

II-208.

Učebná kniha
silozpytu čili fysiky.

K úžitku
průmyslovým školám
opakovacím i pokračovacím.

Dle

Frant. Hoffmanna

vzdělal

Jan D. Panýrek,

hlavní učitel na c. k. ústavu učitelském v Hradci Králové.



Ve Vídni.

V c. k. školním kněhoskladu

1872.

Některá pokynuti,

kteřak by se mělo učebné látky této knihy užívati.

Odstávky hvězdičkou poznačené lze vypustiti a vlastní pilností žákův přenechati.

Plsmem drobnějším tištěno jest další provedení toho, co v hlavním textu jest obsaženo, i lze části takové dle potřeby a dle povolání žákův buď zkrátiti aneb jich zcela pomínouti.

Je-li předmětu málo času vykázáno, aneb mají-li se podstatné věci z toho, co bylo přednešeno, opakovati, radno jest po výkladu teploměru přejiti hned na nauku o teple, která pro průmyslníka zvláštní má důležitost. V dotčených případech rovněž záhodno jest, jakmile tíže těl byla vysvětlena, přikročiti k tížisti a hustotě, po té vzíti zákon Archimedův, stanovení hustoty a hustoměry.

K nauce o strojích, když bude o páce a záklopec pojišťovací promluveno — při kteréž poslednějši rozpluvost páry měřiti budeme — připojiti lze s prospěchem nauku o tlaku vzduchu. Také se mohou potom hned

probrati nejdůležitější přístroje, které na tlaku a rozpínatosti vzduchu se zakládají.

Ješto při strojích vždy z rovnováhy přešlo se na práci, nebude od místa zmíniti se o vodním lisu, při němž zákon o práci: „práce síly rovná se práci břemena“ snadno lze znamenati.

K závěrku zbude nauka o magnetičnosti, električnosti a světle.

Úvod.

§. 1.

Svět a jeho divy.

Kamkoliv pohledneme, buďsi na ruch přírody aneb na dílo lidské, všude setkáváme se s úkazy, které plnou měrou zaslubují, abychom o nich přemýšleli. Mnohý sice, který jda po svém zaměstnání ničeho na mysl neuvažuje, zůstává při nich netečným, avšak kdo bedlivým stopuje okem, co v úkol něho se děje, rád by věděl, kterak to všechno se stává a kterých prostředkův užil Stvořitel, an nakupil vedle sebe tolik divů, poskytujících lidem látky k nekonečnému poznávání.

Kdožby pohlížeje vzhůru na hvězdnaté nebe, netázal se s podivením: Kterými zákony řídí se oni tisícové těl nebeských? — Komu by, když blesk rachotícím hromem doprovázen hrůzou nás naplňuje, netánula myšlénka: Odkud strašlivé tyto výjevy? — Kdožby netoužil zvěděti, jak se to děje, že skvostná duha se objevuje na obloze?

Avšak nejen velikolepé tyto úkazy samy, také výjevy méně do očí bijící vábí bedlivého pozorovatele ku přemýšlení. Proč zde obrací se kámen do výše vyhozený po několika okamžicích nazpět a padá na zem, kdežto tamto ballon bez překážky vždy výše a výše se zvedá? — Co povstává z uhlí, síry a jiných hořlavín, když ohněm ztráveny před našimi zraky mizí? — Kdo odpovídá nám v ozvěně? — Jak to přichází, že spatřujeme obraz svůj

v zreadle? — Kdo nutí jehlu v kompasu, aby přese všecko točení a kolebání se lodi neustále ukazovala k severu? —

Jest-liže při pozorování přírody rozvážlivému člověku podobné otázky se namítají, tož jsou divy jiného způsobu, které toho, kdo je zná, tím větší naplňují radostí, protože původce jich jest sám člověk!

Navštíviš-li přádelnu a vidíš-li, kterak tisícové vřeten jediným strojem k bedlivé práci poháněni bývají; pozoruješ-li chod hodin, které v taktu neustále stejném nekončným čas rozměrují na hodiny, minuty a sekundy; patříš-li, kterak celá řada vozův bez koní s těžkým nákladem kolem tebe ubíhá; vidíš-li písmo telegrafu, který rychlostí blesku přináší ti zvěst z místa mnoho mil vzdáleného; vidíš-li svůj vlastní věrný obraz (fotografii), který na malém lístku papíru se objevuje: nejsi-li tím puzen, abys v člověku poznával ducha Božího, který naučil jej tajemství přírody znáti a síly její ku blahu přítomných i budoucích pokolení podrobovati účelům svým?

A kohož medle jiného měla by podobná pozorování pobádati více k ušlechtilé zvědavosti, než-li tebe, mladý průmyslníku, který povolán jsi, abys v dílně, kde duch i ruce lidské rovně jsou zaměstnány, nové vytvořoval věci, domáhaje se při tom vždy většího úspěchu?!

Pročež chutě přistupme k dílu! Učme se znáti skryté síly a zákony, kterými řídí se rozmanité úkazy v přírodě i práci lidské.

§. 2.

Co nazýváme vjjevem a co silou.

Na stole leží křída; vezmu ji do ruky, pozdvíbnu a otevru ruku — křída padá přímo dolů. Křída byla ve výši, nyní leží opět na stole: změnila své místo, —

pohybovala se. Tuto, jako i všelikou jinou změnu, ježto se udá na př. u velikosti, podobě, barvě atd., jmenujeme *úkazem* čili *výjevem*. Výjevem jest, když míč kaučukový od země odskakuje, když rtuť v teploměru neb tlakoměru klesá a stoupá; výjevem jest také, když železo ve vlhku rezem se pokrývá, když v kamnech dříví neb uhlí před očima našima mizí atd.

Ješto pak nelze míti za to, že by změna jakákoli s tělem nějakým stala se sama sebou, nutně vedeni jsme k myšlénce, že ty které výjovy povstávají z jistých vnitřních neb zevnitřních příčin, kteréžto příčiny jmenujeme *silami*. Příčinou, že křída dolů spadla, byla přitažlivá síla země naší čili tíže.

§. 3.

Rozdíl mezi fysikou a chemií.

Všimneš-li si blíže výjevův, o kterých syrechu zmínka byla učiněna, shledáš, že jest patrný mezi nimi rozdíl. Když kaučukový míč od země odskakuje, aneb když rtuť v tlakoměru stoupá a klesá, zůstává i kaučuk i rtuť tím, čím dřívě byly, podstatně se neměňe.

Výjovy, při nichž látka, na které změnu znamendme, neporušena zůstává, slovou fysikalní. Nauka o výjavech fysikalních slove fysika. Jinak slove věda tato silozpytem, protože pátrá po příčinách výjevů čili síly zpytuje.

Když železo rezaví, aneb když palivo ohněm se tráví, tu i železo i palivo podstupuje změny *podstatné*. Nikdo zajisté, nevěda, že rez povstává ze železa, neřekl by, že tvrdý lesklý kov, jakým jest železo, proměněn býti může v tu hnědožlutou práškovitou hmotu, kterou rez býti se vidí. Podobně hořením mění se palivo, přecházející v látky, které částečně do vzduchu se rozprohnou, částečně pak co popel zbývají. Ani popel, ani ony látky

ředouneké nijak nejsou podobny palivu, z něhož byly povstaly.

Výjevy, při nichž látka sama podstatně se mění, jmenujeme chemickými či lučebnými. Nauka pak, která zpytuje výjevy chemické, slove chemie č. lučba.

I fysika i chemie náležejí k tak zvaným *naukám přírodním*, které průmyslníkoví velmi jsou důležitý. My však v přítomné knize obíratí se budeme toliko výkladem výjevů fysikalních.

Není žádné průmyslové živnosti, kdeby nauk přírodních neužívalo se. Vy, mladí přátelé, také již máte příležitost v práci své užitečnā činiti pozorování. Jsouco zaměstnání v dílně, přemýšlejtež, kterakým způsobem přeměňují se látky nalézající se v rukou vašich, které okolnosti při zpracování jich bývají ku prospěchu a které na překážku. Jen takové zajisté uvědomělé tvoření přinese může pravé požehnání udržuje vždycky svěží v práci horlivost.

Avšak jednotlivým při práci výkonům porozumíme tím lépe a dovedeme si je sami vyložiti tím dříve, rovněž pochopíme výklad cizí tím jasněji, čím blíže seznámeni budeme s účinky sil přírodních.

§. 4.

Co jsou zákonové přírodní.

Příklad, na kterém poznali jsme, co jest výjev a co síla, nechť poslouží nám také, abychom dozvěděli se, co vyznáváme *zákonem přírodním*. Kdybych kousek křídly, který nyní v ruce držím, spustil s vysoké věže aneb hodil jej do hluboké studně, bude padati čím dále tím rychleji, tak že ve druhé vteřině proběhne již třikrát větší dráhu (cestu), než-li kterou urazil ve vteřině první. V 3. vteřině proběhne již dráhu pětkrát, ve 4. sedmkrát, v

5. devětkrát atd. větší než v první. To lze též znamenati, kdybych místo křídý shodil kámen, kus železa aneb cokoliv jiného. Vidíte z toho, že v přírodě nepanuje libovůle, ale že síly podrobeny jsou určitým neměnitelným pravidlům, které nazýváme *zákony přírodní*.

Znajíce zákony přírodní, dovedeme již napřed uhadnouti, které výjevy nastanou, když jisté síly působí se jnou.

Ale ne každý dovede výjevy přírodní správně vysvětlovati, jelikož některé jinak se smyslům našim jeví, než-li v skutečnosti jest. Tak na př. jedoucím rychle ve voze zdá se nám, že stromy okolo nás nazad ubíhají, kdežto předce vše vůkol klidně stojí, a my ku předu jedeme. Podobně máme za to, že země tiše stojí a slunce po obloze nebeské obloukem postupuje, kdežto ve skutečnosti země kolem slunce se pohybuje. Jen zkušený pozorovatel, který zároveň bystrým rozumem jest obdařen, dovede správně vykládati výjevy přírodní.

I vy, až seznámíte se se základními pravdami silozpytu, dovedete porozuměti výjevům, ježto se naskytují v životě pospolitém.

Částka prvá.

O fysikalních vlastnostech těl.

A. Vlastnosti všeobecné.

§. 5.

Vůbec známo jest, že vyleštěná měď ve vlhku brzy se kalí a železo rezem se potahuje, kdežto zlato a stříbro zůstává beze změny. Rovněž víme, že se magnetem přitahuje železo, kdežto magnet na ostatní kovy nepůsobí. Sluší tudíž za to míti, že rozličná těla nadána jsou jistými vlastnostmi zvláštními, pro které v týchž okolnostech a k týmž silám jinak a jinak se zachovávají. Naproti tomu jsou vlastnosti jiné, které na všech tělech bez výjimky nalazáme. Tak na př. není těla, aby nemělo jisté *velikosti*, aby nebylo *těžké*, aby nedalo se *dělití* atd.

Vlastnosti tohoto způsobu slovou *všeobecné*.

1. O prostrannosti.

§. 6.

Prostrannost jest vlastnost všeobecná.

Stěny jsou meze neb hranice skříně. Skříní jest omezen, uzavřen neb obklopen jistý prostor. Každé tělo zajímá jistý prostor, **prostírá se**. Každé tělo prostírá

se : s hora dolů, s pravé strany na levou, a z předu do zadu, každé má *výšku, šířku a délku*, kterouž vlastnost nazýváme *prostrannost*.

Výšku, šířku a délku lze *měřiti*, proto pravíme, že každé tělo má tři *rozměry*.

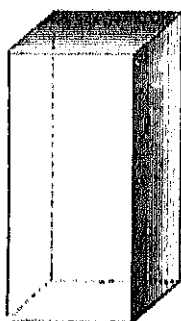
Velikost prostoru, který tělesem nějakým zaujat, slove jeho *objem*.

Co prostor naplňuje, jest *hmota*.

Na tom pak, jak se k sobě mají *výška, šířka a délka*, jakož i na zevnějším omezení čili *povrchu* těla závisí jeho *podoba* čili *tvár*.

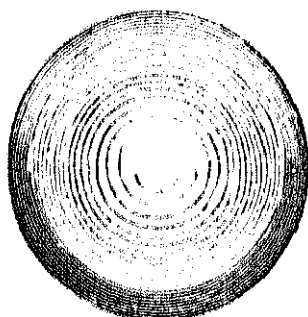
Jinou podobu má *hranol* (obr. 1.), jiný tvár má *vdleec* (obr. 2.), *koule* (obr. 3.), *jehlanec* (obr. 4.), *kužel* (obr. 5.), *klin* (trojboký hranol obr. 6.) atd.

Obr. 1.



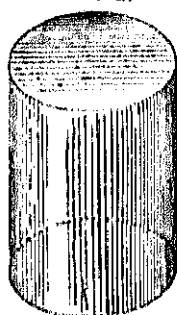
Hranol.

Obr. 3.



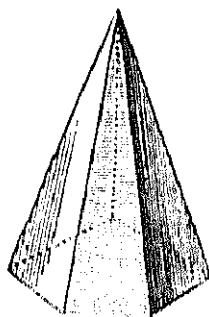
Koule.

Obr. 2.



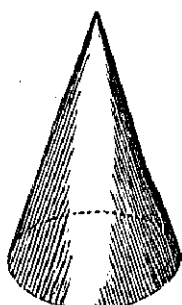
Vdleec.

Obr. 4.



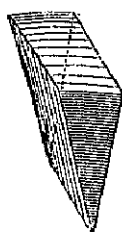
Jehlanec.

Obr. 5.



Kůžel.

Obr. 6.



Klín.

Skládáním rozmanitým těchto tvarův základních ve spojení s plochami rovnými i křivými povstávají přerovněné podoby, které dáváme různým výrobkům průmyslovým, aby vyhovovaly účelu svému i panujícímu vkusu.

§. 7.

O míře.

Abychom rozměry těl mohli porovnávat, měříme je; stanovíme totiž, kolikrát rozměr určité velikosti, který zvolili jsme si za jedničku čili za *míru*, v nich jest obsažen.

Měření děje se, jak známo, sáhovkou aneb měřítkem palecovým.

Abychom také malé rozměry měřiti mohli, rozdělen jest sáh na 6 stop, stopa na 12 palcův a palec na 12 čárek. Rozdělení toto slove *dvanáctinné*. Druhdy rozděluje se sáh také dle soustavy *desetinné*, t. j. na 10 stop, tato na 10 palcův, palec na 10 čárek. Má tudíž sáh 1000 desetinných čili decimalních čárek.

Desetinný palec obnáší asi $\frac{3}{4}$ palce dvanáctinného. Rakouská míle drží v sobě 4000 vídeňských sáhův.

O míře metrické.

Nikoho není tajno, jak veliký prospěch vyplýval by průmyslu z toho, kdyby všude užíváno bylo jedno-
stejně míry. Čím dále, tím více zobeceňuje míra *metrická*,
i jest se nadíti, že majte nepoprátelné přednosti stane
se brzy měrou *jednotnou*. *)

Původ míry té jest takovýto:

Učenci dílem vyměřili, dílem vypočetli čtverník čili
čtvrtinu zemského poledníka. Délku jeho rozdělili na
10,000.000 rovných dílcův a jeden takový dílec nazvali
metr. Obr. 7. Dle naší míry drží metr 3·1635 stop, t. j. 3'
1" 11 $\frac{1}{4}$ " čili přibližně 38".

Obr. 7.



Decimetr.

Zvětšování i zmenšování metru provedeno přesně dle
soustavy desetinové, jak z následujícího sestavení vysvítá.

<i>dekametr</i> = 10 metrům	}	<i>decimetr</i> = $\frac{1}{10}$ metru
<i>hektometr</i> = 100 "		<i>centimetr</i> = $\frac{1}{100}$ "
<i>kilometr</i> = 1000 "		<i>milimetr</i> = $\frac{1}{1000}$ "
<i>myriametr</i> = 10000 "		

Čtverec, jehož každá strana zdělí dekametru (10m.),
nazván ar = 1000 □ stop našich. Zvětšování i zmenšo-
vání děje se při něm týmž způsobem jako při metru.
Tak na př. 100 arů slove hektar (1 $\frac{1}{4}$ jitra rak.) atd.

Kostkový decimetr ($\frac{1}{10}$ m.) nazván litr (asi 3 žej-
dličky naše). Pak jest hektolitr = 100 litrů, kilolitr (čili
stér) = 1000 litrů atd.

*) Od 1. ledna r. 1876 bude i u nás v mocnářství Rakouském
míra metrická v obecné užívání uváděna.

Úlohy. 1. Je-li metr 10milionová část čtverníka: a) kolik metrů
b) kolik myriametrů dlouhý bude celý poledník?

Odpověď: a) 40,000.000, b) 4.000 myriam.

2. Rovná-li se 1 m. 3'1635', kolik stop dlouhý jest a) dekametr,
b) kilometr, c) myriametr?

Odp.: a) 31'635', b) 3163'5', c) 31635'.

3. Jeden millimetr = 0'038022", kolik palcův činí 1 metr?

Odp.: 38'022".

4. Je-li rak. stopa tak dlouhá jako 0'315375 metru, kolik metrů
bude a) 1 sáh, b) 1 mřle?

Odp.: a) 1'89225 m., b) 7569 m.

§. 8.

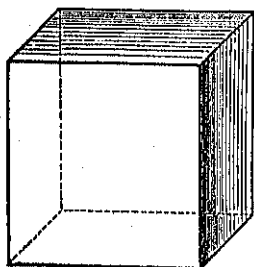
Měření objemu.

Každý z vás, chtěje změřiti skřín, jistě změřil délku, šířku a výšku její. Kdyby opomenul jeden z těchto tří rozměrův odměřiti, nemohl by zhotoviti skříně rovně veliké. Prostor tedy, jež skříně zajímá, závisí na délce, šířce a výšce její.

Objem těla tím jest větší, čím větší je délka, šířka a výška jeho.

Kdyby někdo z vás vypočítati měl objem světnice, bylo by mu změřiti délku, šířku a výšku její. Rovněž máme-li ustanoviti objem kádě, potřebí jest znáti délku šířku a hloubku její.

Obr. 8.



Kostka.

Měření prostoru dle týchž se děje zásad jako měření délky. I zde jistou míru bůžeme za jedničku a ustanovujeme, kolikrát v daném prostoru obsažena jest. Míra objemu jest kostka čili krychle, jednu stopu vysoká, široká i dlouhá. Prostor, který se takovouto kostkou zaujímá, slove *kostková* neb *krychlenná stopa* (1^e obr. 8.).

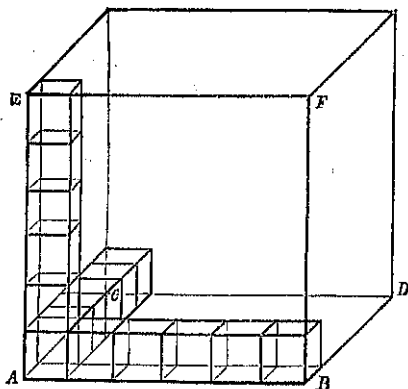
Dle toho dovede každý říci, co jest *krychlený palec* ($1^{\text{c}} = 1^{\text{c}} = 1^{\text{c}}$), *krychlený sáh* ($1^{\text{o}} = 1^{\text{o}} = 1^{\text{o}}$) i *krychlený metr* ($1^{\text{om}} = 1^{\text{om}} = 1^{\text{om}}$).

Měřictví učí, kterak z jednotlivých rozměrův těl stanoviti lze velikost jejich. Na př.

Úloha. Kolik krychlených sáhův má zeď 10^{o} dlouhá, 1^{o} vysoká a 1^{c} tlustá?

Řešení. Kdyby měla zeď místo 1^{c} tloušťku 1^{o} , tož zaji-
mala by 10 krychlených sáhů. Ješto však jen 1^{c} , tedy $\frac{1}{10}^{\text{o}}$ jest tlustá, tož bude objem její také jen $\frac{1}{10}^{\text{o}} = 1^{\frac{2}{3}}$ krychl. sáhu.

Obr. 9.



Krychlený sáh.

Nabudouce jasného ponětí o krychl. sáhu, snadno nahlédneme, že 216 krychl. stop v sobě drží. Na čtverečný sáh $ABCD$ (obr. 9.) postaviti lze totiž právě 36 kostek tak velikých jako krychlená stopa (6 řad po šesti kostkách). Takových vrstev po 36 kostkách potřebí však 6, aby vyplnily prostor krychl. sáhu, proto drží v sobě krychl. sáh $6 \times 36 = 216^{\text{c}}$. Podobným uvažováním též se přesvědčíme, že $1^{\text{o}} = 12 \times 144 = 1728^{\text{c}}$ a $1^{\text{c}} = 1728^{\text{c}}$.

Z vyobrazení 9. také vysvitá, že čtverečný sáh ($1^{\text{o}} = 6 \times 6 = 36^{\text{c}}$) obsahuje. Dále jest $1^{\text{c}} = 12 \times 12 = 144^{\text{c}}$ a $1^{\text{c}} = 144^{\text{c}}$.

Úlohy k míře metrické.

1. Kolik čtverečných a) decimetrů, b) centimetrů, c) millimetrů dá 1 □ metr?

Ódp.: a) 100 □ dm, b) 10.000 □ cm, c) 1.000.000 □ mm.

2. Kolik čtverečných metrů obsahuje: a) ar, b) dekar, c) hektar?

Ódp.: a) 100 □ m, b) 1.000 □ m, c) 10.000 □ m.

3. Kolik krychl. centimetrův drží v sobě litr?

Ódp.: 1000 cm.

§. 9.

Kterak stanoví se objem těl rovnoběžnostěnných.

Úloha. Určetež objem bedny, která má 4' zděli, 2' zšíří a 3' zvýší.

Řešení. Na dno bedny lze vložit vedle sebe $4 \times 2 = 8$ kostek č. krychlí, z nichž každá stopu dlouhá, široká a vysoká jest, totiž 8 krychlených stop. Ješto pak bedna 3' vysoká jest, vejdu se na sebe 3 takové vrstvy po osmi krychlených stopách. Tudíž $3 \times 8 = 24$ krychlených stop.

Krychlový obsah bedny jest tedy

$$4 \times 2 \times 3 = 24'$$

Krychlový obsah rovnoběžnostěnu obdržíš, násobíš-li délku šířkou a výškou aneb násobíš-li základnou jich plochu výškou.

Cvičení. Má se vypočísti objem kádě vystírací, která 10' dlouhá, 9½' široká a 3½' hluboká jest. Objem = 332½ krychl. stopy. Vejde se do ní něco přes 185½ vědra. Vědro = 1792 krychl. stop. = 3096 krychl. paleův.

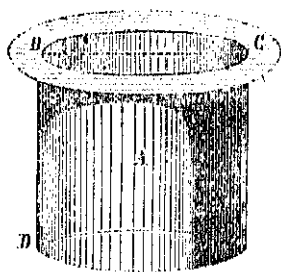
§. 10.

Kterak se stanoví objem těl válecovitých.

Těla podoby *válcovité* přicházejí ve skutečnosti rovněž tak zhusta jako rovnoběžnostěny. Pročež dříve ještě, než předmět tento opustíme, naučíme se, jak vypočítávati krychlový objem válece.

Měřičtvi učí, že objem válece ustanovujeme násobíce mezi sebou všechny tři rozměry jeho (z nichž dva a sice šířka a délka jakožto průměry kruhu jsou si rovny) a tento součin ještě $\frac{1}{3}$ znásobíme.

Obr. 10.



Kotel.

Úloha. Jak velký jest objem kotle vypočteného na obr. 10 (A), jehož průměr BC 7' a hloubka BD 4' obnáší?

Odpověď. Poznačme-li objem ten písmenou O, bude dle uvedeného právě pravidla $O = 7 \times 7 \times 4 \times \frac{1}{3} =$

$14 \times 11 = 154$ krychl. stop. Do kotle vejde se tudíž něco méně než 86 věder.

Těloměrství podává nám k ustanovení objemu válece následující vzorec $O = \pi r^2 v$, v němž $\pi = 3.14$, r jest poloměr (v našem příkladě $\frac{7}{2} = 3\frac{1}{2}$ '), $r^2 = r \cdot r$, t. j., poloměr násoben sám sebou, v = výška. Dle tohoto vzorce obdržimo $O = 3.14 \times 3.5 \times 3.5 \times 4 = 153.86$ c' téměř jako dříve.

Další učení, kterak stanoví se objem těl, náleží do měřičtvi, kteráž jest částí matematiky (počítáctví), a nížto aby každý průmyslník se seznámil, poručeno se činí.

Rozhled po všemmíru.

Ohlédneme-li se nazpět, přemýšlejíce, o čem až posud bylo jednáno, shledáme, že první všeobecná vlastnost těl, prostrannost totiž, náleží úplně do oboru počítářství.

Prostory omezené slovou těla, a jenom těla můžeme pochopovati. Nekonečná prostrannost prostoru, která ve skutečnosti se jeví, nám tvorům pozemským rovněž jest nepochopitelná jako nekonečné trvání času. Jen hvězdářství (astronomie) nám jakés takós představy podává o nesmírnosti všemhíra. Učít nás, že jedouce na parovoze potřebovali byehom asi 450 let, než-li byehom na slunce dojeli, a že podobná cesta k nejbližší stálici 300 milionů let by trvala. Vznesená ta věda objevila nám, že země naše, jejíž průměr 1719 zeměpisných mil zděl jest, číslem zaokrouhleným má objem 2,650.000 krychl. mil. Jak veliké jest teprv slunce, jehož průměr 107½ krát větší jest než průměr země naší! Jest vypočtěno, že by se 1,242.000 kulí tak velikých, jako země naše dobro-mady musilo slíti, abyehom obdrželi kouli velikosti slunce.

Na proti tomu nacházíme v přírodě nesmírné množství tělísek, jichž pro malost ani viděti nestačíme. Tak prach, an se vznáší ve vzduchu, jen tenkrát vidíme, když jej ozařuje papršlek sluneční, do prostory temné vnika-jí. Jednotlivé částice prášku určeného k broušení a leštění, podobu částic křídly, škrobu nespátřujeme pouhým okem, tak jako nejsme s to, abyehom postřehli jemné rourky, kterými prostoupeny jsou vlasy, vlákna lněná, konopná a bavlněná aneb nesmírně malá zvířátka, kterými se oživuje louže, v níž hníjí zbytkové rostlinní a živočišní. Sklo zvětšovací ukazuje nám předměty předrobné; jím teprv dovidáme se, jaká i v tomto malém světě panuje rozmanitost.

2. O neprostupnosti.

§. 12.

Neprostupnost jest vlastnost všeobecná.

Není-li v nějakém prostoru žádného předmětu, říkáme, že jest tam prázdno; ale výrok tento jest nesprávný, ješto není prostoru na zemi, aby aspoň vzduchem nebyl naplněn, a vzduch, jak snadno pochopiti lze, také jest hmotou. Prostoru tedy všech hmot prázdného posud neznáme.

Chei-li pohnouti se z místa nějakého na místo jiné, musím tělem svým aspoň vzduch vypuditi z prostoru, do kterého vejíti hodlám.

Vzduch sice nespátřujeme, ale abychom se o přítomnosti jeho přesvědčili, třeba toliko rukou, vějířem neb nejlépe otevřeným došňákem rychle sem a tam zamáchnouti, i shledáme hned odpor, který od vzduchu pochodí. Tím přivádíme také vzduch do pohybu, spůsobuje vítr.

Mám-li v úmyslu ponoriti se do vody, dlužno mi dříve vytlačiti vodu z místa, do něhož vniknouti chei.

Má-li horník vniknouti do dolů země, odstraňuje dříve horninu atd.

Proto pravíme:

Do prostoru, v kterém nachází se již nějaké tělo, nelze vniknouti tělu jinému dříve, dokud tělo první prostor ten nebylo opustilo, aneb což totéž jest:

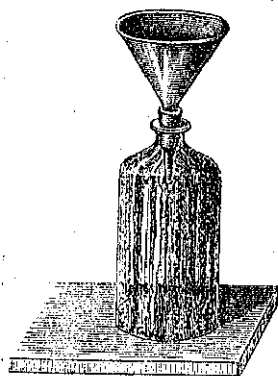
Na témž místě a touž dobou dvě těl zároveň býti nemůže. Všeobecná vlastnost tato slove *neprostupnost*.

Pro neprostupnost nelze dvěma osobám seděti současně na téže sesli a na témž místě.

Rovněž, má-li vniknouti dláto neb nebozez do dřeva, musí dřevo prvé ustoupiti ve spůsobě třísek. Strčíš-li

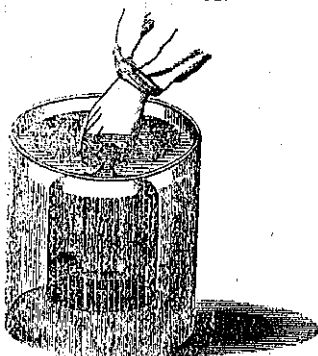
nálevku pevně do láhve (což podaří se ti u nálevky, která k hrdlu nepřilehá, jak mile ji otočíš papírem), ihned znamenáš, kterák kapalina, na př. voda, kterou jsi do nálevky vлил, z počátku sice do láhve vniká, brzy však vtékati přestává.

Obr. 11.



Láhev s nálevkou.

Obr. 12.



Sklenice se svíčkou pod vodou.

Pakli na neprostupnost vzpomeneš, snadno dovtípíš se, jaká jest tomu příčina. Voda v nálevce stlačila poněkud vzduch a proto vešlo něco vody do láhve. Ostatní voda nemohla však vtéci, protože vzduch v láhvi jest neprostupný. Povyťáhneš-li však nálevku, tak aby vzduch mohl z láhve ucházeti, ihned voda vběhne do láhve.

Jestli sklenici, aniž bys ji nahnul, ponoříš do vody, vnikne do ni jen nepatrná část vody, tolik totiž, oč se vzduch v sklenici stlačí.

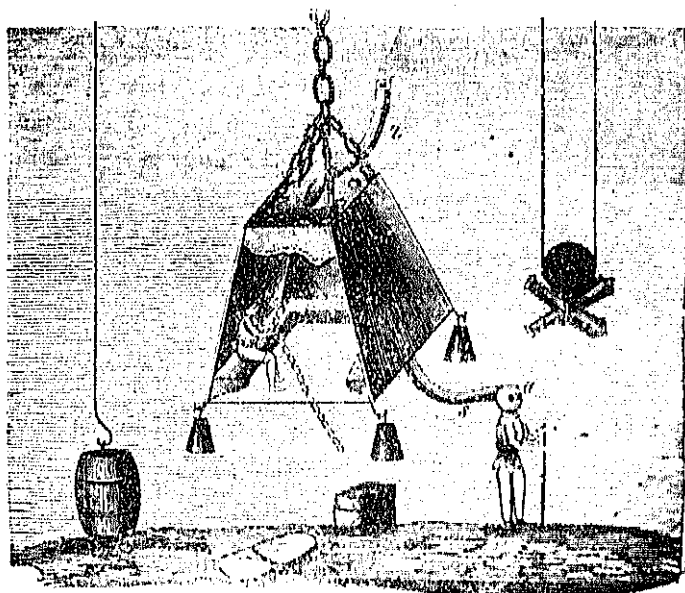
Abys dokázal, že se větší části vnitřního prostoru voda nedotknula, rač jon položiti na vođu kousek korku, i překlop jej sklenicí, a hned uvidíš, kterák korek s dolním okrajem sklenice klesá a jak sklenice vzhůru jde, opět vystupuje.

Horní strana jeho zůstane úplně suchá, což jest opětným důkazem že, kde vzduch byl, vodě vniknouti nelze. Kteráž vlastnost objeví se obzvlášť zřejmá, když na korek postavíš svíčekku a přes ni sklenici poněkud větší poklopíš. Budeť se zdáti, jakoby svíčekka hořela pod vodou.

O potápěcím zvonu.

Potápěcí zvon zakládá se rovněž na neprostupnosti vzduchu. Pomocí jeho spouštějí se odvážni námořníci až na dno mořské, aby potopené předměty aneb mořské houby, mušle, korale a p. vyhledávali. Mimo to užívá se potápěcích zvonů také při stavbách podvodních.

Obr. 13.



Potápěcí zvon.

Potápěcí zvon jest nádoba železná, dole širší, než nahoře, bez doleního dna, která na svrchu zasazené má silné tabulky skleněné, skrze něž světlo vniká. Kolem dolního kraje jsou lavice.

Čím hloub spuštěn jest potápěcí zvon, tím menší jest prostor, do kterého vzduch ve zvonu volou vtláčen bývá. Již ve hloubce 100 stop byl by toliko čtvrtý díl zvonu vzduchem naplněn, a potápěče nalezl by zde místa sotva pro hlavu. Mimo to stráví člověk dosti brzy ve

zvonu onu součást vzduchu, která jediná dýchání podporuje, kyslík, takže životu jeho nebezpečnost hrozí.

Obě nehody předcházejí se tím, že se z lodi, kt potápěcí zvon na železných řetězech nese, kaučukou rourou čerstvý vzduch do zvonu pumpuje. Zvon za buje se vzduchem tak bohatě, že část jeho kolem dolů krajův zvonu vystupuje.

V novější době užívá se potápěcích zvonů řidčeji; po pět spouští se do vody opatřen jsa oblekem nepromokav a velikou přilbicí kovovou a, (obr. 13.) do které týmž s sobem čerstvý vzduch se vhání jako do zvonu potápěcí. Podobné přilbice mívají také potápěči, kteří ve zvonu se spouštějí. Mohou pak bez nebezpečnosti na do dobu ze zvonu vyjítí, ješto pomocí trubiny s se vzduch zvonu jsou spojeni.

§. 13.

Neprostopnost vzduchu v životě obecném.

Vědonce nyní, že vzduch neprostopný jest, vyloží si, proč nálevka, kterou kapalinu nějakou do lál vléváme, těsně k hrdlu přiléhati nesmí; proč naplněva láhve s hrdlem úzkým jest obtížno a proč při liti pře mětů kovových zvláštní průduchy učiniti dlužno do kad bův. Těmito otvory vychází totiž nejen vzduch v kadlu obsažený ale i pára, povstávající tím, že žhavý k vlhkého písku, z něhož kadlub utvořen, se dotýká.

3. O dělitelnosti.

§. 14.

Dělitelnost jest vlastnost všeobecná.

Kus křídý lze na množství malých kouskův rozl mati neb rozřezati, kterýchž částic bude ale bez počt

když křidu v hmoždýři roztlučeme a na prášek rozmělníme. Oddělíme-li však jednotlivý prášek křidy a pohlížíme naň skrze drobnohled, shledáme, že by ještě rozdělití se dal, jen kdyby oči, ruka a nástroje naše k tomu stačily.

Těže zkušenosti nabýváme o ostatních tělech. Lzeť všeliká těla bez rozdílu dělití, pak-li přiměřených prostředkův se užije.

Dělitelnost jest tedy všeobecná vlastnost těl.

U mnohých látek, zvláště u vonidel a barviv jest dělitelnost až k neuvěření veliká. Pižmo jest s to naplňovati velké pokoje neustále silným zápachem. A předece když je i po velmi dlouhé době vázkami nejtklivějšími vážíme, neshledáme na něm nižádného úbytku. Nepatrnou částí barvy nějaké anilinové lze obarviti veliké množství vody a touto pak potřítí znamenité množství papíru; na každém kousku lpěti bude barva. Dvěma loty červec (košenily) lze 20 lotů hedbávných nitek na červeno obarviti, kteréž dají se na 15.000,000.000 dílkův rozdělití. Každý pak z dílků těch objevuje pod dobrým drobnohledem barvu červenou.

Mimoděk naskytuje se nám otázka, zda-li dělení má nějaké meze, aneb zda-li v rozkládání těl na dílky vždy menší a menší do nekonečna pokračovati se může?

Na první pohled odpověděli bychom bez rozmyšlení as takto:

Každá sebe menší část těla jest opět tělo určité velikosti a může tudíž jako vše, co nějakou má velikost, zmenšeno, rozděleno býti. Proto jest dělitelnost neobmezená. Avšak zkušenost nabytá v jiných oborech přírodopytu nutí nás, abychom měli za to, že všeliká těla složená jsou z pračástic, jež více dělití nelze. Částice tyto, kteréž ani pouhým okem, ani drobnohledem viděti nemůžeme, slovou *molekule*.

Příklady dělitelnosti.

Uvedu nyní některé příklady, které dokazují, jakého stupně dělitelnost dosáhnouti může.

Jak známo, rozpouští se cukr ve vodě, Nejmenší částice cukru, pozbývající tu souvislosti své, mísí se zcela jednostejně s vodou. Každá kapka vody cukrové drží v sobě cukr, aniž by bylo lze jednotlivé částice cukru v ní postřici. Cukrová voda jest *roztok*. — Pryskyřice rozpouštějí se v lihu (spiritusu). Dáme-li na př. bílenou laku lupkovou (šelak) do lihu, obdržíme čirý roztok. Potřeme-li jím dřevo, nabudeme povrchu hladkého, aniž bychom na něm jednotlivé částice laky mohli najíti. Podobně ztrácí se voda ve vzduchu, když se v páry mění.

Zlato, stříbro, platinu lze vytáhnouti na dráty neobyčejně jemné.

Z platiny lze udělati nitky tak tenoučké, že se jich 140 musí složit, aby se docílilo tloušťky, jakou má jednotlivá nitka zámotku hedvábného. A ačkoliv platina jest nejtěžší ze známých kovů, vážil by přec drát takový 3000' dlouhý sotva grán. Kovy tažné lze kladivem roztepati aneb mezi válci protáhnouti na plech. Nejtenších plechův cínových, (staniolu, folie) užívá se k zaobalování věcí páchnoucích a k pokládání zrcadel. Pozlátko a postříbřítko slouží k pozlacování a postříbřování. Lístky z těchto drahých kovů mohou býti tak tenké, že když jich 8 milionů na sebe položíme, teprv tloušťku $1\frac{1}{4}$ čárky dávají. V době novější vytaženo také železo na plech velmi tenký. Nejtenší plech železný má totiž poloviční tloušťku nejjemnějšího papíru hedvábného.

Také kůži lze klepáním ztenčiti a rozšířiti.

§. 16.

Co jest skupenství.

Jsou-li těla, jak jsme pravili, složena ze samých částic nekonečně malých, dlužno za to míti, že v částicích těchto jsou síly, které kolem dokola na částice sousední působíce tělo v souvislosti udržují.

Na těchto silách pak závisí, zdali jest tělo buď **pevné** neb **tuhé**, buď **kapalné**, buď **vzdušné** aneb jinými slovy: v jakém **skupenství** se objevuje.

Dřevo, křemen, železo jsou těla pevná.

Částice těl pevných jeví následkem zmíněných sil značnou snahu, aby v souvislosti své se udržely. Lze tedy jen nesnadno polohu jedné částice ke druhé pozměniti aneb jednu částici od druhé odtrhnouti.

Voda, lhb, ocet atd. jsou těla kapalná čili *kapaliny*.

Vzájemné přitahování jednotlivých částic kapaliny jest nepatrné, takže již nejmenší síla dostačuje, aby jednu částici k druhé do jiné polohy přivedla, aneb jednu od druhé oddělila.

Příklad konečně těla vzdušného čili *vzdušiny* podává nám náš obyčejný vzduch.

Nejmenší částice vzdušin jeví snahu vždy víc a více od sebe vzdalovati se, pokud jim jenom poskytnutý prostor stačí.

Jsou těla, která jenom v jediném skupenství se objevují na př. vzduch, dřevo a m. j. Největší část jich však vyskytuje se ve všech třech, aneb aspoň ve dvou skupenstvích. Voda tvoří v pevném skupenství led, ve vzdušném páru. Také kovy a mnoho jiných látek schopny jsou všech tří skupenství, mohou býti pevné, kapalné i vzdušné.

O rozkladu chemickém.

Vedeme-li žhavou hlavní z ručnice aneb trubici porcelánovou, které stočeným drátem železným naplněny jsou, páru vodní, vychází na druhém konci vzdušina jinými vlastnostmi nadaná nežli jest pára. Vzdušinu tuto lze totiž, když jsme ji byli schytili, dovolně ochladiti, anižby vzdušného svého skupenství pozbyla, kdežto pára vodní, jak známo, ochlazením v kapky se mění. Mimo to má nový plyn ten tu pamětihodnou vlastnost, že zapálen hoří, plamen sice bledý ale velmi horký vydávaje.

Vzdušina ta jmenuje se *vodík*, protože z vody povstala.

Zároveň znamená, že hlaveň i železný drát uvnitř se nalezájíci rží se pokryly. Učenci propátravše rez shledali, že záležel ze železa a jisté vzdušiny, která sice nehoří jako vodík, za to však hoření znamenitě podněcuje, neboť v ní hořlavá těla lesklým plamenem hoří. Tento druhý plyn slove *kyslík*.

Rozštěpili jsme tedy vodu na dvě rozličné vzdušiny; jedna z nich vycházela z trubice, druhá spojivši se se železem, byla přičinou, že toto zrezavělo.

Takovýto rozklad slove *rozkladem chemickým* čili *lučebným*. Chemie naučila nás tudíž, že *molekula* čili nejmenší částice hmoty složené rozložena býti může opět v části, kteréž slovou *atómy*. Atómů nelze pak nížádným způsobem více dělití.

Voda záleží z vodíku a kyslíku.

Zakladatel chemie Lavoisier (čti Lavoasié, nar. 1743. zemř. 1794.) dokázal předeslaným pokusem po prvé, že voda není tělo jednoduché, nýbrž že ze dvou vzdušin: vodíku a kyslíku jest složena.

Děj, který v předešlé odstávce jsme popisovali, lze také takto vysvětliti. Když železo bylo rozžhaveno,

byl atom kyslíku silněji přitahován atomem železa, se kterým se stýkal, nežli sousedním atomem vodíku.

Kyslík vody odděliv čili *odloučiv* se od vodíku spojil čili *sloučil* se se železem. Pravíme, že jeví kyslík **věčší slučivost** k železu než k vodíku. Slučivostí nazýváme tedy sílu, která to způsobila, že kyslík se železem se sloučil.

§. 19.

Voda záleží ze 2 měr vodíku a 1 míry kyslíku.

Také pomocí električnosti, která se nám v širé přírodě co blesk jeví, lze rozkládati těla chemicky. Vodu lze silným elektrickým proudem rozložit na součásti její, kyslík a vodík.

Kterýž pokus nás také učí, že 2 míry (na př. mázy) vodní páry z 1 míry kyslíku a 2 měr (pravím *dvou* měr) vodíku se skládá.

A ješto 1 kostková stopa vody 1700 kostkových stop páry poskytuje, lze z 1 míry páry přes 2500 měr obou těchto plynův obdržeti. Každá molekula vody záleží tedy ze dvou atomův vodíku a jednoho atomu kyslíku, kteréž tři atomy mocí chemické slučivosti dohromady se drží, částici vody tvořice.

Ješto 2 objemy vodíku a 1 objem kyslíku jen 2 objemy vodní páry tvoří, pravíme, že se stalo shuštění.

4. O pórovatosti, roztažitelnosti a stlačitelnosti.

O výjevech tepla vůbec.

§. 20.

Pórovatost náleží k všeobecným vlastnostem hmoty.

Z předeslaných výkladův vychází na jevo, že vše-liké tělo z nesčíslného množství nejmenších částic (molekul,

atómův) složeno jest. Nastává otázka, jakovým asi způsobem jednotlivé molekule k sobě jsou nařaděny, zda-li totiž mezi nimi mezery se nacházejí čili nie?

Mnohonásobná zkušenost v tom nás potvrzuje, že hmota prostoru, kterou zaujímá, nepřetrženě nevyplňuje, ale přechetné větší neb menší mezery, **póry** čili *dírky* v sobě má.

Všeobecná vlastnost těl, že póry mají, slove **pórovatost** (pórosita, dírkovatost).

Vezmeme-li do ruky houbu, u níž póry nejpatrněji jsou vyvinuty, a ruku pak sevřeme, smáčkne se houba.

Že byl objem houby zmenšen, umožnilo se jenom tím, že částice její následkem přemnohých dírek (pórův), které má, k sobě mohly se sblížiti.

Slačitelnost těl jest tedy následek jich pórovatosti.

Nuže, zkušenost dokázala, že všechna těla lze stlačovati, totiž tlakem do menšího prostoru přivésti, tudíž mají všeliká těla póry.

Pórovatost jest v životě průmyslovém všelijak prospěšna. Může však býti také na škodu, v kteréž případnosti opíráme se proti ní.

Kde se pórovatosti užívá a kterak se zamezuje?

Chceš-li rtuť očistiti od prachu, protlač ji jirehou. Póry kůže proponštějí kapalnou rtuť, nečistota však zůstává na kůži. Vodu říčnou zbavujeme nepříjemných příměskův cozením čili filtrací pórovitými cedítky obyčejně z jemných oblázkův, pisku a j. Pórovitým papírem pijavým (filtrovacím) oddělujeme pevná těla od kapalných. Skrze póry plátna vychází při leštění politura vnikající do pórův dřeva, čímž povrch lesku nabude.

Dáme-li líh do měchýře a na blízku teplých kamen jej přechováváme, stává se silnější, protože zvláště voda skrze póry měchýře pronikající v páru se mění. Podobně

vína ležením v sudu větší dobroty nabývají, ješto sud póry svými také jen vodní páry pouští, lib ale zadržuje.

Kůže chlupův zbavená, jejíž póry loužením byly otevřeny, ležíc v třísle pohlcuje tříslovinu a mění se v kůži vydělanou čili *usni*. Při dubení rychlém vhanějí se silným tlakem do kůži sehnané tříselnice čili extrakty tříselné.

Pórovatost lidské kůže dopouští, že pot vystupuje a tím tělo naše ochlazuje se. Kdybychom nepotili se, byloby nám v létě horko nesnesitelné.

Skořápka vajec má také póry v sobě. Jimi vniká do vnitř vzduch, čímž vejce se kazí. Ucpeme-li otvory tyto, vloživše vejce do popele, do vápenného mléka aneb potřeme-li je olejem, vodním sklem a j., vydrží mnohem déle než obyčejně.

U vodního lisu znamenati jest, že voda i železem proniknouti může, což nemoblo by státi se, kdyby železo póřův nemělo.

Jsouť póry kovů pramalinké a neznatelné. Také póry skla jsou asi malé, ješto v uzavřených skleněných nádobách nejdříve plyny přechovávati lze, aniž bychom na nich ztráty nějaké znamenali.

Botnání dřeva.

Jak známo, botná dřevo ve vlhku vnímajíce při tom vodu do póřův svých. Ješto botnání dřeva na nábytku našem vhod nám nebývá, natírá se dřevo barvou neb opatřuje se politurou. Podobně botná také klíč, kůže, ječmen a semena vůbec, dále cihly, vápence atd.

Které úkazy nasvědčují tomu, že jsou i kapaliny pórovaty?

Také těla kapalná mají póry, však asi velmi malé, ješto kapaliny jen nepatrně stlačiti lze. Naplníme-li láhev

vodou a do hrdla jejího zátku dobře přilehajícím násilně vtlačujeme, puká láhev, protože voda takřka jest nestlačitelná. Ucpáváme-li láhev, nechme tudíž mezi zátkou a kapalinou prostoru.

Že voda skutečně póry má, o tom přesvědčíme se nejsnáze, postavíme-li sklenici s vodou na teplé místo aneb ponecháme-li ji po některý čas v teplé světnici na stole. Tu usadí se na vnitřních stěnách nádoby drobné bublinky. Odkud tyto bublinky? — Teplo vyhnalo je z pórův vody. V pórech vody jest tudíž vždycky obsažen vzduch, ve vodě zvětralé méně než ve vodě čerstvé. Ryby, kterým k dýchání vzduchu jest třeba, žijí ve vodě, což nový podává důkaz, že voda vzduch v sobě chová. Rybníky zamrzlé dlužno prosekávati, aby prohlubněmi vnikal do vody vzduch.

O pórech vzdušín.

Vzdušiny mají beze vši pochyby póry. Poněvadž pak násilím znamenitě se stlačují, dlužno za to míti, že jejich póry značně jsou veliké.

Kdo z vás nevěděl by, že jest vzduch stlačitelný, nechť vzpomene si jenom na *bouchačku*. Jak známo, záleží tato z roury bezové (obr. 14. a), do které jak z předu tak ze zadu zátka se dává. Vtla-

Obr. 14.



Bouchačka.

číme-li pomocí pístě *e* jednu zátku do roury, vytláče druhá zátka daleko, při čemž bouchnutí slyšeti jest. Zátka vyhnána se tu stlačeným vzduchem. Zároveň znamenáme, že vzduch silně stlačiti lze. O tom, že stlačený vzduch skutečně tlačí, přesvědčíme se, když přední zátku pevně do trubice vtlačíme aneb prstem jí přidržíme a při tom zadní zátku pomocí pístu ku předu vtlačujeme. Učítíme v ruce značný odpor a jak mila přestaneme tlačiti, popojde zátka i s pístem nazpět.

O stlačitelnosti.

Z předešlého nabyli jsme přesvědčení, že vzduch a vzdušiny vůbec lze silně stlačit, stlačitelnost *pevných* těl že jest *malá*, *kapaliny* pak že jen *nepatrně* stlačit lze.

Kůže, dřevo, kovy atd. lisováním se stlačují, čehož zhusta se užívá. Lisováním nabývá bavlna, seno, papír menšího objemu, což při dopravě těchto látek značného poskytuje prospěchu. Kniha vázaná mnohem jest příručnější než nevázaná.

Stlačitelnost i stažitelnost těl následkové jsou pórovatosti.

Že pórovatost těl má za následek jich *stlačitelnost*, bylo již praveno, avšak i *stažitelnost* některých má původ svůj v této všeobecné vlastnosti.

Vyschne-li vlhké dřevo, stáhne se či sesychá. Této nepříjemné zkušenosti nabýváme u nového nábytku, vzalo-li se naň dříví špatně vyschlé. Nábytek dostává pukliny. Místa, která dřívě dobře přilehala, odstávají od sebe. Nábytek takový pozbývá úhlednosti a ceny. Desky rejsovací a j. se borí. Místa původně rovná stávají se nerovnými, zborcenými, protože stahování ve všech stranách jednostojně se neděje. Nehodě této odpomůže se, když užívá se dřeva co možná vyschlého, a když připevňují se na prknech příčky a svlaky.

Proč navlhčený papír, vlhký měchýř po vysušení se napnou, vysvítá rovněž z předešlého.

Teplo jest stálý průvodič těl.

Podobně jako vlhkost (voda) při botnání do porův dříví se vtahuje, vniká také *teplo* do porův těl, částice jejích od sebe vzdalují. (Nesluší však toto vnikání tepla

do pórů bráti doslovně, ješto nikdo nedokázal ještě, že by teplo bylo něco hmotného.)

Teplem roztahují se všechna těla, t. j. zvětšují svůj objem. Naopak stahují se opět těla, původního svého objemu nabývajíce, jakmile tepla ubývá.

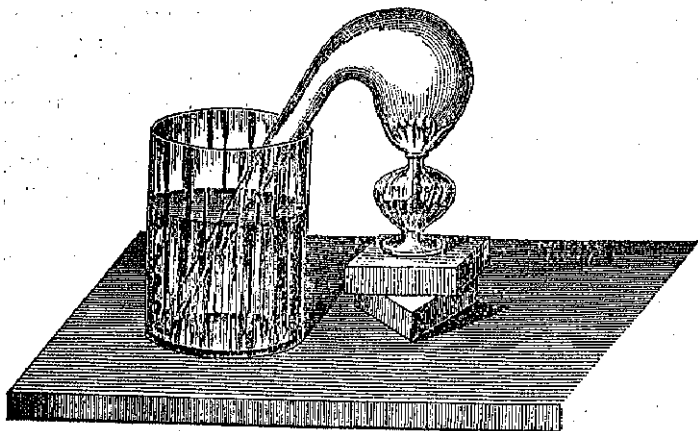
§. 24.

Teplem vzdušiny se roztahují.

Naplnivše z části měchýř studeným vzduchem přinesme jej do teplé světnice. Seznáme, že měchýř oplasklý v teple bude se nadýmatí a značně se napne. Výjev ten jest následek roztažitelnosti vzduchu uvnitř měchýře se nalézajícího, neboť vejdeme-li s měchýřem takto úplně napnutým do studena, opět splaskne.

Ještě zřejměji přesvědčíme se o tom, že vzduch teplem se roztahuje, spůsobem následujícím. Krk tak zvané křivule čili retorty, (obr. 15.) kteréž lučebníci často užívají, vstrčíme do láhve neb sklenice částečně vodou naplněné. Zahříváme-li kahanem líhovým vypouklinu čili břicho křivule, spatříme, kterak bubliny vodou procházejí. Vzduch v křivuli totiž teplem se roztahuje a část ho uchází.

Obr. 15.



Kterak vzduch teplem se roztahuje.

Při větším zahřátí jest roztaživost vzdušin také značnější; můžet účinek její býti velmi mocný. Vzpo-

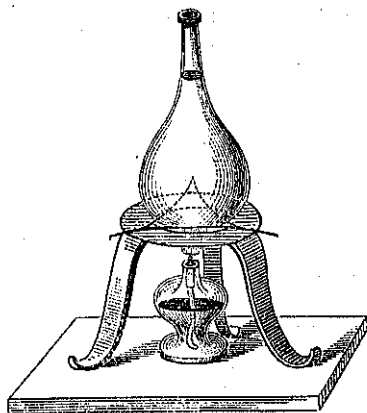
meňte si jenom na účinek plynův, které shořením střelného prachu povstávají, aneb na působení páry vodní, která, nemajíc jiného východu, i stěny kotle trhá.

§. 25.

Teplem kapaliny roztahují se.

Mnohý z vás znamenal již, že voda, kterou hrnec až téměř k samému kraji jest naplněn, byvši ohřata, v něm vystupuje a i přetéká. Ještě zřejměji vidíme tuto vlastnost kapalin, dáme-li vodu do kolby (baňatky) s úzkým hrdlem (obr. 16.). Jakmile se voda ohřívá, vystupuje v krku zvolna výše a výše.

Obr. 16.



Kterak vody teplem přibývá.

Nejpatrněji pak ukáže se roztahování vody teplem, dáme-li do hrdla kolby provrtanou zátku korkovou neb kaučukovou a touto úzkou a dlouhou skleněnou rourku prostrčíme. Naplníme-li kolbu dříve ještě vodou tak, aby kapalina až do rourky dosahovala, uvidíme, ohřívajíc se spodem kolbu pomocí kahanu lihového, kterak voda v

rource vždy výše a výše stoupá, až konečně, není-li rourka dosti dlouhá, i přetékatí počíná.

Podobně jako *voda roztahuje se teplem rtuť, lih a vůbec všechny kapaliny*, jenom že nerovně. Tak roztahuje se lih $2\frac{1}{2}$ krát více, rtuť $2\frac{1}{2}$ krát méně než voda.

U kapalin, které kupují a prodávají se na míru, nabývá tento účinek tepla zvláštní důležitosti, neboť jest-li někdo na př. 100 mázův kofalky (lihu čili spiritusu) koupí v létě za velikého horka a prodá v zimě za silného mrazu, tož ztratí snadno 4—5 mázův, kteráž ztráta pouze odtud pochodí, že lih v zimě se stáhl.

Z té příčiny nesmějí nikdy sudy, když křovité neb olejovité kapaliny v nich se zasílají, těmito kapalinami docela býti naplněny. Mohl by sud snadno při obyčejných změnách tepla puknouti.

§. 26.

Pára a její rozpínavost.

Čím déle vodu zahříváme, tím více jí přibývá. Ohřejeme-li ji tak vysoko, že vařiti se počne, vyvinuje se z ní *pára*, t. j. voda ve skupenství vzdušném. Zkouškami jest dokázáno, že z 1 kostk. stopy vody téměř 1700 (určitěji 1696) kostk. stop páry se vyvine.

Pára ukazuje patrnou snahu roztahovati se ve všech směrech. Proto tlačí na stěny nádob, ve kterých jest uzavřena, kterýž tlak slove *roztaživost*, *rozpínavost* aneb slovem původu cizího *expansivnost*.

Vaříme-li vodu v hrnci, k němuž poklička pevně přiléhá, bývá tato násilně i náhle rozpínavostí páry pozdvižena. V nádobách velikých. zavřených může tato rozpínavost páry býti nebezpečna. Vaří-li se voda klokotem, vytéká-li něleko vařící, kypí-li lněný olej při dělání pokostu (firnisu, fermeže), věz, že jsou to následkové rozpínavosti páry. V prvnějších dvou případech jest to pára vodní, v poslednějším pak pára z oleje, která uvedeně způsobuje výjev.

§. 27.

O teploměru.

Drive, než-li Vám zařizení nástroje k měření tepla vyložím, vidí se mi zodpovídati otázku, zda-li vůbec podobného nástroje máme potřebí, aneb zda-li na pouhý cit svůj spolehnouti se můžeme. O tom, kterak nás často cit klamává, přesvědčíme se, když držíme po některou

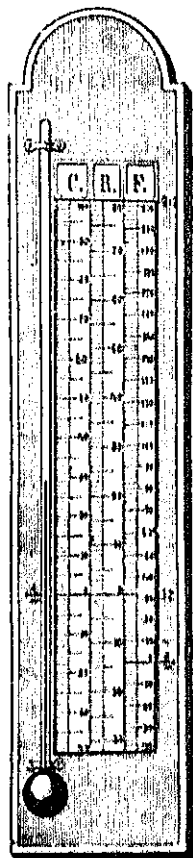
Obr. 17.

dobu jednu ruku v teplou a druhou v studené vodě a pak obě do vlažné vody vstrčíme. Tu zajisté zdáti se bude ruce, která v horké vodě byla, táž voda studená a ruce v studené vodě prodlévavší teplá.

Podobně zdá se nám sklep v létě chladný a v zimě teplý, ať teplota jeho v zimě v létě táž zůstává. Jest-li tedy, jak z těchto dvou příkladů vysvitá, cit náš není spůsobilý, aby nám o teple vůbec jistého podával úsudek, tím méně pak jest s to, aby rozličné stupně tepla přesně rozeznával. Proto pomýšleno na prostředky, kterými by se teplo správně a určitě měřiti dalo. Jakožto prostředek nejpohodlnější ukázalo se býti roztahování se hmot teplem a nástroje k měření tepla čili *teploměr* (thermoměr) zakládají se tedy na tomto účinku tepla.

Jakožto nejprůběrnější těla k hotovení teploměrův osvědčily se nejlepší kapaliny a z těch především rtuť.

Teploměr rtuťový (obráz. 17) záleží



Teploměr.

z rourky skleněné, kteráž na konci v kuličku se rozšiřuje. V kuličce nachází se zásoba rtuti, z níž část do rourky sahá. Rtuť stoupá čili sloupec její prodlužuje se tím více, čím teplejší jest předmět, který se k teploměru přibližuje. Čím užší jest pak rourka, tím citlivější jest nástroj, tím menší změna v teplotě dostačuje totiž, abychom ji na teploměru již znamenali.

Kterak zkoumáme jednostejnost průměru rourky.

Má-li sloupec rtuťový jednostejným přibýváním teploty také jednostejně se prodlužovati, dlužno, aby rourka byla veskrz stejně tlustá. Porovnávání průměru na rozličných místech rourky slove *kalibrování*. Rourka, která by měla uzly aneb jiné vydutiny, na teploměry se nehodí. Rourka i kulička jsou z téhož skla, a sice jest kulička z roury vyfouknuta, což stává se snadno pomocí sklářské lampy *F* a kaučového měchýře *B* (obr. 18.).

Obr. 18.



Kterak na rource koule se vyfukuje.

hoří. Hořejší konec rourky jest slit, zataven. Prostor nade rtuť jest prost vzduchu, aby zamezen byl tlak, který roztahující se vzduch na rtuť by působil, rtuť tak při stoupání překážeje.

Prázdnota nade rtuť.

Prázdnota nade rtuť.

Zde poprvé naskytuje se mi příležitost vyložiti, kterak lze působiti vzduchoprázdnotu. Každý z Vás bude asi žádostiv zvědět to. Tedy slyšte! Nejprv zahřeje se rtuť v kuličce. Tím roztáhne se rtuť tak, že penenáhlu celou rourku, která 6—10" dlouhá bývá, vyplňuje. V tom okamžení pak, když hořejším otvorem vystupovati počne rtuť, tu otvor plamenem lampy lihové se zataví.

Rtuť, která dříve celou rourku naplňovala, stáhne se nyní ochlazením tak, že obyčejně jen asi třetinu neb čtvrtinu rourky zaujímá. Proto bude prostor nade rtuť každé hmoty (i vzduchu) prázděn.

Šle úplné vzduchoprázdnoty se touto cestou práce nelocíš, ještě rtuť, byť i sebe více vyhlívkána byla, vždycky ve svých pórech vzduch zdržuje, který pak, když rtuť se stahuje, z ní do prázdného prostoru vychází.

Kterak rourka rtuť se naplňuje?

Jiná otázka, kterouž rovněž zodpovídati třeba, jest, kterak asi naplníme jemnou trubičku rtuť? Zkus to jen beze vsí přípravy, přesvědčíš se, že ani kapka rtuť do rourky ti nevejde. Rozšíříš-li však rourku (nad lampou sklářskou) na způsob nálevky, jak to obr. 19. ukazuje, aneb spojíš-li ji s nálevkou pomocí kaučukové trubice *a*, dav do ní něco dobře vyčistěné rtuť, kuličku rourky zahřeješ, tož vzduch se roztáhne a rtuť projde. Když pak byl vzduch, který v rource ještě zbyl, se ochladil a stáhl, vznikne znenáhla rtuť z nálevky do rourky, což právě pro neprostupnost vzduchu státi se nemohlo.

Kterak stupnice se zhotovuje?

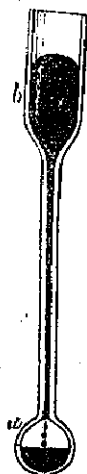
Trubice teploměrná bývá připevněna na desce dřevěné neb mosazné, na kteréž se také dobře rozdělení *škála* či *stupnice* nachází.

Na stupnici čteme pak nahoře *bod varu* a dále *bod mrazu*.

Co znamenají tyto body?

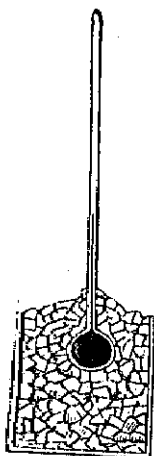
Bod mrazu značí ono místo, po které sloupec rtuťový klesne, když jsme byli dali kuličku teploměru do taješho ledu asi v tom způsobu, jak to obr. 20. ukazuje.

Obr. 19.



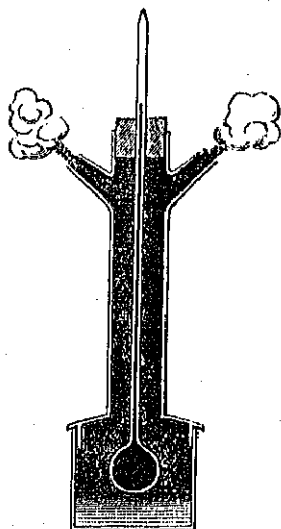
Kterak teplo-
měr se napl-
ňuje.

Obr. 20.



Kterak na teploměru
bod mrazu se sta-
noví.

Obr. 21.



Kterak na teploměru
bod varu se stanoví

Bod varu, jak již jméno napovídá, jest ono místo, po které vystoupí rtuť, když teploměr do vařící vody aneb lépe ještě do par z vařící vody vystupujících vnoříme (obr. 21).

Jest-li jsme jednou takto ony základné dva body určili a na rource poznamenali, tož příště, kdykoliv teploměr buď do tajiícího ledu, buď do vařící vody neb její páry přijde, vždycky v něm rtuť do těchže dvou míst vystoupí.

Stupně dle teploměru Réaumurova.

Zkušenost učí, že tou měrou, kterou teploty přibývá, i sloupec na teploměru stoupá. Proto rozděljuje se vzdálenost mezi bodem mrazu a bodem varu na rovné díly, kteréž *stupně* se nazývají.

Réaumur (vyslov Reomýr) rozdělil vzdálenost tu na 80 rovných dílů, poznačiv bod mrazu 0 a bod varu 80. Po něm slovou stupně ty Réaumurovy. Rozumí se samo sebou, že by táž vzdálenost také na více dílův rozdělena býti mohla.

Stupňové tepla a zimy.

Tytěž dílky lze také ještě nad bod varu i pod bod mrazu vnésti. Stupňové nad bodem varu poznačují se číslicemi 81, 82, 83 atd., stupňové pod bodem mrazu opětně 1, 2, 3, 4 atd. Aby pak rozeznali bylo stupně pod nullou od stupňův nad nullou, jmenujeme prvější *stupně zimy*, poslednější *stupně tepla*. V písmě klademo k stupňům pod nullou ležatou čárku (---) nechávujiemo stupně tepla buď bez jakéhokoliv poznačení aneb píšleo k nim stojatý křížek (+). Stupně pak samy znamenají se kolečkem (°) a zároveň připisuje se k nim **R.** (což se čte „Réaumurovy“).

Ponoříme-li kuličku teploměru do kapaliny na př. do připravené teplé lázně a sloupec rtuti vystoupí k číslu 25., pravíme, že lázeň jest 25 stupňův teplá aneb, že teplota její obnáší 25 stupňův i píšemo „+ 25 ° R.“

Pověsíme-li v zimě teploměr ven a klesne-li sloupec jeho na 10. stupeň pod nullu, pravíme, že jest 10 stupňův zimy aneb že teplota vzduchu obnáší 10 stupňův pod nullou píšleo „--- 10 ° R.“

Zima jest toliko nižší stupeň tepla.

Tělo, které nazýváme studené, drží v sobě toho, co teplem jmenujeme, málo. Žádnému tělu však, ani nejstudnějšímu, nelze úplný nedostatek tepla připisovati, protože každé teploty ještě nižší nabyti a tedy tepla pozbaveno býti může.

Úžitek teploměru.

Teploměru se v obecném i průmyslovém životě zhusta užívá. Při mnohých chemických i fyzikálních pracích jako při překapování čili destilaci (zvláště při tak zvané přerušené destilaci) a odpařování, dále v pivovarství, vinopalství, barvířství jest nástrojem nezbytným. Teploměru užívá také lékař v nemocnicích, zahradník v záhřevnách atd.

Vaří-li se vejce na měkko, jest jak známo nesnadno pravý okamžik najíti, kdy u vaření přestatí se má. Na teploměr však lze bezpečně se spolehnouti. Vímeť ze zkušeností, že bílkovina asi nad 59° R. se sráží. Nuže, chceme-li uvařiti vejce na měkko, musíme je vyndati z vody dříve, než teplota tohoto stupně dostoupí, ješto jinak by bílkovina se srazila a vejce místo na měkko na tvrdo by se uvařilo.

Zdraví jest velmi prospěšno, když teplota v dýchacích cestech mezi 15° a 17° R. se udržuje.

Pomocí teploměru nalezeno, že každá kapalina při svém jistém tepla stupni se vaří. Tak jest bod varu vody 80° R., lhu 63° R. Oleje vaří se při vysokém tepla stupni, některé při 250° R.

Teploměr Celsiův.

Pravil jsem dříve, že jako se odlehlost od bodu mrazu k bodu varu na 80 dílkův rozdělila, rovněž i na více stupňův rozděliti by se mohla. To skutečně se stalo a sice rozdělil *Celsius* odlehlost tu na 100 dílkův. U nás užívá se teploměru Réaumurova, ve Francouzsku pak Celsiův teploměr jest v užívání. Také v knihách setkáváme se s udáními dle tohoto poslednějšiho teploměru.

Převádění stupňů Réaumurových na stupně Celsiovy.

Žádoucnou jest znáti způsob, dle kterého stupně Réaumurovy na Celsiovy a naopak převést lze. Čtli byste na př. v nějaké knize, že k docelení jistého účelu odpaření nějaké látky při 75° C. diti se má a neměli byste teploměru Celsiova než toliko Réaumurův.

Při kterém tepla stupni dle tohoto poslednějšího teploměru dlužno odpařování provést aneb jinými slovy, kolik stupňů Réaumurových činí oněch 75° Celsiových?

Uvážíme-li, že táž délka, totiž odlehlost obou bodů základních jednou, (na Réaumurově teploměru) na 80 a po druhé (na teploměru Celsiově) na 100 dílků rozdělena jest, uznáme, že dílce prvnější větší jsou než poslednější. Je-li tedy 100 stupňů Celsiových tolik co 80 st. Réaumurových, bude 10. část totiž 10° Celsiových rovna taktéž 10. části totiž 8 stupňům Réaumurovým a polovina z nich totiž 5° C. vyrovná se rovněž polovině totiž 4° R. Ješto tedy 5° C. táž jest teplota jako 4° R. *obdržíme vždy tolikrát 4 stupně Réaumurovy, kolikrát 5 stupňů Celsiových máme.*

$75 : 5 = 15$; 5° C. máme 15krát a proto obdržíme $15 \times 4 = 60^{\circ}$ R. Odpařování musí diti se tedy při 60° R.

Kdo se zná v srovnalostech čili proporcích, napíše

$$5 : 4 = 75 : x, \text{ z čehož } x = \frac{4 \times 75}{5} = \frac{300}{5} = 60^{\circ} \text{ R.}$$

Chceme-li naopak stupně Réaumurovy převést na Celsiovy, dlužno nám rozpomenouti se, že 4° R. = 5° C. a tedy 1° R. = $\frac{5}{4}^{\circ}$ čili $1\frac{1}{4}^{\circ}$ C. Z každého stupně Réaumurova obdržíme tedy $1\frac{1}{4}^{\circ}$ Celsiova.

Proto převedeme stupně Réaumurovy na Celsiovy, připočteme-li k nim čtvrtinu jich počtu. Na př. Kolik Celsiových stupňů činí 60° R.?

$$60 + \frac{1}{4} \cdot 60 = 60 + 15 = 75^{\circ} \text{ R.}$$

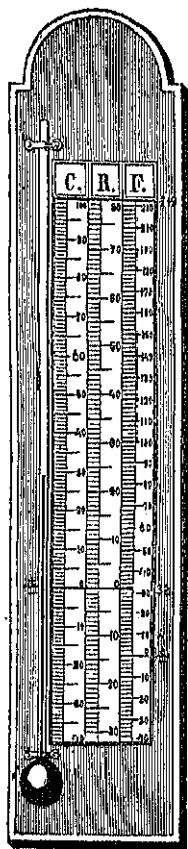
$$\text{Podobně } 24^{\circ} \text{ R.} = 24 + \frac{1}{4} \cdot 24 = 24 + 6 = 30^{\circ} \text{ C. atd.}$$

Rovněž pomocí srovnalosti :

$$4 : 5 = 60 : x ; x = \frac{5 \times 60}{4} = \frac{300}{4} = 75^{\circ} \text{ C.}$$

$$4 : 5 = 24 : x ; x = \frac{5 \times 24}{4} = \frac{120}{4} = 30^{\circ} \text{ C.}$$

Obr. 22.



Teploměr.

Na mnohých teploměrech nachází se oboje rozdělení (stupnice), jedno na pravé a druhé na levé straně rourky. Na výkresu vedle položenému (obr. 22) jest stupnice Réaumurova i Celsiova vedle sebe. Mimo to nachází se tu ještě stupnice třetí poznačena podle původce svého *Fahrenheita* písmenem *F*. Teploměru *Fahrenheitova* užívá se toliko v Anglicku. Z obrázku jest zřejmo, že bod mrazu poznačen jest zde číslem 32 jakož i bod varu číslem 212 poznamenán. *Fahrenheitových* 100° jest též teplota jako 30° R.

§. 30.

Roztahování se pevných těl teplem.

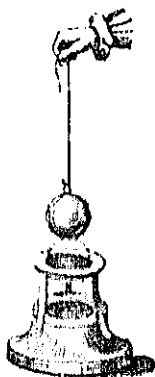
Až dosud mluvil jsem o roztahování vzdušných a kapalných těl; zbývá mi ještě promluvit o *pevných* tělech, zdali i ona teplem se roztahují čili nie. Nemusím jíti daleko, abych dokázal, že ano. Každý z vás zná žehličku a ví, že dřive,

nežli prádlo se žehlí, železko do ohně se vkládá, aby rozžhavo se a pak teprv do žehličky vloženo bývá. Kdyby železko studené jen těsně do žehličky vcházel, tož nebyli bychom s to, když by se dost nepatrně roz-
hřálo, ho do ní vtěsnati. Látka, z níž železko zhotoveno, zaujala tudíž větší prostor. Proto dlužno dělati železko značně menší, než-li jest prostor v žehličce.

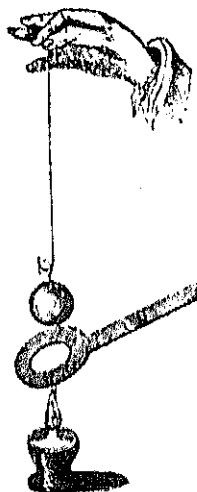
Urneo, který, když jest studený, dvíčky do kamen těsně vchází, nelze, když se zahřeje, z kamen vytáhnouti, aniž bychom jej nahmali.

Také snadno lze zodpovídati otázku, proč kovová koule, která za studena kroužkem prochází, zahřata jsou projíti necheo a proč kovový kroužek kouli, která do něho zapadá, snadno propouští, když byl více zahřát než koule. Obr. 23 a 24 znázorňují tyto otázky.

Obr. 23.



Obr. 24.



Kterak pavná těla teplom se roztahují.

Rovněž snadno vysvětlíme si, proč hrdélko láhvice zahříváme, když z něho zátku skleněnou vytáhnouti ne-
můžeme.

Opatření proti roztahování se pevných hmot teplem.

Přibýlo-li tepla jen málo, přibude pevným tělům na objemu také jen málo. V případech však, kde buď předměty značně dlouhé jsou, buď veliký objem zajímají, buď konečně vysokým tepla stupněm jsou ostaveny, nesmí se toto roztahování se hmot teplem se zřetele pustiti, neboť síla, s kterou se roztahují, jest náramná.

Kdybychom železný neb měděný kotel tak zazdili, aby na strany roztahovati se nemohl, tož by vyhřát zed' roztrhl.

§. 31.

Různé roztahování se různých těl.

Kdybychom rozličná těla na týž stupeň tepla, na př. od bodu mrazu do bodu varu vyhřáli, shledali bychom, že jich nestejně přibude. Vůbec pak můžeme říci, že *roztahují se teplem vzdušiny nejvíce, kapaliny méně a pevná těla nejméně.*

Dřevo roztahuje se teplem jen nepatrně, železa přibývá značněji, mosaz roztahuje se skoro dvakráte silněji a zinek skoro třikráte silněji než železo. Toto roztahování důležito obzvláště máti na zřeteli, když střecha zinkem se pokrývá.

§. 32.

Zimou se těla stahují.

Když se byla těla teplem roztáhla, stahují se opět, jakmile teplota jejich se sníží.

Ubývá-li teploty, zkracuje se nitka rtuťová v teploměrech; v těchto okolnostech také voda se stahuje a sice značně, až zmrzne. Jsouc blízko zmrznutí činí malou výjimku z tohoto pravidla, ještě místo co by dále stahovati se měla, o poznání se roztahuje. Led tudíž nabývá většího objemu než-li voda, z níž byl povstal. (Více o tom viz záze v *Nauce o teple*).

Olej tuhne již při teplotě několika stupňův pod nullou, sádlo již při 24 stupních tepla. Také rtuť zmrzá, ač teprv při 30° pod nullou. Lh zmrzá při teplotě ještě nižší, totiž při 63° pod nullou.

Že kovy byvše lity se smršťují, toho příčina jest jich stahování se následkem ztráty tepla. Z té příčiny dlužno dělati kadluby (formy) o to větší, o mnoho-li se kov smršťuje. Mosaz smršťuje se téměř dvojnásobně co cín.

Chce-li kovář useknouti ze žhavého železa kus určité délky, musí rovněž na smršťování se železa bráti ohled.

§. 33.

Prospěch i škoda z roztahování hmot vyplývající.

Když teploty ubývá, stahují se těla značnou silu při tom na jevo dávající, kteréž v životě průmyslovém buď ku prospěchu svému obracíme, buď hledíme se proti ni hájiti.

Kovář navléká na dřevěné kolo aneb na dřevěný hřidel žhavou obruč (ráf). Ochlazením se obruč stahuje, způsobuje, že zmíněné dřevěné části pevně dohromady drží.

Příčinu, pro kterou skleněné a porcelánové nádoby pukají, když je rychle ohřejeme neb ochladíme, sluší hledati v tom, že se náhle a proto nerovnoměrně roztahují neb stahují. Nádoby, které k tomu určeny jsou, aby značnou změnu teploty snášely, mají míti vždycky tenké stěny. Nádoby porcelánové snášejí snáze náhlé změny teploty než-li skleněné, ješto porcelán teplo rychleji rozvádí než sklo. Trhání skla, dělení tlustých desk zrcadlových zakládá se na tom, že sklo v tom kterém místě silně se zahřeje a po té hned ochladí. Je-li sklo žhavé do vody vrženo, pravíme, že jest *přestrasené*.

Email čili smalt drží nejlépe na porcelánu, méně na kamenném nádobí, litině a plechu. Proč? —

Protože složením svým porcelánu nejvíce se podobá. Z té příčiny roztahuje i stahuje se s porcelánem jedno-

stejně. Že email při užívání smaltového nádobí puká a odpraskává, má svou příčinu z většího dílu v tom, že nádobí při mytí z horké vody náhle do studené se dává.

§. 34.

Zdánlivé výjimky ze zákona o roztahování se hmot teplem.

Podotknouti sluší, že některé látky ze zákona, dle kterého teplem těla se roztahují, zdánlivě činí výjimku. Tak stahují se teplem hlína, kůže, ovoce ano i dřevo a jiná podobná těla. U nádob porcelánových obnáší stahování toto $\frac{1}{7}$ v délce, šířce i výšce. Dle toho bude talíř, který na vzduchu vysušený má 7 palcův v průměru, po prudkém vypálení mítí jen 6 palcův.

Kterýž obzvláštní výjev odtud pochodi, že voda, která v pórech ukryta byla, teplem se vyháni a částice se sbližují, což má za následek, že látky stahují se. Jakmile však vysušením neb vypálením všecka vlhkost z látek těch se odstraní, roztahují se teplem jako jiná těla.

Hlína úplně vypálená roztahuje se teplem tak jako jiná těla. Lze to znamenati také na našich kamnech kachlových, která majíce pukliny méně jsou rozstouplá, když jsou zatopená, než za studena.

§. 35.

Stanovení vyšších tepla stupňův.

Teploměry rtuťové zřídka jsou rozděleny výše než-li po bod varu, protože rtuť nad tímto stupněm již jednoduše dále se neroztahuje. K určování vyšších teplot slouží *teploměry kovové*.

O teploměrech kovových.

Na jiném místě bylo praveno již, že různá těla týmž teplem nerovně se roztahují. Spojíme-li tedy dohromady dva proužky z různých kovů na př. mosazný a ocelový, tož zůstane takovýto složený proužek jen při jisté teplotě rovný.

Zahřeje-li se výše, roztáhne se mosaz více než ocel, a proužek zakříví se. Klesne-li teplota, stáhne se opět mosaz více, než ocel, a proužek zakříví se zase. V první případnosti jest ocel, v druhé mosaz na straně vnitřní oblouku.

Myslete si nyní takovýto proužek do oblouku stočený a do pouzdra (na způsob hodinek) vložený, jehož jeden konec připevněn jest k pouzdru, kdežto druhý volný spojen jest s ručičkou, která po stupnici jezdí teplotu ukazuje. Takto zařízen jest jeden druh kovových teploměrů (*Holtzmannův*).

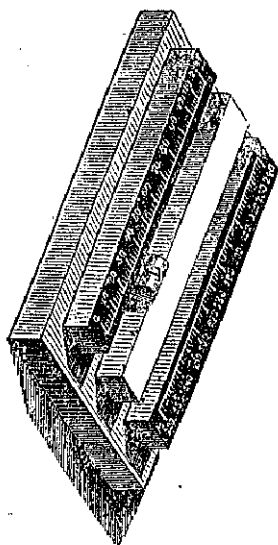
Jiný záležl z proužku spirálně svinutého, který z tří kovů a sice stříbra, zlata a platiny pájkou spojen (sletován) jest. Proužek stříbrný, který teplem nejvíce se roztahuje, obrácen jest do vnitř, platina, která nejméně se roztahuje, jest vně, u prostřed pak nachází se zlato, které v příčině své roztažitelnosti mezi oběma ležíc k tomu přispívá, aby následkem veliké rozdílnosti obou ostatních kovů proužek se neroztrhl. Jeden konec spirálky upevní se na sloupek, druhý volný s ručičkou spojen jsa ukazuje jako dříve teplotu. Stupnice rozděljuje se pomocí teploměru rtuťového.

O Wedgwoodovu žaroměru

Ješto rtuť při 350° C. se vaří a v parách prchá, nelze teploměru rtuťového k stanovování vysokých tepla

stupňův čili tak zvaného žáru užití. K tomu účelu slouží žaroměr (pyrometr).

Obr. 25.



Žaroměr.

Jednoduššího aš nespolehlivého žaroměru Wedgwoodova (čti Uedžvúd) užívali praktikové k určení žáru dříve častěji nežli nyní. Záležít z mosazné desky, k níž dva neb tři proužky jsou připevněny (obr. 25). Proužky nejsou rovnoběžné, ale sbíhají se poněkud, tak že prostor mezi nimi čím dále, tím jest užší. Mimo to potřebí jest malých válcův (*T*) z hlíny zvláště připravené, které určitou mají tloušťku. Má-li se teplota nějaké peci zkoumati, hodí se válec do ní. Teplem stahuje se hlína (viz §. 34.) a válec stává se tím tenčí, čím větší jest hórko v peci. Vloživše nyní válec mezi proužky žaroměru pozorujem, jak hluboko zapadne. $0^{\circ} W = 580^{\circ} C$ a každý stupeň $= 73\frac{1}{4}^{\circ} C$.

Mnohem praktičnějši jsou ony žaroměry, při kterých soudí se o teplotě z bodu, při němž rozličné kovy a slitiny kovové se taví.

5. O setrvačnosti.

Síla a pohyb.

§. 36.

Setrvačnost jest všeobecná vlastnost těl.

Přicházíme k další všeobecné vlastnosti těl, totiž k *setrvačnosti*.

Položím-li kámen na nějaké místo, tož zůstane tam ležeti, anižby sám od sebe místo to opustil. Pravíme, že kámen *v klidu* setrvá. Kteréž setrvání v klidu byloby

bez konce, kdyby nepřibyla příčina, která by tělo *do pohybu* přivedla.

Příčina pohybu slove **síla**. Lze tudíž vůbec vysloviti větu: bez síly není pohybu a kdekoliv objeví se pohyb, účinkuje neb účinkovala síla.

Tělo lidské trvalo by v neustálém klidu, kdyby vůle člověka, totiž duševná síla jeho, na svaly nepůsobila, je neoživovala, pohyb nespůsobovala.

Známoť jest, že v tom okamžiku, když koně vůz táhnouti počnou, vždy většího úsilí užití jim jest, než později, když vůz již se pohybuje. Za tou příčinou strhají se také obyčejně postraňky nejsnáze tenkrát, když koně vozem trhnou a sice tím spíše, čím rychleji se to stává. Přivádí-li se totiž vůz do pohybu, dlužno setrvačnost jeho překonati. — Je-li nit dosti silná, aby těžké závaží unesla, můžeme je na ni zvednouti, táhneme-li ji zvolna do výše. Nit však přetrhne se, když rychle jí trhneme. Chceme-li veliký brus pomocí kliky otáčeti, potřebí k tomu z počátku značné síly. Později, když již brus se otáčí, nepotřebujeme více celé prvotní síly užití, stačíť k točení jeho malá pomoc. Má-li přivedeno býti do pohybu kolo, stává se to pozvolna. Musíť na kolo, než se počne pohybovati, z počátku značné množství vody téci; také dostaví se žádaný pohyb teprv znenáhla. Tolikéž vlak na železné dráze teprv pozvolna rychlosti své nabývá.

Tato větší síla při začátku pohybu spotřebována jest na překonání setrvačnosti těl.

Zkušenost nás učí, že tělo tím jest setrvalejší, čím jest hmotnější, t. j., čím více hmoty čili látky v sobě má.

§. 37.

⊙ hmotě těl.

Pravil jsem, že tělo tím je setrvalejší, čím více má hmoty. Ješto jednotlivé částice, z nichž tělo záleží, hmotu

jeho tvoří, tož musí setrvačnost jeho tím býti větší, čím větší jest počet těchto částic. Kolo vodní 12 stop vysoké bude míti za okolností jinak stejných více hmoty a tudíž také větší setrvalost, než kolo 6' vysoké; kolo železné jeví větší setrvalost nežli kolo dřevěné rovně veliké, ješto v obou případnostech v prvnějším kole značnější počet částic (molekul) jest obsaženo, nežli v poslednějším.

Podobně bude kolo z tvrdého dřeva setrvalejší, než-li rovně veliké kolo z měkkého dřeva, protože ve dřevu tvrdém částice hustěji vedle sebe jsou nakupeny a tudíž více jich v něm obsaženo jest, nežli v měkkém. Každý také snadno uzná, proč k odvalení koule železné větší síly potřebí jest, než-li k pohybu koule dřevěné rovně veliké atd.

§. 38.

Jediná příčina pohybu jest síla.

Má-li tělo přijíti do pohybu, potřebí k tomu, jak dříve praveno, síly.

Síla buď táhne, buď tlačí. Je-li síla dosti veliká, jest bezprostřední výsledek této její činnosti pohyb těla, na něž účinkuje. Každé tělo potřebuje nějaké doby, (byť i sebe menší, jako při vystřelení koule) aby přišlo do pohybu. Silou dlužno totiž všem částicím těla pohyb sdělit čili setrvačnost jejich překonatí.

