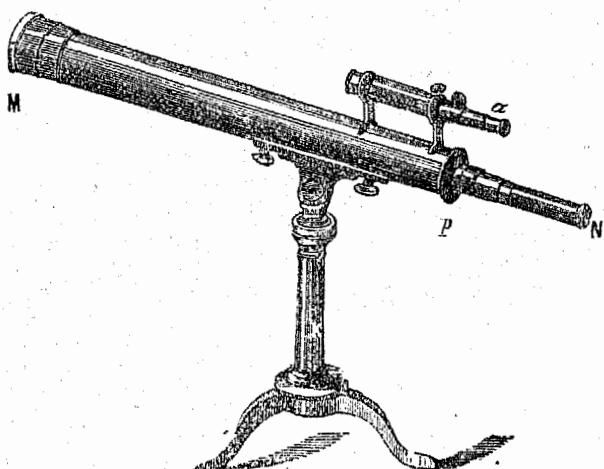


(Obr. 196.)



(Obr. 197.)

hled) a kukátku divadelním čočkou vydutou  $M$  (obr. 197.) předmět  $AB$ , který si ale daleko představit musíme, což zde nemožno znázornit, se zmenší a v obraz  $ab$  obráti, ale než zde obraz povstat může, již čočkou druhou, rozptylkou  $N$ , paprsky zpět se odrážejí a v obraze  $a' b'$  zvětší. Tímto dalekohledem a kukátkem vidíme vše zpříma; kukátku divadelní jsou vlastně dva takovéto dalekohledy.

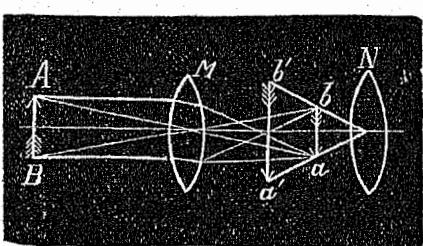


(Obr. 198.)

*Dalekohled hvězdářský* (obr. 198.) ukazuje předměty obráceně jako drobnohled, což ale při skoumání hvězd nevadí. Tento sestává hlavně z dvou čoček  $M$  a  $N$  vydutých, které se v rouře mosazné nalezají a trubici  $Np$  k sobě sblížiti neb od sebe vzdáliti se mohou. Roura s čočkami spočívá na stojanu  $K$ , na němž se dle vůle nahýbat může. Při tomto hvězdářském dalekohledu máme ještě jiný menší dalekohled  $a$ , aby se jím hvězda vyhledala a pak teprve velkým zvětšila či sblížila.

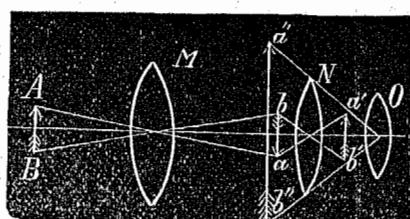
První čočkou  $M$  (obr. 199.) se hvězda v obraze  $ab$  obráti mezi ohniskem a čočkou  $N$ , a proto zase obraz  $ab$  v  $a'b'$  se zvětší. Hvězda tedy z velké vzdálenosti se oku dalekohledem přiblíží a tedy i zvětší.

*Pozemský dalekohled* (obr. 200.), jímž předměty na zemi vzdálené zpříma vyděti námě, má tři čočky vyduté. Čočkou první  $M$  ol předmětni příliš vzdáleného  $AB$  povstává převrá-



(Obr. 199.)

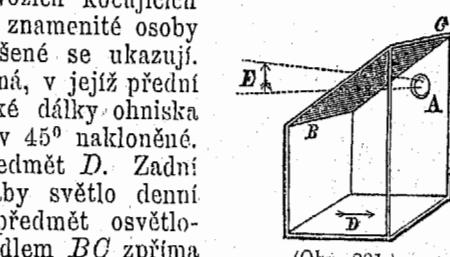
cený obraz  $ab$  v dvojnásobné dálce ohniska před čočkou  $N$  a proto touto se v  $a' b'$  postaví mezi ohnisko a čočku  $O$ , aby zvětšený obraz  $a'' b''$  s předmětem  $AB$  zpřímený povstal. Dalekohledem tímto vidíme velmi sbližený, tedy zvětšený předmět zpříma.



(Obr. 200.)

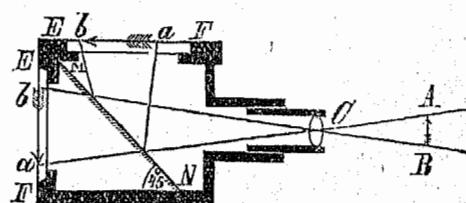
*Kosmorama* čili světozor nazývají se kukátká (obr. 201.) ve vozích kočujících lidí, jimiž města, krajiny, války i znamenité osoby v obrazích čočkou spojné zvětšené se ukazují. Jest to jednoduchá skřínka dřevěná, v jejíž přední stěně jest spojná čočka  $A$  velké délky ohniska a v protějšku jest zrcadlo  $BC$  v  $45^{\circ}$  nakloněné. Na spodinu skřínky položí se předmět  $D$ . Zadní strana skřínky jest otevřena, aby světlo denní anebo na večer světlo lampy přednět osvětlovalo. Předmět postaví se zrcadlem  $BC$  zpříma v  $E$ , který obraz musí mezi čočku  $A$  a její ohnisko přijít, aby dále jako v obraze 187. zvětšen byl. Postavil pouze, jako v obr. 187. udáno, nebyl by zvětšený obraz dost jasné, neboť předmět by sám sobě, hlavně při osvětlení večer, zacláněl. Proto se použije zrcadla, aby přístup světla možný byl.

*Panorama* má mnohem větší spojné čočky než kosmorama a pak obrazy perspektivně malované, pročež vidíme krajiny i města s ulicemi, jakoby před námi ve skutečnosti se nacházely.



(Obr. 201.)

Kdyby se předmět postavil pouze, jako v obr. 187. udáno, nebyl by zvětšený obraz dost jasné, neboť předmět by sám sobě, hlavně při osvětlení večer, zacláněl.

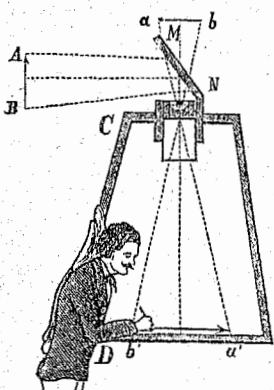


(Obr. 202.)

*Temná komora* či *temnice* nebo *camera obscura* (obr. 202.). Při kosmoramě a panoramě jsme malé, umělé předměty zvětšovali; při temnici ale velké, vzdálené předměty z přírody v obrazech zmenšených (viz obr. 186.) pozorovati, vykreslit nebo při fotografii uchytiti můžeme. Hlavní část temnice jest vydutá čočka  $C$ , která se libovolně otvorem do komory dřevěné neb lepenkové uvnitř černým papírem polepené méně nebo více daleko zastříti může, aby obrazy byly jasné. Naproti čočce vyobrazí se předmět na zatemnělém skle  $EF$  neb na bílém papíru olejem napuštěném obrácený a zmenšený. Zatemnělé sklo si uděláme, když čisté sklo smirglem (u kupce k dostání) posypeme a druhým sklem po něm šoupáme. Tím se udělá sklo na povrchu trochu drsné a poloprůsvitavé. Ve fotografii věrný obraz osoby na desky zvláště k tomu účelu připravené se uchycuje.

Aby se pohodlně předměty, jako lidé po ulici nebo náměstí chodící,

pozorovati a kresliti mohly, dává se zrcadlo  $MN$  v naklonění  $45^{\circ}$  mezi zadní a spodní stěnu. Obrazy vidíme na skle  $EE$  neb papíru bílému, který olejem napuštěn a místo svrchní stěny položen jest. Aby obrazy byly jasné, hleděti musíme světlo z venku nějakým předmětem zastavit, což se stává příklopem; také se hlava pozorovatela temným šatem přikrytí může.



(Obr. 203.)

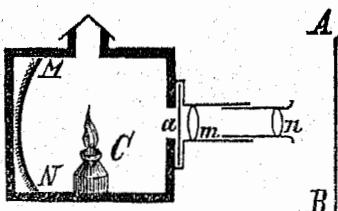
Má-li temnice hlavně ku kreslení sloužiti, zařizuje se, jak obr. 203. ukazuje. Čočka patřičně se pošoupává, aby obraz byl jasný. Od předmětu  $AB$  povstává zrcadlem  $MN$  obraz  $ab$  vodorovný, ale dálé, než znázorněno, a od toho čočkou na druhé straně na podlaze na napnutém papíru obraz  $a'b'$ , který se docela lehce a věrně dle přírody obkreslí. Kreslíc se strany  $CD$  pokryje hlavu tmavým šatem, aby do temnice od té strany žádné světlo přijiti nemohlo.

Cím tmavší, tedy černější jest temnice, tím lepší podává obrazy. A skutečně naše oko jest nejlépe zařízenou temnicí, pomysleme-li na černou blánu s žilkami. Proto jest zřítelnice černý kruh, ačkoliv jest to vlastně otvor v duhovce.

Při kouzelné svítilně (camera magica) (obr. 204.) přistrčí se předmět na skle průhledně malovaný a k čočce vyduté  $m$  obrácené (viz obr. 186.) a lampou v komůrce  $C$  osvětlí. Na konci otvoru komůrky se druhá vydutá čočka  $n$  libovolně k první sbližuje, aby se jasný obraz přísný a zvětšený na protější bílé stěně z jemné látky  $AB$  naznačené v úplně zatemněném pokoji neb v noci pozorovati mohl. K lepšemu osvětlení slouží duté zrcadlo kovové  $MN$ ,

protože se jím paprsky na předmět srázejí. Diváci stojí před stěnou  $AB$ ; když se ke stěně svítilnou blížíme neb od ní vzdalujeme, zdá se, že obraz přichází neb odchází. Svítilna tato sloužila k zmámení pověřivých lidí za dřívějších časů.

Carovaňského pobledu hlavně nabývají obrazy telidá, uchytí-li se místo stěny na silném kouři z kadidla. Dvěma svítilnami kouzelnými se mlhové obrazy tvoří; dva obrazy se totiž na protější stěně kryjí, a když se jedna čočka přikrývá neb odkrývá, vystupuje neb mizí jeden neb druhý obraz.



(Obr. 204.)

### XIII. O rovnováze a pohybu.

Tělesa na prostor, v němž se nalezají, poutáua nejsou, nýbrž s místa svého na jiné dostati se mohou. Samo od sebe se to státi nemůže, neboť jsou tělesa setrvačná; k tomu jest vždy jakési síly dle velkosti těles zapotřebí. Setrvání tělesa na tomtéž místě sluje *klid* a přecházení s jednoho místa na druhé *pohyb*. V klidu se vlastně nenaře žádné těleso, neboť země okolo osy se točí a vše s ní. Mluvíme-li o klidu, děje se to porovnáním s jinými tělesy. Kdo v kočáře sedí, jest v klidu a vzhledem k půdě, po které kočár jede, pohybuje se.

Mají-li tělesa v pohybu se zastavit, jest k tomu podle velkosti jich větší nebo menší síly potřebí. Neživotné věci ževnější silou v pohyb se přivádějí; zvířata a lidé pohybují se vnitřní silou, totiž stahováním a roztažováním svalů (masa) na kostech. Pružnost svalů časem seslábne, zase ale stravou a nápojem sesiluje. Jakmile žití zvířat a lidí se ukončí, může tělo jen ževnější silou se pohybovat.

Co síla jest, nedá se tak lehce určiti; viděti ani ohmatati jí nemůžeme, ale že se v účinku jeví, proto pravíme, že jest *síla nadmyslná příčina nějakého účinku*, totiž *nějakého pohybu neb rušení* jeho. Rozehnáváme rozličné síly, jako jest svalní síla, tíže, spojivost, slučivost, síla par, větru a vody. Dle původu síly se liší, ale ne dle účinku. Je-li obilí k setí v pytlech na poli, nemůžeme věděti, jest-li je tam člověk na rameně přinesl neb kouč přivezli. Na mouce rozemleté také nerozeznáme, jest-li vodní neb parní silou obilí mezi žernovy se rozemlelo.

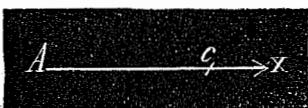
Dle rozličných účinků velikost síly posuzujeme. Kůň jest silnější než druhý, když více utáline; člověka, který více unese neb vyzdvihne než jiný, považujeme za silnějšího. Abychom jakousi stálou míru pro sílu měli, určujeme sílu člověka, zvířete a strojů librami, protože tíže nijak se nemění a každou jinou silou se vyměnití může. Známe-li některou sílu, můžeme ji jinými porovnávat.

Často účinkuje jedna nebo i více sil na těleso a přece žádný účinek se nejeví. Tu souditi musíme, že účinek sil jinými silami se zrušil. Koně u př. se namáhají vůz vytáhnouti, ale nemohou, protože se jim jiná síla, tíže, na odpór staví. Mnohdy i rozličnými překážkami účinek sil nemožným se stává. V podobných případech pravíme, že síly, jichž účinky vespolek se ruší, jsou v rovnováze jako právě zboží se závažím na váhách.

Nauku o působení sil jmenujeme *mechanika*. Tato dělí se v nauku o rovnováze čili statiku a v nauku o pohybu čili dynamiku.

### A) Rovnováha těles pevných \*).

Síla na celé těleso neúčinkuje, obyčejně se to stává na jeden neb více bodů. Tlačme-li stůl, může se to třeba jen jednou rukou na jedno místo dít; koně táhnou za váhy svorníkem k voji připevněné takřka za jeden bod celý vůz. Účinkují-li síly na více místech, stává se to obyčejně k vůli pohodlí při práci.



(Obr. 205.)

Při znázorňování sil vždy si celé těleso jen jedním bodem *A* (obr. 205.), na který síla zvláště účinkuje, vyznačíme a bod ten *působiště* jmenujeme. Musíme ještě pozorovati *směr*, v jakém síla působí, pak *směr*, v jakém se těleso pohybuje. Těleso se vždy nepohybuje v tom směru, v jakém síla účinkuje, což se stává, když více sil na těleso působí. Směr síly a směr pohybu si čarami představujeme; zde jest směr síly i pohybu *Ax*, protože jen jedna síla na *A* působí.

Také na *velikost* síly ohled bráti musíme. Velikost sil posuzujeme z účinku, a proto síla jest 2-, 3-, 4krát větší než jiná, když její účinek je také 2-, 3- a 4krát větší. Porovnáváme-li účinky sil mezi sebou, musíme jednu sílu za měřítko vzít a určitou délku čáry znázorniti. Na našem obrázku je síla poměrnou velikosti *AC* znázorněna; dvakrát tak velká síla znázornila by se dvakrát tak dlouhou čárou.

#### *Skládání sil.*

V obecném životě jest často potřeba, aby tam, kde by jedna síla nestačila, druhá, třetí, ano i ještě více sil se přidal. Neinůže-li pákoní vůz do vrchu vytáhnouti, připřahne se; zvedáme-li neb tlačíme-li něco těžkého, pomáhají nám jiní. Plove-li loď po vodě, účinkují dvě síly na ni, totiž pohyb vody a odstrkování veslem a snad docela i plachta, co třetí síla, o niž se vítr opírá.

Účinkuje-li současně více sil, přece musí všecky jen jedinký výsledek mít, a proto snadno pochopitelně, že si můžeme místo jednotlivých sil jedinou sílu mysliti, čili všecky v jednu *složiti*, která by velikostí svou stejný výsledek měla, jako ostatní jednoduché síly. Složená taková síla sluje *výslednice* a síly, z kterých složena jest, *složky*.

a) Účinkuje-li více sil v stejném směru, musí se výslednice součtu všech sil rovnati. Táhne-li každý ze čtyř zapřažených koní silou 150 liber, bude výsledek 600 lib., totiž jest to stejné, jakoby se zapřáhl jeden kůň, který by silou 600 liber táhl. Vytahuji-li tři osoby při stavbě

\*) O rovnováze kapalin byla řec v některých článcích při vodě a o rovnováze plynů v některých článcích u vzduchu.

trám na střechu, první silou 100 liber, druhá 90 lib. a třetí 80 liber, bude výslednice součtu všech sil, tedy 270 libram se rovnati.

b) Působí-li dvě sily v protivném směru na některé těleso, rovná se výslednice rozdílu obou sil; jsou-li sily obě stejně velké, nejeví se žádný pohyb, obě si drží rovnováhu jako zboží se závažím na váhách. Tahají-li se dva hoši stejně silně o věc, nedostane ji tak brzy žádný; jsou-li však nestejně silní, dostane ji po malém namáhání silnější. Plave-li loďka proti vodě, rovná se výslednice rozdílu sily při veslování a rychlosti toku vody. V silném proudu musíme namáhat veslovati, aby síla veslování sílu proudu překonala; je-li proud silnější než síla při veslování vynaložená, plove loďka nazpátek. Tak se to má i s plaváním. Učinkuje-li síla stem liber na těleso a druhá v opačném směru 60 liber, jest to tolik, jakoby ve směru větší síly pouze síla 40 librami působila.

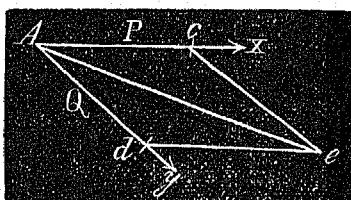
Učinkuje-li v obou směrech více sil, samo sebou se rozumí, že sily v stejných směrech v jednu výslednici nejprv se sečtou, načež pak rozdíl těchto dvou výslednic pravou výslednici pohybů toho tělesa udává.

c) Jest-li dvě sily  $P$  a  $Q$  v úhlí na nějaké těleso  $A$  (obr. 206) ve směrech  $Ax$  a  $Ay$  působí, nemůže ani v jednom ani v druhém směru těleso se pohybovat, nýbrž, jak zkušenost učí, mezi nimi. Jsou-li obě sily stejně velké, jde výslednice prostředkem obou sil, tak že se úhel  $A$  půl, neboť obě stejnou silou přitahuje těleso k sobě, a proto se toto v stejné vzdálenosti od obou sil pohybovat musí. Nejsou-li sily stejné, blíží se výslednice větší síle a sice tolikrát, kolikrát je větší než druhá, protože také tolikrát více těleso přitahuje.

Je-li síla na  $A$  ve směru  $Ax$  působící  $Ac$  velká, a druhá ve směru  $Ay$  zase  $Ad$  velká, povstane nám, když z bodu  $c$  k straně  $Ad$  vedeme rovnosměrnou  $ce$  a z bodu  $d$  rovnosměrnou  $de$  k  $Ac$ , rovnoběžník  $Aced$ . Vedeme-li v tomto rovnoběžníku úhlopříčnou  $Ac$ , znázorňuje nám tato směr i velikost výslednice ze složek  $Ac$  a  $Ad$  povstalé. Nechť učinkují sily v jakémkoliv úhlí, vždy takovým spůsobem výslednice složek se určí.

*Rovnoběžník* ve fysice jest takový, jehož strany směr a poměrnou velikost sil a jehož úhlopříčná směr i velikost výslednice znázorňuje. Jsou-li složky stejné, rovná se rovnoběžník meřickému kosočtverci; nejsou-li sily stejné, rovná se kosodělníku. K znázornění praveného slouží rozličné přístroje.

Působí-li tři sily v úhlí na těleso, můžeme mezi dvěma složkami výslednici v rovnoběžníku vyhledati a pak z této výslednice a třetí složky novou výslednici vytvořiti, která jest pak výsledkem tří složek. Tak bychom mohli ve skládání čtyř atd. složek pokračovati. Tálne-li 20

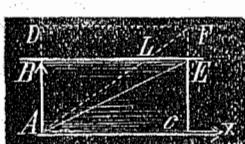


(Obr. 206.)

osob na provazech berana do výšky, aby se jím piloty při vodní stavbě zatloukly, rovná se všech 20 složek jedné síle, totiž váze berana.

Výslednice dvou sil jest tím větší, čím složky menší úhel tvoří, ale tím menší, čím ve větším úhlu působí; výslednice se docela ruší, účinkují-li stejné složky proti sobě v rovném úhlu. Má-li se složkami největšího výsledku doclití, musí rovnosměrně podle sebe účinkovati; menší výsledek se jeví, působí-li složky v úblu, a to tím menší, čím tupější úhel dohromady tvoří.

*Příklady.* Koně a voli táhnou vůz v stejném směru; také tak vůz lidé tlačí. Husa, kachna a vůbec vodní ptáci najednou oběma nohami s roztaženou blanou se odstrkují. Zvedáme-li břemeno, jeví se tiže v protivném směru; oč jest jedna síla větší než druhá, o ten rozdíl se bud těleso zvedá nebo k zemi padá. Teče-li voda v řece ve směru



(Obr. 207.)

*Ax* silou  $AC$  (obr. 207.) pohybuje se lod' v tomtéž směru a toutéž silou, když se nevesluje; fouká-li ale na lod' vítr silou  $AB$ , kam plove? Z rovno- běžníku  $ACBE$  vidíme, že plovati musí lod' silou ve směru a velikosti  $AE$ . Je-li vítr příliš prudký a spád vody slabý, tu by se  $AB$  větší silou  $AD$  znázornila a lod' by silou  $AF$  ke břehu se hnala, ale u  $L$ , tedy blíž než dříve u  $E$ , na břeh narazila. Při plavbě s placunami na moři musí některý čas kotvice se spustiti a na příznivý vítr čekati, neboť by nepříznivý vítr lod' jinam hnal. Skočí-li někdo silou  $AB$  z wagonu silou  $AC$  jedoucího, spadne v  $E$  k zemi.

Smáčkneme-li jádro z pecky mezi ukazováčkem a palcem, odskočí výslední silou; na kterou stranu více tlačíme, na tu stranu letí. Ptáci třepáním křidel o vzduch, totiž opíráním se o něj čili odstrkováním ho na zad, letí ku předu; obě síly křidel si znázorníme v úhlulu a úhlopříčná ukazuje výslednici opírání se o vzduch. Co musí pták dělati, aby letěl přímo, v pravo nebo v levo? Pohybuje-li ryba ocasem zdlouhavě, sem tam ve vodě se vrtí; pozoruje-li nebezpečí, rychle ocasem po sobě v levo i v pravo mrskne, a již v rovném směru pryč plove. Člověk při plování opírá se dvěma složkami nohou a dvěma složkami rukou o vodu. Tak i zvířata plovou. Lidé se naučili pravidelně od žáby plovati; bez nohou nedokáží nic. Umí-li někdo nohami o vodu dobrě se opírat, založenýma rukama plove. Pulci narostou nejprý zadní a později přední nohy, než se v žábu přetvoří; příroda jest o vše starostlivá.

### Rozkládání sil.

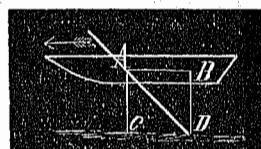
Jako složky ve výslednici jsme skládali, tak zase každou sílu co výslednici si představí a ji ve složky rozkládati můžeme. Abychom se přesvědčili, jest-li s výsledkem dobrým pracujeme, jest vždy zapotřebí sily rozkládati, když není možná v tomtéž směru je vynaložiti, v kterém

se má účinek jeviti. Síly vždy tak se rozkládají, aby jedna složka měla směr, ve kterém účinek se jeví, čili ve kterém ho pozorovati chceme, a druhá složka se musí tak vésti, aby na výslednici žádného vlivu neměla. Když si rovnoběžník na představené síle vytvoříme, víme hned poměrně, jakou silou se účinek jeví a jaká část síly se ruší.

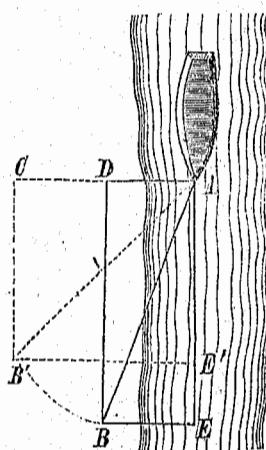
*Příklady.* Plove-li lodka ve směru šipky (obr. 208.), a opírá-li se převozník tyčí silou  $AD$ , jeví se výsledek menší než síla vynaložená. Rozložme si  $AD$  v složku, v které výsledek se jeví, a v druhou kolmou, která se ruší, totiž na pohyb lodky ve směru šipky nemá žádného vlivu. Z rovnoběžníku  $ABCD$  vidíme, že lodka pouze silou  $AB$  dále plove, ač větší silou  $AD$  člověk se oprá. Čím více směr tyče  $AD$  kolmému směru se sbližuje, tím je při stejně vynaložené síle výsledek menší; čím šikměji se muž tyče opírá, tím rychleji loď plove. Účinek by síle vynaložené se rovnal, kdyby převozník vodorovně o břeh opírat se mohl.

Netáhnou-li se sáňky v rovném směru se zemí, je vždy výslednice menší než vynaložená síla. Kdybychom je táhli směrem  $DA$  (obr. 208.), jeví by se výsledek  $DC$  a složka  $DB$  by se rušila. Tak i bývá výsledek menší nebo větší, když tlačíme po podlaze holí těleso nějaké, třeba led, podle toho, v jakém směru se to děje. Táhnou-li po břehu koně lodku (obr. 209.) proti vodě, jest vždy účinek vynaložené síly větší, děje-li se to co možná nejsbliženě tomu směru, v jakém je pohyb lodky možný, tedy na hodně dlouhém provaze. Tak na př. táhnou-li koně velkostí  $AB$ , jeví se účinek velkosti  $AE$ , neboť jen v tomto směru je pohyb lodky ků předu možný, kdežto složka  $AD$  se ruší. Táhnou-li koně na provaze kratším toutéž silou  $AB'$ , tedy ve směru, který se od možného pohybu lodky více odchyluje, jeví se účinek  $AE'$  menší než prvé, ale větší složka  $AC$  se ruší, totiž nemá na možný pohyb lodky vlivu.

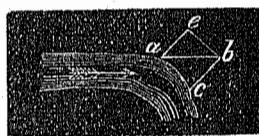
Je-li řeka křivá (obr. 210.), teče v zátočině voda zdlouhavěji. Ona se snaží totiž v  $a$  rychlostí  $ab$  rovnoměrně dálé téci, ale že dle řečiště pouze téci může, nahlédneme z rovnoběžníka  $abc$ , že složka  $ac$ , kterou voda teče, menší jest než tok vody v rovnosti  $ab$ . Čím větší zátočina, tím voda větší silou do břehu vráží a tím pak zase zdlouhavěji teče.



(Obr. 208.)

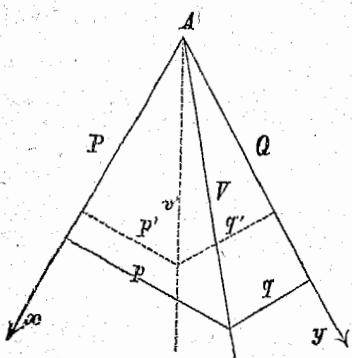


(Obr. 209.)