Pozorujme nyní, kterak chovají se těla pohybující se.

Jest potřebí, aby síla bez přestání působila, má-li tělo v pohybu setrvatí, aneb dostačí snad, pak-li jen okamžik byla účinkovala?

Předložil jsem vám tuto otázku, aniž bych očekával, že na ni správnou dovedete dáti odpověď. Odpovíte nejspíše takto: Má-li tělo se pohybovatí, dlužno, aby naň

silu stále účinkovala. Výrok ten, zdá se, jakoby se skutečností soublasil; jakmile však poměry pohybu blíže pozorujeme, nabýváme lepšího náhledu. Shledáváme totiž, že kdykoliv sila na nějaké tělo (třeba jen okamžik) účinkuje, do pohybu je přivádějí a tím tak řka na hmotu jeho přecházejíc, že se snaží bez přestání, tedy do nekonečna, v pohybování je udržeti.

Tělo, které jednou do pohybu přišlo (byť stalo se to také jen silou okamžitou) snaží se následkem setrvačnosti pohyb ten zachovati bez přestání a beze změny.

§. 39.

Proč nepohybují se do nekonečna těla, která se pohybovati počala.

Proč nekotálí se do nekonečna koule, kterou při hře v kuželky hodíme? Proč koule dělová značnou silou vymrštěná neletí bez konce? Proč koule, když na zem dopadnou, vždy pomaleji a pomaleji se pohybují, až i konečně v běhu svém ustanou? Abyste otázky tyto zodpovídati dovedli, dlužno vám následující výklad stopovati pozorně krok za krokem.

Uvedu totiž některé výjevy a tázati se pak budu, která jest jich příčina.

Vezmu-li kouli a hodím ji po rovině velmi hladké, tedy na př. po ledu, tož bude tato, byť i silou nevelikou byla hozena, dosti dlouho pohybovati se. Budeť zprvu rychleji, potom ponenáhlu volněji se kotáleti, konečně se zastaví.

Hodíme-li tutéž kouli touže silou jako dříve po podlaze prkenné, bude se pohybovati podobně jak před tím, zastaví se však mnohem dříve.

Hodíme-li ji podobným způsobem po rovné půdě písčité, zastaví se ještě dříve. Zkusíme-li konečně pohy-

bovati kouli po půdě sic rovné, avšak kamenité aneb drsné, shledáme, že ani směrem, kterým jsme ji vyhodili, bráti se nebude, nýbrž sem a tam bude přeskakovati a v nejmenší dálece v pohybu svém ustane.

Tážu se nyní, pro kterou příčinu běžela koule na každé z uvedených cest jináče?

O tření.

Většina z vás odpoví zcela správně, že zastavení koule způsobeno bylo třením o půdu. Třelaf se méně na podlaze rovné, nežli na kamenité, hrbolaté. Proto dospěla na prvnější dále, nežli na poslednější.

O odporu vzduchu.

Jiná, ač značně slabší překážka v pohybování, jest odpor, který vzduch neprostupností svou tělům v cestu klade. Kterak tedy by bylo pohybovati se kouli vržené, kdyby nebylo ani tření ani odporu vzduchu?

Ješto žádná síla protivná pohybování jejímu by nepřekážela, pohybovala by se koule bez konce, předpokládáme-li, že by rovná dráha byla neomezena.

Z toho patrné, že hmota do pohybu uvedená do nekonečna by se pohybovala, kdyby při tom ani tření, ani odpor vzduchu neúčinkovaly. Ač podobného pohybu na zemi naší není, jest přece ve světové prostoro, kde oběžnice čili planety od nepamětných dob kolem slunce kroužlce, v pohybu svém bez přestání setrvávají.

Země naše otáčí se každých 24 hodin jednou okolo své osy a obíhá co rok kolem slunce ustavičně touž rychlostí, jako před tisíci lety. Pokud zprávy a pozorování naše sahají, není znamenati žádné změny. Neníť jeden den ani o sekundu delší neb kratší než jiný a rovněž délka roku neustále jest tatáž.

§. 40.

Kde setrvačnost se objevuje ?

Je-li tělo v klidu, zůstane následkem *setrvačnosti* tak dlouho v klidu, pokud nějaká síla vnější nepřivede je do pohybu; tělo pak pohybující se bude následkem téže vlastnosti pohybovati se tak dlouho, pokud pohyb jeho protivným působením sil vnějších se nezruší.

Tuto poslednější vlastnost hmoty znamenáme též na svém těle, jakmile do rychlého pohybu je přivedeme.

Běžíme-li s vřehu, poznáme dosti brzy, kterak tělo naše snaží se v pohybování započatém setrvatí a potřebí jest jak známo značné síly, abychom pohyb ten překazili.

Kterdž snaha těl, aby v pohybu setrvala, tím jest větší, čím větší jest hmotnost jejich a čím rychleji se pohybují.

Jedeme-li stojíce na ložce a přirazí-li tato neočekávaně ku běhu, hledí tělo naše následkem setrvačnosti v pohybu setrvatí i vrávorámo mimoděk ku předu, ba může se státi, že ve směru, kterým jsmo se pohybovali i padneme. Totéž stane se, když ložka rychle přichází do pohybu, aniž by jedoucí byl na to připraven býval. V kteréž případnosti padá nazpět. Také jedoucí na voze může znamenati na sobě podobné mimovolné pohybování těla a sice náhlým zastavením nachyluje se tělo ku předu, neočekávaným trnutími kóni pak se kloní nazpět. Kůň jest tím méně s to zadržeti vůz, který táhne, čim hmotnější jest vůz i čim rychleji pohybuje se. Kdo skloníce aneb jinú křehkú předměty nosa pospíchá, nesmí náhle zastaviti se.

Kterak setrvačnost lze zužitkovati.

Chceme-li *kladivo* neb *sekeru* lépe na násadu (topůrko) upevniti, narazíme jak známo násadou na nějaký předmět (špalek). Sekera neb kladivo i s násadou přiváděny bývají tu do pohybu; násada však narazie na předmět zastavuje se, kdežto sekera neb kladivo dále letíce na násadu hloub se zarážejí a pevněji drží.

Setřásajíce s klobouku sníh neb déšť, upotřebujeme též setrvačnosti. — Kterak ?

Vlak běží ještě dosti daleko následkem setrvačnosti — obyčejně $\frac{1}{8}$ míle — když byla síla účinkovati přestala. Proto dlužno vypustiti páru do vzduchu, tak aby působiti přestala asi $\frac{1}{8}$ míle dříve, nežli vlak zastaven býti má, nechechme-li jej zastaviti parou protivnou aneb pomocí zavírky.

Kterak působí setrvačnost při *brusu* a *honu* čili *setrvačnicku*, o tom promluvíme obšírněji na jiném místě.

§. 41.

O síle okamžité.

Působí-li síla na nějaké tělo po krátkou dobu, pouze okamžik, slove *okamžitá*. Výsledek působení jejího jest, že se hmota pohybuje směrem, v kterém síla působí, rychlostí jednostejnou. Tento pohyb následkem setrvačnosti trval by bez konce, kdyby nebylo překážek (tření, odporu vzduchu) aneb sil protivných.

Kdyby síla okamžitá byla tak veliká, že by následkem působení jejího tělo pohnulo se v první vteřině o 3 stopy, tož vykonalo by v každé následující vteřině 3 stopy. Nuže, pohyb, při němž tělo touž dobou koná vždy dráhu jednostejnou, při němž tedy přibývá dráhy i doby rovnou měrou, slove *rovnoměrný* (jednostejný). Dráha, kterou vykoná tělo každou vteřinu takto se pohybující, nazývá se jeho *rychlostí* a měří se u nás vždycky na stopy.

Má-li voda v řece rychlost 4 stop, uběhne loďka na ní plovoucí sama sobě jsouc zůstavena v každé vteřině 4 stopy. Pohybuje-li se tělo rovnoměrně rychlostí 10 stop, urazí v polovině vteřiny 5 stop, ve čtvrtině vteřiny $2\frac{1}{2}$ stopy, v desetině vteřiny $\frac{1}{10}$ stopy atd. Pohybuje-li se parovůz rovnoměrně rychlostí 40 stop, uběhne za minutu čili 60 vteřin 60×40 a za hodinu $60 \times 60 \times 40 = 144000$ stop čili 6 mil.

Kterak lze dráhu při pohybu rovnoměrném vypočítati.

Z uvedeného příkladu vysvitá, že dráhu při pohybu rovnoměrném vypočteme násobíce rychlost dobou, po kterou pohybování trvá.

Poznačíme-li vůbec rychlost těla rovnoměrně se pohybujícího písmenou C , počet vteřin, v nichž pohybování trvá, T a dráhu, kterou v té době vykoná S , bude odvozené právě pravidlo vyjádřeno následujícím vzorcem:

$$1) S = C \cdot T.$$

Pohyby způsobu tak jednoduchého jsou sia velmi řídké, tvoří však základ pohybův ostatních. Ručička na hodinačích, kolo v stroji, jezdec při dostiháech, vycvičený kůň pohybují se toliko přibližně rovnoměrně. Kolotání země kolem osy jest tak říka jediným příkladem pohybu neměnitelného, udržovaného setrvačností hmoty její.

Kteréhož pohybu pro jeho jedinstejnost neznamenujeme bezprostředně; nabýváme o něm vědomosti teprv tehdy, když pohybování stálle na oklo pozorujeme. Slunce a všechny stálice opisují za den, tedy za 24 hodiny, větší menší kruhy vákol osy zemské, pohybující se při tom zcela rovnoměrně.

Avšak pohyb ten jest jen zdánlivý, jaa jenom následek pohybu země vákol osy. My, kteří nacházíme se na povrchu země, na př. v Praze, která leží skoro pod 50tým stupněm sev. šířky, opisujeme tudíž za 24 hod. dráhu 3402 mil. Praha uběhne tedy za vteřinu 950 stop.

Následkem otáčení se země okolo své osy pohybujeme se rovnoměrně rychlostí 950 stop, aniž bychom toho známonali, protože všeliké věci blízké i daleké na povrchu země v tomto pohybu týmž způsobem se zúčastňují.

Pohyb přibližně rovnoměrný. — Rychlost průměrná.

Při pohybu přibližně rovnoměrném slove dráha, kterou tělo průměrně ve vteřině proběhne, *rychlostí průměrnou*.

Následující úlohy necht' osvětlí, kterak vypočísti lze dobu, je-li dráha a rychlost známa a rychlost, když dráha i doba jsou známy.

Úloha 1. V které době proběhne vlak dráhu jedné míle, pohybuje-li se rychlostí 30 stop.

Řešení. Míle drží v sobě 24000 stop; ješto pak vykoná vlak 30' za vteřinu, tož vymáhá, aby míli urazil, doby $24000 : 30 = 800$ vteřin $= 13\frac{1}{3}$ minuty.

Dobu (T) vypočteme dělíc dráhu (S) rychlostí (C)

$$2) T = \frac{S}{C}.$$

Úloha 2. Vodní kolo, jehož průměr 14 stop obnáší, otáčí se šestkrát za minutu. Jak veliká jest střední čili průměrná rychlost bodu, který na obvodu kola se nachází?

Řešení. Obvod kola obnáší $14 \times \frac{22}{7} = 44$ stop. Bod obvodu probíhá za minutu $44 \times 6 = 264$ stop, tudíž ve vteřině $264 : 60 = 4\frac{4}{5}$ stopy. Rychlost kola jest tedy skoro $4\frac{4}{5}$ stopy.

Rychlost (C) vypočteme, dělíc dráhu (S) dobou (T).

$$3) C = \frac{S}{T}.$$

* Měřičtvi uží, že obvod kruhu vypočteme násobíce průměr jeho $\frac{22}{7}$.

§. 42.

Kterak souvisejí mezi sebou síla, hmotnost a rychlost.

Uznáme snadno, že síla prachu, která vyháni kouli z blavně rychlostí 2000 stop, dvakrát větší jest nežli síla, která téže kouli dala rychlost jen 1000 stop, Rovněž jest na biledni, že síla okamžitá, jižto dostalo se kouli 24liberní jisté rychlosti, jest dvakrát větší nežli síla jiná, která kouli 12liberní dodala téže rychlosti.

Jest tudíž síla okamžitá tím větší, čím větší jest jednak hmota, kterou do pohybu uvedla, jednak čím větší jest rychlost, které jí uděliti s to jest.

§. 43.

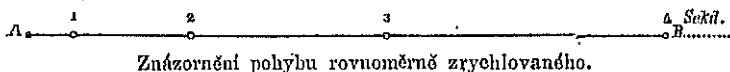
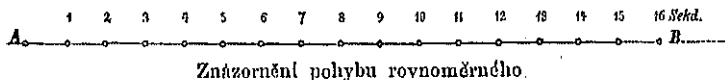
Síla nepřetržitá čili trvalá.

O pohybu rovnoměrně zrychlovaném.

Působí-li síla na hmotu ne toliko okamžik ale trvale, tož musí tělu pohybujícímu se každým následujícím okamžikem rychlosti přibývati a sice tím více, čím déle síla účinkuje. Každým okamžikem totiž přibude k síle, která už částicím těla sdělena byla, nová část síly, čímž rychlost pohybu se zvětší.

Kdykoliv tedy působí na tělo síla trvalá, nastane pohyb zrychlovaný a sice rovnoměrně (jednostejně) zrychlovaný. Dráhy v jednotejných dobách po sobě jdoucích nebudou totiž nyní mezi sebou rovny, nýbrž čím dále tím větší. V následujícím obr. 26. vypočten jest pohyb rovnoměrný a pohyb rovnoměrně zrychlovaný.

Obr. 26.



Z tohoto znázornění vysvitá, že když tělo pohybuje se zrychlovaně, proběhne již ve 4 vteřinách touž dráhu, kterou při rychlosti jednotejné teprv za 16 vteřin urazí.

§. 44.

Dráha při pohybu rovnoměrně zrychlovaném.

Hlubší vniknutí do podstaty pohybu zrychlovaného učí, že dráhy, které tělo v jednotlivých po sobě jdoucích vteřinách probíhá, mají se k sobě jako nerovná čísla, tedy jako 1 : 3 : 5 : 7 atd. t. j. urazila-li by hmotá

silou trvalou puzená

v první vteřině dráhu	2 stopy, urazí
ve druhé " " 2 × 3 =	6 stop
" třetí " " 2 × 5 =	10 "
" čtvrté " " 2 × 7 =	14 "
" páté " " 2 × 9 =	18 " atd.

Kdyby však na tělo táž síla toliko ústrkem či rázem okamžitým působila, urazilo by

v první vteřině	2 stopy
v druhé " (následkem setrvačnosti)	2 "
v třetí " " "	2 "
v čtvrté " " "	2 "
v páté " " "	2 " atd.

Porovnávajíc oboje mezi sebou nabudeme následujícího přehledu:

dráha při pohybu rovnoměrném:	dráha při pohybu rovnoměrně zrychlovaném:
za první vteřinu 2'	2'
" " 2 vteřiny 2 × 2 = 4'	2 + 6 = 8'
" " 3 " 3 × 2 = 6'	2 + 6 + 10 = 18'
" " 4 " 4 × 2 = 8'	2 + 6 + 10 + 14 = 32'
" prvních 5 vteřin 5 × 2 = 10'	3 + 6 + 10 + 14 + 18 = 50'
atd.	atd.

Vidíme, že tělo rovnoměrně zrychlovaně se pohybuje urazí za 2 vteřiny dvakrát, za 3 vteřiny třikrát, za 4 vteřiny čtyřikrát, za 5 vteřin pětikrát atd. větší dráhu, nežli kdyby rovnoměrně se pohybovalo. Pročoz lze vysloviti pravidlo: *dráhu při pohybu rovnoměrně zrychlovaném vypočteš, násobíš-li příslušnou dráhu pohybu rovnoměrného dobou (počtem vteřin), po kterou pohybování trvalo.*

Tedy dráha vykonaná

za 1 vteřinu jest	1×2	= 2'
" 2 vteřiny "	$2 \times 2 \times 2 = 2^2 \times 2$	= 8'

za 3 vteřiny jest	$3 \times \underbrace{3 \times 2}_{= 6} = 3^2 \times 2 = 18'$
" 4 " "	$4 \times \underbrace{4 \times 2}_{= 8} = 4^2 \times 2 = 32'$
" 5 vteřin "	$5 \times \underbrace{5 \times 2}_{= 10} = 5^2 \times 2 = 50'$
" 6 " "	$6 \times \underbrace{6 \times 2}_{= 12} = 6^2 \times 2 = 72'$

atd.

Ješto se tu doba co čítnel opětovala, napsali jsme 2^2 , 3^2 , 4^2 atd. což se čte: 2 druhé neb na druhou (mocnost) aneb také 2 ve čtverci, 3 ve čtverci atd.

Můžeme tudíž zákon výše položený také takto kratěji vysloviti: *Dráhu za dovolnou dobu vypočteš, násobíš-li dráhu za první vteřinu vykonanou čtvercem doby.*

Úloha. Kam se dostane tělo za 10 vteřin, které vlivem síly trvalé se pohybujíc v první vteřině dráhu 3 stop urazí.

Řešení. Dráha při pohybu rovnoměrném byla by $3 \times 10 = 30$ stop, tato násobena ještě dobou dá $30 \times 10 = 300$ stop. Aneb také: $3 \times 10^2 = 3 \times 10 \times 10 = 300$ stop.

§. 45.

Pohyb rovnoměrně zrychlovaný a překážky.

Rovnováha v pohybu. — Pohyb zpzdňovaný.

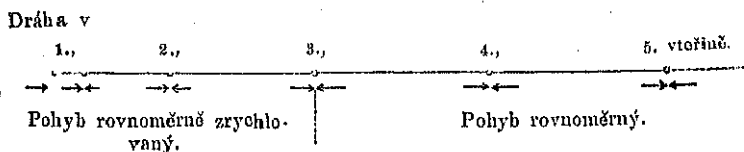
Pozorujme pohyb saněk, které na hladkém ledu se pohybují. Dejme tomu, že síla, která před sebou je strká, neustále i rovnou měrou působí. Dlužno nám za to míti, že se objeví pohyb rovnoměrně zrychlovaný. Dále musíme připustit, že i tehdež, kdyby sánky za první vteřinu toliko $\frac{1}{2}$ stopy ujely, vlivem trvalé síly za hodinu značný kus cesty by urazily. Počet ukazuje, že by dráha ta 270 mil obnášela.

Dle předešlé odstavky jest totiž příslušná dráha za pohybu rovnoměrného $\frac{1}{2} \times 3600 = 1800$ a dráha za pohybu rovnoměrně zrychlovaného $1800 \times 3600 = 6480000$ stop $= 270$ mil. Při tomto a při všech podobných počtech vyjadřujeme dobu ve vteřinách. Proto položeno i zde místo 1 hodiny 3600 vteřin.

Jest na biledni, že se podobný pohyb následkem neustálého tření a odporu vzduchu nikdy neobjeví. Z počátku sic budou se sáňky pohybovati vždy rychleji a rychleji, brzy však nastane okamžik, kde přibývající rychlost pohybu úplně zmohou překážky v téže míře zrušující. Kterýž okamžik když nastal, pohybovati se budou sáňky přes to, že silou neumenšenou ku předu jsou hnány, rovnoměrně bez všelikého zrychlování. Od tohoto okamžení totiž zrušují se dodavky činné síly překážkami neustále se obnovujícími. Pravímeť: *Síla a protisíla (síla protivná) jsou v rovnováze*. Tělo pohybuje se od tohoto okamžení tak, jak by veškerá síla naň působiti přestala a ono jen svou setrvačností dále se bralo pokračující v pohybu svém rychlostí, které tam nabylo.

Přiložený obraz znázorňuje pohyb právě vypsany.

Obr. 27.



Je-li vlak neb vůz každým okamžením rovně silně k pohybu poháněn a pohybuje-li se na rovné páně, bylby zákonu právě vylouženému (o rovnováze v pohybu) podroben. Hmoty pohybovaly by se tu totiž rovnoměrně, ač na ně síla trvalá působí.

Přestane-li při tomto pohybu síla účinkovati, a zůstanou-li tyže překážky, musí rychlosti v pohybu ubývati. Nastane pohyb **zpozdovaný**, kterýž trvati bude tak dlouho, až překážky rychlost úplně zmohou. Ubývá-li rychlosti tou měrou, kterou přibývalo jí při pohybu rovnoměrně zrychlovaném, nastane *pohyb rovnoměrně zpozdovaný*.

Rychlost, které tělo působením síly trvalé nabývá, bude patrně tím větší, čím menší jest hmotnost jeho,

čím větší jest síla, která je do pohybu přivádí a čím menší jsou překážky, které se mu v cestu kladou. Vlak bude moci nabýti z obou příčin posledně jmenovaných rychlosti značně větší, nežli obyčejný vůz.

§. 46.

O rovnováze sil.

Kdyby někdo chtěl zed' s místa pohouti, bylo by marné namáhání jeho. Odpor, který zed' klade, jest tak veliký, že ačkoliv silou tlak byl způsoben, pohybování nenastalo.

Z kteréhož příkladu vysvitá, že ne vždycky síla pohybování má za následek. Je-li totiž odpor hned z počátku tak veliký, že sílu překonává, zůstává tělo v klidu.

Z toho také následuje, že tělo v klidu se nalezající i tenkrát v klidu setrvati může, když naň síly účinkují, jen když síly tyto vzájemně se ruší. O silách, které působí, aniž by jakýs účinek se jevil, pravíme, že *jsou v rovnováze*.

Nyní bude nám také jasnou věta následující:

Působí-li na tělo buď v klidu buď v pohybu se nalezající síly, které jsou v rovnováze, tož jimi v první případnosti klid jeho, v druhé pohyb nikterak nebude porušen.

Na každé tělo v klidu se nacházející působí aspoň dvě síly; první jest tíže, druhá jest překážka, která účinkuje ve směru protivačném způsobuje, že tělo nepohybuje se. Pustíme-li kámen, účinkuje naň pouze tíže (nebéřeme-li ohledu na odpor vzduchu).

6. O tíži.

Tíže jest všeobecná vlastnost těl.

Kámen, do výše vyhozený po krátké době se vrací a padá opět k zemi; kapky dešťové, které v oblacích se tvoří, padají k zemi; listy i ovoce spadávají se stromů; plný klas kloní se k zemi; břemeno, které nese, jeví snahu padnouti k zemi tlačíc na nás a často musíme veškerou svou sílu tělesnou vynaložiti na to, abychom tlak ten překonali. Všeobecná tato snaha, která se projevuje buď tím, že tělo na podporu tlačí, buď tím že k povrchu země rychle se pohybuje, slove **tíže**.

Nastává otázka: který z pohybův až dosud vyložených musí nastati, když tělo pouze tíží puzeno dolů se pohybuje čili volně padá?

Abyste otázku tu mohli zodpověditi, musíte dříve zvěděti, zdali tíže působí jen okamžik anebo zdali neustále, trvale účinkuje.

Tíže jest síla trvalá, která rovně působí ať již tělo v klidu se nachází aneb se pohybuje. Je-li tělo v klidu jeví se tíže tlakem na podporu, je-li podpory své zbaveno a pohybuje-li se, padá-li, nepřestává tíže neumenšeně naň účinkovati. Ješto tedy pohyb těla volně padajícího vlivem síly trvalé se děje, jest *pohyb ten rovnoměrně (jednostejně) zrychlovany*.

§. 47.

O volném pádu.

Výška, s které tělo v určité době volně spadne, není nic jiného než dráha, kterou touž dobou proběhne rovnoměrně se pohybuje. Dráhu tu lze dle §. 44. vypočísti, známe-li dráhu v první vteřině vykonanou.

Mnohými zkouškami seznáno, že dráha těla volně padajícího v našich krajinách v první vteřině $15\frac{1}{2}$ stopy $= 4\cdot9$ metru obnáší. Tato dráha není totiž na všech místech povrchu zemského rovna, ještě těže, jak zkoušky poučují, nemá všude téže síly (velikosti).

Jestliž těže na obou pólech největší, na rovníku pak nejmenší.

Vypočtete následující úlohu: Aby kámen spadl s nějaké věže, potřebuje $2\frac{1}{2}$ vteřiny; jak vysoká jest ona věž?

Řešení. Kdyby kámen pohyboval se rovnoměrně (jednostejně), vykonal by dráhu $15\frac{1}{2} \times 2\frac{1}{2} = 38\frac{3}{4}$ stop. Dráha při pohybu zrychlovaném bude činiti $38\frac{3}{4} \times 2\frac{1}{2} = 96\frac{7}{8}$ stop, což jest také výška věže.

Hodil-li bys do šachty (studně) těžký předmět nějaký, abys zvěděl jak hluboká jest, a předmět ten dopadl by toprv po 9 vteřinách na dno, tož poví nám následující počet: $(15\cdot5 \times 9 = 139\cdot5, 139\cdot5 \times 9 = 1255\cdot5$ stop), že jest šachta $1255\frac{1}{2}$ stop $= 209\frac{1}{4}$ sáhů hluboká.

Ve vzduchoprázdnotě padají všechna těla rovně rychle.

Čím hustší jest tělo padající a čím snáze může následkem podoby své proniknouti vzduchem, tím menší vliv bude mít na pohyb jeho odpor vzduchu. Těla kovová a zaostřená tudíž padajíce nacházejí nejméně překážek.

V prostoru vzduchoprázdnom však padají všechna těla rovně rychle. Kulička z bezové duše, proužek papíru tak rychle jako koule olověná.

Jestliž sice váha olověné koule větší, než váha koule z bezové duše, za to však jest v kouli olověné více částie obsaženo, které všechny do pohybu přivedeny býti musí. Přichází tudíž na každou částici těchto dvou kuli, i když jsou nerovně veliky, rovně mnoho síly, kteráž okolnost v obou týž způsobuje pohyb.

§. 48.

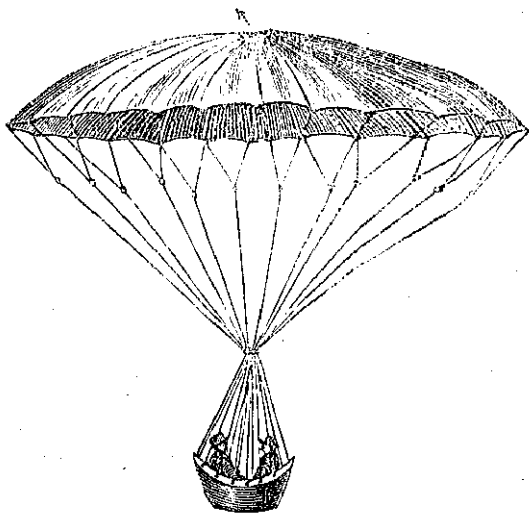
Tíže v rovnováze s odporem vzduchu.

Je-li tíže odporem vzduchu úplně zrušena, tož bude od tohoto okamžiku padati tělo dle §. 45., tedy bez zrychlování. Což stane se tím spíše, čím více převládá šířka těla a čím méně hmotnosti tělo má. Příkladem podává nám *padák*, v němž se vzduchoplavci s *balonem* spouštívají.

O padáku.

Padák obr. 28. podobá se deštníku máje v průměru 20—30 stop; po čas pádu otevře se úplně i padá z po-

Obr. 28.



Padák.

čátku zrychlovaně, později však rovnoměrně (jednostejně) a sice rychlostí, které po čas zrychlovaného pohybu svého nabyt.

Také *křídla ptákův* tvoří jistý způsob padákův, činec možným, aby pták zvolna s výše se spustil. *Větrník*, který při blech strojích v hodinách zamezuje, aby stroj příliš rychle se nepohyboval, a bití řídí, zakládá se rovněž na pohyblivé rovnováze mezi silou a odporem. Rozličného odporu, kterým voda klesajícím tělům v cestu se staví užito k oddělování částic hutných od méně hutných při *plavení* (po, aprostou šlemování), při odlučování rudy od hluchého kamene atd.

§. 49.

Směr tíže jest svislý.

Směr tíže patrně není žádný jiný nežli směr, kterým těla padajíce k zemi se berou. Tudyž nabudeme představy o tom, kterým směrem tíže působí, když nějaký těžší předmět necháme volně spadnouti aneb na šňůru jej zavěsíme. Šňůra udává směr tíže. Za těžší tělo brává se obyčejně olověná koule aneb mosazný válec, který dole ocelovou špičkou se končí, aby zároveň ukazoval bod, který v prodloužení těžké čáry na povrchu země leží.

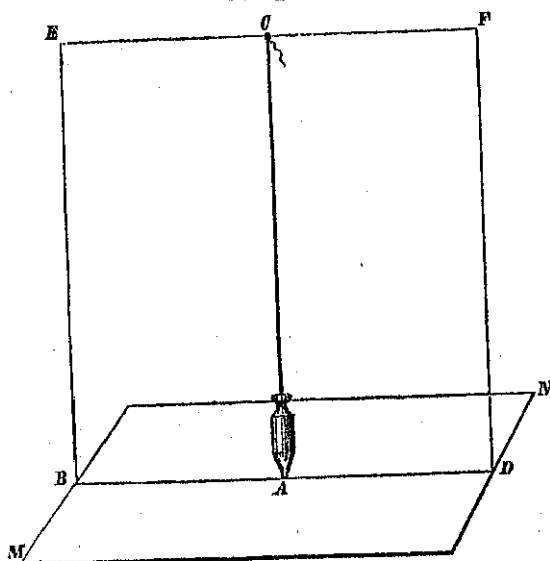
Olovnice. Směr svislý. Směr vodorovný.

Každý přístroj, který okazuje *směr tíže*, slove *olovnice* (obr. 29. CA). Směr tíže jest *svislý* (CA) a stojí kolmo na povrchu vody, na směru *vodorovném* BD, jako zase naopak směr *vodorovný* stojí kolmo na směru tíže.

Rovina položená směrem tíže slove taktéž *rovinou svislou* (BEFD) a rovinu konečně, která na svislé stojí kolmo, nazýváme *rovinou vodorovnou* (MN).

Kdyby olověná koule na olovnici se utrhla, konala by dráhu, která by byla prodloužením směru svislého. Také každý předmět vedle olovnice spuštěný, padá rovnoběžně s olovnici k zemi. Všecky směry, kterými

Obr. 29.



Olovnice.

těla k zemi padají, zaměřují ku středobodu země. lze tudíž střed země považovati za bod, z něhož tíže přitahuje těla ku povrchu země. Ve skutečnosti však není jinak, nežli že *celá* zeměkoule *všechny* části těžkého těla přitahuje.

Ač veškeré svislé čáry, které pomocí olovnice na povrch země spouštíme, ve středobodu země se sbíhají, což lze předce považovati je za rovnoběžné ve všech bodech povrchu zemského, které příliš daleko od sebe vzdáleny nejsou. Tak na př. zevrubným měřením shledáno, že protilehlé strany domu sebe delšího, jsou-li jen přesně svismo stavěny, dole i nahoře rovně od sebe jsou vzdáleny.

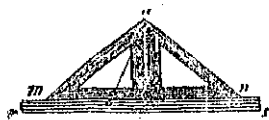
Rozdíl jest totiž tak nepatrný, že mezi dvěma domy, které mají od sebe vzdáleny a 40 stop vysoký jsou, odlehlost dvou bodů u základů ani o $\frac{1}{2}$ palce menší

není, nežli odlehlost jiných dvou bodů ve štítu svismo nad prvnějšími se nalézajících.

Známo jest, že stěny zdí na budově *svislé*, vrstvy cihel neb kamene však *vodorovné* býti musejí, má-li budova býti pevně stavěna. Zedníku ukazuje směr *svislý* olovnice, směr *vodorovný* krokvice.

○ krokvice.

Obr. 30.



Krokvice.

Krokvice (obr. 30) záleží ze dvou prkének *mn* a *ao*, kolmo na sobě postavených, která k vůli větší pevnosti obyčejně dvěma jinými šikmými kusy *ma* a *an* jsou spojena.

Uprostřed *ao* jest stružka, která na základně *mn* kolmo stojí. V *a* upevněna jest olovnice, jejíž kulička do jamky *o* tenkrát zapadá, když lať *rs*, na kterou krokvice postavíme, a tudíž i zeď pod ní se nalézající, polohu má *vodorovnou*.

§. 50.

○ váze těl.

Každé tělo jest těžké; každé složeno jest z hmotných částic, které tíží dolů jsou taženy. Těla snaží se padnouti k zemi, kterouž snahou způsoben jest směrem *svislým tlak na podporu* nazvaný *váhou* těla.

○ važení.

Máme-li váhu nějakého těla ustanoviti, běheme určitou váhu za jedničku (u nás 1 libru), zkoumajíce kolikrát tělo, jež odvážití chceme více váží, nežli zmíněná jednička. Pomocí váh lze pak porovnání ono jednoduše

provésti. Každý z vás viděl váhy a bez pochyby také jimi již vážil. Položíme-li do obou misek stejné závaží, postaví se vahadlo (tyč, na které misky jsou zavěšeny) vodorovně. Jazyček u prostřed na vahadle kolmo postavený zaujme směr svislý a tudíž bude míti tyž směr jako vidlice, která za háček jsouc zavěšena, volně visí.

Je-li na dobrých váhách krámských rovnováha mezi zbožím a závažím, musí váha zboží býti tak veliká jako váha všech závaží, která ve druhé misce se nacházejí a jež toliko spočítati dlužno, abychom váhu zboží se dověděli.

Libra rozděluje se, jak známo, na 32 loty, lot na 4 kventlíky. Libra lékárnická má 24 unce, unce 2 loty, lot 240 gránů; tudíž činí kventlík 60 gránů. Věšší jednice než libra jest cent, který má 100 liber.

Gram jest váha čisté vody, která se vejde do kostkového centimetru při teplotě 4° C.

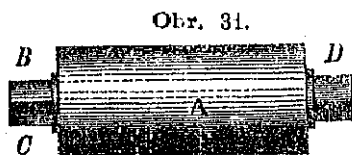
$$\begin{array}{rcl}
 1 \text{ gram} & = & 10 \text{ decigrm.} = 100 \text{ centigrm.} = 1000 \text{ miligrm.} \\
 1 & \text{ " } & = 10 & \text{ " } = 100 & \text{ " } \\
 & & 1 & \text{ " } = 10 & \text{ " }
 \end{array}$$

10 gramů činí 1 dekagram, 100 gramů 1 hektogram, 1000 gramů 1 kilogram. **Kilogram** = 1.786 víd. libry, (tedy něco přes 1 $\frac{3}{4}$ víd. libry) a 1 libra víd. = 560 gramům; 1 celná libra = $\frac{1}{2}$ kilogramu = 500 gramů = 0.893 víd. libry. Celná libra jest tedy o $\frac{1}{10}$ menší nežli libra vídenská, váží něco přes 28 $\frac{1}{2}$ víd. lotů.

§. 51.

Vztah mezi váhou a objemem těl.

V životě průmyslovém zhusta naskýtá se potřeba vypočísti váhu těla z objemu jeho. Chceme na př. vě-



Válec z litiny.

děti, co by stál litinový válec (obr. 31 A), který 4 stopy dlouhý a 2 stopy široký býti má, platí-li se za cent litiny i s přípravěním (appreturou) 12 zl. 75 kr. Abychom úlohu

rozřešili, dlužno nám znáti váhu válce, kteráž zase uje, abychom vypočetli jeho objem, protože váha \bar{c} dle objemu musí se říditi.

Ješto průměr válce $BC = 2$ stopám a délka BD stopám, bude objem jeho (dle §. 10).

$l. 2. 4. \frac{1}{18} = 12\frac{4}{7}$ krychl. stopy.

Abychom z objemu vypočetli váhu válce, potřebí váhu 1 krychl. stopy litiny. 1 krychl. stopa litiny jak bezprostředním vážením se ukázalo, 405 vid. Tudíž vážití bude litina na celý válec $12\frac{4}{7} \times 405 = 5091\frac{2}{7}$ vid. liber a stála by 649 zl. 16 kr. r. č.

Váha měrná a váha prostá.

Řeknu-li, *váha 1 krychl. stopy litiny obndší 405 liber*, jsem tím míru (objem) i váhu zároveň. Pravím-li : *válec z litiny váží 5091 $\frac{2}{7}$ lib.*, vyslovil jsem jen \bar{c} váhu jeho, nezmínil se nijak o jeho objemu.

Váha krychlené stopy, krychleného patele, krychleného metru, neb vůbec váha takové míry nějakého těla, **u** se objem měřívá, slovo **váhou měrnou** (poměrná rozdíl od váhy **prosté** (prostovzaté, absolutní), k žádnému určitému objemu se nevztahuje.

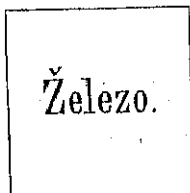
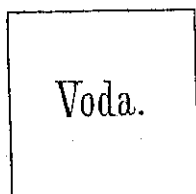
Následující tabulka obsahuje měrné váhy látek, které častěji v životě průmyslovém se naskýtají.

Měrná váha.

vychlená stopa dřeva tvrdého suchého váží	45 lib.
„ „ „ měkkého „ „	33 „
„ „ uhlí tvrdého čerstvé vypáleného	12 „
„ „ železa kovaného	440 „
„ „ litiny	405 „
„ „ mědi kované neb váleované	508 „
„ „ „ lité	496 „
„ „ olovu litého	411 „
„ „ zinku „	405 „

1	krychlená stopa zinku kovaného neb válcovaného	440 lib.
1	" " olova litého	640 "
1	" " " kovaného neb válcovaného	641 "
1	" " mosazi lité	462 "
1	" " mosazného plechu neb drátu .	481 "
1	" " zvonoviny	494 "
1	" " rtuti	766 "
1	" " vody	56·4 "

Obr. 32.



Na základě této tabulky dám vám některé otázky. Mělybych 3 skřínky (Obr. 32) z nichž každá mělaby v objemu 1 krychl. stopu. První naplnil bych vodou, druhou železem, třetí olovem; mnoho-li bude vážit každá z těchto tří hmot?

Každý z vás zajisté odpoví: voda bude vážit 56·4, železo 405, a olovo 640 lib.

Jiná otázka byla by následující: Které látky v tabulce uvedené jsou lehčí a které těžší než voda? Odpověď: Dřevo a uhlí jsou lehčí, ještě krychlená stopa dřeva a uhlí méně váží než 56·4 lib., ostatní jsou těžší než voda.

Všimnete-li si dobře způsobu, kterým vypočetli jsme z objemu válce prostou váhu jeho, snadno odvodíte pravidlo následující: *Prostou váhu těla vypočteš, násobíš-li objem jeho váhou měrnou.*

§. 52.

Co jest hustota čili hutnost.

Dal-li by nám někdo několik kulí, které touž barvu a velikost mají, jednu po druhé do ruky, řekneme, potěžkavše je, že jest jedna dřevěná, druhá železná, třetí olověná atd. My nesoudíme snad takto: ještě koule dle

našeho zdání 1 libru váží, musí býti ze železa, dobře vědouce, že jsou také koule dřevěné i olovené, které 1 libru váží, nýbrž pravíme: protože koule *takto veliká* libru váží, jistě není ze dřeva, sic by byla lehčí, také není z olova, sic by byla ještě těžší, ona jest nejspíš ze železa.

Naopak zase můžeme ustanoviti přibližně váhu koule, která před námi leží a o níž víme, z jaké látky jest zhotovena, protože ze zkušenosti jest nám povědomo, mnoho-li asi váží kus dřeva, kamene, železa, olova atd. té které velikosti.

Váží-li krychlená stopa vody 56·4 lib., kdežto krychlená stopa rtuti 766 lib. váží, dlužno předpokládati, že jest částic rtuťových v témž prostoru více směstnáno, nežli částic vody. Má-li se však do téhož prostoru více částic vejti, musejí býti blíže vedle sebe, mezery nebo póry musejí býti menší, t. j. tělo takové bude *hustší* nežli jiné, které méně částic v témž prostoru drží.

Učenci usjednotili se na tom, že budou hustotu všech pevných a kapalných těl porovnávat s hustotou vody.

Hustota vody jest tedy měřítkem — jedničkou. Váží-li krychlená stopa té které hmoty dvakrát tolik co krychlená stopa vody, má dvakrát větší hustotu nežli voda. Proto bude hustota rtuti 13·59, ješto krychlená stopa rtuti 13·59krát více váží, nežli krychlená stopa vody. — Jestli 766 : 56·4 = 13·59.

Hustota železa kovaného bude = 7·8, ješto 1 krychl. stopa železa 7·8krát více váží, nežli krychlená stopa vody. 440 : 56·4 = 7·8. — Podobně bude hustota olova 11·3 atd.

Hustota čili hutnost jest číslo, které ukazuje, kolikrát to které pevné neb kapalné tělo více váží, nežli rovný objem vody.

Jak patrnó, jest hustota vyjádřena čísly menšími; lze je tudíž snáze v paměť si vštípniti, nežli čísla, která měrnou váhu vyznačují.

V následující tabulce sestaveny jsou hustoty některých těl. Spůsob, kterým byly určeny, poznáme při jiné příležitosti.

Hustota vody destilované	= 1
„ uhlí tvrdého čerstvého	= 0.21
„ dřeva měkkého suchého	= 0.58
„ „ tvrdého „	= 0.8
„ litiny	= 7.2
„ železa kovaného	= 7.8
„ cínu litého	= 7.3
„ zinku „	= 7.2
„ „ kovaného neb válcovaného	= 7.8
„ mosazi lité	= 8.2
„ mosazného plechu neb drátu	= 8.5
„ zvonoviny	= 8.76
„ mědi lité	= 8.8
„ „ kované neb válcované	= 9.0
„ olova	= 11.35
„ rtuti	= 13.59
„ stříbra	= 10.5
„ zlata	= 19.2
„ platiny	= 21
„ iridia (nejhustší známé látky)	= 23.65

Znajíce hustotu nějakého těla můžeme snadno vypočítati měrnou váhu jeho. *Rovněž se měrná váha těla součinnu z hustoty a měrné vdhy vody.* 1 c' vody váží 56.4 ℥, 1 c'' vody váží 1.044 lt., 1 krychlený centimetr vody (1^{ccm}) váží 1 gram.

Úloha. Která jest měrná váha rtuti střeovicová, palcová i metrická? *Řešení.* $13.59 \times 56.4 = 766.476$ lib. Krychlená stopa rtuti váží tudíž 766 lib. (viz §. předcházející). Podobně vypočteme, že 1 c'' rtuti váží přibližně 14 $\frac{1}{4}$ lt. a 1^{ccm} rtuti 13.59 gramu.

§. 53.

Přehled.

V předcházejících odstávkách rozprávěli jsme o všeobecných vlastnostech těl.

Všeobecné vlastnosti	Z nich seznali jsme, že každé tělo :
prostrannost . . .	má délku, šířku a výšku čili jistou velikost ;
neprostupnost . . .	jest neproniknutelné ;
dělitelnost . . .	jest na dílky rozložitelné ;
pórovatost . . .	jest prostoupeno mezerami ;
roztažitelnost } . . .	má proměnlivý objem ;
stlačitelnost }	
setrvačnost . . .	postrádá schopnosti přijíti samo z klidu do pohybu neb naopak ;
tíže	jest ke středobodu země přitahováno.

B. Zvláštní vlastnosti těl čili vlastnosti spojitosti.

§. 54.

Co jest spojitost.

Chceš-li přelomiti kousek křídý, roubík peče tního vosku, železnou tyč aneb cos jiného, musíš užiti nějaké síly. Částice zmíněných těl jeví tudíž snahu zůstatí pohromadě, kteráž snaha není nic jiného nežli účinek zvláštní síly, která mezi částicemi sousedními působí je v celek spojuje a proto *spojivostí* sluje.

Plastické předměty z vosku a hlíny jakož i bezpočetné výrobky z hrnčiny, kameniny, majoliky a porcelánu podávají o tom svědectví. Že lněné a jiné hadry ve způsobě massy papírové přerolických podob nabyti mohou, o tom podává důkaz hojnost předmětů z z kamenné lepenky a papíroviny (papier mâché). Dřevo patřičně připravené dá se liti a slouží ku všelikým ornamentům (příkrasám). Když bylo pomocí páry změklo, lze je pak dovolně zakřivovati a ohýbati.

§. 57.

○ pevnosti.

Sluší činiti rozdíl mezi pevností a tvrdostí. Tak jest na příklad ocel kovem nejpevnějším, uneseť veliké závaží, aniž by se přetrhla. Naproti tomu sklo, které je tvrdší nežli ocel, nemá daleko té pevnosti do sebe.

Pevnost jest totiž odpor, kterýž na jevo dávají těla, kdykoliv je buď *přetrhnouti*, buď *zlomití*, buď *rozmačkatí*, buď konečně *skroutití* chceme. Pevnost jest zvláště při látkách stavebných důležitá. Ona zvyšuje se sblížením částic těla. Proto nabývají kovy větší pevnosti kováním, válcováním, vytahováním. Látkám pleteným a tkaným, také kůži a papíru přibývá pevnosti valchováním a lisováním. Za tou příčinou jest nit voskovaná pevnější než nevoskovaná, plátno nebílené pevnější než bílené. O pevnosti promluvíme později obšírněji.

§. 58.

○ pružnosti.

Kaučuk lze *natáhnouti* a on se opět zkrátí, lze jej *ohnouti*, on se zase narovná, lze jej *stlačití*, on se znovu roztáhne, lze jej konečně *skroutití* a on se opětně roztočí.

Kaučuk jest pružný čili elastický a slove proto také pružné kří (gummi elasticum).

Pružností, (mrštností, elastičností) *poznačujeme důležitou vlastnost mnohých těl, následkem které vnějšímu tlaku se podávají, jakmile však tlak účinkovat přestane, ihned předešlého tvaru i objemu nabývají.* Navracují-li se těla do původní své podoby úplně, pravíme, že jsou *dokonale pružná*; ne-li, slove pružnost jejich *nedokonalou*, aneb je jmenujeme *nepružnými*.

Vzduch jest dokonale pružný. Stlačený vzduch nabývá úplně prvnějšího svého objemu. Polštáře vzduchemi naplněné jsou, jak známo, velmi pružny. Jiná pružná těla mimo vzduch a kaučuk jsou ještě guta-percha, slonovina, peří, chlupy, hedvábní, vlna, len, kostice, mnohé druhy dřev a kovy, mezi nimiž obzvláště kovaná mosaz a ocel. I sklo, je-li jemně sepredeno, jest velmi pružné.

Následující výjev ukazuje způsob, kterým těla následkem své pružnosti síle se vzpírají. Položíme-li volně kouli ze slonové kosti na desku mramorovou lampovou černí potřenou, tož obdrží koule na místě, kde desky se dotkla, toliko černou tečku. Jest-li však kouli na desku spadnouti necháme, objeví se na ní kulatá, černá skvrna tím větší, čím větší byla výška, s které koule spadla. Takto podán jest důkaz, že koule, když dopadne, následkem setrvačnosti se sice sploští, avšak ihned působením pružnosti své původního kulatého tvaru opětně nabývá.

Pružnost kovů všim se zvyšuje, co hustotu jich zveličuje, tedy kováním a lisováním. Pružnost se ponehlu zmenšuje, je-li tělo nepřetrženě účinku sil vnějších ostaveno, kteráž okolnost u největšího dílu pružných přístrojův se naskýtá. V nitích, šňůrách, provazech a podobných předmětech zůstávají jenom z této příčiny

jednotlivá vlákna ve stavu stočeném. Zahřátím neb změkčením můžeme pružnost náhle zeslabiti.

Mnohá ústrojná těla nabývají pružnosti, kterou byla zahřátím a změknutím ztratila, byvše ochlazená opětně, jako na př. vlna, kosti zvířecí.

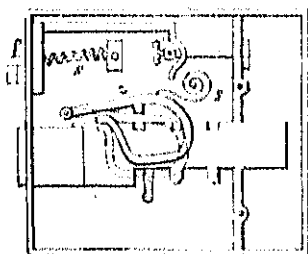
Protáhne-li se vlna zahřátými kovovými hřebeny, pozbývá každý vlásek vlastnosti své kadořiti se, tak že všechny vlasy rovnoběžně vedle sobe leží, podržující podobu tu i po vychladnutí. Na tom zakládá se *česání vlny a přízo*.

I u tkaných vlněných látek lze docíliti toho, aby vystávající kadořavé chloupky ku tkanině přilehly a po vychladnutí v této poloze setrvaly. *Dekatování* sukna nezáleží v ničem jiném. — Roh skotu lze za tepla proměnití v rovné desky, kterouž podobu podržuje i když byl vychladl. Této vlastnosti užívá se při dělání *hřebenu*.

Úžitek pružnosti.

Účinek luku, kuše zakládá se na pružnosti. Obzvláště důležit jest úžitek této síly při zpruhách (perách), které, jak známo, z ocele neb mosazi se zhotovují a které snažíce se do své původní polohy se vrátiti, nahrazují sílu stále účinkující. Jak nedostatečné byly by zámky naše (obr. 34), kdyby nebylo pružných per, které způsobují, že závory zapadají a klika do své polohy se vrací. Péra účinkují při spouštění kohoutku ručně a vhanějí jehlu do náboje zadovek. Pružná péra jsou příčinou, že nůž zapadá a že nůžky, kleště, svěráky atd. samy se otvírají.

Obr. 34.



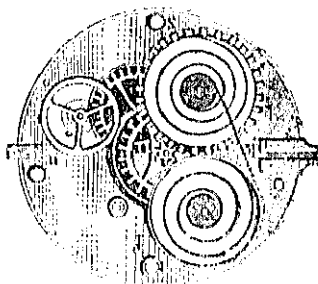
Zámek.

Značného užívání pak docházejí péra ve vlastním strojnictví; užívá se jich jakožto síly hýbačí, na př. v hodinách, v hracích strojích atd.

O hodinkách kapesních.

V bubínku čili tak zvané perovnici *f* (obr. 35) nachází se dlouhá ocelová zpruha. Vnější konec její upovněn jest na vnitřní stěně bubínku, druhý na nehybné ose. Roztáčením pára otáčí se bubínek kolem osy, na níž páro jest napnuto, při čemž pomocí řetízku *K* také kolo dolní *s* a *s* ním i řada menších a větších koleček do pohybu se přivádí. Na ose kola dolního nachází se kuželovitý bubínek s hlemýžďovitými závity, tak zvané šnek. Na kterýchž závitech navinut jest řetízok tím způsobem, že

Obr. 35.



Stroj v hodinkách.

z počátku, kde jest pružnost pára největší, a kotoučů menších, později pak, kdy poněkud zpružení ubývá a větších kotoučů se svinuje. Podoba závitův jest tak volena, že tou měrou, kterou pružnost ochabuje, ramen, na nichž síla působí, přibývá, čímž stále téhož účinku se docíljuje. Při natahování hodinek otáčí se předovším šnek, tím se řetízok na závit navinuje a s bubínkem svinuje. Bubínek se při tom otáčí páro napínaje.

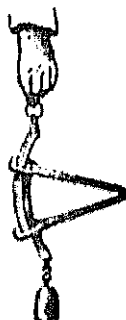
Jiné důležité přístroje hodinek jest tak zvaný *stroj spravovací* čili *pravítko* (Hemmung, échappement) totiž přístroj, které nedopouští, aby stroj hodinkový zrychlovaně se pohyboval. Pravítko dostává pravidelný pohyb svůj od *rovnattele* (regulatoru) a síce v hodinkách kapesních od tak řečeného *nepokoje* (*n*) totiž malého krouhu či setrvačnicka, který jemným spirálním perem se pohybuje.

Siloměr (dynamometr).

Siloměry ve strojnictví užívané, kteréž slouží k měření sil živočišných a jiných, rovněž na pružnosti se zakládají. Na přiloženém obr. 36. vypodobněn jest podobný siloměr.

Prut na způsob *V* zahnutý jest z ocele a tudíž pružný. Jiné dva pruty prostřední prvnějšími opatřeny jsou rozdělením (stupnicí) zkoumo provedeným. Užívajíce siloměru vložíme jej mezi sílu a břemeno. Na stupnici pak vyzvíme, mnoho-li síla obnáší.

Obr. 36.



Siloměr.

Spiralná péra šroubovitě stočená dodávají nábytku našemu pružnosti, udělují kočárům jemně kolebavého pohybu atd.

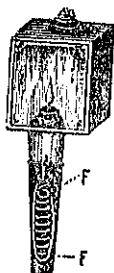
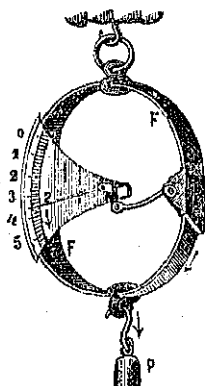
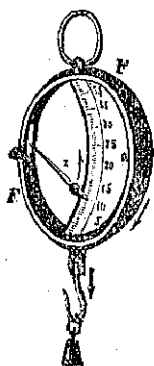
Na obrazech 37. 38. a 39. vypočteny jsou troje vážky pružné. Nemohlo by se pružných vážek na obr. 39. vykreslených užiti také co siloměru? — Na obr. 40. vypočtena jest svítilna s pérem; jaký účel má zde péro *FF*?

Obr. 37.

Obr. 38.

Obr. 39.

Obr. 40.



Pružné vážky.

Svítilna.

§. 59.

O tažnosti.

Měď, železo a jiné kovy lze kladivem roztepatí, mezi válcema rozváletí a na drát vytáhnouti. Těla, která takto spracovati lze, slovou **tažnými**.

Na tažnosti zakládá se připravování pozlátka, postříbřítka, staniolu (šalbice cínové), olověných desek, železného plechu atd. Drát hotoví se protahováním železného tyče podoby válcovité skrze otvory vždy menší a menší učiněné v desce ocelové. Aby kov tažnost svou podržel, dlužno jej častěji rozžhaviti.

Porovnáme-li kovy v přičině jejich tažnosti, obdržíme následující pořadí :

kujnost (pod kladivem) :	tažnost :
1. zlato	1. zlato
2. stříbro	2. stříbro
3. měď	3. platina
4. cín	4. železo
5. platina	5. měď
6. olovo	6. zinek
7. zinek	7. cín
8. železo	8. olovo
9. nikl	9. nikl.

Rozličnými zkouškami dokázáno jest, že lze dáti pozlátku tloušťku $\frac{1}{100000}$ palce. Takový listek jest pak asi 1200krát tenčí nežli obyčejný tiskový papír. Kdybychom tudíž 367000 listků pozlátko na sebe složili, nebyly by nic tlustší nežli palec, kdežto totž navažství tiskových archů na sebe nakladených dalo by sloup 100 stop vysoký. Pro obecnou potřebu připravuje se pozlátko $\frac{1}{200000}$ až $\frac{1}{120000}$ palce tlusté.

Postříbrátko má tloušťku $\frac{1}{100000}$ až $\frac{1}{120000}$ palce; postříbrátko nepravé (z cínu a zinku aneb z argentanu) $\frac{1}{20000}$ palce.

Rovněž platinu lze vytáhnouti na plech i drát. Válec 5 palečův dlouhý a palec tlustý může dáti drát tak dlouhý, jako jest rovník zemský (5400 mil).

Jiný příklad tažnosti platiny uveden byl při delitelnosti (§. 16).

§. 60.

O křehkosti.

Těla křehká rozpadávají se již nejmenším pošínutím svých částic. Sklo, porcelán, kačená ocel jsou křehky. Zinkový plech je křehčí, nežli kterýkoliv plech jiný. Při 120—150° C. stává se však tužným; při 200° C. křehne opět tou měrou, že na prášek lze jej roztlouci.

Hotové zboží skleněné musí zvolna vychladnouti, ješto náhlým ochlazením křehkost jeho značně se zvyšuje. Rozžhavené a náhle ochlazené sklo (slzičky — bolognské láhvičky) jest velmi křehké a lze je tudíž velmi dobře na prášek rozlámati (rozlátniti).

Rozpálením a náhlým ochlazením se ocel kalí (tvrdí). Měď, bronz a mosaz stávají se kalením měkkými místo tvrdšími. Za tuhých mrazův zimních rozpadává se litina na kusy již mírnými ranami kladivem. Válcováním stává se železo, ocel, mosaz obzvláště pak dráty z těchto kovů tvrdými a křehkými a dlužno je tudíž po čas vytahování často vypalovati. Železo kujné a mosaz skřehnou následkem trvalého otřásání stávající se konečně lámavými. Za kterouž příčinou železné nápravy u vozů nezřídka zcela neočekávaně se lámou. Mosazné řetězy jsou také proto velmi nespolehlivé a drát mosazný se ku bleskosvodům nehodí.

Částka druhá.

O rovnováze a pohybování těl pevných.

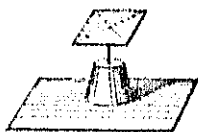
A. O těžišti.

§. 61.

Co jest těžiště.

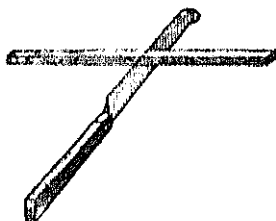
Na špičku jehly lze položit kartový list tak, že nespadne (obr. 41). Hůl neb tyč právě u prostřed o ostří nože podepřená (obr. 42) a plechový kotouč pomocí nití nad středobodem svým zavěšený (obr. 43) budou také v rovnováze.

Obr. 41.



Karta na jehle.

Obr. 42.



Tyčinka na ostří nože.

Obr. 43.



Kotouč na nití.

I při jiných tělech dovolné podoby lze vyhledati bod, který, když podepřen jest, tělo pádu eludáti. Kdybychom podepřeli jiný bod, padne tělo k zemi.

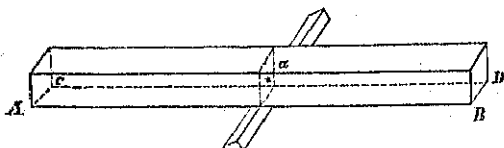
Strožpyt čili fyzika.

Kdybychom, zavěsili je v jiném bodu, bude se tak dlouho točit, až onen pamětlivý bod svismo pod závěs přijde. Zdá se tedy, jakoby vškerá tíže čili přitažlivost naší země jen na onen bod působila. Bod tento slove **těžiště**.

Kterak lze těžiště vyhledati.

Budeme vyhledávati těžiště několika jednoduchých ploch a těl předpokládajíce, že jsou veskrz stejnorodé t. j. že hmota jejich stejnoměrně v prostoru, který vyplňují, jest rozdělena. Těžiště hranaté neb válcovité tyče (obr. 44) leží v středobodu jejím a . Dáme-li pod

Obr. 44.

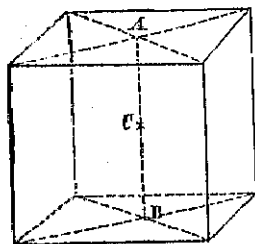


Těžiště hranolu.

bod tento hrot, ostří, anebo podložíme-li jej osou, bude tyč v rovnováze. Bude totiž v klidu tak, jako kdyby na celé ploše $ABCD$ spočívala.

Částice poloviny na levo ležící potáhne tíže dolů, v kterémžto směru by se také pohybovaly; tím musily by však částice na pravo ležící, s nimiž jsou ve spojení a které v celku rovněž tak těžké jsou, do výše zvedati. Obě snahy se pak vzájemně ruší.

Obr. 45.



Těžiště rovnoběžnostěnu. př. zdi nějaké jest u prostřed čáry

Těžiště *trojúhelníka* leží v dolní třetině čáry vedené z vrcholu ku prostředku protilehlé strany. Těžiště *koule* leží právě v jejím středobodu. Těžiště *jehlance* a *kužele* nachází se v přímce spojující vrchol se středobodem půdnice a jest od vrchole třikrát více vzdáleno nežli od půdince. Těžiště *rovnoběžnostěnu* (obr. 45) na

AB , která těžiště obou konečných ploch A a B spojuje.

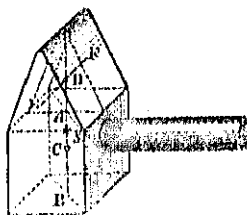
§. 62.

Poloha těžiště těl složených.

Těžiště těl složených najdeme ustanovivše dříve polohu jednotlivých částí jejich.

Na obraze 46. vykresleno jest kladivo. Abychom těžiště jeho určili, jest nám učiniti následující závěrky. Kladivo složeno jest z těla rovnoběžnostěnného a klínovitého. Prvější má těžiště své u prostřed přímky AB tedy v C ; těžiště poslednějšího pak leží u prostřed přímky, která vodorovná jsouc těžiště E předního s těžištěm F zadního trojúhelníka spojuje. Musí tedy ležeti těžiště kladiva výše bodu C a níže D .

Obr. 46.



Kladivo.

Kdyby byla váha obou částí kladiva rovna, bylo by jejich společné těžiště a tudíž také těžiště kladiva u prostřed přímky CD . Byla-li by však váha hornější části klínovité dvakrát menší, nežli váha části dolní, obnášející tedy toliko třetinu veškeré váhy kladiva, postoupilo by také těžiště k C o třetinu přímky CD . Toto předpokládajíc klademe těžiště do bodu S . Přidáním nůvady posune se pak toto těžiště z S poněkud na pravo.

§. 63.

Těžiště těl různorodých.

Nejčastěji radno jest vyhledívati těžiště zkusmo, protože jen nemožná těla veskrz jsou stejnorodá a také tvaru mathematicky určitelného, který jsme u nich až dosud předpokládali, postrádají. Z té příčiny leží těžiště mnohých těl mimo středobod aneb mimo osu jejich.

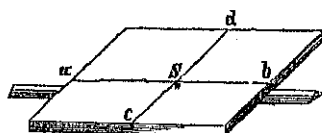
Tak na př. zavěsíme-li kruhový kotouč v měřickém středobodu jeho za háček na nit (viz obr. 43), shledáme, že jen v nejjednodušších případech ihned polohy vodorovné nabude. Jest to důkazem, že těžiště ve středobodu kotouče neleží.

§. 64.

Kterak ustanovuje se těžiště zkusmo.

Nejjednodušeji ustanovuje se těžiště těla buď *podporováním* pomocí ostří, buď *zavěšováním* na šňůru. Položme tělo, jehož těžiště určití hodláme, na př. desku (obr. 47) na ostří a pošunujme ji na něm tak dlouho,

Obr. 47.

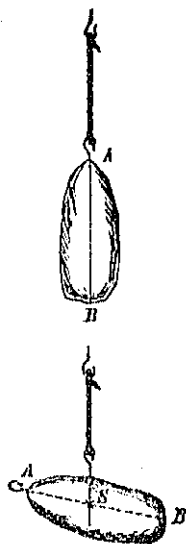


Těžiště desky.

až rovnováhy nabude. Nyní musí patrně těžiště desky nad ostřím se nacházeti, protože tělo jen tenkrát do rovnováhy přijde, když těžiště jeho podepřeno jest. Proto poznamenejme si směr, kudy ostří šlo, na povrchu desky přímkou ab . Po té dejme desce polohu takovou, aby ostří s čarou ab asi pravý úhel tvořilo a hledme ji opět vyvážit. Naznačme si i nyní směr ostří a sice přímkou cd . V průsečném bodu obou přímek S leží pak těžiště a má-li deska určitou tloušťku, jest toto svismo pod S u prostřed tloušťky její.

V případnostech, kde tělo na ostří dobře pokládati nelze, zavěšuje se na nit (obr. 48). Těžiště leží pak v prodlouženém směru niti, neboť jenom v této poloze účinkuje tíže a spojivost niti v směru protivném a ještě obě síly jsou si rovny, nastane rovnováha. Směr ten naznačíme si na povrchu těla přímkou AB . Zavěsíme-li pak tělo v jiném ještě místě, bude pod průsečným bodem obou přímek S těžiště. Skutečné těžiště obdrželi bychom, myslíce si obě přímky místo na povrchu vnitř těla vedené.

Obr. 48.

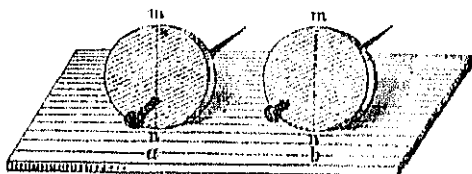
Těžiště těla nopravi
dolního.

§. 65.

O poloze stálé, vratké a volné.

Vezmu korkový kotouč asi $\frac{1}{4}$ palce tlustý a vplechnu do něho mimo střed kolmo na plochu jeho jehlu aneb drátový hřebík. Pokusím se nyní o to, postavití kotouč na zakřivenou plochu jeho. Znamenám, že se mi to v každé poloze nezdaří. Žádaná rovnováha nastane jen tenkrát, bude-li hřebík svismo nad bodem, kterým

Obr. 49.



Poloha stálá.

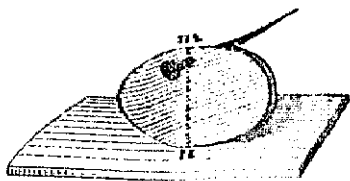
kotouč podpory se dotýká (obr. 49. a). Přivedu-li kotouč do polohy *b*, nendrží se v ní. Hřebík přivede jej tíží svou do pohybu. Kotouč kolésá sem a tam, až konečně zaujme opět polohu, kterou v *a* měl a v té se ustálí.

Příčiny toho snadno se dovtipíme. V druhé poloze kotouče leželo těžiště výše nežli v první. I vrátil se tudíž kotouč do dřívější polohy, v kteréž těžiště nejnižší místo zaujímá.

Poloha, do které kotouč opět se vrací, když z ní byl vyšínut, slove stálá (stabilní).

Postavím nyní opatrně kotouč tak, aby hřebík nad středobod a svismo nad bod *n* (obr. 50.) přišel. I nyní, kde těžiště možně nejvyššího zaujalo místa, jest rovnováha mezi tíží a pevností podpory, neboť kotouč nachází se v klidu. Jak mile však dotknu se kotouče, překotí se tento a nabude opětů původní polohy. Nepatrná síla dostačí tedy, aby přiveden byl kotouč z této polohy do polohy stálé.

Obr. 50.



Poloha vratká.

Tato poloha kotouče jmenuje se *nestálou* čili *vratkou* (labilní).

Jest tedy tělo v poloze stálé neb nestálé dle toho, zda-li vyšínuto ze své polohy opět do ní se vrací čili nie.

Těla hranatá vyšínujeme točícce jimi vůkol hrany jejich.

Poloha stálá nastane tedy také tenkrát, když zmíněným vyšínováním těžiště těla se zvyšuje, a nestálá tehdy, když i nejmenším vyšínutím těžiště těla se sniží.

Mimo uvedené tuto dvě polohy těl jest ještě jedna, třetí, ve které těžiště při nastalém pohybu vždy v stejné výši se udržuje. Poloha tato nazývá se *volná* (indifé-

rentní), protože tělo v každém postavení v rovnováze setrvává.

Kdyby hřebík upevněn byl ve středobodu dotčeného již korkového kotouče, byl by kotouč v poloze volné. V téže poloze nalézá se také oblá tužka a vůbec každý válec i každá koule.

Vejece na špičku postavené — postavení toto není ne snadné — jest v poloze vratké; vejce položené jest v poloze stálé.

Užití předešlých pravidel.

Jest samozřejmo, že postavujeme *těla*, přivedeme je vždy *do polohy stálé*.

Kola musejí býti s osami svými tak spojena, aby těžiště kola padlo do střední čáry osy jeho; musejí tudíž vzhledem k ose úplně souměrně (symetricky) býti stavěna. Kolo řádně sestavené, byvši na ose ukliněno, má ve všech polohách, do kterých je točením kolem osy přivedeme, v rovnováze setrvatí.

Při každém kole vodním, při každém brusu, ano i při každé kládce dlužno této okolnosti si povšimnouti, jesto tím větší povnosti kol, rovnoměrnějšího pohybu jich a lepšího ubození osy v ložiskách se docílí.

Co však jest při kolech podmínkou, bylo by při sestavování vahadel k váhům vadou. Osa vahadla nemá totiž jíti v těžištěm jeho, nýbrž musí nacházeti se poněkud nad ním; neboť jenom tenkrát bude vahadlo v poloze stálé a postaví se, když váhy jsou neobtěžovány, vodorovně.

§. 66.

Stálost polohy těl (stabilita).

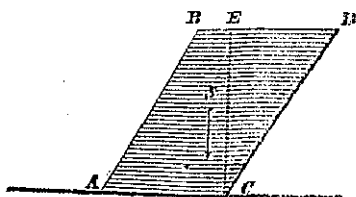
Přímé rovnoběžnostěny, hranoly, válec spočívají úplně na svých půdnicích a stojí tudíž pevně. Při nich

jde každá přímka podporou, kterou s dovolné částice ve směru svislém spustíme (obr. 51).

Obr. 51.



Obr. 52.

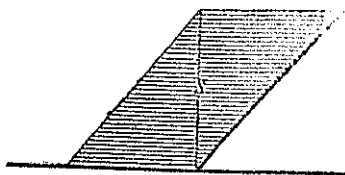


Stálost polohy těl.

Jinak jest při tělech šikmých. Všimneme-li si obrázu 52., na němž přední strana šikmého hranolu vyznačena jest, shledáme, že toliko část $ABEC$ půdici AC podepřena jest. Část EDC naproti tomu leží mimo tuto plochu a snaží se přivoditi pád hranolu zmenšujíc tak stálost polohy jeho. Čím větší část těla půdici přesahuje, tím menší jest stálost polohy jeho. Viděti z toho, že není nevyhnutelno, aby každá svislá, s kterékoliv částice vedená, stihnouti musila podporu.

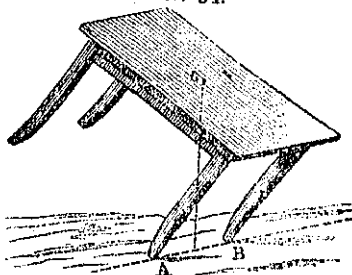
Je-li část hranolu, která leží mimo půdici, tak těžká, jako část půdici podepřená, padá svislá spuštěná s těžiště na podporu (tak řečená *řídící svislá*) jak obr. 53. ukazuje, do hrany jeho. V této poloze se sice hranol ještě udrží, avšak nejmenší síla dostačí, aby jej převrátila. V podobné vratké poloze jest také stůl na obr. 54. vypočetněný.

Obr. 53.



Nepatrná stálost polohy.

Obr. 54.

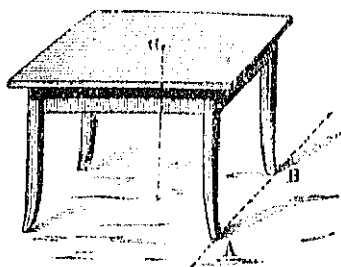


Stůl v poloze vratké.

Kdybychom konečně pokusili se postaviti hranol ještě šikměji na půdici jeho, sezualí bychom, že se v této poloze neudrží, protože větší nepodepřená část dolů tíhne, by převahy nabyla. Řídící svislá padla by mimo podporu a hranol sám na onu stranu by se převrátil, kde volně nepodepřené těžiště leží.

Z těchto pokusů seznáváme, že tělo na své podpoře potud pevně stojí, pokud řídící svislá padá do plochy podepřenými body omezené.

Obr. 55.

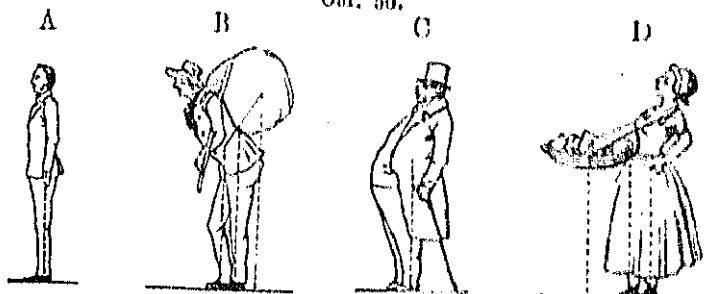


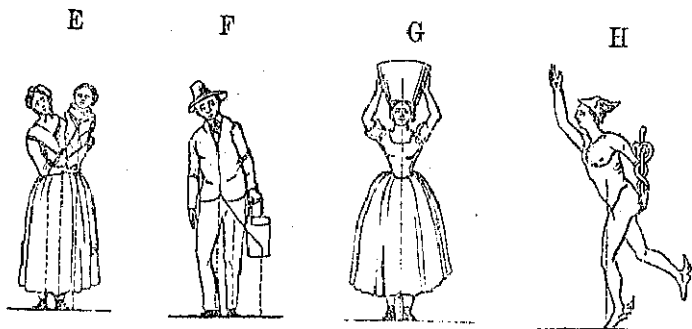
Stůl v poloze stálé.

Stál (obr. 56.), skřívá a t. d. stojí pevně, protože jeho řídící svislá padá do plochy nohama omezené. Člověk při chůzi musí těžiště své, které v těch místech jest, kde žaludek leží, hned nad jednu, hned z ní nad druhou nohu převáděti. Tím vysvětlujeme si ono kývání telom při chůzi, které zvláště u osob těla obydlného jest zřejmé. Kdo na zádech břímě nese, nachyluje se ku předu. Kdo drží břímě v levé ruce,

vztáhne mimoděk pravou ruku a kloní se na pravo. Rovněž každý, kterému nebezpečnoství hrozí, že na jednu stranu upadne, hleď předejít to a natahuje ruce své ku straně opácné. Kojkři po pravaze chodě aneb na dlani těžké bidlo drže a. p. udržují rovnováhu tím, že těžiště pořád nad podporu přiváděti umí. V následujících obrazech A—H (obr. 56.) jsou rozličné případnosti, o kterých řeč byla, sestaveny, jakož i směr řídící svislé vyznačen. Socha H musí upevněna býti tak, aby těžiště jejími prsty u nohou šlo.

Obr. 56.





Směr řídící avislé u lidských podob.

§. 67.

Na čem závisí stálost polohy.

Jak známo, zůstává tělo na své podpoře tiše ležeti jen proto, že váha jeho čili tlak na podporu a pevnost podpory jsou v rovnováze; avšak přes to, že tělo v klidu setrvává, jest tíže ustavičně činná. Jeví se odpor, který pocítujeme, chtěje tělo z místa jeho pošinouti.

1. Postrčíme-li jednoduše tělo po podpoře, aniž bychom těžisko jeho pozdvihli, nepotřebují přemáhati váhu těla, než překonávám toliko tření, které jest mezi půdici a podporou. Tření to závisí na drsnosti obou ploch, jakož i na váze těla, jež pošinouti mám.

Chceme-li však tělo kol hrany jeho otáčeti, objeví se nám činnost tíže patrněji. Těžisko opisuje při tom oblouk vůkol otáčecí hrany a musí tedy býti vyzdvižováno. Ten, kdož předmět nějaký převrhnouti se snaží, zdvihá jej na jedné straně do výše a musí tedy část váhy jeho nésti. Druhá část nesena jest pevností podpory.

Přihlédněmež nyní k otázce: na čem závisí stálost polohy těl, snaží-li se síly vnější převrátiti je.

Každý uznává, že ze dvou skříní stejně velikých dřevěnou snáze převrhnouti lze než železnou, stůl pře-

věný snáze než kamenný a t. d., protože předměty tyto, jsou-li ze železa neb kameno, více váží, než jsou-li ze dřeva.

Z toho vysvitá, že stálost polohy čili odpor, jež klade tělo síle, která je převrhnouti chce, závisí na váze těl a tím větší jest, čím větší jest váha tato.

Proto vůz, je-li senem, vlnou, dutým sklem neb jinými lehkými látkami naložen, snáze se převrhne, než když jest kamenným, kovy aneb jinými látkami veliké hustoty naplněn. Z té příčiny lze také snáze porazit sloupy, podstavky (postamenty) ze dřeva, než z kameno neb kovu, mají-li jinak stejné rozměry. Rovněž porazí se spíše prázdňá než naplněná sklenice.

2. Každý, kdo břemena pohyboval, nabyl zkušenosti, měl-li převáliti předmět nějaký, že z počátku nejvyšší síly vynaložití musil a že čím dále se řídicí svislá blížila hraně, okolo které se předmět otáčel, tím namáhání jeho menší bylo. Dostal-li se předmět tak daleko, že řídicí svislá hranou touto procházela, spočívala veškerá váha jeho na podpoře, v kteréž vratké poloze jej udržeti lze, aniž by síly užito býti musilo.

Proto pravíme:

Čím dále jest řídicí svislá od hrany, vůkol které se tělo otáčetí má, tím nesnadněji lze je převrhnouti.

Tím se vysvětluje, proč sloupy, kandelabry, nábytek a t. d. se širokou půdicí aneb s nohama vykrouženými, zdi s pilíři opěracími, lidi s rozkročenýma nohama těžejí lze porazit; proč těla jehlanovitá pevněji stojí než hranolovitá. Pyramidy Egyptské jenom tvaru svému děkují, že ještě po tisíciletích, které přetrvaly, pro obrovskou podobu svou udivením nás naplňují.

3. Vyšší neb nižší položení těžiště rovněž na stálost polohy těla působí. Čím níže totiž těžiště leží, tím větší úhel musí tělo popsati, nežli řídicí svislá padne mimo hranu, o kterou tělo se opírá.

Tvrdíme tedy také :

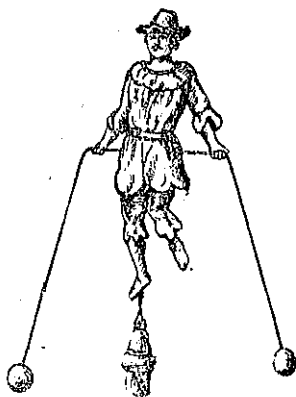
Stálost polohy těla je tím větší, čím níže leží těžiště jeho.

Na vozy nákladní skládá se zboží nejtěžší nejdoleji. Přítěž (ballast) dává se do spodní dutiny lodní. Nohy neb postavce předmě. tův vysokých vylévají se olovem aneb zhotovují se ze železa. Snáze se převrhnou vozy úzké a vysoké, nežli široké a nízké. Sem náleží také figurky vypočetné na obr. 57. a 58. jakož i svítilny na obr. 59. a 60.

Obr. 57.

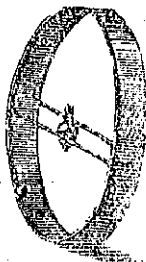


Obr. 58.

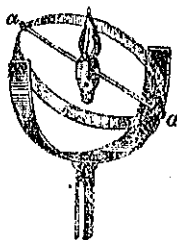


Hračky v poloze stálé.

Obr. 59.



Obr. 60.



Svítilny v poloze stálé.

§. 68.

O zákonu všeobecné tíže čili gravitace.

* Zbývá nám zodpovídati otázku: Jak to přichází, že země veškerá těla k sobě přitahuje.

Učenci spustili s příkrých vrchův i s vysokých věží dlouhé olovnice, proskoumali směr provázku zvrubně a sledali, že není svislý, než k hoře neb věži poněkud přichýlený. I při jiných mnohem menších tělech podařilo se dokázati podobné přitahování. Z toho nabylo se přesvědčení, že veškeré částice země, byť i sebo menší, vespolok se přitahují, kteréž síly jen proto neznamenáme, ješto u porovnání s přitažlivostí celé naší země mizí.

Znameníť přírodopysce Newton (vyslov Ňutu) dokázal, že síla, kterou na zemi tíží zoveme a která způsobuje, že vyhozený kámen k zemi se vrací, je tatáž, která lunu okolo země, zemi okolo slunce vodí a kterouž běh veškerých těl nebeských malých i velikých se řídí.

Síla ta slove proto všeobecnou tíží čili gravitací.

V příčině té platí následující zákon:

Všeobecné přitažlivosti přibývá se hmotnosti těl na vzájem se přitahujících a ubývá se čtvercem vzdálenosti jich od sebe.

Koule dvojnásobné hmotnosti (váby) přitahuje (v téže vzdálenosti) dvakráte silněji, trojnásobné třikráte a t. d. Koule téže hmotnosti přitahuje ve dvojnásobné vzdálenosti $2 \times 2 = 4$ kráte, ve trojnásobné vzdálenosti $3 \times 3 = 9$ kráte slaběji a t. d.

B. O skládání i rozkládání pohybu a sil.

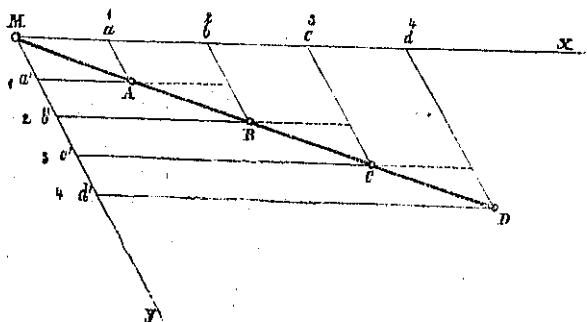
1. Skládání pohybu.

§. 69.

Ze dvou pohybův pohyb jediný, přímočarý.

M (obr. 61.) jest tělo, na něž účinkují zároveň dvě okamžité síly, t. j. takové, které toliko okamžik působí. Jedna hledí způsobiti pohyb směrem Mx a druhá směrem My . První sama pro sebe měla by za následek, že by tělo M v 1., 2., 3., 4. vteřině dostalo se postupmo do a, b, c, d konajíc dráhy stejné. Druhá přivedla by v těchže po sobě jdoucích dobách tělo do $a' b' c' d'$.

Obr. 61.



Dráha výslední.

I zde budou vykonané dráhy sobě rovny. Tělu nelze současně pohybovati se v obou směrech, i pohybuje se přímočarě směrem MD , ješto jediné tento směr oběma výminkám dosti činí. Neboť myslíme-li si, že tělo nejprv proběhne dráhu Ma a pak dráhu $aD = Ma'$ anebo dříve Ma' a potom $a'D = Ma$, bude výsledek týž a po každé dostane se do D . Bude pak

ku konci 1. 2. 3. 4. vteřiny tělo nalezati se v bodech
 . . . A, B, C, D . Kteréž body obdržíme snadno ve-
 douce z a, b, c, d . . . rovnoběžky s My a z $a' b' c' d'$
 rovnoběžky s Mx . Průseky těchto přímek naznačují
 místa, kam se hmota v těch kterých dobách dostane.

Uvážíme-li dále, že trvalé (nepřetržitě působící) síly považovati
 lze za rázy okamžité, které však velmi rychle po sobě následují,
 uznáme, že i tyto síly trvalé mohou míti pohyb *přímočárny* za
 následek.

Předešlým výkladem přesvědčení jsme dostatečně,
 že vždy pohyb přímočárny nastane, kdykoliv na tělo dvě
 stejnorodých sil v úhlu působí. Kterýž pohyb jest tehdy
 rovnoměrný, jsou-li obě síly okamžité a tenkrát zry-
 chlovaný, byly-li obě síly trvalé.

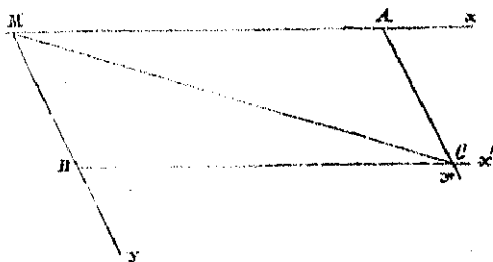
§. 70.

Rovnoběžník pohybu.

Zbývá nám ještě ustanoviti blíže, kterým směrem a
 kterou rychlostí pohybovati se bude tělo, na něž dvě
 sil v úhlu působí.

Úloha. Hmotný bod M (obr. 62.) má následkem jedné
 síly pohybovati se rovnoměrně směrem MA a rychlostí

Obr. 62.



Rovnoběžník pohybu.

10 stop, následkem druhé síly však směrem My a rychlosti 4 stop; kam dostane se po 3 vteřinách, působí-li obě síly zároveň?

Řešení. Kdyby hmotný bod následoval směrem Mx silu první, dospěl by ve 3 vteřinách $3 \times 10 = 30'$ daleko; kdyby však pohyboval se směrem síly druhé, postoupil by o $3 \times 4 = 12$. Vneseme-li na Mx 30, na My 12' rovných dílků, z nichž každý 1 stopu (zmenšenou) představuje, a táhneme-li konečným bodem A rovnoběžně s My přímkou Ay' , a bodem B rovnoběžně s Mx přímkou Bx' , tož obdržíme spojením průsečného bodu C s bodem M směr, kterým hmotná tečka M bráti se bude. Průsečný bod C naznačuje místo, kam hmota ku konci 3. vteřiny dospěje.

Obrazec $MACB$ slove rovnoběžník a v této příčině *rovnoběžník pohybu*; MC jest jeho *uhlopříčná*.

Z předeslaného příkladu vyplývá:

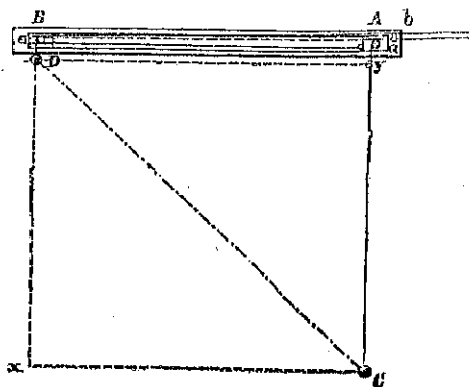
Tělo, na něž soudobně dvě stejnorodých sil v úhlu působí, pohybuje se směrem uhlopříčně rovnoběžníku povstalého z dráh, které by hmota vykonala, kdyby po stejnou dobu každé síle zvláště následovala.

Odměříme-li na měřítku, jež jsme si byli zvolili, délku uhlopříčné a dělíme-li pak počet dílků počtem vteřin, obdržíme i *rychlost*, kterou hmota, oběma silama jsouc hnána, pohybovati se bude. V našem příkladu jest $MC = 37$ stopám, děleno dobou 3 vteřin, dá $37 : 3 = 12\frac{1}{3}$ stop, což jest rychlost pohybu výsledního.

Létací stroje v divadlech, kterýmiž předměty směrem šikmým ve vzduchu vedeny býti mohou, zakládají se na pohybu složeném. Jednoduchý přístroj ku znázornění tohoto pohybu vizmež na obr. 63.

V rámci BA jest šoupátko a . Na něm nachází se háček neb kladka, přes něž jde šňůra, jejíž jeden konec upevněn jest na rámci v b , druhý pak nějakou hmotu na př. kouli c nese. Rámec sám zavě-

Obr. 63



Přístroj k znázornění pohybu složeného.

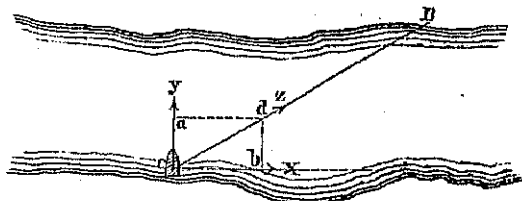
šen jest buď na stěně buď na tabuli. Pohybujeme-li šoupátkem z A do B , pošínaje se koule rovnoběžně se směrem Cx ; každý však také uzná, že se zároveň koule směrem svislým, tedy rovnoběžně s Cy zdvihá. Z těchto dvou pohybů povstane pohyb výsledný směrem úhlopříčné CU . Z vyobrazení jest zřejmo, že můžeme kouli bez ohledu na pohyb šoupátka dovolně zdvihati, čímž provéstí lze pohyby všeho druhu. Jestli pak zavěsíme rámec šikmo, tož jama s to spojovati i pohyby, které ostrý i tupý úhel zavírají.

§. 71.

Rovnoběžník pohybu ve skutečnosti.

Ve skutečnosti setkáváme se dosti často s pohybem složeným. Loď, s kterou převozník přes řeku dostati se chce, ubíhá šikmo dolů a přijde mnohem níže k protějš-

Obr. 64.



Kterak plave loď přes řeku.

šímu břehu nežli kam bylo mířeno. V obr. 64. značí c těžiště lodi. Převozník vesluje směrem cy a rychlostí ca . Voda v řece proudí směrem cb . Loď podávajíc se oběma pohybům, půjde směrem, který obdržíme, když rovnoběžník pohybu $cadb$ sestrojíme a v něm úhlopříčnou cd táhneme. Pluje pak loď směrem z rychlostí cd a dostane se konečně do B .

Podobné skládání pohybův objevuje se také při lodích plachetních.

Za touž příčinou padají kapky dešťové, jsouce větrem hnány a tíží přitahovány, směrem šikmým k zemi. Také mnohé jiné pohyby považovati lze za složené ze dvou neb více pohybův, jak později se přesvědčíme.

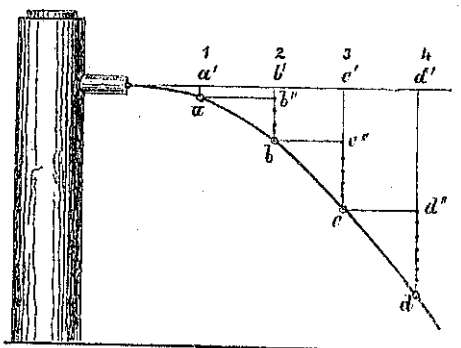
§. 72.

Pohyb těla vodorovně vrženého.

Bude-li po každé, kdykoliv na hmotu dvě síly zároveň působí, pohybovati se tato na dráze přímočárné, či jsou také případnosti, kde společným působením dvou sil v úhlu povstane pohybování křivočárné? —

Všimneme-li si vody z kašny neb pumpy vytékající, bude nám ihned zřejmá křivá dráha, v nížto voda k zemi klesá. Pátráme-li po příčině tohoto křivočárního pohybování, shledáme, že tu pohyb vody vodorovně tekoucí s pohybem způsobeným tíží se spojuje. Směry obou pohybův stojí zde na sobě kolmo. Následkem setrvačnosti měla by totiž každá částice vody pohybovati se směrem vodorovným dále, při čemž probíhati by měla v rovných dobách rovné dráhy (pohyb rovnoměrný). Zároveň působí však na vodu tíže, která žádá, aby každá částice brala se pohybem rovnoměrně zrychlovaným svismo dolů. Ješto částice kapaliny oběma nutnostem dosti činiti musejí, opisují známou křivou dráhu, která *parabolická* slove. Obrazec 65. ukazuje vznik tohoto pohybu křivočárního.

Obr. 65.

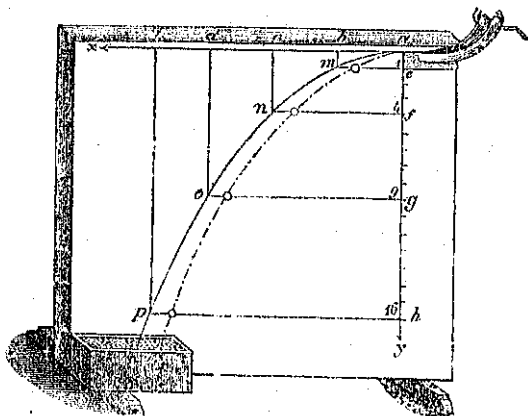


Kterak povstává pohyb křivočárný.

Částice vody dostaly by se následkem setrvačnosti
 v 1., 2., 3., 4. atd. vteřině
 do a' b' c' d' . . .
 Následkem tíže klesly
 by v těchže po sobě
 jdoucích dobách do . a b c d atd.

Spojíme-li tyto body, obdržíme zmíněnou parabolu.
 Při tom dlužno (dle §. 44.) rýsovatí přímky $b''b = 3$
 krát, $c''c = 5$ krát, $d''d = 7$ krát tak veliké jako
 jest $a'a$.

Obr. 66.



Pohyb těla vodorovně vrženého.

V obr. 66. nakreslen jest přístroj, jímžto pohyb těla vodorovně vrženého lze znázorniti. I zde, kdyby tíže nebylo, pohybovala by se koule opustivši strážku následkem setrvačnosti směrem vodorovným.

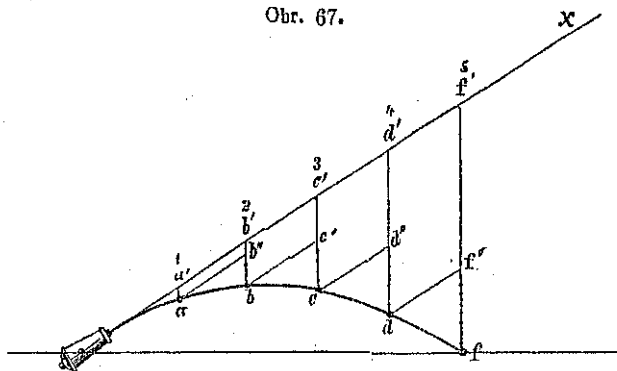
Pro odpor vzduchu nedostihne koule paraboly.

§. 73.

Pohyb těla šikmo vrženého.

Každá koule buď vodorovně, buď šikmo do výše vystřelená pohybuje se v parabole. Obr. 67. znázorňuje pohyb koule šikmo vystřelené.

Obr. 67.



Kterak se pohybuje koule dělová.

Rychlostí v dělu nabytou letěla by koule směrem Cx , pohybuje se následkem setrvačnosti rovnoměrně, takže by v . . . 1., 2., 3., 4., 5. vteřině dostala se do . a' b' c' d' f' .

Soudobným působením tíže snese se však ve zmíněných okamžicích do a , b , c , d , f . Uděláme-li i zde $b''b = 3a'a$; $c''c = 5a'a$; $d''d = 7a'a$; $f''f = 9a'a$ atd., obdržíme spojením bodů a , b , c , d , f křivou dráhu koule.

Koule z děla vystřelená do terče 6000' vzdáleného rychlostí 2000' proběhne dráhu tuto ve 3 vteřinách, stihne však bod, který o 135' níže leží, ještě působením tíže za tu dobu o 135' klesne. Proto musí se mířit na bod, který o 135' výše leží.

Z předešlého nabyli jsme přesvědčení, že *kdykoliv na hmotu působí zároveň síla okamžitá, jež sama pro sebe měla by za následek pohyb rovnoměrný, a síla trvalá, kteráž způsobuje pohyb rovnoměrně zrychlovaný: tehdyž vždycky složením obou pohybův pohybuje se hmota ve dráze parabolické.*

§. 74.

* Něco o pohybu středoběžném.

Následkem všeobecné tíže spadla by luna (měsíc) k zemi, země a ostatní planety se svými souputníky (lunami) ke slunci, kdyby od prvopočátku nebyl zároveň pohybujícím se tělům nebeským udělen býval rázem pohyb ve směru na směr přitažlivosti kolmém. Tím proměněn přímočarý pohyb planet v pohyb křivočarý. Padající tělo běře se drahou křivou kolem onoho těla (*ústředního*), které na ně přitažlivostí svou (*silou dostředivou*) působí, řídí se zákonem **pohybu středoběžného** (obstředného). Kteréž obíhání vůkol těla ústředního (slunce) děje se od nepamětných dob a může trvati až do nekonečna, ještě ve vzduchoprázdném prostoru světovém není ni žádná překážka, která by na běh těl nebeských jednou počatý rušivě mohla působiti.

Každá planeta pohybuje se vůkol slunce v dráze eliptické málo od kruhu rozdílné. Země koná oběh svůj kolem slunce za dobu něco přes $365\frac{1}{4}$ dne. Na této dráze pohybuje se velmi rychle — v zimě rychleji než v létě — konají za vteřinu průměrně 4 míle, takže každým okamžením v jiném bodu všehomíra se nachází.

2. Skládání sil.

§. 75.

O rovnoběžníku sil.

Sily nemají vždycky pohyb za následek (srovn. §. 46). Mnohdy totiž účinkuje dvě neb více sil na pevný bod, jež v určitém směru pošinou ti hledí; bod ten však pevností svou silám odporuje. — V té případnosti běží o tlak, kterým síly na bod působí.

Tlak ten jest silou výslednou (*výslednicí*) ze dvou neb více sil na pevný bod působících (složek) a vyhledává se zcela tak jako výsledný pohyb.

Velikost sil určuje se počtem liber. Sily jsou pak buď známy, buď nic, v kteréž poslednější případnosti je z jistých určovacích kusů vypočteme aneb pomocí siloměru vyhledáme.

Sily vypořádávají se přímkami, což má tu výhodu, že takto i směr tlaku i působisté jeho vyznačeny jsou. Abychom velikost síly vypořádali, zvolme si dovolné měřítko, dle něhož na přímky, které síly znázorňují, tolik dílků vnášíme, kolik mají skutečné síly liber.

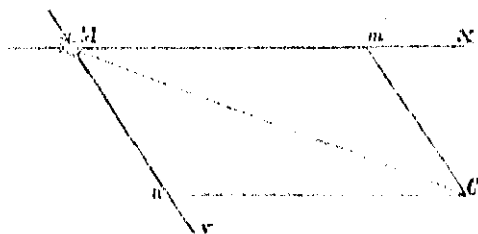
Účinkují-li dvě síly v úhlu a jsou-li vyloženým právě způsobem vyznačeny, obdržíme směr i poměrnou velikost síly výsledné, sestrojíce rovnoběžník a v něm úhlopříčnou táhnouce. Rovnoběžník takto obdrženy slove *rovnoběžníkem sil*. Směr úhlopříčné jest pak směrem a délka její poměrnou velikostí výslednice.

Účinek výslednice vyrovná se úplně účinku obou sil dohromady a proto můžeme obě složky nahraditi výslednicí i naopak.

K objasnění všeho služ následující příklad.

Úloha. Na pevný bod M (obr. 68.) účinkuje síla 50liberní směrem Mx a jiná 30liberní směrem My . Kterým směrem a jak velikou silou tlačěn bude zmíněný bod?

Obr. 68.



Rovnoběžník sil.

Řešení. Vnes na Mm 50 dílkův a na Mn 30 dílkův, táhni bodem m rovnoběžku s My , rovněž bodem n rovnoběžku s Mx a spoj M s c . Úhlopříčná Mc vyznačuje pak výslednici i co do směru i co do velikosti poměrně. Kdybys délku její změřil na též měřítku, na kterém jsi obě složky odměřoval, obdržel bys 72 dílky. Výslednice vynáší tedy 72 libry.

Uvěme se v sestrojování rovnoběžníkův sil.

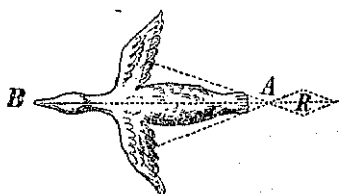
Rýsujete rovnoběžník sil v rozličných případech, nabýváme přesvědčení že, 1) když obě složky jsou si rovny, výslednice úhel, který uzavírají, rozpoluje, 2) Velikost výslednice těchže složek závisí na úhlu, ve kterém působí. Čím menší jest totiž úhel, který složky tvoří, tím větší bude výslednice. 3) Výslednice jest vždy menší nežli součet obou složek. V předešlé úloze jest 72 lib. menší síla než 50 lib. a 30 lib. dohromady, 4) Jenom tehdy, když obě síly týmž směrem působí, rovná se výslednice součtu obou složek, 5) Působí-li dvě síly v protivranném směru, bude se výslednice rovnati rozdílu obou a působiti směrem síly větší. Je-li jedna síla 50 \mathcal{L} a druhá 30 \mathcal{L} , bude výslednice 50 \mathcal{L} — 30 \mathcal{L} = 20 \mathcal{L} .

§. 76.

Kterak užito skládání sil ve skutečnosti?

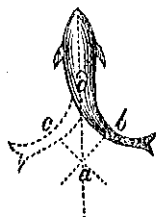
Skládání sil ve skutečnosti velmi často se objevuje; na př. plave-li ryba, letí-li pták (obr. 69. a 70.). Podobně udržuje se i člověk při plavání na povrchu vody. Prováděje při tom přiměřené pohyby rukama i nohama,

Obr. 69.



Pták v letu.

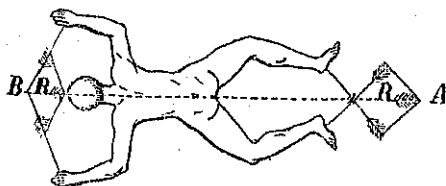
Obr. 70.



Ryba ve vodě.

působí na vodu ústrky; tyto skládají se v sílu jedinou, kteráž jej ku předu žene (obr. 71.). Papírový drak, kterého děti pouštívají, stoupá a udržuje se ve vzduchu

Obr. 71.



Plávoucí člověk.

spojeným působením tíže, odporu vzduchu, síly větru a napnuté šňůry, na které jest držen. Další výkladové poskytnou nám ještě mnohé jiné příklady skládání sil.

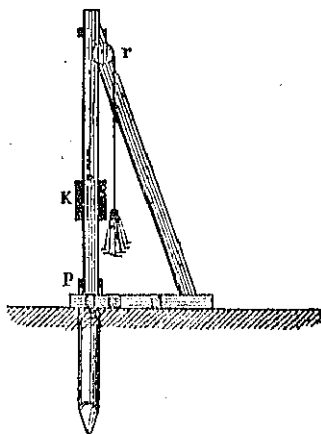
§. 77.

Kterak lze z několika sil složiti výslednici?

* Právě tak, jako skládali jsme dvě síly ve výslednici, lze složiti i více sil, ať již mají směr jakýkoliv, pokud jen na společný bod působí. Nejprve složíme totiž dvě síly dohromady, povstalou výslednici považujeme za složku a spojíme ji se třetí silou, postupujíc tímto způsobem tak dlouho, až veškeré složky nahrazeny jsou silou jedinou. Čím ostřejší jest úhel, v kterém síly účinkují, tím větší bude jejich výslednice.

Obr. 72.

Takové skládání sil vyskytá se při beranidle (obr. 72). Jest to stroj, kterým kůly neb jehly (piloty) do země se zarážejí. Záleží obyčejně z dřevěného železem okovaného špalíku (beranu), který pomocí provazu přes kotouč (kladku) jdoucího nahoru se vytahuje a opět dolů spouští. Dopadnutím těžkého beranu, kteréž se značnou rychlostí se stává, zatlouká se pilota do půdy. Ješto váha špalíku až i 8 centův obnáší, potřebí, aby jej i více mužův zvedalo. K tomu účelu upouívá se na provaz hlavní, který svísně visí, více provazův ručních. Výslednice všech sil, které na ruční provazy účinkují, padá do směru hlavního provazu a bude tím větší, čím ostřejší jsou úhly, v nichž síly působí. Toho dosáhne se tím, když dělníci blízko sebe stojí. Z předešlého vysvítá, že i zde výslednice vždy menší bude, nežli součet všech složek.



Beranidlo.

§. 78.

Výslednice sil působících týmž směrem.

Účinkuje-li dvě neb více sil týmž směrem, má i výslednice též směr a velikost její rovná se součtu jednotlivých sil.

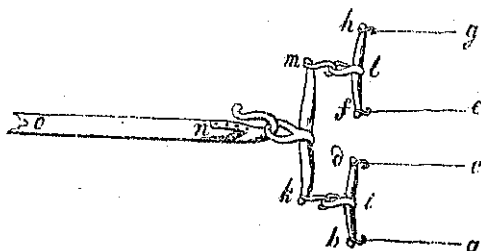
Větš této dlužno i bez důkazu dáti za pravdu. Nepravíť ona nic jiného než toto: táhne-li více dělníkův týmž směrem za provazy, pohybuje se tělo na provaze upevněné součtem jednotlivých sil, a jest to tak, jakoby jedna síla napřed táhla a jiná v zadu tlačila.

Takto-li síly působí, jest účinek největší. Proto, pokud možná, necht' účinkující síly (lidé, zvířata) týmž směrem táhnou.

V případnostech, kde to nejde, vedme síly, které za provazy táhnou, vedle sebe, připevňující je rozmanitým způsobem na předměty, jež pohybovány býti mají. Předpokládáme-li, že jsou provazy rovnoběžné, bude výslednice všech sil rovna jich součtu, též směr majíc jako složky. Zapřaženo-li jest na př. pár koňů do vozu a táhne-li každý silou 100 liber, pohybuje se vůz, pokud postraňky rovnoběžny jsou, zajisté silou 200 liber.

Ještě sluší podotknouti zde, že výslednice působí

Obr. 73.



Váhy s postraňky.

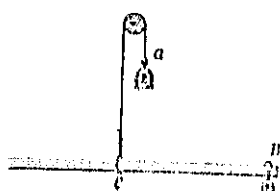
u prostřed přímký, která působíště obou složek (obr. 73. *m* a *k*) spojuje, tedy na návojků (snici) *on*.

§. 79.

Výslednice dvou rovnoběžných i rovných sil.

Následujícím pokusem dovedíme pravdivost výroku i výše učiněného. Zavěsme na obou koncích dřevěné i železné veskrz stejně tlusté tyče AB (obr. 74.) rovně

Obr. 74.



nehledíce dvou rovných sil.

velká závaží, na každém na př. 1 libru. Na tyč připovněme šňůru, vedmo ji přes kladku a držme druhý konec její v ruce. Znamenáme, že tyč jen tenkrát bude v klidu čili v rovnováze, když šňůra uprostřed se nachází. V každé

poloze vyklouzne tyč i se závažími z oka, kterým a prostrčena.

Ješto jedině v této poloze tyč v rovnováze setrvá, obnováha jen tenkrát nastane, když dvě síly rovný i a protivný směr mají, tož soudíme právem, že zde lednice z obou sil dolů působících do prostřed tyče a tam silou ruky naší se zrušuje.

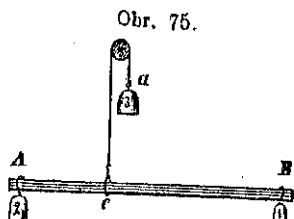
Výslednice dvou rovnoběžných i rovných sil má tudíž v s oběma silama rovnoběžný a působí uprostřed přímky, a působisté obou složek spojuje.

Sílu ruky můžeme nahraditi, nehledíce na váhu s, dvouliberkou, z čehož nabýváme přesvědčení, že *ednice dvou rovnoběžných sil se rovná součtu obou.*

§. 80.

Výslednici dvou rovnoběžných a nerovných sil.

Zavěsme-li na oba konce A a B (obr. 75.) nerovná závaží, na př. v A 2 libry a v B 1 libru, přesvědčíme že chceme-li dočilliti rovnováhy, nesmíme podpráti tyč



Obr. 75.

jako dříve u prostřed, nýbrž že pošinoucí musíme klíčku k síle větší a sice tak, aby AC byla třetina celé tyče. Jest tedy působíště výslednice tak položeno, že vzdálenost od

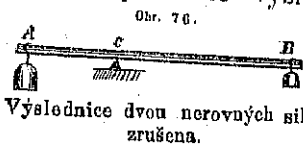
Výslednice dvou nerovných sil, síly dvouliberní 1 třetinu a od síly jednoliberní 2 třetiny celé tyče obnáší.

Nuže, kterak vyhledáš působíště výslednice? Rozděl přímku, která působíště obou složek spojuje, na tolik rovných dílův, kolik mají obě síly dohromady liber a dej pak menší síle tolik dílkův, kolik má větší síla liber a naopak větší síle tolik dílkův, kolik má menší síla liber. Směr výslednice jest rovnoběžný se směry obou sil a velikost její rovná se součtu složek, protože $2+1=3$ \mathcal{B} v a zavěsiti dlužno, má-li nastati rovnováha. (Při tom nesmíme zapomenouti, že i tyč něco váží.)

Za výsledek předcházejícího pokusu lze považovati následující větu:

Výslednice dvou rovnoběžných sil jest rovnoběžna s nima; co do velikosti rovná se jich součtu, a působíště její rozděluje přímku, která působíště obou složek spojuje, na dva kusy; tyto se mají k sobě v obráceném poměru, jako síly na ně účinkující.

V předešlých pokusech byla tyč v rovnováze proto, že jsme, zavěsivše ji v působíšti jejím, zrušili výslednici sil rovnoběžných, které na ni působily. Snadno lze pochopiti, že týž výsledek se objeví, když místo co bychom působíště výslednice zavěsili, je podepřeme



Obr. 76.

Výslednice dvou nerovných sil zrušena.

(obr.76.). Znáti podmínky rovnováhy sil rovnoběžných jest pro život praktický věcí velmi důležitou a pročez hodlám v následujících odstavkách o tom předmětu obšírněji promluvíti.

§ 81.

Otáčecí účinky sil.

Přihlédneme-li blíže k rovnováze sil rovnoběžných, o které jsme právě rozprávěli, spatříme přede vším, že účinek každé z těchto sil záleží v tom, že tyč kolem podpory snažila se otočiti (obr. 75. a 76.). Síla 2 liber snaží se tyč otočiti na pravo, síla 1 libry zaměřuje otočiti ji na levo.

Rovnováha obou sil nastane patrně tenkrát, jakmile otáčecí účinky sil, které proti sobě směřují, budou rovny.

V případě, kde předpokládali jsme síly rovné, byla při rovnováze podpora u prostřed a kusy tyče, na které síly působily (čili ramena sil), byly rovny. V případě pak, kde položili jsme síly za nerovně veliké, byla také podpora při rovnováze mimo střed. Ramena byla totiž nerovně dlouhá.

Z této úvahy vychází na jevo zákon zkouškami i počtem potvrzený, že je-li jedna síla 2krát, 3krát, 4krát atd. větší než druhá, i rámě, na kterém působí, 2krát, 3krát, 4krát atd. menší býti může, aby tyč měla otáčecí účinek. Z čehož plyne následující nanejvýš důležitá poučka:

Otáčecí účinek síly nezávisí toliko na velikosti síly, nýbrž i na rameni, pomocí kteréhož otáčení se způsobuje.

Menší síla může na delším rameni mít tyž účinek otáčecí, jako větší síla na rameni kratším. Čím větší síla, tím kratšího třeba ramene; čím menší síla, tím delší dlužno aby bylo rámě, by žádaný účinek otáčecí byl vyvozen. Kteráž vlastnost obyčejně pronášívá se následující větou:

Mají-li býti dvě síly v příčné otáčení vůkol osy v rovnováze, musejí se k sobě míti, jako obráceně jich ramena.

Aneb:

Mají-li dvě síly, které protívne otáčejí kolem téže osy způsobiti se snaží, býti v rovnováze, musí součin jedné síly a ramene jejího býti roven součinu síly druhé a ramene jejího.

Součin, však ze síly a ramene čili délky kolmice, která s bodu otáčecího na směr sil byla spuštěna, nazývá se *momentem otáčecím* čili zkrátka *momentem*.

Proto můžeme podmínky rovnováhy v této příčině také takto kratěji vysloviti:

Dvě síly jsou v rovnováze, jsou-li jich momenty, hledíc k bodu otáčecímu, sobě rovny a směřují-li otáčení proti sobě.

V pokuse posledně popsaném, kdež síly rovnoběžné byly v rovnováze (obr. 75. a 76.) také skutečně ony součiny čili momenty byly sobě rovny; neboť:

jedna síla násobena
ramenem

$$2 \times 1$$

byla rovna druhé síle násobené
jejím ramenem

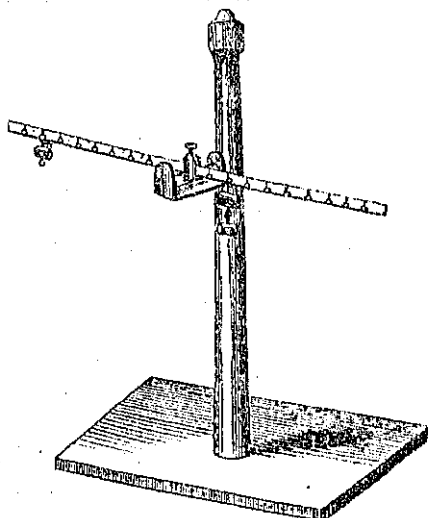
$$1 \times 2$$

Obr. 77.

Výkres vedle pořízený znázorňuje přístroj, kterým uvedené právě zákony zřetelnými lze uviděti. Spatřujeme tu, že v rovnováze $4 \times 2 = 1 \times 8$.

Následující příklad poučí nás, při které příležitosti v praktickém životě předslaných úvah užití lze.

Úloha. Má se vyhledati váha špaluku, který na váze



Přístroj ku znázornění zákonů o páce.

BA (obr. 78.) v bodu B upevněn jsa udržoval by v rovnováze tři čtvrtiny váhy okovu vodou naplněného a i s tyčí b a řetězem c . Voda v okovu necht váží 35 ů, okov s tyčí a řetězem 25 liber. Rámě váhy AC bylo by 16', rámě BC = 11' zdělí.

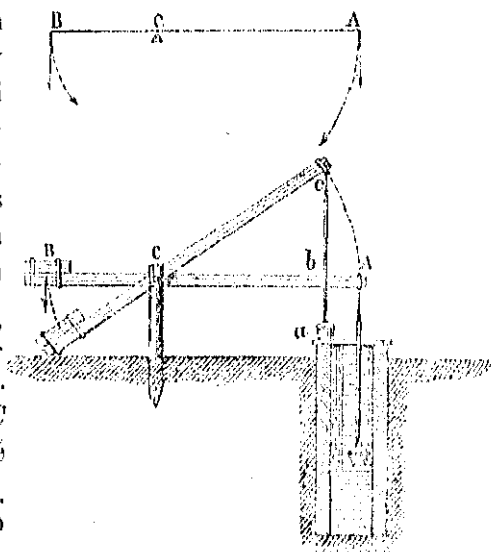
Řešení. Ješto voda i s okovem atd. 60 lib. váží, tož obnásejí tři čtvrtiny, které vyváženy býti mají, 45 lib. Proti otáčecímu účinku této váhy, kterýž obnáší $45 \times 16 = 720$, dlužno tedy položití účinek jiný, který otáčení v protivném smyslu by způsoboval. Docílíme toho váhou špalku, který na rameni 11' dlouhém účinkuje. Mají-li být tedy obě otáčecí síly v rovnováze, dlužno aby

váha naplněného okovu atd. násobena ramenem	}	byla rovna	}	váže špalku násobené ra- menem
720 lib.		=		$x \times 11$

z čehož $x = 720 : 11 = 65\frac{1}{2}$ libry.

Špalek udržuje v rovnováze toliko 45 liber z té váhy, kterou ze studny výtáhnouti nám jest. Táhneme-li tedy okov nahoru, zbývá nám ještě překonatí sílu $60 - 45 = 15$ lib. Když pak spouštíme prázdný okov do studny, jest nám účinkovati silou $45 - 25 = 20$

Obr. 78.



Váha k vážení vody.

liber. K váli jednoduchosti vypočtána byla váha špalku pro vodorovnou polohu váhy AB . Pomníme-li však, že tou měrou, kterou rámě špalku se mění, i rámě okovu se mění, dovrtíme se, že i když váha v každé jiné poloze se nachází, téže protiváhy bude potřeba. Poměr mezi oběma ramenama zůstává týž, ať nachází se váha v poloze jakékoliv.

3. Rozkládání sil a pohybu.

§. 82.

Až dosud poznali jsme návod, dle kterého pohyby neb síly skládati lze. Nyní bude nám seznámiti se se způsobem, kterým síly rozkládati možno, protože i tato úloha zhusta se vyskytá. **Rozložiti sílu jest považovati ji za výslednici a vyhledati k ní složky.**

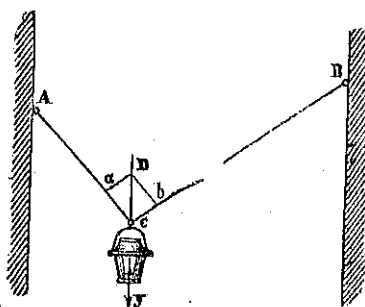
Má-li se rozložiti síla ve dvě složek působících v úhlu, mohou vyskytnouti se následující případy: buď 1) hledáme velikost složek, jsou-li směry jejich dány; aneb 2) naopak hledáme směry, dána-li jich velikost, aneb konečně 3) hledáme směr a velikost jedné složky, jsou-li směr a velikost druhé známy.

V následujících úlohách seznáme, jak bychom v podobných případech počínati si měli.

Úloha 1. Na provaze

Obr. 79.

(obr. 79.) zavěšeno by bylo 30 liber, (na př. svítilna 30 liber těžká.) Jeden konec provazu byl by upevněn v A , druhý v B . Nuže, kterou silou napínány jsou kusy provazu CA a CB ?



Řešení. Prodlouživše

Svítilna visací.

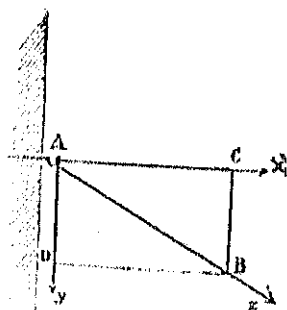
svislou přímku Cy , v kterémž směru váha svítilny působí, nahoru nad C vnesme na ni velikost této váhy dle dovolného měřítka.

Nechť na př. CD značí tuto velikost. Nyní táhněme z konečného bodu této síly, kterou za výslednici považujeme, Da rovnoběžně s CB a Db rovnoběžně s CA . Změříme-li Da a Db na měřítku zvoleném, obdržíme velikost žádaných složek, kterými provaz jest napínán. Jak snadno přesvědčiti se lze, budou složky ty tím menší, čím menší jest úhel, který oba kusy provazu tvoří.

Zřízení mostův visutých a mřížových má týž základ.

Úloha 2. Síla 100 liber účinkuje směrem Az (obr. 80.) na hřeb neb hák. Velikost její necht' vyznačena jest přímkou AB . Jak velká bude síla, která hledi hřeb vytáhnouti, tedy tření hřebu ve zdi překonati a jak velká jest síla, která hřeb snaží se zlomiti?

Obr. 80.



Hřeb, na kterém dvě síly účinkují.

Řešení. První síle účinkovati jest směrem Az , síle druhé směrem Ay . Táhněš-li bodem B přímkou BC rovnoběžně s Ay a BD rovnoběžně s Az , obdržíš pro sílu první dílku AC a pro poslední dílku AD .

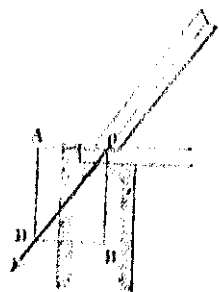
Obr. 81.

Změříš-li nyní obě dílky na daném měřítku, obdržíš $AC \approx 86\frac{2}{3}$ liber a $AD \approx 50$ lib.

Úloha 3. Ve vazbě krovu (obr. 81.) účinkuje směrem kroky tlak 2000 liber. Kterou silou působí tlak ten ve směru vodorovném CA a kterou ve směru švíslem CB , je-li krovek k obzoru úhlem 54 stupňů nakloněna?

Řešení. Považujeme-li CD za výslednici a rozložíme-li ji způsobem

Silový čtverc.



Kterak působí krovka ve vazbě krovu.

právě vyčteným na složky, shledáme, když jsme byli CA a CB změřili, že jest $CA = 1175\cdot6$ lib. a $CB = 1618$ lib.

O kolenu.

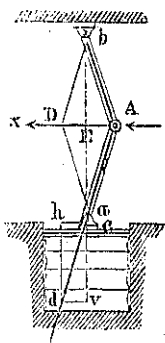
Účinek kolena (obr. 82) vysvětlíme si tím, že sílu zde účinkující na složky rozložíme. V A účinkuje síla, která tlak uskutečňuje, působící směrem Ax . Byla-li by velikost její AD , tož jest složka, kterou se tlak dolů přenáší = Aa . Přeneseme-li Aa do Cd a rozložíme-li sílu tu na složky Ch a Cv , vyznačuje Cv velikost tlaku, který na desku působí. Cv jest však, jak snadno seznati lze, = Ea . Z kteréhož rozkladu a porovnání dále vysvítá, že tlak Ea tou měrou růsti musí, čím úhel kolena bAa větší se stává, t. j. čím více se koleno přímé čáře blíží.

Z výkresu také jest patrné, že tlak Ea ku konci mnohemkrát jest větší nežli tlak AD , kterým síla účinkuje. Za tou příčinou užívá se kolena zhusta při lisech tiskařských a k ražení mincí.

Myslíme-li si, že síla na koleno účinkující místo co by směrem Ax tlačila, směrem opačným táhne, tož uznáme ihned, že pokud úhel bAa velmi jest tupý, pomocí této síly ve směrech bA a aA značný tlak může býti uskutečňován. Kteréhož tahu při obvinování zavazadel našich se užívá. (Srovnej s obr. 79.)

U vesel, plachet, šroubů lodí šroubových, u perutí čili lopat na mlýnech větrných objevuje se podobné sil rozkládání. Jedna složka přichází tu obyčejně na zmar, druhá, která kolmo na plochu těchto přístrojů působí, uskutečňuje žádané pohybování.

Obr. 82.



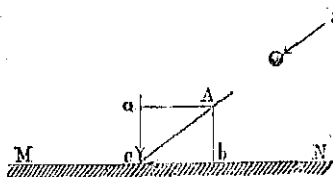
Koleno.

Zákon odrazu pružných kulí.

* Ku konci úvah těchto uvedu ještě příklad, který rozkládání i skládání pohybu zároveň před oči nám přivádí.

Úloha. Hodíme-li pružnou kouli na pevnou rovinu šikmo, kterým směrem brátí se bude odrazivši se od roviny?

Obr. 83.



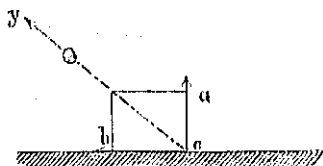
Pohyb koule před rázem.

jeden směrem bc a druhý směrem ac byl veden.

Když byla koule vrazila na rovinu, obrací se poslednějším pohyb směrem ca ve směr protivný; čimež z předcházejícího (§. 58.) že koule, která kolmo na rovinu jest vržena, se od roviny tímže směrem vrací a sice, je-li dokonale pružná, i touže rychlostí, kterou byla dopadla.

Che-li dověděti se, kterým směrem bude pohybovati se koule po rázu, dlužno mi toliko na zmíněnou rovinu postaviti kolnici (obr. 84.)

Obr. 84.



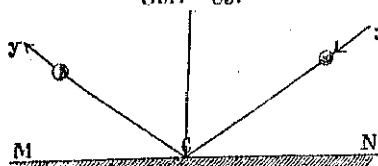
Pohyb koule po rázu

a na tuto zanéstí ca . Ješto rovina nepřekáží kouli, aby směrem cb se pohybovala, tož koule podržuje následkem setrvačnosti i po rázu směr a velikost složky cb . Vnesmež

si tedy od bodu c délku cb na levo. — Koule odražená od roviny, majie vyhověti oběma nutnostem ca i cb , bžší směrem cy , totiž směrem úhlopříčné rovnoběžtka. Každý

z vás znamená však z výkresu, že tak jako xc šikmo k rovině směřuje, rovněž i přímka cy od ní se odchyluje.

Obr. 85.



Zákon odrazu.

Úhel xCN (obr. 85.) nazývá se *úhlem dopadu*, úhel yCM pak slove *úhlem odrazu*.

Takto poznali jsme, proč pružná koule hzena jsouc šikmo na pevnou stěnu musí pohybovati se od ní směrem takovým, aby *úhel odrazu roven byl úhlu dopadu*.

C. O strojích.

§. 83.

Co jsou stroje?

Mám-li dopraviti kámen na lešení, budu moci práci tu rozličným vykonati způsobem. Mohu tam 1) jednoduše kámen vynésti aneb 2) přivázati jej na provaz, vylézt na lešení a vzhůru jej vytáhnouti. 3) Mohu však také vymysleti přístroj, pomocí kteréhož kámen pohodlně budu moci vyzvednouti, veda na př. provaz přes kotouč (kladku) a táhna dále za provaz. Kdyby byl konečně 4) kámen tak těžký, že by síla mých svalův s to nebyla vyzdvihnouti jej, mohl bych užiti přístroje vydatnějšího, vlože na př. mezi působišť své síly a působišť břemena kladek několik (kladkostroj), čímž zdvihnutí kamene usnadněno a ihned umožněno bude. V prvnějších dvou případech nesou celé břemeno, působím tedy silou tak *velkou*, jako jest váha břemena a *týmž směrem* a *touže rychlostí*, kterýmiž i břemeno se pohybuje.

V ostatních dvou případech jest jinak. Byl-li by na př. kámen 6 centů těžký zavěšen na kladkostroji

o šesti kladkách, udržím jej silou jednoho centu. Účinkuji tedy *silou menší, než-li jest břemeno.*

Táhuu zaprovaz dolů, kdežto kámen vystupuje nahoru: účinkuji tedy *jiným směrem, nežli kterým břemeno se béře.*

Konečně znamenám, že když kámen o 1 stopu byl pozdvižen, provaz již o 6 stop dolů byl stažen. Patrně tedy, že břemeno *jinou rychlostí* pohybuje se než síla.

Kladka a kladkostroj jsou *stroje* (mašiny).

Strojem nazýváme každé nářadí, které dopouští, aby se jím buď na síle získalo, buď směr síly změnil, buď konečně rychlost změnila.

Hlavním účelem strojův jest práce. Všecká práce, kterou pomocí hmotných sil provádíme, záleží v tom, že břemeno nějaké zdviháme neb spouštíme, aneb v tom, že jistý tlak na tělo uskutečňujeme, následkem kteréhož buď celé tělo do pohybu přichází, buď jedna část ke druhé se pošimuje, jakož při různých pracích ručních se stává.

Vynalezavý duch lidský vymyslel až dosud značné množství strojův, aby hrubé práce ruční se ušetřilo a aby rychlejším, lucinějším a přiměřenějším způsobem četným neustále se množícím potřebám lidským se vyhovělo. Jsou to na př. stroje šiel, stroje ku předení, ku zpracování kovův a j. Veškeré stroje napodobují více nebo méně práci ruční.

Dříve nežli o strojech samých promluvíme, hodlám seznámiti vás se způsobem, kterým hmotnou práci měříme.

§. 84.

Na čem závisí velikost práce.

Zdvihnu-li jednou kámen 30 liber těžký, po druhé kámen 60 liber těžký, do určité výšky, vynesu-li je na

př. ze dvora do prvního patra týmže způsobem a touže rychlostí, vykonal jsem v druhém případě práci dvakrát větší nežli v prvním, ješto při kamenu, který 60 \mathcal{L} váží s dvojnásobným odporem se potkávám, nežli při kamenu 30liberním. Pročež mohu říci:

1) Čím větší jest váha břemena, které pozdviženo aneb odpor, který překonán býti má, tím větší práci síla vykonává.

Mám-li týž pytel s obilím jednou vynésti do prvního, po druhé do druhého, po třetí do třetího patra, tož konám po druhé dvakrát větší, po třetí třikrát větší práci než poprvé. Předpokládáme-li, že ve všech těchto případnostech týmže způsobem obilí bylo vynášeno, vyžaduje vynesení břemena do výšky dvakrát větší dvojnásobného, do výšky třikrát větší trojnásobného namáhání. Můžeme tedy i tvrditi, že

2) čím větší jest výška, do kteréž břemeno určitou silou dopraveno býti má, tím větší práci síla koná.

§. 85.

Kterak vypočteme velikost práce.

Z předešlých vět vysvitá, že velikost práce, kterou síla nějaká koná, závisí jak na váze břemena, které pozdviženo, tak i na výšce, do které pozdviženo bylo.

Čím větší jest váha a čím větší jest výška tato, tím větší jest práce. *Velikost práce tedy vypočteme, násobíce váhu vyzdviženého břemena výškou, do které bylo pozdviženo.*

Za míru čili za jednici práce přijata vůbec práce: 1 libra vyzdvihnuta 1 stopu vysoko a nazvána **librostopou**. Francouzové přijali za jednici práce *kilogramometr*, totiž 1 kilogram vyzdvižený 1 metr vysoko.

Následující příklad necht' objasní, co právě řečeno bylo.

Úloha. Jak veliká jest práce, kterou vykonala síla vyzdvihnuvši trám 400 liber těžký do výšky 60 stop (ať již beze stroje nebo se strojem)?

Řešení. Břímě váží 400 liber, výška, do které dopraveno bylo, obnáší 60 stop. Součin $400 \times 60 = 24.000$ librostop.

Snadno uznáme, že číslo, které velikost práce vyjadřuje, kolikery připouští výklad a že rozličným může povstati způsobem. Tak na př. jest velikost práce tatáž, ať vyzdvihneme

200 lib.	1	stopu	vysoko	aneb	
100	"	2	stopy	"	"
50	"	4	"	"	"
25	"	8	stop	"	"
1	"	200	"	"	atd.

Ve všech těchto případech obnáší totiž práce 200 librostop.

§. 86.

Práce a doba.

Při stanovení práce sluší také obrátiti zřetel na dobu, ve které práce vykonána býti má. Nejčastěji jde totiž o to, ne snad, aby práce vůbec byla vyvedena, ale aby vyvedena byla v určité době. Síla na př., kterou má se vypumpovati voda dolová ze šachty, činí jen tenkrát úloze své zadost, když vyčerpává vodu tak rychle, jak jí přibývá.

Práce, kterou jest s to vykonati síla v každé vteřině, slouží za měřidlo všech sil.

Vykonala-li na př. síla práci 24.000 librostop ve 2 minutách, tož připadá na 1 minutu polovina, totiž 12.000 a na 1 vteřinu šedesátá část, totiž 200 librostop.

Síla koně.

Abychom stanovíme práci vyhnuli se číslům příliš velikým, zavedena také ještě jiná větší jednice totiž *síla koňská*. Koňská síla obnáší 430 librostop (75 kilogramometrů). Kůň prostředně silný jest totiž s to práci tuto vykonati. Můžeť 100 liber rychlostí $4\frac{1}{2}$ stopy zdvihati, konaje práci tuto po 8 hodin denně.

Asi 7 lidí prostředně silných vykoná touž práci jako kůň. Obnáší tedy síla člověka průměrně $\frac{1}{7}$ síly koně.

Při spouštění břemena vypočítává se práce týmž způsobem jako při zdvihání jeho, protože v obou případech v každém okamžení váhu břemena jest nám překonávati.

Následující výklady ukážou, že pomocí strojův daná práce se neumenší, že však v mnohé příčině jsou užitečny.

§. 87.

Rozdělení strojův jednoduchých.

Veškerý stroje lze na následujících šestero jednoduchých převést. Jsou to: páka, kladka, kolo na hřídeli, plocha nakloněná, klín a šroub.

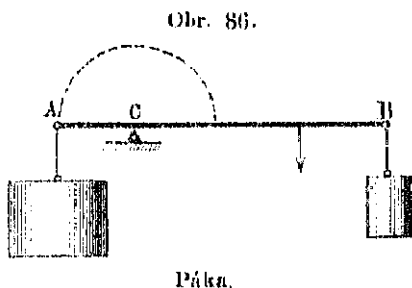
1. O strojích jednoduchých.

§. 88.

O páce.

Páka jest obyčejně neohebná tyč, která bodem otáčecím čili podporou jest opatřena, ač i každé jiné pevné tělo dovolné podoby, které vůkol pevného bodu otáčeti lze, za páku může sloužiti.

Obr. 86. znázorňuje páku. AB jest pevná tyč, C jest bod otáčecí čili podpora. A jest působíště břemena, B působíště síly. Obě síly působí tu svismo dolů.



Rovnováha na páce dvouramenné.

Má-li býti na páce rovnováha, dlužno, aby dle zákona v §. 81. odvozeného *součin ze síly a ramene jejího roven byl součinu z břemene a ramene jeho.*

Dejme tomu, že by břemeno vážilo 200 \mathcal{L} , rameno jeho bylo by 3' a rameno síly 10' dlouhé, tož, označíme-li sílu písmenem S , obdržíme jakožto podmínky rovnováhy následující rovnici:

$$200 \times 3 = S \times 10; \text{ z čehož } S = \frac{600}{10} = 60 \text{ liberám.}$$

Tato síla byla by tedy s to udržeti na páce břemeno 200 liber v rovnováze a síla, jenž by jen maličko byla větší nežli 60 liber, mohla by břemeno do výše zdvihnati.

Počet, který jsme právě provedli, jest jenom přibližný, ješto v něm na váhu ramene páky, kteráž nám přeco také břemeno zdvihnati pomáhá, nijakého nezvali jsme ohledu. Dostatek již menší síla, aby docíleno bylo rovnováhy. Ješto 3 stopy tyče po obou stranách podpory vzájemně se vyvažují, zbývá na straně síly ještě kus tyče 7 stop dlouhý, který dolů tíhne. Těžisko jeho leží $6\frac{1}{2}$ stopy v pravo od podpory. Váž-li kus ten 25 lb., bude moment jeho $= 25 \times 6\frac{1}{2} = 162\frac{1}{2}$ Týž bude účinek síly podporovati, tedy moment břemena zmenšovati.

Odečtemo-li 162 $\frac{1}{2}$ od 600 ($600 - 162\frac{1}{2} = 437\frac{1}{2}$), bude zbytek 437 $\frac{1}{2}$ momentem břemena, jenž moment síly musí se vyrovnati. Musi totiž $437\frac{1}{2} = S \times 10$, z čehož $S = \frac{437\frac{1}{2}}{10} = 43\frac{3}{4}$. Neui tudž potřebí k docílení rovnováhy síly 60 liber, nýbrž dostateč síla 43 $\frac{3}{4}$ libry.

Podobným způsobem mohli jsme také při vypočítávání síly potřebné k vážení vody na váze (§. 81.) přibrati do počtu váhu dřeva, ač tam nebylo toho nutně třeba, protože pro podobu váhy, která jest na jedné straně tenší, těžiště obvyčejně do podpory padá.

Jak se páky rozvrhují.

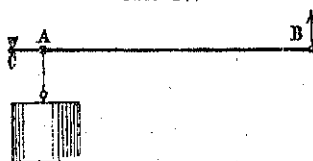
Rozeznáváme páky *přímé* a *lomené*. Páky přímé jsou pak buď *jednoramené*, buď *dvouramené*.

Páka slove *dvouramenou*, leží-li podpora mezi působišťem síly a působišťem břemena. Páka *dvouramená* jest *rovnoramenná*, je-li bod otáčecí od působišťe síly i břemena rovně vzdálen a *nerovnoramenná*, jsou-li vzdálenosti ty nerovné.

Jaká jest páka na obr. 86. vykreslená?

Jednoramenná jest páka tehdaž, když podpora v některém z obou bodův konečných leží, jakož obr. 87.

Obr. 87.



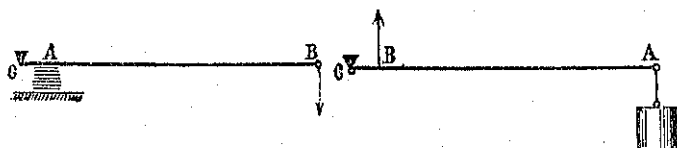
Páka jednoramenná.

ukazuje. Zde jest v *C* bod otáčecí, v *A* působišťe břemena, v *B* působišťe síly. U páky jednoramené jsou ramena vždycky nerovná.

Na obr. 88. a 89. vypočteny jsou dva rozličné způsoby pák jednoramených. Na první páce (obr. 88.) nalezá se působišťe břemena mezi bodem otáčecím a působišťem síly; na druhé (obr. 89.) naproti tomu, leží působišťe síly mezi bodem otáčecím a působišťem břemena.

Obr. 88.

Obr. 89.

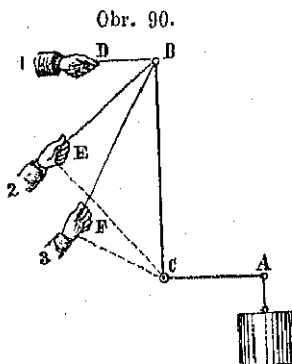


Páka jednoramenná.

Páka jednoramenná.

Páky *lomené* jsou páky dvouramené, jichž ramena úhel zavírají. Obr. 90. znázorňuje podobnou páku.

Z téhož obrazce jest také patrné, že nemůže býti věcí lhostejnou, v kterém směru síla na páku působí. V postavení poznačeném číslem 1, kde síla kolmo na rameno páky působí, jest účinek její největší, v poloze číslem 3 poznamenané nejmenší. V první případnosti jest ramenem síly BC , tudíž rameno největší, v poslední pak rovno jest CF a tedy jest nejmenší.



Páka lomená.

Rovnováha na páce jednoramené.

Také na páce jednoramené otáčecí účinek síly směřuje proti otáčecímu účinku břemena. Má-li být na páce rovnováha, musejí se oba účinky vzájemně rušit, což stává se jen tenkrát, když moment síly rovná se momentu břemena, oba vzhledem k podpoře páky.

Poznačíme-li sílu písmenem P , břemeno písmenem Q , obdržíme pro páku jednoramenou (obr. 87.—89.) srovnalost:

Síla má se ku břemenu, jako rámě břemena k rameni síly

$$P : Q = CA : CB$$

a rovnicí:

$$\begin{array}{ccc} \text{Síla násobena} & \text{rovná se} & \text{břemenu násobenému} \\ \text{ramenem} & & \text{ramenem} \\ P \times CB & = & Q \times CA \end{array}$$

Bylo-li by rameno CB desetkrát delší než CA , potřebuje patrně síla obnášeti toliko desetinu břemena.

Jak patrné jest běžné pojmenování „páka jednoramená“ nepravé, ješto tato páka také má dvě ramena; obě leží na téže straně podpory

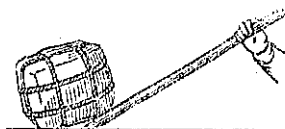
Na páce obrazem 87. vypočtené jest rámě síly větší než rámě břemena. Za kterouž příčinou udržuje menší síla větší břemeno v rovnováze. Jinak jest to při páce na obr. 89. vykreslené. Rámě břemena jest zde větší než rámě síly. Proto má-li být rovnováha, musí být síla vždy větší než břemeno. Podobné páky užijeme jenom v té případnosti, kdy břemenu rychlý pohyb dáti chceme, jako při cepech atd. se stává.

§. 89.

Užití páky.

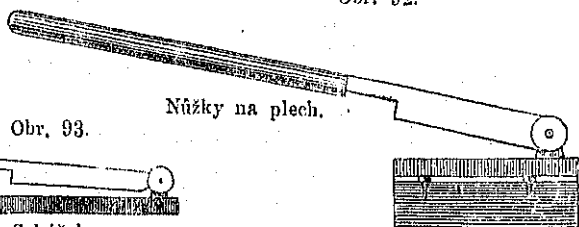
Na zákoně o páce spočívají účinkové sochorův a páčidel (obr. 91.), lopat, hasáků, kladiv strojových, kleští, nůžek, klíčův atd., také zřízení vah, což jsou vesměs páky dvouramené, dále účinkové nůžek na plech (obr. 92.), sekáčkův (obr. 93.), trlic na len (obr. 94.), louskáčkův na ořechy (obr. 95.), perlíkův, trakařův (obr. 96.), vesel, konečně podnožek u brusu, kolovratu a soustruhu (obr. 97.), cepů, páže lidské, kteréž dlužno za páky jednoramené považovati. Páky lomené jsou kliky u dveří, zátažky u zvonků, kladiva k vytahování hřebíků a m. j.

Obr. 91.



Sochor.

Obr. 92.



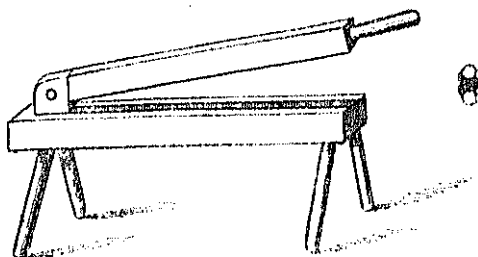
Nůžky na plech.

Obr. 93.



Sekáček.

Obr. 94.



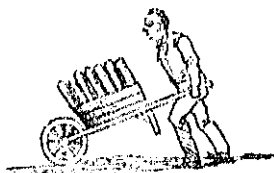
Trlice na len.

Obr. 95.



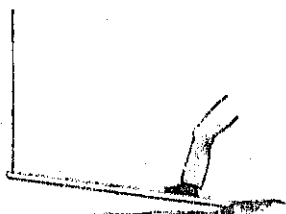
Louskáček na ořechy.

Obr. 96.



Trakař.

Obr. 97



Podnožka.

Ješto dle zákona o páce mechanický účinek síly tím bude větší, čím větší jest ramě síly (za okolností jinak stejných), tož budou také váhy s delšíma raměna citlivější. Páčidla s dlouhou tyčí, lopaty s dlouhou násadou, hasáky s rameny síly dlouhými, nůžky s dlouhými rukovětmi a krátkými břity, kleště s krátkými pysky, klíče se širokými kruhy a úzkými zuby, nůžky na plech s dlouhými rukovětmi a předměty, jež zpracovány býti mají, blízko bodu otáčecího umístěnými, trakaře a kolečka (kolec) s dlouhými rameny atd. dopouštějí, abychom jimi užítím menší síly práce provedli, nežli by v případnosti opáčné možno bylo.

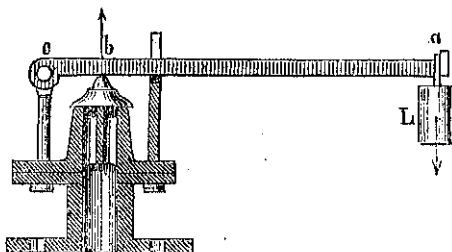
Síla 25 liber tedy dostačí, aby konec kmene 1
zdvihla.

Chceme-li kmen pozdvihnouti výše nežli podpora páky (c) kolík v hasáku) dovoluje, podstrčíme pod pravé rameno páky (b) kolík do otvoru nejbliže vyššího. Po té pozdvihneme levé rameno páky, vstrčíme dolní kolík páky do vyššího otvoru a užijeme ho jako novo pro páku za podporu. Takovým způsobem lze břemeno postavit do výše zvednouti.

Záklopka pojišťovací.

Úloha 2. Má se ustanoviti závaží, kterým při tak řečené *záklopce pojišťovací* obtěžkati by se měla.

Obr. 99.



Záklopka pojišťovací.

Taková záklopka (obr. 99) nachází se na páru kotli za tím účelem, aby otevřela se, jakmile pára kotli přílišného napnutí by nabyla. Pára zjednává tak sama volného průchodu, čímž puknutí kotle zamezuje.

Řešení. Pára tlačí na záklopku zdola nahoru, dělá tomu silou 84 liber. Působíště této síly bude v *b*. Závaží *L*, jež v *a* na konci páky zavěšujeme, jest břemeno *c* jest bodem otáčecím páky. Je-li $cb = 5''$ a $ca = 35''$ musí dle známé věty

síla násobena rame- rovnati se břemenu násobenému
nem ramennem.
 $84 \times 5 = L \times 35$

z čehož obdržíme $L = \frac{8 \times 5}{35} = 12$ librám. Dostačí tedy závaží 12 liber těžké, aby pomocí páky sílu páry 84 liber udrželo v rovnováze.

Mimo závaží tlačí však na záklopku páka svou vlastní vahou. Tlak celkový na záklopku jest tedy poněkud větší, nežli jak jsme jej byli vypočetli.

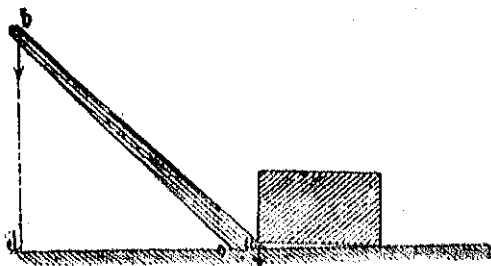
Tlak železná páky ustanovíme jednoduše, položíme-li ji místem *b* na váhy, při čemž tyč *v c* tak jest upevněna, aby otáčeti se mohla. Závaží, kterého jest třeba, aby váhy přišly do rovnováhy, rovná se tlaku tomu.

Připomínám ještě, že kdyby dolní plocha záklopky, na kterou pára rozpínavostí svou působí, 3 čtverečné palce měřila, tehdy by obnášel tlak páry na 1 " 84 : 3 = 28 liber.

Sochor.

Úloha 3. Sochor (obr. 100.), jehož užívá kameník ku zdvihání kamene, jest, jak známo, tyč železná, která na konci tlustším plochou, klinovitou má podobu. Kameník vstrčí klinovitý ten konec pod kámen, jehož pozdvihnouti má, tlačí na druhém konci *b* dolů, kterýž tlak dostačí, aby i větší kameny bez obtíže kolem jedné hrany své byly otočeny.

Obr. 100.



Sochor.

Kdybychom chtěli kámen značnějších rozměrů zdvihnouti bez sochoru, pouze rukama *v a* se ho chopíce, stálo by nás to veliké namáhání čili fyzika.

máhání; neboť vážil-li by kámen jen 4 centy, bylo by nám v a působiti silou 2 centův, abychom jej pozdvihli. Ostatní dva centy spočívaly by na hraně, kolem které kámen otáčíme.

Jak veliká tedy musí býti síla, která v b působí, má-li pozdvíženo býti břemeno 200 lib. a je-li $ac = 3''$, $dc = 30''$?

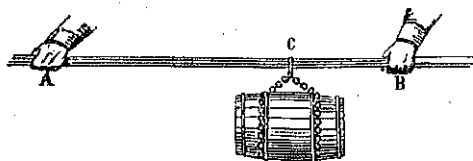
Řešení. Sochor představuje páku lomenou. Její bod otáčecí jest v c , v a jest působíště břemena, v b působíště síly; dc jakožto kolmice spuštěná s bodu otáčecího na směr síly jest ramenem síly. Dle známého zákona o páce musí i zde

$$S \times 30 = 200 \times 3; \text{ tedy } S = 20 \text{ } \mathcal{L}.$$

Dlužno nám tedy pouze silou 20 liber působiti, abychom kámen 400 liber těžký kolem hrany otočili do výše.

* *Úloha 4.* Na tyči (obr. 101.) nesou dva dělníci břemeno 240 \mathcal{L} . První z nich drží tyč v A , druhý v B . Mnoho-li nese každý z nich, je-li břemeno mimo střed tyče na př. v C zavěšeno, při čemž AC 4' a BC 2' zdělí jest?

Obr. 101.



Tyč k nošení.

Řešení. Bylo-li břemeno zavěšeno u prostřed tyče, připadla by na každého dělníka polovina břemena, tedy 120 liber. Ješto však toto u bodu B dvakrát jest blíže než u bodu A , tož bude v B dvakrát větší tlak účinkovati než v A . Rozdělíme-li celé břemeno (240 lib.) na 3 části, budou dvě části tlačiti na B a jedna na A .

Dělník, který tyč v A drží, ponese 80 lib., dělník pak, který ji v B podpírá, ponese 160 \mathcal{L} .

Vědecky mohli bychom danou úlohu takto rozřešiti. Abychom vyzvěděli, jaký tlak na B účinkuje, považujmo A za podporu páky, C za působíště břemena a B za působíště síly. Pak musíme dle zákona o páce $S \times 6 = 240 \times 4$; tedy $S = 160$ lib. Zeela podobně počínali bychom si při vypočtení tlaku na A .

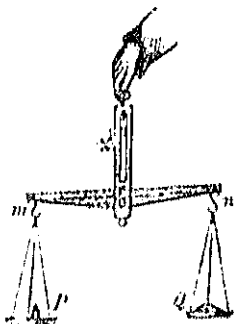
§. 92. Váhy obecné.

Váhy, jichž v pospolitém životě mnohonásobně se užívá, zakládají se rovněž na páce.

Váhy slouží k tomu, abychom jimi věci vážili, t. j. prostou (absolutní) váhu jejich ustanovovali. Váhy jsou buď rovnoramenné, buď nerovnoramenné.

Váhy obecné (obr. 102.) záleží z páky rovnoramenné tak zvaného *vahadla mn*. U prostřed vahadla jest pevná osa, která ve *vidlici* spočívá. Abychom rychle a jistě poznali, zda vahadlo má polohu vodorovnou čili nie, upevněn jest nad osou kolmo na vahadlo *mn* tak řečený *jazyček z*, který nabude téhož směru jako vidlice, jakmile vahadlo vodorovně stojí.

Obr. 102.



Váhy rovnoramenné.

Vahadlo zhotoveno jest z látky dovolné, přiměřeně pevné a musí být tak zřízeno, že jsouc neobtěžkáno vždy polohu vodorovnou zajme. Kterémuž požadavku nejjednodušejí tím způsobem vyhovíme, dáme-li oběma ramenám podobu zcela souměrnou (symetrickou) a váhu rovnou.

Vahadlo musí míti dále tu vlastnost, že kdykoliv je z polohy vodorovné přivedeme, po několika kyvoch opět do této polohy se vrátí. Čehož docílíme dádouco

vahadlu podobu takovou, aby těžiště jeho svismo *pod* osou otáčecí, tedy ve směru jazýčku leželo. Pročež dělá se uprostřed širší a zúžuje se stejně k oběma koncům.

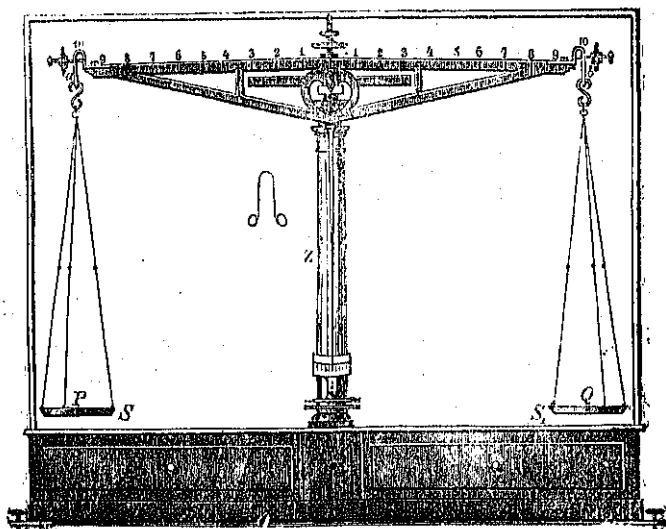
Na obou koncích vahadla zavěšeny jsou misky, z nichž jedna ustanovena jest pro zboží, druhá pro závaží. Misky jsou rovně těžké, tak že vahadlo i tenkrát v poloze vodorovné zůstává, když na něm jsou zavěšeny.

Z toho, co pověděno bylo o páce, následuje, že *na vahách rovnoramenných jen tenkrát bude rovnováha, když zboží bude tak těžké jako závaží.*

Kterým způsobem se zboží váží, netřeba vykládati.

Váhy jsou rozličného způsobu dle předmětův, které na nich vázeny býti mají; každý ví zajisté, že lékárník neb zlatník jemnějších vah potřebuje než řezník neb obchodník v železe.

Obr. 103.



Chemické vážky.

Váhy krámské držíme volně v ruce, vážky chemické (obr. 103.), jejichž jazýček dolů jest obrácen, spočívají na svislém sloupci. Váhy

věšší bývají obyčejně zavěšovány. Váhy ve skladech na proti tomu bývají na silných tyčích upevňovány. Tyčím tím dlužno dáti takový průřez, aby měly dostatečnou pevnost, kterou by potřebný odpor kládly síle, váhy dolů táhnoucí. Tato síla, jak se samo sebou rozumí, záleží ve váze vah a dvojnásobné váze největšího zboží, které na vahách odvážití se má.

§. 93. Váhy musejí býti pravé a citlivé.

Váhy musejí býti přede vším *pravé* a mimo to nesmějí postrádati onoho stupně *citlivosti*, který účelu, k jakému se jich užívá, jest přiměřen.

Váhy nepravé nejsou k potřebě. *Váhy obecné jsou nepravé, mají-li ramena* (t. j. vzdálenosti bodů *m* a *n*, v nichž jsou misky zavěšeny (obr. 102.), od osy vahadla) *nerovně dlouhá*. Udávát přiložené závaží jen tenkrát váhu zboží správně, když obě ramena vah rovně jsou dlouhá.

Jak vyzvime však, zda-li jsou váhy pravé? Poskytuje-li vodorovná poloha vahadla, když váhy jsou neobtěžkány, dostatečného rukojemství jich pravosti?

Staví-li se vahadlo do polohy vodorovné, není to ještě dostatečnou známkou pravosti vah, protože i nerovně dlouhá ramena polohu tu mohou zajmouti. — Můžeť býti delší rameno slabší.

V té příčině provádí se zkouška nejspolehlivější taktó. Když jsi se byl přesvědčil, že vahadlo se zavěšenými miskami neobtěžkanými jest v rovnováze, vlož na jednu misku zboží a na druhou tolik závaží, až vahadlo vodorovné nabude polohy. Nyní vlož závaží do misky, kde bylo zboží a zboží do misky, kde bylo závaží a popatři, zdali i nyní jest rovnováha. Je-li, tož jsou váhy pravé a správně zdělány. Kdyby však váhy této zkoušky nesnesly, pak byla ramena jejich nerovně dlouhá a vah samých k obyčejnému vážení nelze potřebovati.

Kdybychom na takové chybné váhy byli odkázáni, tož lze i pomocí jich správně až poněkud obšírně vážit.

K tomu účelu dejme zboží na jednu miskou a na druhou miskou tolik táry (t. j. broků, suchého písku, hřebíků, granátů atd.) až nastane rovnováha. Po té sejmeme zboží s misky a dejme na místo jeho tolik závaží, až opětně váhy rovnováhy nabudou. Závaží ta nahrazují patrně váhu zboží i oznamují tedy zevrubně váhu jeho.

Váhy jsou *citlivé*, když i nejnepatrnější převažek na jedné misce vyšinitím jazýčku oznamují. Čím menší pak převažek dostačí, aby vahadlo z rovnováhy přivedl, tím citlivější jsou váhy.

Dobré váhy, jichž k obyčejnému správnému vážení potřebovati lze, musejí míti nejméně citlivost $\frac{1}{50000}$, t. j. když jsme byli na každou miskou 1 libru vložili, musí $\frac{1}{16}$ gránu, kterou na jednu miskou přidáme, patrnou odchylku způsobiti.

Obratní strojnici zhotovují nyní na mnohých místech zcela pravé a velmi citlivé váhy, neboť lučební skoumání, kterému za naší doby zaslouženého uznání se dostalo, drahně jich má zapotřebí.

V sestrojování vah docíleno již tak veliké dokonalosti, že váhy, které i citlivost jedné millontiny mají, žádnou zvláštností více nejsou. Takové váhy majíce každou miskou 1 kilogrammem (1,000.000 miligramů) obtěžkanou již převažkem 1 miligramu patrnou dávají odchylku.

§. 94. * O citlivosti vah.

Zkoumejme nyní okolnosti, na kterých citlivost vah závisí.

Zevrubně pozorování sil, které na obou ramenech vahadla působí, poučuje nás, že jsou váhy citlivé:

1. Jsou-li ramena jejich co možná dlouhá a při tom možně lehká. Za tím účelem dělají se ramena tak dlouhá, pokud jenom pohodlné ovládnutí jich tomu připouští a nehmotná (masivní) nýbrž prolamovaná.

2. Leží-li těžiště vahadla jakož i přímka, která závěsné body obou misek spojuje, co možná blízko *pod* osou otáčecí, aniž by však s ní v jedno padaly (srovnej §. 65).

Má-li totiž vahadlo z polohy vodorovné býti vyšínuto, musí převažek, který na konci ramene účinkuje, tíži vahadla, jejíž působíště v těžišti vahadla leží, dále tíži zboží i se závažími a miskami, jejichž působíště ve výše zmíněné přímce spojovací leží, překonati.

Z toho vysvítá, že čím blíže ony dva body u osy otáčecí leží, tím menší budou ramena, na která tíže pohyblivé části vah působí a tím menší převažek dostačí, aby tíži překonal a váhy z polohy vodorovné vyšínul.

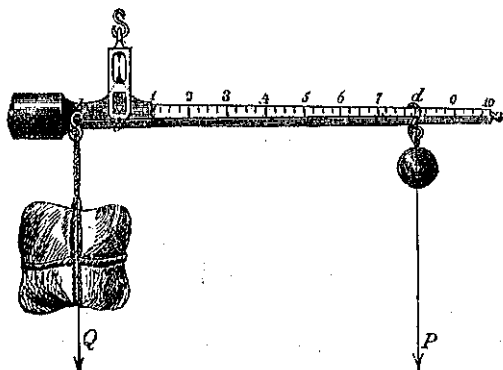
3. Je-li tření na vahách možně malé. K tomu konci dělá se osa otáčecí ostrá a ostří její klade se na velmi tvrdou podložku z ocele neb achatu.

§. 95. Přezmen.

K vahám nerovnorameným náleží *přezmen*, jinak také *mincířem* neb *vahou římskou* zvaný. U přezmenu jest rámě síly větší nežli rámě břemena a můžeme na něm pomocí jediného závaží odvážití nejenom předměty značné váhy, nýbrž i rychleji nežli na vahách obecných se stává. Váha jest tak zřízena, že když je neobtěžkána, rameno kratší s miskou ramenem delším se vyrovnává. Závaží, jež na delším rameni sem a tam posouvati lze a které zboží zavěšené na kratším rameni v rovnováze udržuje, nazývá se *běhoum*.

Obr. 104. vypodobňuje přezmen. Zde jest *b* závěsným bodem zboží, *c* bodem otáčecím váhy a *d* závěsným bodem běhouna *P*, který obyčejně jednu neb více liber váží. Je-li $cb = cd$ t. j. když v rovnováze vyrovnávají se vzdálenosti závěsného bodu zboží a závěsného bodu běhouna od bodu otáčecího, tož jest váha zboží rovna váze běhouna. Je-li za téže vzdálenosti zboží vzdálenost běhouna od bodu otáčecího dvakrát, třikrát,

Obr. 104.



Přezmen.

čtyřikrát větší, bude váha zboží dvakrát, třikrát, čtyřikrát větší než váha běhouna, protože v těchto případnostech rameno síly 2krát, 3krát, 4krát atd. větší jest než rameno břemena.

Abychom vzdálenosti ty nemuseli teprv odměřovati, nachází se na delším rameni rozdělení. Majíce jakýsi cvik budeme moci velmi rychle určovati váhu zboží, při jehož odvažování o velikou přesnost naběží. Na obr. jest $ca = 8cb$. V tomto postavení běhouna udrží každá libra jeho 8 liber zboží v rovnováze.

Abychom jak těžší tak také i lehčí věci pohodlně mohli vážiti, k tomu máme dva prostředky; buď totiž užijeme rozličných běhounův, aneb zboží na rozličné body zavěšujeme. Zavěsíme-li na př. zboží do prostřed mezi bod b a c , tu nabude tentýž běhoun dvojnásobné hodnoty.

Mimo tyto váhy jsou ještě: *vážky s ručičkou* k odvažování psaní. Vážky takové nejsou obyčejně nic jiného než páka lomená. *Vážky pružné* (srovnej s §. 58), při nichž pružné péro stlačujíc se váhu zboží určuje; konečně váhy *decimální a mostné*, kteréž při strojích složených popíšu.

§. 96. O kladce.

Kladka jest kotouč, který kolem osy procházející středobodem jeho otáčetí lze. Osa leží v tak zvané vidlici. Na obvodu kladky nachází se žlábek, aby provaz neb řetěz, na nichž síla a břemeno účinkují, s ní nesjížděly.

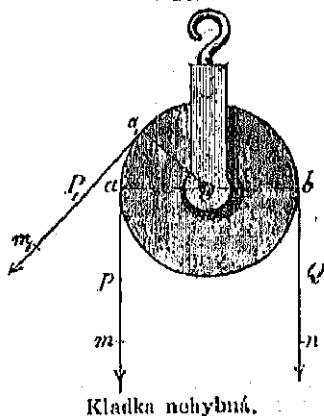
Rozeznáváme dva druhy kladek: nehybnou a hybnou. *Nehybná* jest kladka tenkrát, když středobod její při práci na tomže zůstává místě. Jest-li však tento bod při práci se buď zvedá buď spouští, slove kladka *hybnou*.

§. 97. O kladce nehybné.

Na kladce nehybné rovná se síla vždycky břemenu. Kladka nehybná působí totiž jako páka rovnoramenná, jejíž bod otáčení v c , rámě břemena = cb , rámě síly = ca , dle čehož tedy síla rovná býti musí břemenu.

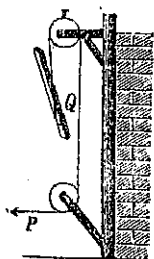
Táhneme-li tudíž pomocí nehybné kladky břemeno do výše, nezískáme ničeho na síle, ovšem ale poskytuje nám kladka prospěch ten, že můžeme ve směru dovolném, který jest nám pohodlný, účinkovati. Přiložené obrazy znázorňují některé z četných případností, při nichž kladky nehybné se užívá, a sice: při stavbě (obr. 106.), při zavírání dveří (obr. 107.). Obr. 108. znázorňuje, kterak člověk sám sebe může vyzvednouti.

Obr. 105.

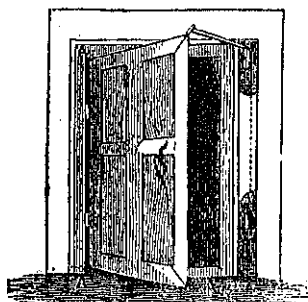


Kladka nehybná.

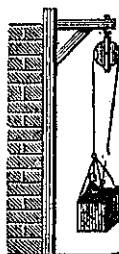
Obr. 106.



Obr. 107.



Obr. 108.



Užití kladky.

Kladky nehybné užívá se obyčejně jen co stroje pomocného ve spojení s jinými stroji. Mezi jiným objevuje se také u beranidla.

Beranidlo.

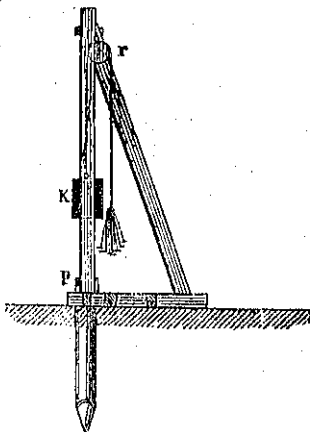
Úloha 1. Beran (obr. 109. K) 240 \mathcal{W} těžký zdvihá 8 mužův pomocí kladky nehybné r; jakou silou musí každý z nich zdvihaje beran účinkovati?

Řešení. Síla, jak známo, rovná se břemenu. Aby 240 \mathcal{W} bylo vyzdviženo, dlužno každým okamžikem překonávati váhu tuto, každý muž musí tudíž účinkovati silou $240 : 8 = 30 \mathcal{W}$.

Úloha 2. Jakou práci vykonalo oněch 8 mužův, vyzdvihnou-li beran do výše 6 stop?

Řešení. Dle §. 85. jest práce $240 \times 6 = 1440$ librost. = 3.35 koňským silám.

Obr. 109.

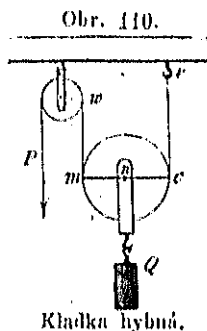


Beranidlo.

Pokud beran na jehlu P padá, působí naň tíže, která vykoná práci rovnou té, již bylo nám užiti, aby-
chom beran vyzdvihli. Tutéž práci přenáší tedy beran
na jehlu. V našem příkladě zaráží se jehla do země
silou $3\frac{1}{3}$ koně.

§. 98. O kladce hybné.

Na kladce hybné (obr. 110.) zavěšeno jest břemeno v středobodu jejím. Jeden konec provazu, který kolem kladky se vine, jest upevněn (v bodu v), druhý volný konec jde obyčejně ještě přes kladku nehybnou a na něm působí síla P . Ješto část břemena pevným bodem v jest nešena, zbývá na sílu P toliko zbytek břemena.



Mají-li provazy směry rovnoběžné, lze pomocí hybné kladky udržeti v rovnováze břemeno dvakrát větší nežli jest síla.

Kladku hybnou mohli bychom totiž v rovnováze nahraditi pákou jednoramenou, jejíž podpora nachází se v c a na níž nc ramenem břemena, mc pak ramenem síly jest. Ješto zde rámě síly dvakráte jest větší nežli rámě břemena, bude v rovnováze síla rovna polovině břemena.

Úloha. Má se vyzdvihnouti břímě 200 \mathcal{L} pomocí kladky hybné; jaké síly jest k tomu potřeba, mají-li provazy směry rovnoběžné?

Řešení. Síla musí vyrovnati se polovině břemena, obnášit tudíž 100 liber. — Kdyby provazy rovnoběžného směru neměly, bylo by větší síly třeba.

Poměr výše položený platí pouze pro rovnováhu. Má-li se však břemeno zdvihnouti, tedy pohybovati, dlužno mimo váhu jeho jiné ještě překážky překonati; jako jsou tření osy (čepu) v ložisku kladky a neohebnost provazu. Kteréž dvě překážky lze průměrně počítati na pětinu až desetinu břemena. Následkem překážek těchto dlužno při porovnávání síly s břemenem břemeno o pětinu zvětšiti.

V uvedené úloze bylo by tedy k pohybování třeba síly nikoliv 100, nýbrž 120 liber.

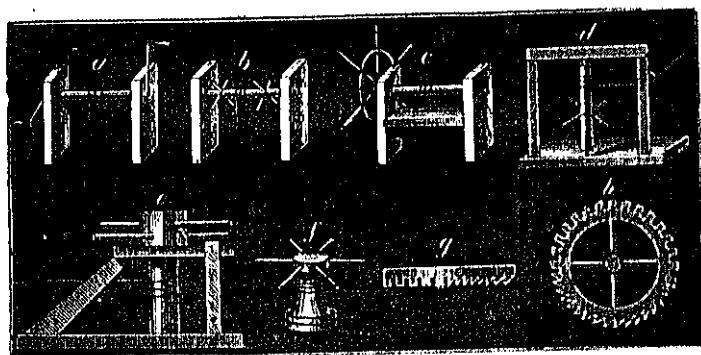
Každý z vás snadno nabude přesvědčení, že i při kladce hybné, pakli na tření a neohebnost provazu ohledu nebereme, práce, kterou koná síla, vyrovná se práci, kterou stroj vykonává. Kolikrát jest síla menší než břemeno, tolikrát musí konati větší dráhu než ono. Následkem překážek však jest práce síly v každé případnosti větší nežli práce břemena.

§. 99. Kolo na hřídeli.

Kolo na hřídeli skládá se z válce (*hřídele*), na němž na provazu břemeno jest upevněno a z kotouče (*kola*), na jehož obvodu síla působí a který jest s hřídelem pevně spojen.

Místo kola bývá často na hřídeli klika, kterou hřídel se otáčí, jako při rumpálu (vrtidle, obr. 111. a),

Obr. 111.

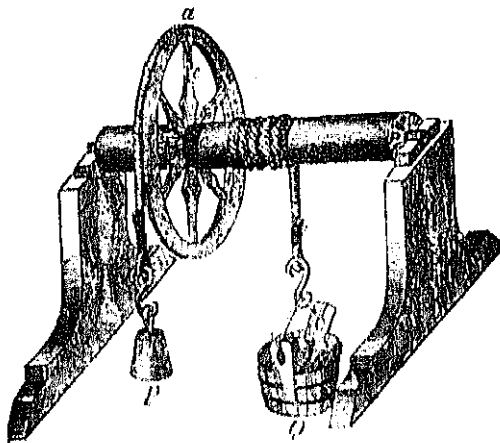


Kola na hřídeli.

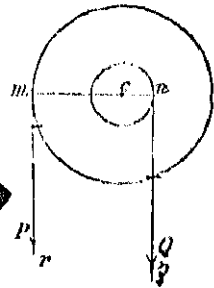
aneb prostrkávají se hřídelem tyče, na nichž síla působí, jako při *rumpálu křížovém* (obr. 111. *b*), *motovidle křížovém* (obr. 111. *c*) a *vratidlech* (obr. 111. *d*). Tolikéž i *stožár* (obr. 111. *e, f*), *stojaté vratidlo* ku zdvihání stavebních hmot, podobný jemu *žentour*, dále *kolo šlapací*, *všecka kola ozubend* atd. nejsou nic jiného nežli kola na hřídeli.

Kolo na hřídeli (obr. 112. a 113.) není v podstatě nic jiného, nežli páka dvouramená s rameny nerovně dlouhými. Při tom jest *c* bodem otáčecím, (kterýmž prochází osa hřídele), poloměr hřídele *nc* ramenem břemena *Q* a poloměr kola *mc* ramenem síly *P*. *Kolikrát jest poloměr kola (ramě síly) větší, nežli poloměr hřídele (ramě*

Obr. 112.



Obr. 113.



Kolo na hřídeli.

břemena), *tolikrát bude v rovnováze síla menší nežli břímě*. Je-li poloměr kola 10krát větší nežli poloměr hřídele, udrží na něm na př. síla 40 \mathcal{L} břemeno 400 liber v rovnováze. Za to však, jak z obrazu našeho snadno lze dovtipiti se, koná síla dráhu právě tolikrát větší, a tak i zdo jest práce síly rovna práci břemena.

Úloha. Jak veliká musí býti síla P , která — jak obr. 113. ukazuje — na obvodu kola působí, má-li udržeti v rovnováze břemeno $Q = 112$ liber pomocí kola na hřídeli, jehož poloměr kola $cm = 3$ stopám a poloměr hřídele $cn = 3$ palcům?

Dle zákonu o páce jest $P \times 36 = 112 \times 3$, z čehož síla $P = 9\frac{1}{3} \mathcal{L} = \frac{1}{12} Q$.

Síle bylo by dle předešlého při zdvihání břemena opisovati také 12krát delší dráhu, nežli kterou koná břemeno. Následkem *tření* a *neohebnosti* provazu však potřebí jest k pohybování břemena síly poněkud větší, nežli jak jsme tuto vypočetli. Kterouž sílu najdeme, když hřímě o $\frac{1}{5}$ až $\frac{1}{3}$ zvětšíme a pak teprv výše uvedený počet provedeme. Bude tedy potřebí síly 11—12 liber.

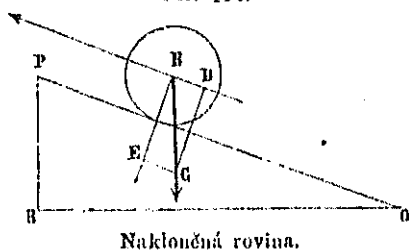
§. 100. O nakloněné rovině.

Každý z vás ví, že stojí většího namáhání sud, zboží neb těžký kámen kolmo na práh neb na vůz vyzdvihnouti, nežli předměty ony po prknech neb tyčích šikmo ležících do výše vyvaliti neb vyšoupnouti, jakož se stává, když pomocí líhy na vozy se nakládá aneb když při stavění domů stavební hmoty po chodbách na lešení se dopravují. Rovněž jest vám známo, že práce ta tím snažší jest, čím méně příkrá jest dráha, t. j. čím delší jest tato u porovnání s výškou, které se má dosáhnouti. Konečně lze pozorovati, kterak dělníci, majíce břemena tímto způsobem do výše vyzvednouti, práci svou tím si usnadňují, že tlačí neb táhnou směrem co možná rovnoběžným se šikmou drahou.

Jest tudíž takováto šikmá dráha aneb jak se nazývá *rovina nakloněná* také strojem. Přistupme blíže k posouzení tohoto stroje.

Vykreslíme-li si v průřezu podobnou nakloněnou rovinu PQR a předmět, který vyzvednut býti má na př. sud (obr. 114.), tož seznáme hned, že rovina ta jako

Obr. 114.



Nakloněná rovina.

podpora pomáhá nésti předmět, který na ní leží. Rozložme si váhu předmětu, která vyznačena jest přímkou BG ve složky BE a BD (dle §. 82), z nichž jedna kolmo na nakloněnou rovinu, druhá rovnoběžně s ní působí. Tlak, který kolmo na nakloněnou rovinu působí, ruší se pevností roviny, čili jinými slovy, nakloněná rovina nese onu část celé váhy těla, která přímkou BE jest vyznačena.