(Obr. 210.)

Roztáhne-li se plachta na lodičce a nefouká-li vítr ve směru, ve kterém lodička ploutí má, účinkuje vítr jen jednou složkou a nikoliv celou silou.



(Obr. 211.)

*Statické momenty.* Když dvě stejně velké sily (obr. 211.)  $P$  a  $Q$  v úhlu na těleso působí, jde výslednice  $V$  středem, a je-li síla  $Q$  větší než síla  $P$ , blíže se výslednice sile větší a sice všemi body. Je-li  $Q$  dvakrát tak velká jako  $P$ , také dvakrát více k sobě těleso  $A$  sbližuje než první, a tedy směr výslednice  $V$  bude všemi body dvakrát k ní blíž, ale od první dvakrát dál vzdálena. Vzdálenost se měří nejkratší přímkou, tedy kolmici, a proto budou při stejných silách  $P$  a  $Q$  jakékoliv vzdálenosti čili kolmice  $p'$  a  $q'$  sobě se rovnati. V druhém případu, kde síla  $Q$  dvakrát tak velká

jako síla  $P$  byla, bude kolmice  $q$  větší sily dvakrát menší než kolmice  $p$  menší sily, což srovnalosti  $P:Q = q:p$ , totiž sily se mají k sobě jako obráceně jejich kolmice (vzdálenosti), obsaženo jest. Body ve výslednici volně voliti se mohou a vždy zákon tentýž platí, nač tedy rozličnost úhlu, v němž síly účinkují, vlivu nemá.

Z předešlé srovnalosti dostaneme rovnici  $Pp = Qq$ . Součin sily a vzdálenosti její od libovolného bodu výslednice jmenujeme *statický moment*. Při všech silách vzájemně na jakýkoliv bod výslednice rovnají se sobě vždycky statické momenty.

### Síly na rozličné body tělesa působící.

Účinkují-li dvě sily na rozličné body jednoho tělesa, musí všecky body pevně souviset, čili v pevný celek spojeny býti. Pro výsledek jest také jedno, ať účinkuje síla v určitém bodu neb v jeho prodloužení. Táhne-li někdo sáňky a uchopí-li voj rukou bezprostředně, neb táhne-li je na krátkém neb dlouhém provaze, jest jedno co do výsledku, ač ne snad vždy stejně pohodlné. Tak jest jedno, ať se vůz strká od zadu neb z předu tálme za voj neb za nápravu, jen jest-li zůstanou síla i směr stejně.

a) Účinkují-li dvě sily  $P$  a  $Q$  (obr. 212.) na dva rozličné body  $A$  a  $B$  pevného celku ve směrech  $Ax$  a  $By$  velkosti  $AC$  a  $BD$ , přenesme působiště  $A$  a  $B$  v prodloužených směrech do  $E$  a vnesme velkost  $AC$  na  $EF$  a velkost  $BD$  na  $EJ$ . Sestrojíme-li rovnoběžnou silu  $EFJH$ , naznačuje úhlopříčná  $EH$  velikost výslednice obou sil a v jejím prodloužení  $K$  si můžeme působiště a její velikost  $EH$  v  $KL$  přenést, která

směr i velikost výslednice obou sil  $P$  a  $Q$  znázorňuje.

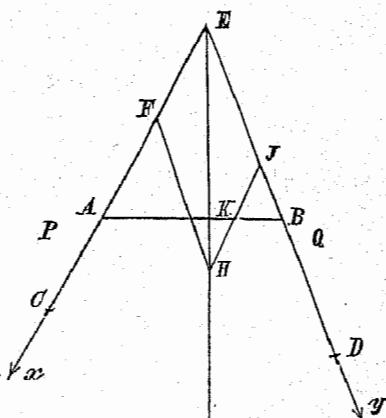
b) Učinkují-li sily  $P$  a  $Q$  (obr. 213.) rovnosměrně, bude i výslednice jejich tentýž směr míti, a protože při rovném směru učinek jedné složky ani druhé se neodchyluje, bude výslednice  $V$  rovnati se součtu obou složek, tedy  $V = P + Q$ .

Jsou-li obě sily stejné, půjde výslednice středem; je-li jedna síla větší než druhá, nachýlí se výslednice k větší síle a sice tolikrát, kolikrát je větší než druhá složka. Tedy i zde se budou statické momenty rovnati. Potřebujeme jenom spustit kolmici  $AE$  od libovolného bodu  $A$ , tuto na takové části rozděliti, aby jedna k druhé se měla jako obrácené sily. Je-li  $P = Q$ , půjde výslednice bodem  $F$ , a je-li  $Q$  dvakrát větší než  $P$ , půjde výslednice v bodem  $J$ .

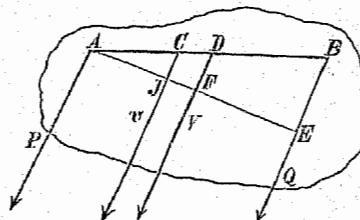
Není třeba ani kolmici narýsovat a rozdělovati, může se to státi i na každé šíkmé čáře, tedy zde na  $AB$ , neboť trojúhelník  $ACJ$  jest podoben trojúhelníku  $ABE$  a proto také  $AJ: AC = JE: CB$ .

Prakticky můžeme si vzdálenost obou rovnosměrných sil na kolik jedniček rozděliti, kolik jich obě sily dokromady mají; větší síle dá se menší počet jedniček, kolik jich druhá menší síla obsahuje a menší síle dá se počet jedniček větší síly.

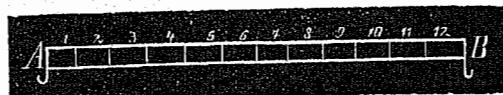
Vše, co zde praveno, můžeme zkouškou dokázati. Máme-li dvě stopy dlouhý sloupek tenký  $AB$  (obr. 214.) na dvanáct dílů rozdělený a k němu 12 stejně těžkých závažíček, postavme jej v prostředě na hranol trojúhelný a na konci  $A$  a  $B$  po šesti závažíček zavěsme. Obě strany zůstanou v rovnováze; sundáme-li jedno závažíčko se strany  $A$ , hned ta strana stoupá a druhá  $B$  co těžší padá; dáme-li toto závažíčko se strany  $A$  na druhý konec  $B$  a pošoupneme-li sloupek na podporu o jedno číslo dál, tedy mezi 7 a 8, zůstane zase vše v rovnováze; přidáme-li ještě s  $A$  na  $B$  jedno závažíčko a sloupek až mezi 8. a 9. čís. podepřeme, máme opět rovnováhu. Tak by se dělo pokaždé, kdykoliv bychom se strany



(Obr. 212.)



(Obr. 213.)



(Obr. 214.)

*A* na konec *B* závažíčka přidávali a při tom sloupek o jedno číslo naznačené k němu pošoupávali.

Ve všech případech jsme shledali, že výslednice se rušila podporou a že byla tolikrátě větší sile blíž, kolikrátě byla tato větší než druhá složka. Součin ze sil a jich vzdáleností, totiž statické momenty se vždy rovnaly. Také se sloupek pouze v polovičce podepřít a na háčky pod každým rozdelením závažíčka zavěšovati mohou.

*Příklady.* Nesou-li na tyči dva stejně silní lidé sud neb káď s vodou, zavěsí sud do prostřed tyči; je-li jeden slabší než druhý, pošoupne se sud blíže k silnějšímu. Dobře vědí hoši, houpají-li se na prkně přes hradbu položeném, jak si mají pomoci, je-li jeden těžší než druhý, neb chtějí-li se houpati tři, tak že na jednu stranu dva přijíti musí. *Muž* a *hoch* mají nésti na tyči 6' dlouhé 180 lib. břemeno těžké, když muž unese dvakrát tolik co hoch, jak se břemeno zavěsí a mnoho-li každý ponese? Odp. Když hoch unese libru, unese muž dvě, tedy se rozdělí tyč na tři díly; břemeno se zavěsí tak, aby hoch dostal 2 díly (t. 4' tyče) a muž jeden díl (2' tyče); muž ponese 120 liber a hoch 60. Je-li břemeno tak zavěšeno, že hochův konec, t. vzdálenost od břemena,  $2\frac{1}{2}'$  a mužův  $3\frac{1}{2}'$  dlouhý jest, mnoho-li každý ze 180 liber ponese? Na každou stopu přijde 30 liber, tedy hoch by nesl 75 a muž 105 liber. Můžeme-li souditi, že kůň utáhne o třetinu více než hřívě, jak se dobře váhy zařídí? Když hřívě utáhne tři centy, utáhne kůň 4 centy, tedy rozdělíme váhy na 7 dílů, kůň dostane od svorníku 3 díly a hřívě 4 díly. Není dobré váhy řetězem přivázati, protože se učí slabší kůň lenošiti.

Můžeme-li dvě sily rovnosměrně i nerovnosměrně účinkující ve výslednici složiti, bude to možno i u více sil. Potřebujeme vždy dvě a dvě sily ve výslednici skládati a to tak dlouho, až zbude ze všech jenom jedna co pravá výslednice. Také možno naopak jednu silu za výslednici považovati a ji ve složky nerovnosměrně neb rovnosměrně účinkující rozložiti.

### *Rovnováha v poloze těles.*

*Těžiště.* Povědimo již, že těžiště jest ona síla, kterou země všecka tělesa k sobě přitahuje. Přitahování děje se ke středu zeměkoule, neboť každé těleso se všech stran země jest přitahováno, pročež si všecky sily co složky v jednu výslednici spojíme, která musí jít středem zeměkoule. Směr, ve kterém tělesa přitahována bývají, sluje *svísný* a stojí *kolmo* na všem, co *vodorovně* leží. Těžiště nepřísluší pouze na celé těleso, nýbrž i na každou hmnotnou část; proto působí na každé těleso tolik rovnosměrných sil, kolik má těleso hmotných čistic. Můžeme si všecky sily po dvou ve výslednici spojovati, až nám zůstane jediná výslednica, jejíž působiště za *bod těžiště* čili *těžiště* považujeme.

Při ustanovování rovnováhy myslíme si váhu celého tělesa v jednom

bodu, v těžišti, tak jako by pouze v něm těžké bylo. Na vynalezení a podepření těžiště zakládá se udržení těles v rovnováze.

*Stanovení těžiště.* Při tělesech pravidelných, jako koule, válce, stejně silné tyči, prkna atd., jest těžiště ve prostřed a proto taková tělesa všady na rovné půdě státi zůstanou. U těles z rozličných hmot v jedno spojených leží těžiště vždy blíz hutnějšímu tělesu. Zabodneme-li do dřeni bezové krátký hřebíček s velkou hlavičkou, vždy se dřeň na hlavičku postaví, když ji s výšky spustíme. Vlezeme-li trochu roztopeňného olova do prázdné skořáppky, vždy se tato na tu stranu postaví, na které olovo vychladlo. Vdolek povídly neb chléb máslem namazaný z tétež příčiny právě na namazanou stranu padnou. Falešné kostky padají na stranu těžší častěji. Na tom se zakládá i čarovný chod po schůdkách. Panáček totiž, jak rtut do jeho nohou přijde, stojí pevně a druhého panáčka nad sebou přehoupne, čím sám zase rtutí těžším se stane, na nižší schod se postaví a prvního přehoupne, což se opakuje tolikrát, kolik je schůdků.

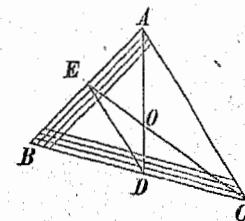
Má-li těleso podobu plochy, zavěsimo je dvakrát po sobě na šňůru v rozličných bodech, a kde svisné směry se řeží, jest těžiště; je-li těleso na všecky tři rozměry značně rozsáhlé, musí se ve třech rozličných bodech po sobě zavěsit a společný bod naznačených směrů jest těžiště.

Zavěsimo-li trojúhelník  $ABC$  v  $A$  (obr.

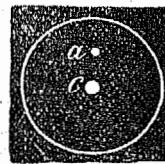
215.), musí někde těžiště ve svisné přímce  $AD$ , a taktéž, když jej v  $C$  zavěsimo, někde ve svisné přímce  $CE$  býti. Kde se obě přímky protínají, tedy v  $O$ , tam je zajisté těžiště trojúhelníka. Chceme-li bez zavěšování těžiště trojúhelníka ustanoviti, rozpůlme  $BC$  a střed  $D$  s  $A$ , a taktéž střed  $E$  rozpůlené přímky  $AB$  s  $C$  spojme. V společném středu  $O$  jest těžiště, nebot myslíme-li si, že jest trojúhelník od strany  $BC$  v samé tenké tyčinky rozřezán, musí v jich půlkách, tedy v přímce  $DA$  jejich těžiště se nalezati. Představíme-li sobě, že jest i trojúhelník od strany  $AB$  na samé tyčinky rozřezán, musí v jich půlkách, tedy v přímce  $EC$ , jejich těžiště býti. Přímky  $EC$  a  $AD$  nahražují trojúhelník  $ABC$  jako dvě těžké tyče, a protože těžiště v jedné i v druhé tyči býti musí, není to jinde možno než ve společném bodu  $O$ .  $DO$  jest třetina  $DA$  a  $EO$  třetina  $EC$ .

U kruhu (obruče) a u prázdného sudu si těžiště u prostřed ve vzdachu myslíti musíme.

*Poloha těles.* Podle toho, jak tělesa se podeprou anebo zavěsí, mohou rozličné polohy nabýti. Zavěsimo-li prkenný kotouč (obr. 216.) ve středu  $c$ , bude v každé poloze v rovnováze, protože jest v těžišti zavěšen. Zavěsimo-li jej v  $a$  a dáme-li mu jinou polohu, vždy



(Obr. 215.)



(Obr. 216.)

spadne a těžiště *c* pod závěs *a* přichází. Otočíme-li kotouč tak, že těžiště *c* přijde právě nad bod závěsu *a*, vyšine se při nejmenším pohybu z rovnováhy a těžiště přijde pod závěs.

První poloha, kde těleso v každém směru v rovnováze stojí, sluje *volná* (kolečko, válec položený, koule); poloha, do které vždy těleso se vrací, jakmile z ní vyšinuto bylo, sluje *stálá*, a poloha, kterou těleso i nepatrným pošinutím ztrácí, sluje *vratká*.

*Podepírání a zavěšování těles.* Aby tělesa nepadala, buď se jejich těžiště ze zdola podepírá nebo se shora zavěšuje. Podepírání díti se může jedním nebo více body.

Děje-li se podepírání jedním bodem, musí být i bod podpory ve svisném směru s těžištěm. Podpeření takové působí obtíž, neboť se musí směr těžiště vyvažováním čili balancováním najít. U těžkých těles, jmenovitě u kterých těžiště vysoko leží, snáž se to děje než u lehkých. Laď, tyč, těžkou hůl, smeták malým cvikem vyvažovati dovedeme. Snáž dovede komediant na vysoké tyči neb žebříku druhého komedianta vyvažovati než na nízkém. Lehké věci, jako tužka, držátko a jmenovitě kousek papírku na nose vyvažovati, vyžaduje namáhatového cviku, neboť nemožno u lehkých věcí pocítiti, kam se těžiště kloní.

Je-li těleso ve dvou bodech podepřeno, jest v rovnováze, když těžištěm vedená svisná přímka jde právě přímkou oba body spojující. Tak i na ostré hraně tělesa podepírat i jest těžko, protože body v rovně přímce leží. Proto jest chůze po provaze, po ostré hraně, po tyči nebo po dřevěné hradbě obtížná a vyžaduje nemalého cvičení při vyvažování těla. Komedianti proto brávají na provaz tyč, aby jim po obou stranách těžiště při vyvažování nápomocna byla; bez tyče je takřka chůze po provaze nemožná. Tak i na velocipedu dvoukolém si lidé vyvažováním pomáhati musí; kdo to nedovede, převrhne se.

Děje-li se podepírání ve třech nebo více bodech, tvoří tyto plochu podle množství bodů mnohotuhaňskou. Takovou plochou co podporou musí těžiště procházeti, nemá-li těleso padnouti či se převrlinouti. Dokud se to děje, i šíkmo postavený sloup nepadne. Nakloněné věže v Pise a Bononii nepadnou, protože přímka těžiště podporou prochází. Nahne-li se vůz, nezvrátí se, pokud jde těžiště plochou, která povstane, když všecky body, jimiž se kola země dotýkají, spojíme. Jakmile spojná čára plochu mine, převrhne se vůz.

V živobytí se naskytuje dosti příkladů, které si z předešlého vysvětliti můžeme. Stojí-li člověk zpříma, jest těžiště as uprostřed břicha; zvedne-li pravou nohu, nakloní se na levou stranu, protože těžiště musí jít podporou. Kdyby se člověk naklonil tak, žeby těžiště mimo podporu přišlo, padl by. Zdvihne-li někdo levou nohu, musí se na pravo z tétež příčiny nakloniti. Člověk při chůzi se tedy kolibá. Husa a ještě více kachna kolibavě chodí, protože má značně daleko nohy od sebe. Proč musí vojsko stejnou nohou vykročiti? Vedou-li se dva, také se to státi musí, sice by do sebe vráželi. Jak se služka nahne, nese-li putnu na zádech? Jak se musí nahnouti, kdo nese břemeno v levé nebo v pravé

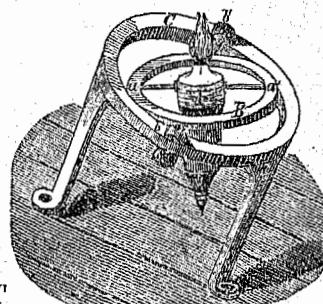
ruce nebo v náručí na prsou, u př. zedník, když zvedá těžký kámen na zed? Kdo nese na hlavě bochník chleba, džbán vody nebo koš se sklenicemi (Slováci), musí si hlavou pomáhati, aby těžiště břemena a těžiště těla ve svislém směru se udržela. Malíř musí dobré těžiště člověka znáti, sice by podobu lidskou v rozličném postavení špatně vyobrazil.

Podepíráme-li věci v bodu, který leží výš než těžiště její, tož vlastně věci visí. Na tom se zakládají rozličné hračky i užitečné věci. Zaspičatélý kužel, jinž prochází ohnutý drát s kouličkou, nepadne, protože je těžiště v kouličce. Panáček s dvěma mosaznými kouličkami na dlouhých drátech o patu se opírající nemůže spadnouti, třeba jsme jím točili. Tak i jiný panáček s provazem nespadne, protože jeho těžiště se nalezá v kouličce na drátu pod ním. Pro děti slouží co hračka kruh plechový, v němžto na dvou drátech ve prostředje jezdce na koni svislo sedí, třeba se jakkoliv kruhem točilo. Koník lehký má dole na drátu kouličku olověnou, aby touto těžiště koně i jezdce přišlo nízko.

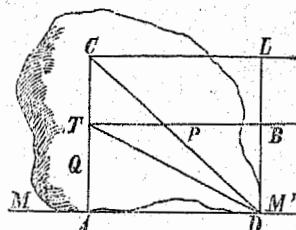
Také *lodní lampa* a *lodní kompas* má těžiště hluboko pod bodem závěsu. Lodní lampa  $A$  (obr. 217.) je na ose  $aa'$  v kruhu  $B$  zavěšena. Kruh  $B$  opět upevněn jest osou  $bb'$  o  $90^\circ$  k ose  $aa'$  otočenou v kruliu  $C$ , který na třinožce spočívá. Lampa je zavěšena, neboť má těžiště hodně nízko, a proto, ať se loď jakkoliv zmítá, přece lampa podrží polohu svislou. Na takových kruzích jest i lodní kompas zavěšen, aby při zmítání lodí stálou polohu měl.

*Stálost polohy.* Představuje-li nám  $T$  (obr. 218.) těžiště tělesa, které na rovině  $MM'$  spočívá a jehož váha  $Q$  ve směru  $TA$  účinkuje, a působí-li v  $T$  nějaká síla  $P$  ve směru  $TB$ , která by těleso převrhnuti měla, bude těleso tak dlouho v klidu, pokud výslednice obou sil půjde směrem mezi  $A$  a  $D$ . Jde-li výslednice bodem  $D$ , je těleso v rovnováze, a jde-li výslednice mezi  $D$  a  $B$ , převrhne se těleso. Čím je větší síly  $P$  zapotřebí, aby těleso se převrhlo, tím stálejší polohu má.

Je-li  $TD$  výslednice obou sil  $P$  a  $Q$  a  $DB$  kolmo na směru  $TB$  a  $DA$  kolmo na směru  $TA$ , tož musí statické momenty vzhledem k bodu konečnému  $D$  sobě se rovnati, tedy  $P \cdot DB = Q \cdot DA$  a že se  $DB = AT$ , také se  $P \cdot TA = Q \cdot DA$  a z toho  $P = \frac{Q \cdot DA}{TA}$ . Z toho následuje: a) Síla  $P$  jest tím větší, čím menší jest  $TA$ , čili poloha tělesa je tím stálejší, čím níž těžiště leží.



(Obr. 217.)



(Obr. 218.)

Kdyby síla  $P$  účinkovala nad těžištěm v  $C$ , zůstalo by  $Q$  i  $AD$  při statických momentech  $PAT = QDA$  stejné, ale žeby  $AC$  bylo větší než  $AT$ , muselo by zase  $P$  menší být, aby součin se rovnal  $QDA$ . Jest tedy síly nad těžištěm působící k převrhnutí tělesa menší zapotřebí, než té v těžišti, zde ale opět menší nežli síly pod těžištěm působící.

Vůz senem, slamou, sklenicemi neb vlnou naložený snadno se převrhne, protože těžiště hodně vysoko (uprostřed fúry) jest, kdežto železem neb kamením naložený velmi těžko se skáci, protože těžiště mnohem níže leží. Nakládají-li se věci rozličné hutnosti, dávají se do spod těžké a na vrch lehké. Vysoké lampy a svícný olovem dole se obtíží, aby tak lehce se nepřevrhly.

Také ve vodě mají tělesa tím stálejší polohu, čím hlouběji těžiště jejich leží. Když těžiště vody tělesem vytlačené výše leží než těžiště plovoucího tělesa, tu jest poloha tělesa stálá. Splývá-li těžiště vody i tělesa dohromady, jest poloha jeho volná, a leží-li těžiště tělesa nad těžištěm vody, převrhne se těleso plovoucí tou nejmenší silou; poloha jeho jest v tom případu vratká. Nejsou-li koráby zbožím dosti obtížený, kamením se naplní, aby jejich těžiště hodně hluboko leželo. Kus dřeva na jedné straně železem pobitého vždy ve vodě rovně se postaví, třeba jsme je převrhli. Je-li více osob na lodce a burácí-li vítr, musí všecky lehnouti, aby se loďka nepřevrhla, protože tím těžiště všech osob níž přijde.

b) Síla  $P$  jest tím větší, čím jest  $AD$  větší, čili tělesa stálejší polohy nabudou, když podpora jejich hodně široká jest. Široký vůz mnohem nesnadněji se převrhne než úzký se stejným nákladem. Lodka úzká snáze se převrhne než široká. Křížkují-li se hoši, rozkročí se, aby tak snadno nepadli. Když se o něco opíráme, vždy se rozkročíme. Jak musí kniha, cihla, plotna atd. ležeti, aby nejsnáze, a pak aby nejtěžejí padly? Vysokým předmětem (stojanům na šaty) přidělávají se zakroužené nohy. Proč šlapadlo nohy lidské jest značně dlouhé i široké? Na jedné noze můžeme státi; kdo má obě dřevěné nohy, musí ještě o berli se opírat. Ptáci mají dlouhé prsty na nohou, ale čtvernochá zvířata krátké a úzké šlapadlo, protože všecky nohy dávají velikou podporu.

c) Stálost polohy závisí také od  $Q$  váhy tělesa; čím jest toto těžší, tím větší síly  $P$  k převrhnutí potřebí. Sud prázdný se lehce převrhne, vodou neb jakoukoliv tekutinou naplněný s větším namáháním; dřevěné svícný snadno se porazí, kovové těžko; dřevěný špalck lehčeji se odstrčí, než kámen stejně velikosti.

## B) Pohyb těles pevných.\*)

*Pohyb vůbec.* Při pohybu každém musíme pozorovat:

a) Těleso, které se pohybuje a jež si jediným bodem znázorňujeme.

\* ) O pohybu kapalin bylo při vodě a o pohybu plynnů u vzduchu mluveno.

b) *Velikost sily*, která jest příčinou pohybu. Síla sluje *okamžitá*, když na těleso pouze okamžik, kterého měřiti nemůžeme, účinkuje. *Síla trvalá* působí na těleso čas, který můžeme měřiti. Hodíme-li kouli, účinkuje na ni síla okamžitá; při tahu a tlaku působí síla trvalá. Trvalá síla jest někdy *stálá*, totiž stále stejná, neb se mění a sluje *proměnná*.

c) *Směr* pohybu, ve kterém těleso skutečně se pohybuje neb setrválostí pohybovat se snaží. Směr sily a směr pohybu si čarami představujeme.

d) *Délku dráhy* čili cesty, kterou těleso silou jakousi se pohybujíc vykoná. Dráha se udává v metrech neb stopách a jest tím větší, čím větší síla na těleso působí. Taktéž si dráhu jako velikost síly poměrnou délkom čar, které pak mezi sebou porovnáváme, znázorňujeme.

e) *I čas a rychlosť* musíme při pohybu na zřeteli míti; při určování a stanovení sil vždy jedna sekunda za měřitko se brává. Rychlostí jmenujeme dráhu za jednu sekundu vykonanou. Tělesa se rychleji pohybují, vykonají-li v jisté době delší dráhu; let orla jest rychlejší než běh koně, protože v jedné sekundě delší dráhu vykoná.

f) *Spôsob pohybu*, který bývá rozličný. Některá tělesa stále stejně se pohybují, totiž přibývá jim dráhy v každé sekundě stejně čili rovnou měrou; takový *pohyb* sluje *rovnoměrný*. Rovnoměrně jdou hodinové stroje, které bud tizi (závažím) neb péry pružnými se pohybují.

Hodíme-li kouli pomalu po kuželníku, slaběji a slaběji se kutálí, až se zastaví. Kdyby kuželník hodně dlouhý byl, zastavila by se koule přece, třeba velkou silou se hodila. Pohyb, kterému na rychlosti jako zde ubývá, sluje *pohyb zpozděný*. Vyhodíme-li kámen neb vystřelíme-li kouli z děla do výšky, letí pořáde zdlouhavěji, až konečně v letu ustane a k zemi dopadá.

Spustíme-li kámen s věže dolů, padá každou pozdější sekundu rychleji, takže nejbliže zemi pád jeho jest nejprudší. Pohyb, při kterém se těleso rychleji a rychleji pohybuje, sluje *zrychlený pohyb*. Oč tělesu při každé následující sekundě na rychlosti přibývá, jmenujeme *zrychlení*. Přibývá-li neb ubývá-li tělesu každý okamžik stejně na rychlosti, sluje pohyb *rovnoměrné zrychlený* neb *rovnoměrně zpozděný*.