Jest tudíž vnější síle K toliko jednu složku BD překonávati, aby předmět na nakloněné rovině v rovnováze udržela. Složka BD slove *váhou svahovou* (relativní), na rozdíl od *váhy prosté* (absolutní) BG . Běží tedy nyní o to, abychom ustanovili, jak velká jest složka BD u porovnání s váhou předmětu.

Měřičtvi učí, že trojúhelníky BEG , BDG a PQR jsou si podobny a lze následující srovnalost z nich odvoditi:

$BD : BG = PR : PQ$, kteráž slovy vyjádřena takto zní: *Váha svahová má se k váze prosté jako výška nakloněné roviny PR k délce její PQ .*

Působí-li síla K ve směru protivném k složce BD , tedy také rovnoběžně s PQ , (což předpokládáme), tož musí co do velikosti síle té se vyrovnati t. j.

Působí-li síla rovnoběžně s délkou nakloněné roviny, musí v rovnováze síla míti se k břemenu jako výška nakloněné roviny k délce její.

Přejdeme-li z rovnováhy na skutečnou práci, obdržíme:

Součin ze síly a délky nakloněné roviny rovná se součinu z břemena a výšky její.

Opíše-li totiž působíště síly dráhu, která rovná se buď celé délce nakloněné roviny, buď nějaké části její, tož proběhne působíště břemena dráhu rovnou buď výšce nakloněné dráhy buď přiměřené části její.

Úloha. Sud 400 \mathcal{L} těžký má spuštěn býti po lize. Jaké síly bude k tomu třeba, je-li výška nakloněné roviny 4 stopy a délka 10 stop, působí-li síla rovnoběžně s délkou a neběreme-li ohledu na tření mezi lihou a sudem?

Řešení. Téže síly, které by bylo třeba, aby břemeno do výše se vyvalilo. Proto napíšeme:

Síla násobena délkou rovná se břemenu násobenému výškou nakl. roviny.

$$S \times 10 = 400 \times 4,$$

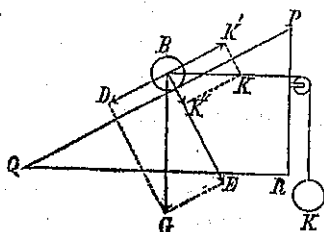
z čehož obdržíme, že síla 160 liber obnáší.

Tření mění značně poměr rovnováhy na nakloněné rovině; ztěžuje velice pohyb břemena do výše a usnadňuje naproti tomu spouštění jeho, zamezujíc, aby dolů se neskulilo neb nesesyklo.

* Působí-li síla K jako na obrázci vedle položeném vodorovně, tedy rovnoběžně se základnou QR , tož musí býti větší nežli v případnosti prvnější, neboť tentokráte neúčinkuje celá proti síle

BD , nýbrž toliko složka její OK' , kterou obdržíme rozložíc BK ve složky, z nichž jedna rovnoběžně s délkou QP a druhá kolmo na ni působí. Je-li $BK' = BD$ t. j., je-li síla s břemenem v rovnováze,

Obr. 115.



Nakloněná rovina.

tož obdržíme, ještě také HK , BGD a PQR jsou trojúhelníky podobné:

$$BK : BD (= BK') = QP : QR \text{ a}$$

$$BG : BD = QP : PR.$$

Ana z první srovnalosti následuje rovnice

$$BD \cdot QP = BK \cdot QR \text{ a z druhé:}$$

$$BD \cdot QP = BG \cdot PR, \text{ jest také:}$$

$$BK \cdot QR = BG \cdot PR \text{ aneb:}$$

$$BK : BG = PR : QR \text{ t. j.}$$

Působí-li síla rovnoběžná se základnou nakloněné roviny, nastane rovnováha, má-li se síla k břemenu jako výška nakloněné roviny k základně její.

Druhá složka K'' zveličuje v této případnosti jen tlak na nakloněnou rovinu. Také seznáváme, že prospěšnější vynaložena jest síla, účinkuje-li rovnoběžně s délkou nakloněné roviny.

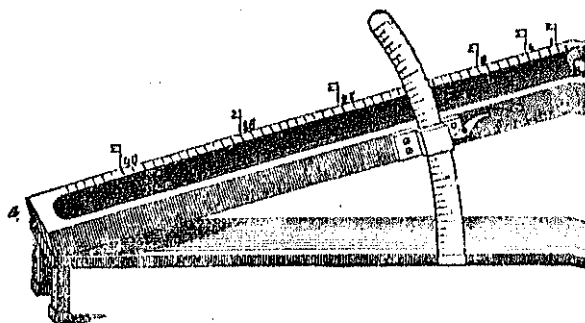
§. 101. Pohyb těl po nakloněné rovině.

Tažme se nyní, co se stane, kdyby provaz při sponštění se přetrhl.

Každý z vás řekne, sud se skulí dolů. Pravdu díto, avšak jaký bude pohyb tou? Ti, kdož se zákony pohybu dříve vyloženými se seznámili, odpovědí zajisté: pohyb na rovině nakloněné bude rovnoměrně zrychlovaný, neboť na sud neb jakýkoliv jiný předmět, který po nakloněné rovině se pohybuje, působí tíže po celé pohybování. Sud bude z počátku zvolna, po té vždy rychleji a rychleji se pohybovat. *Zrychlování* pohybu t. j. délka, o kterou dráha v každé následující vteřině větší jest nežli v předcházející — není sice na nakloněné rovině tak veliké jako při volném pádu, ještě po ní jenom část váhy (váha svahová) pohybující se tělo dolů pudl, avšak znamenati je můžeme přec vždycky a sice tím spíše, čím větší sklon rovina má. I na sobě můžeme zrychlování znamenati, hůžme-li s vřehu dolů. Tělo

naše bude při tom snažiti se, aby každým okamžikem rychleji se pohybovalo, a utíkaj muset užiti značné protisily, aby zrychlováním těla nebyl přemožen. — Obr. 116. vypořádňuje pomocí jehož zrychlování na rovině nakloněné niti lze.

Obr. 116.



Stružka Galileiho.

Má-li na př. nakloněná rovina délku 100 stop a 1 stopy, tož obnáší relativní váha jen $\frac{1}{15}$ celé váhy a proto chování také jen $\frac{1}{15}$ zrychlování, které tíže při volném pádu způsobuje (30 pařížských stop), tedy 2 stopy. Proběhne tud

za 1 vteř. 1 stopu		za 4 vteř. 16 stop
" 2 " 4 stopy		" 5 " 25 "
" 3 " 9 "		" 6 " 36 "

Laviny valíce se s vysokých vrchův do údolí pohybují rychlostí přibývající. Přisedše do údolí mají rychlost tak a vše, co se jim v cestu staví, ničí a spustošují.

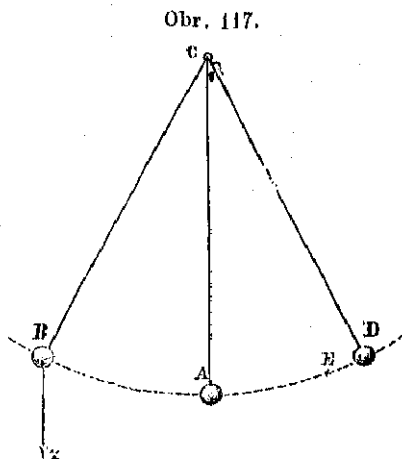
Těla kulatá budou se patrně po nakloněné (na př. po prknu šikmo položeném) pohybovat dolů drahou nejkratší. Ne tak těla nekulatá; v oblouku a spadávají po kraji prkna dolů. okolnosti užívá se při rozdělávání brokův kul nepravidelných.

§. 102. O kyvadle.

Každé těžké tělo — na př. železná neb olověná koule — které zavěšeno jest na niti neb tyči, slove *kyvadlem*.

Nit neb tyč kyvadelná bude míti v rovnováze směr svislý.

Vyšinu-li kouli *A* (obr. 117.) z rovnováhy — přiveda ji do *B* — a pak ji pustiv, tož nepadne směrem *Bz*, nýbrž musí, pohybujíc se dolů, následkem pevnosti niti *BC* bráti se předepsanou dráhou *BA*. Jest to tak, jakoby koule po nakloněné rovině z počátku přikrá, po té vždy plošší a plošší



Kyvadlo.

spadávala. Koule řídíc se zákonem dosti zaplaceným pohybuje se poněnáhu rychleji a nabývá v *A*, tedy v bodu nejnižším, rychlosti největší. V tomto bodu měla by se náhle zastaviti, ješto nemůže více hloub padati, avšak následkem setrvačnosti pohybuje se dále a sice rychlostí, které na dráze *BA* nabyla. Kdyby nebylo odporu vzduchu, dostala by se koule do bodu *D*, který leží tak vysoko, jako *B*, neboť může rychlosti, které od tíže na dráze *BA* nabyla, opět jen na rovnou velikou, stejně položenou a do výše jdoucí dráze *AD* pozbyti. Přišedši do *D* měla by se koule znova zastaviti, ješto však tíže pořád na ni působí, musí vrátiti se a

obloukem DA padají zrychlovaně, v oblouku pak AB poněmáhlu vystupují, zpozdovaně se pohybují.

V B nastane popsáný právně pohyb znova a kdyby nebylo překážek, musela by koule bez přestání sem a tam se pohybovati. Dráhu BAD aneb DAB , kterou koule probíhá, nazýváme *kyvem*.

Až dosud pozorovali jsme kývání kyvadla bez ohledu na odpor vzduchu. Obrátíme-li však zřetel také k této překážce, kteráž patrně k tomu přispívá, že kouli rychlosti ubude, pochopíme, že koule již dříve než v bodu D , na př. v E , rychlosti své bude pozbavena a že tudíž s bodu níže položeného se vrátí, nežli s kterého sem se byla dostala.

Kyvadlo bude tudíž opisovati vždy menší a menší oblouky, až konečně úplně se zastaví, polohy stálé nabudou.

Z téže příčiny vahadlo byvší z rovnováhy přivedeno, rovněž sem a tam se kývá. Jest to tak, jakoby váha jeho, kterouž v těžišti soustředěnu mysliti si můžeme, v bodu otáčecím vah byla zavěšena. Kolébky, houpačky a jiné podobné přístroje zakládají se rovněž na zákonu o kyvadle.

§. 103. Užití kyvadla k řízení hodin.

Nejrozsáhleji užívá se kyvadla jakožto rovnatele (regulatoru) hodin. Kyvy téhož kyvadla, jakkoliv poněmáhlu jich ubývá, trvají přec veskrz rovnou dobu — jsou rovnodobé.

Kyvadla delší kývají se zdlouhavěji, t. j. vyžadují delší doby ku svým kyvům, než-li kyvadla kratší.

Hvězdáři zovrubným pozorováním seznali, že kyvadlo, které *něco přes 3 stopy (3'144')* dlouhé jest, v našich krajinách k jednomu kyvu dobu jedné vteřiny (sekundy) vyžaduje. Takové kyvadlo slove *sekundové*.

Kyvadlo, které poloviny sekundy oznamovati by mělo, nesmí míti polovici délky kyvadla sekundového, nýbrž *čtvrtinu* jeho. Takové kyvadlo bude tedy asi $\frac{3}{4}$ stopy dlouhé. Dělicí totiž délku kyvadla sekundového na 4 ($= 2 \times 2$), 9 ($= 3 \times 3$), 16 ($= 4 \times 4$), 25 ($= 5 \times 5$) atd. částí, obdržíme délku kyvadel, které 2, 3, 4, 5 atd. kyvů za vteřinu dělají. Pro větší pohodlí užívá se v praxi jen zřídka kyvadel sekundových, nýbrž nejčastěji takových, která za vteřinu 4 až 6 kyvů vykonávají. Kyvadlu u hodin kyvadelných dává se podoba kovové čočky, která na dřevěné neb kovové tyčce tak jest upevněna, že ji na horu neb dolů lze posouvatí. Pomocí šroubu přivádí se pak čočka do té polohy, která, aby hodiny dobře šly, potřebnou se vidí.

Nejmenší změna v délce kyvadla má patrný vliv na chod hodin. Skrátkno-li kyvadlo sekundové o $\frac{1}{1000}$ palec, zrychlíme tím již pohyb jeho ve 24 hodinách o 1 vteřinu.

Zákony kyvadla objevil Galilei (1602), který jsa ještě velmi mlád náhodou v chrámu Pisanském kyvání lampy na klenutí zavěšené pozoroval.

Hodiny kyvadelné pohybují se buď pružným pérem buď závažím. U hodin s pérem zastupuje kyvadlo řídící účinek nepokoje (§. 58). U hodin se závažím (na věžích a na stěnách) jest kyvadlo silou řídící, váhu závaží pak, které na šňůře kolem válce ovínuté bývá zavěšeno, jest silou pohybovací.

Tou měrou totiž, kterou závaží těchto hodin klesá, otáčí se válec kolem své osy a s ním též ozubené kolo, které do jiného kola zasahuje, čímž celý kolostroj do pohybu se přivádí.

Závaží muselo by vlivem tíže vždy větší a větší rychlostí dolů padati, což mělo by za následek, že by i kolostroj postupno vždy rychleji se pohyboval. Tomu však nedopouští kyvadlo, které pomocí kotvice 162

(obr. 118.) do zubů kolečka stou-
pavého hned v pravo, hned v levo
zapadajíc pohyb zrychlovaný v po-
hybování rovnoměrné přeměňuje.

Na druhé straně zase spůso-
buje závaží, že oblouků kyvu,
přes všechny překážky (tření po-
vstalé otáčením koleček a odpor
vzduchu), jež zameziti nelze, neubývá,
protože přerušené zrychlování kolo-
stroje na kotvici po každém kyvu
slabými ústrky účinkuje.

Jak se samo sebou rozumí,
musí pudné závaží jakož i váha
čočky kyvadelné s velikostí kolo-
stroje býti v jistém poměru. Také nesmějí úhly kyvů
býti veliké, protože jen tenkrát doba kyvů nezávisí na
obloucích, které kyvadlo opisuje, pokud úhly kyvů jsou
malé (ne přes 8—10 stupňův).

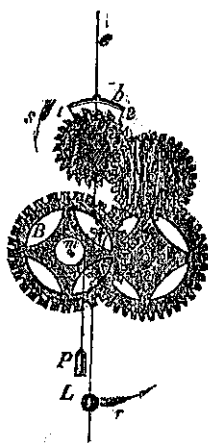
Holandský fysik Huyghens (1657) byl prvý, který užil kyvadla
a pára závitkového k řízení hodin. Dříve známy byly toliko hodiny
slunečné, vodní a přesypací. Nejstarší hodiny s pérem zhotovoval Petr
Hale r. 1500. Nazývaly se pro vejčitou podobu „Norimberskými vejci“.

§. 104. ○ klínu.

Jiný jednoduchý stroj jest *klín*.
Týž jest, jakož obr. 119. ukazuje,
hranol trojboký, totiž tělo, které se
dvou stran v ostří vybíhá.

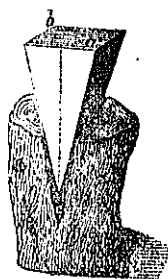
Klín jest buď ze dřeva buď ze
železa. Ostrá hrana *c* vhání se mezi
dva předměty aneb mezi části téhož
předmětu pomocí síly, která na
hřbet (čelo) klínu *ab* působí. Klín

Obr. 118.



Kolostroj hodinový.

Obr. 119.



Klín.

jest tudíž jaksi jednou aneb dvěma nakloněnými rovinnama, kteréž poslednější svými základními plochama leží na sobě. Spojitost vláken těla, do kterého klín se vráží, tvoří břímě jeho. Síla působí kolmo na čelo klínu. Čím menší jest úhel, ve kterém plochy v ostří se sbíhají, t. j. čím ostřejší jest hrana klínu, tím snáze vniká klín do předmětův, tím větší účinek bude mít síla.

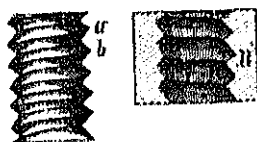
Dláto, nůž, nůžky, sekera, kleště štípač (odštěpovačky), želízko do hoblíku, rydlo, jehla, šídlo, lžebník, ručadlo atd. ano i zuby naše nejsou nic jiného než klíny.

Klínů užívá se také k upevňování, jako při spojování dřev a j., pak také jakožto kamene závěracího při klenutích.

§. 105. O šroubu.

Poslední jednoduchý stroj totiž *šroub* (obr. 120. a 121.) jest plocha nakloněná, která kolem válce jest ovinuta. Úplné ovinutí slovo *otočka*.

Obr. 120



Šroub ostrý.

Obr. 121.



Šroub tupý.

Má-li šroub do předmětu nějakého vniknutí, otáčíme jej kolem osy. Hmotu předmětu, do něhož šroub zapuštěn býti má, jest břemenem, které na nakloněnou plochu šroubu pošinuto býti musí. Výška *ab* (obr. 120. a 121.), o kterouž břemeno při každém otočení šroubu postupuje, nazývá se *výškou otočky*. Jestli to vzdálenost dvou otoček nad sebou ležících.

Tudíž rozměr, který na nakloněné rovině nazývali jsme základnou, jest zde obvodem šroubu, délka nakloněné roviny slove zde otočkou a výška její jmenuje se na šroubu výškou otočky. Síla účinkuje rovnoběžně s obvodem šroubu.

Z kteréhož porovnání následuje, že v rovnováze bude síla tolikrát menší než břemeno, kolikrát výška otočky menší jest než obvod šroubu.

Dle podoby hran šroubových rozeznáváme šrouby *ostré* (obr. 120.) a *ploché* (obr. 121.). Nejobyčejnější vinou se závity od levé ruky k pravé.

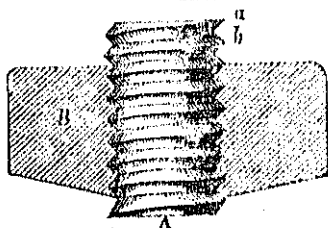
Mimo šrouby válcovité jsou ještě šrouby kuželovité, jejichž závity navinuty jsou na kuželi a které místo hřebíkův do dřeva se zapouštějí. Držít pevněji než hřebíky neb nýty a poskytají ještě té výhody, že pak-li třeba, snáze lze je vytáhnouti. Vývrtky k vytahování zátek korkových z láhví jsou též podobné kovové šrouby kuželovité.

Ku šroubům, které buď předměty mezi sebou mají spojovati, anebo které k lisování a k jiným účelům sloužití mají, zhotovuje se zvláštní přístroj, tak zvaná *matice* (obr. 122. B). Závity, které na vřetenu šroubu (A) jsou vypuklé, jsou na matici jeho vyhloubeně vřezány, tak aby k vřetenu dobře přilehaly. Vřeteno vešroubuje se pak do matice buď pomocí tyčí, které do hlavy vřetena zadělány bývají aneb pomocí klíčův.

Na obrazech obr. 120. a 121. jsou matice vedle vřetena šroubového vykresleny.

Přihlédneme-li blíže k rozmanitým přístrojům, při nichž šroubu se užívá, shledáme, že jest hned matice

Obr. 122.



Šroub s maticí.

nehybná a vřeteno hybné, hned zase vřeteno nehybné a matice hybná, aneb obě části hybné, tak sice, že jedna jenom se otáčí a druhá postupuje. Příklady podává nám: svěrák čili spinák truhlářský a zámečnický, šroubové sáně (support) při soustruhu, vrták, parní loď šroubová atd. Vynálezce šroubu lodního byl Čech *Josef Ressel*. Až budeme mluvit o strojích složených, seznáme pak ještě jiné případy, kde šroubu se užívá.

Konečně zbývá ještě zmíniti se, že šrouby k měření malinkých rozměrův velmi dobře se hodí — srovnejte pak šrouby *drobnoměrnými*, tolikéž že jsou výborným prostředkem k zesílení účinku síly. Ručnice s taženou hlavní jsou vůbec známy. Z takových ručnic vyháněna jest střela značnější rychlostí, než-li z notažených, protože zde, pokud šroubovou čarou se pohybuje, delší čas rozpínavosti plynův ostavena jest. Ručnice a střelná zbraň s hlavními taženými vůbec nese tudíž dále.

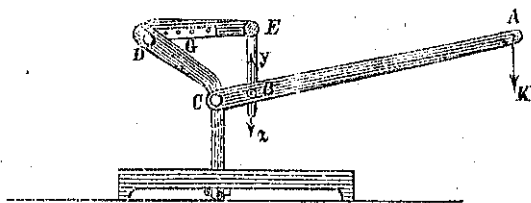
2. O strojích složených.

§. 106. O pákostrojích.

Nůže na stříhání plechu.

Pákostrój jest ústrojitě sestavení několika pák. Abyste poznali, kterak při podobných nástrojích se počítá, následuje příklad.

Obr. 123.



Nůže na stříhání plechu.

Úloha. Na obr. 123. vypočteny jsou nůže na stříhání plechu. Tlačí-li na rameni *CA* 40" dlouhém síla

25 liber a je-li $CB = 4''$, $DE = 10''$, $DG = 4''$, jak veliký tlak bude účinkovat v bodu G na plech mezi ostří vložený?

Řešení. Chceme-li úlohu tu rozhodnouti, jest nám po částech postupovati. Tlak v A způsobený táhne totiž především BC dolů, pomocí kteréhož tahu a páky DE teprv skutečný tlak v G , který vypočten býti má, povstává. Rozpadává se tudíž daná úloha ve dvě části, ve vypočítávání tahu a vypočítávání tlaku.

Abychom vypočetli, jakou silou tažen jest prut EB dolů, (kterouž silu písmenem z poznačíme) myslíme si v B jinou silu y , kteráž působí vzhůru má směr k síle z protivný. Tažme se, jak veliká by síla ta musila býti, aby na páce ABC sílu K ($= 25$ lib.) v rovnováze udržovala. Takto seznáme sílu, která jest s to účinek tlaku K zrušiti a sice týmž způsobem, jak se tento vzhledem k bodu B jeví. Kterouž silou musila by tyč CA buď podpírána buď zdvihána býti, neměl-li by žádný tah na BE působiti. Ješto však ve skutečnosti žádné podobné síly tu není, bude velikost síly y také sílu z vyznačovati.

Sílu y obdržíme dle zákona o páce §. 81;
 $25 \times 40 = y \times 4$; $y = 250$ lib.

BE taženo jest tudíž dolů silou 250 liber.

Tlak na G , jež písmenem x poznačíme, vypočtemo týmž způsobem jako dříve y .

Bude totiž i zde

$$250 \times 10 = x \cdot 2 \text{ a } x = 1250 \text{ } \mathcal{L}.$$

Ačkoliv síla, která na dolení páky v A tlačí, skrovná jest, bude tlak na G přece značný.

Zde vzali jsme z těžo přelčiny jako při váze (§. 81.) místo kolmic spuštěných z bodu otáčecího na směr síly, ramena páky samé. Výsledek jest týž.

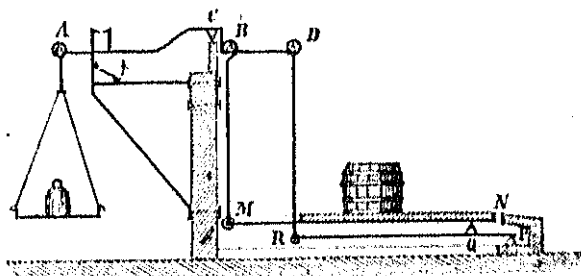
Podobný pákostroj tvoří klaviatura na fortepianě, vzní zvedák, jakého ku zdvihání náprav se užívá, když se kola mazati mají.

Váhy můstkové.

Váhy můstkové jsou rovněž důmyslné a velmi praktické spojení dvou pák jednoramenných a jedné dvou-ramenné.

Na můstek MN (obr. 124. a) klade se zboží, které jednak na dolní dvě páky jednak na hlavní páku ACB tlačí. Hlavní páka má v C bod otáčení; působí síly (závaží) jest v A , působí břemena (tlak způsobený zbožím) v B . Váhy musejí být přede vším tak sestrojeny, aby mezi vzdálenostmi PQ a PR byl též poměr jako mezi BC a DC . Kolikrát jest totiž PR delší než PQ , tolikrát musí být DC delší než BC . Dále musí být miska tak těžká, aby, když jsou váhy neobtěžkány, vahadlo AB vodorovně leželo.

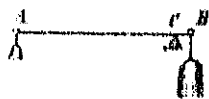
Obr. 124. a.



Váhy můstkové.

Jsou-li konečně váhy tak zřízeny, že rámě AC (obr. 124. b) desetkrát delší jest než BC , tož udrží závaží jednoduché desetkrát těžší zboží v rovnováze. Takové

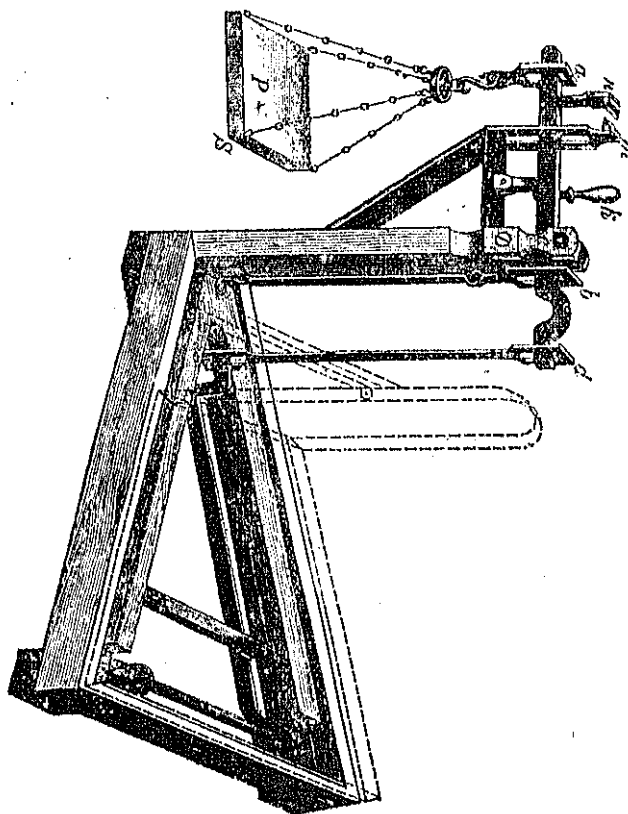
Obr. 124. b.



Hlavní páka vah můstkových.

váhy slovou *váhy desetinné* čili *decimalné*. Na nich lze pomocí závaží 10liberního zboží 100 liber těžké odvážit atd.

Váhy decimalné.



Obr. 125.

Na obr. 125. vykresleny jsou váhy místkové perspektivně. Aby i páky bylo viděti, jest místek pouze tečkami vyznačen.

§. 107. ○ kladkostrojích.

Kladkostroj Archimedův.

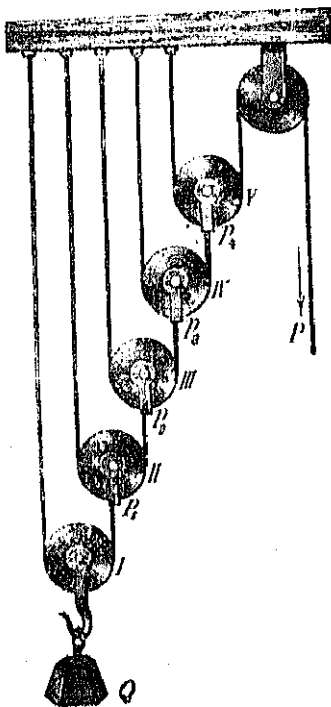
Kladkostroj Archimedův skládá se z několika kladek hybných a jedné nehybné.

Chtíce vypočísti jakou silou na tomto stroji (obrázek 126.) dané břemeno v rovnováze udržíme, uvažme, že na pravém provazu kladky nejdolejší potřebí jest síly, která jest tak velká jako polovina váhy břemena (dle §. 98).

Obnášelo-li by břemeno 320 lb., musila by tam účinkovati síla 160 lb., aby byla rovnováha. Ješto však na tomto provazu síla nepůsobí, nýbrž provaz toliko na háku p_1 kladky II. upevněn jest, tož stává se síla 160 liber břemenem pro druhou hybnou kladku. Má-li toto břemeno pomoci kladky II. v rovnováze býti udrženo,

potřebí opět, aby na konci provazu II p_2 účinkovala síla poloviční, tedy 80 liber. Ani zde však ještě nepůsobí síla, nýbrž provaz jde ke třetí, čtvrté a páté hybné kladce, které týmž způsobem účinkujíc sílu na 10 liber umenšují. Provaz kolem hybné kladky V. ovinutý otočen jest konečně kolem kladky nehybné.

Obr. 126.



Kladkostroj Archimedův.

Vypočítaných 10 liber jest tedy břemenem pro tuto kladku. Ješto pak dle §. 97. na kladce nehybné síla rovná se břemenu, jest nám na konci provazu v P rovněž silou 10 liber působiti. Pomocí tohoto stroje lze tudíž břemeno 320 liber udržeti v rovnováze silou 10 liber.

Z tohoto vylíčení přesvědčujeme se, že na kladkostroji Archimedově k udržení rovnováhy potřebi jest:

při 2 hybných kladkách síly $P = \frac{1}{2}$ břemena,

" 3 " " " " $P = \frac{1}{6}$ " "

" 4 " " " " $P = \frac{1}{16}$ " atd.

Má-li nastati pohyb, potřebi však vždy větší síly, protože překážky v pohybu (totiž tření u každé kladky a odpor následkem neohobnosti provazu), kteréž nejsou nepatrné, musejí býti překonány.

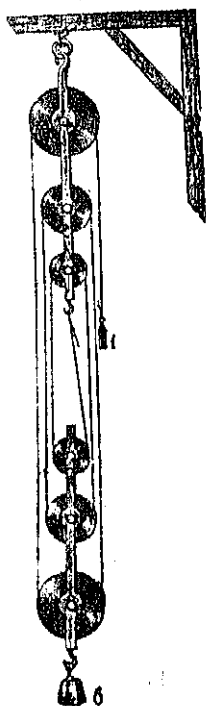
Přes to všechno, že na tomto kladkostroji síla mnohemkráte menší býti může než břemeno, užívá se ho málo, protože k práci jest nepohodlný.

§. 108. Kladkostroj obecný.

Kladkostroj obecný, jehož častěji se užívá, skládá se rovněž z několika kladek. Tyto jsou ale rozděleny v dvě části, tak zvané *skřípce*. Oba skřípce spojeny jsou pohyblivě provazem, který kolem jednotlivých kladek jest ovinut. Zatáhnutím za provaz lze dolení skřípce i s břemenem, které na něm zavěšeno jest, buď zvednouti, buď spustiti. Hoření skřípce upevněn jest buď za trám na stropu, aneb na zohanu jeřábu aneb nějak jinak.

Kladkostrojův rozeznáváme více druhův. Jeden druh má skřípce složené z nestejných a pod sebou umístěných kladek (obr. 127.); jiný druh skládá se ze skřípců, na nichž jsou kladky *rovné veliké* vedle sebe umístěny (obr. 128.). Poslednějších užívá se v praxi častěji, protože malý zajímají prostor, ač opět při nich ta nehoda se naskýtá, že šňůry na nich šikmo jsou napnuty a snadno se spotřebují.

Obr. 127.



Kladkostroj obecný.

Obr. 128.



Kladkostroj s kladkami rovně velikými.

Abychom vyhledali poměr síly k břemenu v rovnováze, všimněme si, že provaz po celé délce stejně napnut býti musí. A ještě břemeno, jak na našem obraze vypadobněno jest, šesti rovnoběžnými provazy jest nešeno, což obnáší toto napnutí, aneb, což totéž jest, síla, která břemeno v rovnováze udržuje, $\frac{1}{6}$ břemena. Vřbec pak

velikost síly, která na kladkostroji břemeno v rovnováze udržuje, obdržíme, dělíce břemeno počtem provazů, jimiž jest nešeno. Kterýž počet s počtem kladek obyčejně souhlasí.

Snadno také dále pochopíme, že když na př. v obou skřípcích 6 kladek se nalezá, také 6 provazů kolem nich ovínuto jest, které všechny se musejí skrátit, má-li břemeno býti zvednuto. Dráha, kterou síla opisuje, jest totiž 6krát delší než dráha, kterou břemeno koná. Při kladkostroji poslednější způsobuje tření a neohlednost provazu, obzvláště, je-li mnoho kladek vedle sebe, značný odpor, tak že při 2, 3, 4 kladkách břemeno o třetinu, polovinu a dvě třetiny zvětšené do počtu brátí dlužno.

Úloha. Jak velká jest síla, která na kladkostroji o 6 kladkách účinkuje, břemeno 450 ℥ v rovnováze udržuje a jak velká by musila býti, aby pohybování způsobila?

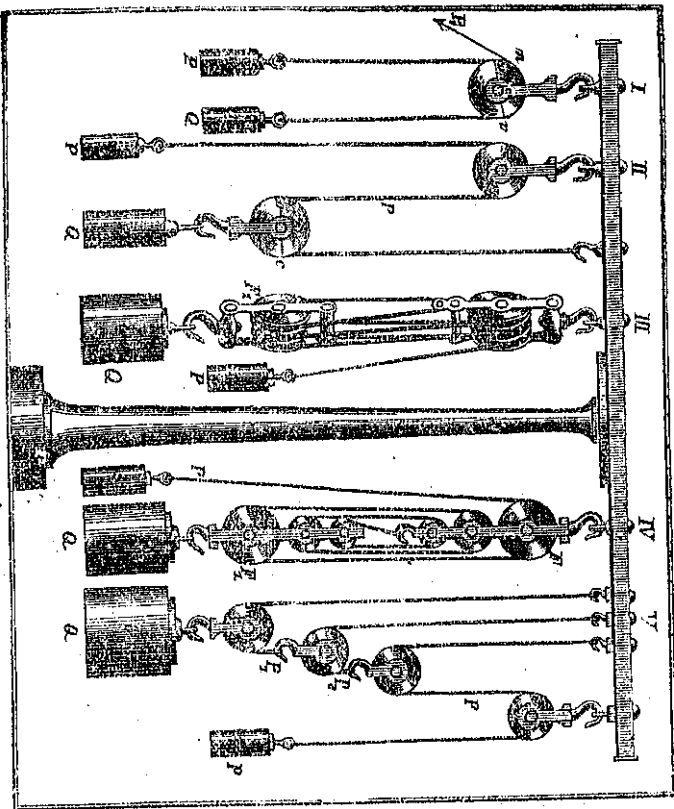
Řešení. V rovnováze jest $S = 450 : 6 = 75$ ℥. Máme-li vyhledati sílu, která pohybování by přivodila, dlužno nám bříme o polovinu zvětšiti, čímž obdržíme $450 + 225 = 675$ liber. Síla k pohybování potřebná jest tudíž $675 : 6 = 112\frac{1}{2}$ libry.

Na obr. 129. vypočteny jsou soustavy kladek, o kterých jsme rozprávěli.

Kladkostrojů diferenciálních v novější době vynalezených, které břemeno v jakýchkoliv výškách samy udržují, bude se zajisté postapem času hustěji užívati. Porovnáme-li dráhu, kterou na nich koná síla, s dráhou, jižto břemeno vykonává, obdržíme snadno poměr síly k břemenu.

§. 109. Kolostroj čili soukoli.

Kolostroj jest spojení několika kol na hřídeli. Ze hřídele jednoho kola přenáší se pohyb na kolo nejbližší, kterýmž způsobem všemi jednotlivými koly se rozvádí. Přenášení pohybu děje se pomocí řemenův, řetězův, aneb konečně pomocí zubův při ozubených kolech.



Obr. 129.

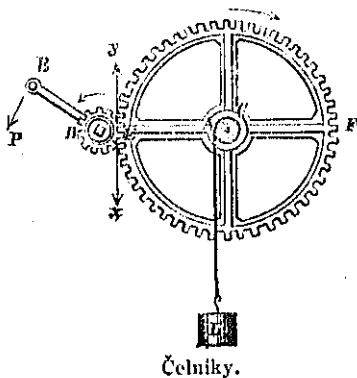
Kola ozubená rozdělujeme na čelníky, ličnky a kola kuželovitá (koničká). Pomocí čelníků (obr. 130.) převádí se pohyb z jednoho kola na druhé, mají-li obě kola osy rovnoběžné. Má-li být převeden pohyb z jedné osy na druhou v pravém úhlu k ní postavenou (obr. 131.), užívá se ličníků. V kterých případech zasahuje kolo do tak zvané *kladnice*. Kol kuželovitých (obr. 132.) užívá se konečně tam, kde osy kol dovoluň svírají úhel.

Úloha. Jak veliké jest břemeno, které pomocí kladostroje na obr. 130. vypočteného zdvihnouti může muž, účinkující na klíce *BD*, je-li

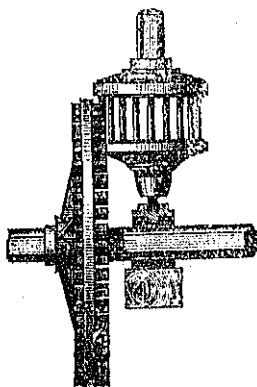
$AC = 3''$, $EC = 20''$,
 $DE = 4''$, $BD = 15''$
 a obnáší-li síla muže 20 ℥?

Řešení. Tlak, který síla na klíče směrem BP způsobuje, převádí se na bod E ležící mezi pastorkem a kolem, dle zákona o páce. Kterýž tlak v E když označíme písmenem y , tož musí

Obr. 130.

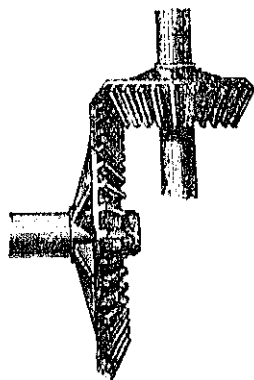


Obr. 131.



Ličníky.

Obr. 132.



Kola kuželovitá.

$$20 \cdot BD = y \cdot DE \text{ t. j.}$$

$$20 \cdot 15 = y \cdot 4, \text{ tedy } y = 75 \text{ ℥.}$$

Tlak ten jest však hybnou silou druhého kola na hřídeli.

Bude tedy v příčině tohoto

$$75 \cdot EC = L \cdot AC$$

$$75 \cdot 20 = L \cdot 3, \text{ z čehož } L = 500 \text{ ℥.}$$

Síla 20 liber bude s to pomocí zmíněného kolostroje břemeno 500 liber v rovnováze udržeti.

Tlak, který způsobuje břemeno v E (x), bude muset patrně tlaku y se vyrovnávati.

§. 110. * Práce na kolostrojích.

Zkoušejíce nyní, v jakém poměru mají se k sobě dráhy, které působíště síly a břemena na těchto strojích opisují, shledáme, že i zde potvrzuje se pravidlo: práce síly rovná se práci břemena.

K tomu účelu vypočítáme nejprv kolikrát otočí se hřídel C , když kolo jednou se bylo otočilo. — Podržíme hořejší příklad současně takto: Otočí-li se klika jednou, oběhne také kolo D jednou kolem své osy, při tom však bude moci kolo C toliko $\frac{11}{35} = \frac{1}{3}$ oběhu vykonati, protože má pětkrát více zubův nežli D . (Počet zubův má se k sobě totiž jako poloměrové kol do sebe zasahujících).

Z kteréhož pozorování následuje, že za dobu, za kterou klika pětkrát se otočí, hřídel C jen jeden oběh vykoná.

Otočí-li se však klika pětkrát, vykoná síla patrně pětkrát takovou dráhu jako jest kruh, který klika opisuje. Dráhu tu obdržimo násobíce jednoduchý obvod $30 \times \frac{22}{7}$ (součin z průměru a čísla $\frac{22}{7}$) pěti, což dá $\frac{3300}{7}$ ". V téže době navine se provaz břemena jednou na hřídel C , o kterouž délku, totiž $6 \times \frac{22}{7} = \frac{132}{7}$ " břemeno se vyzvedne.

Současně dráhy síly a břemena mají se tedy k sobě jako čísla $\frac{3300}{7}$ a $\frac{132}{7}$. Dovtípíme se snadno, že síla 25krát větší dráhu koná než břemeno. Ješto pak dla předešlého síla 25krát menší jest než břemeno, tehdy lze i v přičinné kolostrojích známou výkonnou vetu:

Kolikrát jest dráha síly větší než dráha břemena, právě tolikrát bude v rovnováze síla menší než břemeno.

Při složitějších strojích vyzvíme nejpohodlnější poměr síly k břemenu v rovnováze, vyhledáme-li poměr dráh, které jejich působíště opisují.

§. 111. Úžitek kolostrojův.

Jiné stroje ke kolostrojům náležité jsou: vozni zvedák s klikou, anglické zdvihadlo, jehož ku zdvihání stavebních hmot se užívá, jeřáb, který slouží k nakládání těžkých věcí na vozy a na lodě, také se jím zboží s vozů a s lodí skládá; tolikéž výhodně užívá se ho ve slévárnách ku zdvihání litých kovových částí.

Pomocí jeřábu lze značnými břemeny užitím síly poměrně nepatrně pohybovati. Dva dělníci, kteří při něm na dvou klikách účinkují, jsou s to obyčejným napnutím sil břemeno 220 centů těžké zvednouti. Dle předcházejícího půjde při tom břemeno ovšem jen volně do výšky.

§. 112. Kolostroje, kterými rychlost se zvětšuje.

Z toho, co jsme svrchu uvedli, vyplývá, že jakmile kolostrojův co přístrojů zdvihacích užijeme, dle zákona o práci nastati musí na hřídeli břemena pohyb zdlouhavý.

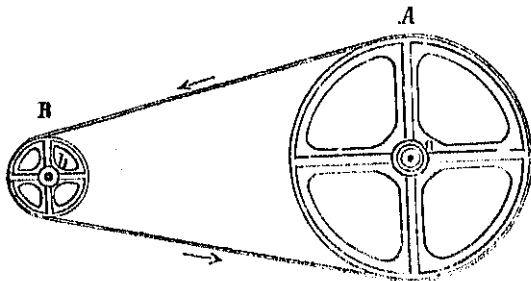
V některých případech jest však věci žádoucí, abychom pomocí kolostroje právě opak toho docílili; na hřídel břemena má se totiž převesti zvýšená rychlost hřídele síly (hřídele puďného). Kterémuž požadavku vyhoví se jenom pomocí soukolí neb kotoučů řemeny opáсанých, při nichž při každém převádění pohybu kola předcházející větší jsou než kola následující.

Takové zvýšení rychlosti objevuje se na př. při pohybování ventilátorův (dmyhadel odstředivých), které mnoho set oběhův za minutu konati musejí. Ventilatory, kteréž stlačený vzduch do výhní kovářských vhnějí, otáčejí se přes 800krát za minutu.

Hřídel síly není tu s hřídelem břemena, na němž křídla ventilatoru jsou upevněna, bezprostředně spojen, nýbrž mezi oba vloženo jest několik párův kol neb kotoučův řemeny opáсанých. Podobně děje se při kruhových pilích, jichž k řezání furnýr (dyh) se užívá a které 100 i 200krát za minutu se otáčejí. Mimo to polkebi jest rychlosti velice zvýšené při předání, broušení, soustruhování, leštění atd.

Zasahuje-li kolo, jehož poloměr 36 palcův zděti jest, do jiného kola s poloměrem 6 palcův, tož otočí se poslednější 6krát, když se prvnější jednou bylo otočilo. Totéž platí o kotoučích opáсанých řemeny. Měl-li by totiž kotouč *A* (obr. 133.) poloměr 10 palců, kotouč *B* poloměr 2 palce, musela by osa *b* v téže době pětkrát tolik oběhův vykonati co osa *a*.

Obr. 133.



Kotouče řemeny opáсанé.

Při tom ovšem předpokládáme, že řemeny ke kotoučům dobře přilehají nesmykajíce se. Chtěli-li bychom nad to dáti možnému kotouči pohyb protívň, musely by řemeny jíti křížem přes sebe.

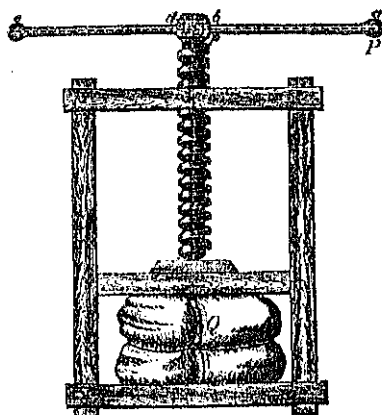
§. 113. Spojení šroubu s jinými stroji.

Lis obecný.

Lis (pres) obecný (obr. 124.) jest spojen i šroubu a páky. Vřeteno šroubu pohybuje se pomocí páky *ac* k desce lisovací (stolei), čímž značný tlak na předměty, které nad deskou dolaf se nalezají, uskutečniti lze.

Úoha. Jaký tlak lze uskutečniti pomocí šroubu, jehož výška otočky = 1 palec, působí-li tu na poloměru *ac* = 24 palec. síla *P* = 40 lib.?

Řešení. Když byla síla jeden oběh učinila, sníží se šroub o výšku otočky. Musí tudíž dle zákona o práci (srovnej §. 100.):



Lis šroubový.

síla násobena dráhou	rovnati se	břemenu násobenému dráhou
$40 \times 48 \times \frac{22}{7}$	=	$Q \times 1$
Z čohož $Q = 6034\frac{2}{7}$ liber.		

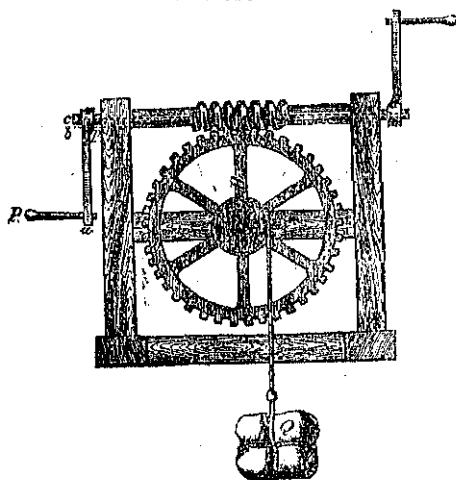
Následkem velikého tření, které na šroubu je, obnáší tlak, který na věci, jež lisujeme, skutečně přechází, sotva třetinu z tlaku vypočteného, tedy v příkladě svrchu uvedeném asi 2000 liber.

Lisy mívají rozličná jména dle předmětův, které se jimi lisují, jako čouřen (lis na víno), lis na olej, na seno, na mince, pečeti atd. Mimo to rozeznáváme lisy knihtiskařské, knihařské, truhlářské atd.

§. 114. Šroub bezkonečný.

Šroub bezkonečný čili (po svém vynálezoj) tak řečený šroub Archimédův (obr. 135.) jest spojení šroubu s kolem na hřídeli. Kolo má na obvodu svém zuby, kterýmiž do šroubu zasahuje. Vzdálenost zubův musí se rovnati výšce otočky.

Obr. 135.



Šroub bezkonečný.

Úloha. Jaké břemeno lze pomocí přístroje toho vyzdvihnouti, působí-li síla 20 lib. na klice (*ac*), která jest 15 palcův zděli a obnáší-li výška otočky 2 palce, poloměr kola *R* 14 palců a poloměr hřídele *r* 3 palce?

Řešení. Síla, která na klice stroje tohoto účinkuje, způsobuje, že otočky šroubu na zuby kola tlačí, následkem čehož kolo se otáčí a břemeno zdvihá. Poznačíme-li tlak na zub *p* písmenem *x*, obdržíme

$$20 \times 30 \times \frac{2^2}{7} = x \cdot 2; \quad x = \frac{6600}{7}.$$

Tlak *x* jest však zároveň silou, která pohybuje kolem, na jehož hřídeli břemeno *Q* táhne, což bude

$$\frac{6600}{7} \times 14 = Q \times 3 \text{ a } Q = 4400 \text{ liber}$$

t. j. břemeno, které shora dotčenou silou na bezkonečném šroubu v rovnováze lze udržeti, obnáší (nebereme-li ohledu na tření) 4400 liber.

Z příkladu tuto uvedeného následuje, že výkon podobných strojův jest velmi znamenitý. Avšak výsledek tento theoretický (vypočtený) v praxi mnohem jest menší následkem velikého tření, které šroub způsobuje.

Odpor skutečný lze položit za roveň dvojnásobnému až trojnásobnému odporu **theoretickému**. Abychom dle toho břemeno 44 centů do výše vyzdvihli, bylo by třeba síly 60—80 liber.

Jakožto šroubu stavěcího a drobnoměrného užívá se prospěšně šroubu bezkonečného u stolkův měřických, dalekohledův a jiných podobných nástrojův. V novější době užívá se ho při hodinkách kapesních — tak zvaných savonetkách (savonettos) — které bez klíčku se natahují. Tolikéž slouží k napínání strun na basách atd.

D. Základná pravidla strojnictví.

§. 115. Čeho se hlavně žádá na částech strojových.

Nyni, když poznali jsme jednoduché jakož i nejdůležitější stroje složené, hodlám upozorniti vás ještě na pravidla, dle kterých při stavbě strojův řídití se jest.

Všeliké stroje záležejí z částí, od kterých se žádá, aby tah neb tlak z jednoho bodu převáděly na jiný.

Dlužno tudíž, aby součásti strojův:

1. *dostatečně byli pevný*. Hmota, z níž se zhotovují, průřez, který se jim dává atd. vše musí býti tak voleno, aby převádění síly po dovolnou dobu bylo možno, aniž by pak částem jejich hrozilo nebezpečství, že se přetrhnou, přelomí, rozmačkají aneb stočí;

2. aby tam, kde mezi sebou souvisejí aneb do sebe zasahují, *dokonale dohromady přilehaly*, protože jinak nastanou při pohybu ústrky, které účinek stroje zeslabují. Za podobnou příčinou musí stroj při práci

3. *chod co možná zachovávatí rovnoměrný*, konečně

4. *má býti co možná nejmenší tření* na místech, kde jednotlivé části mezi sebou se spojují, jakož i v ložiskách atd.

Poznáme nyní, kterak požadavkům těm lze učiniti žádost.

§. 116. O úmezí pružnosti a koeficientu pevnosti hmot stavebných.

Zavěsíš-li na nit, která v jednom bodu jest upevněna, malé závaží, shledáš, že se jím nit napne a prodlouží. Také se přesvědčíš, když závaží odejmeš, že nit původní své délky zcela zase nabude. Kteréž prodloužení a opětné skrácení niti stalo se následkem její pružnosti. Zvětšuješ-li poněmáhlu závaží, kterým se nit obtěžkává, prodlužuje se touž měrou i nit. Bylo-li však závaží příliš veliké, tu již nit nestáhne se více na délku původní. Prodloužit se více, než mnoho-li pružnost její snese.

Pravíme také, že se nit napíná přes meze (úmezí) pružnosti. Další zvětšování zavěšeného závaží mělo by patrně za následek, že by nit se přetrhla.

Již z počátku minulého století konány jsou podobné zkoušky s rozličnými hmotami v příčině jejich pevnosti a pokračuje se v nich až podnes.

Při těchto pokusech přede vším zaznamenána jest největší váha, kterou hmota unese, aniž by pružnost její byla překročena, kteréž číslo nazváno jest *koeficientem pevnosti* aneb *modulem bezpečnosti*.

Tyto koeficienty jsou velmi důležité, ješto stavebné hmoty jenom potud vnějším silám trvale odolají, pokud přes meze pružnosti napínány nebývají.

Každá hmota má svůj vlastní koeficient pevnosti čili modul bezpečnosti. Tak na př. zkouškami dokázáno, že jest koeficient pevnosti dřeva dubového 3300 liber, tolik totiž svěřiti lze bez obavy tyči dubové dovolně avšak ne neobyčejně dlouhé, která má průřez 1 čtvercového palce a na niž zmíněné závaží směrem vláken působí. Závažím třikrát větším však by se již tyč přetrhla.

Modul bezpečnosti železa kujného jest 20.000 lib. a trhá se 50.000 librami. Ocel má dvakrát větší modul

nežli železo kujné. Modul litiny jest menší, totiž 8000 a litina přetrhává se 18.000 librami. Modul bezpečnosti provazu 1 palec tlustého obnáší 977 lib., týž provaz přetrhává se asi 5000 librami.

§. 117. O pevnosti v tahu čili pevnosti prosté.

Provazům a řetězům, na nichž voliká visí břemena, hrozí nebezpečí, že se přetrhnou. Odpor, který spojitost jich tuto dává na jevo, slove *pevnosti v tahu čili pevnosti prostou (absolutní)*.

Na přiloženém obrazu vypočobuň jest trámec *ac*, který v příčině pevnosti absolutní se zkouší.

Zkušenost učí, že tyč, která 2 čtverečné palce má v průměru, unese tolik jako dvě tyče téhož druhu, každá s průměrem 1 čtverečného palce a tudíž dvakrát více nežli jedna tyč s průměrem 1 □ palce; neboť na každý čtverečný palec připadá rovné množství vláken, kovu neb dřeva, kteréž přetrženy býti musejí.

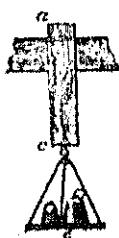
Proto můžeme tvrditi: Pevnost v tahu jest dvakrát, třikrát, čtyřikrát atd. větší, je-li průřez dvakrát, třikrát, čtyřikrát atd. větší.

V minulé odstavce uvedeny byly koeficienty pevnosti některých hmot; následující příklad pak nechť ukáže, který úžitok poskytají.

Úloha. Které břemeno utáhne tyč trvale, jejíž průřez 4 □" obnáší, bereme-li za modul bezpečnosti kujného železa 20.000 lib.?

Řešení. Tyč s průřezem 1 □" nese bezpečně 20.000, tyč mající v průměru 4 □" následkem předchozího unese čtyřikrát tolik, totiž 80.000 liber.

Obr. 136.



Pevnost v tahu.

Stůjítež zde ještě následující výsledkové: Dráty 2 milimetry v průměru mající byly přetrženy:

železné	249·6 kilogramu	zlaté	68·2 kilogramu
měděné	137·4 "	zinkové	49·7 "
platinové	124·6 "	čínové	15·7 "
stříbrné	85·0 "	olověné	12·5 "

§. 118. O pevnosti v tlaku.

Zdím a sloupům hrozí nebezpečí, že by mohly býti tlakem shora často velmi znamenitým rozmačkány. Pevnost, kterou opírají se hmoty rozmačkání, slove *pevnosti v tlaku*. Obr. 137. znázorňuje pevnost v tlaku.

Obr. 137.



Pevnost v tlaku.

* Litina má velmi velikou pevnost v tlaku, obnáší 24.000 lib. Jestliže třikrát větší nežli pevnost její v tahu, ba převyšuje i pevnost v tlaku železa kujného jsouc o pětinu větší nežli ona. Za tou příčinou dlužno částem z litiny s průřezem **I** onomu žebru, při němž přijde na pevnost v tahu (při vahadlách a pákách žebro hoření) více dáti materialu, nežli žebru, při němž přijde na pevnost v tahu.

Žula snese na 1 □" břemeno 8 až 16 centův, cihla 5 až 20 centů, dřevo bukové tlak 6 až 10 centů.

§. 119. O pevnosti v lomu čili poměrné.

Trámy, na nichž spočívá podlaha velikých skladův, kameny ze zdi vynikající, kteréž slouží balkonům za nosiče, vahadla (balancéry) parních strojův, kterýmž přemáhati jest veliký odpor, mohou se vesměs, přes příliš jsouce obtěžkány, zlomiti. Pevnost jejich v této příčině nazýváme *pevnosti v lomu* čili *poměrnou (relativnou)*.

Obr. 138. ukazuje zazděný trámec, kterýž spojitostí částic svých čili pevností svou odolává závaží *G*, kteréž zlomiti jej usiluje.

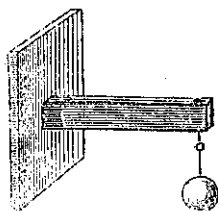
Trám, jehož průřez jest obdélník, unese více, položen-li jest na užší stranu, než když položíme jej na stranu širší; *přibývát pevnosti rovnou měrou jako šířky a rovnou, avšak čtverečnou měrou jako výšky.*

Trámce uvnitř duté jakož i trámce, které žebry jsou opatřeny, odolají snáze zlomení, když rovné množství materialu na ně bylo spotřebováno, nežli trámce hmotné (masivné) a s průřezem obdelnikovým. Za touž příčinou osvědčují se také duté trámy při podlažních stropích, tolikéž duté sloupy atd. Velemoudrý Tvůrce vytvořil rovněž kosti zvířecí, stébla obilná, brky ptáků dutá. Kolem na železných drahách, ojnícím, vahadlům a vůbec všem částem strojův, které mají býti pevné, aby nezlámaly se, dáváme v průřezu podobu dvojitého **T** s hořenými i dolními žebry.

Až dosud předpokládali jsme tyče rovně dlouhé, na jejichž jednom konci břemeno bylo zavěšeno. Pošíme však břemeno blíže aneb učiníme tyč kratší, tož zmenšíme účinek břemena, jakož se o tom každý přesvědčiti může, pokusiv se držeti závaží neb kámen rozpřaženou rukou a klada je hned na dlaň, hned tam, kde se ruka v lokti ohybá, hned na některé místo ramena. Pevnost v lomu jest tedy větší, je-li délka tyče (za okolností jinak stejných) menší a sice jest dokázáno, že *při poloviční délce jest dvojnásobná, při třetině délky trojnásobná a naopak při dvojnásobné délce obnáší pevnost polovinu, při trojnásobné délce třetinu atd.*

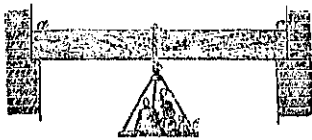
V příčině způsobu, kterým trám obtěžkáváme, sluší vědět, že není lhostejno, zda-li břemeno nalezá se na

Obr. 138.

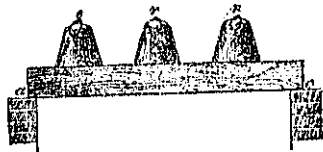


Pevnost v lomu.

Obr. 139.



Obr. 140.



Pevnost v lomu.

konec jeho (obr. 138.) aneb u prostřed (obr. 139.) aneb konečně zdali rozloženo jest po celé délce (obr. 140.). V případnosti poslední bude moci býti břemeno největší opět za okolností jinak stejných.

Co se týče konečně podpory, lze říci vůbec, že bude trám tím pevnější, čím větším množstvím bodů jest podpírán.

Tak na př. dubový trám 8' dlouhý, 5" široký a 7" vysoký, který jedním koncem zazděn jest, lze na druhém konci obtěžkati trvale 1400 librami. Rozdělíme-li břemeno rovnoměrně po celém trámu, lze mu, jakož počítá, svědčiti s upokojením břemeno dvojnásobné, totiž 2800 lib. Je-li pak trám na obou svých koncích podepřen a u prostřed obtěžkán, unese břemeno čtvernásobné, tedy 5600, ba rozdělíme-li břemeno rovnoměrně po celé délce jeho, může nésti osmkrát tolik, totiž 11200 *lib.*

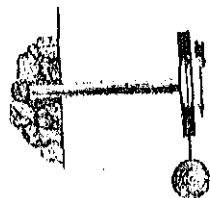
Konečně lze složití na trám, je-li oběma konci zazděn a uprostřed obtěžkán, 11200 lib. a je-li břemeno po celé délce stejné rozdělono, unese šestnáctkrát více nežli mnoho-li bychom na jeden konec mohli vložiti, totiž 22400 lib.

Jak viděti roste tu valná držebnost trámu, což pochodí odtud, že působitě síly, která trám zlomiti usiluje, blíží se podpoře.

§. 120. O pevnosti v kroucení čili torsí.

Hřídle musejí míti dostatečnou pevnost, aby nebyly překrouceny, kteráž držebnost jejich jmenuje se *pevností v kroucení čili torsí*. (Obrazec 141.). Hřídle dlužno dáti takový průřez, aby překroucení vláken jeho se zamezilo. Ždímaní prádla

Obr. 141.



Pevnost v kroucení.

jest vláknům na škodu, ješto na pevnost v kroucení se při něm působí. Pracími a ždímacími stroji lépe se prádlo ušetří.

§. 121. Přehled.

Viděli jsme, že pevnost části strojových a hmot stavebných vůbec závisí:

- a) na přirozené povaze hmoty;
- b) na způsobu, kterým se jich užívá, pak
- c) na délce, a jak na velikosti, tak také na podobě jejich průřezu.

Dále seznali jsme, že obtěžkány bývají hmoty buď *smérem vládken*, buď kolmo na ně, buď konečně způsobem, jímž vnější síla vlákna přes sebe převéstí čili překrouciti usiluje, při čemž odolati jim jest buď:

- 1) roztržení (*pevnost v tahu*), buď
- 2) rozmačkání (*pevnost v tlaku*), buď
- 3) zlomení (*pevnost v lomu*), buď konečně
- 4) překroucení (*pevnost v kroucení*).

Všeliký odpor, který těla na jevo dávají, sluší přičísti spojivosti.

§. 122. O rázu a ztrátě na práci při něm.

Dále bylo praveno, že při stavbě strojův dlužno přiblížeti k tomu, aby části jejich dokonale do sebe zasahovaly, tak aby pohybování bez rázův se dělo.

Každým rázem zničuje se část síly, kteráž spotřebuje se na trvalou změnu podoby těl, do sebe vrážejících. Jenom u těl dokonale pružných není při rázu žádné ztráty na síle. Čím méně pružná jsou těla, která do sebe vrážejí, čím větší jest hmotnost jejich, a čím větší rychlosti vráží hmota jedna do druhé, tím větší jest ztráta při rázu. Je-li rychlost hmot, které do sebe

vražejí, velmi veliká, aneb aspoň větší nežli pevnost jejich snese, nastane po rázu rozdrčení hmoty menší ano i hmot obou.

Slyšeli jste již zajisté, jaké neštěstí se přihazuje, když dva vlaky do sebe vrazí. Rázem tím i nejsilnější trámy na kusy se drtí ano i části kovové nejsou s to odolati mu.

Na kovadlině znamenáme, která veliké hmoty schopny jsou pojímati ráz do sebe. Rány dané kladivem na kovadlinu, která má větší rozsáhlost, pojímá tato do sebe, aniž by dále rozváděla je. Na tom zakládá se známý kousek atletův, kteří si na prsa kovadlinu kladou nechajíce na ní kladivem bušiti. Obvnafeí užívají hmoty, aby zamezili rozvádění rázu. Chtějíce rozklepatí kůži kladou si nejprvé těžký kámen na koleno a pak kůži naň. Zedník, který kladivkem na cihlu tluče v ruce ji drže, cfti jen nepatrné otláásání. Kovadlina velikého kladiva musí míti také velikou hmotnost Kruppovo parní kladivo které 1000 centův váží, má kovadlinu 30.000 centův těžkou. — Krupp jest majetníkem znamenitého závodu železářského v Essen v Porýnském Prusku.

Ku prostředkům proti účinku rázu počítáme tudíž také: umístění velikých hmot na částech, které rázům jsou vydány a užití těl pružných.

Prospěšnost pružných per při stavbě vozův (na silnice i dráhy železné) jest známa. (Srovnaj §. 58.)

Rozdrčení těl rázy následuje vždy tehdaž, když tato takovou rychlostí do sebe vražejí, že hmotě naražené času nezbyvá, aby rychlost rázem nabytou rovnoměrně do sebe pojala. V kteréž případnosti sdělí se jenom hmotě, která bezprostředně se při tom zúčastnila, rychlost těla vražejícího. Tím jest hmota nucena odděliti se od ostatních částí těla, což musí míti za následek, že se těla zlomí, rozdrtí a p.

Že při rázu potěfod jest jisté doby, aby se rychlost jeho vácím částicím hmoty sdělila, o tom nabýváme přesvědčení, když na otvor láhve položíme kartu neb kroužek z lepenky a na ně sebama nad otvor peníze vložíme. Podrazíme-li kartu neb kroužek, spadne peníze do

láhve. Ráz, kterým tu působeno na kartu neb kroužek, nebyl sdělen penázi, ještě příliš rychle byl vykonán. Kdybychom byli kartou dosti rychle netrhli, bylby peníz s ní stržen býval, rychlost rázu by se ho byla zmocnila. Slabým rázem může se tabule v okně na všechny strany roztrfštit, kdežto koule z ručnice vystřelená v ní toliko kulatou způsobuje díru.

Ačkoliv rázův při strojích dlužno se vystřihati, tož se v životě průmyslovém přece také těchto zhusta užívá. Kování, dlabání, pilování, broušení atd. děje opětujícími se rázy, kterými na kov neb jiné hmoty se působí. Zatloukání hřebkův jakož i zarážení jehel beranem do země spočívá na téměř základě. Jak velká síly bylo by potřeba, kdybychom chtěli hřebík neb jehlu (pilotu) v přiměřeném místě zarážiti tlakem!

Při trhání kamenných balvanův vrážejí se klíny železné do štěrbin rovněž pomocí mírně silných rázův. Pily, zvláště cirkulárky, účinkují rychlostí, kterou zuby do dřeva neb kovové tyče, atd. vrážejí. Samokovy (hamry) a stoupy pracují rovněž pomocí rázův. Vrtání kamene provádí se rázy; trhání pak kamene zakládá se na účinku plynův, které rázem z prachu se vyvinoují.

§. 123. Pohyb nerovnoměrný při strojích a kterak ho lze vyrovnati.

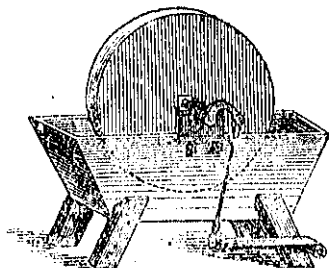
O mrtvých bodech kliky.

Aby zamezeny byly škodlivé rázy při strojích, bylo dále doporučeno, při nich choď co možná zavéstí jednostejný. Chod nejednostejný dostaví se při strojích z příčin nejedněch. Buď jest totižp ohybující síla proměnlivá aneb jsou překážky proměnlivy. Konečně naskýtá se i ten případ, že síla, sama o sobě neměnitelná v rozličných polohách svého působíště jenom složkou, jejíž velikost neustále se mění, stroj v pohybu udržuje. Promluvíme přede vším o této poslední případnosti.

Kdo na př. pohyboval klikou brusu (obr. 142.) neb rumpálu, nabyt zkušenosti, že v mnohých místech dráhy kruhové, kterou držadliště opisuje, tížeji se pohyb uskutečňuje, než-li na jiných. Ruka lidská, která při tomto pohybu na držadliště kliky tlačí jen vodorovně

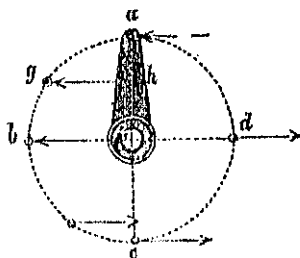
sem a tam vedena jest, není totiž ku směru kliky vždy v příznivé poloze.

Obr. 142.



Klika brusu.

Obr. 143.



Přišla-li klika na své dráze do polohy nejvyšší neb nejnižší (a neb c na obr. 143.), tu působí ruka, která jak již praveno vodorovně sem a tam se pohybuje, nejprospěšněji. Za to však jest v bodech b a d s osou kliky v rovné výši ležících pro ruku v poloze nejméně příznivé. V prvnějších dvou polohách působí totiž ruka kolmo na rameni Ca , Cc a tedy celou silou, kdežto v obou polohách poslednějších tak účinkuje, že ani nejmenší část síly její k otáčení kliky vůkol osy nepřispívá.

Oba body b a d slovou tudíž *bodý mrtvými* vzhledem k síle, která po celé působení své směr vodorovný podržuje.

Od bodu a do b rameno síly ubývá, tak na př. je-li působíště síly v bodu g , jest rameno jeho Ch .

Ješto síla v bodech mezi a , b , c a d položených hned na rameni, kterého přibývá, hned na rameni, jehož ubývá, působí, jest patno, že pohyb, který uskutečňován jest pomocí kliky silou neustále též směr zachovávající, bude nejednostranný, hned přibývajícím hned ubývajícím.

Místo ruky lidské užívá se při strojích tak zvané *vojnice*. Má-li vojnice polohu svislou, jsou a a c mrtvými

body kliky, z kterýchž byl-li by stroj v klidu, do pohybu přiveden býti nemůže.

Obr. 142. vypořádňuje brus, který pomocí kliky, visné tyče a podnožky se otáčí. Kdyby nebylo setrvačnosti, nemohl by se brus pohybovati v oněch okamžicích, kdy tyč i klika do jednoho přicházejí směru a kde tudíž síla nohy nijak ku pohybu přispívati nemůže. Setrvačností však vyřínuje se brus z mrtvých těchto bodův.

§. 124. Dvojice klik.

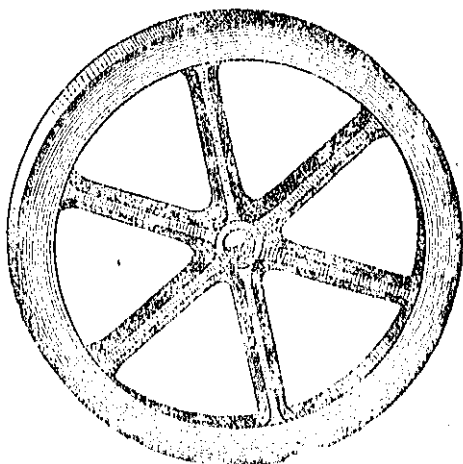
Přípevníme-li na hřideli, který pohybovati se má, místo jedné dvě kliky, jichž směry na sobě stojí kolmo, docílíme již tím jednostejnosti v pohybu stroje nepochybně, protože ubývající účinek síly jedné přibývající působením síly druhé dosti úplně se nahraňuje. Působí-li na těchto dvou klikách síly lidské, jako se na rumpálech, vratidlech atd. stává, připevňují se kliky v polohách sobě protivných, protože zde zvláště o to běží, aby nerovný účinek, který síla lidská při takových strojích do předu a do zadu vyvinuje, se vyrovnával.

§. 125. Hon čili setrvačnick.

Při váleování železa protahují se železné pruty mezi váleci, k čemuž veliké síly užiti dlužno. Čas od času jdou však váleci na prázdno. Jsou-li jako tuto překážky, které stroji překonati jest, proměnlivy, objevuje se *hon* čili *setrvačnick* (kolo setrvačné) jakožto nejprůměřenější přístroj, kterým pohybu možně jednostejného lze docíliti. Imotnost honů jest tak veliká, že přebytkem síly málo jen se zrychlují, kdežto naopak, když překážek přibude, sílu, kterou v první době do sebe byly pojaly, opět vydávají, doplňující tak nedostatečnou sílu hýbač, aniž by valně se zpozdovaly.

Čím větší jest průměr honu, totiž čím dále jsou jednotlivé části věnce vzdáleny od osy otáčecí, a čím hustší jest hmota, z níž hon zhotoven, tím větší jest schopnost, kterou hon pohyb vyrovnává. Podobné služby jako hon konají také koule při lísech. Při menších strojích, jako při

Obr. 144.



Hon.

soustruhu bývají často setrvačnický pouze ze dřeva jsouce pak někdy železnými obruči opatřeny. Větší stroje mají hony litinové, které nezřídka mají v průměru 12—15 stop vážíce 100 ano i 200 centův. Menší kola lží se z jednoho kusu, větší skládají se z částí.

§. 126. Tlak při pohybu na osy strojův.

O odstředivosti.

Aby nepovstal jednostranný tlak na hřídel setrvačnickův, dlužno při sestrojování jich obzvláště k tomu přihlížeti, aby těžiště jejich zrovna v ose hřídele leželo. Otáčením (rotací) každého těla vyvine se totiž v částicích jeho síla zvláštní, která tyto částice od středu pohybu hnáti se snaží. Tato síla slove *odstředivostí*.

Částice těl kolotajících usilují následkem odstředivosti směrem poloměru od středobodu dráhy kruhové, kterou opisují, se vzdáliti. Kteráž snaha tím je mocnější, čím rychleji se těla otáčejí a čím dále jsou od středu pohybu.

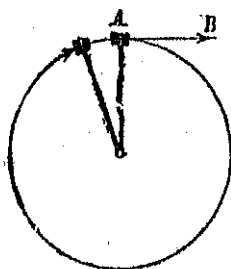
Nuže, jsou-li částice kola vůkol osy tak souměrně rozloženy, že vždy účinek odstředivosti částice na jedné straně osy ruší se účinkem odstředivosti na druhé straně osy, tož nebude otáčením setrvačnicku na osu nižádný působiti tlak. V každé jiné případnosti vyvinul by se otáčením kola tlak, který přibýváním rychlosti značně mohl by vzrůsti.

Je-li rychlost těla vůkol osy se otáčejícího značná, může býti napnutí částic jeho způsobené odstředivostí tak veliké, že spojitost částic jeho překonána a tělo roztrženo bude.

Uvážíme-li, že hony obyčejně železné značnou mívají velikost, jakož i že valnou rychlostí se pohybují, uznáme, že odstředivost jejich jest znamenita. Již nejednou přihodilo se, že hony při pohybu na kusy se rozlétly. Za tou příčinou dlužno, aby jak ramena honu, tak i také spojení jich s věncem bylo přiměřeně pevné, tak aby i největší odstředivosti, která by se kdy objeviti mohla, odolávaly.

Odstředivost můžeme také na svém těle znamenati, když jedouc rychle ve voze kolem rohu zahybáme. Pocítíme, že nás táhne od rohu, který objíždíme. Opisuje-li klouzač na ledě kruh, postaví se šikmo, skloně se ke středobodu kruhu. V tomto postavení nemohl by se udržeti, kdyby byl v klidu. Umožňuje se poloha jeho tím, že tíže, která ho pučí, aby do vnitř padl, ruší se odstředivostí, která jej

Obr. 145.



Prak.

z kruhu žene. -- Podobnou šikmou polohu má také jezdec umělecký, který v kruhu se pohybuje. -- Vík udržuje se odstředivostí dlouho v pohybu. -- Země má také jen odstředivost nabyla splaštěné podoby své, zrovna jako koule hliněná, kterou rychle kolem osy otáčíme, této podoby nabýti musí. Ellipsoidy zakládá se především na odstředivosti. Kozličné nádoby z hrachiny, majoliky neb porcelánu vytvářejí se totiž od ruky otáčením na kruhu hracháckém, při čemž

odstředivost napomáhá. Při praku účinkuje odstředivost jen potud, pokud vymycený t. j. otáčivý pohyb trvá. Odstředivost naplněné šišky praku projevuje se ruce naší. V okamžiku však, kdy přestaneme nutiti kámen, aby v kruhu se pohyboval, zmizí také odstředivost a kámen z praku vypuštěný pohybuje se směrem AB (obr. 145.). Kterýž směr obdržíme, vedeme-li tečnou z onoho bodu kruhu, v němž nalezal se kámen, když jsme jej byli uvolnili.

Směr ten není nic jiného nežli pokračování pohybu, který kámen v každém bodu kruhu zachovával, jenom že nyní, když jsme jej byli uvolnili, pohyb ten *silou odstředivou* v pohyboval středoběžně není více přeměňován.

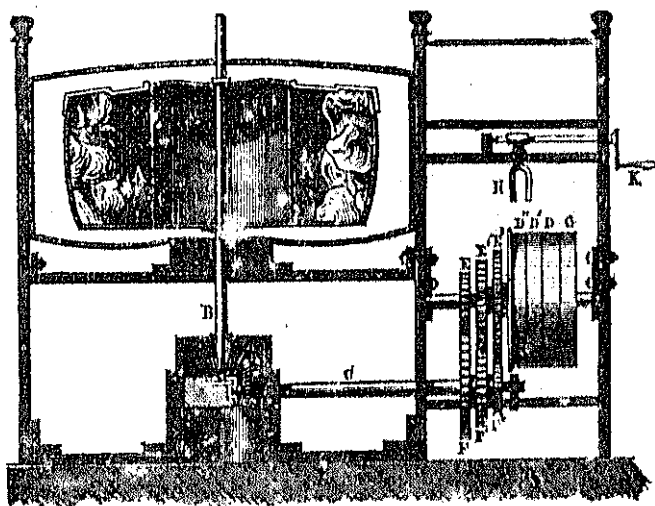
Za touže příčinou stříká voda s brusův a bláto s kol směrem tečným.

§. 127. Užití odstředivosti.

Odstředivost není tedy nic jiného, nežli síla, která pudí tělo v kruhu se otáčející, aby od středu směrem poloměru se vzdálilo.

Z četných případův, kde odstředivosti se užívá, uvedu toliko tyto: sušič odstředivý (hydroextraktor),

Obr. 146.



Sušič odstředivý.

pumpu odstředivou, dmyhadla odstředivá a rovnateř odstředivý.

Sušič odstředivý (obr. 148.) slouží k sušení prádla a jiných tkanin. K tomu účelu dávají se tkaniny do měděné nádržky *A* (tak zvaného bubnu), která svismo stojí a mnohými dírkami opatřena jsou rychle se otáčí. Obíhá až 1500krát za minutu. Při otáčení tlačeny jsou tkaniny značnou silou ku stěnám nádoby, při čemž voda dírkami v bubnu vystřiká. Za 10—15 minut nejsou tkaniny téměř více vlhky a prověsíme-li je, uschnou brzy úplně.

Aby dostalo se bubnu žádané rychlosti — kteréž, jak se samo rozumí, na jednu docíliti nelze — jest na hnačí ose stroje více kotoučův *D D' D''*. *G* jest kladka, na kterouž řemen se sesouvne, má-li buben se zastaviti. Sesouvnutí řemene na *D, D', D''*, uskutečňuje se pomocí vidlice *H*, jejíž závit spočívají na vřetenu šroubovém, jež klikou *K* lze otáčeti a má za následek, že osa *B* poněkud rychleji se otáčí. V rafineriích na cukr užívá se stroje odstředivého k čištění krystalův cukrových od melassy. Také zrna obilná mezi mlýnskými kameny odstředivostí k obvodu postupují a takto úplně se rozmílají. Pumpou odstředivou lze v krátké době veliké množství vody, ač vynaložením značné síly, vypumpovati. Užívá se jí s prospěchem také v pivovárech ku zdvihání mladinky.

Dmyhadlo odstředivé (ventilator) dodává vzduchu odstředivostí, kterou křídla rychle se otáčející způsobují, značné rychlosti a zhuštění. (Viz záže poslední §. částky III.). *Svisla* čili *rovnatele odstředivého* užívá se při parním stroji. (Viz „Nauku o teple“.)

§. 128. O tření.

Hned když rozprávěti jsme o rovnováze na strojích, naskýtala se nám často příležitost pozorovati značnou

část síly, kterou tření pohlcuje. Promluvíme nyní blíže o tření.

Povrch každého těla má vyvýšeniny a prohlubeniny (asi na způsob pilníku), které, jakož dobrým drobnohledem přesvědčiti se můžeme, ani nejjemnější politurou vyhladiti nelze, protože z části v pórovatosti těl svou mají příčinu.

Z toho následuje, že posouváme-li jedno tělo po druhém, vniknou vyvýšeniny jednoho do prohlubenin druhého, z nichž při dalším pohybu opět vytaženy býti musejí. Při tom se jednotlivé části buď ulámou, buď zohybají. Ačkoliv částice ty, které vzájemně si překážejí, velmi jsou malé, tož přece pro veliký jich počet vzdejde takto pro pohyb značný odpor, kterýž nazýváme *třením*.

Čím menší jsou dotčené vyvýšeniny, čím hladší tedy jest povrch těla a čím menší jest tlak, kterým o sebe se trou, tím menší jest tření. Mazadla, jako olej, tuky, mýdla, utřená tuha (grafit), jichž s prospěchem se užívá, zmenšují tření proto, že prohlubeniny těl vyplňují a povrch jich hladším činí.

Tak jako všeliké hmoty, jichž v stavitelství a strojnictví se užívá, v příčině jich pevnosti zkoušeny byly, a výsledky zkoušek těch ve zvláštních tabulkách sestaveny jsou: podobně děly se i zevrubné zkoušky se zmiňnými hmotami v příčině jich tření a obdržení čísla, tak řečené *koefficienty* tření rovněž v tabulkách jsou uložena.

Koefficienty tyto závisejí pouze na hmotě povrchův, které se trou. Známe-li je, lze pak také snadno, jakož následující úvaha nás poučí, odpor třením způsobený vypočísti.

§. 129. Tření vlačné.

Tření může býti buď *vlačné*, buď *valné*.

Tření vlačné objevuje se tenkrát, když troucí se těla po sobě se posouvají, aniž by při tom kotálela se.

Čím pevněji přitiskne se zavírka ke kolům, tím více musejí koně táhnouti. Čím větší náklad jest na saních, tím větší síly jest třeba. K tomu vztahuje se následující důležitý zákon:

Tření jest v přímém poměru k tlaku. Čím větší jest totiž síla, která plochy, jež se dotýkají, k sobě tlačí, tím větší jest tření a naopak.

Ostatně sluší připomenouti, že jest tření z počátku pohybu větší, nežli když již tělo v pohybu jest aneb jak se obyčejně říká: *tření klidu jest větší než tření pohybu.*

Známe-li tlak, vypočteme tření násobice tlak ten přiměřeným koeficientem tření.

K objasnění tohoto pravidla nechť slouží následující příklad.

Úloha. Po dubové podlaze má se odstrčiti dubová skříň neb stůl, který váží 100 liber. Jak veliké síly jest k tomu třeba, obnáší-li koeficient tření dřeva dubového na dřevě dubovém 0·48?

Řešení. Koeficient tření oznamuje kolikátou část tlaku těl, která o sebe se trou, tření obnáší. V našem příkladě rovná se tlak váze těla, jež odstrčiti chceme. Z čehož následuje, že tření $100 \times 0\cdot48 = 48$ lib. činiti bude a to jest také síla, které k odstrčení skříně potřebl.

Zkouškami jest dokázáno, že jest lhostejno, zda skříň celou půdief na podlaze spočívá aneb toliko na nobách stojí, ležl-li tělo na své široké neb na úzké ploše. V první případnosti jest sice více bodův, které se dotýkají, za to však v druhé případnosti více jsou

obtížkány nežli v první, protože váha skříně na menší počet bodův se rozděljuje. Vůbec platí zákon:

Tření nezdvisí na velikosti ploch, které se tou.

Koefficient tření obnáší, třeli se:

litina o litinu 0·15,

kůže o dubové dřevo 0·35,

kůže pistu s vodou 0·62,

„ „ s olejem, lojem neb sádlem 0·12,

kujné železo o kujné železo 0·4,

„ „ „ litinu 0·18,

bronz o bronz 0·2,

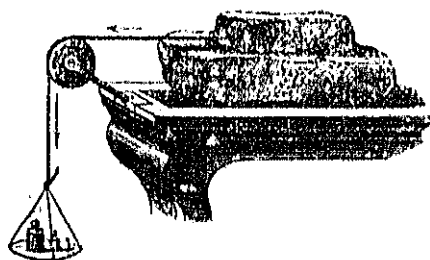
„ „ kujné železo 0·16,

vápenec o vápenec 0·7,

cihly o vápno 0·67 atd.

Vůbec jest tření mezi plochami též stejnorodých na př. železem a železem větší nežli mezi různorodými na př. železem a mosazí neb bronzem. Za tou příčinou dělávají se pánvice z mosazí a čepy ze železa. Pomocí mazadel lze tření značně umenšiti.

Obr. 147.



Kterak určuje se tření.

Přístroj na obr. 147. vypočetný slouží k určování koefficientu tření vlačného. K tomu účelu vkládají se závaží do mísky tak dlouho, až tělo *A*, kterému se dal slabý ústrk, po *B* rovnoměrně se posouvá. Závaží v mísce obsažená oznamují patrně, mnoho-li obnáší tření vlačné při pohybování.

Tření čepů není tření valné, ješto čepy pohybují se v pánvici na témž místě zůstávají.

Tření valné.

Tření valné, které nastane, když tělo pohybující se po podpoře se valí, jest také v poměru přímém ku tlaku, avšak v poměru obráceném k poloměru válce nebo kola, tak že na př. vozy s velikými koly v této příčině prospěšnější jsou, nežli vozy s koly malými.

Úloha. Jakou silou musí účinkovati kůň, aby vůz, na němž 20 centů naloženo, po silnici ve velmi dobrém stavu se nalézající utáhl, 1) je-li cesta vodorovná, 2) jede-li se do vršku, 3) jede-li se s vršku, jehož svah $8\frac{0}{100}$ obnáší.

Řešení. Koefficient tření v této případnosti obnáší $\frac{1}{50}$. Bude tudíž kůň muset po cestě vodorovné táhnout silou $\frac{1}{50} \cdot 2000 = 40$ liber. Jede-li se však po cestě, která při 100 sáhách o 8 sáhů stoupá (svah $8\frac{0}{100}$), musí připočísti se ještě váha svahová vozu totiž $\frac{8 \times 2000}{100} = 160$ lib.; potřebí jest tudíž síly $40 + 160 = 200$ lib. Aby se konečně vůz na svahu udržel, potřebí jest síly, která o to menší jest než váha svahová, mnoho-li tření obnáší. Tedy $160 - 40 = 120$ lib.

Na železně dráze činí koefficient tření $\frac{1}{310}$. Kůň, jehož síla 100 liber obnáší, utáhl by tedy zde $370 \times 100 = 37000$ liber aneb 370 centů.

Tření valné jest menší, nežli tření vlačné, neboť valí-li se jedno tělo po druhém, vystupují vyvýšeniny jednoho z prohlubenin druhého jako zuby dvou kol a netřeba tudíž vyvýšenin vylamovati neb zohybávati. Za tou příčinou proměňuje se v případnostech nejedněch tření vlačné ve valné, tak na př. podkládají se pod kámen, který někam dopraven býti má, válce, aby takto snáze mohl býti pohybován. Čím větší jest průměr válce, tím snáze lze tělo pohybovati. V nejnovější době posouvají se mosty pro železně dráhy (mosty mřížové) mnoho tisíc centů těžké na své pilíře po válkách, kteréž pomocí dlouhých pák kolem nehybných os se otáčejí.