Kapky vody při dešti a člověk, má-li to neštěstí se stromu neb s výššího patra spadnouti, padají polibrem rovnoměrně zrychleným. Kdyby byl pohyb při padání pouze rovnoměrný, uholil by se člověk o zem vždy stejně, ať by padl s prvního nebo se třetího patra. Zrychleně se kutálí koule po žlábkou u kuželníku, když ji nahore zlehka spustíme; nejrychleji se pohybuje na konci žlábkou, a rychleji by se ještě kutálela, kdyby byl žlábek delší. Zrychleně se vlak počíná pohybovat, až pak rovnoměrně se pohybuje. Také zrychleně se kutálí kámen se stráne dolů, sněhová koule s vysokých hor a vagon, kdyby od ostatních vozů se vyháknul a po svahu níz se pohyboval.

Když se stroje, u př. mlýny nebo parostroje pohybovati počnou, jest jich pohyb rovnoměrně zrychlený, a když se zarázejí, rovnoměrně zpozděný.

*Pohyb rovnoměrný* jest takový, při němž přibývá dráhy a doby čili času rovnou měrou a při němž rychlosť se nemění. Fysikové uvyklik k vůli skrácení znamenati  $s$  (spatium) dráhu,  $t$  (tempus) dobu čili čas a  $c$  (celeritas) rychlosť.

Jde-li člověk rovnoměrně rychlosť  $c = 4'$  (rozumí se za sekundu), vykoná za dvě sekundy dráhu  $2 \times 4'$ , za 3 sekundy  $3 \times 4'$  atd., až za  $t$  sekund bude vykonaná dráha  $s = c \times t$ , totiž dráha při rovnoměrném pohybu se rovná součinu z rychlosť a doby.

Z předešlé rovnice máme  $c = \frac{s}{t}$  a  $t = \frac{s}{c}$ . Rychlosť vypočteme, když známou dráhu dobou, a dobu vypočteme, když známou dráhu rychlosť dělíme.

*Příklady.* Kračí-li člověk stálou rychlosť  $4'$ , jakou cestu vykoná za hodinu a pak za 50 minut? Když člověk za hodinu půl míle, pošta  $1\frac{1}{2}$  míle a železná dráha 4 míle cesty vykoná, jakou rychlosť pohybuje se člověk, pošta a dráha? ( $3\frac{1}{3}'$ ,  $10'$  a  $26\frac{2}{3}'$ ). Jakou rychlosť pohybuje se některé místo na rovníku 5400 mil dlouhém za hodinu (225 mil), za minutu ( $3\frac{3}{4}$  míle) a za sek.? ( $250^0$ ). Jakého času potřebuje voda rychlosť 2 metrů tekoucí (tedy koráby a vory a vše na vodě), aby jejich tok mili = ? metrů dráhy vykonal? Když udeření hromu za deset sekund po blesku slyšíme, jak daleko uhodilo?

*Pohyb rovnoměrně zrychlený.* a) *Konečná rychlosť.* Při tomto pohybu v každém okamžiku rychlosť se mění, a proto možno zde jen určiti takovou rychlosť, kterou těleso na konci některé sekundy má a kterou by se dále rovnoměrně pohybovalo. Rychlosť takovou jmenujeme *konečnou rychlosť* a znamenáme  $v$ .

Je-li  $g$  zrychlení, totiž oč tělesu každou sekundu na rychlosť přibývá, má těleso na konci první sekundy konečnou rychlosť  $1g$ , na konci druhé sekundy  $2g$ , na konci třetí sekundy  $3g$ , až na konci  $t$  sekundy jest *konečná rychlosť*  $v = gt$ . *Konečná rychlosť rovná se součinu ze zrychlení a doby.*

Z  $v = gt$  vyplývá  $g = \frac{v}{t}$  a  $t = \frac{v}{g}$ , totiž zrychlení vypočteme, dělíme-li konečnou rychlosť dobou, a dobu vypočteme, dělíme-li konečnou rychlosť zrychlením.

*Příklady.* Při volném pádu s výšky má těleso, zrychlení  $31'$ , jak zkouškami se dokázalo; jakou rychlosť padá těleso na konci 4. sekundy? ( $v = 31' \times 4 = 124'$ ). Jakou dobu padá těleso, když je jeho konečná rychlosť  $106'$ ? ( $t = \frac{186}{31} = 6$  sekund). Počíná-li vlak zrychlením  $\frac{1}{2}'$  se pohybovat, jakou má za minutu konečnou rychlosť? ( $v = gt$  a  $v = \frac{1}{2} \cdot 60 = 30'$ ).

b) *Dráha.* Počíná-li se těleso rovnoměrně zrychleně pohybovat, má začáteční rychlosť nulu a konečnou rychlosť  $31'$ . Dráha se zde vy-

koná tak velká, jako by se vykonala, kdyby těleso střední zrychlostí  $15\frac{1}{2}'$  po celou dobu se pohybovalo; neboť, oč je dráha v druhé polovině sekundy větší, o to byla v první polovině kratší. Těleso, které s nulou počalo a  $31'$  pohyb končilo, také tutéž dráhu by vykonalo, kdyby se rovnoměrně hned z počátku  $15\frac{1}{2}'$  pohybovalo. Tedy střední rychlosť  $\frac{v}{2}$  rovnala by se rychlosti  $c$  při rovnoměrném pohybu.

Při pohybu rovnoměrném byla dráha  $s = ct$ , tedy zde při zrychleném  $s = \frac{v}{2}t$  a že se  $v = gt$ , tedy  $s = \frac{g}{2}t \cdot t$ , či  $s = \frac{g}{2}t^2$ , totiž dráha při rovnoměrném zrychleném pohybu rovná se součinu z polovice zrychlení a čtverce doby.

Porovnáme-li dráhu  $s$  vykonanou za dobu  $t$  a jinou dráhu  $s'$  za dobu  $t'$ , máme  $s = \frac{g}{2}t^2$  a  $s' = \frac{g}{2}t'^2$  a z toho  $s:s' = \frac{g}{2}t^2 : \frac{g}{2}t'^2$  a také  $s:s' = t^2 : t'^2$ , totiž při pohybu rovnoměrně zrychleném mají se dráhy k sobě jako čtverce dob čili přibývají dráhám jako čtvercům dob, v nichž byly vykonány.

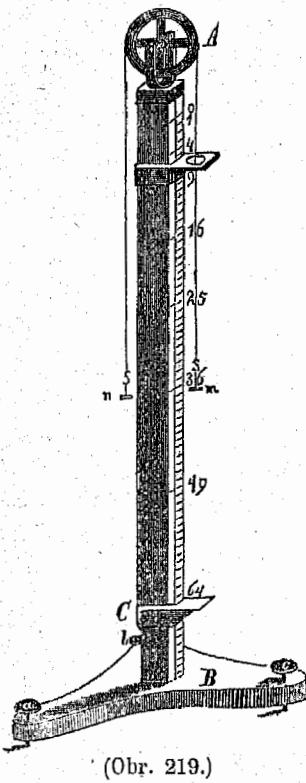
Z předcházejícího bychom také měli  $s:s':s'':s''' = 1\frac{g}{2}:4\frac{g}{2}:9\frac{g}{2}:16\frac{g}{2}$

Vykonaná dráha za první sekundu jest  $1\frac{g}{2}$  a za dvě sekundy  $4\frac{g}{2}$ , tedy pouze v druhé sekundě jest vykonaná dráha  $3\frac{g}{2}$ ; ve třech sekundách vykoná se dráha  $9\frac{g}{2}$  a ve dvou  $4\frac{g}{2}$ , tedy pouze ve třetí sekundě  $5\frac{g}{2}$  a ve čtvrté  $7\frac{g}{2}$  ( $16\frac{g}{2} - 9\frac{g}{2}$ ). Tedy máme  $s:s':s'':s''' = 1:3:5:7$  atd. totiž dráhám v jednotlivých po sobě jdoucích sekundách přibývají jako čísel lichých.

*Atwoodův padostroj.* Zrychlení  $g$  volně padajících těles bylo mnoha zkouškami v našich krajích  $31'$  shledáno. Protože jest zrychlení příliš veliké, můžeme dráhy při rovnoměrně zrychleném pohybu pouze na umělém Atwoodově padostroji (obr. 219.) zkoušeti.

Stroj tento sestává ze sloupce  $6'$  vysokého, na němž se nalezá velmi lehce pohyblivé kolečko  $A$ , po jehož žlábků vede hedvábná šnůrka tenká s dvěma mističkami  $m$  a  $n$  stejně těžkými, pročež tyto v každé poloze v rovnováze jsou. Sloupec spočívá na podstavci  $B$ , na němž se pomocí tří šroubků  $abc$  všady svisle postaviti může, a jest rozdělen na 64 palce, z nichž vidíme některé číslicemi označené.

Přidáme-li na mističku  $m$  nějaký přivažek  $p$ , aby aspoň tření kolečka přemáhal, padá podél sloupce s mističkou dolů zrychleným pohybem, ale mnohem menším než při volném pádu, neboť musí přivažek zároveň mističkami, kolečkem i šnůrkami pohybovat. Padání by



(Obr. 219.)

se ještě zmenšilo, kdyby se na mističky stejná závažíčka mimo přívažek dala. Obyčejně brává se přívažek takový, aby zrychlení  $g$  jím docílené bylo  $2''$ , kde pak je  $\frac{g}{2} = 1''$  a dráha za první sekundu  $1''$ , za dvě sekundy  $4''$ , za tři  $9''$  atd., až za 8 sekund  $64''$ , což vše na sloupci poznamenáno máme.

Abychom sekundy dokonale počítati mohli, máme při padostroji sekundové kyvadlo (viz později obr. 223.), které stejně se kyvá a klepá. Mističku s přívažkem postavíme právě k nule a při tom hledíme, aby se pustila v ten okamžik, když kyvadlo klepne. Stolek s otvorem nahore odejmáme podlouhlý přívažek, kdekoliv jej posouváním postavíme a stolek celistvý *C* staví pád na konci dráhy. Když přívažek na stolku s otvorem ležeti zůstane, pohybuje se mistička dále konečnou rychlostí rovnoměrně.

### *Polyub těles vržených.*

Tělesa mohou svísnout dolů, svísnout do výše, vodorovně nebo šikmo do výše hozena býti.

Hodíme-li kámen do hluboké studny neb šachty svisno dolů, přibude tíži jeho, kterou zrychleně padá, ještě síla, již se svisno hodil. Kámen tedy o vrzenou sílu rychleji na dno padne, než by se to pouze jeho tíži státi mohlo. Konečná rychlosť kamene by byla  $v = c + gt$  a dráha  $s = ct + \frac{g}{2}t^2$ .

Vystřílejme-li kouli z děla svislo do výše, táhne ji tíže stále svislo dolů a zmenšuje rychlosť její; pohyb je tedy zpozdéný. Zde by bola konečná rychlosť  $v = c - gt$  a dráha  $s = ct - \frac{g}{2} t^2$ . Vržená síla tíže tak dlouho se menší, až je zrušena; těleso pak svou tíží zrychleně svislo dolů padá.

Vystřelíme-li kouli  $A$  (obr. 220.) s nějakého vršku ve vodorovném směru  $Ax$ , neletí vodorovně, nýbrž následkem vržené síly vodorovné a tíže ve svisném směru účinkující musí pohyb být křivá čara  $Ay$  (parabola). Kdybychom si velikost vržené síly v 1. 2. a 3. sekundě délku čar  $Ac$ ,  $cd$  a  $dx$ , pak přitažlivost k zemi  $Ae$ ,  $ef$ ,  $fj$  totiž jako  $1 : 3 : 5$

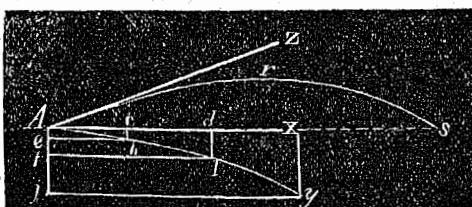
znázornili, byla by koule  $A$  na konci první sekundy v  $b$ , na konci druhé v  $c$  a na konci třetí sekundy v  $y$ . Z toho vidno, že by koule vodorovně a blízko země vyštřelená daleko nedoletěla, protože svým křivým pohybem by se země brzy dotknouti musela. Voda při mlýnech ze žlabu na kolo tekoucí také má takový křivý tok.

Vystřelíme-li kouli šikmo do výšky ve směru  $Az$ , musí i zde pohyb býti křivá čára  $ars$ , protože také tíže stále s vrženou silou účinkuje, což si podle předešlého nákresu sami znázorniti můžeme.

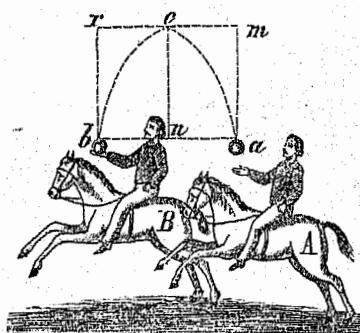
Čím větší silou těleso v jakémkoliv směru vyhodíme, tím dále a výše doletí. Při šikmém vystřelení doletí koule nejdále, vystřelí-li se ve směru  $45^\circ$ , tedy v půl pravého úhlu; ve směru  $30^\circ$  neb  $60^\circ$  vystřelená koule nedoletí tak daleko, a nejméně doletí, je-li ve směru  $15^\circ$  neb  $75^\circ$  vystřelena. Dělostřelci dobrě musí vzdálenost místa vypočítati jakož i úhel, v jakém výstrel vykonati se má, sice vždy se chybí. Ani koule z ručnice vystřelená neletí ve vodorovném směru, v jakém se hlaveň drží; proto se miří podle známky upřed hlavni.

V jízdárně hází jezdec na koni  $A$  (obr. 221.) kouli svislo  $am$  do výše a běží-li kůň stejným krokem v kole, padne mu zase do ruky, když přijde v polohu koně  $B$ , ač by se mohlo mysliti, že by koule nazad koně padnouti měla. Toho jest příčina, že koule při vyhození stejnou rychlosť jako jezdec na koni zacliovavá. Na kouli tedy účinkuje síla vodorovná ve směru  $ab$ , t. pohyb koně a pak síla ve směru  $am$ , kterou koule svislo do výše vržena byla. Pohyb koule musí býti ku předu křivá čára  $acb$ , jak z rovnoběžku  $anem$  a  $nerb$  nahlédnouti možno. Běží-li kůň rychle, musí se koule výš vyhoditi.

Má-li jezdec obručem skočiti, vyskočí taktéž do výšky a přece na koně zase spadne. Vyhodi-li někdo na voze rychle se pohybujícím míč svislo nahoru, musí mu z této příčiny do ruky padnouti, hodí-li jej rychlosť pohybu vozu přiměřenou. Toto vyžaduje dlouhého cvíku a proto míč obvykle do vozu mimo ruku padne. Z této příčiny padne kámen od vrcholu stěžně plovoucího korábu volně spuštěný také dole k stěžni a nikoliv do vody.



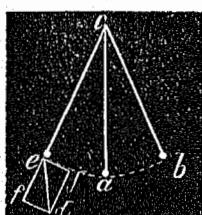
(Obr. 220.)



(Obr. 221.)

## Kyvadlo.

Koulička na nit zavěšená visí ve svisném směru, a kdykoliv se vyšine, vždy po delším neb kratším sem tam kolísání č. kývání do svisného směru přichází. Takovou kouličku neb i každé jiné těleso na šňůru zavěšené jmenujeme *kyvadlo*.



(Obr. 222.)

Pošineme-li kouličku *a* (obr. 222.) ze svisného směru *ca* do *cb* a spustíme-li ji, pohybuje se poráde rychleji, protože na ni tíže účinkuje; pohyb v *a* jest nejrychlejší. Zde koulička nemůže zůstat, protože dle setrvačnosti se snaží nabylou rychlostí dále se pohybovat; že ale stále tíže kouličku zpátky do polohy *ca* tálne, musí její pohyb zpozděný být. Při houpání na provaze shledáváme totéž.

V *e* účinkuje tíže na kyvadlo. Představíme-li si její velkost *ed*, ruší se této složka *ef* pevností nitě a jen složka *ej* znázorňuje nám velkost sily, která na kouličku vliv má a jí tedy pohybuje. Složka tato je stále menší a v *a* nulou, z čeho jde, že zde má tíže nejmenší vliv na kývání kyvadla.

Délka zrychleného pohybu kouličky z *b* do *a* rovnala by se zpozděnému pohybu z *a* do *e*, kdyby neprostupnost vzduchu a tření v bodu *c* při kývání nevadila. Proto koulička níže a níže na jedné i druhé straně vystupuje, až pak ve svisném směru *ca* klidně viseti zůstane. Oblouk *cb* sluje *kyv* kyvadla, úhel *ace* úhel kyvu a čas ke kyvu potřebný sluje *doba kyvu*.

U hodinového kyvadla neprostupnosti vzduchu tím se odpomáhá, že závaží stále na kolečka tlačí a kyvadlo kotvicí střídavě na pravé a levé straně do kolečka ozubeného zasahuje, aby se rovnoměrně kývalo, tedy v stejně době dráhu od *b* k *e* a naopak opsalo.

Doba kyvu závisí od délky kyvadla; čím kyvadlo kratší jest, tím se rychleji pohybuje, a čím jest delší, tím zdlouhavěji. O tom nás hodiny přesvědčují. Opozdívají-li se hodiny, což se prodloužením kyvadlové tyče za tepla v letě stává, pošoupne se knoflík na drátu výše; jdou-li rychle, což se stane, když v zimě kyvadlová tyč ochlazením se skracuje, pošoupne se níže, aby bylo kyvadlo delší a kývání zdlouhavější.

Má-li kyvadlo jeden kyv za sekundu vykonati, musí 3·144" dlouhé být. Má-li za dvě sekundy jeden kyv vykonati, musí 4krát, pro tři sekundy 9krát tak dlouhé být.

Byla-li by nit, na níž koulička zavěšena jest, bez váhy, měli bychom *kyvadlo jednoduché* neb *matematické*; nit by naznačovala *délku kyvadla*. Jednoduchého kyvadla ve skutečnosti nestává, takové můžeme sobě pouze představiti. Každé jiné kyvadlo sluje pak *složené*.

Kyvadlo složené či fyzické sestává z mnoha kyvadel jednoduchých nestejně dlouhých, neboť každá hmotná částice ve spojení s bodem závesu

jest vlastně jednoduchým kyvadlem. Upravíme-li si jednoduché kyvadlo tak, že by se složeným stejně kyvy v stejné době obíhalo, naznačovalo by toto redukovanou či převedenou délku složeného kyvadla.

*Upotřebení kyvadla.* Poněvadž kyvadlo na tomtéž místě, pokud zůstává jeho délka stejná, stejně kyvy vykonává, slouží ku měření času ve spojení s hodinovým strojem, nebo slouží co kyvadlo sekundové (obr. 223.) při padostroji. Toto kyvadlo jest zavěšeno v jednom bodu s kotvou *ab*, kterouž postupuje při každém kyvu ozubené kolo o jeden zub dál. S kolem ozubeným jest hřídel spojen, okolo něhož na šňůře závaží visí. Kdyby kyvadla nebylo, točil by se hřídel se závažím zrychleně, kyvadlem ale pohybuje se rovnoměrně.

Má-li kolo 60 Zubů a vykoná-li kyvadlo jeden kyv za sekundu, otočí se hřídel za minutu jednou i s ním spojená rafíčka, která by ukazovala sekundy. Spojí-li se s hřídelem ještě druhý, který by se otočil jednou, když první 60krát se otočil, ukazovala by ručička s kolečkem spojená hodiny. Toto základ hodinového stroje.

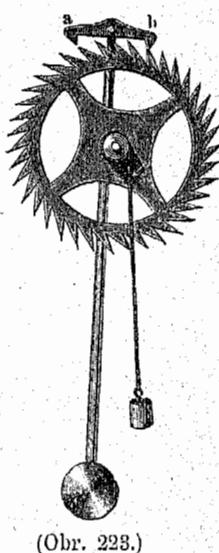
V hodinách visacích máme na místě závaží, které hřídelem pohybuje, spirálně točené pružné pero (obr. 224.).

Hodiny prvnější se natahuji, když se šňůra závažím poznovu na hřídel navine; visací neb kapesní hodiny se natahuji, když klíčkem pružné pero stočením více se zpruží. Jako kyvadlo udržuje pohyb rovnoměrný, tak zase v kapesních hodinách způsobuje pravidelný pohyb *nepokoj* či *setrváčník* (viz str. 26.).

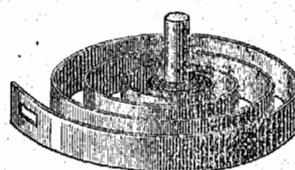
Kyvadlo kývá na vysokých horách zdolávavěji než na úpatí hor, což dokazuje, že do výšky tiže ubývá. U vysokých hor vyšinuje se kyvadlo ze své dráhy a k hoře se kloní, což dokazuje přitahování se těles.

### *Pohyb středoběžný.*

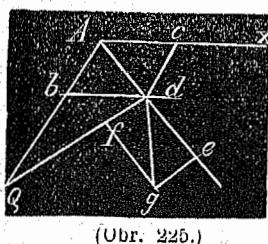
Pohyb středoběžný povstává, když vržené těleso druhou silou stále k některému bodu přitahováno bývá. Mysleme si těleso *A* (obr. 225.) ve směru *Ac* vržené a v *Q* sílu, která je stále k sobě přitahuje. Těleso se nemůže ani ve směru *Ax* ani ve směru *AQ* pohybovat, nýbrž dráhou mezi směry obou sil. Představíme-li si sílu ve směru *Ax* délkom *Ac* a sílu ve směru *AQ* délkom *Ab*, shledáme, že se těleso *A* na konci



(Obr. 223.)



(Obr. 224.)



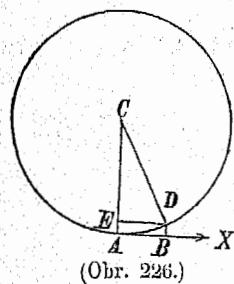
(Obr. 225.)

úhlopříčné  $Ad$  rovnoběžníku  $Abdc$  nacházeti bude. Zde v bodu  $d$  těleso se snaží zase v rovném směru dále silou  $de$  se pohybovat; že ale stálá síla v  $Q$  ve směru  $dQ$  také účinkuje, bude  $A$  v  $g$  se nacházeti, když si zase rovnoběžník  $degf$  utvoříme. Kdybychom si dráhu tak dále dle velkosti sil přiměřeně dlouhými čarami znázorňovali, shledali bychom, že se těleso  $A$  v křivé čáře točiti musí.

Pohyb, při kterém se tělesa ke středu přitahuji, sluje *středoběžný* a síla ve středu působící síla *dstředivá*. Pohyb středoběžný jeví se u naší zeměkoule. Kdyby nebyla země, kterou si v  $A$  myslí můžeme, od slunce v  $Q$  znázorněném přitahována, musela by v přímém směru  $Ax$  dle setrvačnosti dále letěti; kdyby ji slunce pouze k sobě přitahovalo, přiblížila by se až k němu samému. Že ale na zeměkouli dvě síly účinkují, musí tudíž její výslední pohyb okolo slunce v křivé čáře se objeviti.

Slunce jest 700krát větší nežli všecky planety a družice jeho, pročež by všecka tato nebeská tělesa k němu dopadla, kdyby se stále nesnážila od něho dle setrvačnosti se vzdalovati. Všecky planety a družice mají jako země pohyb středoběžný v podobě elipsy. Slunce se nalezá ve společném ohnísku všech elips.

### *Odstředivost.*



(Obr. 226.)

Hodíme-li kouličku  $A$  (obr. 226.) na niti ve prostřed stolu hřebíčkem  $C$  upevněnou, kutálí se v kruhu; hodíme-li ji prudce, přetrhne se nit a koulička letí v rovném směru, až se o nějaký předmět zarazí. Každé těleso, musí-li se v kruhové čáře točiti, jeví jako tato koulička snahu se *odstřediti* (od středu se vzdáliti), a proto táhne na nit neb šňůru, na níž upevněno jest, nebo tlačí na dráhu kruhovou, v které se točiti musí. V té době, v které by koulička  $A$  při své snaze dle setrvačnosti do  $B$  přišla, přijde při tomto pohybu do  $D$ , pročež se ke středu o  $BD$  sbliží, která přímka znázorňuje velikost od středivosti a se přímce  $AE$  rovná.

Síla, kterou se těleso odstřediti snaží, sluje *odstředivá síla* čili *odstředivost* a závisí od velkosti a rychlosti tělesa samého a od velkosti kruhu. Točí-li se hmota  $m$  rychlostí  $v$  v kruhu s poloměrem  $r$ , jest odstředivost  $F$  rovnicí  $F = \frac{m \cdot v^2}{r}$  vyznačena, kde  $g$  znamená zrychlení  $31'$

jako při volném pádu. Vezmeme-li jinou odstředivost  $F' = \frac{m' \cdot v'^2}{r'}$ , vy-

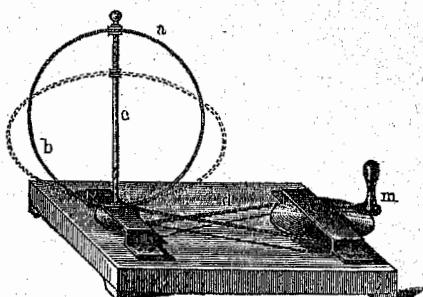
přísluší  $F: F' = m:m'$ ,  $F: F'' = v^2:v'^2$  a  $F: F''' = r':r$ . Totiž: při stejné rychlosti a stejných kruzích přibývá odstředivostí hmotou; při stejných hmotách a stejných kruzích přibývá čtverečně odstředivostí rychlosti; při stejné rychlosti a stejných hmotách přibývá odstředivosti zmenšením kruhu. Pohybují-li se koule okolo osy, otáčí se celá v stejné době a proto stejné částice koule (stejné hmoty) na větším kruhu musí větší odstředivost jevit, než částice na menším kruhu, protože se na větším kruhu větší rychlostí pohybují než na menším.

*Strojem odstředivým* možno všecky zákony odstředivosti pozorovati. Tento sestává z kotouče  $m$  (obr. 227.), který klikou se otáčí a jehož pohyb šňůrou  $d$  na kotouč menší se převádí. Na osu menšího kotouče upevní se předměty, kterými chceme pokusy dělati. Kolikrát je obvod většího kotouče delší než obvod menšího, kolikrát se tento rychleji točí.

Válcový kruh  $a$  osou  $c$  na malý kotouč odstředivého stroje přišroubovaný spošťuje se při točení a nabývá tvaru elipsovitého, protože částice, které od osy vzdálenější jsou, mají větší odstředivost. Proto i zeměkoule není úplně kulatá, nýbrž na točných trochu spoštělá. Zeměkoule nebyla totiž za pradávných dob tak pevná jako nyní, a že se okolo osy točí, musí částky její na rovníku a blízko něho mnohem více se odstředovati než částky blíže polů ležící, protože větší kruh či dráhu v stejném čase vykonávají.

Voda v nádobě točená uprostřed se vyhloubí a po krajích stoupá, až stříšká. Točíme-li rozličné kapaliny, jako rtut, olej a vodu barvenou v báni, zaujmě rtut prostor, kde je báň nejširší a po obou stranách těprve voda a olej. Máme-li na dráhu vodorovném dohromady spojené stejné kouličky ve stejné vzdálenosti od osy, zůstanou při točení v klidu; pošine-li se některá od osy dále, strhne hned druhou za sebou. Dvakrát tak velká koulička v drakrát menší vzdálenosti od osy udrží druhé rovnováhu.

*Příklady.* Vůz neb sáně, když kolem rohu rychle se zatačejí, snadno odstředivostí se převrhnu a tím snáze, čím v menším kruhu se to při stejné rychlosti děje. — Čím rychleji kůň v jízdárně v kruhu běží, tím více své tělo ke středu kruhu nalybá, jakož i jezdec na něm sedící; kdyby tak se nedělo, musil by kůň i jezdec od středu padnouti. — Kdo se na želízkách po ledě klouzá, musí se na tu stranu nakloniti, kam se obrací. — Zezelné dráhy staví se co možná v rovném směru; musí-li se tu a tam zatačeti, kladou se šíny na té straně níže, kam se dráha zatačí, aby se vagony dovnitř kruhu při jízdě klonily. — Točí-li se mlýnské kolo okolo hrídele, snaží se každá část jeho od středu



(Obr. 227.)

se vzdáliti a to tím více, čím ono větší jest a čím částky obvodu od středu vzdálenější jsou. — Odstředivostí může se i spojivost překonati, tak že i kusy od celku se oddělují; proto musí loukotě u kol často rychle se točících pomocí ráfů dobré spojeny být. — Tlučeme-li palicí kámen neb sekáme-li sekýrou dříví, může palice neb sekýra pohybem odstředivým odletěti. — Prak předků našich byl řemen, jehož jeden konec na ruce se upevnil; v zápasu s nepřátely pustil se volně držený druhý konec a kámen letěl odstředivostí v rovném směru. — U kočáru odletuje při deštivém počasí od kol bláto, které se na ně nalepilo. Aby se lidé v kočáre nepoblátili, upevňuje se nad kola plech. Hrnčíř dává hlínu na svrchní kruh a když jím nohou pomocí spodního kola točí, vytvořuje se z ní lehce nádoba, protože se každá část hlíny točením odstředuje; prudším nebo volnějším točením jest hrnčíř možno při práci si pomáhati.

Na odstředivosti zakládají se mnohé stroje. K vyždímání prádla upotřebujeme okrouhlých košíků; odstředivostí stříká voda z prádla do kbelíku, v němž se košík okolo osy své točí. V cukrárnách místo krytí nechává se zhustěný cukr v nádobách točit, aby melasa mnohem rychleji z něho se vybavila. Také jsou některé stroje tak zařízeny, že vzduch odstředivou silou násilně místo měchů do vysokých pecí k plámenu se žene.

Odstředivost může být tak velká, že i těži těles překonává. Postavíme-li sklenici s vodou do vnitř oblouku, jímž prudce točíme, nespadne sklenice ani kapka vody z ní nevyteče. Čím lehčí těleso v obruči máme, tím zdoluhavěji točit musíme, aby nespadlo; naopak ale, čím jest těžší, tím rychleji točit musíme, aby odstředivost těži překonána nebyla.

Právě tak při naší zemi staví se těži odstředivost na odpor. Z otáčení země okolo osy pochází, že jsou tělesa na rovníku, kde jest největší odstředivost, lehčí, než blíže k točnám, kde jest odstředivá síla menší. Váží-li na rovníku těleso 10 liber, váží v šířce  $50^{\circ}$  již 10·018 liber a na točnácli 10·03 lib. Kdyby se země 17krát rychleji točila, stála by odstředivost na rovníku s těži těles v rovnováze a proto by těleso, které bychom odněkud pustili, k zemi nepadlo, nýbrž ve vzduchu by se vznášelo.

### Měření sil.

Síly posuzujeme podle účinku, který závisí od velikosti a od rychlosti se pohybující hmoty.

Jest-li síla  $P$  těleso 2-, 3- a 4krát větší  $M$  stejnou rychlostí pohybuje jako síla  $p$  těleso  $m$ , musí také 2-, 3-, 4krát větší být než tato. Jest tedy  $P:p = M:m$ .

Jest-li třetí síla  $C$  hmotu jakousi 2-, 3- a 4krát větší rychlostí  $C$  pohybuje, nežli síla  $p$  tutéž hmotu rychlostí  $c$ , musí opět 2-, 3- a 4krát větší být nežli tato. Tedy  $P:p = C:c$ .

Z obou předcházejících srovnalostí dostaneme srovnalost  $P:p = MC:mc$ . Vezmeme-li si službu  $p$ , hmotu  $m$  a rychlosť  $c$  za jednotky, ktorými bychom ostatní porovnávať mohli, máme  $P = MC$ . Součin z hmotnosti a rychlosť  $MC$  jmenujeme *velikosť pohybu* čili *hybnosť hmoty*.

### Ráz těles.

Pohybují-li se dvě tělesa proti sobě, neb jedno zdlouhavě a druhé za ním rychleji, anebo nachází-li se jedno v klidu a druhé proti němu přichází, tož vzájemným působením obou těles v tomto ohledu povstane *ráz*. Při rázu musíme ohled na to bráti, jsou-li tělesa pružná nebo nepružná. Abychom ráz snáze seznali, zkouejme jej nejprv na koulích nepružných.

*Ráz kouli nepružných*, Vrazí-li koule nepružná kolmo na stěnu, stlačuje se nárazem, až se její rychlosť zruší; je-li stěna vodorovná, zůstane koule na místě, na něž narazila, ležet; je-li šikmá, kutálí se koule po ní slaběji dále, a je-li kolmá, spadne koule podle ní.

Vrazí-li nepružná koule  $M$  rychlosť  $C$  do druhé  $m$  v klidu se nacházející, sděluje jí tak dlouho svou rychlosť čili postrkuje ji tak dlouho, až obě co jedno těleso stejně vedle sebe se kutálí. Hybnosť první koule jest  $MC$  a druhé nula a že se obě koule  $M$  a  $m$  o tu hybnosť rozdělí, mají obě společnou rychlosť  $x = \frac{MC}{M+m}$ . Jsou-li obě koule stejné, rozdělí se hybnosť první tak, že každá koule po rázu polovic rychlosti první koule má, nebot  $x = \frac{MC}{M+M}$  a  $x = \frac{MC}{2M}$  či  $x = \frac{C}{2}$ .

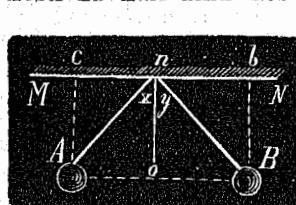
Kutálí-li se jedna koule  $M$  větší rychlosť  $C$  za druhou  $m$  rychlosť  $c$ , postrkuje ji nárazem tak dlouho, až obě stejně rychlosť nabýdou. O hybnosť  $MC$  první koule a o hybnosť  $mc$  druhé koule rozdělí se po rázu obě koule  $M+m$ ; proto jest rychlosť po rázu obou  $x = \frac{MC+mc}{M+m}$ . Jsou-li obě koule stejně velké, má každá polovici součtu obou rychlosťí, nebot  $x = \frac{MC+Mc}{M+M}$  a  $x = \frac{M(C+c)}{2M}$  a  $x = \frac{C+c}{2}$ .

Vrazí-li koule stejně velké a stejnou rychlosť proti sobě, zůstanou po rázu obě v klidu; nejsou-li stejně neb vrazí-li jedna rychlosť větší proti druhé, tu se kutálejí obě po rázu ve směru větší rozdílem rychlosťí obou. Zde bychom měli hybnosť první  $MC$  a druhé  $mc$ , ale že do sebe vrazí, tož se o rozdíl hybností obě koule rozdělí; tedy po rázu je spořečná rychlosť  $x = \frac{MC-mc}{M+m}$  a při stejně velkých koulích je  $x = \frac{MC-Mc}{M+M}$ .

$a x = \frac{C - c}{2}$ . Je-li  $c = C$ , je rychlosť po rázu nula. Vrazí-li koule  $m$  dva-, tři- nebo čtyřikrát menší, ale dva-, tři-, čtyřikrát větší silou na kouli  $M$ , zůstanou po rázu také obě v klidu.

Velkostí, jakož i rychlosťí v zmíněných směrech rázu přibývá. Jako jsme to u koulí seznali, tak jest to i u jiných těles jakékoliv podoby. Běžící malý hoch může velkého muže stojícího poraziti, jest-li se na ráz nepřipravil a nerozkročil. Když jízdeckectvo na nepřítele se vrhá, děje se to prudce v podobě rázu. Beranem se zarážejí jehly do řek nebo do měkké půdy, aby se na nich mohlo stavěti, protože rychlosť beranu se jehle sděluje. Vrazí-li vagony na železné dráze do sebe, jest neštěstí tím větší, čím rychleji se to stává. Zvířata některá (berani, kozy) do sebe trkají, některá (koně) kopají a člověk se často o předměty nemile narazí. Kdy bývá ráz u člověka a u zvířete větší? Kroupy při bouřce rázem prudkým obilí otlukou a kulka neb broky vyštřelené rázem prudkým do zvěře vniknou.

*Ráz kouli pružných.* Jináče se pohybují koule pružné ze slonové kosti na kulečníku neb mísí gumové, vrazí-li do sebe nebo do stěny.



(Obr. 228.)

Hodíme-li pružnou kouli kolmo ve směru  $on$  (obr. 228.) na pevnou stěnu  $MN$ , stlačuje se tak dlouho rázem, až své sily pozbyde; stlačením ale se zpruží a touto pružností v protivném směru, tedy nazpět toutéž rychlosťí, jakou na stěnu vržena byla, se odraží.

Hodíme-li kouli neb míč  $A$  šikmo ve směru  $An$  na stěnu, odsakuje od ní ve směru  $nB$  tak, že úhel dopadu  $x$ , který povstal směrem  $An$  vržené koule a kolmice  $on$  na bod nárazu, rovná se úhlu odrazu  $y$ .

Velikost vržené sily  $An$  rozložití si můžeme ve dvě složky, a sice v  $Ao$ , která se rovná  $cn$  a vliv má, po rázu v bodu  $n$  kouli velkostí  $cn = nb$  dále podle stěny  $MN$  pohybovat, a pak ve složku  $Ac$ , která se rovná  $no$  a vliv má, kouli po rázu od stěny  $MN$  svísnou odražeti. Kdyby koule nepružná byla, rušila by se kolmice  $no$  a zůstala by pouze složka  $cn$ , kterou by se koule podle stěny kutálela. Je-li koule pružná, zůstane i kolmice  $no$  činná a tudíž koule výslední silou  $nB$  z obou složek  $cn$  a  $no$  složenou se odraží.

Vrazí-li koule  $A$  na kulečníku do druhé  $B$  v klidu se nalezající, dovede to dobrý hráč, že koule  $B$  po rázu rychlosťí první koule, která okamžitě do klidu přichází, se kutálí. Když totiž koule  $A$  do  $B$  vrazí, sdělí jí polovic své rychlosti, čím se obě stejně stlačí a zpruží; stlačená koule  $B$ , která již polovic rychlosti od  $A$  nabyla, nabývá ještě zpružením té polovice rychlosti kouli  $A$  zbylé a dále se kutálí, kdežto  $A$  v klidu zůstává. Vrazí-li dvě koule stejně velké do sebe, vymění své rychlosti, o čem se i na kulečníku přesvědčiti můžeme. Nejlépe se vše

dokáže kouličkami stejně velkými ze slonové kosti na šňůrkách v řadě podle sebe zavěšenými. Zdvíhneme-li jednu kouličku a na ostatní spustíme, odskočí pouze poslední s druhé strany; spustíme-li dvě kouličky, odskočí s druhé strany také dvě a prostřední zůstanou v klidu. Kdybychom z každé strany jednu kouličku se stejně výše spustili, odskakovaly by několikrát stále slaběji, až by zůstaly v klidu. Tak by se i stalo, kdyby pouze dvě koule proti sobě se spustily.

Tělesa nemáme ani úplně pružná ani docela nepružná; proto se při rázu těles zmíněné zákony dokonale nejeví, jakož i z té příčiny, že nemají vždy tvar koulí. Měkká tělesa na uhozeném místě se pouze stlačí a zploštělá zůstávají.

#### XIV. Rovnováha na strojích.

Všecko, co k tomu slouží, aby se účinek jinak a v jiném směru jevil, než kde a jak síla působí, jmenujeme *stroj*. Síla, která k překonání jiné síly slouží, služebně síla a druhá, která strojem překonatí se má, služí *břemeno*.

Učelem stroje jest práci vykonati, která by pouhýma rukama velkým namáháním něb docela ani vykonati se nemohla. Práce jest břemeno, které v pohybu se překoná. Abychom ji mohli oceniti, musíme na čas čili dobu, v které se konala, ohled bráti. Za míru síly brává se jedna libra a za míru dráhy jedna stopa. Jedna libra jednu stopu v jedné sekundě vysoko vyzdvížená neb v pohybu překonaná jest jednotkou práce a jmenuje se *librostopa*.

Práce přibývá silou i dráhou. Vyzdvihne-li se  $1\pi$  1' vysoko, jest to tolik, jako by se  $1\pi$  10krát podle sebe 1' vysoko vyzdvihovala, kú které práci jest tedy 10 librostop potřebí. A naopak, vyzdvihne-li se  $1\pi$  10' vysoko, jest to tak, jakoby se  $1\pi$  10krát po jedné stopě vedle sebe vyzdvihovala. Proto se jeví skutečná práce co součin síly a dráhy. Součin můžeme rozkládati, u př. 30 librostop v  $2\pi \times 15'$  neb  $15\pi \times 2'$ , nebo  $6\pi \times 5'$  atd.

Při měření značné síly u strojů brává se práce jednoho koně za jednotku, která se rovná 430 librostopám. Nyní budeme mítí sílu koňskou 75 kilogramometrů, totiž 75 kilogramů 1 metr za jednu sekundu vysoko vyzdvížených, což se také 430 librostopám rovná.

Abychom posoudili, s jak velkou výhodou stroje pracují, pozorujeme je vždy v rovnováze, totiž, když na ně účinkuje síla i břemeno a ony přece v klidu setrvají.

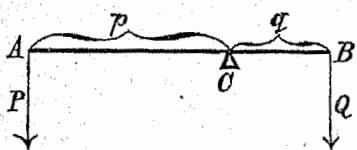
Ke strojům počítáme páku, kladku a kolo na hřídeli, pak nakloněnou plochu, klín a šrub. Stroje tyto slují jednoduché; spojí-li se dle potřeby jednoduché ve spolek, slují složené stroje.

## 1. Páka.

*Pákou* nazýváme každou tyč, lat, sochor nebo jakékoliv těleso, které v některém bodu o podporu se opírá a okolo ní otáčí. Tak jest sochor, jímž kameny, klády a jakékoliv břemeno zdviháme neb odvalujeme, pákou; váhadlo u váh, kladivo, jímž se hřebíky vytahují, váhy decimalní atd. jsou samé páky.

### *Páka jednoduchá.*

Představíme-li si, že páka žádné váhy nemá, máme páku *matematickou*, jakou si z počátku myslíme, abychom zákony na páce vytknuli. Každá páka, jak jí v praktickém životě upotřebujeme, která skutečně váhu má, sluje *pákou fyzickou*.



(Obr. 229.)

*Páka matematická.* Vzdálenost bodu podpory *C* (obr. 229.) od místa *A*, na němž síla *P*, pak vzdálenost *C* od místa *B*, na němž břemeno *Q* působí, slouží *ramena*. Máme *rameno sily p*, na němž síla *P* působí, aby břemeno *Q* na *rameně břemena q* překonala.

Je-li páka v rovnováze, musí výslednice obou účinkujících sil pevnou podporou jít, čili podpora ve směru výslednice lezeti. Tak páka *AB*, na niž síly *P* a *Q* působi, bude v rovnováze, půjde-li obou sil výslednice podporou *C*, aby se rušila. Při rovnováze musí statické momenty obou sil sobě se rovnati, tedy  $P \cdot p = Q \cdot q$ , kde *p* znamená kolmici na sílu a zároveň ramenem síly, a *q* kolmici na břemenu a zároveň ramenem břemena jest.

Ze statistických momentů máme také srovnalost  $P : Q = q : p$ , totiž: *síly se mají k sobě jako obráceně jejich ramena*. Kolikrát jest síla menší než břemeno, tolikrát musí rameno síly delší než rameno břemena být, aby byla rovnováha.

Z predešlého pak vypočteme kterýkoliv člen, jsou-li nám ostatní tři členy známy. Tak jest

$$P = \frac{Q \cdot q}{p}, Q = \frac{P \cdot p}{q}, q = \frac{P \cdot p}{Q} \text{ a pak } p = \frac{Q \cdot q}{P}.$$

Také nahlédneme z předcházejícího, že rozličnost látky, z jaké páka udělána jest a její rozličná podoba, třeba lomena neb olmuta byla, na rovnováhu nemá vlivu; zde pouze velikost sil a délka ramen rozhodují.

Doposud jsmo měli páky, u nichž ramena sil byla na obou stranách podpory. Máme také páky, u nichž je podpora na konci a obě ramena sil na jedné straně. Tak jest páka *ab* (obr. 230.) v *b* podepřena, na niž síla *P* účinkuje nahoru a břemeno *Q* tlačí v *c* dolů. Ra-

menem břemena jest  $bc$  a ramenem sily  $ba$ . U takových pák platí totéž pravidlo jako u dřívějších. Kolikrát jest rameno sily  $ba$  větší než rameno břemena  $bc$ , kolikrát potřebuje síla menší býti než břemeno, aby byla rovnováha.

Takovou pákou se může ze země kůl

vylahovati, strom vyvrateti, vůbec něco zdvihatí neb přitahovati. Má-li se břemeno v opačném směru táhnouti, než obraz ukazuje, musí také v protějším směru síla působiti; stává se to tak při stlačování žoků bavlny a vlny na vozích, kde se zase konec  $b$  opačně podepře.

*Páka fysická.* Ramena této páky mají váhu, ku kteréž při rovnováze také přihlížeti musíme.

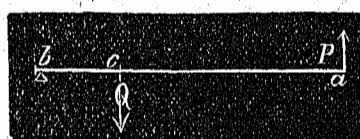
Páku fysickou stává se každá věc, kterou o jeden konec opráme, jako se to stalo v obrazu předešlém o bodu  $b$ , a na druhém konci nahoru silou  $P$  zvedáme. Tak se to děje, když lat, prkna, žebřík, sloup atd. vyzdvihujeme. Délka celého předmětu jest ramenem sily a vzdálenost těžiště od podpory ramenem břemena.

Je-li předmět stejně tlustý, má těžiště u prostřed a tu jest jedno, at jedním neb druhým koncem zvedáme, protože vždy rameno sily je dvakrát tak dlouhé jako rameno břemena. Je-li předmět k jedné straně tenší, u př. žebřík, tyč, tož je těžiště k tlustší straně blíž, pročež na tenším konci zvedáme, aby rameno sily bylo značně delší než rameno břemena a tudíž síla menší.

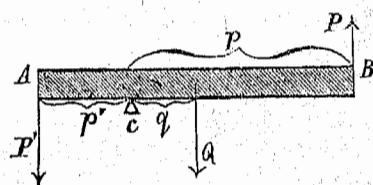
Máme-li stejně tlustou páku  $AB$  (obr. 231.) v bodu  $c$  podepřenou, můžeme ji v  $B$  nahoru silou  $P$  držeti nebo v  $A$  silou  $P'$  dolů tlačiti, aby byla v rovnosti. Má-li tato páka v  $D$  své těžiště, tu tálne tříše  $Q$  páku dolů, tak že tato koncem  $B$  se snaží na zem padnouti. Zvedáme-li v  $B$ , tož se má  $P:Q = q:p$ , a tlačíme-li v  $A$  dolů, máme  $P':Q = q:p'$ . Z první i z druhé srovnalosti

jest  $P = \frac{Qq}{p}$  a  $P' = \frac{Qq}{p'}$ . Protože  $Q$  a  $q$  v obou rovnicích jsou stejné, závisí větší neb menší namáhlání naše od ramen  $p$  a  $p'$ . Protože jest rameno  $p$  větší než  $p'$ , proto také v  $B$  budeme menší silou zvedati než v  $A$  a sice kolikrát menší silou, kolikrát je  $p$  větší než  $p'$ , neboť

$P:P' = \frac{1}{p}:\frac{1}{p'}$ , a  $P:P' = p':p$ . Jsou-li  $p'$  a  $q$  stejné a 3' dlouhé a je-li  $p$  6' dlouhé a  $Q$  100 lib. těžké, tož máme v  $P$  síly 50 lib. potřebí, kdežto v  $P'$  100 liber musíme tlačiti. Uvedená páka i nepravidelná, jako jsou sochory, býti může, a zákony předešlé i u takové platiti musí. Má-li silou  $P$  držeti se rovnováha jiné síle  $P'$  v předešlém obrazu



(Obr. 230.)



(Obr. 231.)

při zvedání nějakého břemena, tož síla  $P$  o 50  $\text{kg}$  potřebuje menší býti než břemeno, nebo naopak břemeno musí o 50  $\text{kg}$  těžší býti než síla. Jen tenkráte nemá váha páky vliv na síly, když její těžiště jde právě podporou. Taková páka by i matematickou páku zastupovati mohla.

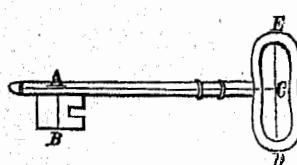
*Užívání páky jednoduché.* V životě často pák užíváme. Sochorem (obr. 232.) zdviháme těžká břemena  $Q$  při



(Obr. 232.)

stavbě, vyvalujeme kameny ze země neb odvalujeme je dale. Tesaři a zedníci ze zkušenosti vědí, že musí páku hodně blízko konce  $A$ , kterým břemeno zvedají, v  $C$  podložiti, aby je snaze silou  $P$  v  $B$  přemohli. — Kdo nese přes rameno na holi břemeno, snáze je unese, když dlouhý kus hole pro sílu a kratší pro břemeno určí. —

Zábradlí u myta jest také pákou; na kratším rameně je kamení a na dlouhém rameně stáhne se zábradlí řetězem a tak cesta zamezí. — Nůžky jsou dvě páky dohromady spojené. V rukou účinkuje síla, bod podpory jest nejtek nožů, a co se má stříhati, jest břemeno; je-li něco tvrdého ke stříhání, dává se to co možná nejbliže k podpoře. — Nůžky ke stříhání plechu mají krafounké nože pro břemeno, ale dlouhé rukověti pro sílu; nůžky na stříhání papíru mají dlouhé nože a krátké rukověti, protože jest břemeno příliš malé. — Tak i kleště a klíštky jsou zařízeny. Sekáček na krájení tabáku, chleba a ke štípaní dříví jest také pákou.



(Obr. 233.)

Klíštek (obr. 233.) jest pákou. Rameno síly jest  $CE$  i  $CD$  a rameno břemena  $AB$ . Cívka  $AC$  jest vlastně prodloužená podpora. Čím větší  $CE$  je, tím snáž otevřeme, a že zároveň účinkuje i  $CD$ , dvojnásobně sile se přispěje. Tak i páky při šroubu a nebozezu napomáhají při šroubování a vrtání. Také na železnících k přesmykování kolejí a u pumpy na zdvív jsou páky.

Obě ramena páky na jedné straně jsou u vodního lisu (viz str. 110.) a taková páka i u pumpy na tlak zařídit by se musela. Trlice na mědlování lnu, trakař a kolečko, v němž přidavači kámen a cihly vozí, jsou takové páky. Kolečko na zemi či jeho osa jest podpora, kámen neb cihly břemeno a zdvihání rukama jest síla. Je-li náklad těžký, hodně blízko podpory se naloží, pročež bývá u trakaře žebřík, aby přes něj až nad kolečko břemeno položiti se mohlo. Strojek na mačkání citronů a na rozlouskání ořechů jsou dvě páky volně nejtkem spojené. Mezi čelistmi jest břemennem, co se rozkousati má; kde spodní a svrchní čelist vkloubeny jsou, jest podpora; svaly, které čelisti spojují, jsou síla. Proč strkáme tvrdé věci k rozkousání mezi zadní stoličky a proč měkké věci jen předními zuby kouseme?

Péra, tužky a štětce jsou páky, když jimi píšeme neb kreslíme, a mají obě ramena na jedné straně podpory, ale rameno síly kratší než

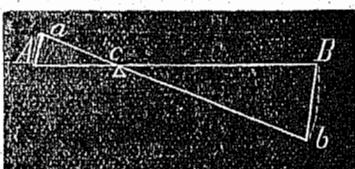
rameno břemena. Bod podpory jest na ukazováčku blíž dlaně, síla jsou prsty, jimiž pero držíme, a břemeno jest ten nepatrný odpor, který se staví péru při pohybování vstříc. — Lžíce, kterou polévkou do úst podáváme, vidlička a nůž, jímž krájíme, jsou také takovými pákami, ano i kosa, cep, lopata, vidle a podávky. Jmenovitě vidle a podávky jsou v tom výhodné, že jimi břemeno vysoko vyzdvihnouti můžeme, proto je břemeno na delším rameně. Podnožka u brusu, kolovrátku ku předení lnu a podnožka u zámečnického měchu jsou také takové páky. Podobných pák na našem těle se nalezajících počítá se devadesát. Tomu spojení podivuhodnému máme hbitost v těle a schopnost k vykonávání rozličných prací co děkovati.

*Práce a výhoda na páce.* Chceme-li posouditi práci, musíme mimo sílu a břemeno i na dráhu, kterou síla a břemeno vykoná, zřetel bráti. Je-li páka stejnoramenná, vykoná břemeno dráhu tak velkou jako síla. Nejsou-li ramena stejná, posoudíme snadno z vyobrazení 234., že síla  $P$  na páce  $AB$  v  $B$  kolikrát větší dráhu  $Bb$  opíše, než břemeno  $Q$  z  $A$  do  $a$ , kolikrát jest menší, tedy kolikrát má větší rameno nežli břemeno. Pro rovnováhu máme  $P:Q = Ac:cB$ . Z obou trojúhelníků  $Aac$  pak  $cBb$ , kde můžeme oblouky za přímky považovati, máme

$$Ac:cB = Aa:Bb \text{ a tedy z obou srovnalostí } P:Q = Aa:Bb \text{ a tudíž } P:Bb = Q:Aa \text{ čili práce síly rovná se práci břemena.}$$

U páky není vlastně výhody žádné, protože menší síla zase větší dráhu vykonati musí; čili, co se na síle přišetří, musí se na dráze vynahraditi. Za výhodu páky můžeme to počítati, že činí práci možnou a že k pohodlí našemu slouží.