§. 130. Prospěchy vyplývající ze tření.

Ačkoliv tření pohybu překáží, jest přece výjevem velmi důležitým.

Kdyby nebylo tření, byla by chůze naše na ploše vodorovné velmi namáhavá, na šikmých pak byla by zcela nemožnou. Hřebíky, klíny, šrouby atd. by beze tření nedržely. Švy by se rozpáraly, stavebné kameny a trámy by sebe menším nárazem se sesmekly. Zdaž bylo by lze stavěti domy, stroje atd. beze tření? —

Jedouce s vrchu zastavujeme vůz třením (brzdou, závěrkou). Smyčec natírá se kalafunou; snadno lze pochopiti, že bychom beze tření ani na housle, ani na kytaru a harfu hráti nemohli, ješto by smyčec neb prsty se strun se sesmykávaly. Dále by nebylo beze tření možno nástroje pevně držeti; bez něho nemohli bychom jich ani brousiti, ani leštiti. Také účinek kol a kotoučův řemeny opáсанých spočívá na tření, ješto jenom pomocí jeho síla z jedné části stroje na jinou část se převádí. Tření provazu o dřevo užívá se, aby spouštění sudův do sklepa se usnadnilo. Jenom následkem tření lze věci, které mají podobu zra neb prášku, jako písek, mouku atd. do výše nakupiti a tření jest příčinou, že země s naspů nesjždí. Koně okovávají se proto, aby tření mezi pūdou a kopytom se zvětšilo. Podobně účinkuje posypávání chodníkův pískem, pilinami atd., když jest náledí.

Pomocí tření vlačného pudných kol parostroje o koleje železničné pohybuje se celý vlak, jemuž toliko tření valné jest překonávati. Čím více váží lokomotiva, tím větší bude tření vlačné; čím více pak bude kol, na něž se pudná síla rozděluje, tím více bude ramen, kterými se síla lokomotivy o koleje opírá a tím větší bude také účinek síly.

Částka třetí.

O rovnováze a pohybování kapalin i vzdušin.

§. 131. O rozdílu mezi kapalinami a vzdušinami.

Zavádíš-li o nádobu s vodou, přivedeš tím na čas celý obsah její z poklidu. Větrík, který sotva listím na stromech pohne, rozbrazďuje celý povrch rybníka. Ryby rozdělují vodu s největší snadností míhajíce se mnohdy střelbitě sem a tam. Voda, olej, ocet, rtuť atd. tvoří kapky.

Kapaliny jsou těla, jež snadno pošinoucí lze a která v malých částkách kapky tvoří.

Mnohem snáze nežli ryba vodu, rozděljuje pták vzduch. Pohybuješ-li se zvolna v klidném vzduchu, necítíš téměř ani, že tu jest, což je důkazem, kterak pramalá síla dostačí, aby vzduch stranou byl pošinut. Ponoříš-li do vody prázdnou (vlastně vzduchem naplněnou) sklenici dnem vzhůru obrácenou, vniká voda do sklenice tím výše, čím hloub jsi byl sklenici vnořil. Ješto vzduch nikudy uniknouti nemohl, patrné, že byl do menšího prostoru stlačen. Povytláhneš-li na to sklenici tolik z vody, aby okraj její povrchu vody právě ještě

se dotýkal, roztáhne se opět vzduch v sklenici, protože tlak vody naň působiti přestal.

Vzdušiny jsou hmoty, které mimo to, že se snadno pošinoují dají, i svou roztaživostí a stlačitelností se vyznačují. I kapaliny i vzdušiny lze z jedné nádoby do druhé přelévati — tekou, jsou **tekutiny**.

§. 132. O spojivosti a přilnavosti kapalin.

Často vidáme na konci listův neb stébel viseti malé kulaté kapky rosné neb dešťové. — Padne-li kapka rtuti na stůl, rozběhne se na množství drobných kuliček zcela pravidelných. — Broky vytvořují se tím způsobem, že se roztopené olovo plechovým cedníkem s vysoké věže do vody spouští. Kapky olova zachovávají onu podobu, kterou po čas padání svého měly — podobu kuliček. Ačkoliv se zdá, jakoby kapaliny *spojivosti* neměly, protože slabý odpor jeví, kdykoliv částice jich odděliti aneb pošinoují chceme, tož přesvědčujeme se uvedenými výjevy zřejmě o jsoucnosti síly této.

Spojivost dává kapkám podobu koule. Příčinu, proč kapaliny podoby této nepodržují, když větší množství jich jest pohromadě, sluší hledati v tom, že jiné mocnější síly jim překážejí. Pusťme kapku vody, která ve vzduchu kuličku tvořila, na desku skleněnou, co znamenáme? Kulička rozplyne se po desce. Nejen *těže* byla toho příčinou, ale i síla, která mezi sklem a vodou se jeví a *přilnavostí* sluje. Kapka rtuťová podržuje na ploše skleněné, dřevěné i železné svou kulatou podobu, avšak na desce cínové rozplyne se tak jako voda na skle. Proto pravíme, že rtuť nelze ke sklu, dřevu, železu, aneb že mezi sklem a rtuťí není přilnavosti, ovšem však mezi rtuťí a cínem, rtuťí a zlatem atd.

§. 133. O rozdílu mezi spojitostí a přilnavostí.

Přilnavost jest přitažlivá síla, která mezi částicemi dvou *různorodých* těl (vody a skla, rtuti a cínu atd.) působí. Rozeznávat se tudíž od spojitosti (§. 54.) tím, že spojitost jen mezi částicemi těl *stejnorodých* (olova a olova, křída a křída) účinkuje.

Klížení má svůj základ ve přilnavosti klíhu ke dřevu a ve spojitosti klíhu. Barviva lnou ku plochám zvláště připraveným, inkoust lne k papíru, částice křída lpí na tabuli, inkoust litografický chytá se kamene, čerň tiskařská (kapalina olejovitá) písmének i papíru neklíženého. Amalgama (slitina cínu se rtutí) drží se na zreadlech skla atd.

Pozlacování, postříbřování, poměďování, pocínování, pozinkování, platování čili povlékání kovů obecných plechem kovů drahých, počítění, pájení (po sprostou letování) a bezpočetné jiné výkony zakládají se na přilnavosti. Při lití svíček jest přilnavost loje ku knotu větší nežli přilnavost loje ke kadlubu. Tažení svíček však zakládá se přede vším na spojitosti částic loje mezi sebou.

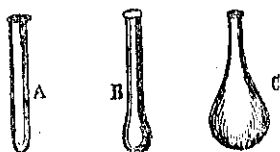
§. 134. Povrch kapalin klidných jest vodorovný.

Těla kapalná vyplňují následkem tíže jednotlivých svých částic úplně nádoby, do kterých jsou dána. Je-li kapalina v poklidu, jest povrch její vodorovný. Snažení kapky tvořiti prozrazuje kapalina jen tehdy, když mezi kapalinou a stěnou nádoby buď není přilnavosti, buď tato jen nepatrná jest. Tak na př. má rtuť v úzkých skleněných nádobách povrch zakulacený.

Lne-li kapalina ku stěnám nádoby, tu nejen že se kulativost nejeví, nýbrž naopak kapalina táhne se po stěnách do výše. Zvláště zřejmě viděti lze tuto prohlou-

benost uprostřed povrchu kapaliny v nádobkách úzkých tak zvaných skumavkách, z nichž některé na obr. 148. jsou vy-podobněny.

Obr. 148.



Skumavky.

§. 135. O rozpínavosti vzdušín.

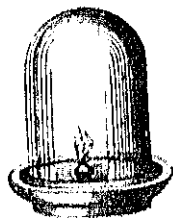
Vzdušiny jsou jak již řečeno hmoty snadno poši-nutelné. Jich částice však nejeví snahy sblížití se, nýbrž naopak usilují vždy více a více vzdáliti se od sebe. Z té příčiny nelze přechovávatí jich v nádobách otevře-ných. Na stěny nádob zavřených způsobují tlak, kterýž jich rozpínavostí (roztaživostí, expansivností) sluje. Rozpínavost plynu může v jistých případnostech býti tak veliká, že stěny nádob se roztrhají. Za tou příčinou bývají přístroje, v nichž lučebnici plyny vyvinují, tru-bicemi pojišťovacími opatřovány. (Srovnej §. 91.)

§. 136. Popis nejdůležitějších vzdušín.

Hodlám nyní seznámiti vás s nejdůležitějšími těly vzdušnými. *Vodní pára* jest tělo vzdušné. Rozštěpením vody povstává *vodík* a *kyslík*; oba jsme již poznali (v odst. 18.). Vodík jest velmi lehký, avšak znamenitě roz-pínavý plyn. Tlak totiž, který vodík na stěny nádoby, v níž jest uzavřen, činí, jest značně veliký.

Náš obyčejný čili atmosférický *vzduch* jest směšenina ze dvou plynův, z *dusíku* totiž a *kyslíku*, z nichž toliko kyslík dýchání a ho-ření podporuje. V 5 měrách vzdu-chu jsou 4 míry dusíku a 1 míra kyslíku.

Obr. 149.



Zvon skleněný.

Zapálíme-li kousek fosforu nad vodou na místičce plovoucího a přiklopíme jej zvonem skloněným (obr. 149.), bude hořeti jen potud, pokud kyslík v uzavřeném tomto prostoru se nachází. Je-li kyslík ztráven, zbuďe pod zvonem jenom dusík a fosfor shasne. Ješto hořením plynu ubylo, vystoupí voda na jeho místo do zvonu a zaujme asi pátou část původního prostoru — důkaz, že činí kyslík pouze pětinu vzduchu.

Zapálíme-li kus síry, vyvinuje se plyn zápachu pronikavého, který slouží k bílení slámy, vlny, per atd. Plyn ten jmenuje se **kyselina sířičitá** a jest, jak již jméno ukazuje, sloučenina *síry s kyslíkem*.

Z kuchyňské soli nabýváme **chlóru**. Chlór jest plyn nerozložitelný (prvek), barvy zelenavě žluté, vůně pronikavě dusivé a slouží k bílení látek lněných a bavlněných.

Nachází-li se žhavé uhlí v kamnech, ubývá ho, jak známo, vždy víc a více, až konečně jen popel zbuďe. Uhlí shořelo, sloučilo se totiž s kyslíkem na **kyselinu uhličitou**. Jest to onen plyn, který také z piva, ze šampaňského vína a ze šumivých prášků uchází.

Kyselina uhličitá složena jest z *uhlíku a kyslíku* a tvoří se hořením, kvašením jakož i dýčbáním lidí a zvířat. Jest to plyn bezbarevný, těžší nežli vzduch, který ani hoření, ani dýčbání nepodporuje.

Shoří-li uhlí za nedostatečného přístupu vzduchu, povstává jiný plyn, který jsa jedovatý modrým plamenem hoří a **kysličník uhelnatý** slove.

Kysličník uhelnatý jest takéž sloučenina uhlíku s kyslíkem, obsahuje však kyslíku o polovinu méně nežli kyselina uhličitá.

Modré plaménky, které nad žhavým uhlím kmitají se vidíváš jsou hořelí kysličník uhelnatý.

Každý ví, že nesmí se otvor vedoucí z kamen do komína předčasň zavřati. Opomenutí tohoto pravidla mělo již často udušení lidí za následek.

Světelný plyn čili **svítiplyn** záleží hlavně v míchanině dvou *uhlovodíkův*, *lehkého* a *těžkého*. Oba jsou sloučeniny uhlíku a vodíku.

Uhlovodík lehký vyvinuje se v bahnech a slove pak *plyn bahnatý*. Rovněž povstává v dolech na kamenné uhlí — odtud slove také *plyn dolový* či *bdůšský* — a bývá příčinou strašných neštěstí, když se vzduchem smíchán se zapálí.

Uhlovodík těžký jest plyn bezbarevný, jedovatý, který hoří plamenem skvělým.

§. 137. Rozhled.

Nejdůležitější plyny jsou:

Kyslík, vodík, dusík, chlór, kyselina siřičitá, kysličník uhelnatý, kyselina uhličitá a uhlovodík lehký i těžký. Vzduch jest směšenina z dusíku a kyslíku. Vodní pára jest voda ve skupenství vzdušném.

Každá z uvedených vzdušin má svou osoblivou rozpínavost, rozprostranivost (expansivnost); vodík největší, chlór nejmenší. Nejenom vzduch, ale všechny plyny jsou stlačitelné a při tom pružné. Rozpínavost plynů není nic jiného než účinek jejich pružnosti. Tak jako u vzduchu přibývá rozpínavosti plynů vůbec zmenšováním objemu a zvyšováním teploty.

Vzdušiny jsou tedy snadno pošinitelné, pružné, tíží podléhající těla mající s kapalinami tíží a snadnou pošinitelnost částic společnou a rozeznávající se od nich pružností, ješto kapaliny takřka za nepružné považovati lze. Zákony, které zakládají se na tíží a snadné pošinitelnosti částic kapalin, platí i pro vzdušiny. Proto odvodíme je pro obě skupenství společně. Ku konci promluvíme o oněch zvláštních vlastnostech vzdušin, které na rozpínavosti jejich se zakládají.

O tíži tekutin vůbec.

§. 138. Tíže kapalin.

Měrná váha vody.

Každý z vás ví, že voda jakož i všeliká jiná kapalina na př. olej, lih atd. těžky jsou. Obrátíš-li sklenici vodou naplněnou dnem vzhůru, vyteče z ní voda na zem. Působením tíže rozdělila se voda po povrchu země naší a zaujávši nejnižší místa tvoří rozsáhlá moře a jezera, která zase jen následkem tíže na povrchu svém zaokrouhlená nám se jeví. Účinkováním tíže padá kapka dešťová s oblak na zemi, jejímiž šěrbinami a rozsedlinami proniká a potoky a řeky tvoří. Kterož prospěvše člověku, buď že po nich zboží své dopravil, buď že stroje mu hnaly, pospíchají do moře, aby odtamtud v páry proměněné opět do výše se vznesly a oblak zemi zúrodnující a žár sluneční zmírňující vytvořily.

K mnohým účelům třeba jest znáti měrnou váhu vody. Aby ustanovena byla, zvážena jest zevrubně překapaná voda, jejíž objem se rovná jedničce. I shledáno, že *kostková stopa vody překapané při teplotě 4° C. váží 56·4 libry*. Při této teplotě jest voda nejhustší.

Při stanovení měrné váhy vody postupováno asi následovně. Zhotovena byla dutá kostka z plechu, která právě kostkovou stopu zaujímalá. Kteráž zvážena, po té při teplotě 4° C. destilovanou vodou naplněna a opět zvážena jest. Při každé jiné teplotě váží kostková stopa vody méně.

Litř vody váží 1 kilogram.

§. 139. O tíži vzdušín.

Měrná váha vzduchu.

I vzduch jest těžké tělo. Ješto však tíže jeho skrovná jest, vznáší se nad povrchem země a kolem do

kola co snadno proniknutelný obal ji obklopuje. Kterýž obor vzdušný slove *atmosféra* čili *ovzduší* a sahá do značné výše.

Váha vzduchu byla zevrubnými zkouškami rovněž ustanovena.

Kostková stopa vzduchu váží za teploty 0 stupňův a za okolností, které od obyčejných mdlo se různí, 564 grány čili 2 $\frac{1}{3}$ lotu. Litr vzduchu váží 1·29 gramu.

Vzduch jest tudíž téměř 770krát (zevrubně 769·44krát) lehčí než voda, takžo as 15^c vzduchu teprv 1 libru váží.

Připomínám opět (viz §. 50.) že 1 grán jest 240tá část lotu.

Má-li se váha určitého objemu vzduchu ustanoviti, vezme se dutá koule skloněná (balon), jejíž objem zevrubně znám jest, a naplněná suchým vzduchem se zváží. Potom se vzduch výděvou vytáhne a koule prázdná opět se zváží. Rozdíl ve váze nyní a prvě dá váhu vzduchu, který v balonu byl obsažen.

Podobnými zkouškami seznáno, že kyselina uhlíčitá 1 $\frac{1}{2}$ krátě těžší jest vzduchu, čili že 1 $\frac{1}{2}$ krátě více váží než rovný objem vzduchu. Kyslík jest nepatrně těžší; dusík a kysličník uhelnatý jsou poněkud lehčí vzduchu. Vodík váží 14 $\frac{1}{2}$ krát méně než rovný objem vzduchu. Hustota vodní páry = 0·62, kyseliny sířičité = 2·25, chlór = 2·47, uhlovodíku lehkého = 0·56, uhlovodíku těžkého = 0·97. Vážíť totiž vodní pára 0·62krátě, kyselina sířičitá 2·25krátě, chlór 2·47krátě, uhlovodík lehký 0·56krátě, uhlovodík těžký 0·97krátě tolik co rovný objem vzduchu.

§. 140. Voda co síla hýbací.

O vodních kolech.

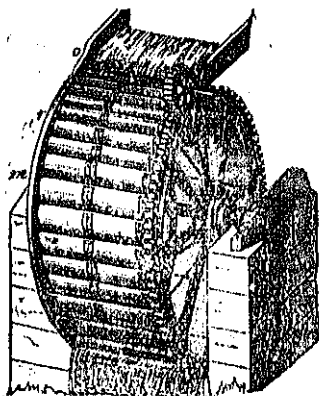
Váhy vody rozmanitě se užívá. Nejdůležitějšího úžitku poskytlá tím, že se jí *vodní kola* ženou. Mnohý z vás

již viděl, která voda z rybníka, řeky aneb jiné nádržky žlabem mírně skloněným jsou vedena padá na kolo, které na obvodu svém korýtky (korečky) opatřeno jest. Voda naplňuje hoření korečka, pohybuje se v nich dolů váhou svou kolem točice a dole opět je opouští. Mezi tím dostala se opět jiná korečka nahoru, do kterých rovněž voda padá a tak neustále strana kola vodou naplněná dolů klesá, kdežto strana prázdná do výše vystupuje. Taková kola slovou *kola na vrchní vodu* (korečná kola neb korečníky).

U kol na spodní vodu nepůsobí voda váhou svou, ale nárazem, který na dolní lopatky kola směřuje.

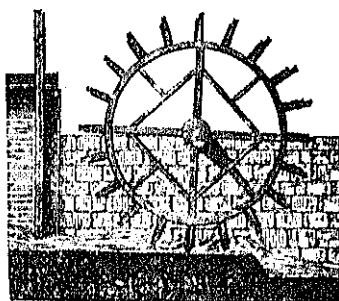
Obr. 150. vyznačuje kolo na vrchní vodu, obr. 151. kolo na spodní vodu. Jsou ještě jiná kola, jako kola na *střední vodu*, při nichž se voda asi ve výši hřídele na lopatky korečkům poněkud podobné vede a kde pak nárazem i váhou svou působí a j.

Obr. 150.



Kolo korečné.

Obr. 151.



Kolo na spodní vodu.

Kola na vrchní vodu jsou nejvýhodnější; kola na spodní vodu nejméně přiměřená, ješto prvňjšími 50—80^u,

poslednějšími pak jenom 25—30 $\frac{0}{0}$ účinnosti vody se zužitkuje. Pravíme pak *výnosnost* kol na vrchní vodu obnáší 50—80 $\frac{0}{0}$ aneb kolo na vrchní vodu pracuje s účinkem 50—80 $\frac{0}{0}$ a kolo na spodní vodu toliko s účinkem 25—30 $\frac{0}{0}$, protože se část síly rázem ztrácí.

§. 141. Přibližný počet o výnosnosti kol.

Abychom blíže seznali, jaký význam mají slova „účinnost“ a „výnosnost“ provedme příklad. Je-li znám *spád* čili výška povrchu vody vrchní nad povrchem vody spodní a přibližná výnosnost kola, které do tohoto spádu se postaviti má, tož lze z toho dosti určitě zvědžiti počet koňských sil, jež kolo na hřídel stroje přeněsti s to jest.

Úloha. Na vodní kolo podle pravidel strojnictví postavené padá každou vteřinu 3 $\frac{1}{2}$ krychlové stopy vody. Spád obnáší 16 stop. Kolik koňských sil přenáší se tímto kolem na hřídel stroje, lze-li za to míti, že výnosnost kola činí 80 $\frac{0}{0}$ účinnosti vody?

Řešení. Voda padá s výše 16 stop částečně bezprostředně, největším dílem však prostřednictvím koreček vodního kola. Pohybující se dolů vykonává váhou svou práci, z níž část — dle výnosnosti kola větší, menší — přenáší se na hřídel kola, kterýž má býti zároveň hřídelem stroje. *Účinnost* (práci) vody obdržíme, násobíce *množství vody v librách*, která ve vteřině na kolo padá, *spádem ustanoveným ve stopách*. (§. 85.).

3 $\frac{1}{2}$ krychlové stopy vody váží $3\cdot5 \times 56\cdot4 = 197\cdot4$ liber. Spád = 16', tudíž účinnost $197\cdot4 \times 16 = 3158\cdot4$ librostop.

Ješto však dle výše uvedeného výnosnosti jen $\frac{1}{5}$ (= 80 $\frac{0}{0}$) účinnosti na hřídel kola přechází ($\frac{1}{5}$ tedy rázy, třením se ruší), zbývá $3158\cdot4 - \frac{1}{5} (3158\cdot4) = 2526\cdot7$

librostop, kteréž hřidel stroje se sděluji. Dělnost tato uvedena na koňské síly dá $2526\cdot7 : 430 = 5\cdot88$, t. j. vodní kolo přenáší na hřidel strojový sílu téměř 6 koní.

§. 142. Tok rourami.

Jak známo teče voda rourami ve vodovodu, následkem tíže s vyššího místa do nižšího pohybuje se v nich jako po nakloněné rovině. I zde pohybovala by se voda (dle zákonů o pádu po nakloněné rovině) se značným zrychlováním, kdyby nebylo tření a přilnavosti mezi vodou a stěnami vodovodu. Rychlost, kterou voda na dolním konci z vodovodu vychází, zůstává, je-li vodovod dlouhý, daleko pozadu za rychlostí, jižto by míti měla, kdyby bez překážek šikmo se pohybovala. Známo-li spád vodovodu čili výšku (svisnou čarou měřenou) bodu nejvyššího nad bodem nejnižším, pak průřez a délku roury, tož lze rychlost tuto vypočísti.

Rychlost, kterou voda z vodovodu vytéká, jest tím větší, čím značnější je spád, čím větší průměr roury a čím menší jest délka vodovodu.

Jednotlivé roury vodovodu dlužno s ohledem na celý spád a délku vodovodu v přiměřeném sklonu položiti.

Obnáší-li spád vodovodu $\frac{1}{100}$, teče voda bez překážky. Spád $\frac{1}{100}$ znamená, že roury na každý sáh = 1000 čárek (dle rozdělení desetinného) délky $1000 : 100 = 10$ decimalných čárek spádu míti musejí čili že hořoní bod roury 10 čárek výše ležeti musí než dolní. Obnáší-li délka 8 decimalných stop, dlužno jí dáti sklon 8 čárek desetinných atd.

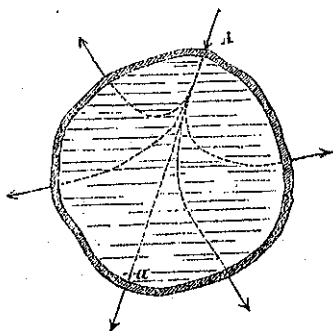
O pohyblivosti čili pošinutelnosti tekutin.

§. 143. Tlak rozptyluje se na všechny strany.

Přiložíš-li dláto na desku dřevěnou a uhodíš naň, uhnou se jen ony části dřeva stranou, které bezprostředně pod ostřím se našly. Části ostatních se rána nijak netkne. Jinak jest u tekutin; zde přenáší se tlak, který způsoben byl na část tekutiny, i na všechny ostatní části její. Abychom jednoduchý a názorný příklad podali, učiníme zkoušku s měchýřem. Naplnivše jej vodou neb vzduchem a pevně zavázavše, tlačeme pak na některém místě (na obr. 152. v A) v určitém směru rukou. Tu nejen ony části vody neb vzduchu, které ve směru tlaku leží, tlačeny budou, nýbrž všechny částice tekutiny v měchýři se nalezají. Kterýž tlak rozptýlí se i na všechny stěny měchýře. Že

tomu tak, přesvědčíš se, učiníš-li na více místech jemné otvory do něho. Budeť voda všemi otvory vystřikovati touže rychlostí. Kdyby tlak jenom přímým směrem se šířil, vytékala by voda toliko otvorem v *a* učiněným rychlostí tlaku přiměřenou. Ostatními otvory vycházela by jenom rychlostí, která tíží přiměřena a třením jakož i přilnavostí vody ke stěnám zmenšena jest.

Obr. 152. .



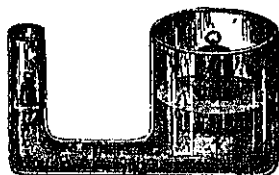
Znázornění snadné pošinutelnosti částic kapaliny.

Pokus ten dokazuje, že tlak, způsobený na část tekutiny, rozptyluje se ve všech směrech celou hmotou.

§. 144. Tlak rozptyluje se ve všech směrech rovnou měrou.

Na obr. 153. jsou n a N dva duté válce, které rourou mezi sebou jsou spojeny. V nich pohybovati se dají dva těsně přiléhající písty a a A . Prostor pod písty naplněn jest vodou. Na píst a , který má 2 palce čtverečné v průřezu, nechť působí tlak 100 liber. Nastává otázka, jakou silou zdvihán jest píst A , má-li

Obr. 153.



Princíp stejného tlaku.

plocha jeho, kterou kapaliny se dotýká, 20 čtverečných palců v průřezu.

Účinkuje-li na plochu 2 □" tlak 100 lib., působí na 1 □" 50 lib. Kterýž tlak rozptyluje se rovnou měrou také na plochu pístu A , takže každá část pístu 1 □" veliká tlačena 50 librami. Ješto celý píst 20 □" v průřezu má, bude naň účinkovati tlak $20 \times 50 = 1000$ lib. Tudiž obnáší síla, která velký píst vyzdvihuje, 1000 lib. Vidíme, že tlaku přibývá tou měrou, kterou plocha pístu větší se stává. Lze tedy pomocí přístroje na obr. 155. vypočteného danou silou uskutečniti tlak jakýkolivěk. Potřebí toliko k většímu pístu přidati desku, která proti pevné jakés opoře by se pohybovala.

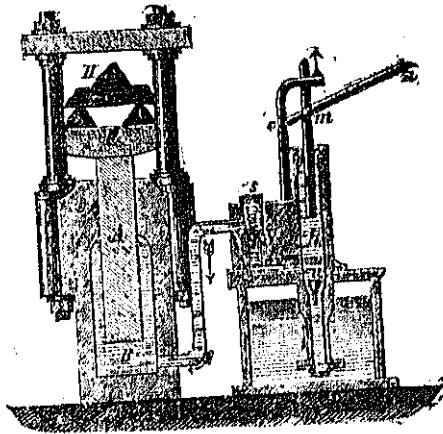
Čím větší jest však plocha pístu A nežli plocha pístu a , tím váhavěji bude se píst A pohybovati nežli a , takže i zde jako u všech strojův platí pravidlo: co získáno na síle, ztraceno jest na rychlosti.

§. 145. O vodním lisu.

Lis vodní (také hydraulický) záleží ze dvou pístův, malého a (obr. 154.) a velkého A . Oba pohybuji se

neprodyšně ve válcovitých nádržkách *b* a *B*, kteréž rourou jsou spojeny. Pist *a* pohybuje se jednoramenou

Obr. 154.



Vodní lis.

pákou *m* nahoru a dolů; *v* jest záklopka, která, když malý pist se vyzdvihuje, vodu z nádržky do válce *b* pouští. Když však pist dolů jde, tu záklopka zamezuje, by voda nazpět téci nemohla. Druhá záklopka *P* uzavírá spojení roury s válcem, jakmile pist *a* vystupuje a otvírá průchod, když pist klesá.

Když celý dutý prostor vodou jest naplněn a my pist *a* dolů tlačíme, přenáší se tlak na pist *A* a zdvihá jej silou, která se má k tlaku na *a*, jako průřez *A* k průřezu *a*.

K pistu *A* připevněna jest deska *P*, která se mezi čtyřmi sloupy horem příčkou spojenými nahoru a dolů pohybuje a na předměty sem vložené tlačí.

Při tomto lisu nechť obnáší malý pist 1 □", veliký pist 300 □". Mimo to budiž na páce *cm* rámě *cn* = 10. *cm* a síla na konci *n* účinkující = 50 lib. Izet nyní snadno sílu, kterou pist do výše se žene, vy-

počísti. Síla 50 lib. v n účinkuje způsobuje v m , tedy také v b tlak $50 \times 10 = 500$ lib., protože rámě síly 10krát je větší nežli rámě břemena.

Na páce má se totiž :

síla k břemenu jako rámě břemena k rameni síly

$$50 : B = 10 : 10$$

z čehož $B = 50 \times 10 = 500$ lib. Břímě jest zde tlak na píst a .

Ješto plocha velkého pístu 300krát jest větší nežli plocha pístu malého a na malý píst dle hořejšího výpočtu tlak 500 liber působí, bude tlak na velký píst obnášeti $300 \times 500 = 150.000$ liber čili 1500 centů. Ostatně jest tření při těchto strojích tak značné, že dle nabyté zkušenosti jednu třetinu z vypočteného výsledku odraziti dlužno. Přes to všecko lze pomocí vodního lisu silou jediného člověku docíliti znamenitého tlaku 1000 centů!

Hydraulického lisu užívá se nejčastěji v továrnách na cukr k lisování rozstrouhané řepy, v olejárnách k vytlačování oleje z řepky, v továrnách na stearové svíčky, aby se zbavily stearové koláče kyseliny olejové; dále v továrnách na sukna, papír atd. vůbec tam, kde potřebí tlaku značně velikého.

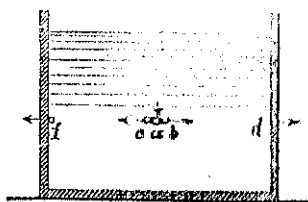
O tlaku tekutin na dno a na stěny.

§. 146. O tlaku na dno nádob se svislými stěnami.

V mnohých případech. bývá věci žádoucí vypočísti tlak, který voda na dno nádob způsobuje. Následující příklad ukazuje, jak si při tom máme počínati.

Úloha. Kád hranatý neb okrouhlá (obr. 155.), jejíž dno 20 čtverečných stop obnáší (byla by na př. 4 stopy široká a 5 stop dlouhá), jest 6 stop vysoko vodou naplněna. Jak veliký jest tlak, kterýmž voda na dno působí?

Obr. 155.



Tlak na dno i na stěny.

Řešení. Uznáš snadno, že tlak tento bude roven váze vody, která nade dnem spočívá, tedy váze vody v kádi obsažené. *Váhu vody vypočteš z objemu jejího, násobíš-li jej měrnou váhou vody.*

Byl-li objem vyjádřen krychlovými stopami, znásob jej 56·4 lib. (neboť tolik liber váží krychlová stopa vody) a obdržíš tlak v librách. V naší úloze jest objem vody $20 \times 6 = 120$ " ; $120 \times 56·4 = 6768$ liber.

§. 147. O tlaku na stěny nádob.

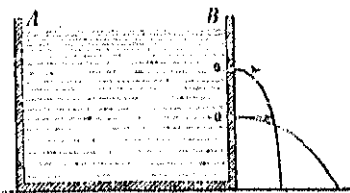
Pozoruješ-li na obr. 155. částici vody *a*, shledáš, že na ní spočívá tlak veškerých částic, které svismo nad ní se nalézají. Kterýž tlak postupuje však z částice *a* následkem snadné pošlunutelnosti kapalin nejen dolů, ale ve všech směrech a tedy také ve směru vodorovném na částici *b* a *c*. Ješto však částice *b* a *c* rovněž snadno pošlunutelny jsou a touž snahu jeví, ruší se jich obapolný tlak. V této vrstvě jenom částice u stěn ležící *d* a *f* přenášejí tlak se shora pochodící na stěny. Čím hloub pak částice pod hladinou vodní leží, tím mocněji puzena jest vodorovně ku stěně a tím větší bude také tlak na stěnu.

Tlak vody na stěnu rovná se váze sloupce kapaliny, kterýž, máje stěnu onu za zdkladnou, má za výšku odlehlost těžiště této stěny od povrchu kapaliny.

Tlak na stěnu vypočteme tedy násobílec stěnu hloubkou těžiště jejího pod povrchem vody a součin dále 56·4.

Učiniš-li ve stěně nádoby otvor (obr. 156. *o*), vytéká z něho voda tím rychleji, čím hloub pod

Obr. 156.



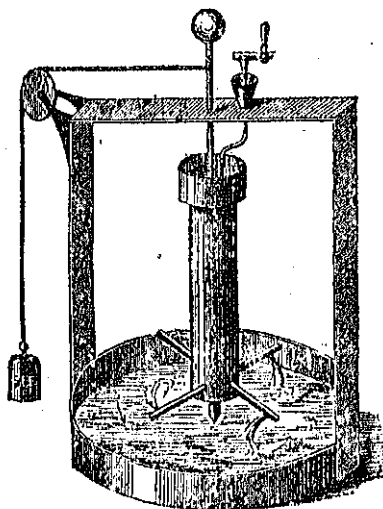
Výtok vody postranními otvory.

hladinou vodní AB leží. Pohyb vody rovnovážný a tíže v směru svislém činná způsobují, že vytékající paprsek parabolu opisuje (Srovnej §. 72.).

§. 148. Segnerovo kolo a turbíny.

Je-li do jedné stěny otvor učiněn, zruší se tím tlak na tuto stěnu, kdežto na stěnu protější kapalina

Obr. 157.



Segnerovo kolo.

tlačiti nepřestává. Tím porušena jest rovnováha a může-li se nádoba pohybovati, pohybuje se v onom směru, ve kterém tlak působí. Na tom základě spočívá po svém vynálezi tak řečené *Segnerovo kolo* (obrázek 157.). Svislá roura vůkol své osy otáčitelná naplní se vodou, kteráž postrannými otvory ve vodorovných ramenech na dolním konci při-

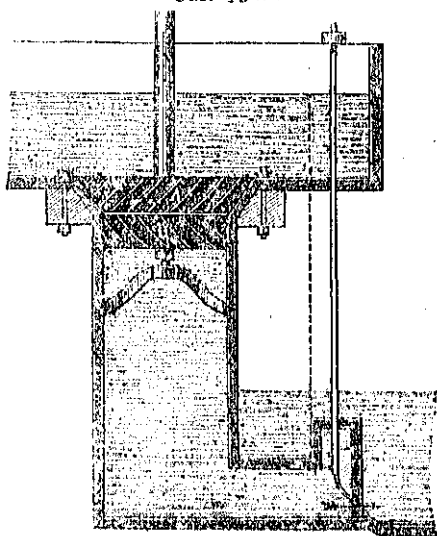
pevněných opět vytékajíce jednostranným tlakem svým otáčení kola v opačném směru způsobuje. (Na našem obrázku otáčí se kolo směrem šipek).

Týž základ mají *vodorovná kola vodní čili turbíny*. Jsou velmi výhodná a předčí výkonem svým v některých případech i kola na sverhnutí vodu.

Obr. 158. představuje *turbínu Jonvalovu*, která velikého došla rozšíření. Kolo turbíny B má lopatky zvlášt-

ním způsobem zakřivené. Voda stéká do nich jinými v opačných směrech zakřivenými nehybnými lopatkami *A*, které řídicími neb vodícími slují, a pohybuje kolem ve směru opačném onoho, kterým voda sama po ploše lopatek tekou se hnula.

Obr. 158.

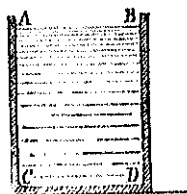


Turbína.

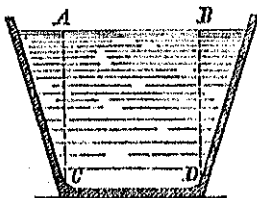
§. 149. O tlaku na dno v nádobách se šiknými stěnami.

Dříve nežli přikročíme k otázce: k čemu se tlak kapalin na dno užívá, jest mi připomenouti, že ne vždycky tlak ten tak veliký jest jako váha kapaliny v nádobě obsažené. V nádobách, které horem se rozširují (obr. 159.), jest tlak menší, v nádobách pak, které horem se sужují (obr. 160.), jest tlak větší, nežli váha kapaliny, jak jsme ji byli v odst. 146. vypočetli.

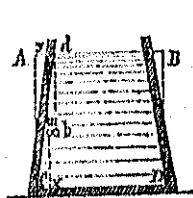
Obr. 159.



Obr. 160.



Obr. 161.



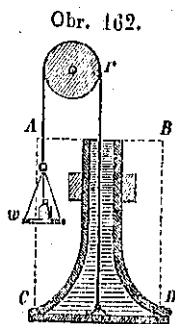
Tlak na dno v nádobách rozličné podoby.

V nádobě na obr. 160. jest tlak na dno jenom tak veliký, jako by byl v nádobě *ABCD*, tedy v nádobě s týmž dnem, avšak se svislými stěnami. Všechny částice, které mimo *AC* a *BD* leží, nešeny jsou šikmými stěnami nádoby.

I v nádobě na obr. 161. bude tlak na dno tak veliký, jako by byl v nádobě *ABCD*, tedy jako v předešlé i jako v nádobě na obr. 159., máme-li za to, že dno všech tří nádob rovně jest veliké i že ve všech voda stejně stojí vysoko. Šikmé stěny poslední nádoby přenášejí obdrženy tlak na dno úplně.

Částice *a* na př. přenáší tlak od sousední částice *b* obdrženy částicím pod ní se nalezajícím. Kterýž tlak rovná se váze sloupce vody *bd*. Na bod dna *x* tlačí tudíž váha, která se vyrovnává váze sloupce $ax + bd = yx$. Ješto o každém bodu dna totéž platí, uznáme snadno, že prvnější tvrzení naše jest pravé.

Pomocí přístroje obr. 162. znázorněného lze pravost uvedeného výroku zkouškou dokázati. Deska *CD* zavěšena jest na šňůře, která jdouc přes kladku snadno pohyblivou *r* na druhém svém konci misku *w* nese. Nejdříve přivedme desku s miskou do rovnováhy. Po té položíme na misku tolik závaží, kolik vážil by sloupec vody *ABCD* svismo nad dnem myšlený. Nalejeme-li do nádoby vody, bude deska v rovnováze, kdybychom však sebe menší závaží z misky



Obr. 162.
Přístroj, kterým lze dokázati tlak na dno.

w odebrali, nabude tlak na dno převahy a voda vyteče.

Z předešlého tudíž vysvítá, že při nádobách, jejichž stěny jsou šikmy, dlužno činiti rozdíl mezi váhou kapaliny v nich se nacházející a tlakem na dno.

Tlak na dno nádoby jest vždy tak veliký jako váha sloupce kapaliny, jehož základná rovna se dnu a jehož výška jest svislá vzdálenost povrchu ode dna.

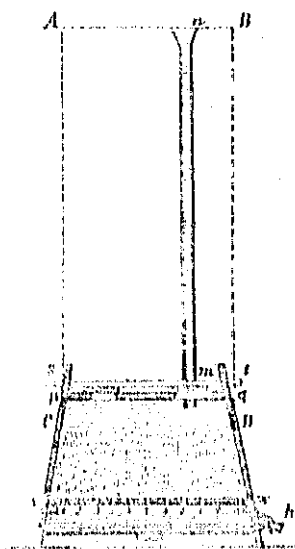
§. 150. Užití tlaku vodního u Realova lisu a jiných přístrojů.

Zajímavé pravdy, kterou jsme poznali, že totiž malým množstvím vody značný tlak lze uskutečnit, rozmanitě se užívá.

Připevní-li se úzká trubice k nádobě uzavřené, lze tlakem tím v krátké době pomocí vody, líhu neb jiných rozpouštědel z látek rozmělněných obdržeti výtažek (extrakt). Přístroj ten slove *lis Realův*. Takový lis určený k vyluhování tříslnice z třísla vidíme na obr. 163.

Jest to kád' buď válečovitá, buď nahoře sůžená, se dvěma dny, z nichž hořejší (*vw*) jest děrkované. Víko *pq* nesmí vodu propouštěti a musí nad to býti velmi pevné. Děrkované dno přikryje se plachetkou a kád' naplní se až téměř k víku navlhčeným tříslem. Na tříslo dá se ještě plachetka, načež víko řádně se upevní.

Pomocí trubice *mn* vodou naplněné způsobuje se značný tlak, kterýmž mnohem rychleji a vydatněji rozpustných součástí tříslnice nabudeme, nežli jak to obecným způsobem možno. Tříslnice takto povstala shromáždí se mezi dvojitým dnem a lze ji kohoutkem neb zátkou vypustiti. — Tlak na tříslo jest tak veliký, jako by jej spůsobil sloupec, který by se vošel do tečkovaného prostoru *ABCD*.



Realův lis.

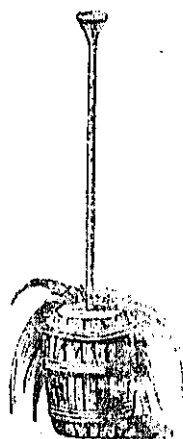
Obnáší-li průřez nádoby nahore 12 \square ' a je-li trubice 20' vysoká, rovná se tlak $12 \times 20 \times 56.4$ lib. = $135\frac{1}{2}$ centu.

Sloupec vody v trubici se nalezající, který sotva 4 libry váží, způsobuje tedy na povrch tísna znamenitý tlak 135 centů. V tom poměru pak, ve kterém trubice vyšší se stává, přibývá i tlaku. Trubicí dává se i výška 60 stop. (Na našem obrázku jest trubice tato poměrně tuze krátká). Sud vodou naplněný a dřevěnými obrači stažený (obr. 164.) lze sloupcem vody asi 30' vysokým roztrhnouti.

Pomocí téhož tlaku vodního vlní se skalice modrá do porů dřeva stavebného. Dříví takto napuštěné snáší pak stědání sucha i horka, aniž by hnulo.

Při zakládání vodovodů dlužno na tento tlak hydrostatický (hydrostatika = nauka o rovnováze kapalin) rovněž bráti ohled. Čím hloub leží roura pod povrchem vody v nádrže, ze které voda vedena, tím větší tlak a tím silnější musejí být také stěny roury. Pokud voda v rourě se pohybuje, potud jest také tlak na stěny její menší, ješto voda tím méně tlačí, čím rychleji se pohybuje. Jakmile však ve vodovodu odtékati nemůže, počne úplným tlakem hydrostatickým na stěny působiti.

Obr. 164.



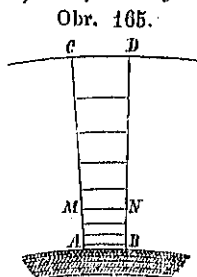
Voda trhá sud.

§. 151. O tlaku vzduchu.

Jsou-li vzduch a plyny vůbec, jak jsme v odst. 138. a 139. dokázali, těžky, musejí na dno a stěny nádob, v nichž se nalezají, tláčiti. Tlak ten jest však velmi malý u porovnání s tlakem, který rozplnavost čili roztaživost plynův způsobuje a o němž v §. 135. jsme rozprávěli i byl by teprv v nádobách velmi vysokých patrný. Ačkoliv podobných vysokých nádob v skutečnosti není, lze přece aspoň tlak, který atmosféra čili ovzduší na povrchu země uskutečňuje za tlak na dno považovati.

Ovzduší sahá, jak učenci tvrdí, do výše nejméně 10 mil.

Mysleme si z tohoto oboru vzdušného vyňatý sloup hranatý neb válcovitý $ABCD$ (obr. 165.) a pozorujme jej sám pro sebe. Každý musí dáti mi za pravdu, že vzduch prostoru $ABCD$ na základnu AB tlačí. Váha celého sloupu vzdušného slove tlakem vzduchu na plochu AB . Dále tvrditi lze o tomto sloupu, že vzduch ve vrstvách jeho nižších hustší jest nežli ve vyšších. Čím výše tedy ve vzduchu stoupáme, tím více bude hustoty vzduchu ubývati, což i učiněná pozorování potvrdila. Příčin snadno se domyslíme, jsouť následující:



Znázornění tlaku vzduchu.

1) Na vrstvu MN na př. tlačí jenom ty částice vzduchu, které nad ní se nalézají, tedy jen částice obsažené ve sloupu $MNCD$, nikoliv však ony, které pod ní jsou. Proto částice vzduchu, které bez toho od přírody velikou roztaživostí nadány jsou, roztáhnou se ve vyšších vrstvách více nežli ve vrstvách dolejších.

2) Vzdalují-li se těla od povrchu zemského, ubývá jim tíže. Proto ubývá tíže i vzduchu. Konečně

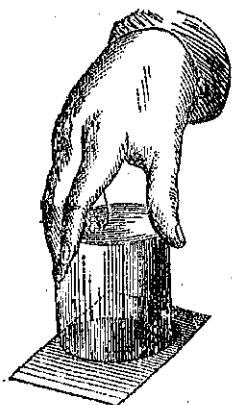
3) odstředivosti částic vzduchových do výše přibývá. Všecky tyto příčiny přispívají k tomu, že čím výše částice vzduchu leží, tím více od sebe se vzdalují, čili jinými slovy *čím výše leží vrstva vzduchu, tím řídké vzduch v ní jest.*

§. 152. Pokusy, které jsoucnost tlaku vzduchu dokazují.

Vezmu sklenici a naplním ji až po samý kraj vodou. Pokryji nyní otvor sklenice papírem, přiložím na papír dlaň jedné ruky a druhou rukou obrátím

sklenici dnem vzhůru tak, aby na papíru a na dlani stála. Dám-li nyní ruku pryč, uvidíte výjev, který vás jistě překvapí. Voda udrží se totiž v této poloze, aniž

Obr. 166.



Zkouška, kterou lze dokázat, že vzduch tlačí.

Obr. 167.



Jiná
zkouška.

by ze sklenice vytekla, což by přec následkem tíže státi se mělo. Obr. 166. znázorňuje zmíněný pokus.

Ješto papír působením přilnavosti jen nepatrně okrajtív sklenice se drží, nelze vyložiti věc jinak, nežli že vzduch zdola nahoru na papír tlačí a tak váhu vody překonává. — Pravíme pak: voda držena jest v překoceně sklenici tlakem vzduchu.

Pomocí roury skleněné (obrázek 167.) lze pokus ten zvláště názorně provésti a tak o tlaku vzduchu se přesvědčiti. Vezmi rouru,

uzavři jeden konec její zátkou a druhým koncem naplň ji vodou. Po té přilož na otvor prst a obrátiv rouru odtáhni opět prst s otvoru. Přesvědčíš se, že ani kapka vody nevyteče, protože tlakem vzduchu jest nesena. Jakmile však zátku v hoření otvoru jenom poněkud pootevřeš, vyběhne ti všechna voda z roury. Nyní může vzduch týmž tlakem, kterým působil na sloupec vody zdola, účinkovati i shora.

* Abyste uvedené tuto dva pokusy pochopili úplně, zbývá mi ještě vysvětliti vám, kterak se stává, že vzduch, který následkem tíže toliko dolů tlačí, zde působiti může na vodu směrem zdola na horu.

Snadná pošinutelnost částic jest toho příčinou, že směr tlaku, který jde původně

svismo dolů, se mění. Částice *a* (obr. 167.) tlačena jsou částicemi, které nad ní se nacházejí, přenáší tlak ten následkem snadné pošinutelnosti nezměněně na všechny strany, tudíž také na částici *b*. Částice *b* hledí ustoupiti; než v tom jí překážejí částice sousední, které na všech stranách jí obkličují. Toliko svismo nad ní není částic vzduchových. I přenáší v tomto směru tlak, jež byla od částice *a* obdržela a který rovná se tlaku vzduchu. Totéž platí i o každé jiné částici, která pod otvorem nádoby se nachází.

Vzduch tlačí následkem snadné pošinutelnosti své nejen svismo dolů aneb na stranu, ale i svismo nahoru.

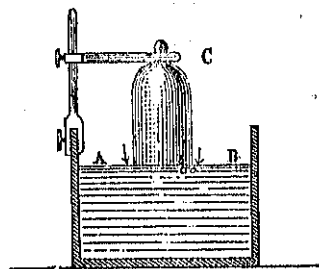
Kterýžto tlak pochodí pouze od tíže vzduchu a jest na plochu, pod kterou bezprostředně vzduch se nachází, právě tak veliký, jakoby vzduch shora dolů na tuto plochu tlačil.

§. 153. Řada jednoduchých úkazův, které na tlaku vzduchu se zakládají.

Předeslanými pokusy bylo dokázáno, že vzduch skutečně tlačí. V dalším rozhovoru našem seznáme řadu úkazův, které vesměs na tlaku vzduchu se zakládají. Zde stůj-
tež jenom výjevy nejjednodušší, které mají nám poněti o témž tlaku objasnit.

Tlak vzduchu jest příčinou, že ze skleněné nádoby (zvonn *C* obr. 168.), která vodou naplněná a přecocaná do jiné rovněž vodou naplněné nádoby se postaví, voda nevy-

Obr. 168.



Ještě jiná zkouška, kterou lze dokázati, že vzduch tlačí.

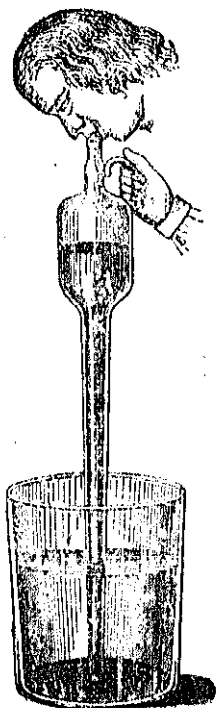
téká. Vzduch tlačí totiž na hladinu vodní *AB* a částice vody pod otvorem zvonu se nalezající přenášejí tlak ten následkem snadné pošinitelnosti své neumenšeně nahoru. — Také tu okolnost, že ze sudu kapalina teprv tenkrát vyteká, když jsme byli hoření zátka otevřeli, dlužno vyložiti si tlakem vzduchu. Je-li totiž zátka hoření zavřena, účinkuje vzduch jednostranně, totiž jenom na čep dolní. Odděláme-li i zátka hoření, bude tlačit vzduch na plochy obou otvorův jednostejně, kteréž tlaky vzájemně se ruší. Kapalina pak tíží jsouc hnána bez překážky ze sudu bude vytékati.

Za toutéž příčinou dlužno dobře přiléhající víka nádob, n. př. kouvíc na kávu, čaj, olej, atd. opatřiti dírkou.

Násoska rovná či přímá.

Mnoby z vás viděl již zajisté násosku. Také na obr. 169. se nachází. Vyssajeme-li ústy hořením otvorem z ní vzduch držíce dolní konec v kapalině, vstupuje, jak známo, kapalina do výše takto násosku vyplňuje. Že kapalina do výše stoupá, stává se tlakem zevnějšího vzduchu. Ssáním zředujeme totiž v násosce vzduch, čímž tlak, který dříve na vodu uvnitř násosky působil, zmenšujeme. Nezměněný tlak vzduchu zevnějšího nabývá převahy a vháňá vodu do násosky.

Obr. 169.

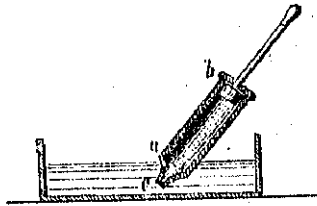


Násoska.

Střikačka ruční.

plňování *střikačky ruční* se zakládá se rovněž se tlaku vzduchu. Tímto píst (obr. 170.) zpočátku nastříká do polohy *b*, kde pod ním prostor se stane zředěným; zevnější tlak pak kapalinu do sebe vtáhne.

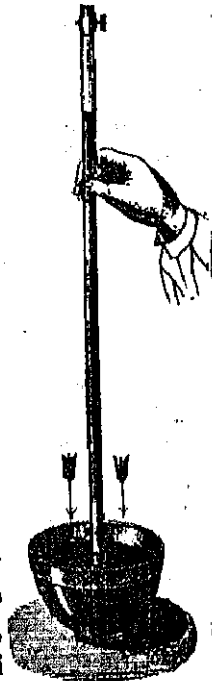
Obr. 170.



Střikačka ruční.

ineme-li píst vzhůru, měl by vlastně v střikačce prostor vzduchoprázdný; ale píst nikdy neprodyšně nepřiléhá, kde také úplná vzduchoprázdnost pod ním však špatně přiléhá, uchylo se možno střikačku naplnit, neboť vzduch v ní pístu vnikající tlačil by v *c* na píst a překážel by jí tak, že by vystupovati nemohla. — Rozšiřování dutiny hrudní stává se v dutině této obsazené řídkým; ušlechtilého vniká sem vzduch atmosférický.

Obr. 171.



Trubice Toricelliho.

Kterak lze vypočísti tlak vzduchu na povrch nějakého předmětu.

předcházejících dvou odstávkách jsme tlak vzduchu jakožto sílu, kapalinu do jisté výše vytlačiti žili. Nyní nastává otázka, zda-li to které vzduch kapalinu vyzdvihná jest či veliká. Učiníme to, kterou Toricelli, žák Galileiho, 643 provedl. Naplníme rouru asi 28 palci dlouhou, na jednom konci uzavřenou, rtutí (obr. 171.).

zavřeme i druhý konec prstem a obrátivše rouru

vstavme ji do nádoby se rtuť. Odstraňme nyní prst. Rtuť z počátku klesá, zůstane však asi 28" nad povrchem rtuťi v misce státi. Prostor nade rtuťi jest vzduchu prázdnen a slove *prázdnota* (vacuum) *Toricelliho*. Proto vyplní jej rtuť, dáme-li rouře polohu poněkud nakloněnou. Otevřeme-li kohoutek, vniká vzduch do prostoru nade rtuťi a rtuť, která jednostranným tlakem zevnějšího vzduchu ve výši byla držána, klesá tak dlouho, až stojí v rouře tak vysoko jako v misce.

Týž pokus mohli bychom opakovati s vodou (obr.172.), ale potřebovali bychom k tomu roury značně dlouhé. Jeť zajisté rtuť 13·6krát těžší vody a proto unese tlak vzduchu 13·6krát vyšší sloupec vody, totiž $28 \times 13·6 = 380·8 = 31·7$ aneb skoro **32** stopy. Tlak vzduchu na hladinu *ab* rovná se tedy tlaku sloupce vodního, který jest 32' vysoký. Dejme tomu, že jest průřez roury 1 □', tož rovná se tlak na 1 □' váze sloupu vodního, jehož základná jest 1 □' a výška 32', totiž $1 \times 32 \times 56·4 = 1804·8$ liber. Obyčejně brává se tlak na 1 □', kterýž obnáší $1804·8 : 144 = 12·5$ lib., a slove *atmosféra*.

Jedna atmosféra jest tedy tlak 12½ libry na plochu jednoho čtverečného palce. Tlak vzduchu na 1 □ metr činí 10.334 kilogramů.

Každý předmět, ani tělo lidské nevyjímaje, podstupuje na povrchu svém tlak vzduchu.

Povrch těla dospělého člověka jest 12 □' veliký i obnáší naň tlak $12 \times 144 \times 12·5 = 21600$ liber! My ovšem tlaku toho necítíme, protože vzduch vnitř našeho těla se nalezající rozpínavostí svou a tlakem vnějším jest v rovnováze.

Obr. 172.



Jak veliký jest tlak vzduchu.

§. 155. Tlak vzduchu jest proměnlivý.

Na horách jest tlak vzduchu menší než v údolích, což výkladem v odstávce 151. položeným bylo objasněno. I na témž místě mění se tlak vzduchu v mnohých dnech téměř každou chvíli. Tlak vzduchu pozorujeme nejlépe zvláštními nástroji, které **tlakoměry** slují. Změna tlaku vzduchu prozrazuje se klesáním a stoupáním rtuti v trubici.

§. 156. O tlakoměru vůbec.

Tlakoměr čili *barometr* jest nástroj, který oznamuje panující tlak vzduchu. Výška sloupce rtuťového jest měrou tlaku, neboť rtuť nesena jest tlakem vzduchu.

Tlakoměr hruškovitý.

Ačkoliv tlakoměr teploměru poněkud se podobá, jest zařízení jeho přece podstatně jinaké. Kulička má podobu hrušky jsouc stranou zahnutá a toliko z části rtuť naplněna. Také není uzavřena, ale nahoře otvorem opatřena. Trubice jest jako u teploměrů nahoře uzavřená; také se nachází jako tam nade rtuť vzduchoprázdný prostor. Trubice tlakoměru jest však delší a má větší průměr nežli rourka u teploměrů; dáváť se trubici tlakoměrné průměr nejméně 2 čárek (srovnej odst. 165.). Na obr. 173., kdež tlakoměr hruškovitý jest vypočten, sahá rtuť až k *a*. Ješto vzduchoprázdnost na rtuť nijak netlačí, účinkuje toliko tlak vzduchu na povrch rtuti *b* v rameni kratším a vyzdvihuje rtuť v trubici do té výšky, kterou spatřujeme, kdykoliv na tlakoměr se díváme, chtíce tlak vzduchu seznati. — Proto budiž podstatnou vlastností každého dobrého tlakoměru, *aby prostor nade rtuť úplně byl prázden vzduchu*. Také

dlužno dbáti o to, *aby rtuť v tlakoměru byla čista*, t. j. prosta všech cizích příměškův. Výšku sloupce čili *kolmou vzdálenost* povrchu rtuti v rource *a* nad povrchem rtuti v nádobce *c* viděti lze na připevněném stupníku čili škále. Kteráž *výška* slove *tlakoměrná*.

Čím výše leží místo nějaké nad hladinou mořskou, tím menší bude výška tlakoměrná. Střední tlak vzduchu na hladině mořské obnáší 28" 10" aneb 760 milimetrův a slove **normalnou výškou tlakoměrnou**.

Tlakoměři užívá se také k tomu, aby povětrnost ukazovaly, protože při větší výšce tlakoměrné bývá obyčejně počasí pěkné, při malé výšce pak deštivé.

Dobré služby koná tlakoměr při měření výšek. Čím výše totiž s tlakoměrem vystupujeme, tím níže klesá sloupec rtuti, protože ve výši vzduchového tlaku ubývá. Známe-li výšku tlakoměrnou a teplotu dole a na vrchu, můžeme odleblast jednoho stanoviska nad druhým ustanoviti. Teplotu třeba proto znáti, ješto rozpínavost vzduchu veliký vliv má na jeho tlak. Tlakoměry, jichž se k měření výšek užívá, musejí býti velmi dokonalé.

§. 157. * O tlakoměru s nádobkou.

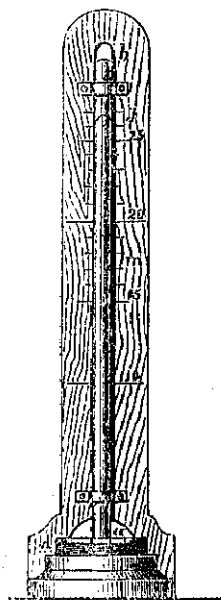
Tlakoměr s nádobkou (obr. 174.) záleží z nádobky *A*, která rtuť jest naplněna a trubice asi 30" dlouhé. Aby odstraněn byl vzduch, který na stěnách trubice lpi i který v pórech rtuti ukryt jest, dlužno rtuť nejprv

Obr. 173.

Tlakoměr
hruškovitý.

samu pro sebe a pak v trubici vyvařiti. O tom, zda-li nade rtuť nížádný vzduch se nenalezá, přesvědčíme se sklonivše zvolna rouru tak, aby rtuť na hoření klenbu narazila. Vydá-li rtuť při tom zvuk jasný, jest to důkazem, že jest nad ní prázdnota. Jinak naráží rtuť na vzdnechovou bublinku, která pružností svou zvuk dusí. Trubicí takto vyzkoušenou postavíme otevřeným koncem dolů do nádoby. Výška tlakoměrná měří se na škále m od povrchu rtuťi v nádobce A až ku konci sloupce rtuťového v trubici ab . Kteráž výška vyznačena jest na našem obrázku délkou aJ .

Obr. 174.



Tlakoměr s nádobkou.

Tlakoměr dvouramenný.

Aby výška sloupce rtuťového určena býti mohla zevrubně, k tomu účelu jest u tlakoměru *dvouramenného*, jakýž na obr. 175. vidíme, buď roura pohyblivá a škála pevná neb i naopak.

U tlakoměru s nádobkou pak lze šroubem povrch rtuťi v nádobce buď snížit, buď pozdvihnout, tak aby rtuť při pozorování výšky vždy tam stála, kde začátek stupníku jest.

Obr. 175.



Tlakoměr dvouramenný.

Jiné přístroje zakládající se na tlaku vzduchu.

§. 158.

Z ostatních přístrojův na tlaku vzduchu se zakládajících popíšeme ještě pumpu a násosku.

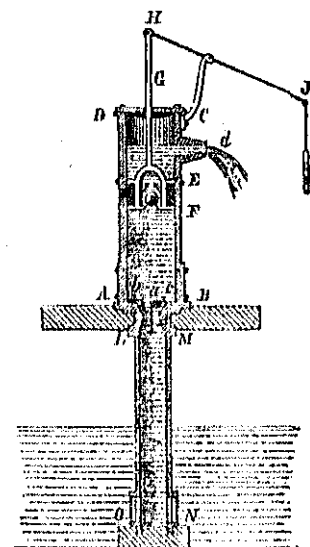
Každý z vás zná zajisté pumpu co do zevnějšku; víť, že při ní pákou dolů a nahoru se pohybuje, následkem čehož voda, která ve studni se nalézá, se vyzdvihuje a postranním otvorem vytéká. Pomocí pumpy zdvihá se voda velmi pohodlně, tak že i dítě toho dovede. Rozeznáváme pumpu *na zdviž* a pumpu *na tlak*.

§. 159. O pumpě na zdviž čili ssaci.

Pumpa na zdviž (obrázek 176.) záleží z *roury ssací LMNO* a spojené s ní poněkud širší *roury zdvihací* čili *boty ABCD*. V botě pohybuje se pomocí *táhla G* a *páky III* naboru a *dolů píst EF* co možná dokonale přilehající. Píst jest provrtán a otvor jeho uzavírá *zámkyčka* čili *ventil*. Zámkyčka může býti buď kuželovitá buď kulovitá. Na hořením konci roury ssací nachází se rovněž *zámkyčka a*.

Táhneme-li pomocí zmíněné páky píst do výše, povstane za ním prostor se

Obr. 176.

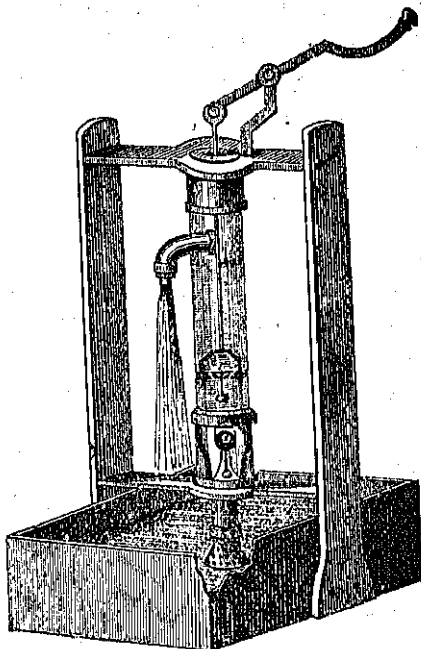


Pumpa na zdviž.

zředěným vzduchem jako při stříkačce ruční, protože zámyčka pístová přístup vzduchu zamezuje. Následkem zevnějšího tlaku vzduchu vystoupí voda v rouře ssací asi do výše *LM*. Tlačíme-li píst dolů, zhustí se vzduch v botě obsažený i otevře si zámyčku pístovou a vyjde tudy ven. Zámyčka *a* podporuje při tom účinek pístu zamezující, aby vzduch dolů (do roury ssací) se nerozšířil.

Opětným pozdvižením pístu zředí se zase vzduch a voda vystoupí nyní asi po *bc*. Při sestupování pístu ujde opět vzduch; stálým pak čerpáním stoupá voda vždy výše a výše až dojde k samému pístu. Dalším

Obr. 177.



Model pumpy na zdviž.

čerpáním dostává se voda nad píst i stoupá neustále, až pístem vyzdvižena k otvoru d přichází a vytéká. Nepřerušeným pohybováním pístu se voda, která odtéká, vždy zase nahrazuje, tak že pumpa nepřetržitý proud poskytuje.

Roura ssací jest na dolejším konci svém ON na způsob síta provrtána, aby nečistoty zadržovala.

Na obr. 177. vypočteně jest perspektivně vzorek čili model pumpy na zdviž. Obě zámyčky o i r jsou, jakož obyčejně bývají, kuželovité.

§. 160. Do které výšky lze pumpou ssací vodu vyzdvihnouti.

V pumpě na zdviž vystupuje voda činěním tlaku vzduchového. Kdyby píst neb zámyčky dobře nepřilehaly, špatně by pumpa úkol svůj konala, ba mohlo by se přihodit, že by vůbec žádné vody nedávala. Táž nehoda by se naskytla, kdyby roura ssací byla příliš dlouhá. Vímeť, že voda tlakem vzduchu pouze do výše 32' vystupuje.

Byla-li by pak dolení část pístu, když tento dosáhne místa nejnižšího, výše nad povrchem vody nežli 32', tehdy přestala by pumpa sloužiti. Při vystupování pístu zastavila by se totiž voda v jisté výši roury a nešla by dále za pístem. Dále učí zkušenost, že meze, po kterou voda vystupuje, ani tak vysoko neleží, nýbrž již u roury 24 stopy vysoké se objevuje. Příčiny, pro které voda úplně výšky 32' nedosáhne, hledati sluší jednak v tom, že píst dokonale nepřiléhá, jednak v úpravě zámyček, obzvláště pak v té okolnosti, že z prostoru, který mezi pístem a zámyčkou a se nalezá a prostorem škodným sluje, vzduch vyssáti nelze.

První, kdož o tom vědomosti nabyli, byli vodáci Florentinští r. 1640. Užívajíce totiž roury neobyčejně dlouhé seznali s podivením,

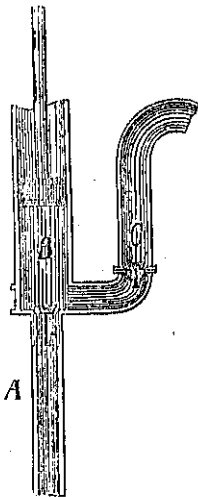
že přes pečlivé provedení pump voda do žádané výšky přivedena býti nemohla.

Jde-li o to, dostati vodu značně vysoko, užívá se pumpy na tlak.

§. 161. O pumpě na tlak.

Pumpa na tlak (obr. 178.) záleží z roury ssací *A* s ventilem, z krátké roury pístové *B* a dovolně dlouhé roury zdvihací čili stoupací *C*. Píst není provrtaný, ale plný a pohybován jest při pumpách, kterými veliké množství vody se zdvihá, pomocí strojův.

Obr. 178.



Stoupá-li píst do výšky, otevře se zámyčka ssací — tak slove totiž zámyčka nad rourou ssací se nacházející — a zámyčka *C* zůstává zavřena. Jde-li píst dolů, děje se vše opáčně.

Z počátku pracuje pumpa na způsob pumpy na zviž, čímž v rourě ssací i pístové vzduch se zředí a voda v prostoru tom až pod píst se dostane.

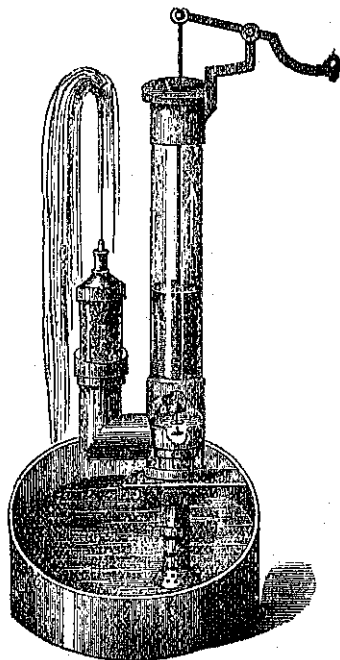
Pumpa na tlak.

Nyní, když píst dolů tlačíme a zámyčka ssací se uzavře, musí voda vnikati zámyčkou *C* do roury stoupací. Když po té píst jde nahoru, nemůže voda vraceti se, protože zámyčka *C* při tom se zavírá. Tím způsobem lze dovolné množství vody do značné výšky zvedati.

Pumpy na tlak užívá se v dolech, v pivovárech a vůbec ve větších závodech továrních ku zdvihání vody a jiných kapalin. Také se jí užívá tam, kde o to jde vehnati kapalinu do nádržek, kde — jako při vhnání vody do parního kotle — kapalině odpor překonávati

jest. Na přiloženém obr. 179. vykreslen jest model pumpy na tlak.

Obr. 179.

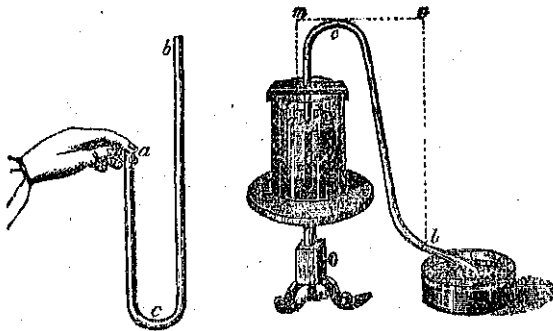


Model pumpy na tlak.

§. 162. **O** násosce ohnuté čili dvouramené.

Násoska dvouramená jest roura v úhlu zabnutá s ramenoma nerovně dlouhýma, kteréž užívá se ku přetahování kapaliny z jedné nádoby do druhé. Kratší rameno ponoří se do kapaliny a druhé, delší drží se nad nádobou níže postavenou. Ssajeme-li z delšího ramene vzduch, přechází kapalina vzduchem jsouc puzena z ramene *ac* do ramene *cb* (obr. 180.). Nastal-li takto pohyb, potrvá tak dlouho, až všechna kapalina z hořetí nádoby do dolení přejde.

Obr. 180.

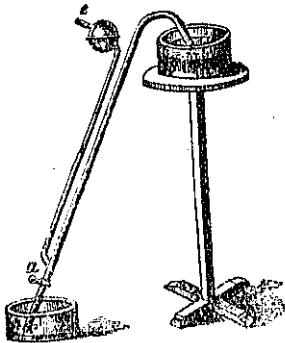


Násoska dvouramenná.

Tento zajímavý děj takto se vysvětluje: Na jedné straně snaží se sloupec kapaliny *ma*, na druhé delší sloupec *nb* tíží svou z roury vytéci. Že se to nestává, že totiž kapalina na dvě části se nerozdělí a jedna část rourou *ac*, druhá rourou *cb* dolů nestoče, toho příčinou jest protitlak vzduchu, který na jedné straně pomocí částic kapaliny na otvor *o*, na druhé straně však přímo na otvor *b* působí. Ješto tlak vzduchu v *a* i *b* jest rovně veliký, nastala by rovnováha, kdyby sloupece kapaliny v obou ramenou byly rovně vysoké. Protože však nejsou, zbývá tlaku vzdušnému, který menší sloupec *ma* nese, více síly, nežli tlaku, který větší protitlak kapaliny *nb* překonává. Následkem této převahy puzeza jest kapalina směrem z levé strany na pravou i vytéká nepřetržitě tak dlouho, pokud hladina kapaliny v nádobě pod otvor *o* neklesne. Tak jako jsme vtáhli kapalinu do násosky ssáním, rovněž mohli bychom ji dříve naplniti, jak to na obr. 180. znázorněno a pak teprv obrátiti a jeden konec do nádoby s kapalinou ponořiti.

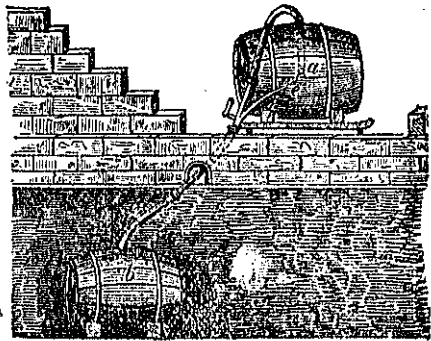
Ješto při některých kapalinách (jedovatých, ostrých neb žiravých) ssání ústy nebezpečno jest, užívá se s prospěchem násosky, která na delším rameni má zvláštní rouru ssací (obr. 181. *ae*). Rozumí se samo sebou, že pokud ssajeme, dolní otvor uzavřen býti musí, což kohoutkem aneb zátkou státi se může. V novější době užívá se také násosek z kaučuku neb guttaperchy, kterýž způsob také na obr. 182. spatřujeme.

Obr. 181.



Násoska pro škodné kapaliny.

Obr. 182.



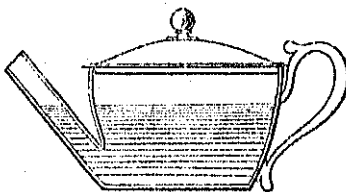
Násoska z kaučuku.

O nádobách spojitých.

§. 163.

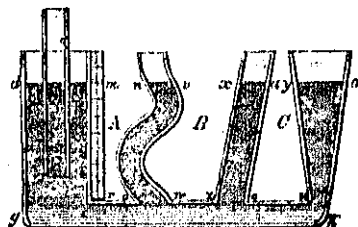
Naplňuješ-li čajovou konvicí (obr. 183.) neb jinou nádobu, která postranní trubici opatřena jest, vodou, spatřuješ, kterak v této trubici kapalina tak rychle vystupuje jako v širší části nádoby. Zevrubným měřením přesvědčíš se, že povrch vody v obou částech každým okamžikem rovně stojí vysoko. Totéž platí o jakémkoliv počtu nádob, které mezi sebou tak jsou spojeny, že kapalina v nich obsažená z jedné do druhé volně může přecházeti. Nádoby takové slovou **spojité**. Na obr. 184. jsou vypočteny spojitě nádoby.

Obr. 183.



Čajová konvice.

Obr. 184.



Spojitě nádoby.

Povrch kapaliny všech částí (dm, nv, xa, yo) jest v rovné výši a leží v jediné vodorovné rovině (dm).

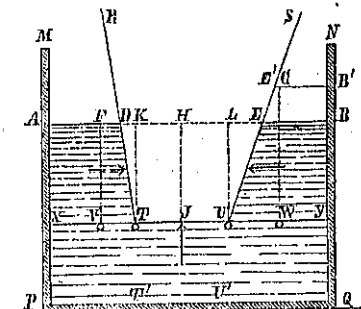
* V nádobě *MNPQ* (obr. 185.) nachází se kapalina i bude, jak známo, povrch její vodorovný (viz §. 134.) Myslíme-li si do této kapaliny jinou nádobu *RTUS* tak pohrouženou, aby dvě spojitě nádoby povstaly, tedy budou i obě hladiny nyní oddělené *AD* a *EB* ležeti v téže vodorovné rovině (t. j. v rovné výši).

Abychom to dokázali, položíme rovinou *TU* (o které k vůli jednoduchosti předpokládáme, že jest vodorovná) vodorovnou čáru *XY*. Byla-li by nad touto čárou výška kapaliny v obou ramenou nerovná, byl by přirozený toho následek, že by částice *T* a *U* rovněž nerovnou silou proti sobě byly tlačeny. Dejme tomu, že by sahala kapalina v rameni *SUYN* až k *E'B'*, tož by musila částice *U* na vodorovnou řadu částic *TU* tlačiti silou, která výšce *GW* jest přiměřená (§. 149.); částice *T* však působila by na tutéž řadu jen protitlakem příslušným výšce *FV*. V kterýchž okolnostech nemohla by řada *TU* zůstatí v poklidu, než byla by nucena pohybovati se směrem síly větší, tedy z pravé na levou stranu. Totéž platí i o všech částicích, které v prostoru *TUU'T* se nacházejí. Vidíme tedy, že v nádobách spojitých touže kapalinou naplněných rovnováhy býti nemůže, když výška hladin v obou ramenou jest nerovna.

Chtějice prázdnou nádobu *RTUS* (obr. 185.) v přímé poloze ponořiti do vody, která ve větší nádobě *MNPQ* se nachází, nebudeme se již diviti velikému odporu, jež tu překonávati nám jest. V předcházejícím výkladu nacházíme toho příčinu. Na vrstvu vody, jižto dno

nádoby *TU* se dotýká, působí tlak přiměřený výšce $HJ = FV$, kterýž i naboru na dno nádoby se přenáší. *Tlak vzhůru na dno TU jest tedy tak veliký jako váha sloupce*

Obr. 185.



Zákon spojitých nádob.

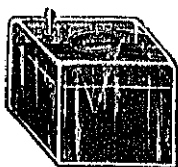
KTUL anebo jako váha vody, která by vešla se do prázdné nádoby *KTUL* se stěnami velmi tenkými sahající až k hladině *AB*.

§. 164. Užití spojitých nádob.

Na zákouu o spojitých nádobách zakládají se mnohá užitečná náčini na př. všeliké nádoby opatřené výlevkou neb zobanem, jako konve kropící, kalamáře atd. a pak rozličné lampy. Od té doby, co místo oleje takřka výhradně petroleje ku svícení se užívá, zřídka spatřujeme rozličné ony lampy, kterých dříve bylo užíváno i nebudeme jich tedy popisovati.

Promluvíme jen ještě o kalamáři na obr. 186. vypočteném. Jest to kostka, v jejíž hořejší stěně nálevka se nalezá. Otvor v téže stěně se nacházející dopouští, aby vzduch vnikati mohl do nádoby inkoustem naphněné. Inkoust musí státi v nálevce tak vysoko jako v kalamáři samém. Zavřeš-li však zátkou skleněnou neprodyšně otvor, ubývá namáčením ponenáhlu inkoustu v nálevce a sice tak dlouho, až buď zátku otevřeš, aneb inkoustu v nálevce tolik ubude, že vzduch do nádoby se vedere. V obou případnostech se nálevka znova naplní. Převrhne-li se podobný kalamář, vyteče jenom část inkoustu, která v nálevce se nalezala.

Obr. 186.



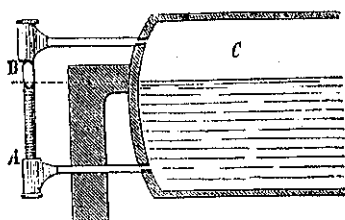
Kalamář.

○ vodoměru.

Abychom seznali, jak vysoko stojí voda v nádobách uzavřených, aniž bychom potřebovali otevřítí je, přidělán jest z venku tak zvaný *vodoměr*. Následkem zákona o spojitých nádobách stojí voda v skleněné trubici *AB* (obr. 187.) tak vysoko jako v kotli *C*. — Proč dlužno,

aby i hoření konec trubice *B* s vnitřkem parního kotle byl ve spojení? — Zatopování polí a sklepů sousedními řekami (aniž by tyto z břehů vystupovaly), dále *prameny č. zřídla, vodomey, artézské studně* zakládají se rovněž na účinku spojitých nádob.

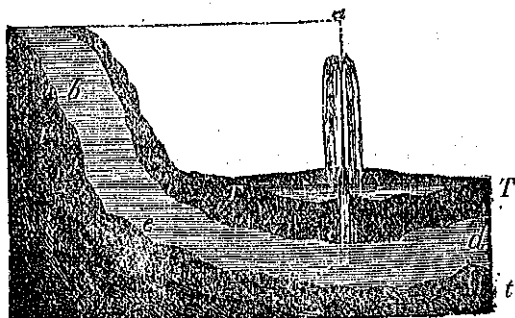
Obr. 187.



Vodoměr.

Kůra zemská složena jest z vrstev, které v určitém postupu na sobě leží. Některými vrstvami, jako na př. písitými, voda proniká; jiné, na př. hlinité, vodu nepropouštějí. V prvnějších hromadí se voda oblaková tvoříc vodárnu, která na rozličných stranách do výše vystupuje. Když pak vrstvy vodu nepropouštějící *T'* (obr. 188.) provrtáme, vyniká voda tlakem výše ležící vody puzena vzhůru, vypryskuje někdy i nad samý povrch země. Kteroz vrtané studně slovou *artézskými*.

Obr. 188.

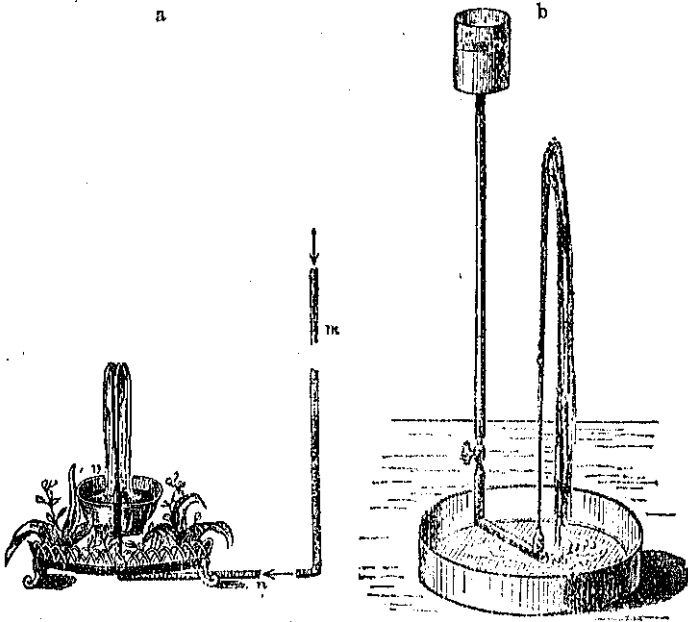


Artézská studnice.

Voda měla by zde následkem zákona o spojitých trubicích vystupovati zrovna tak vysoko jako konec vrstvy, která vodu dává, tedy až k *a*. Avšak pro tření vody o stěny trubice *c* a proto, že vzduch jakož i padající zpět kapky vodní vyrážejícímu proudu vody v cestu se staví, vystupuje paprsek v okolnostech nejpříznivějších toliko do

dvou třetin této výšky. Podobně jako artézské studně povstávají také umělé vodometry (obr. 189. a b). Obr. 189. b ukazuje přístroj, který vodomet vykládá,

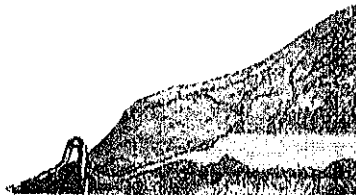
Obr. 189.



Vodometry.

Přichází-li vodonosná vrstva na den, vytéká voda také bez díry vstané tvoříce *pramen* neb *zřídlo* (obr. 190.).

Obr. 190.

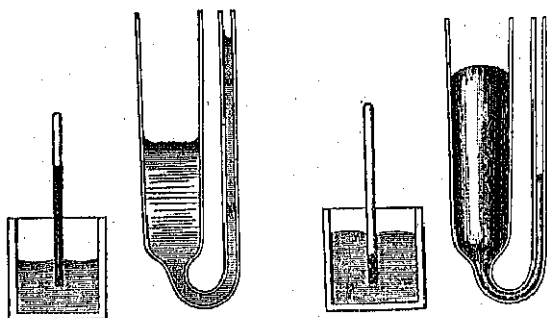


Zřídlo.

§. 165. O vláskovitosti.

Zákon o spojitých nádobách pozbývá platnosti, jakmile tvoří jedno rameno nádoby rourka příliš úzká. V takových nádobách postaví se totiž kapalina nerovně vysoko. Lne-li kapalina ku hmotě, z níž rourka zhotovena jest, postaví se v rource úzké výše, nežli stojí v rource široké aneb v nádobě, do které jsme rourku vnořili (viz obr. 191.).

Není-li však mezi stěnami rourky a kapalinou *přílnavosti*, stojí kapalina v úzké rource níže, než jest hlava
 Obr. 191. Obr. 192.



Vláskové trubice.

dina kapaliny vřkolní. Kapalina jest jakoby dolů stlačena (viz obr. 192.), odtud také název tohoto výjevu — **stlak**.

Rourky s otvorem eo vlas tenkým slovou *vláskové* a zmíněný výjev sám nazývá se **vláskovitost** (kapillarita).

Kapaliny, které ku stěnám rourek větší jovi přílnavost nežli jest spojivost jich samých, smáčeji tyto stěny. Voda, líh, mastnoty smáčeji sklo, rtuť toho nečiní. Rovněž nechytá se voda stěn mastných, olej stěn vodou zmokřených. Pravidlo o rourkách vláskových lze tedy také takto vysloviti:

Kapaliny, které stěny rourek smáčeji, vystupují v nich; kapaliny však, které jich nesmáčeji, stojí v nich

níže, než jest hladina kapaliny v nádobě širší. Voda vystupuje v rourkách skleněných, které mají průměr 1 čárky, 6 čárek vysoko. Zkouškami jest dále dokázáno, že výška kapaliny v rource tou měrou roste, kterou průměru rourky ubývá. Podobně platí to i o stlaku.

Povrch kapalin, které v rourkách do výše se táhnou, jest dutý (konkavný, obr. 191.); povrch oněch však, které stlak ukazují, vypuklý (konvexný, obr. 192.). Následkem, té okolnosti, že rtuť v rourkách vláskových stlačena se jeví, nesmí trubice na tlakoměry býti tuze úzké, protože by příliš malou výšku tlakoměrnou oznamovaly. Jenom v tlakoměrech s rourami 6 čárek širokými nejeví se stlak.

Na vláskovitosti zakládají se mnohé výjevy. Neklížený (píjavý) papír vsává do sebe, jak známo, inkoust a jiné kapaliny. Totéž činí houba, suché dřevo, cukr a jiná pórovatá těla. Olej, petrolej neb roztavený lůj vystupuje v knotu; voda táhne se v hromadě písku aneb popele do výšky; olej vniká do mokré hlíny. Zdi na mokré půdě postavené jsou vlhky. Šťávy vystupují v rostlinách také částečně působením vláskovitosti. Že pot šátkem s čela setřítí lze, má rovněž ve vláskovitosti svou příčinu.