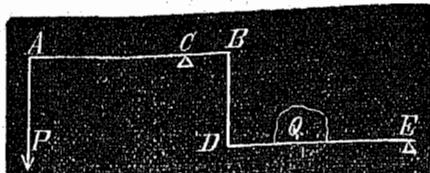
*Příklad 1.* U pumpy jest na páce rameno síly  $p = 5'$  a rameno břemena  $q = 1'$  dlouhé; tálne-li člověk silou  $P = 30$  liber, jakou silou se zvedá  $Q =$  píst v botě? Že jest rameno síly 5krát tak dlouhé jako břemena, musí být břemeno pětkrát tak velké jako síla, tedy  $5 \times 30 = 150$  liber. Nebo podle zákona: síla se má k břemenu jako obráceně ramena jejich, máme  $P:Q = 1:5$ ;  $30:x = 1:5$  a  $x = 5 \times 30 = 150$  liber. *(2)* U stříškačky zahradnické jest na páce rameno síly  $3'$  a rameno břemena  $4''$  dlouhé; tlačí-li člověk 30 librami, jakým tlakem se voda vytlačuje? Odp. 270 librami. *3.* Zvedá-li 5 lidí po 130 liber těžkých kámen pákou  $3'2'$  dlouhou, jakou silou by se musel zvedati bez páky, je-li rameno síly  $3^{\circ}$  a rameno břemena  $2'$  dlouhé. Odp. Lidé váží 650 lib. a rameno síly 9krát tak velké jak břemena, tedy by se 5850 librami zvedati musel.



(Obr. 234.)

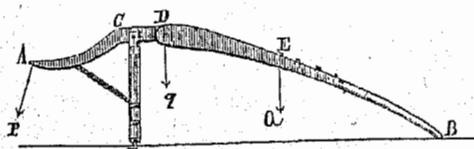
### Páka složená.

Je-li jedna páka s příliš dlouhým ramenem síly k překonání břemena nepohodlná, spojí se dvě páky dohromady. V obr. 235. máme páku  $D\bar{E}$  provazem neb sloupkem  $BD$  ve spojení s pákou  $AB$  v  $C$  po-



(Obr. 235.)

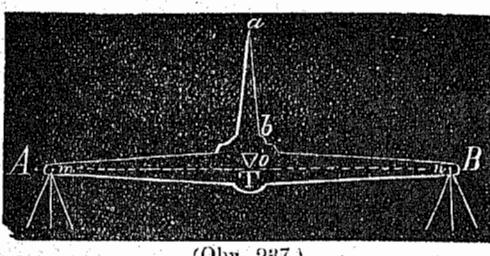
rameno síly  $AC$ , tu v  $A$  síla 5krát menší stačí, aby břemenu v  $B$  držela rovnováhu. Že už pákou  $DE$  je síla o polovic menší než břemeno, tož silou  $P$  udržíme desátým dílem břemenu rovnováhu.



(Obr. 236.)

v  $A$  rovnováhu břemenu 12tým dílem jeho. K vůli pohodlí jest řetízek, kterým páka na stojánek se přiváže, aby se kola mazati mohla.

### Váhy.



(Obr. 237.)

depřenou, na niž síla  $P$  působí, aby překonala břemeno  $Q$  na první páku položené. Je-li břemeno ve prostředí páky  $DE$ , bude síla v  $D$  nahoru působící rovnati se polovině břemena a zároveň břemennem pro druhou páku  $AB$ . Je-li na této rameno  $CB$  5krát menší než

*Vozní zvedák* skládá se z páky  $BD$  (obr. 236.) v  $B$  a páky  $AD$  v  $C$  podepřené. Je-li náprava vozu právě v polovině páky v  $E$  podepřena, zveda-li bychom vůz neb kočár silou, která se rovná polovině břemena. Je-li rameno  $DC$  6krát menší než rameno  $AC$ , udržíme

Obyčejně tak zvané *krámské váhy* (obr. 237.) mají ramena docela stejně dlouhá a stejné těžká, pročež musí břemeno (zboží) tak těžké být jako síla (závaží). Páka  $AB$ , která zde *váhadlo* sluje, jest podepřena na ose  $o$  kleští, do nichž na váhadle kolmo zadělaný *jazýček ab* při rovnováze zapadá.

Přejeme si, aby byly váhy *citlivé*, totiž aby se váhadlo i nepatrným vývažkem z vodorovné polohy vyšinulo. K tomu účelu se musí váhy tak zřídit, aby bod podpory  $o$  na váhadle s body  $m\ n$ , v nichž vážky pomocí provázků neb řetízků zavěšeny jsou, v rovné čáře byl a jen něco málo nad těžistě  $T$  váhadla přísl. Těžistě nesmí nikdy nad bod podpory přijít, protože by váhadlo vratkou pololu mělo. Kdyby těžistě zase pod podporou příliš nízko leželo, nemohlo by váhadlo po vyšinutí do své první polohy volně se navrátit. Mimo to musí váhadlo co možná lehké a dlouhé být, jakož i okolo bodu podpory se volně polyblovati.

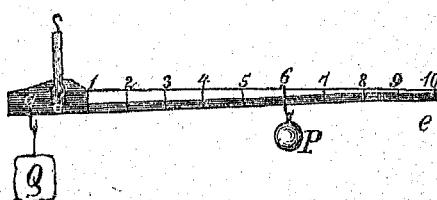
Váhy také musí býti dobré čili *pravé*, totiž zboží vždy tolik musí vážiti, mnoho-li závaží ukazuje; proto musí ramena docela stejně dlouhá, a nejsou-li obtížena, s mističkami v rovnováze býti. Chceme-li se o pravosti váh přesvědčiti, vyrovná se se zbožím závaží a pak oboje v mističkách přendá; je-li ta nejmenší chybíčka v délce váhadla, odchyluje se jazýček od svísné polohy.

Jsme-li o nepravosti váh přesvědčeni, můžeme dobré vážiti, když vyrovnáme zboží na jedné mističce tárou, totiž zrny granátovými neb v čas potřeby pískem na druhé mističce, a pak místo zboží tak dlouho závaží přidáváme, až si s tárou zase rovnováhu udržuje. Na takový spůsob bychom v čas potřeby i tyč neb jakoukoliv hůl k vážení upotřebiti mohli.

*Přezmen.* Řezníci potřebují k vážení masa *přezmenu* (viz obr. 238.) jímž se rychle, ale nikdy tak určitě a jistě vážiti nemůže, jako krámskými váhami. Je-li přezmen tak zařízen, že obě nestejná ramena *ao* a *oe* stejně těžká jsou, tož jsou vždy v rovnováze, zavěsí-li se do kleští o bod *o*. Běhemeno, u př. celý vepr neb čtvrt vola, zavěsí se na hák a závaží, 1, 5, neb 10 liber těžké, které obecně *běhoum* sluje, libovolně po dlouhém rameně se pošoupává. Rameno dlouhé jest na díly rozdeleno, z nichž jest každý tak velký jako rameno břemena *oa*. Je-li běhoum 10 liber těžký a musí-li se na 8. bod pošoupnouti, aby si s břemencem držel rovnováhu, víme z předešlého, že musí býti břemeno  $8 \times 10 = 80$  liber těžké. Pošoupně-li se běhoum mezi některá čísla do polovičky, připočte se polovina váhy běhoumu; zde by to obnášelo 5 liber. Dá-li se běhoum jednu libru těžký na 9. díl, aby rovnováha byla, váží břemeno  $9 \times 1 = 9$  liber.

Obecně užívá se přezmenů, jichž ramena nestejně dlouhá a také nestejně těžká jsou. Proto ono přesné pravidlo zde platiti nemůže. U takových přezmenů ustanoví se váha zkusmo, totiž závaží na rameno krátké se přidává a běhoum na dlouhém rameně jím do rovnováhy staví a vždy číslici poznamená. Takové přezmeny i tak se zařizují, že mají dva háky a převrácením jich rameno břemena ještě se skráti a tudiž k vážení mnohem větších břemen se hodí.

*Decimalní* čili *setinné váhy* jsou takové, na nichž jednou librou závaží desítí libram břemena rovnováhu udržíme. Při složených pákách v obr. 235. také jednou librou se udrží rovnováha 10 libram, když se břemeno právě do prostředí páky *DE* položí. Ze jest to ale těžko udělati, zvláště je-li těleso veliké nebo více kusů (jako uhlí), co by vždy nestejnost závaží způsobilo, přidělává se můstek *MN* (obr. 239.) k decimalním váhám, při nichž musí rameno *AC* 10krát tak dlouhé jako



(Obr. 238.)

rameno  $CB$  a dvakrát tak dlouhé jako rameno  $CD$  býti a pak musí  $CD$  5krát delší než  $CB$  se udělati, právě jako i rameno  $EF$  5krát delší jest než rameno  $EL$ .

Decimalní váhy sestávají tedy ze tří pák. První páka  $AB$  určuje

poměr síly (závaží) k břemenu (zboží) jako  $1 : 10$ . Z ostatních dvou pák slouží  $MN$  k umístění zboží a páka  $EF$  dělá vodorovný polyb můstku možným. Tyče  $BN$  a  $DF$  spojují páky mezi sebou.

Abychom úpravu decimalních váh poznali, představme si, že by břemeno  $Q$  právě na poznamenaný bod  $a$  v polovině

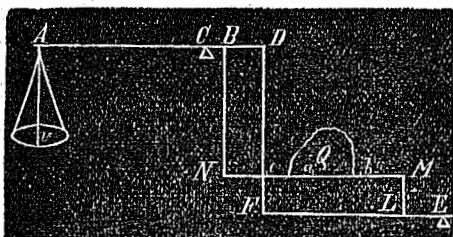
působilo a  $10 \text{ ü}$  vážilo. Kdybychom dali na mističku  $V \frac{1}{2} \text{ libry}$ , udržela by tato půlliberka rovnováhu v  $D$  jedné libře, neboť je rameno síly  $AC$  dvakrát tak dlouhé jako rameno břemena  $CD$ . Dáme-li k první půlliberce ještě půl libry, udržíme zase touto půlliberkou v  $B$  5ti librám rovnováhu, neboť rameno síly  $AC$  jest 10krát tak dlouhé jako rameno břemena  $CB$ . Tedy jednou librou v  $A$  udržíme rovnováhu pěti librám v  $B$  a zároveň jednou libře v  $D$  zavěšené.

Břemeno  $Q$  tříží uprostřed páky  $MN$  desíti librami, pročež musíme v  $N$  5 librám rovnováhu držeti a druhých 5  $\text{ ü}$  tlačí v  $L$  pomocí podpory  $ML$  na páku  $FE$ , pročež zase témtě 5 librami držíme rovnováhu v  $F$  jednou librou, neboť jest rameno  $FE$  5krát tak dlouhé jako  $LE$ . Učinek z  $F$  jest pouze do  $D$  přenešen a taktéž z  $N$  do  $B$ . Z toho jest pochopitelné, že 1 librou v  $A$  udržíme rovnováhu 10 librami na můstku  $MN$  v  $a$ .

Což ale, když na můstku břemeno k  $M$  se sbliží? Dejme tomu, že by přišlo právě k  $b$  na čtvrtinu délky můstku  $MN$ . V tomto případu třížilo by břemeno v  $N$  čili v  $B = 2\frac{1}{2} \text{ ü}$  (totiž  $10 : 4$ ) a v  $L$  třížilo by  $7\frac{1}{2} \text{ ü}$ , tedy v  $F$  či v  $D = \frac{3}{2} \text{ ü}$  (totiž  $7\frac{1}{2} : 5$ ). Na mističce  $V$  v  $A$  dosačí  $\frac{1}{4} \text{ ü}$ , aby udržela rovnováhu  $2\frac{1}{2}$  librami v  $B$  a  $\frac{3}{4} \text{ ü}$ , aby se udržela rovnováha  $\frac{3}{2} \text{ ü}$  v  $D$ . — Jak se na můstku 10  $\text{ ü}$  břemena rozdělí, kdyby v  $c$  ( $\frac{1}{4}$  od  $MN$ ) se položilo? (v  $N$  čili v  $B = 7\frac{1}{2} \text{ ü}$  a v  $F$  čili v  $D = \frac{1}{2} \text{ ü}$ . Těmtě  $7\frac{1}{2}$  librami v  $B$  udržíme rovnováhu v  $A = \frac{3}{4}$  librami a  $\frac{1}{2}$  lib. v  $D$  zase  $\frac{1}{4}$  librou)

Z toho vyrozuměti můžeme, že při sbližení břemena na můstku k  $M$  se v  $B$  nadlehčí, ale v  $D$  přitíží a obráceně, sbliží-li se břemeno k  $N$ , tu se v  $B$  přitíží a v  $D$  nadlehčí. Můžeme dáti břemeno tedy na můstek kamkoliv, přece vždy 1  $\text{ ü}$  držíme 10  $\text{ ü}$  rovnováhu.

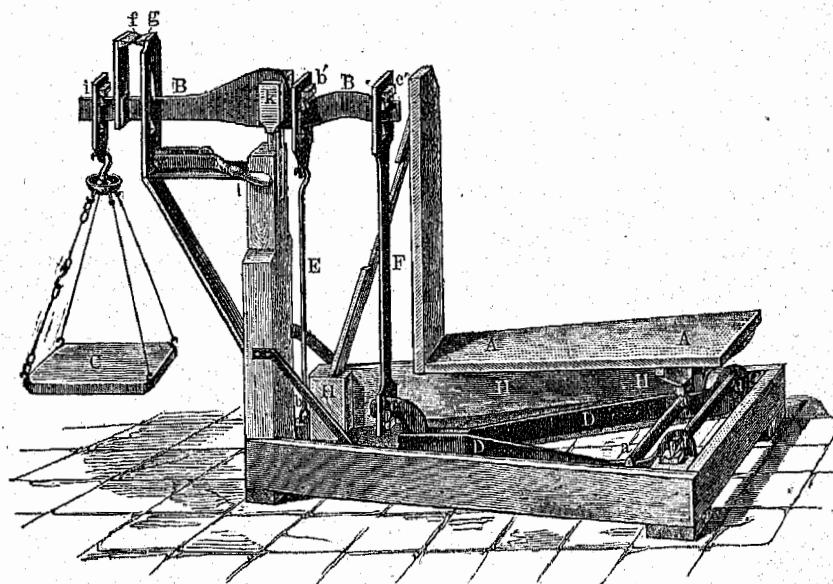
Můstek jest stále v rovnosti, neboť nahne-li se páka  $AD$  v  $A$ , nadzdívne se v  $D$ ,  $B$ ,  $N$ ,  $M$ ,  $F$  i  $L$ . Rozdělime-li dráhu bodu  $A$  při každém sekutí na 10 dílů, nadzdívne se vždy páka v  $D$  a v  $F$



(Obr. 239.)

o 5 dílků a v *B* a *N*, jakož i v *M* a *L* vždy o jeden dílek, pročež jest vždy můstek v rovnosti.

V obraze 240. máme decimalní váhy, jak se jich v skutečnosti k vážení upotřebuje. Zde máme všecky hlavní částky z dřívějšího obrazu.



(Obr. 240.)

Můstku, jehož polovička v *AA* podána jest, musíme si druhou polovinu přimyslit; stalo se tak, aby bylo vnitřní zařízení viděti. Svislá stěna při můstku slouží k tomu, aby zboží při nakládání do tyčí *E* a *F* nevráželo.

Cástky váhy této písmenami naznačené porovnáme s předešlým obrazem.  $BB = AD$ ,  $i = A$ ,  $k = C$ ,  $b' = B$ ,  $c' = D$ ,  $E = BN$ ,  $F = DF$ . Páka spodní *EF* z předešlého obrazu jest zde v páku vidličnatou *DD* k vůli stálé poloze proměněna, která v  $dd$  ( $= E$ ) svou podporu má. Můstek *AA* spočívá na ose prodloužené *aa* (na předešlém obrazu *L*) a v *b* jest tyč *E* jakož i v *b'* zasazena. *HH* jsou příčky můstku. Při rovnováze musí *f* a *g* v rovnosti být a aby váhy netrpely, když se neváží, slouží podložka *l* k nadzvednutí páky v *B*.

Centimalní čili setinné váhy jsou tak zařízeny, že na nich jedna libra břemenu 100 liber čili centu rovnováhu udržuje, a proto poměr  $CB$  (obr. 239.) musí k  $CA$  jako  $1:100$  být. Při vážení vozů s nákladem jest můstek tak upraven, aby se na něj vjeti mohlo.

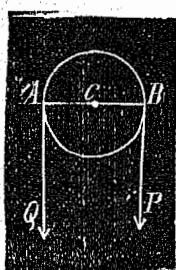
## 2. Kladka.



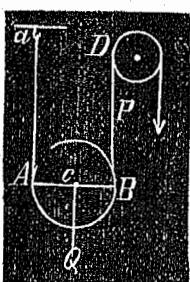
(Obr. 241.)

*Kladka* (obr. 241.) jest kotouč  $A$  na obvodu se žlábkem, aby provaz neb šňůra okolo něho zatočití se mohla, který okolo osy  $c$  ve vidlici  $B$  za hák  $d$  zavěšené se otáčí. Kladky se upotřebuje k vytahování břemen do výše; na jeden konec provazu zavěší se břemeno a na druhém konci působí síla.

Kladka (obr. 242.) skládá se z množství stejnoramenných pák, které se křížují a okolo podpory či osy  $c$  točí. Mysleme si na okamžik vše od kladky pryč, aby jen spojení  $AC$  a  $CB$ , totiž páka  $BCA$  a směry sil  $P$  a  $Q$  na šňůrách čili provazech zbyly. Účinkují-li síla  $P$  a břemeno  $Q$  rovnosměrně, jest páka rovná; účinkují-li šikmo, jest lomená, čili tvoří úhel. Protože na kladce samé stejnoramenné páky máme, musí být síla rovna břemenu, neboť  $P : Q = AC : CB$  a že  $AC$  a  $CB$  jsou poloměry, tedy  $P = Q$ . Síla vždy tak velká býtí musí jako břemeno, aby se udržela kladka v rovnováze, ať účinkuje břemeno se silou rovnosměrně neb šikmo, o čemž se i zavěšením liberek na konec provazu přesvědčíte můžeme.



(Obr. 242.)



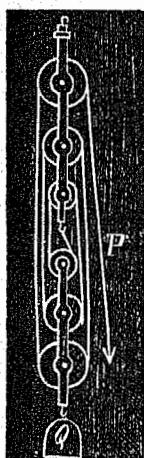
(Obr. 243.)

Kladka tato služí *nehybnou*, protože pouze okolo osy ve vidlici se otáčí. Máme také *hybnou kladku* (obr. 243.), totiž takovou, u které se břemeno  $Q$  za její střed  $c$  zavěší a silou  $P$  pomocí provazu, jehož jeden konec v  $a$  upevněn jest, do výše zvedá.

Pro rovnováhu na hybné kladce máme pouze páku  $ACB$  koncem  $A$  opřenou a v  $C$  břemennem  $Q$  obtíženou.  $P : Q = AC : AB$ . Protože jest  $AC$  poloměr a  $AB$  průměr, máme také  $P : Q = 1 : 2$  čili  $P = \frac{Q}{2}$ , totiž síla musí polovic tak velká býtí jako břemeno  $Q$ , aby byla rovnováha. Vysvítá to také z toho, protože obě strany provazu jsou stejně napnuty a tudíž každá strana polovic břemena néstí musí.

Nemají-li provazy směry rovnojdoucí, jest ramenem síly jen tětiva, která jest menší než průměr kladky, a tu musí síla větší býtí než polovina břemena.

Abychom nemuseli břemeno nahoru táhnouti, přidělává se nahoře nepohyblivá kladka  $D$ , okolo níž provaz se otočí a dolů táhne. Nehybnou kladkou se nic na



(Obr. 244.)

rovnováze nezmění; ona slouží pouze pro pohodlí, neboť dolů snáze tahnouti můžeme než nahoru.

*Práce při kladce.* Při nehybné kladce byla síla tak věká jako břemeno a dráha obou také stejná. U té jest tedy výhoda jen ta, že se jí břemeno, u př. seno, sláma na půdu neb krovu na střechu do výše pohodlně vytahuji, protože se snáze dolů táhue. U hybné kladky pracuje se o polovičku menší silou než jest břemeno těžké, ale síla dvakrát tak velkou dráhu vykonati musí jako břemeno.

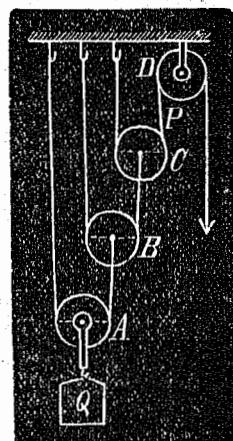
*Kladkostroj obecný.* Spojí-li se vše kladek hybných a nehybných, u př. tři a tři (obr. 244.) provazem, a táhne-li síla  $P$  břemeno  $Q$ , nese z těch šesti provazů každý stejně a proto potřebuje pro rovnováhu síla jen šestý díl od velkosti břemena velká být.

Má-li se břemeno zde o stopu vytáhnouti, musí síla šestkrát tak velkou dráhu vykonati.

*Kladkostroj Archimedovi* skládá se z kladek samých hybných a břemeno  $Q$  (obr. 245.) visí na poslední kladce  $A$ . Tohoto břemena jen polovice působí na kladku  $B$  a toho opět polovička, tedy  $\frac{1}{4} Q$ , na kladku  $C$ , takže síla  $P$  zase polovicí, tedy  $\frac{1}{8} Q$ , účinkovati musí, aby byla rovnováha. Kladkou nehybnou  $D$  pouze směr síly se změní.

Zde jest síly jen osmý díl břemena k rovnováze zapotřebí, ale síla musí osmkrát tak velkou dráhu jako břemeno vykonati.

Kladkami jakož i kladkostroji vytahují hlavně tesaři trámy na stavení. Čím více kladek jest ve spojení, tím více se musí ohled bráti na tření; naše výpočty se děly bez ohledu na tření.

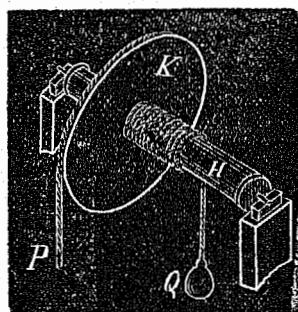


(Obr. 245.)

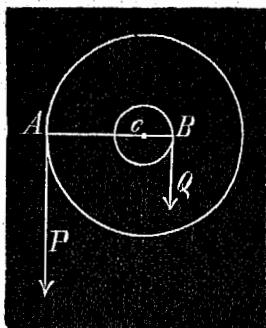
### 3. Kolo na hřídeli.

Kolo na hřídeli (obr. 246.) sestává z hřídele  $H$  a kola  $K$ . Plocha kola stojí kolmo na hřídelní ose a osy obou v jednom bodu, okolo kterého v čepech se otáčejí, splývají. Na hřidel v čepech zasazený navinuje se provaz s břemenelem  $Q$  a na kole v opačném směru účinkuje síla  $P$ .

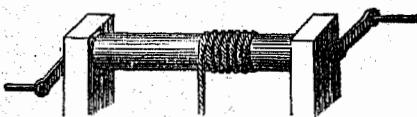
Abychom rovnováhu sil poznali, udělejme si průřez kolem a hřidelem, jak obr. 247. naznačuje. Osa či podpora hřidele i kola jest  $c$ , která vlastně ve skutečnosti jest prodloužena jako u klíče cívka; v  $B$  působí břemeno  $Q$  a v opačném směru v  $A$  účinkuje



(Obr. 246.)



(Obr. 247).



(Obr. 248.)

dělníci snáze pracovali. Tu také na obou koncích provazů jsou nádoby; jedna naplněná se vytahuje a druhá vyprázdněná zároveň dolů se spouští, aby se naplnila dole, mezi kterým časem se i hořejší vyprázdní. Kolem na hřídeli jest i obyčejný brus, na němž se nože, sekery atd. brousí a *pila kruhová*, jakéž v továrnách k řezání se potřebují.

Namnoze bývají místo kola nebo klyky tyče, jako u př. u *vratidla obecného* (obr. 249.) se stojatým hřídelem.

*U vratidla lodního* má stojatý hřídel mnoho otvorů, aby více lidí tyčemi točili a kotvu vytáhuouti mohli.

U *žentouru* se stojatým hřídelem jako obr. 249. jest kolo silnou, dlouhou pákou *ab* nahrazeno, na jejímž konci končí se zapáchnou, aby v kruhu tálí a hřídelem točili; potřebuje se při jednoduchém stroji na mlácení místo parostroje.

Mnohdy se spojuje více kol na hřídeli provazem neb řemenem. Také ozubených kol se užívá, jichž zuby dolíromady zapadají.

*Práce.* Také zde musí síla tolíkrát delší dráhu vykonati než břemeno, kolikrát jest menší než ono.

**Příklad 4.** Služka táhne vodu okovem, který jest 37 lib. těžký a obsahuje dvě kostkové stopy vody; hřídel má průměr 1' a klyka jest  $1\frac{1}{2}'$  dlouhá; jakou silou musí se namáhat?  $P:Q = \frac{1}{2}':1\frac{1}{2}'; x:150 = 1:3$  a  $x = 50$  lib. (2) Kůn táhne u žentouru na páce  $1\frac{1}{2}'$  dlouhé silou 2 centů. Má-li hřídel 6" poloměr, jakým břemenum kůn pohybuje? Zde jest rameno síly čili poloměr kola 18krát tak velký jako poloměr hřídele, tedy břemeno  $18 \times 2$  centy = 36 centů.

#### 4. Nakloněná plocha.

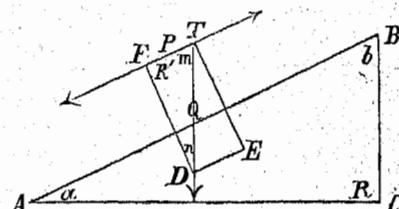
Nakloněnou plochu (obr. 250.) máme průřizem  $ABC$  znázorněnou.  $AB$  sluje délkom, kolmice  $BC$  výškou a vodorovná  $AC$  základnou plochy nakloněné. Je-li na ploše této těžištěm  $T$  naznačený sud, který sladovníci na vůz nebo z vozu válejí, má tento snahu ve svisném směru  $Tx$  k zemi padnouti, ale že jest plochou  $AB$  zadržen, válí se po ní dolů. Jakou silou? Představíme-li si tíži jeho velkosti  $TD$ , můžeme si ji ve složky rozložiti, totiž v kolmou  $TE$ , kterou pohyb není možný a se tudíž ruší, a pak ve složku  $TF$ , kterou je pohyb možný. Chceme-li na této ploše rovnováhu udržeti, musíme v protivném směru silou nahoru, která se rovná  $TF$  a menší jest než tíže sudu  $TD$ , tálnouti.

Snadno dle pohledu nahlédneme, že by tentýž sud na vyšší ploše při stejně délce rychleji se dolů kutálel, naopak ale tím zdlouhavěji, čim by plocha menší výšku při stejně délce měla. Nejprudší pohyb by byl tehdy, kdyby nabyla plocha směru svisného, kde by ale přestala býti nakloněnou, protože by sud svou vlastní tíží padal; kdyby plocha vodorovná byla, nebyl by samovolný pohyb možný.

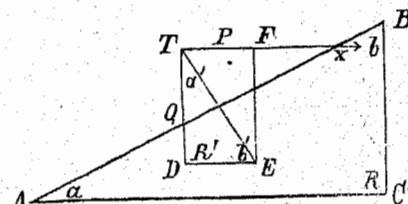
Abychom výhodu nakloněné plochy posouditi mohli, porovnejme trojúhelníky  $TFD$  a  $ABC$ . Tyto trojúhelníky jsou shodny, neboť mají vzájemně stejně úhly, totiž  $\hat{R} = \hat{R}'$ , úhel  $n = \hat{x} a$ , protože vzájemně jejich ramena stojí na sobě kolmo, a pak  $\hat{x} m = \hat{x} b$ , protože jsou ramena obou rovnosměrná. Z podobnosti obou trojúhelníků následuje  $TF : TD = BC : AB$ , neboť srovnalostným stranám  $TF$  a  $BC$  leží stejně  $\hat{x} n$  a  $a$ , pak srovnalostným stranám  $TD$  a  $AB$  leží stejně  $\hat{x} R$  a  $R'$  naproti.  $TF$  jest síla  $P$ , kterou sud v rovnováze držíme,  $TD$  břemeno sudu  $Q$  a  $BC$  výška  $= v$  a  $AB$  délka  $d$  na nakloněné plochy. Proto také  $P : Q = v : d$ , totiž síla, která těžinkuje rovnosměrně s délkou nakloněné plochy a těleso na ní v rovnováze udržeti má, tolikrát menší jest než břemeno, kolikrát jest výška plochy menší než délka její.

Jinak se to má s nakloněnou plochou, účinkuje-li síla rovnosměrně v  $Tx$  se základnou  $AC$  (obr. 251.).

Aby zde na nakloněné ploše rovnováha břemena v  $TD$  a síly v  $Tx$  působící, byla, musí výslednice obou sil se rušiti, tedy kolmo na délku plochy  $AB$  v směru  $TE$  jít. Značí-li  $TD$  velkost tíže, se strojme rovnoběžník  $TDEF$ , v kterém  $TF$  znamená velkost síly,



(Obr. 250.)



(Obr. 251.)

jaké je potřeba, aby břemenu při velkosti  $TD$  rovnováhu drželo. Z podobnosti trojúhelníků  $TDE$  a  $ABC$  následuje  $DE : TD = BC : AC$ , čili  $P : Q = v : z$  (neboť jest  $DE$  rovna  $TF$ ). Účinkuje-li síla rovnosměrně se základnou, jest tedy dokázáno, že musí síla *tolikrát menší než břemeno býti, kolikrát je menší výška než základná*.

V prvním případu se jeví při tomtéž břemenu větší účinek než v druhém, protože rozdíl mezi výškou a délku jest vždy větší než mezi výškou a základnou. Tyto dva možné případy účinkování síly můžeme ustanoviti. Mezi těmito dvěma směry jest ale mnoho jiných směrů možno, které počtem určiti nemůžeme. Vždy je takový směr účinkování síly výhodnější, který více směru délky plochy nakloněné se přibližuje.

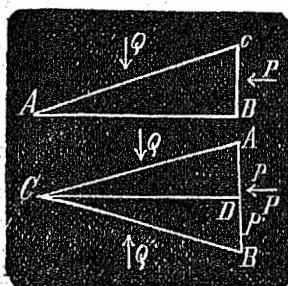
**Příklad y.** Na jaké nakloněné ploše (lize) sudy snáze se nakládají, na vysoké nebo nízké? Je-li sud piva  $4\frac{1}{2}$  centu těžký, liha  $2^0$  dlouhá a  $3'$  vysoká, jak velká musí být síla, učinkující rovnosměrně s délkou líhy? *Odp.* Délka jest 4krát tak velká jako výška, následovně potřebuje síla 4krát tak malá být jako břemeno, tedy  $112\frac{1}{2}$  libry, nebo  $P : Q = v : d$  a  $v : x = 450 = 3 : 12$  a  $x = 112\frac{1}{2}$  libry. Účinkuje-li síla rovnosměrně se základnou líhy, která by při  $12'$  dlouhé délce asi 11.6 stop velkou základnou měla, byl by výsledek  $P : Q = v : z$  a  $v : x = 450 = 3 : 11.6$  a  $x = 117.24$  liber. — Jak se jede do velkého vrchu? Do kterého se jede snáze? Do hodně velkého vrchu se musí dělat silnice šikmo, vrch se objíždí. Rečiště je nakloněná plocha velké délky a malé výšky; koule po hodně nakloněném žlabku u kuželnskú rychleji se kutálí než po málo nakloněném (pohyb zrychlený). Kdyby koule po nakloněné ploše od  $B$  do  $A$  se kutálela, nabyla by na konci plochy v  $A$  též rychlosti, jakou by měla v  $C$ , kdyby dle výšky  $BC$  volně padla.

**Práce** při nakloněné ploše jest vlastně břemeno tak vysoko zvedati, jak velká jest výška plochy. Délka plochy jest dráha, kterou břemeno na ploše vykoná. Kolikrát jest délka plochy větší než výška, tolikrát potřebuje být síla menší než břemeno, ale tolikrát zase větší dráhu vykonati musí než ono. Zde tedy není jiný prospěch, než že jest práce na nakloněné ploše možná. Tak jest to i při druhém případu, když účinkuje síla se základnou rovnosměrně.

## 5. Klín.

**Klín** (obr. 252. horní) jest nakloněná plocha, která sama se polohybuje; proto platí o klínu stejná pravidla jako o ploše nakloněné. U klínu působí síla na výšku, totiž na celo klínu a tlak těles, mezi které klín se vtlouká, jest břemeno. **Síla  $P$  potřebuje tolikrát menší býti než břemeno  $Q$** , které kolmo na základnou účinkuje, *kolikrát jest výška klínu  $BC$  menší nežli základná  $AB$* .

Aby klín s obou stran na břemeno působil, musí s obou stran se přisekat. Tedy se skládá takový klín  $ABC$  (obr. 252. dolní)



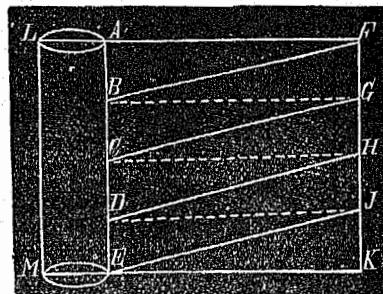
(Obr. 252.)

ze dvou jednoduchých klínů  $ACD$  a  $DCB$ , u něhož platí tentýž zákon, neboť  $p:q = AD:CD$  a  $p':q' = DB:CD$  a z obou  $P:2Q = AB:2CD$  a  $P:Q = AB:CD$  čili  $P:Q = v:z$ . Síla  $P$  jest tolíkrát menší než břemeno  $Q$ , kolikrát jest čelo  $AB$  menší než základná klínu  $CD$ .

Krátký klín se širokým čelem neleze snadno do špalku, snáze hodně dlouhý a tenký, totiž s úzkým čelem. Při strojích bývají mnohdy necelé klíny, totiž jen konce u čela se upotřebí a špičky pro nepohodlí se usekávají; i rolník k pluhu usekává špičky od klínů. Nože, sekery, dláta, řezáky (zuby) jsou klíny; jak se nástroje tyto prospěšně zaříditi mají? Klíny mívají také podobu kuželet, u př. jehly, špendlíky, sídla a kůly; hřeby a skoby jsou ze čtyř stran zaostřené klíny. Sekáček na drobné sekání dříví neb i na rozkrájení tabáku jest klín s pákou spojený.

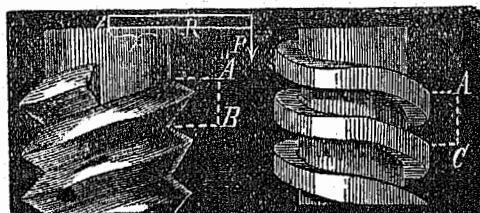
## 6. Šroub.

*Šroub* jest nakloněná dlouhá plocha, která kolem válce, tak zvaného *vřetena*, v podobě hranolu se vine. Kdybychom si na papír *A F E K* (obr. 253.) tak velký jako povrch válce *L A M E* stejně délky  $ED = DC = CB = BA$  a  $FG = GH = HJ = JK$  udělali, pak papír okolo válce otočili, tak že by  $JK$  s  $ED$ ,  $JH$  s  $CD$ ,  $GH$  s  $BC$  a  $GF$  s  $BA$  dohromady splývaly, měli bychom souvislou nakloněnou dlouhou plochu  $EJ, DH, CG, BF$ , která z jednoduchých nakloněných ploch se stejnými základnami a stejnými výškami povstala.



(Obr. 253.)

Dlouhá tato délka nakloněné plochy okolo vřetena sluje na šroubu *otorčka* (šroubová čára) a na ní se nalezající hranol sluje *závit* čili *vint*. Výška jednotlivých nakloněných ploch na vřetenu může být rozličná; čím je nižší, tím více vintů na vřetenu máme a naopak, čím je vyšší, tím jest jich na něm při stejné délce méně. Hranol bývá trojhraný (obr. 254.) nebo čtverhraný (obr. 255.), který ale méně vydrží než první.  $AB$  jest výška závitu trojhraného šroubu (ostrého) a  $AC$  výška závitu čtverhraného (plochého) šroubu.



(Obr. 254.)

(Obr. 255.)

K vřetenu patří šroub dutý, tak zvaná *matice*, v níž jest hranol vyříznutý, aby se vyvýšený hranol vřetena po něm do výše

točil a břemeno zvedal nebo stlačoval. U šroubů oken a dveří matice se točí a vřeteno pevně jest zaděláno; u truhlářských šroubů vřetenem se točí a matice jest nehybná.

U šroubu platí tentýž zákon jako u nakloněné plochy, totiž: *Sila jest tolíkrát menší než břemeno, kolikrát jest výška každého závitu menší než základní*, protože síla působí rovnosměrně se základnou, která jest obvod válce. Proto máme  $P:Q=v:2\pi r$  (obvod válce), kde  $r$  znamená poloměr jeho. Tento zákon platí u šroubu takového, při němž není v hlavě vřetena žádné páky. Je-li páka přidána, zvětší se poměr sly k břemu, neboť pro páku samu máme v obr. 254.  $P:g=r:R$  a zde máme zase  $g$ , které působí na obvodu, silou pro pravé břemeno, které se stlačiti má; proto  $g:Q=v:2\pi r$  a z obou srovnalostí  $P:Q=vr:2\pi rR$  a  $P:Q=v:2\pi R$ . Místo obvodu vřetena vezme se obvod pákou opsaného kruhu, čili místo malého  $r$  vezme se  $R$ , totiž délka páky.

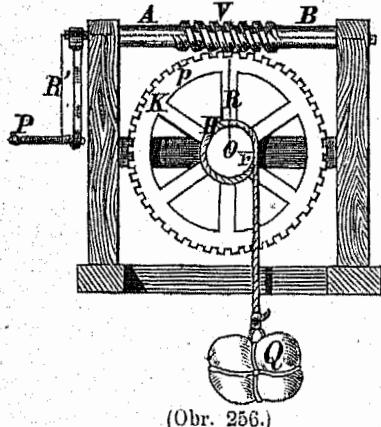
Čím blíže jsou závity u sebe, tím snáze se šroubuje, za to ale tím vícekráte vřetenem točiti musíme, aby břemeno náležitě se stlačilo nebo vyzdvihlo. Při šroubu jest vždy tření velké, zvláště při dřevém, nepřilehají-li závity matice úplně na závity vřetena.

Šroubem se dá sedadlo židle pohodlně při stříhání vlasů zvýšiti, snížiti anebo otáčeti. Mnohdy bývají i schody kolem silného sloupu v nakloněné ploše zařízeny. Hadovitě točená roura v chladicí kádi, kterou se páry z kotle pro ochlazení vedou, jest také nakloněná plocha. Šrouby do dřeva místo hřebů jsou zašpičatělá vřetena šroubová, která si ve dřevě matici vytlačí.

*Šroub bez konce čili Archimediov.* K vůli usnadnění práce spojuje se kolo na hřídeli se šroubem (obr. 256).

Na hřídeli  $H$  natáčí se břemeno  $Q$  provazem a kolo ozubené  $K$  zasahuje do vintů  $V$  vřetena šroubu  $AB$ , které se otáčí klikou, na niž síla  $P$  působí.

Abychom výhodu tohoto stroje seznali, posudme napřed pouze kolo, na němž máme  $p:Q=r:R$ . Síla  $p$  jest břemenem pro sílu  $P$  na šroubu s pákou čili klikou spojeného, a proto pouze na něm jest  $P:p=v:2\pi R'$ ; z obou srovnalostí máme  $P:Q=vr:2\pi R \cdot R'$ . Kolikrát je síla  $P$  menší než břemeno  $Q$ , tolíkrát musí zase na klíce delší dráhu vykonati než břemeno při zvedání.



(Obr. 256.)

Páku, kladku a kolo na hřídeli jmenujeme *stroje páky*, protože u nich vždy se ruší výslednice obou sil, které na stroj působí, buď osou

(u kladky a kola na hřídeli) neb podporou (u páky), kolem níž se stroje otáčejí. Nakloněná plocha, klín a šroub slouží stroje *nakloněné plochy*, protože se u těch výslednice pevnou plochou, po níž se břemeno pohybuje, ruší.

Mnohem složitější stroje, než byly složená páka, decimalní váhy, spojená kola na hřídeli, šroub s pákou a bez konce atd., jsou následující:

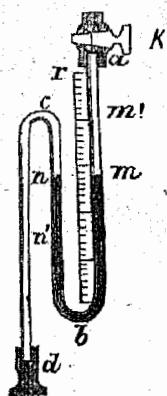
### Parní kotel.

Na stránce 98. jsme pokusem seznali, že páry velkou rozdílností čili *expansí* na stěny tlačí. Tlaku par proto se používá k pohybování strojů. Aby páry potřebný tlak způsobily, musí se jich důstatek vyvinouti, což se stává v železném kotli, jehož podoba bývá rozličná, vždy ale tak upravena, aby povrchu jeho se všech stran plamen se dotýkal.

Obyčejně mává parní kotel podobu velikého válce na obou koncích zakulaceného a bývá ze silných plechů znýtován.

Aby se všemožnému neštěsti při velkém napnutí par předešlo, bývá parní kotel rozličnými přístroji opatřen.

a) *Manometr* slouží k naznačení napnutosti par. On bývá pružný, jaký vidíme na lokomotivě obr. 262. v *H*, na nějž páry podle napnutí více nebo méně tlačí. Máme také *manometr hydrostatický* (obr. 257.), který sestává z roury dvakrát ohnuté *abcd* nahoře s kohoutkem *h* a dole u *d* se šroubkem, kterým se přišroubuje na přístroj ku zkoušení napnutí par neb i třeba zhustěného vzduchu. V obou ramenech dosahuje rtuf při obyčejném tlaku vzduchu k *nm*. Tlačí-li pára nebo stlačený vzduch od strany *dc*, stlačí se rtuf k *n'* a vytlačí až k *m'*, pročež vzduch z prostoru *ma* na prostor *m'a* se stlačí, což se může na stupnici *r* k ramenu *ab* připojené posouditi. Čím více páry nebo zhustěný vzduch na rtuf tlačí, tím se uzavřený vzduch na menší objem přivede a naopak.



(Obr. 257.)

Také u Papinského hrnce (viz str. 96. dole) takový ventil se nachází.

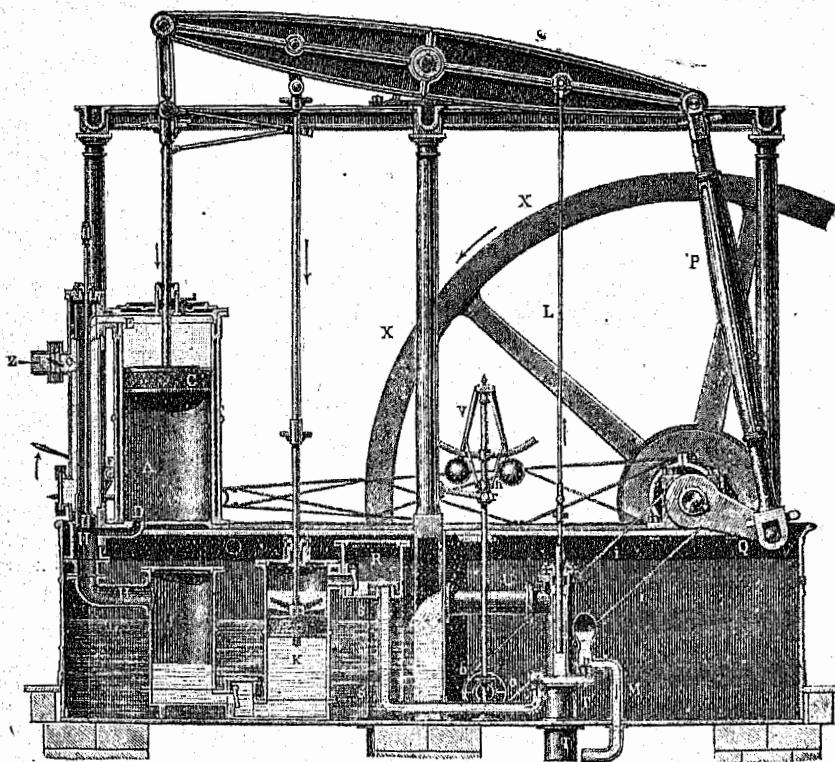
c) Kotel se naplňuje vodou do dvou třetin. Aby se vědělo, jak vysoko voda stojí, jsou na kotli dva kohoutky, z nichž jeden dosahuje do vody, tedy níž než do dvou třetin a druhý výš nad dvě třetiny. Vystříkuje-li voda kohoutkem výš dosahujícím, jest to důkaz, že voda vysoko dosahuje, a vypudí-li se pára při otevření kohoutku níž postaveném, jest málo vody v kotli.

d) *Plavoun* v kotli naznačuje také výšku vody. Když vystupuje na vodě, záží se pomocí desky s úm spojené tah do komína a tím i oheň a vyvinování par se mírní. Jiným plavounem se i základka při snižování vody otevří, aby jiná přítékala, tedy stále stejně vysoko byla.

Protože jsou ve vodě vždy soli rozpuštěny a jen chemicky čistá voda v parách prchá, usazují se na dně kotle jako škrálové pode jménem *kámen kotlový*. Tento jest špatným vodičem a křehký, pročež se vydobití neb puknutí může, čím voda rozpáleného místa se dotýká a tak rychle v páru mění, že ani pojíšťovacími ventily dost rychle ucházeti nemůže a kotel praskne. Proto se čas po čase kámen kotlový odstraňti musí, aby mocné vrstvy netvořil.

Páry v kotli zplozené vedou se rourou do stroje, kterým pohybovat chceme.

### *Parní stroj.*



(Obr. 258.)

**Parní** stroj (obr. 258.) slouží k využitkování parní síly. Již r. 1707. zhotoval **Papin** neúplný malý parní stroj na lodi, ale teprve r. 1763. Angličan **Jakob Watt** dal základ parnímu stroji, jaký dosud v hlavních částech má, pročež sluje obecně *Wattův parní stroj*.

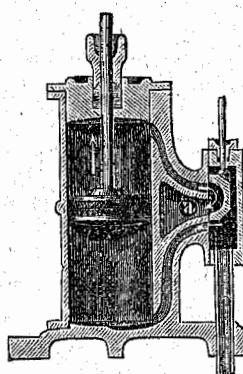
Pára z kotle přichází rourou *Z* do válce *A* střídavě, totiž jednou pod píst **a** po druhé nad píst *C*. Přijde-li pára nad píst otvorem *E*, tlačí se píst ve válcu dolů a tudíž i s ním spojená tyč čili *táhlo* vůkem válce neprodryšně procházející, jak šípka naznačuje. Přichází-li pára do válce *otvorem D* pod píst, vytlačuje se píst nahoru i s táhlem, když pára z prostoru nad pístem pohodlně se odvádí a tudíž spodnímu tlaku par neodporuje. Taktéž píst dolů ve válcu parou se tlačí, odvádí-li se pára pod ním.

Přivádění i odvádění páry pod i nad píst děje se s největší pravidelností, což z obrazu ve dvojí poloze suadno poznáme. Na obrazu 259. vidíme, jak pára spodní rourkou dle šípky pod píst přichází, pročež tento nahoru stoupá a páru před sebou z válce svrchní rourkou a otvorem *a* pryč vytlačuje. Na obr. 260. spatřujeme, jak naopak pára svrchní rourkou nad píst přichází, pročež tento dle šípky dolů tlačen jest a páru před sebou rourkou a otvorem *a* pryč tlačí.

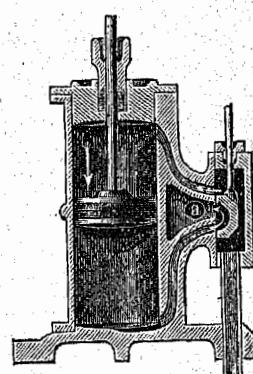
Toto střídavé vedení páry brzy svrchní a hned na to spodní rourkou způsobí zvlášť znázorněné *šoupátko* (obr. 261.), které jako přísklopka uhlazenými kraji svými ku stěně válce těsně přilehá a pravidelně nahoru a dolů se pohybuje, tudíž střídavě jeden otvor do válce otevírá a druhý zavírá, pak hned na to první zavírá a druhý otevírá.

Pára střídavě otvorem *E* a otvorem *D* z válce vypuštěná odvádí se rourou *HH* do nádoby *J* chladnou vodou obklopené, (Obr. 261.) kde se ve vodu zhustí; proto sluje nádoba tato *hustic* čili *kondensator*.

Při parních strojích menšího druhu převádí se pohyb pístě *C* tálmem hned na stroj; při větších strojích děje se převádění pohybu pístě na rovnoramenné *váhadlo*, které jako veliká páka okolo silného sloupu se otáčí a pohyb *vajnici P* s druhého ramena převádí *klikou Q* na *hlavní válec*, který s velkým kolem *xx*, tak zvaným *setrváčníkem* ve spojení jest. Pohyb válce se setrváčníkem spojeného převádí se dále pomocí řemenů na jiné stroje, jak toho právě v továrnách zapotřebí jest.



(Obr. 259.)



(Obr. 260.)



Pohyb váhadla i na jiné přístroje na parním stroji samém se převádí. V kondensatoru  $J$  zhustěná voda přichází zámyčkou pod pumpu na zdvíž v pravo do prostoru  $K$ . Vyzdvihne-li se píst této pumpy na váhadle upěvněný, rozředí se prostor v  $K$ , a tu voda z kondensatoru snadno zámyčkou do něho přechází. Stlačí-li se píst, zavře se jmenovaná zámyčka a v pístu jiná zámyčka se otevře, pročež voda nad pístem přichází, odkud dále jinou zámyčkou do prostoru  $R$  se vede. S prostorem  $R$  jest spojena roura dvouramenná, pročež voda vyšším ramenem vytékající tlačí na zámyčku  $v$  v nižším rameně, aby se otevřela a voda přicházela do pumpy na tlak, jejíž píst tállem  $L$  s váhadlem spojen jest. Když se píst dolů tlačí, zavře se zámyčka  $v$  a druhá  $n$  se otevře, pročež voda rourou  $M$ , které jen část zde máme, do kotle zpátky se vede, odkud co pára vycházela. Tato voda jest teplá, pročež se na nové páry lépe hodí než studená i proto, že co destilovaná je čistší než každá jiná. Kolem prostoru  $J$  a  $K$  přivádí se studená voda rourou  $TU$  k ochlazení par, pročež se otepší, tedy vlastně předehřívá, než se také do kotle na tvoření par vtlačí.

Aby se hlavní válec na stroji parním stejně točil, proto jest k němu těžké lité kolo, *setrvačník* a pak *odstředivý rovnatel* (*regulator*)  $V$  přidělan. Dvě těžké kovové koule visí na ose svisné, která ozubeným kolečkem  $oo$  a řemeny  $ii$  s válcem hlavním spojena jest, aby do stejněho pohybu s ním i se setrvačníkem se přiváděla. Koule obě odstředivostí (viz str. 212.) od osy se vzdalují, odletují a to tím více, čím rychleji se osa točí, a snižují se, když rychlosti ubývá. Koule na ose se vyzdvihuji i snižují pomocí kroužku  $h$ , který na rameno  $r$  zvláštního pákového stroje, zde ale vynechaného, se pošoupává, aby s ním spojená zámyčka  $e$  v rouře  $Z$  více nebo méně se otevřala, aby tedy pořáde stejně množství páry z kotle do válce přicházelo a následovně stále stejný pohyb parního stroje se způsobil.