§. 166. O pohlcování.

Přicházíme-li ze studeného vzduchu do teplé světnice, přinášíme sebou vrstvu studeného vzduchu, která byla šatu se přidržela. Podobným způsobem chytá se také šatu vůně i zápach.

Lejeme-li vodu s vysoka do nádoby, která taktéž vodu v sobě drží, tvoří se pěna t. j. množství bublinek vzdušných, které proudy se chytivši, až do jisté hloubky strženo bylo, vystupuje opět nahoru.

Vidíme, že nejen kapalina lne k pevným tělům, ale že i mezi plyny a kapalinami, plyny a pevnými těly přilnavost se jeví.

Některá těla pórovatá, jako uhlí, černá platinová (t. j. platina tak drobně rozptýlená, že co saze vyhlíží) zhusťují ve svých pórech značné množství vzdušín. Tak na př. 1 c" uhlí vlyká do sebe 90 c" ammoniaků. Č. ěpavku a 1 c" černá platinová téměř 1000 c" kyslíku. Kterýž výjev slove **pohlcování**. Voda pohlcuje kyselinu uhličitou a pravíme pak o ní, že jest čerstvá. Pohlcuje také kyslík, který vodním živočichům slouží k dýchání a jest s to i jiné plyny do svých póřův pojmouti. Tak na př. pohlcuje 1 objem vody při teplotě 0° 1050 objemův ammoniaků.

§. 167. O botnání.

Vnikne-li kapalina do pevných těl, přibývá jich nejen co do váhy, ale i co do objemu — **botnajíť**. Vrazíme-li dřevěný kůl do skuliny skalní a pak jej navlhčíme, vniká voda do póřův jeho, čímž dřeva přibývá s takovým násilím, že skálu trhá. Z té příčiny dávají se rozeschlé sudy neb nádoby, které tekou, do horké vody aneb obkládají se vlhkými onucemi. Násady, které ze seker neb palic vypadávají, papír, jež napnouti chceme, rovněž se navlhčují.

Když navlhčíme napnutý provaz, skrácuje se; přibýváť ho do šířky na ujmu délky.

Bortění prken při vysušování.

Tak jako botnáním dřeva přibývá, tak zase naopak vysycháním toto objem svůj zmenšuje — smršťuje se. Jestli však dřevo jen na jedné straně vysychá aneb jen na jedné straně vlhne, tu se bortí. Bednáři užívají výhodně této vlastnosti, dužiny s jedné strany (vnější) navlhčujíce, uvnitř pak oheň rozdělávajíce.

Kterak chovají se pevná těla v kapalinách ponořená a jak mají se k sobě kapaliny rozličné.

§. 168. O zákonu Archimedově.

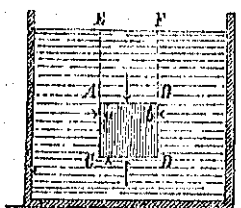
Že každé tělo ponořeno jsouc pod vodu něco na své váze ztrácí, znamenáme ihned, když vědro do vody dáme a je pak vyzdvihnouti chceme. Pokud vědro celé pod vodou se nachází, snadno lze je pozdvihnouti; jakmile však jen částečně nad vodu se povznese, cítíme, že mu na váze přibylo, že se těžší stává. Každý z vás zajisté také spozoroval, že při koupání jednotlivé oudy těla lidského na př. ruce, jsou-li pod vodou, lehčími se stávají.

Z těch a takových úkazův na snadě ležících následuje, kterak lidé již záhy k poznání přišli, že voda ponořená těla nese.

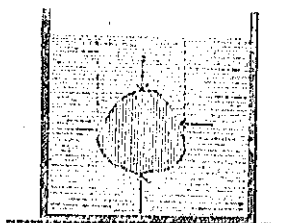
Jde nyní o to, vyložiti, kterak se to stává a mnoho-li tělo ve vodě ponořené ze své váhy prosté čili absolutní ztrácí.

Za tím účelem myslete si, že nachází se pod vodou tělo $ABCD$ (obr. 193.), o kterém k vůli jednoduchosti za to můjme, že jest úplně pravidelně ohraničeno. Všimnete-li si, kterak voda naň tlačí, shledáte, že tlaky na stranu AC a DB rovně jsouce veliké, působí ve

Obr. 193.



Obr. 194.



Kter. k se chová tělo do kapaliny ponořené.

směru protivném a pročež se vzájemně ruší. Vyrovnávají se na př. tlak na a protitlaku na b . Zbývá nám ještě tlak na dolení a hoření plochu. Tlak na AB účinkuje svismo dolů a rovná se váze sloupce vody $ABFE$. Tlak na CD působí zdola nahoru a jest dle §. 163. tak veliký jako váha vody hranolu $CDEF$. Tlak zdola jest patrně větší o váhu vody hranolu $ABCD$.

Tělo do vody ponořené puzeno jest do výše silou (sila pudná), kteráž jest tak veliká jako váha kapaliny tělem tím vytlačené.

Tělo bude tedy o to lehčí, mnoho-li obnáší váha vypuzené vody, tak že

kolik e''	vody vytlačí,	o tolik lotů je	ve vodě lehčí;
" e'	" "	" tolikrát 56 $\frac{1}{4}$ lib.	" " "
" c. cm. ^{*)}	" "	" tolik gramů	" " "
" litrů (c. dm.) ^{**)}	" "	" kilogramů	" " "

Ješto pak každé i sebe nepravidelnější tělo považovati lze, jakoby složeno bylo ze samých úzkých svislých hranolův, asi jak obr. 194. ukazují, platí předeslaný zákon i o tělech dovolné podoby a, jak se samo sebou rozumí, také pro jiné kapaliny nežli jest voda.

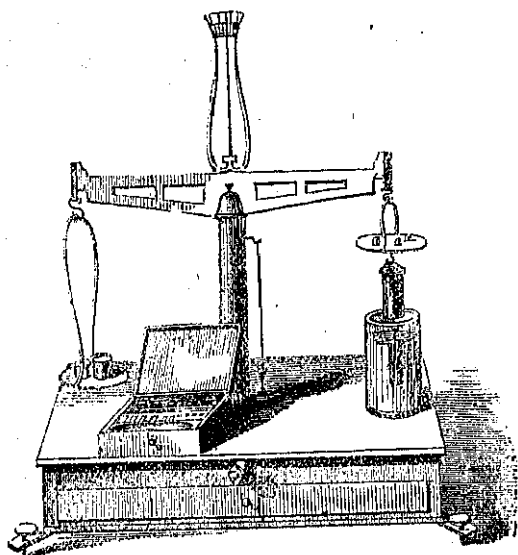
Tento zákon nad míru důležitý, který již řecký učence *Archimedes* ze Syrakus l. 250 před narozením Krista P. určil, lze tudíž takto vysloviti:

Každé tělo v kapalině ponořené ztrdčí na své váze právě tolik, mnoho-li váží kapalina, kterou vytlačilo.

Na výkresu 195. vyobrazen jest přístroj, kterým zákon Archimédův lze dokázati. Pod kratší miskou vážek zavěšeny jsou nad sebou dva válece, z nichž vyšší jest dutý a nižší hmotný. Dutina v hořejším váleci jest tak veliká jako objem válece hmotného. Přivedeme-li vážky do rovnováhy a nalejeme pak do nádoby pod kratší miskou postavené

*) Čti „krychlených centimetrů.“

***) Čti „krychlených decimetrů.“



Přístroj k dokázání zákona Archimedova

vody, klesá delší miska, protože voda hmotný váleček do výše tlačí a tak rovnováhu ruší.

Teprv když dutý váleček vodou naplníme, objeví se opět rovnováha.

§. 169. Kdy těla plují, kdy vznášejí a kdy ponořují se v kapalinách.

Na tělo v kapalině ponořené působí tudíž vždy dvě síly zároveň: váha jeho a tlak vody. Prvnější síla táhne je svísmo dolů, poslednější tlačí je ve směru protivačném. Výslednice obou sil ukáže, kterak ponořené tělo v kapalině chovati se bude. Je-li totiž prostá váha těla rovna tlaku vody, zruší jedna síla druhou úplně a tělo v kapalině ani nevystupuje, ani neklesá, vznášejíc se v ní. Má-li však váha těla tak veliká býti jako tlak vzhůru, čili jako váha vytlačené kapaliny, dlužno (předpoklá-

dáme-li tělo složené z částic stejnorodých), aby hustota jeho rovnala se hustotě kapaliny, ve které splývá.

Kterýž výsledek opravňuje nás, abychom učinili následující výrok: *Těla, která mají touž hustotu jako voda, vznášejí se ve vodě (na př. jantar). Těla hustší vody klesají v ni ke dnu (na př. kovy, kameny). Těla méně hutná nežli voda zůstávají na povrchu — plovou (jako: největší množství dřev, korek, olej atd.). Za touže příčinou plave železo na rtuti, led na vodě, vejce v louhu neb solance (rapě = roztoku soli ve vodě).*

§. 170. Dutá těla plovou.

Učiníme-li těla, která hustší jsou nežli voda, uvnitř dutými, mohou pak na vodě plovati. Vidíme to na železných lodích, kovových kulích, prázdných láhvích atd. Dlužno jen, aby váha vody, kterou těla takto vydutá vytlačí, větší byla nežli váha těl samých. Na podobě, jaká se lodím dává, závisí i náklad, který unesou. Veliké lodě unesou znamenitý náklad. Jsouť lodě, na něž i půl milionu centův naložiti lze.

Mělo-li by tělo (na př. dřevo) 1 c' v objemu a vážilo při tom jen 28·2 lib., vytlačilo by celé jsouc do vody ponořeno 1 c' vody, která 56·4 lib., tedy dvakrát 28·2 lib. váží. Tlak zdola byl by tedy dvakrát větší než váha těla. Proto vystoupí dřevo nad vodu tak vysoko, až jen tolik kapaliny vytlačí, co samo váží. Bude tudíž polovina nad vodu vynikat a druhá polovina vytlačí právě 28·2 lib. vody. Protož plave-li tělo v kapalině, vyniká vždy část objemu jeho nad hladinu její a *váha plovoucího těla rovná se váze ponořenou částí vytlačené kapaliny.*

Čím více jest loď obtěžkána, tím hloub klesá ve vodě. Také ponořuje se koráb v moři méně, nežli v řekách, ješto mořská voda

hustší jest než říčná. Vejce v louhu mydlářském tím více vystupuje, čím silnější jest louh.

Má-li tělo plovati v poloze stálé (stabilní), dlužno, aby těžiště jeho hodně leželo hluboko. Za kterouž příčinou dává se do dolní prostoty lodí přítěžek aneb zboží velmi těžké. Ryba plove stabilně, protože nejtěžší částí těla jejího v dolní nacházejí se polovici.

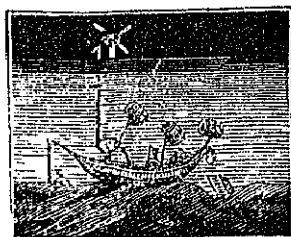
Má-li prázdňá láhev plovati v poloze stálé, třeba naplniti část jí těžkými hmotami, jako broky, rtuť.

Těla hustší nežli voda lze také tím způsobem k plování spůsobilými učiniti, když spojíme je s poměrně lehčími, jako s korkem, aneb s dutými, jako jsou neprodyšné pytle vzduchem naplněné, balony, sudy a p.

Potopené lodě zdvihají se pomocí dutých sudův (obr. 196.), které se pod vodou na ně přivěšují. Také

Obr. 196.

slouží k tomu účelu kaučukové balony, které pomocí potápěcích zvonův k lodím se připevňují a hned vývěvou vzduchem naplněny bývají. Dostatečná část podobných balonův jest s to i nejtěžší loď vyzdvihnouti na povrch vody.



Zdvihání včel nalezonych v moři.

K závěrku těchto úvah chcei pověditi ještě něco o plování těla lidského.

Tělo lidské váží skoro tolik jako voda jím vytlačená, ba osoby silně tělnaté jsou lehčí a udrží se tudíž bez namáhání na povrchu vody. Každý dovede přiměřeným pohybem rukou a nohou plovati. Nejsnáze plove se na znak, protože při tom celé tělo vyjma obličej ponořeno jest ve vodě.

Utopí-li se někdo, naplní se tělo jeho vodou, stává se tím těžší a klesá ke dnu. Jakmile však mrtvola hrdí počíná, vyvinují se uvnitř plyny, které tělo nadýmajíce lehčí činí. Z té příčiny přicházejí těla utopených na povrch vody. Toť jest původ pověry, dle které voda utopence nestrpí, na povrch jej vynášeje.

§. 171. Uložení kapalin rozličně hustých.

Nalejš-li do sklenice oleje a vody, bude olej splývati nad vodou. Podobně zůstává voda nade rtuť. Voda teplá hledí udržeti se nad vodou studenou.

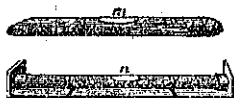
Kapaliny různé hustoty staví se tak nad sebou, že nejhustší z nich nejnižší, nejřidší pak nejvyšší místo zajímá.

O libele.

Plyny jsou lehčí nežli voda, proto shromažďují se vždy nad vodou. Vzduch na př. plave nad vodou. Na tomto základě zařízena jest tak zvaná **libela**, kteráž slouží k stanovení plochy vodorovné.

Libela (obr. 197.) skládá se z roury skleněné souměrně zakřivené na obou koncích uzavřené a vodou, líhem neb jinou snadno pohyblivou kapalinou až na malou bublinku vzduchu *m*, *n* naplněné. Roura upevní se v mosazném pouzdru na kovovou desku tak, aby bublinka právě uprostřed se nalezala, když libela na vodorovné ploše stojí. Jde-li o to, položití rovinu nějakou vodorovně, měníme polohu její tak dlouho, až bublinka libely pokaždé do *n* přichází, když libelu v rozličných směrech na rovinu pokládáme.

Obr. 197.



Libela.

§. 172. O uložení plynův a jich pronikání čili diffusí.

* Jako olej plove nad vodou, tak splývá také plyn řidčí nad hustším. Plynové řidčí nežli vzduch, jako: vodík, kysličník uhelnatý, svitplyn vystupují ve vzduchu. Naproti tomu hustší vzdušiny jako kyselina uhličitá, chlór, kyselina siřičitá zaujímají ve vzduchu

místo nejnižší. Tam, kde kyselina uhličitá u velikém množství se vyvinuje, nashromáždí se u země. V místnostech zavřených může vystoupiti značně vysoko a býti nebezpečná vcházejícím.

Povázíme-li, že kyselina uhličitá dýcháním lidí a zvířat, hořením atd. neustále se vyvinuje — vydýcháť dospělý člověk ročně 400 liber kyseliny uhličitě — tož musíme tázati se s podivením: proč nižší vrstvy nejsou naplněny vzdušinou tou životu nebezpečnou?

Příčina leží v tom, že plynové nadání jsou vzájemnou přilnavostí. Následkem této síly, jakož i následkem zvláštní síly molekulární, která odpudivým účinkováním svým částice plynu od sebe vzdalovati se snaží (srovnej §. 16.): jsou plyny s to zákonům tíže vzdorovati. Tím se stává, že plyny těžší do výše vystupují a lehčí dolů klesají a tak vzájemně se pronikající stejnorodou tvoří směšninu. Tento výjev slove **rozplýváním, pronikáním čili diffusí.**

Tak pozbývá kyselina uhličitá účinku veškerý život ohrožujícího. Vzduch obecný, který ze dvou nerovně hustých plynův (kyslíku a dusíku) jest složen, z nichž prvnější těžší jest než poslednější, tvoří následkem zmíněné vlastnosti směšninu jednotejnou.

Vodní páry sestupují následkem diffusí dolů, čímž zamezují se úplná suchota vzduchu, která by nastati musila, kdyby páry, které lehčí jsou vzduchu, dle zákonů tíže jenom ve vyšších vrstvách ovzduší vznášeti se mohly. Míchání vody s křem a jiné podobné výjevy zakládají se rovněž na diffusí.

§. 173. Tekutiny ohřáté vystupují v studenějších.

Vzduch ohřátý jest lehčí než studený, protože hromadí se v klidu nad ním, rovněž jako teplá voda

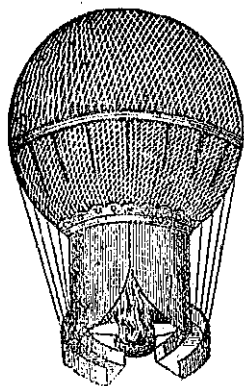
vystupuje nad studenou. Příčina leží v tom, že těla ona teplem značně se roztahují a tedy objemu jim přibývá, kdežto váha jejich zůstává tatáž. Tak stávají se poměrně lehčími.

Vzduch nad rovníkem oteplený vystupuje do výše a pohybuje se nad vzduchem studenějším, který od obou polův přichází. Vítr povstává místním ohřátím vzduchu, čímž rovnováha se zruší a proudění nastane. Vítr není tedy nic jiného než proudící vzduch. Obnáší-li rychlost větru za vteřinu 50 stop, slove pak *bouří*. Síly větru užívá se k pohybování lodí plachetních a větrných mlýnův.

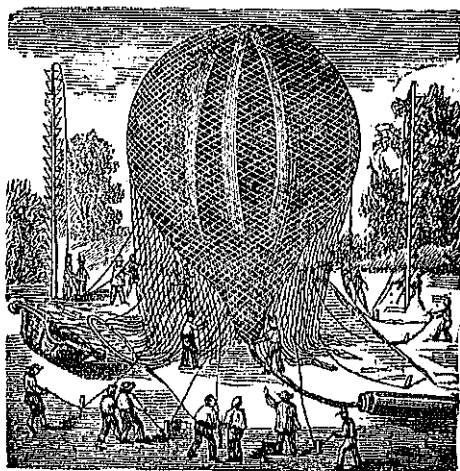
Oblaky a kouř buď ve vzduchu vystupují, buď klesají dle toho, zda-li měrná jich váha větší neb menší jest nežli měrná váha vzduchu. Dětské bubliny (mydlinové) vystupují ve vzduchu proto, že teplý vzduch do nich byl vefoukán. Stoupání *balonů* má týž základ. Balony

Obr. 198.

Obr. 199.



Balon naplněný teplým vzduchem.



Balon naplněný plynem.

naplňují se buď *ohřátým vzduchem* (tak zvané Montgolfiery obr. 198.) buď *vodíkem* (Charliéry obr. 199.) buď konečně *svitiplynem* (Grooniery).

§. 174. Kterak stanoví se hustota pevných těl.

Hned když rozprávěli jsme o všeobecných vlastnostech těl (§. 52.), vysvětlen byl pojem *hustoty*. Tam také již praveno bylo, že s hustotou vody, která za jedničku jest přijata, hustota ostatních těl se porovnává.

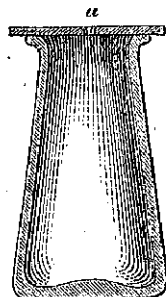
Nyní vypíši vám způsob, kterým *hustotu těl zkouškami* lze ustanoviti.

Měl bych určití hustotu nějaké kovové slitiny, na př. mosazu, bronzu, děloviny a. p. — Co vlastně hledám? Nie jiného než číslo, které ukazuje, kolikrát slitina ta více váží, nežli rovný objem vody aneb tolik vody, mnoho-li slitina vytlačí.

Nejjednodušší a při tom dosti zevrubný způsob, kterýmž hustotu těl ustanoviti lze, záleží v následujícím:

Odvážím nejprv tělo, čímž obdržím *vdhu* jeho *prostou* (absolutní). Dejme tomu, že by obnášela 425 gránů. Nyní vezmu malou nádobku, *piknometr* (obr. 200.)

s okrajem dobře obroušeným, kterouž deskou skleněnou uprostřed otvorem *a* opatřenou aneb zátkou provratanou uzavřiti lze. Nádobku naplním vodou destilovanou 3° R. teplou a uzavru, tak že nadbytek vody buď deskou se strany šoupnutou se odstraní, aneb otvorem v zátku učiněným se vytlačí. To stává se proto, abych dozvěděl se zevrubně, mnoho-li voda v nádobce váží.



Tisícgránová nádobka.

Nádobka s vodou vážila by . . .	2500 gránů
nádobka sama	1000 „
voda	1500 gránů

Po té vložím tělo, jehož hustotu ustanoviti chci (v našem příkladu slitinu), na drobné kousky rozdělené do

plné nádobky, při čemž voda, kterou slitina vytlačila přes okraj přeteče. Nyní se zevnější stěny nádobky očistí, nádobka opět uzavře a i s obsahem svým sváží. Vážením objevilo by se 2880 gránů.

Z těchto údajův lze hustotu těla snadno vypočísti. Především jde o to určití *váhu vody*, kterou slitina vytlačila.

Za tím účelem odečtu od	2880 gr.
váhu nádobky s deskou neb zátkou	1000 „
jakož i váhu těla vnořeného	452 „
	<hr/>
zbývá tedy	1428 „
což jest váha vody, která při druhém vážení v nádobce se nalezala. Z prvního vážení víme, že do nádobky vejde se vody	1500 „
	<hr/>
Rozdíl	72 „

tolik vody vytlačeno jest slitinou.

Kolikrát obsažena jest tato váha vody ve váze těla prosté, tolikrát jest hustota těla povného větší, nežli hustota vody. Obdržíme tudíž $425 : 72 = 6.28$ jakožto hustotu slitiny.

§. 175. Kterak stanoví se hustota kapalin.

Láhvička (piknometr) v předcházející odstavce popsaná hodí se zvláště dobře také k stanovování hustoty kapalin.

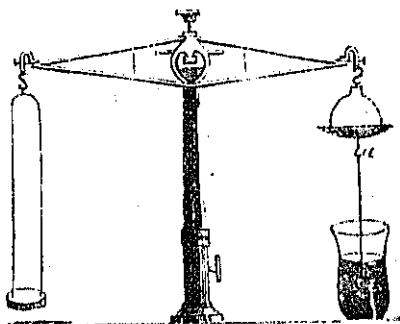
Nejprv naplním láhvičku vypsáním způsobem *destilovanou vodou* a ustanovím váhu její. Voda vážila by jako dříve 1500 gránů. Nyní vodu vyleji, nádobku vyčistím i vysuším a naplním kapalinou, jejíž hustota ustanoviti se má (na př. líhem). Láh vážil by 1185 gránů. Obě čísla značí váhu rovných objemův dvou kapalin. Proto bude podíl čili quociens jich $1185 : 1500 = 0.79$ vyznačovati hustotu líhu.

Rozumí se samo sebou, že si ustanovíme váhu láhvičky, jakož i váhu vody, která do ní se vejde, jednou pro vzhleky. Obyčejně užíváme láhvičky, do které právě 1000 gránů vody se vejde, tak řečené *láhvičky litigraňové*, což poskytlá té výhody, že netřeba nám obšírného dělení prováděti. Tak jest na př. hustota sehnané kyseliny sírové, které 1840 gránů do láhvičky se vejde, $\frac{1840}{1000} = 1.840$.

§. 176. Stanovení hustoty pomocí hydrostatických vážek.

a) K určení hustoty pevných těl užívá se obyčejně hydrostatických vážek. *Hydrostatické vážky* liší se od obyčejných vážek tím, že jedna miska jejich kratěji zavěšena a dole háčkem opatřena jest. — Obě misky, nejsou-li obtěžkány, nacházejí se v rovnováze.

Obr. 201.



Vážky hydrostatické.

Nejprv ustanoví se *prosta váha* těla a to tím způsobem, že se na kratší misku klade tělo, na delší pak závaží. Výsledek tohoto vážení byl by na př. 46 gramů.

Abychom seznali váhu tělem vytlačené vody, zavěsíme je pomocí přiměřeně dlouhého vlasu aneb jemného platinového drátku na háček *a* a do překapavé vody ponoříme. Nyní shledáme, že závaží na delší misce ponechané

s tělem do vody ponořeným není více v rovnováze a že na kratší miskú závažíčka přikládati nám jest, chceme-li opět rovnováhy docíliti. Dejme tomu, že bylo by potřebí 20 gramů.

Co znamenají tato závažíčka? Nic jiného, než o mnoho-li tělo ponořením do vody lehčím se stalo, čili váhu vody, která má týž objem jako tělo. Dělíme-li prostou váhu těla váhou rovného objemu vody, obdržíme jeho hustotu a sice $46 : 20 = 2.3$.

b) Chceme-li pomocí vážek hydrostatických ustanoviti hustotu *kapalin*, bĕřeme k tomu tělo v kapalinách nerozpustné na př. sklíčko, hledajícíe, mnoho-li ztrácí na váze ve vodě i v té které kapalině. Tak seznáme váhu rovných objemův obou kapalin.

Ztráta na váze ve vodě byla 18.32 gramu, v kapalině 10 gramů. Dělíme-li nyní váhu kapaliny váhou vody, obdržíme hustotu kapaliny; $18.32 : 10 = 1.832$.

c) Je-li tělo lehčí vody, tak že v ní nepotopuje se zcela, přiváže se k tělu těžšímu, které je do vody stáhne. Je-li známo, mnoho-li tělo těžší na váze ztrácí, pak mnoho-li váží tělo lehčí ve vzduchu, a konečně mnoho-li vody obě dohromady vytlačují, vypočtemo snadno, mnoho-li vody vytlačilo tělo lehčí, jakož i jaká jest jeho hustota.

Je-li na př. váha kousku dřeva ve vzduchu 0.75 lotu, ztráta na váze ve vodě obou těl 4.5 lotu, ztráta na váze těla těžšího (na př. olova, kameno) již dříve ustanovená 3.25 lt., tu obnáší váha vody dřevem vytlačené $4.5 - 3.25 = 1.25$ lt.; tudíž jest hustota jeho $\frac{0.75}{1.25} = 0.6$.

d) Je-li konečně tělo *ve vodě rozpustné*, ustanovíme, mnoho-li ztratí na váze v takové kapalině, ve které se nerozpouští a jejíž hustotu známe. Z této ztráty lze pak vypočítat, mnoho-li by ztratilo na váze ve vodě.

Na př. Kousek kamenné soli 105 gr. těžký ve hnědném oleji ztratil na váze 47 gr. Kteráž váha (47 gr.) má se k váze vody,

kterou by kamenná sůl vytlačila (x), jako hustota lučného oleje (= 0.94) k hustotě vody (= 1); tedy:

$$47 : x = 0.94 : 1; \text{ z toho}$$

$$x = \frac{47}{0.94} = 50 \text{ gr}$$

Hustota se pak rovná $\frac{105}{50} = 2.1$.

§. 177. Určování hustoty pomocí hustoměrův čili aréometrův.

V obchodu a průmyslu často cítí se potřeba zkoušení kapaliny, jejichž hodnota na hustotě závisí. Podobná určování dítí se musejí i s dostatečnou správností i s možnou rychlostí. Přístroje, které tomuto účelu vyhovují, slovou *hustoměry* čili *aréometry*. Jich užívá zvláště sládek, mydlář a. j.

Hustoměr skládá se z válcovité roury skleněné neb kovové, kteráž na dolejší konci broky neb rtuť obtěžkána jest, tak že ve vodě stojí v poloze stálé plave. Roura opatřena jest stupníkem či škálou, jejíž rozdělení zkusmo jest ustanoveno.

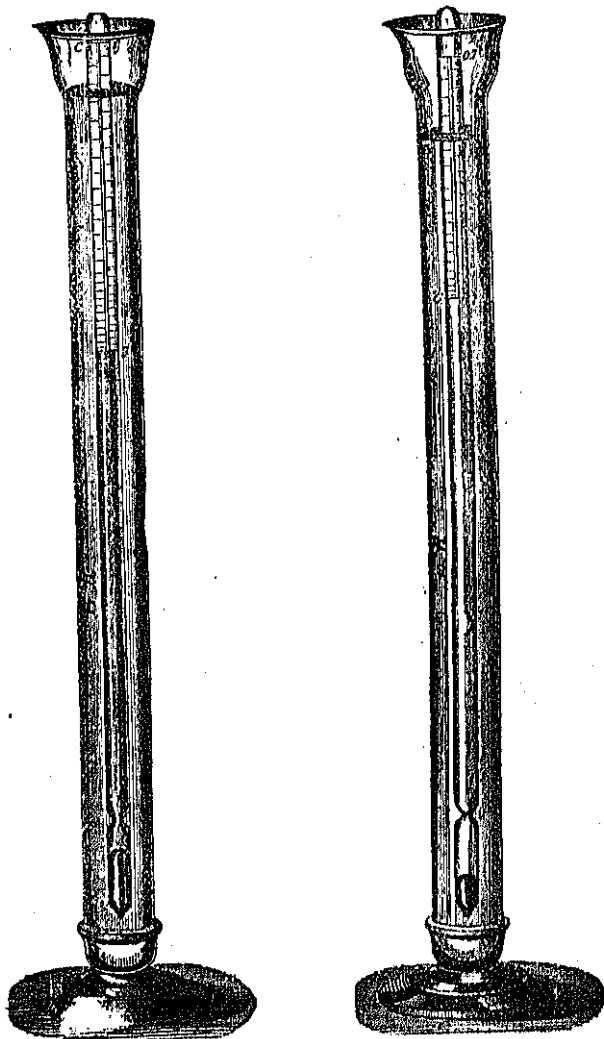
Má-li určití se hustota kapaliny, potřebí toliko hustoměr do ní ponořiti a na škále všimnouti si bodu, po který nástroj se potápí.

Každý z vás zajisté snadno pochopí, proč hustoměr v hustších kapalinách méně, v řidších však hlouběji se potápí, jakož i, proč při hustoměrech, které bezprostředně určují hustotu, čísla škály rostou jdouce *shora dolů*. Vážít kapalina plovoucím hustoměrem vytlačena vždy tolik, mnoho-li hustoměr sám. Kapaliny řidší musí býti co do objemu více, nežli kapaliny hustší, aby tolik vážila co hustoměr.

§. 178. O hustoměrech vůbec. — Objemoměr.

Rozeznáváme *dva druhy* hustoměrův K prvnímu druhu náleží ony, které *bezprostředně* oznamují *hustotu*

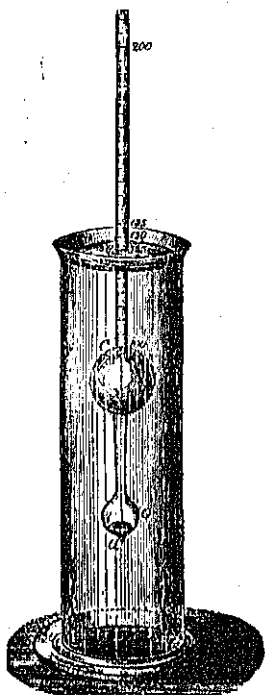
Obr. 202.



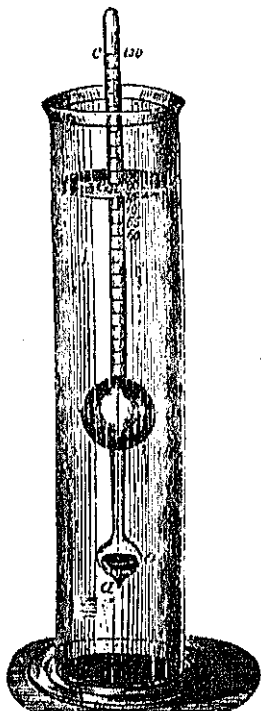
Arómetry.

kapaliny. Obr. 202. vyznačuje podobný hustoměr. Hustoměry druhého způsobu určují pouze *objemy* vytlačené. Hustotu obdržíme teprv dělicí číslo 100 oním číslem stupníku, po které nástroj v té které kapalině klesá. Poslednějším sluší přes to, že hustotu teprv vypočítati musíme, dáti přednost před prvnějšími, protože dílkové na stupníku jejich veskrz jsou stejní a tudíž na něm i desetiný jednoho dílku bez namáhání odhadnouti lze, kdežto hustoměry, na kterých hustota poznačena jest, mají dílky nerovně veliké a sice tím menší, čím větší jest hustota, kterou ukazují. Okolnost tato překáží velice při určování hustoty a nesnadno jest také

Obr. 203.



Obr. 204.



Objemoměry.

dílký jednoho stupně oceniti. Proto popíší zde toliko hustoměr druhého způsobu čili tak zvaný objemoměr.

Objemoměr (volumetr, obr. 203. a 204.) jest roura skleněná podoby dole baňaté, na zpodu opatřena jest kuličkou, do které rtuť neb broky se dávají. Do roury, která stejný průměr máti musí, upevňuje se pomocí pečetního vosku úzký proužek papíru, na němž stupník se nalezá.

Aby objemoměr hodil se pro kapaliny hustší i řidší nežli voda, musí by býti buď příliš dlouhý, čímž nástroj při užívání snadno přichází do šikmé polohy, aneb značně tlustý, na němž zase stupně příliš malé jsou. Proto zhotovují se dva objemoměry, totiž:

pro kapaliny řidší než voda a

pro kapaliny hustší než voda.

U prvých nalezáme bod číslem 100 poznačený (rovnajíc se hustotě vody = 1) *dole* (viz obr. 203. c), při druhých leží též bod na *hořejším* konci stupníku. (Obr. 204. c).

Stupník pro kapaliny lehčí než voda takto se zhotovuje. Bod 100 obdržíš, ponoříš-li nástroj do překapané vody a naznačíš-li, kam až se potápí. — Pomocí rtuť neb broků lze toho docílití, aby bod ten přiměřeně hluboko ležel. — Aby stupník rozděliti mohl, třeba znáti ještě jeden bod. K tomu konci připrav si kapalinu řidší než voda — snad smícháním vody a lhu — a urči hustotu její pomocí vážek hydrostatických. Dejme tomu, že by byla hustota její 0·8. Do této kapaliny ponoř opět nástroj i poznamenej si rovněž bod, po který v ní se potápí. Vzdálenost obou bodův přenes zvrubně na proužek papíru a připiš k dolnímu bodu číslo 100, k hořejšímu pak ono číslo, které tou měrou jest větší, kterou hustota vody větší jest nežli hustota kapaliny, jižto jsi připravil. Ješto hustota vody (1) o 0·2, tedy o čtvrtý díl větší jest nežli hustota oné kapaliny, dlužno aby i číslo, jež k hořejšímu bodu připsati sluší, o čtvrtý díl větší bylo, než číslo 100, tedy 125. (Pomocí rovnosti $x : 100 = 1 : 0·8$ obdržíš rovněž $x = \frac{100}{0·8} = 125$). Vůbec obdržíš číslo to, dělíš-li 100 hustotou připravené kapaliny. — Odlehlost obou bodův rozděl na 25 dílův a stejnů

dítky zanes také ještě nahoru. Vetrě nyní stupník do rourky, upevní jej přiměřeně a objemoměr jest hotov.

Připravuješ-li objemoměr pro kapaliny *hustší než voda*, užij na př. kyseliny sírové co druhé kapaliny. V obou případech rostou čísla stupníku, jdouce *zdola nahoru*.

Máme-li určití hustotu nějaké kapaliny pomocí objemoměru, potřebí toliko přihlédnouti, po který bod stupníku nástroj se potápí a číslem takto obdrženým děliti 100.

Kapalina, ve které ponořoval by se objemoměr po číslo 95, měla by hustotu $100 : 95 = 1.052$.

Jiná, ve které potápí se po bod 140., má hustotu $100 : 140 = 0.71$, atd.

§. 179. Jiné spůsoby aréometrův. Opatrnosti při užívání jich vůbec.

K účelům zvláštním zhotovují se aréometry, které udávají, kolik procentův nějaké látky kapalina v sobě uzavírá.

Sem náleží *cukroměr (saccharometr)* Ballingův, kterým ustanovuje se množství cukru v roztocích, *líhoměr (alkoholometr)* čili *vdžky* líhové, které udávají, mnoho-li líhu nachází se v kořalce. Líhoměry bývají často tak zařízeny, že ukazují, kolik mázův bezvodého líhu v jednom vědře kapaliny se nachází. Odtud na př. název „líh 37stupňový.“

Líhoměr *Trallesa* udává, kolik měr čistého líhu ve 100 měrách líhu, který zkoušíme, se nalezá.

Na hustotu líhu má také teplota značný vliv. Obnášit hustota jeho při 15.5°C ($= 12.4^{\circ} \text{R}$) 0.794, jsouc při vyšší teplotě menší, při nižší větší. Z té příčiny bývá na každém líhoměru také teploměr, jehož kulička rtuť naplněná slouží spolu místo broků za přítěž líhoměru. Jsou pak tabulky, pomocí kterých snadno převéstí

lze hustotu neb procenta, které jsme bezprostředně našli, na teplotu, při níž nástroj zhotoven.

Smícháme-li 50 měr líhu a 53·745 měr vody, neobdržíme 103·745 měr, nýbrž jenom 100 měr směsiny. Pravíme, že smícháme-li vodu s líhem, nastane *kontrakt*. Proto neleží hustota z rovných měr vody a líhu uprostřed mezi hustotou vody (1) a hustotou líhu (0·794), není totiž $\frac{1 + 0\cdot794}{2} = 0\cdot897$, ale jest následkem zhuštění větší a sice

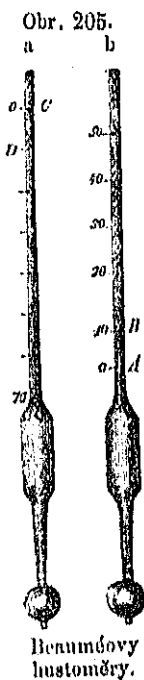
0·9335. Proto také zhotovujeme lihoměr procentový, totiž takový, který udávati má, kolik procentův líhu v kořalce se nalézá, nebudeme vzdálenost mezi oběma hlavními body, již obdržíme ponořivše nástroj do líhu bezvodného a do vody překapané, rozdělovati na rovné díly. Jsouť zvláštní tabulky, dle kterých lihoměry se sestavují.

Užívající lihoměrů držme se vůbec následujících pokynutí:

1. Dej kapalinu, jejíž hustotu ustanoviti hodláš, do úzkého skleněného válce.

2. Ponořuj nástroj zcela volně do kapaliny, aniž bys jej do ní snad násilně vstrčil, neboť by se tím příliš vysoko omokřil a takto těžší se stává, nepravdivě dobrotu líhu by udával. Určujíce stupně znamenáme, která kapalina následkem přilnavosti kolem rourky do výše se táhne. Nejvyšší bod tohoto vyvýšení jest bodem, který na stupníku vyhledati dlužno.

3. Nemá-li kapalina teploty, při které stupně na nástroji zanášeny byly (což obyčejně při 15·5° C. se stává), tož ponoř skleněný válec buď do teplejší, buď do studenější vody, abys té které teploty dosáhl, aneb převedl pomocí příslušných tabulek udání lihoměru na tu kterou teplotu.



Skoro každá kapalina, jejíž dobrota na tom závisí, mnoho-li jisté látky v sobě drží, má své hustoměry. Mnohdy jsou podobné nástroje sestrojeny zcela libovolně, jako na př. hustoměr *Beaumé-ův* (rei Bómé), který na obr. 205 *a b* jest vykreslen, a sice představuje obr. *a* hustoměr pro kapaliny hustší než voda a *b* týž pro kapaliny řidší než voda.

Mimo to sluší ještě zmínku učiniti o *mlékoměru* (galaktometru), kterýmž se jakost mléka zkouší, *lahoměru*, pomocí kterého mydlář dozvídá se, zda louh jeho dosti je silný, *soliměru*, kterým poznává se, zda slaná voda čili solanka (rapa) dosti sehnaná (hustá) jest, aby zavařiti se mohla.

§. 180. Hustoty známějších kapalin.

Stůjtež zde hustoty některých kapalin. Jestliť hustota:

kyseliny dusičné	1·52	oleje lněného	0·93
„ sírové	1·84	petroleje	0·78 až 0·80
„ solné	1·24	piva	1·03
lhu	0·794	rtuti	13·598
mléka	1·03	vína (šampaňského)	0·998

§. 181. O hustotě plynův.

Také hustota plynův zkouškami jest ustanovena. Porovnávána tu váha plynu s váhou rovného objemu *vzduchu*. Hustota *vzduchu* vzata za jednici.

Tak jest hustota

ammoniaku (čpavku)	0·59	kyslíku	1·10
dusíku	0·97	uhlovodíku lehkého	0·55
chlóru	2·46	„ těžkého	0·97
kyseliny uhličitě	1·52	vodíku	0·069
kyseliny šířičité	2·22	vodní páry	0·62
kysličníku uhelnatého	0·96		

O rozpínavosti vzdušín.

§. 182. Rozpínavost vzdušín závisí na hustotě a teplotě.

Dříve již bylo praveno, že vzdušiny mimo tíži a snadnou pošinutelnost, kteréž vlastnosti s kapalinami mají společné, ještě zvláštní vyznamenávají se vlastností, jižto podstatně liší se od kapalin. Jest to jejich *rozpínavost*, rozprostranivost aneb *expansivnost*. Jenom vzdušiny, k nimž ovšem vodní pára také náleží, jeví snahu do nekonečna roztáhnouti se.

Na čem závisí rozpínavost vzdušín aneb jinými slovy, kdy jest rozpínavost jejich větší a kdy menší? Odpověď položena jest v nadpisu této odstavky.

Rozpínavost závisí na hustotě.

Právě tak jako ocelové péro šroubovitě stočené následkem pružnosti své odpor jeví, když naň ve směru osy jeho tlačíme: tak také vzduch rozpínavostí svou způsobuje protitlak, kdykoliv v uzavřené nádobě jej stlačujeme. Myslome si vzdušinu nějakou uzavřenou v nádobě pístem neprodyšně přilehajícím. Vzdušina vyplňuje nyní prostor $ABCD$ (obr. 206.), udržuje rozpínavostí svou v rovnováze tlak vzduchu i váhu pístu. Nechtě obnáší obě 30 liber. Chtěl-li bych stlačiti vzduch do prostoru $EFCD$, kterýž rovná se polovině původního $ABCD$, bylo by mi působiti na píst silou 30 lib., tak že by účinkoval na vzdušinu tlak $2 \times 30 = 60$ lib. Chtěl-li bych dále stlačiti píst až po GH (kdež $CDGH = \frac{1}{3} ABCD$), musil by způsoben býti tlak $3 \times 30 = 90$ lib. atd.

O vzduchu a vzdušinách vůbec platí totiž zákon:

tou měrou, kterou objemu ubývá a tedy hustoty přibývá, přibývá i rozpínavost. Ubude-li vzdušinė hustoty, ubude jí v témž poměru i rozpínavosti.

Úloha. Potápěcí zvon v podobě hranolu jest 7 pař. stop vysoký a má 25 \square ' v průřezu; jak vysoko naplní se vodou v hloubce 160 stop a kolik krychl. stop vzduchu obecné hustoty dlužno do něho vehnat, má-li zůstatí celý vzduchem naplněn? —

Řešení. Na vzduch ve zvonu působí tlak 6 atmosfér, neboť sloup vody 160' vysoký činí $\frac{160}{32} = 5$ atmosfér, ku kterýmž tlak zevnějšího vzduchu (1 atmosféru) ještě připočísti sluší.

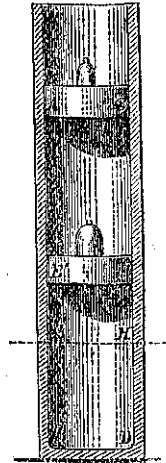
Tlak ten jest 6krát větší tlaku původního, pročež zaujme vzduch, který dříve celý zvon vyplňoval, již jenom $\frac{1}{6}$ ' čili 1' 2" výšky, kdežto voda vystoupí 7' — 1' 2" = 5' 10" = 5 $\frac{5}{6}$ ' vysoko. Má-li býti vytláčena, potřebí 5 $\frac{5}{6}$ × 25 c' zhuštěného vzduchu, aneb 6 × 5 $\frac{5}{6}$ × 25 c' vzduchu obecné hustoty.

§. 183. Rozpínavost závisí na teplotě.

Mimo zhušťování a zředování vzduchu má [také přibývání a ubývání teploty vliv na rozpínavost plynův a sice působí oteplení plynu jako zhušťování a ochlazení jako zředování.

Abych vše objasnil, volím příklad souhlasný s předešlým. Dejme tomu, že tlak vzduchu i s váhou pístu dohromady 30 lib. obnáší a že rozpínavost plynu v nádobě

Obr. 206.



Nádoba k seslání rozpínavosti plynu.

$ABCD$ (obr. 207.) uzavřeného a 0° teplého v rovnováze udržuje. Zahřeji-li nyní plyn na $100^{\circ} C$, shledám, že se roztáhne a prostor, který o $\frac{11}{30}$ větší jest nežli byl prostor předešlý, zajme. Píst pošine se totiž následkem rozpínavosti plynu teplem zvýšené po EF (při čemž $CDEF = \frac{11}{30} ABCD$). Chtěli-li bychom toho zameziti, musil by na píst účinkovati tlak, který právě jedenácti třicetinám tlaku původního se vyrovnává, tedy $30 \times \frac{11}{30} = 11$ lib. obnáší.

Zahřeji-li dále plyn na $200^{\circ} C$ a zamezím-li, aby objem svůj zvětšiti mohl, zvýší se tím rozpínavost jeho o $2 \times \frac{11}{30}$ rozpínavosti původní. Z toho patrně, že každým stem stupňův Celsiových, o které teplota vzdušin vyšší se stala, rozpínavosti jim přibývá, a sice o $\frac{11}{30}$ rozpínavosti původní, z čehož vyplývá na každý stupeň stý díl, tedy $\frac{11}{30 \cdot 100} = \frac{1}{273}$ aneb 0.00366 .

Zůstává-li objem plynu nezměněn, přibývá mu teplem rozpínavosti o tolikátou část, o kolikátou by byl objem jeho se zvětšil, kdyby zvětšování bez překážky bylo se dále.

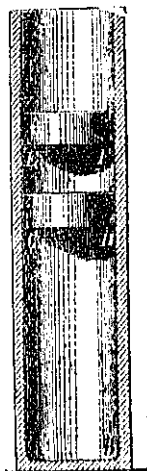
Dopustíme-li, aby plyn, byv zahřát, úplně mohl se roztáhnouti, neutrpí rozpínavost jeho nižádné změny. Zamezíme-li však částečně toto zvětšení objemu, přibude plynu rozpínavosti o část přiměřenou.

Ubýváním teploty zmenší se objem aneb zůstává-li též objem, zmenší se rozpínavost plynu.

§. 184. Rozhled.

Shrneme-li vše předcházející v jedno, nabudeme přesvědčení, že rozpínavosti vzdušin (plynův) přibývá

Obr. 207.



Nádoba k osílení rozpínavosti plynu.

přibýváním hustoty při nezměněné teplotě i zvyšováním teploty při nezměněné hustotě. Prvý zákon nalezl a dokázal *Mariotte* (vyslov *Mariot*), druhý *Gay-Lussac* (rei *Ge-Lysak*).

Plynové ztužitelní *) zachovávají zákon *Mariottův* až po jisté meze. Zvýší-li se tlak tak velice, že blíží se tyto plyny bodu, při kterém v kapaliny přecházejí, ubývá objemu jich rychleji.

* Vypočtení rozpínavosti.

V odst. předešlé vypočetli jsme pomocí zákona *Mariottova* změnu v objemu plynu, když tlak se změnil. Příklad následující poučí nás, kterak vypočítati lze rozpínavost plynův, když i hustota i teplota se byla změnila.

Úloha. V prostore pístem uzavřené měl by vzduch při teplotě 10° C objem 200 c' a rozpínavost 15 lib. na 1 □" (t. j. vzduch tlačil by na každý čtverečný palec stěny silou 15 lib.). Jak veliký bude tlak zmenšíme-li objem na 50 c' a zvýšíme-li zároveň teplotu na 200° C.?

Řešení. Zmenšivše objem na čtvrtý díl původní prostory zedčtvěrnásobíme rozpínavost plynu, kteráž bude tedy $15 \times 4 = 60$ lib. Zvýšivše teplotu z 10 na 200° , tedy o 190° C, zvýšíme tím opětně rozpínavost o $190 \times \frac{11}{3000}$ část, totiž o $60 \times 190 \times \frac{11}{3000} = 41.8$ lib. Tudiž vzrostla rozpínavost v celku na $60 + 41.8 = 101.8$ lib., což činí něco přes 8 atmosfér.

Na tomto základě spočívá stroj *kaloričkůj*.

*) Kyslíku, vodíku, dusíku, vzduchu a jiných plynů neznáme posud v jiném než vzdušném skupenství, i slovou plyny stálými. Jiné, jako kyselinu uhličitou, ammoniak, chlór atd. lze velmi silným tlakem aneb velmi silným ochlazením převésti v kapalinu, tí slovou plynové ztužitelní.

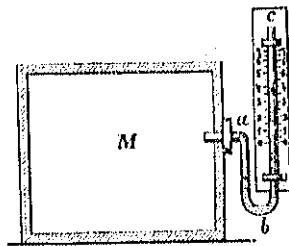
§. 185. Kterak měříme rozpínavost ?

O manometru.

* K měření rozpínavosti čili roztaživosti plynů užívá se manometrův (řídkoměrů čili hutnoměrů). Jsou to trubice buď přímé buď dvouramené, *otevřené* neb *zavřené* a rtuť neb vodou naplněné. Konec dolní vždy jest otevřený.

Manometr otevřený (také *hydrostatický*) jest trubice dvouramená (obr. 208. *abc*) na obou koncích otevřená a z části buď rtuť neb vodou naplněná. Jeden konec sahá do nádoby *M*, kde vzdušina uzavřena jest, druhý konec jsa stupníkem opatřen strní vzhůru. Má-li plyn neb pára napnutí jedné atmosféry, stojí kapalina v obou ramenou rovně vysoko.

Obr. 208.



Manometr otevřený.

Vystoupí-li rozpínavost na 2 atmosféry, bude rtuť v delším rameni o 28" výše státi nežli v kratším, ješto tam o 14" vystoupí, zde o tolikož klesne atd.

Úloha. V nádržec (regulatoru) uzavřen jest vzduch, který ukazuje na manometru otevřeném vodou naplněném napnutí 4". Jakým tlakem působí tu vzduch na každý čtverečný palec? —

Řešení. Vzduchu přemáhati jest přede vším tlak vzduchu zevnějšího 12 lib. 16 lotů
dále tlak příslušný sloupci vody 4" vys. 4 "
(protože $1 \square" \times 4 = 4 \text{ c}"$ a 1 c" vody váží asi 1 lot)

V celku činí tedy tlak 12 lib. 20 lotů
na každý $\square"$ stěny.

Kteréž napnutí jest u pecí kovářských obyčejná. Do *pecí vysokých* vhání se dychsami vzduch, který má napnutí až $30''$ (na manometru rtuťovém).

Manometr zavřený či aërostatický (aërostatika = nauka o rovnováze vzdušín) liší se od předešlého tím, že má delší rameno zavřené. Podobá se tlakoměru s nádobkou s tím toliko rozdílem, že nade rtuťí vzduch se nachází. Rozpínavostí plynu tedy nejen že rtuť v manometru vystupuje, ale jí stlačuje se i vzduch nade rtuťí.

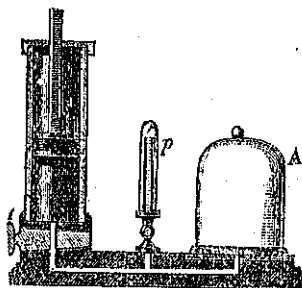
O přístrojích zakládajících se na rozpínavosti plynův.

§. 186. O vývěvě.

Vývěva jest přístroj, kterým vzduch v uzavřené nádržce dovoľně se zřeďuje. Vyčerpání z nějakého prostoru vzduch úplně, jest nemožno.

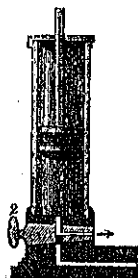
Vývěva nejjednodušeji zřízená záleží ze tří hlavních částí: z uzavřené prostory, *nádržky* čili *recipientu* (obr. 209. A), v kterém vzduch zřeďen býti má, z válce, tak řečené *boty*, v niž se píst pohybuje a z úzkého průchodu, který oba prostory spojuje.

Obr. 209.



Vývěva.

Obr. 210.



Vytáhneme-li píšť nahoru, vchází vzduch z nádoby *A* kohoutkem *1* do boty a bude řidčí. Kdybychom nyní, ponechavše kohoutek v téže poloze, píšť dolů vtláčili, vešel by vzduch opět do nádržky a nabyl by zase původní rozpínavosti své. Otočíme-li však kohoutek o pravý úhel, přivedeme-li jej totiž do polohy *2* (obr. 210.), tehdy nevrací se vzduch pod píštěm se nalézající do nádržky, ale uchází do volného prostoru. Než táhneme píšť po druhé vzhůru, dáme, jak samo sebou se rozumí, kohoutku zase polohu *1*, čímž nová část vzduchu z *A* do boty přejde a, když píšť dolů jde, opět odtud vychází.

A tak každým vystoupením i sestoupením píště nové množství vzduchu se odstraňuje, tak že patrně pod nádržkou prostor se vzduchem zředěným povstává.

Úplně vzduch vyčerpati nelze pro tak zvaný *škodlivý prostor*, který mezi píštěm a kohoutkem se nalézá. Když totiž vrací se píšť nahoru, rozšíří se vzduch z tohoto prostoru po celé botě a brání tak vzduchu, který ještě v nádržce se nachází, aby tam vešel. To stává se tehdy, když vzduch v nádržce již tak zředěn jest, že hutnost jeho rovná se hutnosti, jížto nabude vzduch, který ze škodlivého prostoru vyšed po botě se rozšířil.

Čím větší jest prostor škodlivý, tím dříve nastane doba, kde další čerpání jest bez výsledku. Je-li na př. bota 339krát větší než onen prostor, tož vystoupí-li píšť vzhůru nabude vzduch z něho $339 + 1 = 400$ násobného objemu a hutnost jeho jest pak $\frac{1}{400}$ hutnosti vzduchu vnějšího a to jest meze, po kterou zředění takovouto vývěvou jíti může.

Chceme-li prostor pod nádržkou zase vzduchem naplniti, otočíme kohoutek, když v poloze *2* se nalézá, opět o čtvrt kruhu.

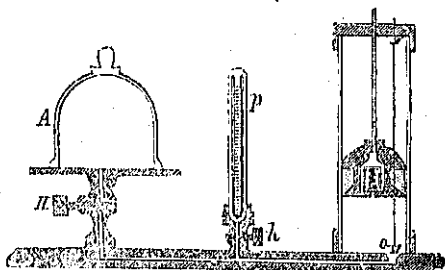
Vývěvy právě popsané lze užiti také ke *zhustění* vzduchu. Při tom otáčíme kohoutek v pořádku obráceném. Když totiž jde píšť nahoru, dáme kohoutku polohu *2* a jde-li dolů, dáme kohoutku polohu *1*. Jestliť samozřejmo, že nestačí při tom recipient toliko na tallř při-

ložiti, ale že dlužno jej přišroubovati tím pevněji, čím více v něm vzduch zhuští se má.

Mimo tyto vývěvy jednoduché jsou ještě vývěvy, při nichž kohoutek pohybováním pístu samým do přiměřené bývá uváděn polohy; pak rozeznáváme vývěvu s jednou a se dvěma botama.

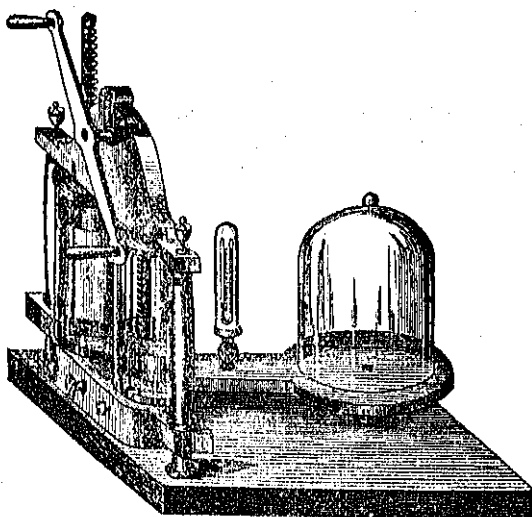
Dále máme vývěvy se záklopkami čili ventily (obr. 211. a 212.), které mají zřízení jako vodní pumpy.

Obr. 211.



Vývěva.

Obr. 212.



Vývěva.

Jsou obyčejně k vůli rychlejší a dokonalejší práci dvouboté. V každé botě pohybuje se píst, takže když jeden sestupuje, druhý vystupuje. K tomu konci jsou táhla ozubená a zasahuje do nich kolečko rovněž ozubené, kteréž pomocí páky vůkol své osy se otáčí. Uvnitř každého pístu nachází se záklopka (obr. 211.), která nahoru se otvírá, když píst dolů se pohybuje a vzduch před sebou v botě stlačuje. Jiná záklopka kuželovitá o upevněná na silném ocelovém drátu, který pístem prochází, uzavírá současně průchod k nádržce vedoucí a otvírá jej, když píst vystupuje, při čemž záklopka pístová zavřena zůstává. Kohoutek *H* má ten účel, aby vzduch zevnější do nádržky vpuštěn býti mohl.

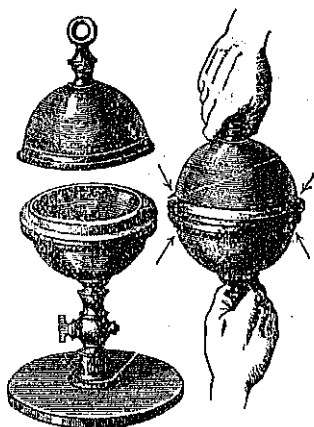
Skráceným tlakoměrem *p* (obr. 211.) měří se zředění vzduchu. Stojí-li na př. sloupec rtuťový v rameni zavřeném nad sloupcem v rameni otevřeném 3" vysoko, čili obnáší-li výška tato $\frac{3}{28 \times 12} = \frac{1}{112}$ výšky normalné, činí hustota vzduchu v nádržce $\frac{1}{112}$ hustoty vzduchu zevnějšího. Nejlepší vývěvy jsou s to zřediti vzduch tak, že tento rozdíl obou výšek dvouramenného tlakoměru $\frac{1}{2}$ až i $\frac{1}{4}$ čárky obnáší.

§. 187. Zkoušky vývěvou.

1. Jakmile několikrát jen pístem nahoru a dolů políneme, již nádržka k talíři přitlačena bude. Stává se to převahou tlaku vzduchu zevnějšího nade tlakem vnitřním.

2. Užijeme-li za nádržku válce na obou koncích otevřeného, který nahoře ztuhá napnutým měchýřem jest obvázan (obr. 213.), tu se měchýř při rychlém zředování následkem tlaku zevnějšího vzduchu s výbuchem roztrhne. Podobným způsobem lze také skleněnou desku rozmačkat.

3 Položíme-li na sebe dvě duté poloukoule, které dobře obroušené okraje mají, a vyčerpáme-li z nich vzduch, jest pak značné síly třeba, aby od sebe se odtrhly.



Zkoušky s tlakem vzduchu.

Otto von Guericke, měšťanosta v Děvině (Magdeburku), vynálezce vývěvy, dokázal značnou velikost tlaku vzdušného r. 1654 na říšském sněmu v Řezně pomocí podobné duté koule, která měla 2 stopy v průměru. Byloť ke každé z těchto poloukulí 12 koní zapřaženo, aniž by od sebe mohly býti odtrženy. Jakmile však pomocí kohoutku vzduch do nich byl vpuštěn, odpadly samy od sebe. Z té příčiny slovou také dotčené poloukoule Magdeburkými.

4. Vložíme-li do nádržky měchýř, který zavázán jsa, jen málo vzduchu v sobě má, roztahuje se v něm vzduch tou měrou, kterou tlaku vzduchu jej obkličujícího ubývá. Když jsme byli po nějakou dobu vzduch z recipientu vyčerpávali, napne se měchýř ztuba a smrští se opět rychle, jakmile zevnější vzduch do nádržky pustíme.

5. Z vody i z piva vystupují v prostoroře se zředěným vzduchem následkem sníženého tlaku vzduchu bublinky plynové. Pivo tím způsobem zvětrává.

6. Malá zvířata — pták, myš a. p. — hynou v nádržce. Také světlo tu shasíná, je-li vzduch silně zředěn; důkaz, že jest vzduch podmínkou dýchání i hoření.

§. 188. Úžitek vývěvy.

I v průmyslu dochází vývěva užívání. V cukro-
varech a u připravování ledu strojeného podporuje se
vývěvou odpařování, v kněhtiskárnách navlhčování a
v papírnách sušení papíru. Nové stroje na papír jsou
tak zřízeny, že papír na síť, která pod ním leží tlakem
vnějšího vzduchu mírně jest přitlačován, čímž voda z
něho se vypuzuje. V barvárnách urychluje se vývěvou
vnikání barvy do látky a v závodech koželužských
vnikání tříselnice do kůže. Strojené kyselky připravují
se tím způsobem, že se vhájí kyselina uhličitá do vody
přiměřeně připravené, která v nádobách neprodyšně
uzavřených se nalezá. Konečně užívá se jednostranného
tlaku vzduchu u přístrojův cedících a co síly hýbací. V
příčině poslednější stalo se ovšem posud málo, neboť
od stavby *atmosférických železnic* pro jich nákladnost
jest upuštěno, tak že tlaku vzduchu jen při *pneumatické*
poště na listy a balíčky se užívá.

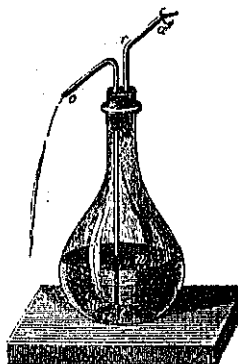
§. 189. Řada jiných podobných užitečných přístrojův.

Mimo vývěvu jsou ještě jiné
přístroje zakládající se na rozpi-
navosti vzduchu. Uvedu z nich
následující:

Láhev vymývací.

* Láhev vymývací, již užívají
chemikové k vymývání látek na
cedítku (cedítka = pijavý papír na
spůsob nálevky složený), záleží, jak
obr. 215. ukazuje, z láhve a dvou
rourek skleněných. Rourkou *a* fouká

Obr. 215.



Láhev vymývací.

se do láhve, čímž vzduch v prostoru *aw* se shustí a na povrch vody *w* tlačí nutě ji, aby rourou *o* úzkým proudem vycházela.

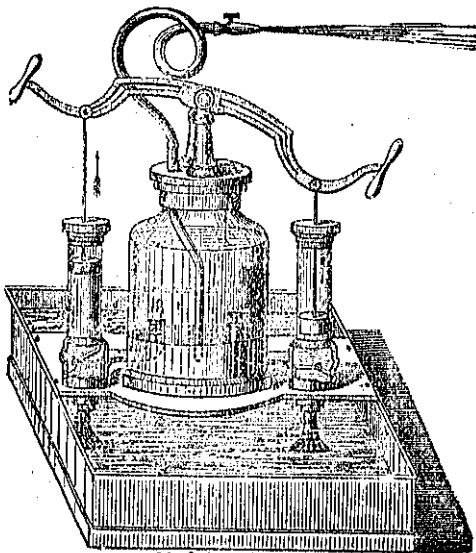
Zcela podobný jest účinek *Heronova míče* (obr. 216.) V něm však nachází se pouze jedna roura, která do vody sahá. Poukáme-li rourou do vody, zhušťuje se nad vodou vzduch. Jakmile přestaneme fonkati, stříká voda následkem rozpínavosti vzduchu uvnitř obsaženého do výšky.

Podobný základ má také výjev, když strojené kyselky otevřením kohoutku mocně z láhvi do předložené sklenice proudí.

Stříkačka.

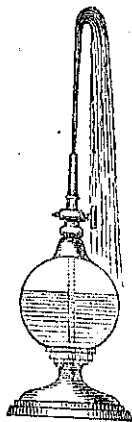
Účinek stříkačky, že totiž vodu buď v sousvislém proudu do výše metá, aneb pomocí trubiny kamkolivěk ji vhání, má svůj základ jenom v rozpínavosti vzduchu, který v prostřední nádobě stříkačky se nalézaje, na vodu zde obsaženou značný tlak uskutečňuje.

Obr. 217.



Model stříkačky.

Obr. 216.



Heronův míč.

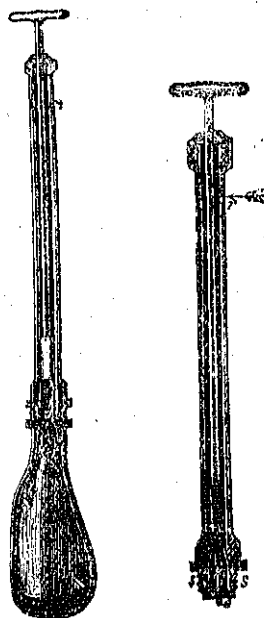
Střikačka záleží totiž, jak ze vzorku na obr. 217. vykresleného zřejmo, ze dvou pump na tlak, které střídavě vhánějí vodu z *truhlíku* do *kotle větrného*. Kotel ten jest bání z litiny, mosazi, neb mědi přiměřeně veliká a nenaplňuje se celá vodou, nýbrž obsahuje v hoření části své vždycky vzduch. Do kotle vchází klenbou až téměř ke dnu roura — *roura stoupací* — k níž přišroubována jest *roura stříkací*, kterou voda, hnána jsouc tlakem zhuštěného vzduchu, do znamenité výšky v paprsku nepřetržitě se metá. Na rouru stříkací lze také přišroubovati *trubinu* (šlauch), kterouž vodu kamkolivěk přivoditi můžeme.

Táhla pístů zavěšena jsou na váhadle, takže jde-li jeden píst nahoru, druhý jde současně dolů.

Rozeznáváme střikačky *vozní*, střikačky *přenositelné a parní*. Obr. 218. Obr. 219.

O větrovce a střelné zbrani vůbec.

* Větrovky náleží rovněž do této řady přístrojův. Zhuštěný vzduch, který v hlavišti se nalézá a jež pomocí zvláštního přístroje vypustiti lze, působí na kulku neb klínek. Nabíjení děje se pomocí jednoduché železné roury a pístu plného t. j. neprovrtného a bez záklopy (obr. 218.). K tomu konci přišroubojeme rouru k hlavišti, jak to obr. 219. ukazuje, a píst vytáhne se tak vysoko, aby vzduch otvorem v do roury vejiti mohl. Stlačíme-li



Větrovka.

po té píst dolů, vchází vzduch záklopkou *o* do hlaviště. Záklopka tato otvírá se do vnitř, v hlavišti jsouc umístěna, tak že tam vzduch i tenkrát uzavřen zůstává, když rouru odšroubujeme a hlaveň místo ní nasadíme. Zámek jest se záklopkou tak spojen, že po každé, kdykoliv kohoutek zapadne, záklopka na okamžik nazpět vtlačena bývá, čímž část vzduchu vyproudí a náboj vyhodí. Lzeť pak jedním nabitím více ran dáti; ovšem že jest každá následující rána slabší než předcházející.

Jakému nebezpečství bychom vydáni byli, kdybychom větrovku silně nabitou přinesli do světnice vytopené? — Proč? — Větrovka by následkem zvýšené rozpínavosti vzduchu se roztrhla.

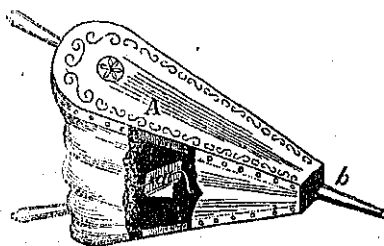
V ručnicích způsobuje vyhození náboje rozpínavost plynův (kyseliny uhličitě a dusíku), které spálením prachu povstavše, násilně se roztahují.

O *Heronově zřídle* čili *zdroji* a *Kartesianském* potápečí zmíní se jenom mimochodem. Ku konci přítomné nauky o rovnováze i pohybu kapalin a vzdušin promluví jen ještě o základech dmychadel.

Měchy a dmychadla.

Nestačí-li obyčejný tah vzduchu, aby oheň živě rozdmýchal, foukáme do něho vzduch buď ústy buď měchy. Měch jednoduchý (obr. 220.) záleží ze dvou

Obr. 220.

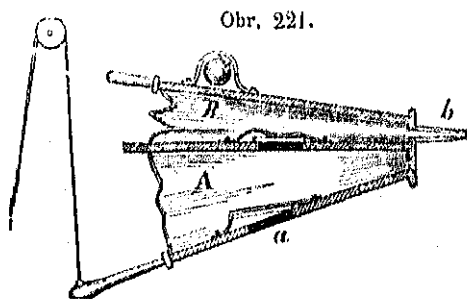


Měch jednoduchý.

rá řasnatou koží neprodyšně jsou spojena. Na ně se súzují, sbíhajíce se v trubici (dýchsu) vrkno má otvor s klapkou *a* do vnitř se otví-
zevřeme-li měch, otevře se klapka a vzduch
vnitřního prostoru; smáčkneme-li jej, zavře se
vzduch vychází trubicí ven.

Dvojitý zobrazuje níže položený výkres (obr. 221.).
li se dolní stěna dolů, což stává se vlastní
i podporovanou někdy zavěšenými závažími,
žší vzduch záklopkou *a* do prostoru *A*.
se na to táž stěna, zavře se záklopka *a* a
íhá do prostoru *B*. Prostor *B* slouží jakožto
regulator). Z něho vychází vzduch tlačěn jsa
skou, která obyčejně závažími jest obtížena,
nepřetržitým.

dosazeno bylo potřebného průtahu v pecelch
a roztápěcích, užívá se téměř výhradně buď
válcových, buď *měchův odstředivých*, čili tak
ventilátorův.



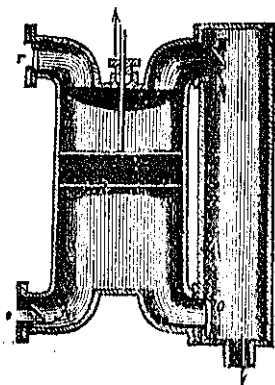
Měch dvojitý.

obr. 222. vyznačen jest měch válcový čili
ý *dvojitý*. Dvojitý slovo proto, že píst i
lí jde i když nahoru se pohybuje, stlačený
(vítr) z válce vyháni. Vnější vzduch vniká

totiž při pohybu dolů i při pohybu nahoru střídavě záklopkami *r* a *o* do válce a vhání se, když se byla záklopka *R* současně se záklopkou *o* a záklopka *O* současně s *r* otevřela, do roury.

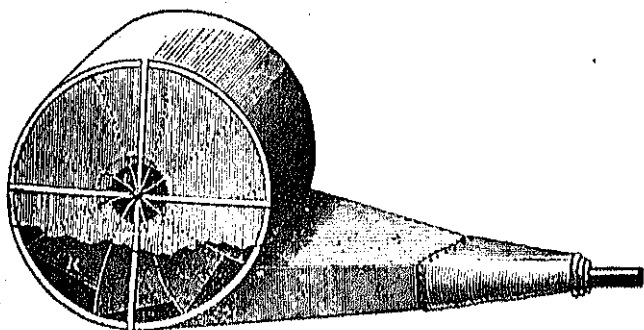
Ventilator (obr. 223.) slouží k tomu, aby výheň kovářskou zásoboval vzduchem značné rozpínavosti. Křídla *R* otáčejí se velmi rychle konajíce 800 i více oběhův za minutu. Vzduch vebází otvorem *o* do ventilatoru; zde vhání se odstředivostí, která rychlým oběhem křídel částicím jeho se sděluje, k obvodu válce

Obr. 222.



Měch válečný.

Obr. 223.



Ventilator.

a ubíhá velmi rychle rourou, která k válci jest přidělena. Tím nastane u osy značné zředění vzduchu a nový vzduch vniká do ventilatoru. Ventilatorův užívá se také při strojích k čištění obilí a v hornictví. V dolech, obzvláště v dolech kamenouhelných a j., káže potřeba, aby postaráno bylo o silné uvětrání (průvan), jímž by škodliví,

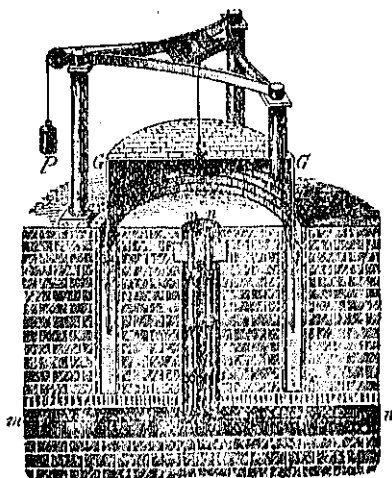
k dýchání nespůsobili plynové, kteří neustále se vyvíjejí, odstraňování a čerstvým vzduchem z venku opět byli nahrazováni.

O rovnovateli žili regulatoru.

Regulatory jsou buď veliké nádržky aneb nádoby menší na způsob plynometrů (v plynárnách) zřízené, z nichž stlačený vzduch k dýcháním proudí.

Regulatory menší záložejí ze dvou nádob (zvonův), z nichž jedna do druhé překlopou a poslednější vodou naplněna est. Váha nádoby hoření (poklopu) tlačí na vzduch neb plyn, který se sem vede. Vedle položený obrázek 224. představuje plynometr (gasometr). Plyn přivádí se rourou *m, m*, *m* a odvádí rourou *n, n, n*. *P* jest závaží, kterým tlak poklopu zmenšiti lze.

Obr. 224.



Plynometr.

Částka čtvrtá.

* Nauka o zvuku čili akustika.

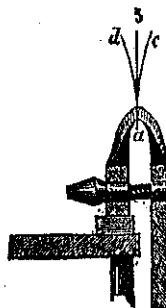
§. 190. O vznikaní a rozvádění vln zvukových

V tomto oddílu hodlám seznámiti vás se řa výjevů, které zakládají se na pružnosti pevných vzdušných těl. K tomu účelu obraťte přede vším pozornost svou k pokusu následujícímu.

Upevníme-li pružné kovové péro jedním koncem ve svěráku a vyšineme-li je z rovnováhy čili klidu (obr. 225.) tím, že je na stranu ohneme: tož byvši puštěno, bude pohybovati se toto na způsob kyvadla (viz §. 102.) sem a tam — bude se *chvíti*.

Hýbací síla při chvění není tíže jako při kývání kyvadla, nýbrž *pružnost*, která částice péra z rovnováhy vyrušené do původní hledí přivesti polohy. Přiš péro do této polohy, nemůže se zastaviti, ale *setrvác* dále puzeno vychyluje se na druhou stranu a sice daleko, jak daleko jsme je byli z původní polohy v

Obr. 225.



Péro ve svěráku

nulí. Chvění péra podléhá tomutéž zákonu jako pohybování kyvadla.

Péro procházejíc polohou *ab* sem a tam, pohybuje se největší rychlostí a sice, když se poloze té blíží, pohybuje se zrychlovaně; vzdaluje-li se odtud, pohybuje se zpzdlovaně.

Je-li vzduch chvějícím se tělem (jako na př. pružným pérem) v některém bodu náhle z místa vytlačen, tož tlačí ustupující částice ve všech směrech na částice sousední. Ješto pak tyto dost rychle ustoupiti nemohou, povstává kolem do kola zhustění vzduchu. Jakmile zhustění dosáhlo stupně nejvyššího, puzeny jsou stlačené částice vzduchové opět od sebe a sice jednak proto, že byla rovnováha porušena, jednak také následkem své pružnosti. Částice na strany vnější puzené rozšiřují zhustění dále, částice nazpět ustupující naproti tomu překročivše v pohybu svém rovnováhu, t. j. stupeň původní své hustoty, hromadí se ve středobodu, tvoříce zde nové zhustění. Proto povstává tam, kde byl dříve vzduch zhustěn, hned na to zředění jeho. Po té následuje opětne zhustění, kdy částice vzduchu se sousedního zhustění se vracující zde se setkávají atd.

Řada takto povstalých zhustění a zředění tvoří soustavu vln, které tím jsou slabší, čím dále vzdalují se od středobodu, jenž byl příčinou, že vznikly.

Kteréž pohybování vln podobá se vlnám povstávajícím, když nějaké pevné tělo do vody hodíme. Rozdíl záleží v tom, že vlny vzduchové ze zhustění a zředění se skládají, kdežto vlny vodní zvýšením a prohloubením hladiny vodní povstávají.

Kámen do vody hozený vytlačuje vodu z místa, kde zapadl. Částice vody ustupující na všechny strany, tlačí na částice sousední, následkem čehož voda se vzdme a utvoří kolo, tak zvaný *vrch vlny*. Když vyzdvižené částice dostoupily výšky největší, pohybují se dolů, klesají pod původní hladinu, čímž povstává prohloubenina, tak

řečený *dol vlny* a tlačíce na částice sousední jsou příčinou, že utvořený již vrch vlny na vnějšek se šíří atd.

Mýlil by se však, kdo by za to měl, že voda od středu postupuje; zůstáváť na témže místě.

Můžeš se o tom přesvědčiti, hodíš-li list, neb kousek dřeva do vody, když jsi byl dříve na povrchu jejím vlny spůsobil. Věci ty zůstanou na témž místě, toliko nahoru dolů se pohybuje.

Ještě jiný rozdíl jest mezi vlnami vzduchovými a vlnami vodními. Vlny vzduchové nejsou totiž kruhovitě jako vlny vodní, nýbrž mají podobu kulí.

§. 191. O tónu a jiných zvucích.

Vlna, která ve vzduchu vypsáním právě spůsobem se rozširuje, jmenuje se *vlnou zvukovou*. Přichází-li vlna zvuková do našeho ucha a je-li dosti silna, otřásá bubínkem. Nárazy na bubínek sdělují se mozku a tím i duši naší. Duše však nevnímá nárazy v původní jich podobě co *nárazy*, nýbrž tyto, bylo-li chvění pravidelné a trvalo-li po delší dobu, přicházejí co *pocity* zvuku k vědomí našemu. Bylo-li však chvění ono nepravidelné, pojali bychom je co *hřmot* a bylo-li konečně velmi prudké a trvalo-li jen na krátce, co *třesk* (bouchnutí).

Ostatně jest jazyk náš velmi bohat výrazy, kterými rozličné dojmy sluchové poznačujeme. Zvony znějí, stromy šumí, dvěře vrzají, bič praská, potok hrčí, ručnice bouhá atd.

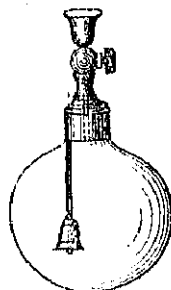
Vše pak, co náš sluchový ústroj vnímá, poznačujeme slovem **zvuk**. Z předcházejícího výkladu nabyli jste přesvědčení, že beze chvění a beze vzduchu není zvuku; bez ústroje sluchového nelze si žádného pocitu zvukového mysliti.

§. 192. Beze vzduchu není zvuku.

Že skutečně k rozvádění zvuku jest vzduchu třeba, o tom přesvědčujeme se zkouškou, která obrazem 226. jest znázorněna. V skleněném balonu dosti velikém zavěšen jest zvonek. Když se byl vzduch z balonu vyčerpá, tu není více slyšeti zvuku, ač viděti jest, kterak srdce na zvonek bije.

Na vysokých horách, kde vzduch jest řidší, slyšeti jest hlas lidský aneb výstřel z pistole jen slabě.

Obr. 226.



Důkaz, že beze vzduchu není zvuku.

§. 193. Podmínkou zvuku jest chvění těl.

Každé pružné tělo lze přivesti do chvění, každé jest tudíž schopno, aby zvuk vydávalo. Jsouce poněkud pozorní, znamenáme brzy, že těla zvučící skutečně se chvějí. Struna na hudebním nástroji, laděcí vidlička, zvon atd. vydávající tón, vesměs se chvějí; neboť přiblížíme-li se prstem k nim, ucítíme, kterak do něho vrážejí.

Čím pružnější jest tělo nějaké, tím líbezněji zní; tak zní měď a železo jasně, olovo však temně. Zvonovina (slitina z mědi a cínu) jsouc velmi pružná, vydává zvuk příjemný.

§. 194. O uzlech a uzlovkách.

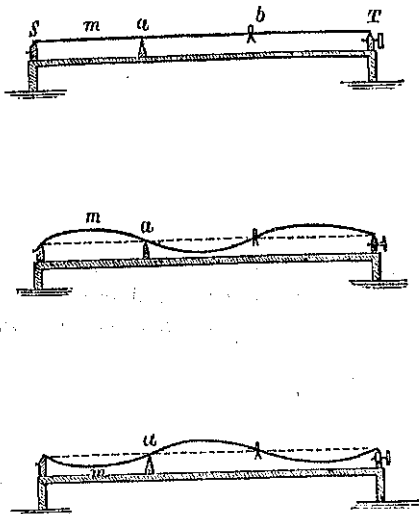
Všecky části zvučícího těla se chvění nezúčastňují; některé zůstávají, když tělo zní, v klidu.

Zavěsme po cold délce napnuté struny ST (obr. 221.) papírky na způsob jezdcův, držmo v některé části délky její na př. vo třetí,

tedy v a , prst a táhněme smyčcem po ní v bodu m . Přesvědčíme se, že chvějí se veškeré body vyjma bod S a T a pak body a i b .

Další dva obrázky ukazují, kterak chvějí se části ostatní.

Obr. 227.



Uzly na strunách.

Na chvějící se struně lze znamenati body jednotlivé, které zůstávají v klidu. Jmenujeme je *uzly*.

Upevníme-li neb držíme-li jemným suchým pískem posypanou desku skleněnou, kovovou neb dřevěnou podoby pravidelné (nejlépe uprostřed) a přivádíme ji smyčcem do chvění, tož seřadí se písek v pravidelné obrazce.

Chvějící se deska, která jasný tón vydává, rozděluje se na části chvějící. Čáry, které v klidu zůstávají chvějící části od sebe oddělují, slovou *čáry uzlové* neb *uzlovky*. Rozličné pak obrazce, které takto povstávají, slovou *obrazci zvukovými* neb po nálezcí svém obrazci *Chladného*.

Pukne-li zvon na některém místě, pozbyvá zvuku svého; nachází-li se však puklina v některé z jeho uzlovek, nevaří to nijak zvonu.

Take vzduch uzavřený v píšťalách uváděn bývá foukáním ve chvění s uzly pravidelně rozdělenými. Částice vzduchu tu se zhušťujíc, tu se zředujíc chvějí se sem a tam vždy mezi dvěma uzly směrem délky píšťaly neb trouby.

Tvoří takto výchvěje *podélné*, kdežto struny, jak z obr. 228. patrně, kolmo na délku vybihajíce, výchvěje mají *příčné*.

Že skutečně vzduch vydává tón a nikoliv trubice, vidíme z toho, že můžeme nástroj do ruky vzít, aniž bychom dost málo tón pokazili. Také nezávisí výška tónu na látce, ze které nástroj byl zhotoven. Píšťaly u varhan mají též tón, ať zhotoveny jsou z obru, ze dřeva aneb z nějaké slitiny kovové. Jediný vliv látky záleží v tom, že píšťala spolu znějíc tónu zvláštního dodává rázu.

§. 195. O nástrojích hudebních.

Zvučící těla, která tón vydávají, slovou *hudební nástroje*.

Rozeznáváme hudební nástroje, při nichž *pevná* těla se chvějí, a jiné, v nichž vzduch do chvění bývá přiváděn. K prvnějším náleží *nástroje strunové*, jako housle, harfy, kytary, fortepiana atd. a pak bubny, kotle, tálle, zvony atd. K poslednějším náleží *nástroje dechové*, jako lesní rohy, pozouny, trompety, flétny, fagoty, klarinety, píšťaly atd.

Jaké to množství tónův lze ze všech těchto nástrojův vyluzovati!

Jaká rozmanitost a při tom přec spořádaná stejnorodost jeví se ve zvucích jednotlivých nástrojův, jaká jednoduchost v tóncích téhož nástroje! Jako hlas jednoho člověka od hlasu jiného svým rázem, svou hloubkou a výškou se rozeznává: právě tak liší se jednotliví hudební nástrojové od sebe. Jenom v orchestru doplňují se na vzájem, tvoříce souladný (harmonický) celek.

§. 196. O stupnici čili škále diatonické.

V hudbě rozeznáváme *osm* tónův, jichž posloupnost ucho uspokojením naplňuje. Jména jejich jsou tato: prima, sekunda, terce, kvarta, kvinta, seksta, septima,

C D E F G A H
oktáva.

c

Těchto osm tónův tvoří tak zvanou *diatonickou stupnici* neb *škálu*. C jest tónem základním, c oktávou jeho.

Mezi C a D vložit lze tón (*Cis* nebo *Des*), který jest vyšší nežli C a nižší nežli D a slove půltón. Podobně vložit lze i mezi jiné tony diatonické stupnice půltony, čímž obdržíme následující pořadí:

C *Cis* D *Dis* E F *Fis* G *Gis* A *Ais*
 Des *Es* *Ges* *As* *Hes* (B) H c

Hlubka neb výška tónu závisí na větší neb menší rychlosti, kterou se tělo chvě (tetečí) čili na počtu rázův, jež tělo za vteřinu dělá. Jeden ráz zahrnuje v sobě vychýlení se chvějícího těla sem a tam.

Čím více rázův znějící tělo (a s ním také vzduch) za vteřinu vykoná, tím vyšší vydá tón a naopak: menší počet rázů má za následek hlubší tón.

Nejhlubší tón, jehož ucho pojmuti může, musí míti nejméně 16 vychvějů (rázův) za vteřinu. Naproti tomu tón nejvyšší nesmí přesahovati 20.000 vychvějů za vteřinu. Tón každé vyšší oktávy vymáhá dvakrát více vychvějů než příslušný tón oktávy nižší.

Nejhlubší tón na varhanách (subkontra) C vymáhá 16·5 vychvěje;

první oktáva jeho kontra	C : 2 × 16·5 =	33 "
druhá " " velké	C : 2 × 33 =	66 vychvějů;
třetí " " malé	c : 2 × 66 =	132 vychvěje;
čtvrtá " " jednou čárkovaná	\bar{c} : 2 × 132 =	264 "
pátá " " dvakrát "	$\bar{\bar{c}}$: 2 × 264 =	528 vychvějů;
šestá " " třikrát "	$\bar{\bar{\bar{c}}}$: 2 × 528 =	1056 "

sedmá oktáva jeho čtyřikrát čárkované $c : 2 \times 1056 = 2112$ výchvějí;
 osmá " " pětikrát " $c : 2 \times 2112 = 4224$ "

Jednou čárkované \bar{u} čili tón laděcí vidlice považuje se vůbec za tón normalný a vymáhá 440 výchvějí za vteřinu. Sestavení jsou zvláštní nástrojové, kterými počet výchvějí, jichž ten který tón vymáhá, stanoviti lze. Nazývají se *syreny*.

§. 197. Na čem závisí rychlost, kterou znějící těla se chvějí.

Počet výchvějí, které znějící tělo v jedné vteřině koná, závisí vůbec na *rozměrech* (délece a tloušťce) a *hustotě* jeho, jakož i na *napnutí*, ve kterém částice chvějícího se těla se nalézají.

Čím *napnutější*, *tenší* a *kratší* jest struna, tím více koná výchvějí za vteřinu a tím vyšší vydává tón, což na každém nástroji strunovém znamenati lze. Na klavíru, na harfě a j. vyvozovány bývají veškeré tóny uhozením na sestavené struny rozličně napnuté, delší a kratší, tlustší a tenší. (Jsou to nástroje s tóny už hotovými.) U jiných nástrojův zase, jako u kytary, houslí, citery a j., rozličné tóny teprv musejí se skracováním neb prodlužováním několika strun, které tu jsou, vyvozovati, což děje se přitiskováním jich ko hmatulku.

U nástrojův dechových skracují i prodlužují se a loupee vzduchové zavíráním neb otevíráním postranných otvorův, čímž vyšší a nižší povstávají tóny. U varhan dávají píšťaly delší — hlubší tóny, než píšťaly kratší. Rovněž píšťaly zavřené vydávají hlubší tóny než otevřené. Silněji-li se do píšťaly fouká, povstane tón vyšší.

§. 198. O píšťalách retných a jazýčkových.

Rozeznáváme *píšťaly retné* a *jazýčkové*. Při prvních chvěje se toliko vzduch sám, který jsa proudem do píšťaly vháněn, ostrou hranou při *o* (obr. 230.) se rozráží a tak do chvění přiváděn bývá. K tomuto druhu píšťal náleží *retné* čili *labiální* píšťaly varhan, flétna

pišťala pastýřská a pišťaly dětské, jež si hoši obyčejně sami zhotovují.

V pišťalách jazýčkových bývá nejprv vzduchem do pišťaly vháněným pružný jazýček přiváděn do chvění, kterýž pohyb svůj sděluje vzduchu v pišťale obsaženému. Sem náleží jazýčkové pišťaly varhan, dále klarinet, hoboje, fagot atd. Ve varhanách vhání se vzduch do jednotlivých pišťal pomocí měchův.

§. 199. O hlasovém ústrojí lidském.

Pišťalám jazýčkovým podobá se v mnohé příčině *hlasové ústrojí lidské*. V podstatě záleží z průdušnice, jejíž hoření konec *chřtánem* jest uzavřen. Tento skládá se z chrupavek, jimž svaly dodávají pohyblivosti, následkem kteréž chřtán rozličné délky a šířky nabyti může. Dále jest chřtán na svém hořícím konci opatřen dvěma svazy, kteréž mezi sebou toliko úzký otvor — tak nazvanou *hlasovou štěrbinu (hlasivku)* — zůstávají. Svazy záleží ze tkaniny velmi pružné a lze je buď napnouti, buď popustiti, čímž možno jest, aby štěrbinu se sžila neb rozšířila. Vzduch puď se z plic průdušnicí a hlasivkou do dutiny ústní. Mají-li pak tóny vyšší neb hlubší býti, záleží na větším neb menším napnutí svazův (tudíž na šířce hlasivky), na způsobu, kterým svazové sami se chvějí a na větší neb menší délce chřtánu. Schopnost však určité hlásky vyslovovati čili článkovitost hlasu lidského podmíněna jest polohou rtův, jazyka, zubův atd.

Uvážíme-li, jak uměle hlasové ústrojí naše jest zřízeno, s jakou snadností je ovládáme, tak že jsme s to pouze mocí vůle své i nejjemnější hnutí citu i nejdů-

Obr. 230.



Píšťala.

vtipnější výroky rozumu svého dávatí na jevo: tož mimo-
děk vedení býváme k obdivování se dílům dobrotivého
Tvůrce i k díkům za jeden z nejušlechtlejších darův
jeho — dar řeči.

§. 200. Kterak zvukové vlny vzduchem a jinými těly se rozvádějí.

Ačkoliv skoro všecka těla jsou s to zvuk rozváděti,
tož těla pružná mají k tomu zvláštní spůsobilost.

*Nejobyčejnější tělo, kterým zvuk k našemu uchu
dochází (ústředí, prostředí) jest vzduch.*

Rozvádění zvuku děje se pomocí zvukových vln,
které v každém ústředí stejným spůsobem se tvoří.
Slyšímeť hlas jiné osoby, zvonek, kterým klekání se
zvoni, hučení řeky, bouchnutí děla, povznášející zvuky
zpěvu sborového a j. jenom tím, že chvění *zvukobudičův*
(t. j. těl, kterými zvuk povstává — se budí) na vzduch
přechází a ihned pomocí vlnivého pohybu jeho na
všecky strany prostoru rovnoměrně se rozšiřuje. Kteréž
rozšiřování děje se v ten spůsob, že místa, kde vzduch
stejně se chvěje, nacházejí se neustále na povrchu koule s
poloměrem rovnoměrně rostoucím, v jejímž středu se
zvukobudič nachází.

Jenom tak můžeme si vysvětliti, že slyšení jest zvuk ze zvuko-
budiče, který následkem polohy své jest neviditelný, jako na př. bou-
chnutí z děla, které za horou se nachází.

Jiná zvláštnost vln zvukových jest, že v prostoru
rozmanitě se křížovati mohou, aniž by jedna druhé
překážela.

Za tou příčinou slyšíme v koncertu nezměněně každý jednotlivý
tón nástrojův hudebních.

Nejenom vzduch, ale i mnohá pevná těla, jako na
př. mnohá dřeva, půda, kovy a j. dobrými jsou *zvuko-
vodiči*. (Zvukovodič = tělo, kterým zvuk se rozvádí).

Přidržíme-li na př. ucho k jednomu konci trámu, uslyšíme, kdy na druhém konci jehlou se škrábe, byť i byl trám dosti dlouhý. Tak slyšeti jest také vzdálené zvonění, dupání koní atd. mnohem lépe, když ucho k zemi přiložíme; v mnohých případech také tenkrát, když stojíce ničeho neznamujeme.

I voda a jiné kapaliny zvuk rozvádějí.

§. 201. Kterou rychlostí zvuk se rozvádí.

Rychlost, kterou zvuk vzduchem bývá rozváděn, jest dosti veliká, ač přece milionkrát menší jest, nežli rychlost světla. Zevrubné zkoušky dokázaly, že zvuk urazí za každou vteřinu 1050 stop (332 metry). V tělech pevných rozšiřuje se zvuk rychleji než ve vzduchu.

Vystřelili-li se z ručnice neb z děla, vidíme, jsme-li od místa, kde rána vyšla, daleko vzdáleni, dříve zablesknutí než uslyšíme bouchnutí, ješto světlo mnohem rychleji se šíří než zvuk. Hřmění slyšíme po zablesknutí tím později, čím vzdálenější je boučka.

Na kterémž základě lze vypočítati, jak daleko jest boučka. Prošla-li by mezi zablesknutím a hřměním doba 5 vteřin, jest boučka $5 \times 1050 = 5250$ stop od nás vzdálena.

§. 202. Na čem síla zvuku závisí.

Každý z vás přisvědčí mi, že tyč ocelová mocněji zní, nežli stejná tyč olověná. Ocel jest *pružnější* než olovo. Čím pružnější tedy zvukobudič, tím silnější zvuk. Koyový zvon mnohem jasněji zní, než rovně těžký kus kovu. Čím pravidelnější a rozsáhlejší jest tudíž *podoba* zvukobudiče, tím silnější zvuk.

Píšťala ve varhanech zní mocněji nežli flétna, a silněji-li přitlačíme smyčcem na strunu, obdržíme silnější

tón. Čím *mocněji* chvěje se zvukobudič, tím *silněji* vydává tón.

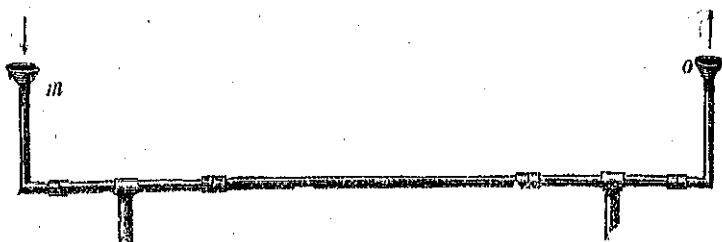
Struna na duté skřínce z pružného dřeva rozhodně zní lépe, nežli byla-li by na nepružném prkně napnutá, ješto v prvnější případnosti nejen vlákna pružného prkónka, ale i vzduch ve skřínce obsažený spolu zní. Postavíme-li na stůl laděcí vidlici, kterou jsme byli nárazem do chvění přivedli, slyšíme silnější tón, než když ji volně ve vzduchu držíme. Jest tedy zvuk tím silnější, čím *více částic* těla samého aneb těla sousedního, které zvuk vydávati s to jest, spolu zní. Za tou příčinou spojujeme slabší zvukobudiče, jako jmenovitě struny hudebních nástrojův s těly, které snadno spolu zní, tak řečenými *deskami resonancními*.

Každý z vás předobře ví, že hlas lidský vzdalováním se osoby, která mluví, vždy více a více slabne, až konečně docela zanikne. Rovněž rány dělové, které na blízku ohlušují nás, ve větší vzdálenosti jenom slabě jest slyšeti. Čím dále jest tedy tělo zvučící od ucha našeho, tím slabší jest zvuk. Zkušenost učí, že zvuku do dálky velmi rychle ubývá. Neslyšíme totiž zvuk ve vzdálenosti *dvakrát* větší *dvakrát*, ale *čtyřikrát* slaběji. Rovněž ve vzdálenosti *trojnásobné* neslyšíme zvuk *tříkráte*, ale hned *devátkrát* slaběji. Podobně jest zvuk ve vzdálenosti *čtyřikrát* větší *šestkrát* slabší atd.

Sily zvuku proto rychle musí ubývati, ješto čím dále vlna zvuková postupuje, od zvukobudiče se vzdaluje, tím více částic vzduchových do vlnivého přivádí pohyb. Původní síla hýbačí, která ze zvučícího těla vyšla, rozptyluje se tudíž na množství částic vzduchových tím značnější, čím více se vlna rozširuje. Následek toho jest, že každá jednotlivá částice vzduchu tím menší silou do chvění bývá přiváděna, čím více od zvukobudiče vzdálena jest. Na vše pak, kterou částice vzduchové se chvějí, závisí síla, jížto na sluchové ústrojí naše narážejí. Pročoz musí síly zvuku do dálky ubývati.

Na základě výkladu právě podaného snadno nyní pochopíme, proč, mluvíme-li do roury válečkové, hlas náš silou neumenšenou dosti daleko postupuje. Trubice zabraňuje totiž, aby zvuk na všechny strany se nerozptyloval. Podobné roury slovou *rourami zvěstnými* (obrá-

Obr. 231.



Zvěstná roura.

zek 231.) a užívá se jich v továrnách, aby se jimi strojmistři s dělníky snáze dorozuměli.

§. 203. O odražení zvuku.

Co jest ozvuk a co ozvěna?

Dopadají-li vlny zvukové kolmo na rovnou stěnu, odrážejí se týmž směrem, kterým byly přišly. Vyslovím-li na př. ve světnici proti stěně slovo nějaké, přijde dvojitou cestou do mého ucha. Slyším je nejprve přímo při vyslovení a pak ještě jednou, když od stěny se odrazí, ucha mého dojde. Záleží tudíž na vzdálenosti stěny, zda-li hlas odražený odděleně od hlasu původního slyšíme, aneb zdali oba v jedno splynou. Za vteřinu může ucho na nejvýš 9 zvukův pojmuti, pročez vymáhá pojmutí jednoho zvuku $\frac{1}{9}$ vteřiny.

Nuže, je-li stěna, od které zvuk se odráží, tak blízko od nás, že hlas odražený ještě před uplynutím $\frac{1}{9}$ vteřiny ucha našeho dostihne, tož splyne hlas přímý s hlasem odraženým, při čemž prvnější poslednějším

toliko poněkud prodlužován a *sesilován* bývá. Je-li však stěna od nás tak daleko, že zvuk odražený teprv tenkrát do našeho ucha dochází, když hlas původní byl již dozněl, totiž po $\frac{1}{6}$ vteřiny, tu uslyšíme *hlas odražený* poněkud sice slaběji, ale přece dosti *zřetelně*. Je-li tedy stěna, na př. zeď neb les, právě 58 stop vzdálená od toho, který mluví, tož dle našeho výkladu uslyší tento hned po doznění hlasu přímého hlas odražený, protože při této vzdálenosti stěny od zvukobudiče zvuk dráhu $2 \times 58 = 116$ stop vykoná, aby opět k němu se vrátil, a ještě ku proběhnutí dráhy této $\frac{1}{6}$ vteřiny jest třeba. Kdyby byla stěna více nežli 58 stop od zvukobudiče vzdálena, tož uplynula by chvílička mezi zvukem přímým a odraženým.

Pouhé prodlužování hlasu původního hlasem odraženým slove *ozvuk* čili *pahtas*; zřetelné opěťování jeho naproti tomu nazývá se *ozvěnou*, ohlasem (echo).

Sesilování zvuku ozvukem žádoucí jest v kostelích a sálech koncertních; ohlas byl by však zde velmi na překážku. Proto opatřují se stěny podobných místností, jsou-li značně veliké, okrasami a římsami všeho druhu. Také ověšují se sukrem, čimž stávají se nerovnými a nepružnými, tak že zvuk jednak na všechny strany rozptylován, jednak dušen bývá.

Ohlas může býti *jednoslabičný*, *dvou-*, *troj-* i *vícetřabíchný*, podle toho, zda-li stěna odráživá od mluvícího 58 aneb 2×58 , 3×58 atd. stop vzdálena jest.

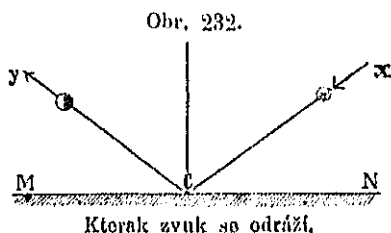
Slovo „slyš“ ozve se již ve vzdálenosti 58'; otázku „kdo jsi?“ opětuje echo zřetelně ve vzdálenosti 116'. Slovo „ozvěna“ ualyšíme celě, jame-li od lesní stěny 174 stopy aneb dále vzdálení.

Známa jsou místa, kde ozvěna 20 i více slůvik, tedy celě věty, zřetelně opakuje.

Ozvěna může býti také *vícenásobná*, může totiž týž hlas vícekrát opěťovati. Kterýž způsob ozvěny povstává takláz, když zvuk od několika stěn rozličné a přiměřeně vzdálených se odráží. U Adersbachu (po česku „Zámurský“) blízko Trutnova v Čechách jest ozvěna sedmerá, u Milána v zámku Simonetta jest padesátorá.

§. 204. O zákonu, dle kterého zvuk se odráží.

Dopadá-li zvuk na rovnou stěnu směrem šikmým, odráží se v témž úhlu, v kterém byl dopadl na stranu protiležící právě tak, jako pružná koule, která šikmo na stěnu byla vržena. (§. 82.). I zde rovná se úhel dopadu úhlu odrazu (obr. 232.) totiž $\angle Cx = \angle Cy$.



Ješto pak hledáme zvukobudiče tam, odkud zvuk slyšíme, snadno vysvětlíme si, proč v mnohých případech zvláště v městech, kde zvuk od zdí domův se odráží, zvonění z míst zcela jiných přichází se zdí, nežli odkud skutečně přichází.

Hlásná trouba.

Na odrážení zvuku zakládá se také *hlásná trouba*. Největší vzdálenost, do které hlas lidský slyšeti jest, obnáší něco přes 100 sáhův. Chceme-li, aby hlas náš i dále byl slyšán, užíváme *hlásné trouby* (obr. 233.).

Hlásná trouba jest roura kuželovitá, do které se mluví, při čemž její menší otvor k ústům přidržujeme. Stěnami trouby udr-



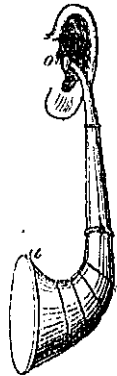
Hlásná trouba.

žují se vlny zvukové pohromadě. Také paprsky zvukové, které šikmo z úst vycházejí, několikráte od stěn trouby se odrazivše, stávají se dosti rovnoběžnými. Zvuk se tudíž zesiluje. Kterýmž způsobem lze hlas mužský až na 3000 sáhův dálky slyšeti.

Obr. 234.

Naslouchátko.

Naslouchátko čili sluchadlo (obr. 234.) naproti tomu jest krátká nálevkovitě zakřivená trubice, která dle způsobu boltecův lidí a zvířat jsou zřizena, má jako ony za účel, aby mnoho paprskův zvukových zachycovala, spojovala a do vnitřního ucha sváděla.

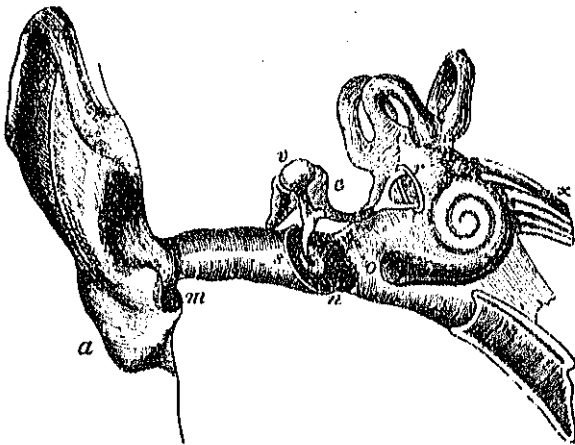


§. 205. O ústroji sluchovém.

Ku konci tohoto oddělení chci vám všeobecnými rysy popsat ještě zřízení neobyčejně útlé sluchadlo, vytvořeného a podivuhodně složeného ústroje sluchového.

Ústroj sluchový záleží ze tří hlavních částí; totiž: z ucha vnějšího čili bolce (uška) (obr. 235. a), z zvukovodu *na* a ucha vnitřního. Zvukovod uzavřen jest *b'ano*

Obr. 235.



Ucho.

bubínkovou s, za ní v tak zvané *dutině bubínkové* nacházejí se čtyry *kůstky sluchové*, které na způsob pák k

sobě jsouce zakloubeny, dle podoby své jména mají; totiž: *kladívko, kovadlinka, kůstka čočkovitá a třmínek*. — Na našem obrázku vypočteny jsou třikrát větší nežli ve skutečnosti. — Dutina bubinková spojena jest s nejnitiřnější částí ucha, s *bludištěm*, dvěma otvory blánkou opatřenými. Jsou to tak zvaná *okénka*, z nichž jedno r okénkem *oblým* a druhé o *kulatým* slove. K *bludišti* (labyrintu) náleži *předstň, tři obloukovité chodby* a *zdvíl*.

Nyní snadno pochopíme, kterakým způsobem vlny zvukové holcem zachycené do vnitř ucha se berou. Dostávají se zvukovodem ku bláně bubinkové, kteráž chvěje se přenáší chvění toto na kůstky sluchové a tyto opět sděluji je okénkem oblým vodě v bludišti. Vlněním pak této vody dráždí se konečky *nervu sluchového* a zde rozloženého, kterýž každé podráždění mozku zvěstuje, čímž se v nás pocit sluchový budí.

Částka pátá.

Nauka o světle čili optika.

A. Všeobecná ponětí o světle.

§. 206. O přirozenosti světla.

Světlem nazýváme vše, co umožňuje nám, že předměty pomocí ústroje zrakového vidíme.

Dle domněni učencův povstává světlo týmž způsobem jako zvuk, totiž vlnivým pohybem étheru, látky nad míru jemné, dokona pružné, která v celém vesmíru jsou rozšířena, všeliká těla proniká.

Tělo svítící nevysílá tudíž ze sebo, jak se dříve za to mělo, nějakou snad látku svítivou na vše strany, nýbrž chvěje se podobně jako zvon začíjející, způsobuje, že éther do vlnivého přichází pohybu. Kterýž pohyb šíří se v prostoru vůkol svítícího těla na všechny strany jako zvuk (§. 190.)

Jediný rozdíl mezi šířením se zvuku a světla záleží v tom, že částky étheru nechvějí se (nekmítají) jako při zvuku směrem, kterým světlo postupuje, tedy podélně, nýbrž *příčně*, t. j. kmity vykonávají se v dráždách na směr postupování světla čili směr paprsku kolmých.

Oko naše jest chvěním étheru podružděno způsobem podobným jako sluch chvěním vzduchu a tak vzbuzuje se v nás dojem světla.

§. 207. Kterak chovají se těla k světlu.

Mnohá těla jako slunce, stálice, těla hořící a světélkující, mají své vlastní světlo. Nazýváme je *svítícími*.

Jiná, jako země naše, měsíce a největší část předmětův na zemi, postrádajíce světla vlastního, jsou *tmavá*.

Těla svítící jsou schopna éther světlový uváděti do chvění. Těla tmavá jsou s to pouze kmity étherové, které až k povrchu jejich dospěly, buď pravidelně, tedy jen v jednom směru odrážeti, aneb na všechny strany je rozptylovati. Tím stávají se viditelnými.

Těla tmavá jsou buď *neprůhledná*, t. j. nepropouštějí světla; jako kovy, dřevo atd., buď *průsvitavá*, když totiž skrze ně předměty jen nezřetelně vidíme; jako na př. mdlé sklo, jemný porcelán, tenký papír namastěný atd., buď konečně jsou *průhledná*, když skrze ně jiná těla zřetelně vidíme, jako jest náš vzduch, voda, sklo atd.

Tam, kde světla úplný jest nedostatek, jest *tma, noc*.

Sluší však připomenouti, že neznáme ani těl dokonale průhledných, ani těl úplně neprůhledných. Vzduch, voda, sklo jsou ve vrstvách tlustších méně průhledny až neprůhledny. Zlato byvši tence roztepáno, stává se skoro průsvitavým.

§. 208. O přímočárném šíření se světla.

Paprsek světla, totiž směr, kterým světlo postupuje, jest tak dlouho přímočárný, pokud v témž ústředí se rozšiřuje.

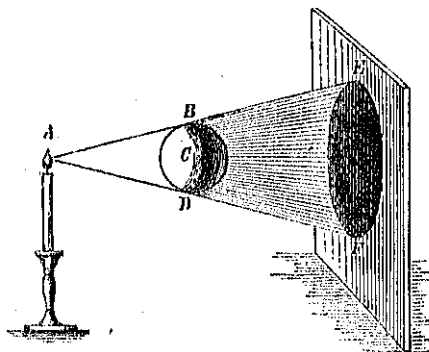
Na přímočárném postupování světla zakládá se přede vším vznikání stínu.

O stínu.

Každé neprůhledné tělo dává od sebe *stín*. Podobu stínu obdržíme, táhneme-li ze zdroje světla přímé čáry

k okrajům čili obrysům těla osvětleného. Je-li zřídlo světla velmi malé, jest stín ostře omezený. Obr. 236. znázorňuje, kterak koule C , jsouc plamenem svíčky A

Obr. 236.

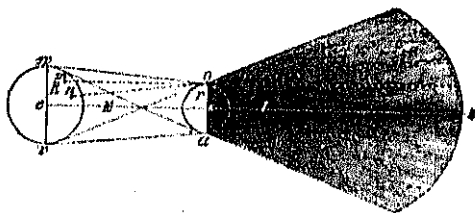


Stín vržený.

osvětlena, vrhá za sebou stinný kužel. Stín na ploše EF zachycený, nazývá se *stínem vrženým*.

Má-li však svítitel tělo větší rozsáhlost, tu objevují se za tělem, které stín od sebe dává, body, kam ni žádný paprsek a opět jiné, jež, aniž by úplně byly osvětleny, přece větší neb menší počet paprskův ze zřídla vycházejících stíhá. Část úplně tmavá slove *stín úplný*, pásmo neúplně osvětlené pak nazývá se *stínem neúplným* čili *polostínem*. Obr. 237. vypočobňuje případ-

Obr. 237.



Stín úplný a polostín.

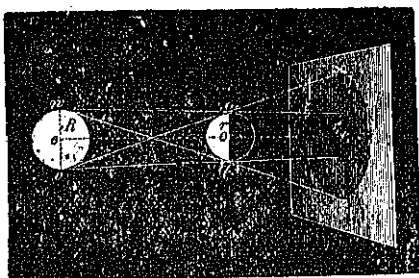
nost, kde vedle stínu úplného o a s patrný polostín se tvoří.

Má-li, jakož na obr. 237. vypočteno jest, tělo svítící větší průřez nežli tělo osvětlené, tož stín do zadu kuželovitě se sbíhá. Za vrchol tohoto kužele stín úplný již nevychází.

Vrhá-li luna (měsíc) stín svůj na zemi, působuje *zatmění slunce* a pohrouží-li se sama do stínu země, povstává *zatmění luny*.

Obr. 238. ukazuje stín vržený na stěně T způsobený kuli osvětlenou, kteráž menší jest nežli koule světla.

Obr. 238.



Stín úplný a polostín.

U hodin slunečních padá stín ražje, která rovnoběžně s osou světovou na stěnu neb plochu jest upevněna, na ciferník dle jistých pravidel sestrojený a udává čas pravý, čas sluneční, který od středního času, jež naše hodiny oznamují, vyjímaje čtyry dny v roce, vždycky o několik minut se rozchází.

§. 209. O rychlosti světla.

Světlo rozšiřuje se nejen přímočárně, ale i rovnoměrně a ohromnou rychlostí. Zevrubné a mnohonásobné zkoušky ukázaly, že světlo za vteřinu 42.000 mil (313,274.304 metry) urazí, z čehož následuje, že *pohybuje se světlo rychlostí milionkrát větší nežli zvuk.* (Srovnej §. 202.)

§. 210. O mocnosti světla čili jasnosti a jak se měří.

Čím jest předmět od zřídla světla více vzdálen, tím slaběji jest osvětlen a tím méně zřetelně jej vidíme. Myslme-li si tudíž svítící bod jakožto střed koule, která má určitý poloměr, budou všechny body povrchu jejího rovně silně osvětleny, neboť není příčiny, pro kterou by jeden bod více světla měl obdržovati, nežli jiný rovně vzdálený.

Na povrchu koule jiné, která má poloměr dvakrát, třikrát, čtyřikrát atd. větší a jejíž povrch, jak měřictví nás učí, jest čtyřikrát, devětkrát, šestnáctkrát atd. tak veliký jako povrch koule prvnější, musejí býti jednotlivé body také čtyřikrát, devětkrát, šestnáctkrát slaběji osvětlené, protože osvětlení zcela přirozeně tou měrou ubývá, kterou plocha, na níž rovné množství světla padá, větší se stává. Ješto pak každý bod osvětlený považovati lze za část povrchu takovéto koule, jejíž poloměr rovná se odlehlosti bodu od zřídla světla, tož lze zákon právě nalezený všeobecně takto vyjádřiti:

Jasnost čili mocnost světla jest ve vzdálenosti 2, 3, 4. . . krátě větší 4, 9, 16 . . . krátě menší.

Světloměr Bunsenův.

Nástroj ten (obr. 238.) slouží ku porovnávání jasnosti dvou zřídél světla. Záleží z dlouhé na palec a

Obr. 239.



Světloměr Bunsenův.

čárky rozdělené strážky, v níž se šoupátko posouvati dá. Na šoupátku nachází se v rámečku papírová přepona, která má uprostřed okrouhlou skvrnu roztopeným stearinem způsobenou. Kteráž skvrna musí objeviti se jasná na temnější půdě, je-li na straně od pozorovatele odvrácené více osvětlena, naproti tomu ukazuje se temně na jasnější půdě, je-li z předu osvětlena silněji. Postavíš-li rámeček mezi dvě zřídla tak, aby jak z předu tak ze zadu rovně byl osvětlen, nelze skvrny na papíru znamenati, protože od ostatní plochy světlosti se nerozeznává. Nachází-li se rámeček (při této poloze výhradně rozhodující) právě u prostřed obou plamenův, tož mají oba rovnou svítivost. Nebyl-li by při tom uprostřed, musí býti *plamenu slabšího blíže*. Na našem obrázku byl by to plamen kahanu líhového. Změříš-li odlehlost rámečku od obou plamenův, když jsi jej byl do patřičné přivedl polohy, vypočteš poměr jich svítivosti způsobem, který z následujícího příkladu na jevo vychází.

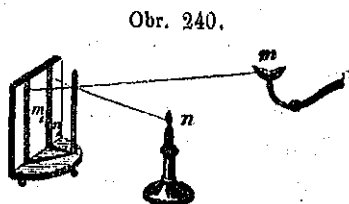
Skvrna na Bunsenově světloměru zmizela by, když nachází se na jedné straně rámečku svíčka stearová ve vzdálenosti 1·8 stopy a na druhé straně lampa petrolejová ve vzdálenosti 7 stop. V jakém poměru má se svítivost svíčky stearové ku svítivosti lampy petrolejové?

Lampa způsobuje ve vzdálenosti ($7 : 1·8 = 3\frac{7}{9}$) téměř čtyřikráte větší totož osvětlení stínidla (rámečku). Svítivost její musí tedy býti skoro $4 \times 4 = 16$ větší nežli svítivost svíčky.

Dělíš-li tedy větší vzdálenost vzdáleností menší a násobíš-li podíl sám sebou, obdržíš číslo, které ukazuje, kolikrát svítivost jedné látky větší jest než svítivost látky druhé.

Jednodušší, ač ne tak zovrubný, jest světloměr na obr. 240. vypočtený. Před bílou stěnu postaví se totiž válec, a obě světla, jež porovnávati chceme, umístí se tak, aby stínové na stěně stejně se objevili temnými.

Ješto pak v této poloze obě světla stěnu rovně silně osvětlují, najdeme poměr jich svítivosti týmž způsobem jako dříve. Dělime totiž odlehlost větší odlehlosti menší a podíl násobíme sebou samým.



Obr. 240.
Světломěr Rumfordův.

Profesor K. V. Zenger v Praze sestrojil nový světломěr čili fotometr (diferencialný).

Uyážíme-li, jak mnoho se ročně za světlo vydá, nabudeme přesvědčení, že jest věci důležitou, abychom byli s to vyšetřiti, zda osvětlení plynem, neb petrolejem, neb svíčkami jest vydatnější a lacnější.

B. O odrazu světla.

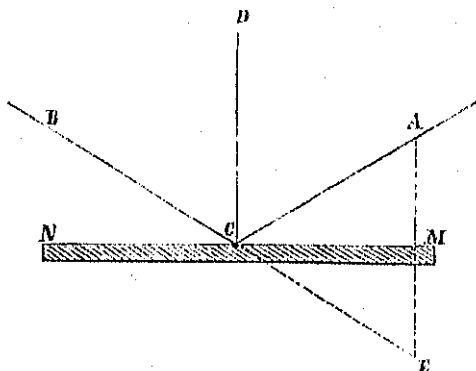
§. 211. Zákon odrazu.

Dopadají-li paprskové světla na těla s hladkým povrchem, jako jsou na př. zrcadla ze skla, kovu atd., odrážejí se od nich tak jako vlny zvukové.

Jest totiž úhel, který tvoří s plochou zrcadelnou paprsek dopadlý, roven úhlu, jež paprsek odražený s ní zavírá.

Naznačuje-li v obr. 241. AC směr paprsku dopadajícího a CB směr paprsku odraženého, dlužno vyrýsovati

Obr. 241.



Kterak paprsek světla se odráží.

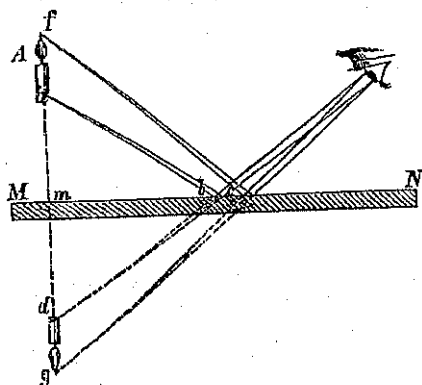
úhel BCN tak, aby úplně se vyrovnával úhlu ACM , což takto se vykoná: Spust s kteréhokoliv bodu paprsku dopadajícího AC , na př. s A , kolmici na rovinu zrcadla MN a učiň $AM = ME$. Spojíš-li nyní bod E s bodem C , prodlouže při tom EC , obdržíš přímku CB , která se zrcadlem též svírá úhel, jako přímka AC . CB naznačuje tudíž směr, kterým paprsek od zrcadla se odrazivší ubíratí se musí.

Kolmá CD vytyčená na zrcadle v tom bodu, kam paprsek dopadl, zove se *kolmicí dopadu*. Úhel ACD nazývá se *úhel dopadu* a úhel DCB pak slove *úhlem odrazu*.

§. 212. Poloha obrazu v zrcadle.

Předmět, na př. hořící svíčka A , který nad vyleštěnou plochou stolu MN se nachází, vysílá, jak známo, z každého bodu svého paprsky na všechny strany. Všimněme si jen oněch paprsků, které odraženy byvše do našeho oka se dostanou. Shledáme, že na př. paprskové ab a ac (obr. 242.) (vlastně kuželovitý proud paprsků bac), které bod a vysílá, po svém odrazení do našeho oka tak vzniknou, jakoby z bodu d přicházeli. Oko pak, které

Obr. 242.



Poloha obrazu v zrcadle.

řeč tam klade, odkud paprsky její přímo přicházejí se
dají, spatří obraz bodu a v d . Z téže příčiny uvidíme
nejvyšší bod plamene f v bodu g . Při tom bude, jak z
ředošlé odstavky následuje, $ma = md$, $mf = mg$ a
proto také $af = dg$.

Z toho vysvitá, že obraz zrcadelný úplně se rovná
předmětu, avšak polohu md převrácenou, tak že pravá
strana předmětu levou se stává a naopak. Zároveň na-
hází se obraz tak daleko pod plochou zrcadla, jako jest
předmět nad touto.

Z té příčiny zobrazují se stromy v hladině vodní
řevráceně.

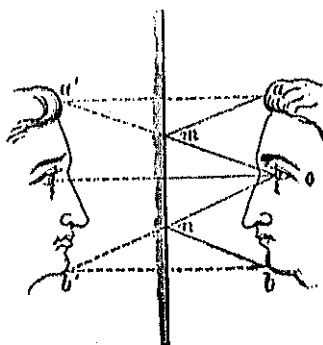
Rozeznáváme zrcadla rovná a křivá.

O zrcadlech rovných.

§. 213.

Paprsek am (obr. 243.) odraží se od zrcadla do
oka o . Oko vidí pak obraz bodu a v a' , tedy tak daleko
a zrcadlem jako jest bod
před zrcadlem (viz §. 211
, 212.). Totéž stává se s
paprskem bn , z čehož ná-
lehuje, že bod b vidíme
 b' . Ješto však to samé
platí i o každém jiném
od předmětu ab , proto
ze tvrditi, že zrcadla
rovná dávají obraz před-
mětu, který před nimi se
alezd, tak veliký i tak
daleko za zrcadlem jak veliký a jak daleko nachází se
předmět před zrcadlem.

Obr. 243.



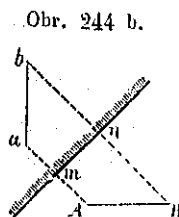
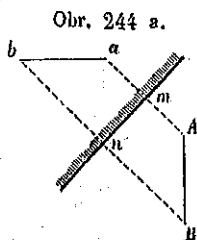
Zrcadlo rovné.

Vidímeť tedy obraz svůj v zrcadle jen proto, že paprsky z těla našeho vycházející na zrcadlo dopadají a od zadní strany jeho rtuťovým amalgamem pokryté se odrážejí. Zároveň znamená, že, jak již výše řečeno, strana pravá levou se stává a naopak. Měl-li by tedy někdo na pravé straně obličeje skvrnu, objeví se tato na straně levé.

Výkresy a písmo objevují se v zrcadle obrácené. Proto užívá se zhušta zrcadel v kamenopisu a jinde, kde vše převráceně vyryto býti musí. Z obr. 243. také konečně jest zřejmo, že část zrcadla mn úplně dostačí, abychom obraz celého obličeje spatřili. Ješto $mn = \frac{1}{2} ab$, následuje z toho, že lze v zrcadle dvakrát větší předmět shlednouti nežli zrcadlo samo jest.

§. 214. Obrazy v zrcadlech rozličně postavených.

V zrcadlech vodorovně položených objevují se, jak z obr. 242. patrně, obrazy předmětů svísmo vzhůru postavených také svísné, avšak dolů obrácené. Zrcadla do úhlu 45 stupňův postavená zobrazují předměty svísné v poloze vodorovné (obr. 244. a) a naopak předměty vodorovné dávají v nich obrazy svísné (obr. 244. b). V obou případech obdržíme totiž obraz ab , spustíme-li z bodů A a B na rovinu zrcadla kolmice a učiníme $Am = am$ jakož i $Bn = bn$.



Zrcadla rozličně položená.

Na tom základě spočívají také některé optické přístroje a hračky, jako na př. čarovný dalekohled, čarovná kukátka a p.

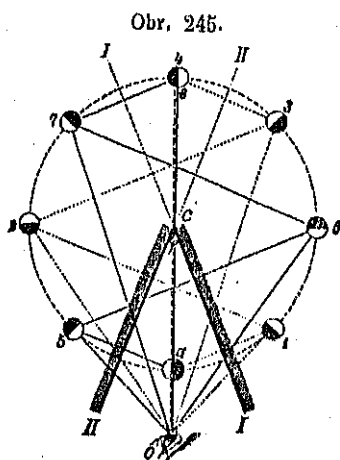
§. 215. Zrcadla v úhlu k sobě nakloněná.

Postavíme-li dvě zrcadla v úhlu kolmo na stůl asi na způsob polorozevřené knihy a hledíme-li zároveň do obou, objeví se nám předmět (květina, pentz) mezi nima se nacházející několikrát zobrazený. Obraz v jednom zrcadle vytvořený stává se předmětem pro zrcadlo druhé, čímž nový povstane obraz atd. Čím menší jest úhel, který obě zrcadla uzavírají, tím větší bude počet obrazův. Všecky obrazy jsou pak souměrně (symetricky) rozloženy v kruhu, jehož středobod tam se nachází, kde obě zrcadla se stýkají.

Obr. 245. znázorňuje, kterak v zrcadlech *I* a *II* 7 se vytvořuje obrazův předmětu *a* i ukazuje zároveň souměrnou polohu a rozličné postavení jejich.

Obrazy čím dále tím slabší jsou, ješto při každém odrazení nejméně třetina paprskův dopadajících dílem rozptýlena, dílem pohlcena bývá.

Na tomto zajímavém výjevu zakládají se pokoje a skříňně zrcadelné především však :



Obr. 245. Obrazy ve 2 zrcadlech v úhlu k sobě ukloněných.

* Krasohled čili kaleidoskop.

Krasohled (obr. 246.) skládá se ze dvou úzkých rovných, pravouhelných zrcadel *ss*, v úhlu 60, 45, 36, $22\frac{1}{2}$, 20, aneb 18 stupňův k sobě skloněných a v trubici uvnitř očerněné upevněných. Jeden konec trubice uzavřen jest neprůhledným dnem, v jehož prostředku pouze

malá dířka provrtána jest, do níž jedním se hledí okem. Na druhém konci trubice upevněn jest skleněný kotouč *S* a pod ním as o 1'' dále podobný kotouč, avšak ze skla na mdlo broušeného, aby oko, které do kaleidoskopu proti světlu obráceného hledí, předměty vnějšími mateno nebylo. Mezi oba kotouče vkládají se průhledné neb průsvitavé věci rozličné podoby a barvy, kteréž pohnutím trubice do jiné a jiné polohy přicházejíce, vždy nové krásné hvězdovité obrazce tvoří.

Obr. 24^f.

Kaleidoskop.

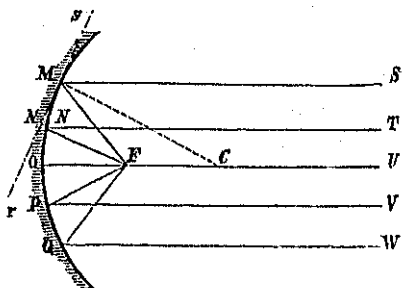
O zrcadlech křivých.

§. 216. Zrcadlo duté.

Zrcadla křivá jsou buď *dutá*, buď *vypuklá*. Oba druhy jsou obyčejně úseče z koule. Středobod koule *C* (obr. 247.) z níž

zrcadlo pobází, nazývá se *středem měřickým* čili *středem zakřivení*, střed plochy zrcadelné *O* slove *středem zrcadla optickým*; přímka pak *CO*, která oba tyto středy spojuje, jmenuje se *osou zrcadla*.

Obr. 247.



Ohnisko dutého zrcadla.

I zde platí o odrazu zákon, který jsme při zrcadlech rovných byli poznali. Vizte obr. 247. Přímka *SM* značí paprsek sluneční, který s osou zrcadla *CO* rovnoběžný jsa, na zrcadlo duté dopadá. Je-li, jak jsme pravili, *C*

střed zrcadla měřický, bude CM kolmicí dopadu, neboť uči měřictví, že poloměrové — a CM jest poloměrem — všude na ploše kulové kolmo stojí. MF jest pak paprsek odražený. Tak jako SM odrážejí se i všechny ostatní paprsky sluneční TN , UO , VP , WQ atd., které pro ohromnou vzdálenost slunce za rovnoběžné považovány býti mohou, do bodu F . Tím seznali jsme první důležitou vlastnost zrcadel dutých, kterouž v následující větě lze pojmuti:

1. Paprsky slunečné, t. j. paprsky rovnoběžné, sestřeďují se pomocí zrcadla dutého v jediném bodu.

Kterýž bod leží u prostřed osy zrcadla a slove *ohniskem*, protože těla hořlavá (obzvláště tmavá) dána byvše do toho bodu, kdy na zrcadlo slunce svítí, snadno se zde zapalují.

Zapálení nestane se snad proto, že by se tu soustřeďovaly paprsky světla, než za tou příčinou, že shromažďují se zde paprskové tepla, kteří paprsky světla vždy sprovázejí.

K lepšímu porozumění výše položeného výkladu sluší ještě toto dodatí. Abychom k zákonu o odrazu mohli se odvolávatí, myslíme si v bodu M (a také v každém jiném bodu zrcadla) rovinu, která zrcadla se dotýká — rovinu točnou. Pro bod M byla by rs takováto rovina. Toto předpokládajíc dovítíme se snadno, že jest zde MC kolmicí dopadu, úhel SMC bude úhlem dopadu a CMF úhlem odrazu; dále že i v příčině ostatních paprskův totž sestrojení by provésti se dalo.

Jen v zrcadlech parabolických a eliptických spojují se veškeré s osou rovnoběžné paprsky v bodu jediném, jinak povstává místo pouhého bodu plocha, ve které paprsky se protínají.

Ohnisko dutého zrcadla vyhledati lze snadno zkusmo, obrátíme-li zrcadelnou plochu jeho k slunci a hledáme-li pomocí stínítka (proužku bílého papíru) místo, v kterém odražený obraz slunce nejmenší a nejskvělejší jest.

Zrcadlo zapalovací.

Zkušenost nás učí, že teplota v ohnisku věšších dutých zrcadel tak znamenitě může vystoupiti, že platina, na kterou ohromný žár našich vysokých a porcelánových pecí nijak nepůsobí, zde se taví a v páry obrací. Také diamant, který uhlík jest, v nich se spaluje a v kyselinu uhličitou obrací. Viděti z toho, že zrcadla dutá jména *zrcadel zapalovacích* úplně zaslubují.

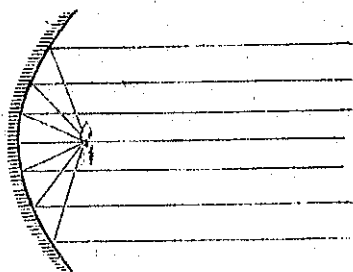
Zrcadlo osvětlovací.

Obrátíme-li výše položenou větu první, obdržíme větu:

2. *Paprsky svítícího těla, které v ohnisku dutého zrcadla se nachází, odrážejí se rovnoběžně s osou.*

Kteréž vlastnosti zrcadel dutých užívá se u svítilen, lamp atd. a zrcadla taková zovou se pak *reverberý.*

Účel jich záleží v tom, aby se jimi paprsky, které ze svítícího těla na všechny strany se rozcházejíce méně účinnými jsou, v jistém směru rovnoběžně odrážely, čímž osvětlení zesiluje se. Nejlépe vyhovují pak zrcadla taková účelu svému, jsou-li tvaru parabolického. Podobu, jakož i účinek jich znázorňuje obr. 248.



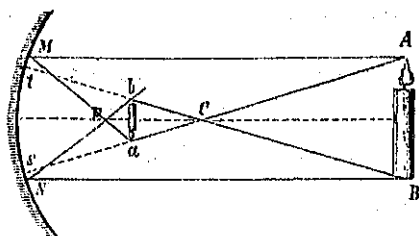
Obr. 248.

Zrcadlo osvětlovací.

* *

Na obr. 249. vidíme opět duté zrcadlo. Předmět (hořící svíčka) není tentokrát ani v nekonečné dálce, ani v ohnisku, nachází se dosti daleko (několik stop)

Obr. 249.



Předmět a obraz jeho před zrcadlem.

od zrcadla. Z nejvyššího bodu A vychází tu dvě paprskův, z nichž jeden AM s osou rovnoběžný směr zachovává, druhý pak ACs , prošed středem C , na plochu zrcadla kolmo dopadá. O rovnoběžném paprsku AM vímo již, že do ohniska F se odráží; paprsek ACs , který hlavním slove, dopadnuv kolmo, tedy v úhlu pravém, v též úhlu, tudíž směrem sCA od zrcadla se vrací. Patrně, že oba paprskové po svém odražení v bodu a se objeví. Podobně sbíhají se v bodu b i rovnoběžný paprsek BN i hlavní ICB , kteří z bodu B vyšedšo, od zrcadla se odrazili. Bude tedy b obraz bodu B a ab obraz předmětu AB , protože i o bodech mezi A a B ležících totéž lze dokázati.

Tento obraz, který ve vzduchu se vznáší, lze na úzkém papírovém proužku aneb na oblacích kouře zachytiti a sluje obraz skutečný neb vzdušný.

Nyní porozumíme již větě, která zní:

3. Předmět, který stojí dále od ohniska než střed jeho, dává mezi ohniskem a středem zrcadla vzdušný obraz zmenšený a převrácený.

Pohybujeme-li předmětem, blíže se zrcadlu, spatříme, kterak poněmáhle obraz od zrcadla se vzdaluje a větší se stává, tak že předmět i obraz vstříc si přibližují. Přišel-li předmět do středu zrcadla, vejde tam zároveň i převrácený obraz jeho, který již takové velikosti nabytí, jako předmět. Pošineme-li předmět ještě blíže k zrcadlu, pohybujíc jin zvolna k ohnisku, bude obraz jeho sic převrácený posud, ale již

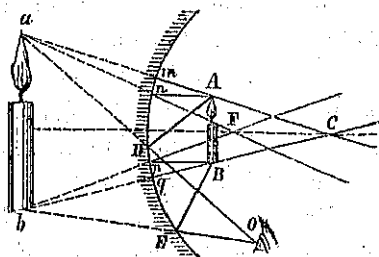
zvětšený rychle od zrcadla vzdalovati i zvětšovati se. Obrazové tyto jsou vesměs skuteční, vzdušní. — Strašidla. — Dostane-li se předmět do ohniska, nedává, jak již výše vyloženo, obrazu žádného. Uzřímeť toliko jasnou záři, ale nikoliv obraz jeho, ješto tu případ 2. nastává. Kteráž vlastnost dopomáhá nám k určení ohniska.

Zrcadlo zvětšovací.

Zbývá nám ještě uvažovati, kde objeví se obraz předmětu, který *mezi ohniskem a zrcadlem* jest postaven.

Abychom polohu jeho ustanovili, stopujme jako dříve paprsek hlavní a paprsek s osou rovnoběžný, které s mnohými jinými ze světelného bodu *A* (obr. 250.) vycházejíce od zrcadla se odrážejí. Prvnější *Am* vrací se zajisté směrem *mAC*,
Obr. 250.

poslednější *An* odráží se do ohniska *F* směrem *nF*. Oba paprskové rozbíhajíce se, vnikati budou do oka. Ješto však oko klade obraz do onoho bodu, ze kterého paprsky rozcházetí se zdají, vidí v bodu *a* obraz bodu *A* a v *b*



Zrcadlo zvětšovací.

obraz bodu *B*. Bude tedy *ab* obraz předmětu *AB*. Bylo-li by oko v *O*, uzřelo by obraz pomocí paprskův *ADO*, *BEO* a jiných podobně dopadajících.

4. *Předmět mezi ohniskem a zrcadlem dutým postavený dává vzpřímený a zvětšený obraz za zrcadlem.*

Není to obraz skutečný, než toliko *geometrický* t. j. obraz, který podobně jako u zrcadla rovného za plochou zrcadelnou ležeti se zdá.

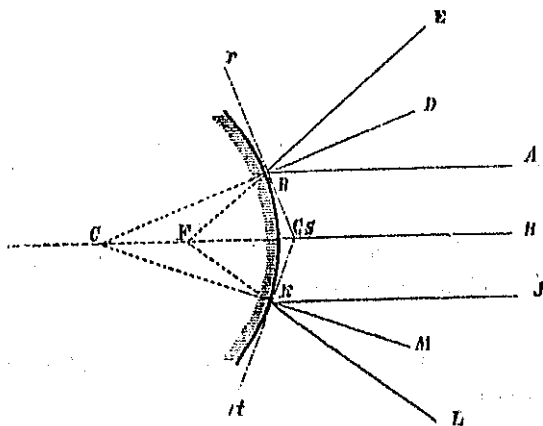
Vyslovená právě vlastnost, že totiž objevují se zde obrazy zvětšené, činí zrcadla dutá způsobilými za zrcadla toaletní i zovou se za toutéž příčinou *zrcadly zvětšovacími*.

§. 217. * Zrcadlo vypuklé.

Zrcadla vypuklá (vydutá), dávají vždy obrazy zmenšené a vzpřímené, jakož se každý pohledna do vyleštěného a vypuklého knoflíku kovového přesvědčiti může. Bývají obyčejně na zadní straně zrcadel dutých umístěna a jmenují se také *zrcadly zmenšovacími*. Jinak slovou i *zrcadly rozptylovacími*, protože paprsky, které na ně dopadají, vždy rozptylují.

Niž položený obr. 251. ukazuje, kterak se stává, že paprskové zde se rozcházejí.

Obr. 251.



Zrcadlo vypuklé.

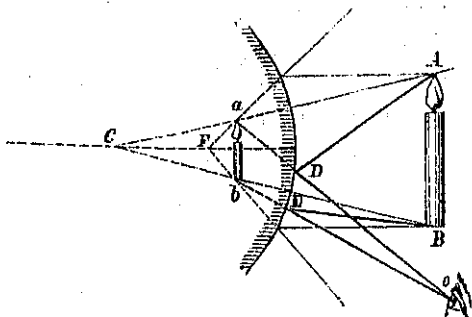
Paprsek AB a osou rovnoběžný odráží se do BE . Jestliť rs tečnou rovinou, kterou v bodu, v němž paprsek plochu zrcadelnou stihl, položit lze. Prodloužený poloměr BD jest kolmou dopadu, ABD úhel dopadu a DBE úhel odrazu, BE , GH , KL jsou tudíž směrové paprskův od zrcadla odražených, původně rovnoběžných, kteříž neobíhají se jako při zrcadlech dutých se dělo, nýbrž rozcházejí — rozptylují se.

Rozptylování paprskův zde se objevuje, neděje se však beze všeho zákona, nýbrž veškeri paprskové od zrcadla vypuklého odrazení opouštějí je tak, jakoby

vycházeli z jediného bodu F , který za zrcadlem uprostřed poloměru jeho leží. Kterýž bod zove se *domnělým ohniskem*.

* Vizmež ještě přidané vyobrazení 252. Zde vyřsován obraz ab předmětu AB dle pravidel, které jsme již při zrcadlech dutých byli poznali. Znamenáme,

Obr. 252.



Zrcadlo zu.enšovačí.

že se musí objeviti obraz menší nežli jest předmět a vzpřímený; dále, že jest to obraz měřícký čili domnělý (zdánlivý), který za zrcadlem, kde se nám býti zdá, na stinidle uchytili nelze. Oko stranou zřajlel vidí pak obraz ten pomocí paprskův ADO , BEO a jiných podobných.

§. 218. Přehled.

Nechť hledíme již tedy do zrcadla rovného, dutého neb vypuklého, vždy jest obraz osoby naší, pokud jej vzpřímený spatřujeme, obrazem zdánlivým.

Paprsky z předmětův přímo dopadající odraží se tudíž odcněch tří druhův zrcadel, o kterých jsme rozprávěli, v ten způsob, že objevují se zraku našemu v zrcadlech rovných obrazy rovné veliké, v zrcadlech dutých obrazy zvětšené a v zrcadlech vypuklých konečné obrazy zmenšené.

C. O lomu světla.

§. 219.

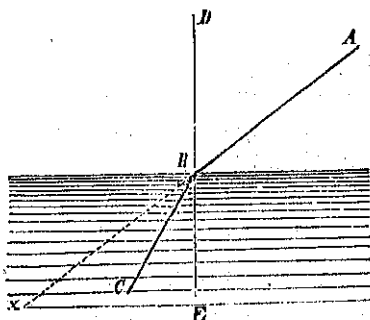
Paprsky postupují přímočárně do dálky jenom potud, pokud v témž ústředí, na př. ve vzduchu, se nacházejí.

Dopadají-li však šikmo na pomezí dvou ústředí rozličných aneb jen do vrstev hustších neb řidších téhož ústředí, mění ihned směr svůj, lámou se.

Paprsek AB (obrázek 253.) dopadnuv v bodu B na pomezí nového ústředí, které tu čarokváním naznačeno jest (na př. ze vzduchu do vody, aneb ze vzduchu do skla aneb také z řidších vrstev vzduchu do hustších), mělby v něm směrem Bx dále postupovati. Zkoušky

však učí, že paprsek nyní jinou dráhu nastoupí a na př. směrem BC brátí se bude. Pravíme pak: paprsek se *lámne*, nazývajíce BC *paprskem zlomeným* a celý výjev čili úkaz *lomem světla*.

Obr. 253.



Lom paprskův.

§. 220. Kterými zákony řídí se lom světla.

Základné zákony o lomu světla tyto jsou:

1. Paprsek *dopadlý* leží s paprskem *zlomeným* v jedné rovině tvořící oba s přímkou DE v bodu B na povrch nového ústředí kolmo postavenou — s kolmicí dopadu — úhly nestejně. Úhel ABD zove se *úhel dopadu*, úhel EBC pak *úhel lomu*.

2. *Vstupuje-li paprsek šikmo z ústředí řídkšího do hustšího, na př. ze vzduchu do vody, lámdvá se ke kolmici. Jest pak úhel lomu EBC menší, než úhel dopadu ABD (obr. 253.).*

3. *Přichdzt-li naopak paprsek z ústředí hustšího do řídkšího, na př. z vody neb ze skla do vzduchu, lámdvá se od kolmice. V kteréž případnosti jest pak patrně úhel lomu větší úhlu dopadu. Dalšími příklady tento způsob lomu lépe bude objasněn.*

4. *Na přirozenosti ústředí, kterým lom byl způsoben, zdvísí, zdali paprsek od směru původního více neb méně se uchyluje.*

Přesné sestrojování tohoto poměru předpokládá důkladnou známost měřičtvi i jest v následujících příkladech toliko přibližně provedeno.

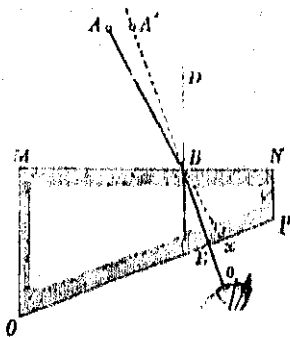
5. *Dopadl-li paprsek kolmo na povrch nového ústředí, vchdzt do něho, aniž by se zlámal.*

§. 221. Příkladové ku evičení.

1. $MNOP$ (obr. 254.) představujž průřez skla hranolového. Dopadlý paprsek AB přecházejze z ústředí řídkšího do hustšího — ze vzduchu do skla — láme se ke kolmici dopadu BD a půjde směrem BE .

Obr. 254.

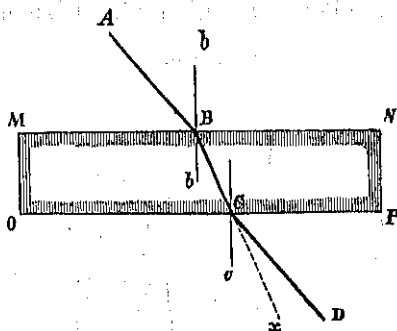
Je-li dolní plocha hranolu OP tak přibroušena, že na ní zlomený paprsek BE kolmo stojí, vcházl tento (dlo zákona 5.), aniž by se lámal. Úhel αBE , kterýž utvořen jest paprskem dopadlým a zlomeným, slove úhel odchytl. Oko O , které nachází se pod hranolem, spatřl předmět A v A' .



Kterak se lámou paprsky v hranolu.

2. Dejme nyní sklu podobu, jakou na obr. 255. spatřujeme. Zde jest plocha MN , skrze kterou paprsek AB do skla vniká, rovnoběžná s plochou OP , kterou

Obr. 255.



Kterak se lámou paprsky ve skle s rovnoběžnými stěnami.

paprsek CD ze skla vychází. Paprsek AB láme se (dle 2. zákona) ke kolmici Bb , tedy směrem BC . Přišed do C , opouští opětně směr svůj Cx a láme se (dle 3. zákona) od kolmice Cc směrem CD . O mnoho-li přichýlí se paprsek ve skle ke kolmici, o tolik odchyľuje se opět ve vzduchu od kolmice, čímž se stává, že oba směrové AB i CD rovnoběžní jsou.

Jsmé tedy oprávněni tvrditi:

Paprsek, který prošel ústředím rovnoběžnými stěnami omezeným, zachováva směr s původním směrem rovnoběžný.

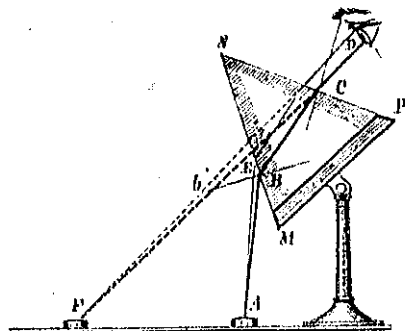
Proto spatřujeme skrze tabule v oknech našich ať na nepatrné poškutí, které na tloušťce jest závislé, předměty na témž místě, kde skutečně se nacházejí.

Dopadá-li paprsek kolmo na ústředí s obou stran rovnoběžně omezené, prochází skrze ně tímtož směrem.

Lom světla ve hranolu.

Obr. 256. vyznačuje průřez hranolu trojbokého který v optice vůbec jen *hranolem* slove. Především dlužno nám seznámiti se s některými významy, kterých

Obr. 256.



Lom světla hranolem

se zde užívá. MN a PN slovou *plochy lámací*. Úhel MNP , jež plochy ty tvoří, nazýváme *úhlem lomu* a protilehlá strana MP jmenuje se *základnou*.

Paprsek dopadlý AB láme se nejprv u vchodu ku kolmici a půjde směrem BC , po té od kolmice a vystoupí z hranolu směrem CD . Oko D , které směrem DC na předmět A hledí, spatřuje jej následkem dvojnásobného zlomení v F . Hranolem lze tedy docílití, aby paprsek značně se odchýlil.

Jako při zrcadlech podobně i zde spatřuje oko *obraz zdánlivý*, Kuželovitý svazek paprskův BAC proměňuje se zde v jiný kužel, jehož vrchol v F leží. Obdržíme jej, prodloužíme-li nazpět oba paprsky, které zlomeny byvše do oka vnikají. Prodloužení stává se proto, že oko přičinnu dojmu světlového tam klade, odkud paprsek přicházeti se zdá.

Ještě sluší tuto připomenouti, že paprsek DC , který rovnoběžně se základnou hranolu PM dopadá,

prošed hranolem, na druhé straně k této základně by se přichýlil. Na kterouž okolnost budeme se při výkladu čoček odvolávati.

§. 222. Na čem závisí větší neb menší odchylení se paprsku.

Obecné sklo způsobuje, je-li jen úhel lámavý přiměřeně veliký, dosti značného odchylení paprsku. Sklem *korunovým* *) odchyluje se paprsek ještě více, sklem *flintovým* **) konečně docílí se největšího odchylení, kterého vůbec skla schopna jsou. Hranolem ze skla flintového pošine se tudíž (jsou-li ostatní poměry tytéž) obraz od předmětu dále než se to sklem korunovým neb obecným státi může. Hranolem z diamantu však vzdaluje se obraz od předmětu nejvíce. Proto pravíme: diamant láme světlo nejsilněji, méně (a sice: čím dále v pořadí, tím méně) sklo flintové, sklo korunové, sklo obecné, lž, voda, vzduch.

Lž láme světlo silněji než voda. Činí tedy výjimku z pravidla; neboť jsa řídkší vody, mělby paprsek také méně lámati.

Jinými zkouškami dovozeno jest, že paprsek tím více od směru svého se uchyluje, čím úhel lámavý *MNP* větší jest.

Konečně jest zkouškami nade vší pochybnost dokázáno, že odchylení se paprsku při okolnostech jinak stejných tím jest větší, čím větší jest úhel dopadu *b'BA*.

Odpověď k otázce v čele odstavky této položené bude zníti tedy:

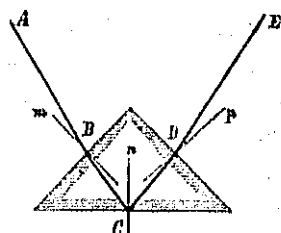
*) *Sklo korunové* hotoví se z čistého křemene, drasla a vápna.

**) *Sklo flintové* má své jméno od pazourku (flint), ze kterého prvé se dělalo. Složeno jest z křemene, drasla a kysličníku olovnatého.

Velikost odchylky paprsku hranolem proseedšího závisí: a) na lámavosti kmoty, z níž hranol zhotoven; b) na velikosti lámavého úhlu a c) na směru, jímž paprsek na plochu hranolu dopadá.

§. 223. * Odraz úplný.

Na obr. 257. spatřujeme průřez hranolu poněkud jinak přibroušeného. Paprsek AB odehýlí se následkem známých zákonů o lomu do směru BC . V C měl by do vzduchu vejít a opětně a sice nyní od kolmice se zlomit. Je-li však úhel dopadu BCn větší než 41 stupeň a 48 minut (na obr. 257. obnáší tento úhel 42°), tož paprsek BC nebude moci ze skla vystoupiti, nýbrž odrazí se směrem CD . Došel do D , zlomí se ještě od kolmice Dp a vystupuje pak směrem DE do vzduchu.



Zuázornění odrazu úplného.

Dopadá-li paprsek v hranolu neb jiném těle na plochu v úhlu příliš velikém, neláme, ale odrazí se, kterýž výjev *odrazem úplným* sluje.

Odrazom úplným nazývá se proto, že v té případnosti celý sloupeček paprsků, který tu dopadá, se odrazí, kdežto při obyčejném odrazu, který u zrcadel jsme poznali, třetina paprskův se ztrácí. Přechází-li paprsek ze skla do vzduchu, jest výše položený úhel $41^\circ 48'$ mezi lomu. U jiných ústředí jest mezi úhel tento také jiný. Následkem odrazu úplného objevují se malé bublinky vzduchové ve vodě co losklé perličky. Také pukliny a vůbec prázdnoty v průhledných tělech stávají se zřetelnými.

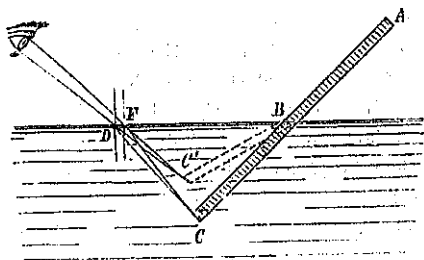
Na úplném odrazu zakládá se také jednoduchý přístroj, pomocí jehož krajinku okresliti lze a který *komora světla* neb *světlice* (camera lucida) se nazývá.

§. 224. Úkazové, kteří o lámání se paprsků svědčí.

Dříve nežli předmět tento opustíme, seznámíme se ještě s některými výjevy z obecného života, které také na lomu světla se zakládají.

Tak na př. hůlka AEC (obr. 258.) do vody šikmo strčená zdá se nám býti zlomenou. Klam ten má svůj původ v lomu světla. Vycházejit' z konce hůlky C paprsky na vše strany. K vůli jednoduchosti vybereme si

Obr. 258.



Lom ve vodě.

jen paprsky CD a EF (co platí o nich, platí i o celém kuželi paprskův DCF). Oba paprskové vystoupivše do vzduchu lámou se od kolmice (dle §. 220. 3). Paprsek CD však více se odchýlí, protože úhel, ve kterém na pomezí obou ústředí dopadá, větší jest (viz §. 222.) Rozbíhají se tudíž oba paprsky po svém zlomení více než před tím. Oko kladouc bod C tam, odkud paprsky přicházejí se zdají, vidí jej výše, na př. v C' . Ješto však i o každém jiném bodu ponořené do vody hůlky totéž dokázati lze, jest pochopitelno, proč část hůlky BC skrácena a k hladině vodní pozdvižena, tedy v poloze BC' , se vidí.

Z téže příčiny spatříme peníz aneb jakýkoliv jiný předmět ve vodě výše než v skutku jest. Také dno

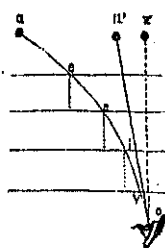
nádržek, hledíme-li šikmým směrem do nich, zdá se býti hladině vodní bližší, čímž na př. rybník s čistou vodou mělčí býti se vidí než skutečně jest atd.

Lom paprskův jest také jedinou příčinou, že slunce, měsíc i hvězdy dříve vidíme, nežli vyjdou nad obzor a že ještě po několik minut je na obzoru spatřujeme, když již byly zašly.

Lom paprskův a odraz úplný dále jsou příčinou *zrcadlení vzduchového*.

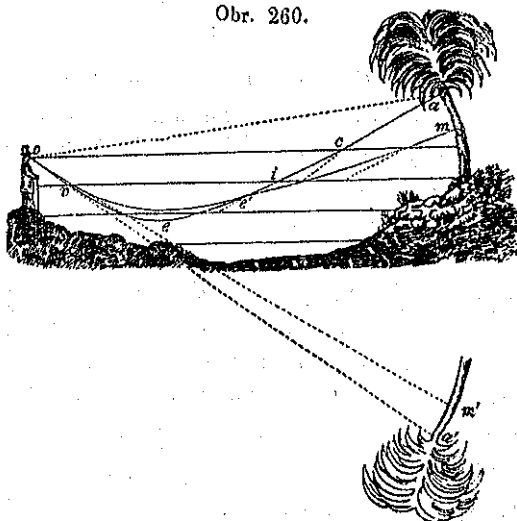
Paprsek, který vysílá svítící tělo na př. hvězda *a* (obr 259.), přicházejí do vrstev vzduchu čím níže tím hustších, láme se na pomezí každé vrstvy ke kolmici, tak že opisuje křivku *accivo*. Za kterouž příčinou vidíme hvězdy výše nežli skutečně jsou. Na našem obraze klade oko hvězdu místo do *a* do *a'*. Tento výjev slove *lomem hvězdářským*. Toliko hvězda přímo nad hlavou (v zenithu) se nacházející spatřuje se tam, kde skutečně jest (dle §. 220 v zákon 5).

Obr. 259.



Lom ve vzduchu.

Obr. 260.



Zrcadlení vzduchové.

Tak povstává také *zrcadlení vzduchové* (*fata morgana*), úkaz, který jak nad rozehrstým povrchem země tak i nad chladnou hladinou moře se objevuje. Paprsek *ac* (obr. 260.) v nižších, teplejších vrstvách vzduchu v bodech *c* a *i* se od kolmice láme, v *e* úplně odráží a do oka pozorovatele *o* z bodu *a'* přicházeti se zdá. Na písčiny Afrických spatřují cestovatelé vzdálené vesnice, aný ve vodě stojí v ní se shlížejíce. Cestovatel parnem stížen přibližuje se k nim — než pohřichu poznává, že to pouhý klam. Zdánlivé mibání se předmětův za horkých dnů letních lze podobným způsobem vysvětliti, béřeme-li zároveň ohled na to, že hustota pohyblivého vzduchu se mění, čímž odchylování paprsku každým okamžikem jiné jest.

O rozkladu světla.

§. 225. Vidmo barevné.

Přesvědčili jsme se, že paprsek procházeje hranolem skleněným se láme. Pustíme-li však paprsek hranolem skleněným a když byl prošel, opět jej zachytíme, shledáme, že nejen od směru svého se odchyľuje, ale i v různobarevné paprsky rozštěpuje. Proto hledíme-li na předmět nějaký hranolem, spatříme, že olemován jest duhovými barvami. Diamant i kapka rosy třpytí se ve skvoucích barvách.

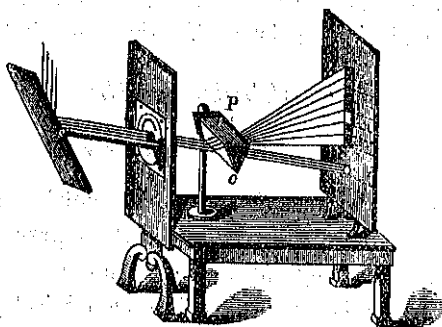
Mají-li barvy objeviti se čisté, sluší zkoušku se skleněným hranolem provésti způsobem následujícím:

Do světnice úplně temné vpustíme úzkým otvorem v okénici učiněným paprsek slunečný pomocí zrcadla (*heliostatu*), které před okénicí se nalezajíc, do takové polohy přivedeno býti může, aby paprsky vždy týmž směrem do světnice se odrážely. Uchytíme-li paprsek ten na bílém stinidle, neobjeví se nic jiného než okrouhlý obraz slunce. Dáme-li však před otvor uvnitř světnice hranol skleněný, spatříme na stinidle podlouhlý na obou koncích zakulacený pruh tak široký jako byl dříve obraz slunce, avšak v překrásných barvách duhových se skvoucí.

Podivuhodné toto uspořádání barev slove **vidno slunečné** (*spektrum solare*).

Je-li hranol tak položen, aby hrana jeho dolů byla obrácena, tedy jako na obr. 261., vrhá hranol výše, obrácen-li hranou vzhůru, objeví se vidmo níže nežli jest bílý obraz slunce, který bez lomu vzniká.

Obr. 261.



Kterak povstává vidmo slunečné.

Postavíme-li konečně hranol svismo, odchýlí se vidmo v té výši, ve které jest otvor v okenici, vodorovně jsouc rozšířeno.

Z tohoto pokusu vysvítá, že rozptylovací silou hranolu způsoben byl rozklad světla slunečného na jednotlivé paprsky barevné.

Všimneme-li si blíže vidma barevného, shledáme ihned, že jednotlivé barvy v něm nejsou ostře od sebe odděleny, nýbrž že jedna v druhou přechází.

Newton (vyslov Ňutn), který prvý světlo bílé na vidmo duhové rozložil a úkaz ten také vysvětlil, rozeznával ve spektru 7 barev a sice: červenou, pomorančovou (oranžovou), žlutou, zelenou, modrou, indychovou a fialovou.

Od původního směru odchyluje se paprsek fialový nejvíce, červený nejméně, mají tudíž paprsky fialové nej-

věčší, paprsky červené *lomnost* nejmenší. Lomnost paprskův ostatních leží mezi lomností obou jmenovaných

Z předeslaného pokusu také následuje, že bílé světlo slunečné není jednoduché, nýbrž že skládá se z četných rovnoběžných paprskův různobarevných, které hranolem skleněným rozptýleny a dle lomnosti své spořádány byly. Výrok náš dotvrzuje ještě ta okolnost, že barevné paprsky tyto opět spojití lze na světlo bílé, buď že hranolem rovným, prvnímů však obráceně postaveným na vidmo hledíme, buď že kotoučem barvami duhovými opatřeným (*barevným vrtilkem*) rychle otáčíme. V první případnosti uzříme bílý obraz slunce, v druhé pak splynou jednotlivé barvy dohromady, vytvoříce barvu bílou arci poněkud nečistou. Také pomocí čočky neb dutého zrcadla lze paprsky barevné na bílé světlo spojití.

§. 226. Barvy vidma nelze více rozkládati.

Kdybychom v stinidle, kam na př. paprsek modrý dopadá, skulinu učinili, přesvědčili bychom se, že novým hranolem za stinidlem umístěným se sice paprsek zlomí, avšak nové vidmo nepovstane. Kteráž zkouška poučuje nás, že jednotlivé barvy vidma více rozložiti nelze. Veškeré barvy vidma duhového lze tudíž považovati za jednoduché.

Jest nesnadno ustanoviti, kolik jednoduchých barev ve vidmu se nalezá, ješto vidmo od jednoho konce k druhému nesčíslný obsahuje počet odstínův mezi sebou rozdílných.

Obyčejně však považují se tři barvy, totiž: žlutá, červená a modrá za barvy *základné* čili za *prvobarvy* a má se za to, že z nich veškeré ostatní povstávají.

§. 227. Co jsou barvy doplňovací.

Vynecháme-li na barevném vrtilku jednu neb více barev duhových, tož ostatní smísivše se nesplyvají v barvu bílou, nýbrž v některou jinou barvu. Tak na př. vynechal-liš červenou, obdržíš barvu zelenou, vynecháš-li žlutou, spojují se ostatní barvy na fialovou a vynecháš-li pomorančovou, dají zbývající barvy barvu modrou.

červená a zelená

žlutá a fialová

modrá a pomorančová

a vůbec dvě barvy, které na bílou se doplňují, slovy barvami doplňovacími (komplementárními).

§. 228. O harmonii barev.

Barvy doplňovací nazývají se jinak také barvami harmonickými (souhlasnými), protože klademe-li je vedle sebe, souhlasu čili harmonie docílíme.

Z barev harmonických uvádíme mimo výše jmenované tři ještě následující dvojice:

pomorančová a olivová,

zelená a rudohnědá,

fialová a citrinová,

rudopomorančová a modrozelená,

žlutopomorančová a modrofialová,

žlutozelená a rudofialová.

Barvy: bílá, šedá, černá jakož i barva zlatá, stříbrná a vůbec barvy spojené s kovovým leskem harmonují s každou barvou.

§. 229. Barvy přirozené čili věčné.

Vodou, bezbarevným sklem, křišťálem atd. prochází světlo slunečné beze změny. Hledíme-li však skrze sklo červené, vidíme vše vůkol sebe v barvě červené, pro-

pouští sklo červené z bílého světla slunečného hlavně paprsky barvy červené, ostatní pohlcuje. Podobně propouští sklo barvy modré paprsky modré atd.

Vůbec ukazují průhledná těla ony barvy, které propouštějí, zadržujíce barev ostatních.

Těla neprůhledná pak jeví se nám na světle slunečném v té barvě, kterou odrážejí. Tak na př. předměty barvy zelené odrážejí obzvláště paprsky zelené, pohlcujíce paprsky červené.

Odráží-li tělo paprsky všech barev objevuje se *bílé*; pohlcuje-li pak všechny, téměř žádných neodrážejí, jeví se v barvě *černé*. Barva, kterou tělo v světle slunečném ukazuje, slove *přirozená* barva jeho.

O některých světlových úkazech meteorologických.

Blankyt na obloze, duha, svitání i soumrak, červánky jsou vesměs výjevy, které na odrazu, lomu i rozkladu světla se zakládají.

* *Blankytaná barva oblohy* vzniká odrazem paprskův od hořících vrstev ovzduší. Vzduch objevuje se jenom ve větším množství modrý; proto jeví se hory a lesy jenom v dálece modré.

Duha, která oko naše jenom tenkrát obveseluje, když kapky dešťové sluncem jsou osvětlovány a my se při tom mezi místem, kde prší a sluncem nacházíme, vzniká tím, že paprsek sluneční do kapky vcházející přede vším ke kolnici se láme, uvnitř kapky úplně se odráží (§. 223.) a po té u vchoďu do vzduchu po druhé a sice od kolnice se láme. Ješto s dvojnásobným tímto lomem nutně také rozklad světla spojen býti musí, tož vysílají kapky v rozličných směrech rozličné barvy. Jiná část paprskův slunečních odráží se v kapkách dešťových dvakráte a tak povstává *duha vedlejší*, kterou také častěji vidáváme. Obr. 226. znázorňuje, kterou dráhou paprsek slunečný v kape dešťové se běže. Rovnoběžky *as*, *as'*, *as''*, *as'''* vyznačují paprsky slunečné; 1, 2, 3, 4 jsou kapky dešťové a sice tvoří kapky 1 a 2 obrubu duhy hlavní, kapky 3 a 4 naproti tomu náležejí duze

vedlejší. Z obrázku vyzoumíváme, že v hlavní duze jest nejdolejší pás fialový, nejvyšší pak barva červená. V duze vedlejší jest seřazení barev obrácené.

Ohledáme-li duhu důkladněji, přijdeme k náhledu, že z této kapky všechny barvy do oka pozorovatele nepřicházejí, nýbrž z jistých kapek vnikají do něho obzvláště paprsky červené, z jiných opět žluté atd. Paprskové ti přicházejí z řady kapek, které ku stanovišti pozorovatele i slunce zcela tutéž mají polohu, t. j. které nacházejí se v oblouku, jehož středobod leží v přímce vedené ze slunce okem pozorovatelovým.

Svitání i soumrak, výjvy nejvyšší blahodárné, kteréž den prodlužují a nedopouštějí, aby po tomto nočním následovalo náhle jasno denní, tolikož *červánky*, které svitání i soumrak sprovázejí, sem rovněž náležejí.

Svitání i soumrak v tom mají svůj základ, že paprsky, jež vysílá slunce pod obzorem se nacházející (které tedy buď ještě nevyšlo aneb již zašlo) od vyšších vrstev vzduchu se odrážejí.

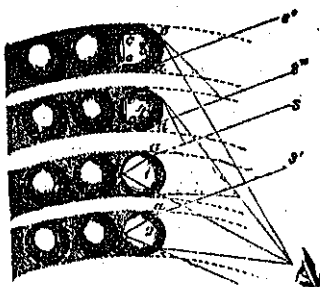
Červánky vykládají učenci tím, že ovzduší naplněné bublinkami vodních par, obzvláště paprsky pomorančové propouští pohlcuje ostatní, čímž nebo barvy zářové nabývá. Silné paprsky při východu slunce prozrazují, že ovzduší mnoho par v sobě drží a soudí se z nich tudíž na brzký déšť.

Lom světla v čočkách.

§. 230. Co jsou čočky a jak se rozdělují.

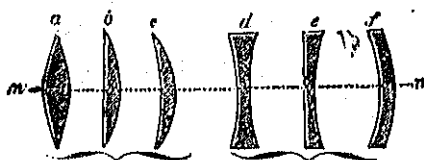
Čočky jsou těla průhledná, omezená buď dvěma plochama kulovými, aneb plochou kulovou a plochou rovnou. Na obr. 263. jsou rozličné druhy čoček vyobrazeny v průřezu. Čočky, které uprostřed jsou tlustší než na okraji, slovou **vypuklé** (konveks) a sice jmenuje se první čočka *a*, která na obou stranách stejně zakřivenými plochama omezena jest, **dvajvypuklá** (bikonveks), druhá

Obr. 262.



Výklad duhy.

Obr. 263.



Čočky spojné. — Rozptylky.

b májící jednu stranu rovnou, druhou vypuklou: *ploskovypuklá* (plankonveks), třetí konečně *c* na jedné straně dutá, na druhé vypuklá a silněji zakřivená: *dutovypuklá* (konkavkonveks). Ostatní tři čočky uprostřed tenčí než na okraji nazýváme *dutými* (konkav). Jest pak *d* čočka *dvojdutá* (bikonkav), *e* *ploskodutá* (plankonkav) a *f* *vypuklodutá* (konvekskonkav).

Čočky vypuklé lámou rovnoběžné paprsky k tlustšímu středu v jediném bodu je soustřeďující a slovou proto **spojné** čili **sběrací** čočky; čočky duté pak chovají se v té příčině opačně, činíce paprsky rovnoběžně rozbíhavými a zovou se následkem toho **rozptylovacími** (rozptylkami).

Přímka, která oba středy ploch kulových (sférických) čoček omezujících spojuje, slove *optickou osou* a bod, který u prostřed této osy leží, jmenuje se *optickým středem*.

O čočkách spojných.

§. 231.

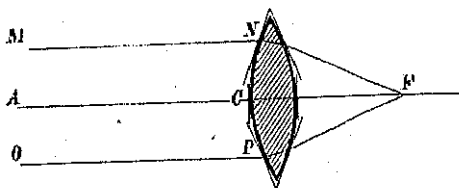
Pravili jsme, že čočkami spojnými rovnoběžné-paprsky, které jak známo ze slunce dopadají, v jediném bodu se soustřeďují.

Pokusme se o výklad důležité této vlastnosti.

Čočku spojnou považovati lze za výtvar složený ze dvou skleněných hranolů, jejichž základné na sobe

položeny a jichž úhly lámavé ven obráceny jsou (Sro-
nej §. 221.). Popatřme nyní na obr. 264. Paprsek *AC*
který směrem osy optické čočkou prochází, neláme

Obr. 264.



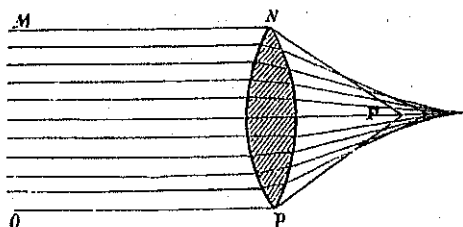
Kterak se paprsky lámou ve spojkách.

protože prochází ústředím rovnoběžnými stěnami
zeným. Nazýváme jej *paprskem hlavním*. Ostatní paprsky
MN, *OP*, které po obou stranách osy optické a
ní rovnoběžně dopadají — jmenujme je *paprsky rovnoběžnými* — zlomivše se k širšímu konci hranolův, přichá-
do bodu *F*. Kterýž bod slove *ohniskem* čočky a pad-
čoček souměrně vytvořených téměř do středobodu *K*
jejíž část (úseč) povrch čočky tvoří

§. 232. Úchylka pochodící z kulovitosti čoček kterak ji lze odpomoci.

Z příloženého obr. 265. seznáváme ihned, že vše
rovnoběžné paprsky v jediném bodu se neprotí-
Paprsky dále od osy optické ležící *MN*, *OP* lámou
silněji a scházejí se tudíž mezi sebou a s paprs-
hlavním dříve (asi v bodu *F*) nežli paprskové blí-
osy na čočku dopadající. Příčina leží v tom, že paprs-
blíže okrajův čočky procházejí jest hranolem, který
větší úhel lámavý, kdežto paprsky po blízku osy p-
pují hranolem o menším úhlu. Tou měrou pak, k-
lámavého úhlu přibývá, i odchýlení paprsku jest
(Viz §. 222.). Místo jediného bodu jeví se zde

Obr. 265.



Úchylka sférická.

prostor a zachytíme-li paprsky stínidlem, obdržíme osvětlený kruh.

Kteráž vada čoček spojných slove **úchylkou sférickou** (sféra = koule) čili *od kulovité podoby čoček pochodící*.

Také dutá zrcadla mají vadu sférickou, ale mnohem menší než čočky, tak že k mnohým účelům lépe se hodí.

Čím méně jsou povrchy čoček zakřiveny a čím blíže k optické ose paprsky dopadají, tím menší jest úchylka sférická. Čočka, u které poloměr plochy přední se má k poloměru zadní plochy jako číslo 100 k 733, jmenuje se čočkou *podoby nejlepší*, protože při ní úchylka sférická nejmenší jest.

Aby se úchylka sférická předešla, obrací se plochá strana čoček ploskovypuklých k oku pozorovatelovu. Za týmž účelem opatřují se konečně čočky *stínidly* (diafragma), totiž ploskými kroužky očerněnými, které k tomu slouží, aby paprskové na okraj čočky dopadající byly zadržovány.

§. 233. Dálka ohniska čoček spojných.

Sklo zapalovací.

Vzdálenost ohniska od optického středu čočky jmenuje se *dálkou* jeho. Dálka ohniska závisí na zakří-

venosti ploch a na lámavosti hmoty, z níž čočka jest zhotovena. Čím větší zakřivení a čím větší lámavost čočky, tím menší bude dálka ohniska.