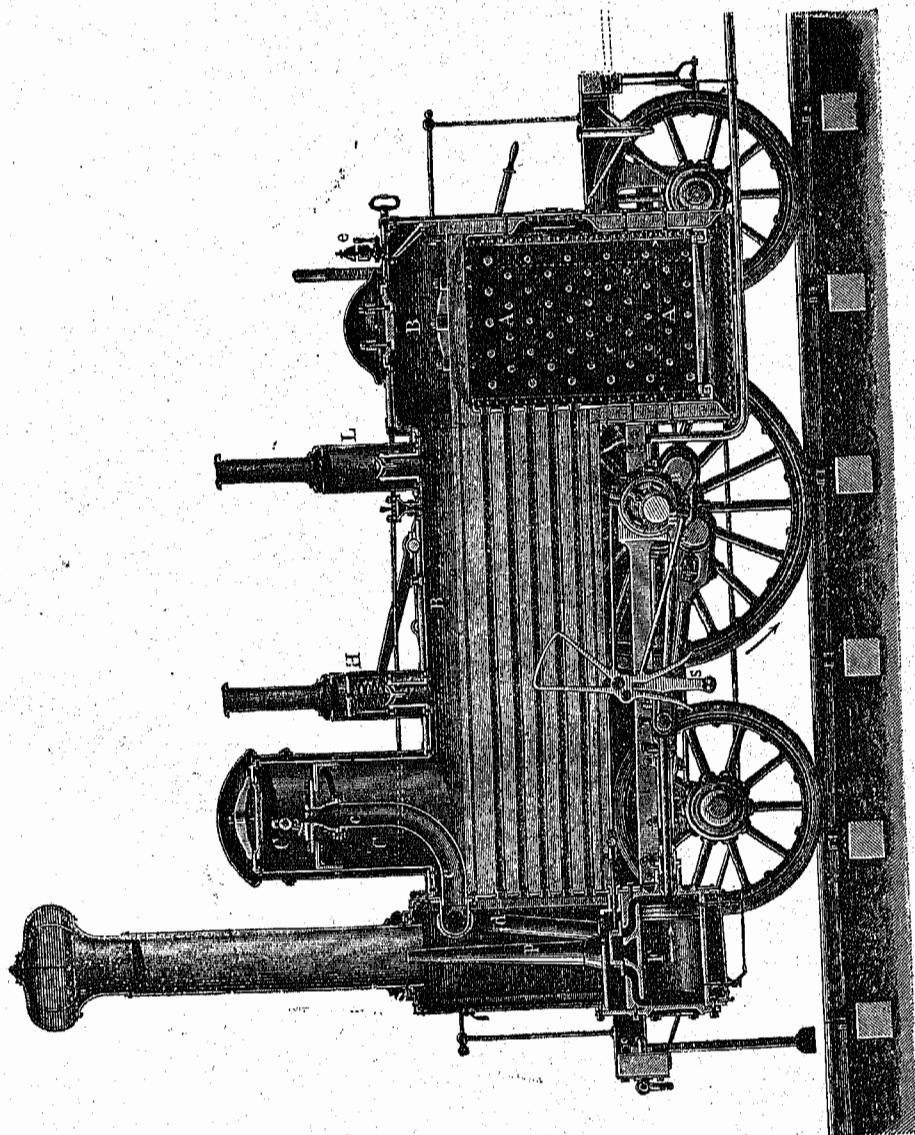
*Lokomobila*. Často jest potřeba parní stroj převážeti, jako u př. při mlátičích strojích nebo jiných, které se postavují k pumpám k vůli rychlému čerpání vody při vodní stavbě. Parní stroje na vozích, pohyblivé, které mají stejně základní zařízení s prvními, jmenujeme *lokomobily*.

### *Lokomotiva.*

*Lokomotiva*, kterou máme na obr. 262. znázorněnu, byla Robertem Stephensonem vynalezena a roku 1829. mezi městy Manchesterem a Liverpoolem v Anglicku použita. Ona má dva válce menšího průměru než parní stroj, ale proto přece vyžaduje při stejně síle skoro téhož množství páry jako on. Protože u lokomotivy vždy pára se vypouští a nezhlustí jako u stroje parního, proto jest jednodušší a vyžaduje menšího prostoru, ačkoliv jest i s kotlem spojena.

U lokomotivy musí se v krátkém čase a na malém prostoru co možná nejvíce páry vyvinouti. Stává se to v prostoru na oheň  $AA$ ,

(Obr. 262.)



v němž měděnými rourami, které se všech stran vodou obklopeny jsou, silně vyhřatý vzduch prochází. Páry z vody nashromáždí se v prostoru *BB*, odkud přicházejí do prostoru *CC* a rourou *cc* do roury *d*, a touto dále do válce, v němž se nachází píst *F*. Lokomotiva má ještě druhý válec s pístem, jako je *F* na druhé straně, pročež si jej musíme přimyslit; do tohoto vede se pára druhou rourou jako je *d*, pročež vlastně roura *cc* na dvě roury se dělí.

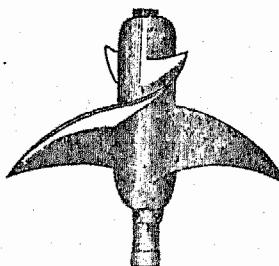
U lokomotivy máme dva písty a každý v jednom válci. Pístě mají vodorovnou polohu a tudíž i tělo vodorovně sem tam se šoupá, podle toho, jak pára před píst anebo za něj přichází, což se tak pravidelně šoupátkem zde děje jako při parním stroji v obrazech 259. a 260.

Pohyby pístů *F* na obou stranách přivádějí se táhly na kliku *mn* a tou na hlavní válec či osu velkých kol prostředních, aby se točila. Menších pár předních i zadních kol slouží k pevnému postavení kotle a stroje samého, pročež tato po šínách s sebou se točí, jakož i všecka kola vagonů s lokomotivou spojených.

Pára u lokomotivy má napnutí 4—6 atmosfér, (viz str. 98.), což se na pružném manometru *H* pozoruje. *L* jest pojistovací ventil a *e* píšťala. Z válce vycházející pára přichází rourou *p* do komína, odkud i s kourem se odvádí ven a způsobí silný tak k hoření paliva nevyhnutelně potřebný.

*Parní lod.* Myslíme-li si, že jest v prostřed lodi lokomotiva, jejíž prostřední kola jsou na dlouhé ose mimo mimo loď, ale mnohem větší a lopatkami opatřena, máme parní lod. Na této místo vesel lopatky v kružích kolových vodu odstraňují a tím loď ku předu ženou, i když je nepríznivý vítr.

*Parní lod šroubová* liší se tím od předešlé, obecné, že má hřídel v zadku, kterým parní stroj jako vřetenem u šroubu točí. Vřetenem jest krátké s dvojitým polovičním závitem šroubovým (obr. 263.), které točením jako v matici se o vodu oprá a rychle loď ku předu žene.



(Obr. 263.)

### *Užitek a účel strojů.*

Ačkoliv u všech jmenovaných strojů žádná skutečná výhoda se nejeví, protože síla, kolikrát jest menší než břemeno, tolíkrát delší dráhu vykonati musí, jsou přece velmi užitečné, protože

a) se jimi na každé břemeno odvážiti můžeme, které bychom bez nich nepřemohli, u př. při zdvívání břemen pákou neb rudy ze šachet atd.

b) Strojem každým práce libovolnou rychlostí vykonávat se může.

U př. pomocí šroubu můžeme věci k sobě tak zdlouhavě přiblížovati, že toho ani nepozorujeme, naopak kola na hřídelích se tak rychle točití mohou, že částek jich v polýbu ani nerozeznáváme.

c) Strojem vykoná se práce mnohem pravidelněji a dokonaleji než pouhýma rukama. Pomoci strojů se přede, tká, sukna postřihuji, barví ano i látky v oděv šijí, seje, mlátí, seče, hobluje, vrtá atd.

d) Zvláště tím jsou stroje důležité, že se i sil přírodních k pohybování jich potřebují může. Parou se pohybují parní stroje a lokomotivy po železné dráze; kladiva při kování velkých kusů železa vodní silou se zdvihají a mlýny se vodou neb parou ženou.

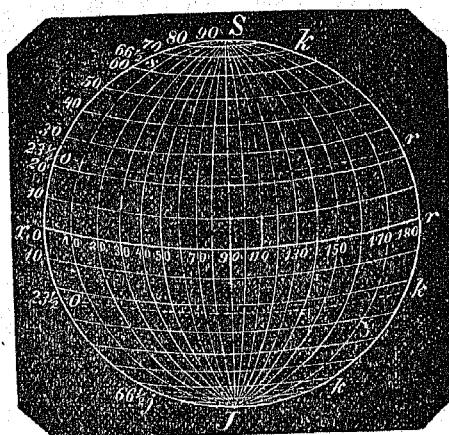
## XV. O nebeských tělesech čili astronomie.

### Země.

*Zeměkoule.* Země naše má podobu veliké koule, která se okolo slunce otáčí. K důkladnému poznání země používáme umělé zeměkoule (globus), na jejímž povrchu máme díly světa i moře vyobrazené.

Jen třetí díl povrchu země zaujímá pevná půda, která bydlena býti může, a dvě třetiny zaujímá moře. Asie, Afrika a Evropa, které dohromady spojeny a již od pradávných dob známy jsou, služí *starý svět*; Amerika (objevena r. 1492.) a Austrálie (objevena r. 1606. Holandany, kdežto některé ostrovy dříve známy byly) služí *nový svět*. Asie jest pětkrát, Amerika čtyřikrát a Afrika tři a půlkrát větší než Evropa. Austrálie se vsemi ostrovům jest něco málo menší než Evropa, která 180.000 čtverečných mil povrchu počítá. Velký ocean čili velké moře jest mezi Amerikou, Asii a Austrálií, atlantický ocean mezi Amerikou, Evropou a Afrikou, indické moře mezi Afrikou, Asii a Austrálií, pak středozemní moře mezi Evropou a Afrikou.

Na zeměkouli (obr. 264.), která se otáčí okolo myšlené 1713 mil dlouhé osy, máme v pravo východ, v levo západ, nahore sever (půlnoc) a dole jih (poledne). Konce osy služí *severní* a *jižní pol* čili *točna*. Kruh *rr* kolem zeměkoule od obou polů stejně vzdálený služe *rovník*. Kdybychom si po rovníku plochu zeměkouli položenou myslili, vedla by středem jejím a osa by na ní stála kolmo. Tím bychom nabyla dvou rovných polokoulí, *severní* a *jižní*; odtud pochází jméno *rovník*. Na severní polokouli jest více pevné půdy a na jižní více vody.



(Obr. 264.)

Kruhy, s rovníkem v jižní i severní polokouli rovnosměrné, slují *rovnoběžníky*. Takových máme 90 v severní a 90 v jižní polokouli; od rovníku jsou pořád menší a u točen nejmenší. Osa vede středem všech rovnoběžníků, mezi nimiž si zvláště čtyři pamatovati musíme, a sice: *obratník raka o r* blíž rovníku v severní polokouli a *obratník kozorože o k* blíž rovníku v jižní polokouli; blíže severní točny sluje jeden rovnoběžník s *k severotočnový kruh* a blíž jižní točny *j k jiho-točnový kruh*. Oba obratníky jsou od rovníku stejně vzdáleny, tedy oba stejně velké; taktéž jsou oba kruhy točnové jak od rovníku tak od točen stejně daleko, tedy také stejně velké.

Na zeměkouli jsou ještě kruhy, které v točnách se sbíhají a rovník dvakrát protínají; ony jsou všecky stejné a slují *poledníky* (meridiany). Máme jich 180 a tedy v 360 bodech rovníku se dotýkají. Mezi nimi si musíme *hlavní poledník* pamatovati, který jde od severní točny podle Evropy a Afriky ostrovem Ferro k jižní točné; druhá polovice jeho není důležita, proto bývá jen první na zeměkouli silně naznačena. Tímto poledníkem myšlená plocha dělí zeměkouli na dvě polokoule, východní a západní. Že rovníkem také již země na dvě polovice, jižní a severní, rozdělena jest, máme čtyři čtvrtě zeměkoule, totiž: severovýchodní a severozápadní, pak jihovýchodní a jihozápadní čtvrt.

Rovník jako každý kruh v měřictví rozdělujeme na 360 dílů čili stupňů. Na hlavním poledníku od bodu protinacího jest k severní točné  $90^{\circ}$  a k jižní točné také  $90^{\circ}$ . Na rovníku počítáme zeměpisnou délku, na poledníku k severu severní zeměpisnou šířku a k jihu jižní zeměpisnou šířku. Každý stupeň jest 15 mil dlouhý a tedy rovník  $360 \times 15 = 5400$  mil. Podle toho vypočítává se vzdálenost míst na povrchu země. Obratník raka jakož i kozorože jest od rovníku  $23\frac{1}{2}^{\circ}$  vzdálen a od točen  $66\frac{1}{2}^{\circ}$  daleko; točnové kruhy jsou od točen také  $23\frac{1}{2}^{\circ}$  vzdáleny a následovně od rovníku také  $66\frac{1}{2}^{\circ}$  daleko. Kolik jest to mil? Všecky tyto kruhy na zeměkouli vyobrazené dělají se k vůli lepšímu a snažšímu poznání země.

*Protinožci, protidomci a vedledomci.* Země vše, co na ní a nadní se nachází, k svému středu přitahuje a proto obyvatelé s jižní polokoule nespadnou a voda z moří se severní do jižní polokoule nesteče. Země vše ke svému středu přitahuje a proto celý povrch její jest *nahore a dole* vlastně střed země. V Čechách chodíme po zemi šikmo, lidé v jižním cípu jižní Ameriky chodí hlavou hnedle svisno, jakož i v Australii, a přece všickni praví, že svou hlavu nahore jako lidé na severní točné mají. Podle toho musí lidé na některých místech povrchu země proti druhým choditi. Obyvatele takové jmenujeme *protinožce*. Když si od některých obyvatelů průměr středem zeměkoule vedený myslíme, máme na jeho protějším konci vždy protinožce; u nich jest zeměpisná délka o  $180^{\circ}$  rozdílná a šířka stejná, ale v protější zeměkouli. Obyvatelé, kteří na stejném poledníku tutéž zeměpisnou délku i šířku mají, ale v protějších polokoulích se nalezají, slují *protidomci*, protože

naproti nám v druhé polokouli domov svůj mají. Obyvatelé pak, jenž na stejném rovnoběžníku bydlí, tedy tutéž zeměpisnou šířku mají, ale o  $180^{\circ}$  zeměpisné délky vzdáleni jsou, slují *vedledomci*. Jak chodí na zemi proti a vedledomci?

### *Země se točí okolo své osy. Den a noc.*

Osa zeměkoule jest  $23\frac{1}{2}^{\circ}$  od svinského směru odkloněna, a sice 21. června jest severní pol  $23\frac{1}{2}^{\circ}$  k slunci nakloněn a jižní o  $23\frac{1}{2}^{\circ}$  odkloněn. V tomto naklonění otáčí se země od západu k východu okolo své osy každý den, tedy ve 24 hodinách jednou. Slunce na zemi vysýlá světlo v rovném směru a proto na straně osvětlené polokoule jest den a na druhé straně, u našich vedledomců, noc. Máme-li večer, mají vedledomci ráno; je-li u nás půlnoc, mají oni poledne, a máme-li ráno, mají večer; vedledomci liší se od nás v počtu o půl dne čili 12 hodin.

Kdyby někdo putoval z naší vlasti stále k západu, shledal by na svých hodinkách, že by mu ukazovaly s časem obyvatelů, v jichž zemi by cestoval, nestejně. Kdyby přišel o  $90^{\circ}$  k západu a jeho hodinky ukazovaly poledne, shledal by u tamějších obyvatel teprv 6 hodin ráno, a kdyby dále na západ o  $180^{\circ}$  přišel, ukazovaly by mu o 12 hodin napřed. A tak kdyby posléze po dlouhé pouti zase domů přišel, počítal by o jeden den méně než jeho krajane, řídě se podle hodin obyvatel zemí, které byl prošel.

Kdyby naopak někdo k východu cestoval, stále by mu hodinky méně ukazovaly, a sice v  $90^{\circ}$  o  $\frac{1}{4}$ , v  $180^{\circ}$  o  $\frac{1}{2}$  dne, a až by se na vrátil, počítal by o jeden den více, kdyby se podle času tamějších obyvatelů byl řídil. Když  $360^{\circ}$  dělíme 24, shledáme, že vždy o  $15^{\circ}$  délky k západu obyvatel o jednu hodinu méně počítají než východně ležící, naopak k východu každých  $15^{\circ}$  o hodinu více. Počítáme-li v Praze 12 hodin v poledne, mají ve Vídni (leží od Prahy něco východně) již 8 minut odpoledne, v Pešti 19. minut, ve Lvově 37 minut odpoledne, a naopak v Rímě (k západu od Prahy) mají teprv 11 hodin 52 minuty, v Paříži 11 hodin 12 minut a v Londýně 11 hodin 2 minuty před poledнем.

Obyvatelé, kteří na tomtéž poledníku bydlí, tedy i naši protidomci, mají v stejné době poledne (odtud jméno *poledník*), ano i večer, noc a ráno. Na jižní točnu v postavení, jaké nahoru uvedeno bylo, nepřijdou pražadné paprsky, ale na severní stále svítí. Kdyby se země tak stále točila, měli by lidé na severní točně ustavičný den, na jižní točně stálou noc, a my bychom měli po všechna leta stejně dlouhý den a stejně dlouhou noc.

Když slunce vychází, je stín na západ, v poledne na sever a večer na východ obrácen. Na slunečních hodinách počítáme proto hodiny ranní na levé (západní) a na večer na pravé (východní) straně.

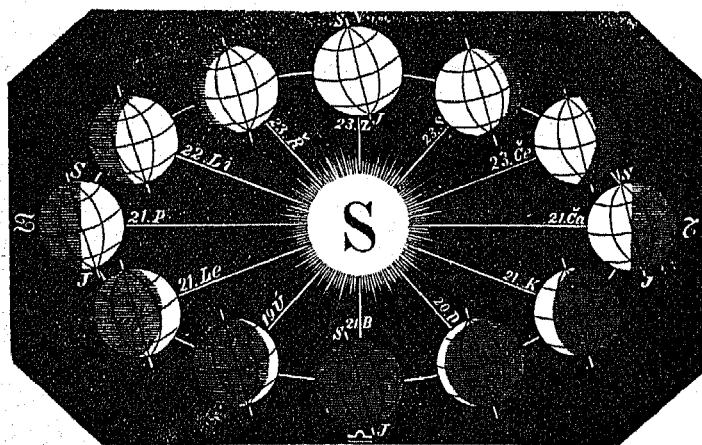
Jak jsme seznali, nemají obyvatelé celého povrchu země v stejné době ráno; západnější krajiny vždy slunce později uzří než východně.

od nich ležíci. Proto musí země podobu koule mít. Kdyby měla podobu veliké plochy, jak se starí předkové domnívali, měli by obyvatelé po celé zemi v stejné době východ i v stejné době západ slunce.

*Země se točí okolo slunce. Roční časy. Pásma.*

Otačení se země okolo slunce pochází od dvou sil, totiž od slunce, které zemi k sobě stále přitahuje a od síly, kterou země v rovném směru dle setrvačnosti se pohybovat snaží (viz pohyb středoběžný str. 211.). Dráha země kolem slunce jest elipsa  $23\frac{1}{2}^{\circ}$  k ploše rovníkem myšlené nakloněná a služe *ecliptika*.

Dne 21. června jest země severní točnou k slunci  $23\frac{1}{2}^{\circ}$  nakloněna a jižní točnou  $23\frac{1}{2}^{\circ}$  odkloněna; toho času svítí slunce kolmo na obratník raka. Za dne osvětlená polovice země zahrnuje v sobě severotočnový kruh a vyjímá jihotočnový. Na severní polokouli počíná 21. června léto, na jižní zimu a my máme nejdélší den, nejjasnejší denní světlo a největší teplo. Na severní točně jest toho času stále den a na jižní stále noc. Na obratníku raka nemají obyvatelé v poledne žádného stínu. Na severotočnovém kruhu se stín okolo některého předmětu, jako stromu nebo tyče, za 24 hodin do kola otáčí.



(Obr. 265.)

Rozdělíme-li si nakloněnou elipsovou dráhu země na 12 dílů a postupujeme-li zeměkoulí, jak obr. 265. zřejmě ukazuje, na její dráze, svítí na nás paprsky stále šikměji, a když přijde země za čtvrt leta 23. září na první čtvrtkruh, padají v tom čase paprsky kolmo na rovník. Za dne polovice osvětlené polokoule jde oběma točnami a splývá.

s poledníky dohromady. Na rovníku jest leto a nám počíná 23. září podzimek. Toho času jest na celé zeměkouli, na rovníku i na všech rovnoběžnících, až k točnám den s nocí stejný, což slove *rovnodennost podzimní*.

Postupuje-li zeměkoule k druhému čtvrtkruhu v ekliptice výše, padají na nás paprsky den ode dne šikměji jakož i na celou severní polokouli, za to ale sblíženě kolmému směru na jižní polokouli. Nám nastává větší zima, den se pořáde krátí a na jižní polokouli se prodlužuje. Když přijde země za čtvrt leta dne 21. prosince na druhý čtvrt kruh, jest severní točnou  $23\frac{1}{2}^{\circ}$  od slunce odkloněna a jižní  $23\frac{1}{2}^{\circ}$  k slunci nakloněna. Paprsky sluneční padají kolmo na obratník kozorožce, my máme noc nejdelší a den nejkratší. Za dne osvětlená polokoule zahrnuje v sobě celý jihotočnový kruh a vyjímá severotočnový. Na krajiny blízko rovníku padají paprsky něco šikmo právě jako před půl letem, a proto jest tam jaro; na severní točně jest stále tma a na jižní stále den.

Když země na třetí čtvrtkruh po ekliptice níže přichází, padají paprsky na naše krajiny méně šikmo, až 21. března svítí kolmo na rovníku jako před půl letem na prvním čtvrtkruhu. Za dne osvětlená polokoule jde jako před půl letem točnami a splývá s poledníky dohromady; nyní máme *rovnodennost jarní*. Nám nastává jaro, na rovníku mají leto, na jihotočnovém kráhu počíná zima a na severotočnovém leto.

Když dne v severní polokouli přibývá, ubývá ho v tomtéž poměru v jižní a naopak. Nám přibývá dne od 21. prosince až do 21. června, tedy půl roku t. j. ten čas, v kterém se země od obratníku kozorožce na své dráze o  $23\frac{1}{2}^{\circ}$  dolů nakloňovala čili obrátila, od čehož jméno *obratník* pochází. Od 21. června, když země svou dráhu  $23\frac{1}{2}^{\circ}$  nahoru nakloněnou nastupuje, ubývá dne a přibývá noci až do 21. prosince, tedy zase půl roku. Dne 21. prosince je u nás den 8 hodin, 21. března a 23. září 12 hodin a dne 21. (a několik dní) června 16 hodin dlouhý. Severní točna užírá světlo 21. března, které jest pořád jasnější až 21. června největší; odtud světla zase ubývá, až 23. září docela zmizí. Severní točna tedy po celý půl roku slunce měla, za to je ale pak po celý půl leta neuzří. U jižní točny jest právě opak toho; má-li severní točna půl leta den, má ona půl leta noc a naopak.

Země stále své postavení k slunci mění a ukončí svou dráhu ve čtyřech čtvrtletních čili za jeden rok, v kterém čase se okolo své osy 365krát otočí, čímž povstane 365krát den a noc. Aby země celou dráhu kolem slunce ukončila, mimo 365 dní ještě 5 hodin 48 minut a 48 sekund potřebuje. Ve čtyřech letech obnášejí hodiny se sekundami bez mála 24 hodiny, a proto se v přestupném roce jeden den v únoru přidá, který pak 29 dní čítá. Toto zavedeno již r. 46. římským císařem Juliem Caesarem, pročež slove tento letopočet *Julianský*. Tímto stala by se chyba každým rokem o 11 minut a 12 sekund, pročež ve 100 letech jeden přestupný rok se vynechává, která oprava se stala r. 1582. pařežem Řehořem XIII. Protože Řekové a Rusové opravy této nepřijali, jsou za ten čas o 12 dní před námi v letopočtu.

*Pásma.* Kam slunce kolmo nebo jen málo šikmo paprsky vysýlá, jest velké horko; kam ale paprsky hodně šikmo a třeba stále padají, přece jest zima. Pro nestejně oteplení země rozvrhuje se povrch její na pět rozličných dílů tepla, na tak zvaná *pásma*, a sice jedno *horké*, dvě *mírná* a dvě *studená*. Horké pásmo dosahuje od obratníku raka přes rovník k obratníku kozorožce. V tomto pásmu do roka svítí slunce na každé místo dvakrát kolmo a nad samými obratníky pouze jednou. Jedno mírné pásmo sahá severně od obratníku raka až k severotočnovému kruhu a služe proto *severní mírné pásmo*. *Jižní mírné pásmo* dosahuje od obratníku kozorožce až k jihočnovému kruhu. Tato pásmá stejné velkosti zoveme mírná, protože nikdy takové vedro v nich nepanuje jako mezi obratníky. Posléze máme *severní studené pásmo* u severotočnovém a *jižní studené pásmo* v jihočnovém kruhu.

Na rovníku jest leto po celý rok, na obratnících a několik stupňů v horkém a několik v mírném pásmu střídá se leto s jarem. Ve vzdálenosti  $30^{\circ}$ — $60^{\circ}$  jižní i severní šířky panují všecky roční časy; od  $60^{\circ}$  až  $75^{\circ}$  střídá se leto se zimou a posléze okolo točen jest stálá zima. V naší vlasti máme jakož i dále zasahujících zemích všecky čtyry roční časy. Obyčejně bráváme červen, červenec a srpen za měsíce letní, září, říjen a listopad za podzimní, prosinec, leden a únor za zimní, březen, duben a květen za měsíce jarní. Nestejně teplo na zemi jest přičinou, že v každé krajině stejně rostliny se nedáří ani stejná zvířata nežijí.

### Tvoření se země.

Země nebyla za pradávných dob jako nyní; takovou se stala po mnoha tisíc let. Učenci dokazují, že byla země nejprv tekutá, pozdě náhla houstla, až pevnou se stala. Tehdáž panovala tma, protože voda v hustých parách nad horkou zemí se vznášela. Když země se ochlazovala, tvořila se na povrchu jejím pevná kůra, na níž páry srážeti se mohly; voda odtékala do nižších míst a od pevné půdy se oddělovala. Ochlazováním vytvořená tvrdá kůra se stahovala a uvnitř pozůstalou hmotu roztopenou stlačovala, pročež tato slabou ještě kůru země snadno protrlha a vytékala. Podle propuklin povstaly z ní dlouhá poloří, vrchy a hory vysoké. Prvé než hmota tekutá kůru utvrdlou protrlha, zajisté nějaký čas sem tam slabší místa si hledala a je nadzvihovala, čímž povstaly doliny a výšiny čili vysočiny. Kůra země blíž točen více chladla než u rovníku, pročež snáze u něho se protrlhnouti mohla. Proto blíž rovníku nalezáme nejvyšší hory, jako jest Hymalaja v Asii, vysočina střední Afriky a v severní Africe vysoká hora Atlas. Celou Italií táhnou se Apeniny a severně od Italie jsou 10—12 tisíc stop vysoké Alpy. Čím dále k severu, tím nižší hory nalezáme.

Země se okolo své osy točí a byvší dříve tekutá, sploštila se, protože částky její na rovníku ve větším kruhu obíhají a tudíž větší od-

středivost projevují než dále k točnám. Osa zemská jest o  $5\frac{3}{4}$  mile kratší než každý 1719 mil dlouhý průměr rovníku. Nyní jest již kůra země tak silná, že ji uvnitř tekutá hmota tak lehce nemůže prolomiti; ale proto přece roztopená hmota — láva — sopkami t. ohromujími prohlubinami z uvnitř země některý rok vytéká a daleko široko se rozlévá. V sopečných vrších jest mnoho síry, kamení, železa a vody. Ze vodní páry volného výstupu vždy nemají, povstává pod kůrou země bouření a zemětřesení. Kdyby sopek jako pojíšťovacích ventilů u parních kotlů nebylo, musely by zemětřesením i celé díly světa se zasypati. Sopek bylo mnoho známo, ale mnohé již vyhasly; doposud jich okolo 200 známe, které dokazují, že uvnitř naší země vše roztopeno jest. Nejčastěji slycháme o sopce Vesuvu v Itálii.

Dokud byla kůra ještě slabá, bylo na povrchu země mnohem větší teplo než nyní, kde pro sílu kůry teplo z uvnitř na povrch s tíží jen přichází (špatný vodič). Dosud se nalezají v Sibiři ve vrstvách věčného ledu zvířata (neb jich části, jako slonová kost), kterýmž možno není lež v horlkých krajinách žít. Krajiny ty musely tedy jindy být teplé.

Země na povrchu byla pusta, až z kamení se utvořily časem menší kusy, které zvětráním se rozpadly a v ornici proměnily. Trávy a rozličného druhu rostliny počaly na ní růsti; pak teprve všeliká zvířata a posléze člověk život na ní uhájiti mohl. Posud nenalezeno pražádných lidských pozůstatků jako zvířat, což jest zřejmým důkazem, že teprve po této velkých proměnách člověk na zemi postaven byl.

## Měsíc.

Měsíc čili luna jest dvaapadesátkráte menší než země a svítí světlem od slunce nabýlým. Na něm našli hvězdáři hory, vrchy a propasti jako na zemi, ale žádné vody ani vzduchu. Jsou-li tam živočichové a rostliny, musí zcela jiné povahy být než na zemi.

Měsíc má trojí pohyb; točí se totiž od západu k východu okolo své osy, pak v tomtéž směru okolo země a s ní zároveň okolo slunce. Měsíc a země obopola se přitahují, ale nemohou se právě z těch přičin k sobě sblížiti, které jsme u pohybu země (dostředivý pohyb) okolo slunce seznali. Dráha měsice jest elipsa, v jejíž jeduom ohnisku země se nacházá, a jest k dráze země kolem slunce, k ekliptice, něco více než  $5^{\circ}$  nakloněna. Největší vzdálenost měsice od země obnáší 54.000 mil a nejmenší 48.000, tudíž obnáší jeho střední vzdálenost 51.000 mil. Dráhu kolem země ukončí v 29 dnech 12 hodinách a 44 minutách, v kterém čase k slunci stejnou polohu zaujmá. V tom čase otočí se měsíc jednou okolo své osy, a proto nám po všecká leta stále stejnou stranu ukazuje.

Poněvadž měsíc jen od slunce nabylým světlem svítí, můžeme jej na jeho dráze viděti, když nám sluncem osvělenou stranu ukazuje. Je-li měsíc mezi sluncem a zemí, viděti ho nemůžeme, protože polovička měsice k slunci obrácená a osvělená od země odvrácena jest. Ten čas jmenujeme *nový měsíc* ☽. Stojí-li měsíc tak, že země mezi něj a slunce přijde, může sluncem osvělen být a na nás v noci svou celou osvělenou stranou svítiti; v tom čase pravíme, že jest *měsíc v úplňku* ☽. Stojí-li měsíc západně od země, může na nás polovicí svého osvěleného kruhu svítiti a my pravíme, že jest měsíc v *první čtvrti* ☽; stojí-li na východ od země, můžeme zase jen polovicí osvěleného kruhu viděti a tu říkáme, že jest měsíc v *poslední čtvrti* ☽.

V kalendáři shledáme, že jest měsíc někdy za 7 neb 8 dní v první čtvrti (černý srp), v 15 neb 16 dnech v úplňku (červený nebo světlý kruh), ve 22 neb 23 dnech v poslední čtvrti (červený nebo světlý srp) a nový měsíc že nastane v 29 nebo 30 dnech. Sledujeme-li měsíc od novu, spatříme ho z počátku v podobě uzounkého srpu, který stále roste, až jest celá polovice kruhu viděti; od první čtvrti ještě dále roste, až v úplňku celý kruh svítí. Po úplňku zase měsice ubývá; kruh se po jedné straně menší, až jest ho jen čtvrt; dále ho ještě ubývá, tak že má zase podobu uzounkého srpu, až posléze se stane neviditelným. Od novu do úplňku měsice *přibývá* a od úplňku do novu ho *ubývá*.

Měsíc každý den skoro o hodinu později vychází, ale také as o hodinu později zapadá a někdy tak pozdě ráno, že teprv při denním světle našemu zraku mizí. Když je měsíc v úplňku, vychází večer a osvětuje po celou noc zemi. Když jest v *poslední čtvrti*, užíme jej v půl noci, pak dále každý den o něco později, až jest *nový*. Když jest v *první čtvrti*, vidíme ho až do půl noci. Toho času měsíc hned po polední vychází, ač ho pro denní jasnost dříve nevidíme, až k večeru při slabším světle hodně vysoko na obloze. V zimě můžeme měsíc večer dříve a ráno déle než v letě pozorovati, protože mu sluneční světlo nepřekáží.

*Přitažlivost měsice.* Měsíc také zemi přitahuje, což dokázati můžeme z výjevu, který se v přímořských krajinách jeví, totiž z *odlivu* a *přílivu*. Měsíc i na mnolé lidí přitažlivě účinkuje, tak že tito při úplňku spíce chodí, lecos dělají, ano i na střechu vylezou, kam by ve dne za dobré paměti nikdy se neodvážili. Lidé tito nesmí na nebezpečném místě kříkem ze sna se vytrhovati, sice by náhle procitli a v tom okamžení nepamatujíce se, spadnouti by museli. Takoví lidé, *náměšťenci*, nejsouce vytrhováni, zase nazpět jdou, ulehnu a druhý den o ničem nevědí.

*Rok sluneční a měsíční.* Když počítáme, že měsíc svůj oběh okolo země v 29 dnech a 12 hodinách ukončí, obnáší to do roka 854 dní, tedy o celých jedenáct dní méně než našeho roku. A my přece počítáme 7 měsíců po 31 dnech a 4 po 30 dnech; únor má 28 a v přestupném roce 29 dní. Toho jest příčina ta, že počítáme podle *slunečního roku*, totiž pravíme, že rok uplyne, když země jednou dráhu kolem

slunce ukončila, a rozdělujeme ho na dvanáct dílů, který každý měsíc jmenujeme. Kdyby čas oběhu měsice kolem země s dvanáctým dílem roku stejný byl, musil by připadnouti měsíc v úplňku, pak v první a poslední čtvrti každý dvanáctý díl roku v stejný den. Mahomedáni počítají podle roku měsíčního, totiž počítají, že uplynul rok, když měsíc 12krát okolo země se otočil; jejich rok trvá pouze 354 dní.

*Zatmění slunce a měsice.* Měsíc při otáčení se okolo země někdy přijde mezi zemi a slunce, takže pro něj nemohou paprsky na zemi svítiti a slunce za denního jasného světla, jakoby pod mraky bylo, se zatemní. Tomu výjevu říkáme *zatmění slunce* a díti se může, když je nový měsíc. Zatmění nemůže celou zemi zasahovati, protože jest měsíc mnohem menší než země, nýbrž pozoruje se jen na části povrchu jejího. Ani v stejnou dobu zatmění nemůže se všady pozorovati; krajiny na východ ležící dříve zatmění mají nežli západní, protože měsíc od západu k východu postupuje. Hvězdáři na vlas vypočtou, kdy zatmění slunce nastane, kteréž v stojaté vodě anebo tmavé barvenými skly dobře pozorovati můžeme. Přijde-li měsíc na své dráze při úplňku tak za zemi (do stínu země), že na něj slunečné paprsky padati nemohou, zatmí se; tomu výjevu říkáme *zatmění měsice*.

Měsíc a slunce se buď zatmí celý (úplné zatmění) nebo částečně (částečné zatmění). Protože jest měsíc těleso kulaté, je stín při zatmění slunce na zemi kruhový, a že je stín od země při zatmění měsice také v podobě kruhu, musí také stínící země podobu kulatou mít. Zatmění slunce i měsice může jen při jasném počasí pozorovati.

### Slunce.

Slunce jest nesmírně veliké. Takových koulí, jako jest země, vešlo by se 1,400.000 do slunce, kdyby bylo duté. Že vidíme slunce jen tak malé jako měsíc, pochází od rozličné vzdálenosti (viz zorný úhel str. 188). Slunce pro svou velkost snadno přitahuje zemi, která jest od něho 21 milionů mil vzdálena.

Slunce s vnitřkem tmavým jeví se na povrchu dle staršího náhledu co ohnivá spousta, nač se soudilo z tmavých skvrn, které od strany východní k západní mizí a zase na východní straně se objevují. Z objevování a mizení skvrn slunečních domníváme se také, že slunce v 25½ dnech okolo své osy se otáčí.

Dle novějších badatelů má slunce vnitřek žeravý a na povrchu rozličné hmoty v plynné a žeravé podobě, které se tam jako oblaka na zemi v některých místech zhusťují čili srázejí, menší světlo i teplo mají a tudíž žeravý vnitřek zatemňují, která pak místa co tmavé skvrny se objevují.

## Hvězdy.

*Stálice, planety, měsíce.* Nesčíslné množství nebeských těles hvězdami jmenujeme. Které hvězdy stále na jednom místě jako slunce stojí a své postavení nemění, slují *stálice*. Které hvězdy okolo své osy a pak okolo stálice se točí a od ní světla nabývají, slují *planety čili oběžnice*; takovou oběžnicí jest země. Hvězdy, které jako měsíc okolo oběžnic a s těmi okolo stálic se točí, jmenujeme *družice, měsice čili souputníky*. Planet známe asi 90. (8 větších) a družic 23. Nejbliže slunce krouží čtyři z větších planet a sice: *Dobropán* (Merkur), *Krasopaní* (Venus), *Země a Smrtonoš* (Mars). Po těch přijdou dále *malé planety* (planetoidy čili asteroidy), jichž známe přes 80. Větší z těchto jsou: *Čistána* (Vesta), *Královna* (Juno), *Živěna* (Ceres) a *Mudřena* (Pallas). Posléze přijdou čtyři nejvzdálenější velké planety, a sice: *Kralomoc* (Jupiter) se čtyřmi měsíci, *Hladkolet* (Saturnus) s osmi měsíci, *Nebešanka* (Uranus) s osmi měsíci a nejvzdálenější planeta *Neptun* s dvěma měsíci. Největší oběžnice jest Jupiter, ale Venuše nejjasnější, kterou známe pode jménem večernice na západním a co dennice na východním nebi.

*Komety.* Často slýcháme o *kometách* a snad mnohý měl příležitost je viděti. Jsou to hvězdy se září mnoho mil dlouhou a vlasům podobnou, pročež také *vlasatice* slují. Viděti je můžeme jen na blízku slunce a se září na straně od slunce odvrácené. Hvězdáři vypočítávají, kdy se nám z komet některá objeví (oběh není pravidelný), a domýšlejí se, že jest jich velké množství, že nedosti pevné jsou a časem oběžnicemi se stanou. Ze komety za sebou jasnou zář mají, která se skoro metle neb ohnivému meči podobá, vykládají pověrčiví lidé úkaz ten za předchůdce nějakého všeobecného neštěstí, jako války, hladu a moru.

*Padání čili čistění hvězd; meteory.* Padající hvězdy jsou neviditelná tělesa planetární, která okolo slunce v neznámych dráhách se pohybují a často i na blízku země přijdou a třením při rychlém letu o vzduch se rozpálí, až jasnosti hvězd svítících nabudou. Projdou-li takováto tělesa obor vzdušný, opět vychladnou a následovně neviditelnými se stávají, což se zdá, jakoby skutečně hvězdy padaly. Jmenovitě se pozoruje toto padání těles, když se dráha jejich s dráhou země kříží.

*Sluneční soustavy.* Všecky planety dohromady obnášíjí sedmistý díl velkosti slunce a proto toto snadno zemi jakož i ostatní oběžnice a družice přitahuje, takže se kolem něho všecky točiti musí. Oběžnice jsou větší než jejich družice, pročež tyto dříve okolo nich se točí. Takovéto hvězdy kolem slunce se točící jmenujeme dohromady *soustavou sluneční*.

Kromě našeho slunce známe nesčíslné množství jiných sluncí čili stálic, které všecky na jednom místě stojí, svým vlastním světlem svítí a za jasné noci viděny bývají. Ze jsou od nás nesmírně daleko (nejbližší 4 biliony mil), vidíme je pouze co třpytivé puntičky. Ačkoliv ve

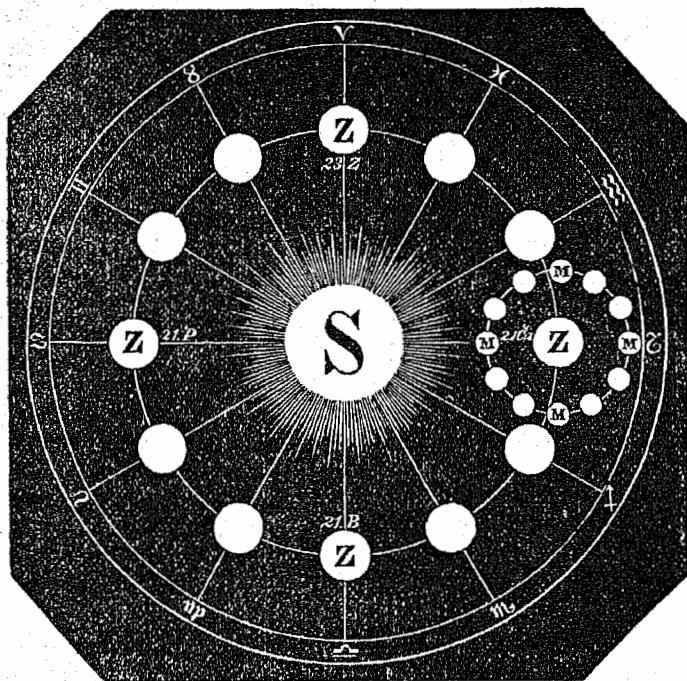
dne stálice všecky svítí, nevidíme jich pro jasnost našeho slunce tak jako měsíc, když někdy na obloze hned odpoledne se nalezá. Tyto stálice, jichž pouhým okem přes 4 tisíce viděti můžeme, ale jichž hvězdáři dobrými dalekohledy přes sto milionů počítají, známe vůbec pode jménem *hvězdy*, na něž se večer, zvláště za dlouhé jasné noci zimního času tek rádi díváme. Nejjasnějším hvězdám říkáme, že jsou velikosti první, méně jasným velikosti druhé atd., až šesté velikosti, které ještě neozbrojeným okem vidíme. Hvězdy, které pouze dalekolidem viděti můžeme, slují *teleskopické*. Okolo každé stálice se točí zase planety a okolo těch družice, takže každá stálice pro sebe *novou sluneční soustavu* tvoří. Nesčitelné množství stálic není na ničem zavěšeno ani podepřeno; všecky se vespolek přitahují a stále v stejně vzdálenosti od sebe udržují.

Mnoho stálic jest od nás tak daleko, že dohromady takřka splývati se zdají, od sebe rozeznati se nemohouce. Ony dle vzdálenosti více méně se lesknou, tvoří ohromně dlouhý pruh bleděsvětlý, místem užší, místem širší a slují dohromady *mléčná dráha* či *cesta nebeská*.

*Zvířetník*. Stálic znali naši předkové mnoho a zvláště na to byli pozorní, že vždy několik pospolu jakousi podobu mají. Skupení hvězd čili *souhvězdí* nazývali, aby po obloze nebeské snazší přehled měli, podle podoby zvířat neb osob ze starého bájesloví rozličně, což i my tak dosud činíme. Několik stálic u př. stojí pospolu tak, že bychom si je mohli výkresem doplniti a co medvěda představiti; jiné skupení, doplněno jsouc, má podobu býka, panny atd.

Pro nás jest 12 souhvězdí, tak zvaných *nebeských znamení*, důležito. Mají následující jména a hvězdářská znaménka: Skopec ♀, býk ♂, blíženci ♀, rak ♀, lev ♂, panna ♀, vália ♀, štír ♂, střelec ♂, kozorožec ♂, vodař ♀, a ryby ♀. Těchto 12 souhvězdí jmenujeme dohromady *zvířetník*. Tento jest pro nás důležitý, poněvadž všecka souhvězdí jeho v této dráze čili poloze leží, v jaké se země okolo slunce otáčí. Souhvězdí ve zvířetníku jsou od sebe  $30^{\circ}$  ( $360^{\circ} : 12 = 30^{\circ}$ ) čili 450 mil vzdálena, takže slunce při otáčení se země každý měsíc před jiným souhvězdím čili *znamením nebeským* se nalezá a za 12 měsíců celý zvířetník zdánlivě projde. Ano i měsíc při otáčení se kolem země celý zvířetník prochází, v každém znamení 2 neb tři dni ( $29 : 12 = 2\frac{1}{2}$ ) prodlévá, při celém oběli kolem země jednou všecka znamení projde a za celý rok dvanáctkráte.

Abychom vše snáze seznali, pohledme na obr. 266. U prostřed mame slunce *S* a kruh kolem něho znamená oběli země a malé kroužky *Z* představují zemi ve 12 postaveních do roka. Ve velkém kruhu jest 12 znamení nebeských hvězdářským znakem poznámených. Je-li země 21. června před znamením kozorožce, zdá se nám, jakoby slunce se znamením raka dohromady splývalo, a proto pravíme, že 21. června, když paprsky sluneční padají kolmo na obratník raka, stojí slunce ve znamení raka. Od toho pojmenování pochází. Je-li země před znamením raka 21. prosince, zdá se slunce se souhvězdím kozorožce ve spojení



(Obr. 266.)

býti a protož pravíme, že jest 21. prosince slunce ve znamení kozorožce. Dne 23. září jest slunce ve znamení váhy, 21. března ve znamení skořice, pak 23. července, když země před znamením vodaře stojí, ve znamení lva, pak 23. srpna, když jest země před rybami, ve znamení panny atd., tak až ve dvanácti měsících celý zvířetník projde. Země se nachází v protějším znamení, v němž se slunce nachází.

Také měsíc vchází do znamení nebeských a sice do každého 12krát do roka. V obraze nám 12 malých kroužků *M* oběh měsice kolem země představuje. V postavení prvním byl by měsíc v úplňku a nám by se zdálo, že se znamením kozorožce dohromady splývá. Odtud země na své dráze dále postupuje a měsíc kolem ní k východu taktéž dále ke druhému místu přichází, tedy výše před znamení vodaře, ryb atd. ve všecka ostatní znamení.

Kromě těchto dvanácti znamení máme ještě jiná skupení hvězd, jichž počítáme 45 na obloze severní a 61 na jižní polovici, tedy 106 dohromady mimo zvířetník. Také tato skupení hvězd mají jmena od podobnosti rozličných věcí; tak sluje jedno souhvězdí medvědice velká, druhé medvědice malá, jiné Herkules (od pověstného poloboga), jiné vůz atd.

Obdivuje-li se kdo přírodě, tím více musí soustavám hvězd se obdivovati. Není tedy divu, že starí předkové za pohanských ještě dob, neznajíce Tvůrce těchto nebeských těles, dílu Jeho, hvězdám, se klaněli, jim božskou úctu vzdávali, ano i ze sestavení jich božskou vůli prorokovali. Nemusíme však ani do dávných těchto dob pohlížeti; dosud ještě starí pověřiví lidé se domnívají, že hvězdy jakýsi vliv na vůli člověčenstva mají, které nechť cokoliv činí, jiným býti nemůže, než jak mu to hvězdy předpisují. Takové bludné spisy služí u lidu *planetáře*. I dvacáť znamení nebeských má prý vliv na člověka, pročež tam zvláště o každém znamení dlouhé proroctví stojí. Lidé slyšice, že ten neb onen se narodil na štíru, raku atd. (totiž ten den, když měsíc v tom znamení byl) protož, dychtivi jsouce, co to znamená, často k vůli tomu do kalendáře na znamení ta se dívají a i bez planetářů, co si od pradědů pamatuji, prorokují.

Předobnou pošetilostí jest nahlízení do kalendáře k vůli předpovídání povětrnosti. I sami zhotovitelé takového proroctví svému vlastnímu předpovídání budoucího počasí nevěří, neboť vědí nejlépe, na jak mělkém základu svá proroctví staví. Člověk prorokuje, ale povětrnost nastane, jak toho náhoda žádá. Kalendář je vždy lhář, ať jest to stolty neb letošní.

Na změně povětrnosti nejčinnější jest vítr, neboť ten s sebou páry vodní nese a jaký ten druhý den bude, nemůže žádný s určitostí říci, tím méně jaký za měsíc nebo za rok bude. Povětrnost se stále mění; u nás je hezky, jinde prší a jinde je třeba bouřka.

I měsíc s jeho novou čtvrtí nic na počasí nemění, neboť by všechny stejná změna nastati musela, čemuž skutečně není. Také zvířata ne-předpovídají povětrnost; co činí, činí právě vzhledem k přítomné a ne k budoucí povětrnosti. Proto se často teplým počasím z jara ptactvo k nám přiláká a pak nastalými mrazy pomírzne. Lašťovka litá před deštěm při zemi, protože hořejší parami nasycený vzduch jest hmyzu prost, a přece často se mraky rozeženou a není žádného deště.

### Země má podobu koule.

(Pro lepší přehled.)

- a) Zemi lidé častokráte oploulí.
- b) Při cestování od jihu k severu (neb obráceně) mizí našemu zraku známé hvězdy a jiné se objevují.
- c) Blíží-li se koráb po moři k pevné půdě, jest nejprve stěžení, pak plachty a posléze celý koráb viděti.
- d) Obyvatelé na zemi nemají stejnou dobu ráno, poledne a večer.
- e) Stín země při zatmění měsíce jest okrouhlý.
- f) Všecka nebeská tělesa mají kulatou podobu, z čehož soudíme, že i země kulatá jest.

# O B S A H.

	Str.		Str.
<b>Úvod . . . . .</b>	1	<b>Ylnění vzduchu . . . . .</b>	119
<b>I. Všeobecné vlastnosti těles . . . . .</b>	3	<b>Šíření zvuku . . . . .</b>	121
1. Prostornost . . . . .	—	<b>Odrážení zvuku . . . . .</b>	125
2. Neprostupnost . . . . .	4	<b>Tony . . . . .</b>	126
3. Setrvačnost . . . . .	6	<b>Hudební nástroje. Ucho . . . . .</b>	128
4. Porovatost . . . . .	9	<b>X. Magnetičnost . . . . .</b>	131
5. Roztažitelnost a 6. Stlačitelnost . . . . .	11	<b>Pozemní magnetičnost . . . . .</b>	135
7. Dělitelnost . . . . .	13	<b>Rozklad magnetiva . . . . .</b>	136
<b>II. Tiže; míry a váhy . . . . .</b>	15	<b>Kompass. Severní zář . . . . .</b>	139
Váha prostá a měrná. Dělení nádob . . . . .	19	<b>XI. Elektricínost a) třením buzená . . . . .</b>	140
<b>III. Spojivost . . . . .</b>	20	<b>Rozklad elektřiva. Elektrofor . . . . .</b>	142
1. Tvrďost a měkkost . . . . .	22	<b>Elektrika a pokusy . . . . .</b>	145
2. Křehkost . . . . .	23	<b>Elektrické přístroje . . . . .</b>	149
3. Tažnost . . . . .	24	<b>Blesk a lrom. Hromosvěd . . . . .</b>	152
4. Pružnost . . . . .	25	b) Elektřina buzená dotýkáním . . . . .	155
5. Pevnost . . . . .	27	c) Účinky galvanického proudu . . . . .	158
<b>IV. Prílnavost . . . . .</b>	30	d) Elektřina buzená návodom . . . . .	162
1. Prolinavost . . . . .	31	e) Thermoelektricínost . . . . .	163
2. Michání a 3. Pohlcování . . . . .	33	<b>Telegrafov . . . . .</b>	164
4. Botnání . . . . .	34	<b>XII. Optika . . . . .</b>	169
5. Roztok . . . . .	35	Odráz světla. Zrcadla . . . . .	171
6. Krystalení . . . . .	36	Lom světla . . . . .	176
<b>V. Slučivost . . . . .</b>	37	Rozklad světla. Duha . . . . .	180
Lučební část . . . . .	40	Čočky a oko . . . . .	182
<b>VI. O teple. Teplovod . . . . .</b>	44	Podmínky jasného vidění . . . . .	187
Sálání. Pohlcování a odrážení paprsků . . . . .	47	Upoříbení čoček . . . . .	189
Roztažování hmot teplem. Teplonér . . . . .	49	<b>XIII. O rovnováze a pohybu těles . . . . .</b>	193
Změna skupenství. Skupenské teplo . . . . .	53	A) Rovnováha těles pevných . . . . .	194
Prameny tepla . . . . .	54	Skládání a rozkládání sil . . . . .	—
<b>VII. O vzduchu. Částky vzduchu . . . . .</b>	57	Rovnováha v poloze těles . . . . .	200
Které plyny do vzduchu přicházejí . . . . .	60	B) Pohyb těles pevných . . . . .	204
Hoření . . . . .	67	Pohyb těles vržených . . . . .	208
Zahřívání vzduchu . . . . .	67	Kyvadlo . . . . .	210
Větry. Přímořské a pasátní větry . . . . .	70	Pohyb středoběžný a odstředivý . . . . .	211
Tlak vzduchu. Tlakoměry . . . . .	71	Měření sil. Ráz těles . . . . .	214
Rozředování a zhubstování vzduchu . . . . .	74	<b>XIV. Rovnováha na strojích . . . . .</b>	217
Výjevy v přírodě a stroje na tlaku . . . . .	77	Páka. Váhy . . . . .	218
Vlastnosti vzdušin . . . . .	80	Kladka. Kladkostroje . . . . .	226
<b>VIII. O vodě. O vodíku . . . . .</b>	85	Kolo na hřídeli . . . . .	227
Páry vzdušným teplem povstalé . . . . .	88	Nakloněná plocha . . . . .	229
Opocení, rosa, jinovatka, mlha a oblačka . . . . .	89	Klín. Šroub . . . . .	230
Mračna, déšť, sníh, kroupy a kroupy . . . . .	91	Parní kotel; manometr . . . . .	233
Co voda v sobě rozpustnouho chová . . . . .	93	Parní stroj; lokomotila . . . . .	234
Zahřívání vody. Páry horkem povstalé . . . . .	95	Lokomotiva; parní lodě . . . . .	236
Destilovaní vody . . . . .	99	Užitek a účel strojů . . . . .	238
Ochladzování vody. Tvoření se ledu . . . . .	100	<b>XV. Astronomie. Země . . . . .</b>	239
Tlak vody a stroje od něho odvislé . . . . .	102	Země se točí okolo své osy . . . . .	241
Spojité nádoby . . . . .	106	Země se točí okolo slunce . . . . .	242
Archimedov zákon. Určování hustoty . . . . .	110	Tvoření se země . . . . .	244
Plování těles. Hustoměry . . . . .	112	Měsíc . . . . .	245
<b>IX. Akustika . . . . .</b>	116	Slunce . . . . .	247
Chvění tyče, strun, ploch a prohloubených těles . . . . .	117	Hvězdy. Sluneční soustava. Zvířetník . . . . .	248