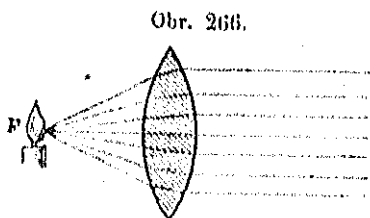
Dálku ohniska lze snadno vyhledati zkusmo. Dlužno toliko paprsky slunečné, které na jednu plochu čočky kolmo dopadají, na druhé straně záslonou zachytiti. Objevíť se na zásloně jasný kroužek, který se bude buď zvětšovati, buď zmenšovati, podle vzdálenosti, do které čočka od záslony se dostane. Vyhledali-li jsme polohu, v níž jasný onen kruh bude nejmenší, dá nám vzdálenost jeho od čočky dálku ohniska.

V ohnisku soustřeďují se také paprskové tepla, kteří způsobují, že hořlavá těla v tomto bodu, tak jako v ohnisku dutých zrcadel, se zapalují.

Za kterouž příčinou slovou vypuklé čočky také *skly zapalovacími*.

§. 234. Skla osvětlovací.

V předešlé odstávce bylo vyloženo, kterak čočky sběrací paprsky v jediném bodu (vlastně v ploše kruhové) soustřeďují. Nyní pochopíte snadno, že také naopak, nachází-li se svítící tělo v ohnisku, paprsky rozbluavé čočkou spojnou do směru rovnoběžného budou přiváděny. Případnost tu znázorněna jest obr. 266.



Osvětlení pomocí čoček spojných.

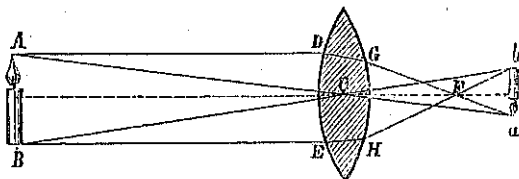
Této důležitě vlastnosti čoček spojných, kterou s dutými zrcadly mají společně, užívá se mezi jiným na moři při zřizování tak zvaných *světlařen* čili *majákův*, které pomocí čoček do dálky světlo vysílajíc plovoucím koráblům před nebezpečnými místy výstrahu dávají.

Na výše zmíněné vlastnosti čoček zakládá se také jiný jednoduchý způsob, kterým dálku ohniska čoček spojných vyhledati lze. Držíce totiž čočku nad písmem ve vzdálenosti, ve které domníváme se, že ohnisko asi leží, přibližujeme neb vzdalujeme ji poněkud tak dlouho, až písmo zmizí t. j. až oku, které dosti vysoko nad čočkou se nalézá, písmo splynulé se objeví. Vzdálenost písma od čočky jest pak dálkou ohniska jejího.

§. 235. Obrazy předmětů od čočky vzdálených.

Stojí-li před čočkou předmět AB (obr. 267.) a běží-li o určení obrazu, počínáme si tak jako při zrcadlech (§. 216, 3). Stopujeme totiž, kde paprsek

Obr. 267.



Předmět a obraz jeho za čočkou.

hlavní s paprskem rovnoběžným okraje A i okraje B se protínají, vyvádějice z průsečných těch bodů závěrky o místě, poloze a velikosti obrazu.

Na obr. 267. jsou AC a BC oba paprskové hlavní, kteří procházejíce středem C , se nelámou. Proběhnouše ústředím rovnoběžnými stěnami omezeným pošinou se toliko poněkud.

Rovnoběžní paprskové AD a BE přicházejí po prvním zlomení do G a H a odtud zlomivše se od kolmice, v ohnisku F se sbíhají.

Paprsky AC i AD z A vycházející protínají se za čočkou v a , kamž i ostatní paprsky, které bod A na čočku vysílá, se dostanou. Budeť a obrazem A , tak jako b obrazem bodu B a tudíž také ab obrazem předmětu AB .

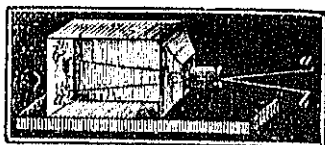
Čočky spojné dávají podobně jako dutá zrcadla obraz vzdáleného předmětu převrácený a zmenšený.

Čím vzdálenější jest předmět od čočky, tím blíže u ohniska objeví se obraz a tím bude zároveň menší.

Temnice (Kamera obskura).

Na témž základě spočívá zařízení temnice, kteréž fotografové užívají, aby zmenšený obraz předmětu nějakého zhotovili. Komora temná (obr. 268. a) jest truhlík uvnitř černou barvou natřený, který s jedné strany má rouru, v níž čočka spojná zasazena

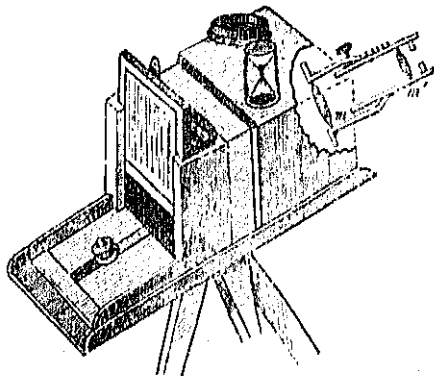
Obr. 268 a.



Temnice.

jest. Rouru tuto lze více neb méně zastrčiti aneb povytáhnouti. Obraz $a'b'$ vytváří se na zadní stěně, která ze skla na mdlo broušeného, průsvitavého udělána jest. Kterýž obraz objeví se jen tenkrát jasně a zřetelně, padne-li vzdušný obraz předmětu právě na zmíněnou desku skleněnou. Aby se toho docílilo, posouváme rouru, čímž vzdálenost předmětu ab a obrazu $a'b'$ od čočky se mění. K účelům fotogra-

Obr. 268 b.



Temnice pro fotografy.

řekým přiměřenější jest zařízení, jaké obr. 268. *b* znázorňuje. Zde jest zadní strana posouvateľná a mimo to i roura dopouští, aby čočky m a m' do určité vzdálenosti přivedeny byly.

Přístroj tento může býti také tak přeměněn, že k okreslování krajinek se hodí.

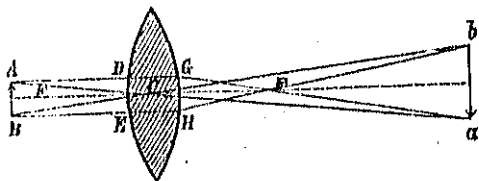
* Čím blíže přichází předmět na jedné straně k čočce, tím více (ač menší měrou) vzdaluje se obraz jeho na straně druhé od čočky, při čemž velikosti mu přibývá.

Přišel-li předmět tak blízko k čočce, že vzdušný obraz jeho co do velikosti se mu vyrovná — což při čočkách o malé dálece ohniska dlouho se nestane — tož bude další přibližování čočky k předmětu míti za následek, že obraz sic ještě převrácený, ale větší a u větší vzdálenosti se objeví, nežli předmět sám jest. Blíží-li se poněkud předmět ještě více k ohnisku, roste velikost i odlehlost obrazu velmi rychle.

§. 236. Obraz předmětu, který blíže ohniska za dálkou jeho jest postaven.

Hlavní paprsek AC (obr. 269.) jde čočkou nezlomen směrem Aa ; rovnoběžný paprsek AD láme se v ní směrem DG ku kolnici, směrem pak GF od kolnice do ohniska F , tak že v a s paprskem hlavním se spojí,

Obr. 269.



Předmět a vzdušný obraz jeho.

obraz bodu A vytvoří. Týmž způsobem protínají se také v b paprskové BC a BE . Jest tedy ab obraz předmětu AB .

Z tohoto zobrazení vysvitne následující zkouškami dokázaná věta:

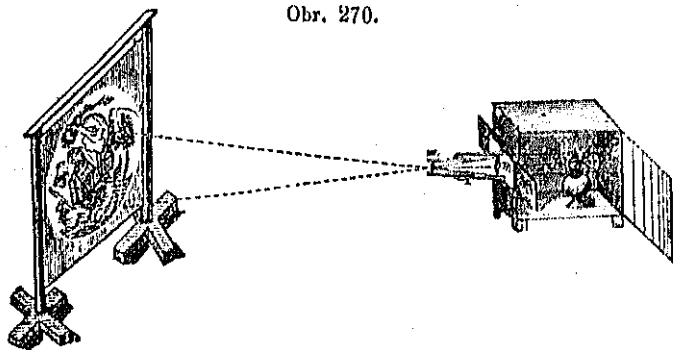
Nachází-li se předmět poblíž ohniska, avšak za délkou jeho, padá zvětšený a převrácený obraz jeho daleko za druhé ohnisko.

Mnohý z vás viděl již zajisté buď ony barevné a osvětlené obrazy, které hoši na stěně vytvářejí, aneb tak zvané *obrazy mlhavé*, které v divadlech na průsvitavých oponách ukazovány bývají. Obrazy ty a takové jsouce podobnými výtvořry jako ab , který na obr. 269. spatřujeme, bývají kouzelnou svítilnou vyluzovány.

* Kouzelná svítilna (Laterna magika).

V plechové skříni stojí lampa L (obr. 270.), kterou se obraz m na skle průhlednými barvami malovaný, osvětluje. V přední stěně zasazena jest roura se dvěma spojnými čočkami m a m_1 . Deska, na které obraz malován, zašoupne se hlavou dolů do skuliny pro ni

Obr. 270.



Kouzelná svítilna.

schvalně upravené za čočku spojnou m , tak aby blíže ohniska, avšak za délkou jeho se nalezala.

Dle věty právě odvozené dává předmět tento obraz vzdušný zvětšený i převrácený, který buď na bílé stěně, buď na zásloně se zachycuje. Ješto však zvětšením obrazu vzdušnému světlosti ubývá, dlužno předmět co možná nejvíce osvětliti, k čemuž zrcadlo duté, v jehož ohnisku lampa *F* hoří, dobře slouží.

Při vyluzování obrazů mlhavých osvětlují se předměty buď světlem elektrickým, buď tak zvaným světlem Drumondovým. Obě světla jsou velmi vydatná.

Drumondovo světlo obdržíme, spalující opatrně směs z vodíku a kyslíku v tom poměru, v kterém vodu tvoří (viz §. 19.) a držíce v plameni tom sloupec křidy. Kterak světlo elektrické vzniká, bude později vyloženo.

Místo jediné čočky silně zakřivené brávdají se ku kouzelné svítilně obyčejně dvě čočky méně zakřivené a za sebou postavené, čímž úchylka sférická se zmenší a obrazu zřetelnosti přibude.

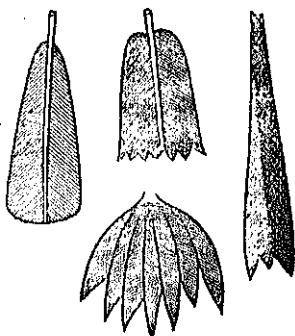
* Drobnohled slunečný.

Drobnohled slunečný spočívá na tomtéž základě jako kouzelná svítilna a slouží k tomu, aby předměty velmi malé, jichž pouhým okem dostatečně postřici nelze, valně zvětšené na zásloně vytvořoval. Někteří z vás byli snad přítomni, kdy se slunečným drobnohledem zkoušky se děly. Jak poučné jsou podobné pokusy! Dovídáme se tu, že nálevy, t. j. voda, která byla na rostliny neb na látky živočišné nalita, oživeny jsou nesčíslným množstvím jednoduchých zvířátek. Jsou to tak zvaní nálevníci (infusorio). Pokusy těmi nabýváme poučení o velmi umělém uspořádání kusadel hmyzu. Křídla motýlová objevují se co síť z jednotlivých žilek; která různobarevnými šupinkami (obr. 271.) na způsob tašek na střeše jest pokryta; na noze včely aneb pavouka viděti lze zřízení, kteráž umělecký pud

jejich jsou s to v skutek uvá-
děti a nad nimiž člověk žas-
nouti musí. Mimo jmenované
jsou ještě jiné výjevy, jež pod
drobnohledem v pravém světle
se nám jeví a kteréž neméně
poučují nás o tom, kterak i v
nejmenším výtvaru všemohou-
nost a moudrost Tvůrce se zračí.

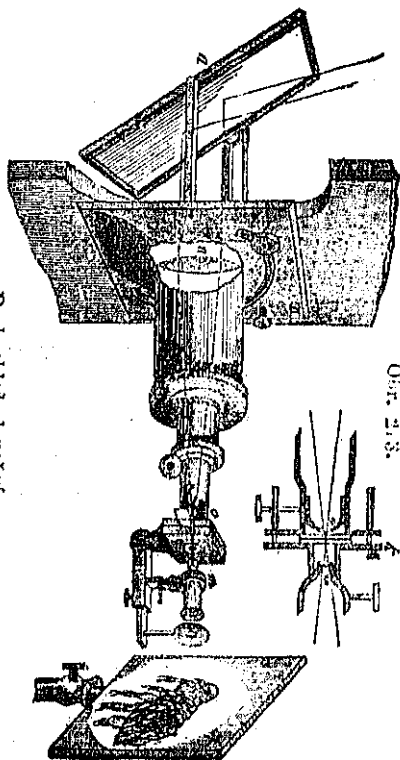
Od zrcadla *a* (obr. 272. a
273.), kterémuž pomoci šrouhů

Obr. 271.

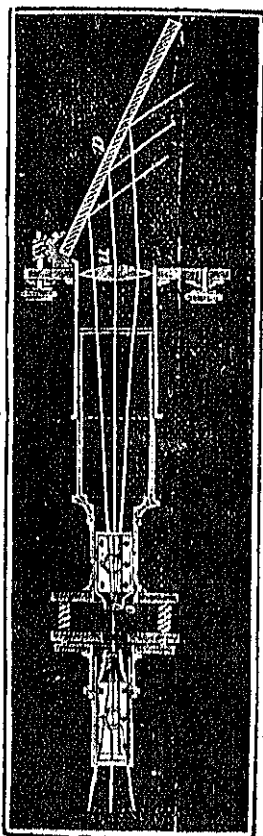


Šupinky z křídel motýlích.

Drobnohled slunečný.



Obr. 273.



Obr. 272.

dovolnou polohu dáti lze, odrážejí se paprskové sluneční a vcházejí otvorem v okenici do trubice mosazné ve směru vodorovném k okenici připevněné. Zde padají nejprvé na větší čočku n v ohnisku jejímu se sestředuji, čímž předmět, který v tomto bodu mezi dvěma skleněnými deskama vzhůru nohama leží, velmi vydatně je osvicen. Menší čočkou m , na blízku jejíhož ohniska se zmíněný právě předmět nalozá, způsobuje se dle věty z počátku přítomné odstavky vyložené veliký obraz vzpřímený i zvětšený, který na zásloně na proti postavené se zachycuje. Při pokusu tom dlužno okna komnaty pečlivě zastítni, aby tam žádné světlo nepadalo.

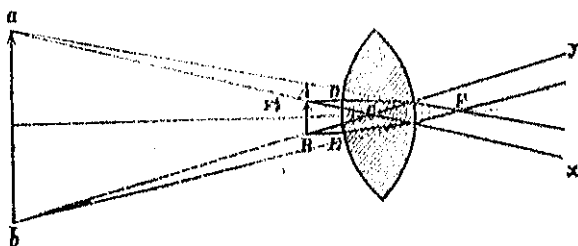
V drobnohledu plynovém bývá osvětlován předmět světlem Drumondovým, čímž nástroj tento zvláště k pokusům večerním přiměřeným se stává.

§. 237. Obrazy předmětův mezi čočkou a ohniskem položených.

Zbývá nám ještě, abychom seznámili se s případem pro praksi velmi důležitým, s případem totiž, kde hledíme na předmět mezi čočkou a jejím ohniskem položený.

Hlavní paprskové předmětu AB (obr. 274.) procházejí čočkou směrem Ax a Ay , aniž by lámali se. Paprskové rovnoběžní AD a BE lámou se podobným způsobem,

Obr. 274.



Kterak se tvoří domnělé obrazy čočkami spojujícími.

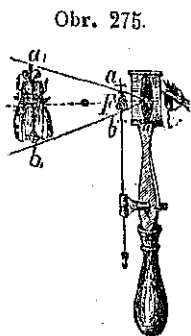
jaký jsme v předešlých výkladech seznali, a přicházejí do ohniska *F*. Oko klade pak opět obraz bodů *A* a *B* tam, kde rozbíhavé paprsky nazpět sbíhají se zdají, totiž do bodů *a* a *b*. Jest tedy *ab* obrazem předmětu *AB*.

Tim objasněna jest věta následující :

Čočka spojná ukazuje oku přiblíženému obraz předmětu, který mezi čočkou a ohniskem jejím se nachází, zvětšený, vzprámený a dle pošinutý.

Důležitá tato vlastnost čočky spojně činí ji nástrojem nevyhnutelně potřebným hodinářům, ryječům atd. mimo to i přírodovědcům. Čočky, které tento účel mají, nazýváme *čočkami zvětšovacími* čili *drobnohledy* (mikroskopy). Obr. 276. vypodobňuje podobné zřízení.

Rozeznáváme drobnohledy *jednoduché* a *složené*.



Jednoduchý drobnohled.

Drobnohled jednoduchý čili lupa.

Drobnohled jednoduchý čili lupa záleží z čočky spojně s ohniskem velmi blízkým a jest opatřena rohovou neb mosaznou obrubou, abychom ji snáze držeti mohli. Čím menší dálku ohniska má, tím silnějšího zvětšení se jí docílí. Jsou také čočky, které nemají větší dálky ohniska než půl čárky.

Samozřejmě, že se nesmí se zakřivením čočky jíti příliš daleko, jinak byly by následkem značné úchytky sférické obrazy nejasné. Kdo běží o zvláštní zvrubnost, dává se čočkám podoba nejlepší a brouší se z drahokamův na př. z diamantu, rubínu atd., které málo barvy rozkládají. (Srovnej §. 243.).

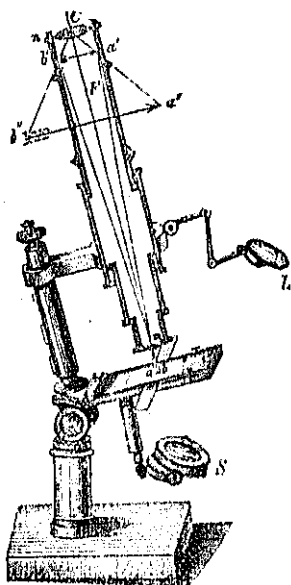
Mají-li předměty velmi malé blíže býti pozorovány, užívá se drobnohledu složeného.

§. 238. * Dívání se na obrazy vzdušné čočkami spojnými.

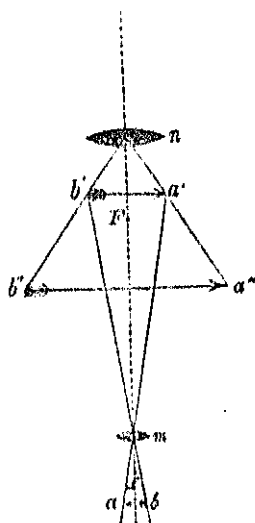
Drobnohled složený.

Drobnohled složený záleží nejméně ze dvou od sebe oddělených čoček, z nichž každá v mosazné neb papírové uvnitř očerněné trubici zasazena jest. Trubice můžeme dolů a nahoru posouvatí, čímž čočky do přiměřené polohy k sobě, jakož i k předmětu, na který se díváme, přivést lze. Předmět *ab* mezi dvěma tenkýma sklíčkama uzavřený, klademe na stolek, který pod drobnohledem se nachází (obr. 276.). Je-li trubice posouvateľná, jest stolek nehybný. Jsou však také drobnohledy, při kterých trubice nehybná, stolek však posouvateľný jest. V kteréž případnosti lze jej pomocí ořechu

Obr. 276.



Obr. 277.



Drobnohled složený.

na stojanu nahoru a dolů pohybovati a šroubem v přiměřené výši udržovati.

Aby pozorování pohodlněji diti se mohlo, dá se stolek při novějších drobnohledech i s trubici vřkol stěžejky (charnieru) točiti, jak to také obr. 276. ukazuje. Mimo to jest ve stolku okrouhlý otvor, kterým paprsky od dutého zrcadla s odražené procházeti mohou, předmět tak lépe osvětluje. Předměty neprůhledné osvětlovány bývají se shora pomocí čočky spojné L , v jejímž ohnisku jsou umístěny.

Je-li takto o přiměřené osvětlení předmětu postaráno, hledíme jedním okem — druhé se obyčejně přimhouří — do trubice, přibližujíc pomocí šroubu, který stranou se nachází, drobnohled k stolku aneb naopak stolek k drobnohledu, až zvětšený obraz předmětu, jež pozorujeme, co možná zřetelně uvidíme.

Povstalé zvětšení lze z obr. 277., který čočky v trubici se nalézající zvlášť představuje, snadno pochopiti. Čočka v dolním konci trubice zasazená silně zakřivená a malá zove se *předmětnicí* (objektiv) m ; hoření čočka, k níž oko těsně přiloženo, jmenuje se *očníci* (okular) n .

Předmět ab nacházejí se před čočkou n na blízku ohniska jejího f , dává dle §. 236. vzdušný obraz $a'b'$, který do vnitřku trubice padá. Na tento zvětšený již obraz $a'b'$ hledíme očníci (lupou), čímž dalšího se docílí zvětšení, tak že bude $a''b''$ obrazem předmětu. Vidíme tudíž drobnohledem složeným předmět převrácený sice, avšak znamenitě zvětšený.

Aby úchylnka sférická co možná se zmenšila, nacházejí se v trubici stínidla, která krajním paprskům přístup zabráňují. Rozložíme-li nějaký lepší drobnohled, shledáme zároveň, že jak očníce tak i také předmětnice z několika čoček složeny jsou. Jaký účel podobné spojení má, bude v odstavce 244. vyloženo. Zde toliko budiž podotknuto, že tím obrazy značné zřetelnosti nabývají.

Drobnohledy složené dopouštějí 300 až 1200násobného zvětšení, průměrného či lineárního.

Přírodopyt získal v drobnohledu spojení velmi mocného. Jemu děkujeme z větší části veliké pokroky, které nová doba učinila. Drobnohledem dovidáme se — uvedeme-li jen nejzřejmější příklady — že křída se skládá ze samých přejemných křemenných a vápenných skořápek živočichů dávno vyhynulých, že jest *plíseň* na chlebě a jiných pokrmech nad míru jemné pletivo rostlinné, že *kvasnice* (droždí), které, jak známo, při kvašení se tvoří, také podobný mají původ, že požíváním syrového neb nedovařeného masa vepřového dostávají se do těla lidského velmi nebezpeční hlístové, nazvané *svalovci* (trichini). Drobnohledem rozezná se přísně krev lidská od krve zvířecí a odkrývá se tím způsobem nejhroznější zločin.

Drobnohled prokazuje však i bezprostředně průmyslníku dobré služby, neboť při kupování látek může jej uchrániti před podvodem. Pomocí jeho lze na př. zcela dobře rozeznati ve tkanině vlákno hedvábné od vlákna lněného, bavlněného neb vlněného. Drobnohledem lze přijíti na stopu porušování (falšování) barviv, potravin, škrobu pšeničného škrobem bramborovým a j. v.

* O dalekohledu.

Dalekohledy (teleskopy) mají za účel, aby předměty, které samy o sobě sice veliké jsou, avšak pro přílišnou vzdálenost malé a nezřetelné nám se jeví, oku našemu v obraze větší a zřetelnější podávaly.

Upraveny jsou podobně jako složené drobnohledy. Rozeznáváme dalekohledy *zemské* a *hvězdářské*.

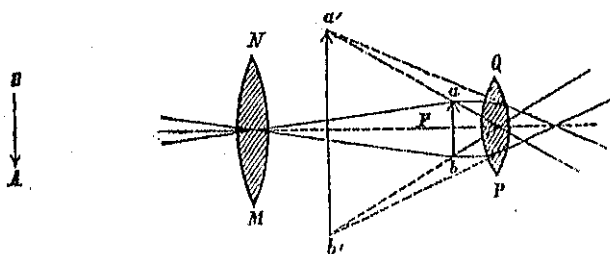
Dalekohled hvězdářský ukazuje vzdálené předměty zřetelně sice, však převráceně, což při pozorování těles nebeských a při vyměřování, ku kterémuž účelu se jich

také užívá, nijak nevadí. *Dalekohledy zemské* musejí podávati obrazy vzpřímené, ješto výhradně k zírání na krajiny a předměty pozemní slouží. K tomu konci připojuje se jim o několik čoček více, čímž jasnost obrazů jimi dávaných se umenšuje.

* O dalekohledu hvězdářském.

Dalekohled hvězdářský, dle nálezce svého také *Keplerův* zvaný, skládá se v podstatě tak jako složený drobnohled ze spojné očnice i předmětnice. Každá z nich zasazena jest ve zvláštní trubici uvnitř očerněné. Posouváním těchto trubic lze pak přiblížiti očníci ku předmětnici. Spůsob, kterým utvoří se přiblížený a zřetelný obraz předmětův, na něž hledíme, objasňuje obrázek 278. Obraz ab vzdáleného předmětu BA objevuje se

Obr. 278.



Základ dalekohledu hvězdářského.

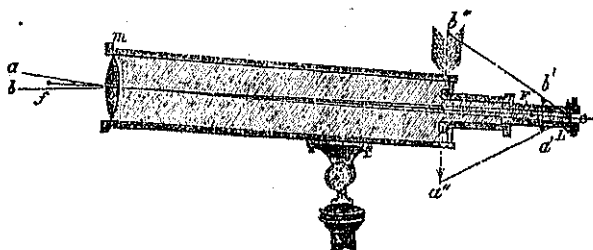
na základě §. 235. za ohniskem F předmětnice NM a sice tím blíže u ohniska, čím jest předmět dále od čočky.

Postavíme-li posunutím trubice očníci QP tak blízko ku obrazu, aby týž mezi ní a ohnisko její padl, spatří oko za očníci se nalézající převrácený geometrický (domnělý) obraz $a'b'$.

Zíráme-li skrze tento dalekohled na předměty pozemské, jako při vyměřování se stává, povytáhneme se

trubice, hledíme-li na předměty bližší, a zastrčí se, patříme-li na vzdálenější předměty, protože v první případnosti obraz vzdušný blíže k očníci padá, než v druhé. Obr. 279. vypořádňuje podobný dalekohled i s vrchní částí podstavce.

Obr.279.



Dalekohled hvězdářský.

Leží na snadě, že zvětšení, jehož dalekohledem se docílí, tou měrou roste, kterou dál ka ohniska předmětnice větší a dálka ohniska očníce menší se stává. Dákladné pozorování v této příčině učí, že číslo, které ukazuje, kolikrát dalekohled zvětšuje, obdržíme dělicí dálku ohniskovou předmětnice dálkou ohniskovou očníce.

V dalekohledu hvězdářském musí býti nejméně dvě čoček. Aby však zřetelnost obrazu se zvýšila, nacházíme v nich obyčejně čoček více nežli dvě.

V dalekohledu zemském musí býti mimo to ještě nejméně jedna čočka, kterou obraz se převracuje, aby předmět vzpřímený byl spatřován.

* Kterak poznati lze zkusmo, jak silně dalekohled zvětšuje.

U dalekohledů, které mírně jen zvětšují, poznáš zvětšování takto: Obrat podobný dalekohled na plochu rozdělenou na pole na p.ř. na střechu pokrytou taškami a hled jedním okem skrze dalekohled, druhým na střechu. Spatříš takto zvětšený obraz jedné tašky vznášející se před taškami, jež prostým okem vidíš. Spočítáš-li nyní,

kolik jednotlivých tašek, jež přímo spatřuješ, přikryto jest vznášející se taškou zvětšenou, vyhledal jsi tako zkusmo a dosti zvrubně číslo, které ukazuje, kolikrát dalekohled zvětšuje.

Čím silněji dalekohled zvětšuje, tím menší bude zorné pole čili prostor, který dalekohledem na jednou spatřujeme a tím méně bude obraz osvětlen.

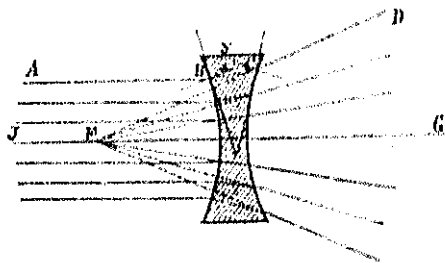
O čočkách rozptylovacích.

§. 239.

V předešlých odstavkách vyložil jsem vám zařízení všech téměř nástrojův optických, při čemž jsem toliko o čočkách spojných mluvil. Ačkoliv upříti nelze, že tyto čočky při všech optických nástrojích do popředí vstupují, tož nesmí se předece užitek, který čočky *rozptylovací* poskytají, zneuznávat. Následujícími výklady hodlám vám spůsobnost jejich objasniti.

Paprsek AB (obr. 280.) láme se ke kolmici Bx a prochází čočkou ve směru BC . Přišed do bodu C , láme se od kolmice Cy a vychází směrem CD ze skla.

Obr. 280.



Domnělé ohnisko rozptylky.

Ješto každý paprsek rovnoběžný podobnou dráhou se běře, rozbíhají se v rozptylkách všecky paprsky a

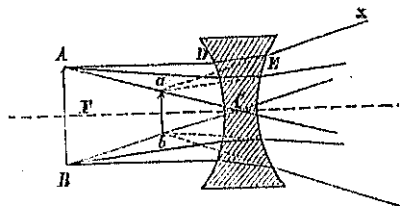
oku, které na té straně čočky se nachází, kde středobod její G leží, zdáti se bude, jakoby vycházely z jediného bodu F . Bod ten slove *zdanlivé* čili *domnělé* ohnisko.

§. 240. Kterak rozptylky předměty zobrazují.

Skla zmenšovací.

Rozptylky nepodávají žádných skutečných než toliko zdanlivých čili geometrických obrazův. Účinek jejich podobá se tudíž účinku zrcadel vypuklých.

Paprsek hlavní AC (obr. 281.) prochází čočkou, aniž by se zlomil. Rovnoběžný paprsek AD prošed
Obr. 281.



Zobrazení předmětův rozptylkami.

čočkou směrem DE , vychází z ní směrem Ea . Oba paprsky pak, jakož i jiné, které mezi nima leží, z A vycházejíce, stopuje oko směrem, kudy do něho se dostaly, a spatří v a obraz bodu A . Podobně jest také b obraz bodu B . Neuzří tedy oko předmětu, než místo něho domnělý obraz jeho ab .

Lze tudíž tvrditi:

Rozptylky dávají vzpřímené, zmenšené a sblížené obrazy předmětův před nimi se nalézajících.

Za tou příčinou lze nazvati rozptylky také *skly zmenšovacími*. Ješto předměty oku sblížené ukazují, užívají jich krátkozracl, aby lépe viděli (viz záze §. 249.).

Domnělé ohnisko rozptylky vyhledáš, hledíš-li čočkou na písmo vzdáliv jí tak daleko od něho, až je v polovičné skutečné velikosti spatříš. Písmu jest pak v domnělém ohnisku čočky a vzdálenost její od písma dává domnělou dálku ohniska jejího.

§. 241. Dívání se na vzdušné obrazy vzdálených předmětův rozptylkami.

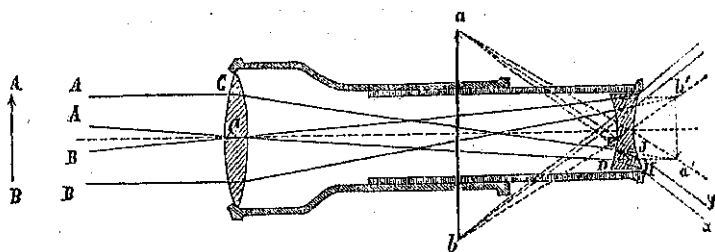
Divadelní kukátko a polní dalekohled.

Čoček rozptylovacích užívá se k hotovení čoček achromatických, o kterých později budeme rozprávěti, také zhusta při sestavování jednoduchých dalekohledů totiž *divadelních kukátek a dalekohledův polních*.

Obou užívá se velmi často a jsou podobně sestaveny s tím toliko rozdílem, že kukátko divadelní k ozbrojení obou očí slouží, kdežto dalekohled polní tak jako jiné dalekohledy pouze pro jedno oko určen jest.

Záležejí z dvojevypuklé (spojné) předmětnice C a z dvojduté (rozptylovací) očníce E . Prvnější vrhá, jako u všech čočkových dalekohledův se děje, obraz vnějšího předmětu AB do vnitř trubice. Dříve však, nežli vzdušný obraz tento $a'b'$ povstane, zachytí rozptylka slabě sbíhavé paprsky jeho způsobující, že objeví se oku skrze ni hledicimu vzpřímený zvětšený obraz ab .

Obr. 282.



Divadelní kukátko.

Obr. 282. znázorňuje chod paprskův jakož i povstání zvětšeného obrazu. Hlavní paprsek AC , padáje na rozptylku v bodu D , láme se více od osy nežli rovnoběžný paprsek AG , který v E čočku stíhl. Za tou příčinou rozbíhají se paprskové směrem Hw a Iy a oko za

čočkou se nalezající klade bod předmětu A do a . Týmž způsobem povstane v b obraz bodu B a ab jest pak obraz předmětu AB .

Jednoduchý tento dalekohled zvětšuje 4—20 násobně (zvětšení lineární) a má je jen málo čoček, ukazuje proto velmi zřetelně.

Vynalezen byl l. 1600 v Holandsku a téměř současně od Galileiho v Itálii, proto slovo i *Holandským* i *Galileovým* dalekohledem.

Jím odkryl veliký přírodopytce Galilei měsíce Králomocovy, kruh Hladoletův a skvrny ve slunci.

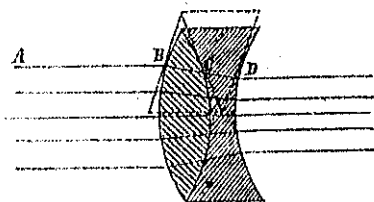
* *Dvojčočky záležející ze spojky a rozptylky.*

§. 242.

Spojme-li čočku spojnou s rozptylkou, zrušíme účinek obou čoček buď z části, buď docela, dle toho, zda-li rozptylka paprsky o též anebo podobný úhel od osy odchyluje, o který je čočka spojná k ose byla přichýlila, což závisí na poměru, ve kterém povrchy jejich jsou zakřiveny.

Obr. 283. ukazuje spojení dvou čoček, kde účinek jedné účinkem druhé čočky úplně se ruší.

Obr. 283.



Dvojnásobná čočka.

Paprsek AB láme se totiž ve spojně čočce do BC . Zde vychází do vzduchu, mělby ještě více k ose se

přichýlíti, avšak než se to stane, dopadá paprsek na čočku druhou, která jej tímž způsobem, kterým dříve k ose zlomen byl, od osy odchyluje a tudíž v bodu D do původního s osou rovnoběžného směru přivádí.

Samozřejmo, že jen tenkrát nabude paprsek původního směru svého úplně, jsou-li čočky, které se dotýkají, stejně zakřiveny a z téže látky vybroušeny. — Při tom myslíme si, že jest tloušťka čoček dosti malá a protož neberme zřetel na její působení.

Je-li však jedna z obou čoček stejně zakřivených — dejme tomu, že rozptylka — zhotovena z látky, která silněji světlo láme, tož objeví se co společné působení jich, že paprsky rozptylují.

Otělili-li bychom naopak, jakož obyčejně se stává, spojením dvou čoček (spojky a rozptylky) docíliti účinku, jaký má čočka spojná, musíme patrně čočce spojně větší dáti zakřivení než rozptylce.

Avšak k jakému účelu sloužiti má spojení čoček, jichž účinkové vzdájemně se ruší? Následující úvaha nám vše objasní.

* *Úchylka barevná.*

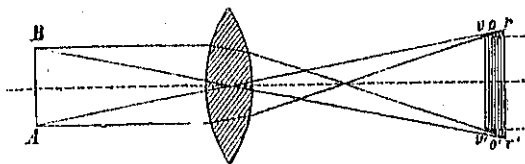
§. 243.

Když rozprávěti jsme o lomu paprskův procházejících hranol (§. 222.), upozornil jsem vás na rozklad barev.

Ješto však čočky nic jiného nejsou než hranoly, jichž úhlové lomu čím dále k okraji tím větší se stávají, vysvítá, že také spojky světlo slunečné rozptylují, t. j. na jednotlivé barvy rozkládají. Obrazy vytvořené čočkami jsou tudíž rovněž olemovány barvami, jako obrazy, které spatřujeme skrze hranol.

Hledíme-li skrze čočky, nabudeme přesvědčení, že obrazy skutečné (vzdušné) mají obrubu barvy červené (pomorančové), obrazy zdánlivé pak jsou fialově olemovány. Výkres 284. znázorňuje, kterak pomocí čočky vytvoří se obraz vzdušný, břeňme-li ohled na rozptylování barev. Obraz bezbarevného, tedy bílého předmětu, AB neobjeví se jednoduchý, nýbrž následkem rozličné lomnosti paprskův v slunečném světle obsažených povstane tolik za sebou postavených obrazův, kolik rozličně lomných druhův paprskův ve světle slunečném se vyskytá.

Obr. 284.



Výklad obruby barevné.

Paprsky nejlomnější dají obraz fialový, jemu nejbliže a dále od čočky objeví se modrý, za ním zelený, žlutý, pomorančový a červený obraz. Mezi nimi leží pak obrazy rozličných odstínův vidma barevného. Obraz fialový vv' jest, jak z výkresu patrné, nejmenší; žlutý, pomorančový oo' jest již větší, červený obraz rr' pak největší.

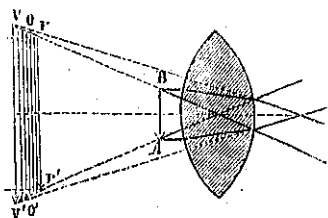
Oko, které před těmito obrazy dle, spatří vnitřní část povstaleho obrazu, totiž onu, kde veškeré barevné obrazy se kryjí, beze vši barvy. Kde však červené, pomorančové a žluté obrazy vynikají nad ostatní, tedy na okraji obrazu, tam objeví se tento obraz červeně a pomorančově olemovaný.

Předměty barevné dávají také obrazy barvami přiměřenými lemované, protože veškeré přirozené barvy jsou barvami složenými.

Obr. 285. podává nám vysvětlení, kterak modro-fialová obruba obrazův zdánlivých se tvoří. — Každá

taková obruba barevná před-
mětův, na které hledíme,
překáží, čímž obrazy jejich
nezřetelné. Kteráž vada
slove **úchytkou barevnou**
čili chr omatickou. (Úchyl-
ka paprskův za příčinou
rozkladu barev).

Obr. 285.



Výklad obruby barevné.

U čoček k hotovení nástrojův optických sloužitých
musí se vadě této odpomoci z téže příčiny, pro kterou
i úchytku sférickou odkliditi potřeba kázala.

§. 244. Čočky achromatické.

U žití jich v dalekohledech.

Dollond byl prvý, kterému r. 1755 podařilo se
sestrojiti čočku achromatickou, cožku totiž, která sie
světlo láme, ale na jednotlivé barvy ho nerozkládá. Kterak
si při vynálezu tomto asi počínal, hned uvidíme. Spojil
čočku sběrací s čočkou rozptylovací. Spojka i rozptylka
byla z jiného druhu skla; na spojku vzal totiž sklo
korunové, na rozptylku sklo flintové. Abyste účinek
podobných dvojčoček, o kterých již v §. 242. zmínka
byla učiněna, jasně poznali, služič následující úvaha.

Mysleme si obě části čočky z téhož skla vybrou-
šené. Mělo-li by se jimi zlomení paprsku docíliti, musila
by být čočka sběrací více zakřivená, čímž větší moci
lámavé nabude než rozptylka. S větším tímto účinkem
v příčině lomu dostavil by se však zároveň větší účinek
v příčině rozkladu barev. Patrně, že by se takovému
spojením čočky achromatické nedocílilo.

Při sestavování čoček úchytky barevné prostých
dlužno tedy oba druhy z jiného skla zhotoviti, tak aby
při rovné moci lámavé (lámavosti) nestejná byla jich

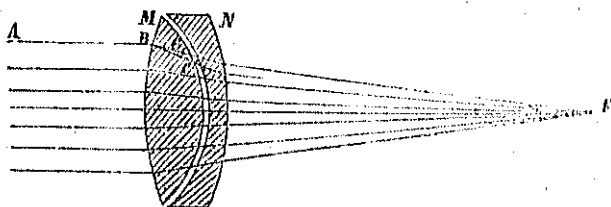
schopnost v příčině rozkladu barev, neboť jenom tak lze zbavit se barvitosti a přece zlomení paprsku docíliti.

Trvalo to dlouho, nežli přiměřená látka byla objevena, ješto tehdaž předsudek panoval, že mají-li rozliční druhové skla větší lámavost, že dávají také tou měrou širší vidmo barevné a naopak, stává-li se lámavost menší, že i šířky vidma ubývá. Teprv když Dollond se sklem flintovým (olovnatým) pokusy čině, mylnost tohoto učení iznal, přikročil ku zhotovování čoček achromatických a vynález pro stavbu nástrojův optických předůležitý byl odměnou jeho snažení.

Podarilo se mu totiž z čočky dvojevypuklé ze skla korunového a dvojduté rozptylky ze skla flintového, z nichž první více byla zakřivená než druhá, sesaditi čočku, která světlo lámala, avšak na barvy ho nerozptylovala.

Obr. 286. ukazuje možnost čoček, které barevnou ichyilkou obtíženy nejsou.

Obr. 286.



Čočka aplanatická.

Podobného spojení často se užívá. *M* jest dvojevypuklá spojka, *N* vypuklodutá rozptylka. Paprsek *AB* se v spojce *M* nejenom k ose láme, ale i na barvy luhové rozkládá. Rozptylka *N* má účinek opáčený; snážíť to totiž svazek barevných paprskův *BC BC'* rozkladem paprsku *AB* povstalý od osy odchýliti, při čemž zároveň v příčině rozkladu barev ve směru opáčeném působí.

Má-li však rozptylka při rovné moci, kterou paprsky láme, větší moc, jižto je na barvy rozkládá, pak bude míti při rovné rozkládavosti menší lámavost, t. j. ona paprsek o tolik od osy neodchýlí, o kolik byl první čočkou k ose přichýlen. Tak se stane, že něco z účinku, ježž čočka spojná provedla, zbude a paprsek prošedší oběma čočkama se předce zláme, aniž by při tom na barvy duhové se rozložil.

Také na obě čočky dvojíuté ze skla flintového mohou přiloženy býti čočky dvojevypuklé ze skla korunového, jakož vůbec při hotovení čoček achromatických mnohé změny možny jsou.

* Čočky aplanatické.

Zřetelnost obrazů čočkami vytvořených zvyšuje se valně zrušením úchylky chromatické. Přiměřeným vybroušením dvojčoček achromatických lze se zároveň uvarovati i úchylce sférické, která ještě více překáží, než úchylka barevná. Čočky, u nichž jak sférická, tak i chromatická úchylka se vši možnou úplností uklizena jest, slovou **čočky aplanatické** (tolik co nechybné). Obr. 286. představuje čočku aplanatickou, ješto tam všecky paprsky v jediném bodu se hromadí.

Jak sférické tak i také chromatické úchylky nelze se zbaviti úplně ani tenkrát, když nejmělejších poměrů v zakřivení čoček se užije.

Předmětnice v dalekohledech i drobnohledech bývají obyčejně aplanatické. Užitím vynálezův v oboru achromatismu učiněných přivedl obzvláště Fraunhofer dalekohledy k nynější jich dokonalosti. Za našich dob nejsou dalekohledy, které 2000krát zvětšují, a při tom zřetelně ukazují, žádnou vzácností více.

Aby se zhotovovaly dalekohledy, které by ještě více zvětšovaly, tomu staví se na odpor obtíže u vyrábění skloviny dostatečně veliké, veskrz stejnorodé a všech oblak a pruhů prosté. Čím větší jest

množství skloviny, tím dále to trvá, nežli vychladne. Chladne-li však roztavené sklo pomalu, nabývá slohu krystalovitého, čímž umenšuje se schopnost jeho propouštětí světlo ve všech směrech rovnou měrou.

Dalekohledy pouze z čoček složené slovou *čočkové* či *refraktory* (lomiče). Mimo to jsou ještě jiné, u kterých vedle čoček i dutých zrcadel se užívá. Takové dalekohledy nazývají se *zrcadelné* čili *reflektory*. Užívá se jich zvláště tenkrát, kde se silného zvětšení a při tom značné jasnosti dosíci chce.

D. Ústroj zraku.

O zření.

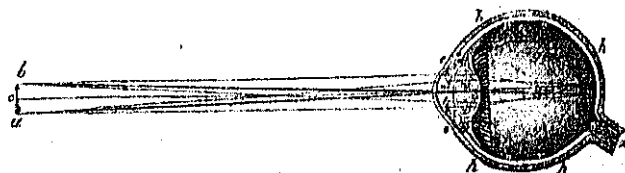
§. 245. O oku lidském.

Nesmíme nauku o světle ukončiti dříve, dokud bychom pozornost svou nevěnovali divupnému zřízení lidského oka.

Ústroj tento převzácný ochraňuje příroda již zvenčí před rozličnými škodlivými vlivy. Uloženo jsouc v kostěné dutině oční, jest ve všech směrech pohyblivo. Víčka s brvami chrání je před prachem i před účinkem přílišného světla, obočí pak zadržuje pot s čela kanoucí.

Kulovitá *bulva* (jablko oční, zenice) obr. 287. potažena jest pevnou, tvrdou na přední straně průhlednou, na zadní straně bílou, neprůhlednou blanou. Menší

Obr. 287.



Oko.

část její průhledná, vypuklá nazývá se *rohovka cc*, větší část neprůhledná *hh* slove *bělina*, blána *bílá* neb *tvrdá*.

Za rohovkou leží barevná z útloučných vláken utvořená *duhovka ii*, v jejímž prostředku nalezá se otvor *w zřetelnice* (panenka neb pupilla) zvaný.

Podle barvy, kterou má duhovka, nazýváme lidi modrookými, černookými atd. Za jasného světla se stáhnutím duhovky zřetelnice zužuje, za slabšího světla pak zřetelnice se rozšiřuje. Jest tedy duhovka zaslonkou, kterou množství do oka vnikajících paprskův se řídí. Za zřetelnicí uložena *čočka křišťálová v*, která zavřena jest v pouzdře průhledném.

Pod bělinou nachází se blána *cevná č. cevnatka x*, která jest černohnědá, a na jejíž vnitřní straně blodě červenavá *sítlice n* rozšířena jest. Sítlice jest tkanina z jemných vláken rozvětvením zrakového nervu povstalá. Ona přijímá dojmy světlové a přivádí je pomocí *zrakového nervu z* do mozku.

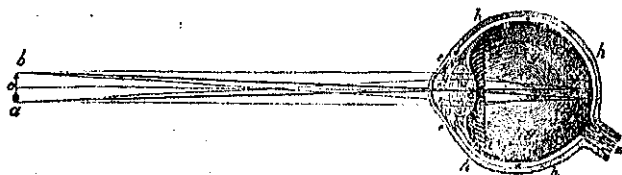
Prostor mezi čočkou, která v živém oku těsně k duhovce přiléhá, a rohovkou vyplněn jest čirou, poněkud slanou kapalinou, nazvanou *mokem vodnatým w*. V prostoru pak mezi čočkou a bělinou nachází se průhledná látka rosolovitá, tak zvané *těleso sklovité čili sklina g*.

§. 246.

V předešlé odstavce popsal jsem vám velmi umělý ústroj zrakový. Nyní hodlám zření čili vidění samo vám vyložiti.

Tak jako na zadní straně temnice, zlomením paprskův v čočce spojné, věrný obraz předmětů vnějších se vytvoří, právě tak lámou se paprsky z předmětu *ab* vycházející pomocí moku vodnatého, čočky křišťálové a sklíny

Obr. 287.



Oko.

vytvorující na sítnici zmenšený převrácený obraz *a'b'*. Kterýž účinek světla na sítnici donáší se ihned mozku prostřednictvím nervu zrakového. Jakovým však způsobem mechanický dojem světla přechází v duševní nazírání předmětu, zůstává nám lidem tajemstvím jako všechny podobné pocity duše.

Ještě dlužno mi některé otázky zodpovídati. Někdo tázal by se na př. po příčině, proč vidíme předměty přímo, kdežto obrázek na sítnici převrácený jest? K otázce té sluší následující dáti odpověď: Příčina leží v návyku, obzvláště však v tom, že nezáhráme na obraz na sítnici než na předmět mimo nás a že příčinu dojmu světlového, tedy předmět tam hledáme, odkud účinek přichází.

Jiná otázka, kterou taktéž zodpovídati lze, byla by: proč novídme dvěma očima předměty dvojnásobně? — Jsou-li oči zdravé a užívá-li se jich řádně, stihnou totiž paprsky světlové z toho kterého předmětu vycházející souhlasné body sítnice obou očí tímtož způsobem a touže dobou, z čehož jde, že světlové nárazy obou obrazův splývají v jediný pocit. Stav očí, v kterémž těchto podmínkách dosti se nečiní, způsobuje vidění dvojitě, což stává se, jak známo, jestli že jedno oko ke druhému poněkud se pošine, jako na př. při šilhání.

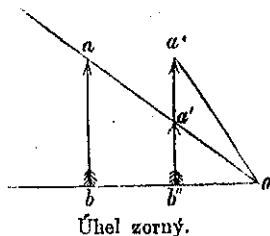
§. 247. Kterak oko velikost, vzdálenost a tělesnost věci poznává.

Velikost, vzdálenost a tělesnost věci poznáváme sice očima, ale teprv následkem rozličných úsudků ze zkušenosti vzatých.

Velikost předmětu záleží na úhlu, jež činí přímky od krajů jeho k oku vedoué. V předeházejícím obrazei

287. jest to úhel aob . Kterýž úhel tak řečený *úhel zorný* nerozhoduje však sám o sobě, ješto při rovných úhlech zorných i na vzdálenosti předmětu velikost jeho závisí. Za tou příčinou mohou míti předměty při rovných úhlech zorných předměte rozličnou velikost a naopak při rozličné velikosti týž zorný úhel. Příklad podává nám obr. 288.

Obr. 288.



Úhel zorný.

Oko o spatřuje nestejně šípy ab a $a'b''$ v tomtéž zorném úhlu aob , kdežto naopak šíp $a''b''$ má větší zorný úhel nežli rovně velký avšak vzdálenější ab .

Soudíme-li pouze ze zorného úhlu na velikost předmětu, bude soud náš křivý. Úkazy podobné zoveme *optickým klamem*. Stojíme-li před dlouhým stromořadím, zdá se nám, jakoby se vzadu sbíhalo. Každý z vás znamená zajisté také, kterak vycházející měsíc značně větší se nám býti zdá, nežli když vysoko na obloze stojí. Také to spočívá na optickém klamu, neboť měsíc, vystupuje nad obzor, ani velikosti, ani vzdálenosti své od země nemění. Mohl bych ještě mnoho jiných příkladův optického klamu podati.

Vzdálenost předmětu odhaduje se dle většího neb menšího namáhání, kterým obě osy oční na předmět se naměřují. Ostatně zdají se nám nezřetelné a tmavé předměty vzdálenějšími býti, nežli zřetelné a jasné.

Tělesnost konečně poznáváme pomocí většího neb menšího osvětlení ploch předmětu, pomocí stínu, obzvláště však tím, že oběma očima na předmět se díváme.

Každé oko podává podle stanoviska svého jiný obraz předmětu na blízkou se nacházejícího, oba obrazy spojují se pak a teprv celkový dojem jich poskytlá nám názor tělesnosti.

Pomocí stereoskopu (tělohledu) lze toho docílit, že dva poněkud rozličné obrazy, na které hledíme, v jediný splývají a my takového názoru nabýváme, jako bychom skutečný tělesný předmět měli před sebou.

Dítě ohmatává každý předmět rukama a nabývá poněkud pravé představy o velikosti, vzdálenosti a tělesnosti předmětů. A tak zvykem, častějším nazíráním předmětu, jakož i porovnáváním toho, co vidíme, s představami, kterých jinými smysly, jako na př. hmatem, nabýváme, ustaluje se úsudek náš o zmíněných poněťích. Vůbec jest cviku potřeba, abychom rychle a snadno o velikosti, vzdálenosti, tvaru a poloze toho, co vidíme, souditi mohli.

Tato poněkud nabytá schopnost člověka, kterou správných úsudků o dotčených právě poněťích podává, jmenuje se *míra od oka* (Augemaß). Průmyslník, kterému často se naskýtá příležitost rozměry předmětů stanoviti, jen poněkud bedliv jsa, dospěje v krátké době tak daleko, že pouhým pohledem rozměry dosti určitě udává.

Podmínky zřetelného vidění.

§. 248. O přispůsobivosti oka.

Z nauky o nástrojích optických víme, že obraz předmětů vzdálených při téže poloze předmětnice blíže k ní přistoupí, nežli obraz blízkých předmětů a že mají-li se dalekohledem předměty vzdálené tak zřetelně viděti jako blízké, očníci pošinou dlužno. Nuže, něco podobného nastati musí také v oku našem; neboť kdyby části oka, které světlo lámou, byly nepošinutelné, bylo by pak jako při dalekohledu nemožno, bychom předměty vzdálené s toutéž zřetelností spatřovali jako blízké. Jak vám však povědomo, vidí lidé zdravých očí do každé dálky stejně

dobře vyjímaje toliko přílišnou blízkost neb velikou dálku. Z toho následuje, že ony části oka, které k vytvoření obrázku na sítnici přispívají, k sobě pošinutelný býti musejí.

Skutečně nabývá rohovka, jak zevrubnými zkouškami dokázáno, většího neb menšího zakřivení, čočka se pomocí svalův v oku do předu i do zadu pošinuje, ano i sama sítnice se poloze obrazu přispůsobuje.

Blahočinnou tuto vlastnost oka zoveme *přispůsobivostí jeho*.

Oko nepřispůsobuje se však okamžitě; potřebuje k tomu jisté doby, byť i ne hrubě patrné. Následkem toho, hledíme-li upřeně do dálky, nejsme s to ihned na to blízké předměty zřetelně viděti a naopak. Čím zdравější a silnější oko, tím rychleji se přispůsobuje.

O normalné dálece zraku.

Krátkozrakost i dalekozrakost.

Přispůsobivost oka má své meze. Obyčejné písmo nejsme na př. s to v každé vzdálenosti bez namáhání čísti. Zdravé oko vidí předměty v dálece 8—10", kteráž vzdálenost nazývá se *zřetelnou* či *normální* (*pravidelnou*) *délkou zraku*. *Krátkozraký* musí písmo oku více přiblížiti, *dalekozraký* však je od oka vzdaluje.

Co jest příčinou krátkozrakosti a dalekozrakosti?

Za příčinu lze pokládati zevnitřní podobu oka, přede vším však vnitřní zřízení jeho.

Oko krátkozrakého bývá obyčejně z předu příliš vypuklé. Nezřídka mají také vnitřní části jeho, jako čočka a oba moky větší moc lámavou, nežli tytéž části oka zdravého. Tím stavá se, že paprsky dříve se spojují, nežli k sítnici dospěly. Obrázek padá tedy v oku osoby krátkozraké před sítnici.

Oko dalekozrakého je poněkud splasklé, kteráž závada má za následek, že obrázek blízkých předmětů, kdyby vůbec povstati mohl, teprv za sítnicí by povstal.

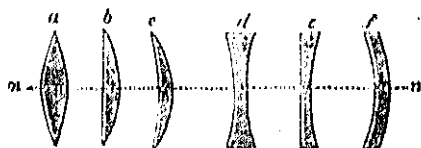
Ani v prvý, ani v druhý případnosti nelze oku zřetelně viděti.

Aby tedy *krátkozraký* vzdálené předměty viděl zřetelně, t. j., aby paprsky, které z předmětů do oka jeho padají, na sítnici v jednom bodu se spojovaly, musí užiti *čoček rozptylovacích* (brejlí). Těmito předejde se přílišná lámavost oka, čímž obraz dále postupně a tak na sítnici se dostane.

Dalekozraký naproti tomu dobře učiní, užije-li ku brejlím *čoček spojných*, aby sběravost oka, která zde příliš nepatrná jest, podporoval a tím způsobem obraz na sítnici přivedl.

Vraťme se k obr. 289, na kterém podoby čoček v průřezu sestaveny jsou; *f* vyznačuje rozptylku (meniskus, měsíček) hodící se na brejle pro krátkozrakého a *e* spojku

Obr. 289.



Čočky.

na brejle dalekozrakého. Znaménáme, že čožka *e* na straně vypuklé zakřivenější jest než na duté. Čožka *f* pak jest na jedné straně více dutá (vyhloubená) nežli na druhé vypuklá. Podoby ty hodí se k brejlím nejlépe. Oko vidí skrze ně totiž i předměty stranou ležící zřetelně. Rovněž zrcadlení skla, závada, kteráž by oku obtížnou býti mohla, uklidí se, pakli vnější plocha čožky co možná malé zakřivení obdrží.

Malé brejle s tlustou obrubou škodlivy jsou oku pro stín, který pouška vrhají. Skla dosti veliká s jemnými pouškami jsou nejlepší. Jedno jen oko sklem ozbrojovati neb stranou přes brejle hleděti taktéž očím škodlivé jest.

Ze skel barevných jen šedá (*London Smoke*) se doporučují, poněvadž jen tato všechny paprsky světlové jednotejně pohlcují a tak světlo denní mírní, což na oči onemocnělé velmi dobře působí. Skla zelená způsobují v očích náraz světla doplňovacího, totiž červeného, skla modrá však žlutého, což oku nemocnému velmi škodí.

Brejle vynalezl prý mnich Alexandr de Spina na počátku třináctého století.

Dalekozrakosti stářímu přibývá, ješto oko postupem let plošší se stává a moky oční lámavosti své poněkud pozbývají. Krátkozraký za tou příčinou naopak v stáří pokročilem dále vidí, zvláště cvičil-li oko své častěji hleděti do dálky. Krátkozrakost i dalekozrakost bývá také někdy následek návyku a tu pak není snadno užívati brejlí. Kdož jsi krátkozraký a způsobils vadu tu sobě hleděním na blízké předměty, cvič oko své zíraje po práci na vzdálené předměty; dalekozraký však necht pozorování předmětův blízkých nezanedbává.

Slabost zraku jest následek častého přepnutí síly ztečí. Slabozraký oči svých nenamáhá, ale přeje jim venku přiměřeného zotavení. Obzvláště škodí očím čtení neb práce při slabém osvětlení neb v soumraku, protože tu dvě sobě protivné činnosti na oku žádáme: má se totiž zřetelnice pro blízkost předmětu, na který oko upíráme, sevřítí a zároveň následkem slabého osvětlení rozšířiti.

§. 249. Mocnost dojnu světlového.

Čtáme při světle slunečném tak dobře jako při svíćce. Z toho lze nabyti přesvědčení, že se oko silnějšímu i slabšímu světlu přispůsobiti dovede. Sevřením neb rozšířením zřetelnice řídí si oko samo množství světla, kterého mu ku zřetelnému vidění potřebí. Za příliš

příkrého, jakož i za příliš slabého světla nelze člověku viděti.

Přijdeme-li ze světla denního do tmavé místnosti, nejsme v prvním okamžiku s to předměty rozeznávat. Dojmáno-li totiž oko po nějakou dobu světlem příkrým, pozbývá schopnosti pociťovati světla slabšího. — Každý náhlý přechod ze světla do tmy aneb ze tmy do světla škodí očím velice.

§. 250. Trvání dojmu světlového.

Vidíme blesk velmi zřetelně přes to, že nad míru krátce trvá, kdožto koule vystřelené z ručnice, která milionkrát volněji se pohybuje, zrakem postřici nelze. Patrně tedy, že doba, po kterou dojmy světlové trvají musejí, abychom o nich nabyli vědomosti, závisí na mocnosti světla. — Blesk objevuje se nám po celé dráze své od oblak až dolů jen proto, že každý dojem světlový ještě po několik okamžiků v oku potrvá, když byla příčina jeho sama pominula.

Tím způsobem vysvětlíme si také, proč žhavý úhel do kola otáčený ohnivý kruh způsobuje; proč nerozeznáváme ramen a zubů při rychlém otáčení kol; proč točíme-li kotoučem, na jehož jedné straně pták a na druhé klec vykreslena jest, vidíme ptáka v kleci (thaumatrop, divovrat) atd.

§. 251. Přehled.

Z předeslaných úvah vysvitá, že podmínky zřetelného vidění jsou následující:

1. Obraz předmětu padnouti musí na sítnici;
2. musí býti zřetelný,

3. nesmí býti příliš malý,
4. musí býti přiměřeně osvětlen.
5. Dojem světlový musí jakousi dobu na sítnici potrvati.

E. Přídavek.

O chemických účincích světla.

§. 252. Fotografie čili světlopis.

Rostliny vdychují kyselinu uhličitou rozkládající ji za světla denního na uhlík a kyslík. Uhlík podržují a k vybudování těla svého užívají, kyslík pak vydychují, do vzduchu vrací. Kterýž účinek chemický dlužno přičísti světlu. Jen vlivem světla nabývají rostliny barvy zelené.

Tak jako zde spolupůsobením světla barva se vytváří, tak jindy zas světlo barvy ruší. Roztok laky lupkové (šelaku) a jiné pokosty (fermeže) na světle blednou; látky na oděvech našich pozbývají barvy. Také dubové a mahagonové nářadí mění bez pochyby působením světla barvu svou.

Některé soli stříbrnaté, jmenovitě chlóríd, jódid a brómíd stříbrnatý, mají tu vlastnost, že na světle černají. Na tom zakládá se hotovení obrazů světlopisných.

Rozeznáváme *daguerrotypii* a *fotografii*. Dle prvního způsobu, který r. 1839 Francouz *Daguerre* vynalezl, vytvářejí se obrazy v temné komoře na postříbřených měděných deskách. Ješto však nyní způsobu toho se neužívá, nebudeme o něm dále šířiti slov.

Za našich dob zhotovují se obrazy fotografické dle návodu Francouze *Talbota* výhradně na papíře.

Pozorujme fotografa, kterak si při hotovení obrazů těchto počíná. Práce jeho rozpadává se ve dvě. Nejprv připravuje tak zvané *negativy*, obrazy opáčné, t. j. takové, na kterých světlá místa předmětu černě, temná pak jasně se spatřují. Zároveň jest na nich pravá strana levou a levá pravou. Pomocí negativů zhotovuje pak obrazy pravé — *positivy*.

Příprava negativů.

1. Fotograf poleje desku skleněnou jódovaným kolloidem t. j. roztokem stříbrné haviny ve smíšenině líhu a étheru, ku kterémuž některá sloučenina jódu a brómu byla se přičinila.

2. Deska, na které takto teninká blánka byla vytvořena, namočí se nyní do roztoku *stříbra* (dusičnanu stříbrnatého), čímž se na ní *jodid* a *brómid* stříbrnatý usadí.

3. Po té dá se do úzkého pouzdra (kasetty) a v něm do temné komory na ono místo, kde byla dříve deska z průsvitného skla. (Srovnej §. 235.). Zde padají z předmětů vnějších paprsky na desku v temnu připravenou. I bude změna, kterou způsobí paprsek ze světlého místa, na př. z obličejů, rukou, vyšedší jiná, nežli provedo paprsek, který z temné části předmětu, na př. z černého oděvu, dopadl. Jinými slovy: předmět zobrazí se v několika sekundách celý na desce.

4. Obraz není ještě viditelný; aby se vynořil, užívá fotograf tak zvané *vyvinovací kapaliny*, kterou se deska poleje. Bývá to *kyselina pyrogalová* (smahloduběnková) aneb kyselý roztok *skalice zelené*. Co světlo započalo, v tom kapalina vyvinovací pokračuje. Účinkováním světla povstanou totiž z uvedených solí stříbrnatých černé soli *stříbrnaté*, kteréž dvakrát více stříbra v sobě drží, než soli světlem nezměněné.

5. Až dosud komány byly veškeré práce v místnosti jen světlou osvětlené aneb v prostore, kam světlo denní toliko žlutým sklem vnikati mohlo. Nejsou totiž paprskové všech barev stejně mocní; paprsky žluté mění sloučeniny stříbra nejméně, paprsky fialové nejvíce. Aby nyní obraz i na světlo denní přenesen býti mohl, dlužno jej *ustáliti*. K tomu účelu užívá se *sirnatanu sodnatého*, který neproměnné soli stříbrnaté rozpouští i odstraňuje.

Připrava pozitivů.

Z negativů připravují se pozitivy způsobem následujícím:

1. Bílkovinou potažený (albuminovaný) papír namočí se nejprvé do roztoku *kuchyňské soli* (sloučeniny chlóru a sodíku) a pak do *dušičnanu stříbrnatého*, čímž na papíru bílý *chlóríd stříbrnatý* se vytvoří.

2. Podloží-li se nyní takový citlivý papír pod desku s průhledným negativem, otiskne se na něm obrázek pozitivný. Místa v negativu nejtmavější, na př. obličej, ruce, propouštějí na papír nejméně světla a pročež zůstanou části tyto více méně bílé. Místa nejsvětějšími (na př. oděvem), vniká světla nejvíce, následkem čehož papír pod nimi zčerná. Tak povstane obraz, na němž světlo i stín tak jest rozdělen, jako na předmětu samém.

3. Konečně *svrnutanem sodnatým* obraz se ustálí.

Částka šestá.

N a u k a o t e p l e.

A. Obecná poněti o teple.

§. 253. Co jest teplo ?

Jsme-li ve vytopené světnici, pravíme, že *jest nám teplo*, nazývajíce tu teplem milý *pocit* v nás vznikající. Říkáme také: *kamna jsou teplá* a míníme tím stav kamen, *stav*, ve kterém když tělo *jest*, příjemný *pocit* v nás vzbuzuje. Jindy opět tvrdíme, že *teplem taje sníh a led* a vyrozumíváme tu slovem *teplo příčinu změn čili výjevů*.

Podstatu tepla neznáme, lze však za to míti, že světlo a teplo jsou výjevy mechanických činností velmi příbuzných, ješto oboje všude se setkávají, podobným zákonům jsouc podrobeny. Dle domněnky učencův povstává světlo kmitáním čili chvěním étheru i jest velmi pravdě podobno, že také teplo povstává buď kmitáním nejmenších částíček hmotných čili atomů samých aneb kmitáním étheru, kterým každá částice hmotná jest obalena.

§. 254. Kterí jsou pramenové tepla ?

Jakoliv podstaty tepla neznáme, tož přece jsou prameny či zdroje tepla zovrubně známy.

1. *Slunce jest hlavním zdrojem tepla na naši zemi.* Čím hustěji a čím příkřeji dopadají paprskové jeho na

předměty pozemské, jakož i čím déle účinkují, tím více jsou s to otepliti je.

V ohnisku čočky spojné soustřeďují se nejen paprsky světla, ale i paprsky tepla, způsobující tam teplotu velmi vysokou. Bez spolupůsobení skla zapalovacího nejsou však paprskové sluneční s to ani v horkém pásmu zapáliti hmot obyčejně se vyskytávajících.

Čtvero počasí ročních povstává tím, že země polohu svou ku směru paprskův slunečních mění. V létě padají paprsky na severní polokouli příkřeji (kolměji) než v zimě. Čím šikměji paprsky sluneční dopadají, tím delší jest, jak známo, stín a tím menší oteplující moc jejich.

2. Slunce není však jediným pramenem, který tepla nám poskytlá. Sopky, z nichž ohnivá láva se vylévá, teplá a horká zřídla na tisíce místech ze země vyrážející, teplo v šachtách, ano již teplo sklepův našich v zimě: vše to poučuje nás, že i **země** naše své vlastní vnitřní má teplo.

3. *Děje chemické* tvoří jiný pramen tepla. Jeví-li dvě látky slučivost a spojí-li se následkem toho mezi sebou, vyvine se teplo. Zvláště objeví se teplo, pak-lnově utvořené tělo menší vyplňuje prostor, nežli součástky jeho před sloučením zajímaly.

Láh, kyselina sírová (olium), čerstvé pálené vápno atd. smí chány byvše s vodou, zahřívají se. Voda slučuje se dychtivě s vápnem tvoříc hydrat (vodan) vápenatý. Tím vybavuje se tolik tepla, že voda do varu se přivádí.

4. I *hoření* jest dějem chemickým a tudíž také pramenem tepla. Slučujeť se tu uhlík a vodík paliva (na př. dříví, uhlí atd.) neb svitiva (na př. loje, oleje, petroleje) s kyslíkem vzduchovým, při čemž světlo a teplo se vyvinuje.

Má-li hořlavina zapáliti se, musí dříve přivedena býti pomocí těla již hořícího, tedy teplo vydávajícího, na jistou teplotu (teplotu zápalnou). Aby pak hoření udrželo se, dlužno přiváděti k hořící látce potřebné množství vzduchu, ješto by jinak docela zaniklo aneb

nastalo by hoření neúplné, při kterém kouř se tvoří. Při hoření úplném slučuje se uhlík a vodík s kyslíkem vzduchu; prvnější na kyselinu uhličitou, druhý na vodu (vodní páry). Při hoření neúplném pak tvoří se vedle kyseliny uhličitě také mnoho kysličníku uhelnatého. V této poslední případnosti, vytváří uhlík s vodíkem rozmanité zplodiny destilační (destilace = překapování), jako dehet, dřevný ocet, a j. v., kteréž přecházejí, aniž by teplo vydávaly.

5. U hořlavín snadno zápalčivých může již působení mechanické, jako *tření, stlačení, ráz*, přivoditi zapálení.

Třením zapaluje se fosforová hlavička na sirkách (fosfor chytá při 60 ° C); křesáním (silným udeřením ocílkou o křesací kámen) odtrhne se drobek železa a zároveň vyvine se tolik tepla, že železo se rozžhaví jiskru vydá která na podložený troud padne a jej zapaluje.

Třením plodí se vždy teplo. Třeš-li jednu ruku o druhou, zahřeješ obě. Vysušené dřevěné nápravy, nejsou-li namazány, zapalují se jízdou. I železné zahřívají se a dlužno je taktéž mazati. Nebozezy, píly, pilníky se při práci oteplují. Soustružník ozdobuje jednoduché předměty z měkkého dříví černými kroužky tím způsobem, že je třením o klínovitě zašpičatělý kousek dřeva dubového na povrchu v uhel obrací.

Učenci znamenali, že kdykoliv mechanická práce byla vykonána, aniž by přiměřená užitečná práce (jako na př. pohyb hmoty, pozdvížení závaží) z ní byla vzešla, vždy teplo se objevovalo. A naopak kdykoliv tepla užito bylo k práci, jako na př. při parním stroji se stává, vždy část tepla zmizela. Ješto tedy mechanickou práci obrátiti lze buď v jinou mechanickou práci, buď v teplo, jako zase teplo převedeno býti může buď opět v teplo aneb v práci mechanickou: vyvozena z toho závěrka, že teplo a práce stejnorodé a rovnomocné jsou

veličiny. Zkouškami i počtem ustanoveno pak, že *kdyby množství tepla, kterého je třeba na zahřání 1 kilogramu (čili 2 liber) vody o jeden stupeň Celsiova teploměru, v hybnou sílu se proměnilo, vyzdvihlo by 424 kilogramů (čili 848 celných liber) ve vteřině do výše jednoho metru (nebo asi půl sáhu), což rovno jest práci 424 kilogrametrův.*

Poslednější číslo zoveme **mechanickou rovnomocninou tepla.**

Nezřídka přihazuje se *zapálení samovolné*. Jsou-li totiž hoblovačky, kůže, bavlna, vlna (zvláště namastěné odpadky obou těchto poslednějších látek), seno, len, konopě, mouka, obilí, ublí, atd. ve větším množství nahromaděny, začnou hnit, při čemž teplota s to jest dosáhnouti stupně tak vysokého, že časem celá hmota plamenem může zahořeti. Pročež uschováváme-li podobné látky, dlužno je častěji provětrávati.

I *teplo živočišné* povstává úkonem spalovacím, který v přechetných malounkých dutinkách plic jde před se. Nadbytečný uhlík a vodík krve tmavé stýká se zde totiž se vzduchem vdecháným. Spalováním obou povstává kyselina uhličitá a vodní pára, kteréž ještě se zbylým dusíkem vzduchovým z plic vydychujeme.

V zimě pozbývá tělo mnoho tepla. Za tou příčinou požíváme také v zimě více masa a mastných pokrmův, nežli v jiných ročních počasech, protože tyto pokrmy mnoho uhlíku a vodíku v sobě drží a tudíž při pochoďu spalovacím v plicích potřebné teplo mohou nahrazovati. Čím rychleji dýcháme, tím rychleji zmíněné látky v těle se spalují a tím více také se tělo ohřeje. Proto zahřejeme se rychlou chůzí aneb namáhavou prací. — Děti mají teplejší krev, nežli lidé starší. — Konečně také dovtipíme se, proč těžkou prací, zpíváním, hlasitým čtením neb mluvením, zimou atd. vyhladovíme a proč práce v sedě a teplo sprovázáno bývá tloušťkou těla a nedostatkem chuti k jídlu,

O šíření se tepla.

§. 255. Rozvádění tepla.

Vezmi jeden konec drátu, kterým punčochy se pletou, mezi dva prsty a drž druhý konec jeho do plamene. Brzy ucítíš patrné horko v prstech a přisvědčíš mi zajisté, dí-li, že drátem vedeno tu bylo teplo z plamene. Drž nyní podobným způsobem sirku do plamene. Každý z vás ví ze zkušenosti, že ač dřívko na jednom konci se vzňalo a plamen jeho až téměř k samým prstům našim se blížil, my nic z toho tepla nepocítujeme.

Z obou těchto rozdílných výjevův nabýváme přesvědčení, že železo lépe teplo vodi, než dřevo. Tých rozdíl lze znamenati také u jiných těl; v jedněch rozšiřuje se teplo od částice k částici rychle, u jiných zvolna. Prvnější slovou **dobří**, poslednější **špatní** tepla vodiči.

K dobrým vodičům počítáme kovy a sice v následujícím pořádku: stříbro (100), měď (73·6), zlato (53·2) mosaz (23·6), olovo (14·5), železo (11·9), ocel (11·6), olovo (8·5), platinu (8·4), pakfong (3·6), vismut (1·8). Přiložení čísla vyznačují poměr jich vodivosti.

K špatným vodičům patří: dřevo, uhlí, sláma, papír vlna, sníh, vzduch atd.

U prostřed mezi oběma druhy stojí: tvrdé kameny, sklo, porcelán atd.

§. 256. Kterak se dobrých i špatných vodičův užívá.

O dobrém i špatném rozvádění tepla uvéstí lze mnohé příklady z obecného života. Železná kamna, žehličky atd. jsouce dobrými vodiči, vydávají teplo rychle. V železných nádobách vaří se za touže příčinou voda rychleji, nežli v hliněných, v plechových pak dříve, nežli

v nádobách z litiny. Žehličky, pánve na kllh, lžice slevačské, kloště do ohně a jiné podobné nástroje opatřeny jsou dřevěnými rukojeťmi, aneb ovinuty jsou jich kovové rukojeti špatnými vodiči, abychem chopíce se jich, když jsou horké, rukou svých nepopálili.

Tim, že se odíváme do vlněných hustých šatův, do kožichův atd., chráníme tělo své před zimou, zadržujeme totiž teplo v těle. Koberce ochraňují nohy naše před zimou. Snadno uznáme také, jakého užítku poskytají zvířatům chlupy a peří a jaký prospěch přináší sníh osení našemu.

Střechy doškové a taškové jsou v zimě mnohem teplejší, než střechy kovové. Pokladny ohnivzdorné, totiž skříně železné, v nichž poníže papírové a listiny i za nejprudšího ohně zůstávají neporušeny, mají stěny vícekrát oddělené, mezi nimiž popel, vzduch a jiní špatní vodičové se nalézají. Lednice podzemní i nadzemní obkládány bývají rovněž špatnými vodiči, jako dřevěnými stěnami, prostorami vzduchem a popolem naplněnými, slamenými pokrývkami a zemí, aby i před slunečním teplem i před teplem země ochráněny byly. Sklepy na ležák zakládají se hluboko pod povrchem země, aby teplo slunce k nim přístupu nemělo, což by v malé hloubce státi se mohlo, ješto země není špatným, ale prostředním tepla vodičem. Led v malém množství zachová se nejdéle tím způsobem, dá-li se v hrnci do peřiu, které jsou špatným vodičem tepla. Dveře a otvory sklepů vinutých, studny a vodovody, jakož i stromy a keře obkládají se slámou a mechem, aby uchráněny byly před mrazem. Také parovody obklopují se špatnými vodiči (slámou, hlinou, pláští), aby pára horko své zachovala. Vzduch jest potud vodičem špatným, pokud nehybá se, v prostoru nějakém jest uzavřen. Za tou příčinou dlužno, aby dvojitá okna dobře přiléhala. Pro tuhou zimu zvláště poručena se činí okna jednodušá dobře přiléhající a tabulami dvojnásobnými, mezi nimiž nehybná vrstva vzduchu se nachází.

§. 257. Sálání tepla.

Stojíme-li na blízku horkých kamen, majíce obličej k nim obrácený, pocítíme horko někdy nesnesitelné;

držíme-li však knihu neb list papíru na způsob stínidla před sebou, zmírní se najednou teplo velice. V létě obtěžuje nás často veliké vedro, pokud jsme na slunci, vstoupíme-li však do domu anebo do stínu, zdá se nám teplota vzduchu zcela snesitelná.

Kteréž výjevy dokazují, že teplo přímo do dálky se rozšiřuje, aniž by vzduch, kterým prochází, dříve bylo ohřálo. Toto postupování tepla nazýváme **sáláním** neb **zářením** a teplo, které tím způsobem pocítujeme, **sálavé**.

Sálavé teplo se buď od těl odráží, buď se jimi rozptyluje aneb bývá jimi pohlcováno a lámáno. Bez lomu nebylo by soustřeďování tepla v ohnisku skel zapalovacích možno.

§. 258. Pohlcování tepla.

Tmavá, drsná a méně hutná těla pohlcují či vylkají teplo dychtivě; jsou však schopna také pojaté teplo v značné míře sáláním vypouštěti. Hmoty, které nejvíce teplo sálají, jsou (a sice v poměru přiložených čísel) následující: kopt (100), běloba (olovnatá, 100), voda (100), vyzina (vyzřelá, 91) sklo (90), tuha (grafit, 86) pokost (fermež, 72) atd.

Těla barvy světlé, těla leštěná a hutná odrážejí snadno paprsky tepla, přijímají zvolna teplo do sebe a když se byla ohřála, jsou s to jen v míře nepatrné pohlcené teplo opět vyzářovati.

Nejmenší schopností k sálání tepla nadány jsou kovy, jako stříbro, měď, mosaz, cín, ocel, železo, olovo atd.

Majíce toto na zřeteli, snadno vysvětlíme si mnohé výjevy obecného života. Proč nechávají se železná kamna drsná, ba, aby drsnost jejich se zvýšila, ještě tuhou se natírají? — Proto že drsný povrch sálavost

jejich zvyšuje. — Proč nevaří se voda v nových lesklých hrncích tak brzy jako v starých začazených? — Poněvadž plochy začazené snáze teplo pohlcují. — Z téže příčiny také železná kamna teplo vzduchu ve světlici velmi rychle opět do sebe vlykají. Světnice vychladne tak brzy, jak rychle byla vytopena. Závada tato jest při polévaných kamnech kachlových menší. Proč zhotovují se kávovary a samovary na čaj zcela čistě vyleštěné? — Proto že těla vyleštěná sáláním velmi zvolna tepla pozbývají a tudíž kapaliny dlouho zůstávají v nich teplé. — Proč nosíme v letě světlý, v zimě tmavý oblek? — Látky světlobarevné odrážejí a rozptylují paprsky slunečné u větší míře, méně jich pohlcujíce, než látky tmavé. — Konečně odpovím vám ještě k otázce: proč voda za vysoké teploty vzduchu (v letě) v lesklých kovových nádobách chladnější se udrží, než v hliněných? — Nádoby lesklé odrážejí paprsky tepla silněji než hliněné, které velikou část paprskův dopadajících pohlcují.

Také země sálá teplo, zvláště v noci. Výpary ve vzduchu, oblaky, od kterých se paprskové tepla odrážejí, vrací toto teplo opět zemi. Za tou příčinou následují v krajinách, kde málo výparův se tvoří, na př. v pustinách písečných, po horkých dnech studené, ano mrazivé noci. Také u nás přinaší suchý vzduch mrazy.

§. 259. Co jsou těla průsálná i neprůsálná.

Jako těla průhledná světlo, tak propouštějí některá těla paprsky tepla. Zoveme je *průsálnými* (průteplivými, diatherman) na rozdíl od *neprůsálných* (neprůteplivých, atherman).

Mnohá těla průhledná jsou velmi silně průsálná, jako na př. kamenná sůl a kazivec; jiná méně, jako

na př. sklo zreadlové a ještě jiná téměř nic, jako jmenovitě kamencec a led. Naopak zase známe těla neprůhledná, která paprsky tepla měrou dostatečnou propouštějí, jako jmenovitě černé sklo a lístky černé slidy.

Z jistého množství tepla, které nechť vyjádřeno jest číslem 100, propouští:

sůl kamenná	92	černé sklo	26
kazivec	78	sádrovec	14
sírouhlik (sirník uhlíčitý) 63		voda překapaná	11
vápenec dvojlomný	39	kamencec	9
sklo zreadlové	39	led	6
křišťál	38		

§. 260. Přehledný soubor.

Viděli jsme, že teplo šíří se dvojm způsobem: buď totiž postupuje ve hmotách od částice k částici nejbližší, od té opět k částici sousední a tak dále, až všechny částice rovnoměrně jsou otepleny, což nazýváme *rozváděním tepla*; aneb prochází teplo od jedné hmoty k jiné vzdálené, aniž by těla mezi oběma hmotama ležící dříve bylo ohřálo. Spůsob ten slove *sdlání* neb *zdření* tepla.

B. Účinkové tepla.

Měření jich.

§. 261.

Jakkoliv teplo co síla spojivosti protivná jednotlivé částice hmoty vždycky toliko od sebe vzdáliti se snaží, tož způsobuje změny, které rozmanitým způsobem nám se projevují. Tak zjevuje se na př. teplo tělu našemu nižším neb vyšším stupněm pocitu, který v nás vzbuzuje.

Čím vyšší pak jest stupeň dojmu, který v nás přibliživších se k teplému tělu vzniká, tím vyšší teplotu tělu tomu přiřítáme.

Teplem. změní těla svůj objem, své skupenství, plyny mění svou rozpínavost; působením tepla mnohé sloučeniny chemické i povstávají i se rozpadávají. Teplo má také valný vliv na znik a zdar bytosti ústrojných. Každé zvíře, každá rostlina potřebuje k vývinu svému určité teploty. Překročili se meze, v nichž zvíře neb rostlina snížení a zvýšení teploty snese, má to jich nemoc neb smrt za následek. O teplotě těl, jakož i o nástroji, kterýmž tuto pohodlně měřiti lze, byla řeč již z počátku v odst. 27.

§. 262. Mnoho-li těla teplem se roztahují.

Koefficient roztažlivosti.

Hned když jsme o všeobecných vlastnostech mluvili, uvedeno bylo nejdůležitější poučení o *roztahování se hmot* teplem. Zde hodlám jenom ještě seznámiti vás s nejnnutnějšími věcmi týkajícími se velikosti tohoto roztahování-se.

Kdybychom měli kus měděného drátu, který při 0° 584 stopy dlouhý jest, tož vyhřát na 100° měřiti bude 585 stop, tedy o celou stopu více.

Rozumí se samo sebou, že při 584 palcích přibude palec atd. Pravíme pak: měď byvši z 0° na 100° C zahřata, prodlužuje se o 584. část čili o $\frac{1}{584}$. Každá hmota, již se v umění a průmyslu užívá, byla v příčině své roztažlivosti zkoušena a nazván zlomek, který ukazuje, o kolikátou část původní délky těla přibude, když z 0° na 100° C se zahřeje, jeho *koefficientem roztažlivosti*.

Stůjtež zde některá pevná těla se svými koefficienty roztažlivosti:

antimón	$\frac{1}{623}$	olovo	$\frac{1}{348}$
bronz	$\frac{1}{550}$	platina	$\frac{1}{1167}$
čín	$\frac{1}{430}$	sklo	$\frac{1}{1200}$
led	$\frac{1}{407}$	stříbro	$\frac{1}{524}$
litina	$\frac{1}{901}$	vismut	$\frac{1}{718}$
měď	$\frac{1}{584}$	zinek litý	$\frac{1}{330}$
mosaz	$\frac{1}{548}$	zlato	$\frac{1}{645}$
mramor kararský	$\frac{1}{1178}$	zrcadlovina	$\frac{1}{517}$
ocel kalená	$\frac{1}{818}$	železo kujné	$\frac{1}{865}$
„ měkká	$\frac{1}{930}$		

Původní délkou nějakého těla rozumí se délka, kterou má při 0°. Nechybíme však mnoho, kladouce do počtu délku, jakou tělo při obecné teplotě ukazuje, za délku původní. Následující příklad věc objasní.

Úloha. Je-li železná tyč za teploty 15° C 10 stop dlouhá, jakou délku bude mít při teplotě 525° C, v kteréž červené řevosti nabude? —

Řešení. Z tabulky seznáváme, že zahřeje-li se železo kujné z 0° na 100°, přibude ho v délce o $\frac{1}{865}$, tedy každým stupněm stý díl, totiž o $\frac{1}{86500}$. Ješto ohřato bylo železo z 15° až na 525° tedy o 510°, obdržíme $510 \times \frac{1}{86500} = \frac{510}{86500} = \frac{51}{8650}$. O tolik prodlouží se každá stopa a 10 stop o $10 \times \frac{51}{8650} = \frac{51}{865}$ stopy, což činí skoro $8\frac{1}{2}$ čárky.

§. 263. * Kyvadla vyrovnávací.

Hodináři velmi dobře vědí, že každá změna délky kyvadla způsobena teplem vliv má na chod hodin. Prodlouží-li se totiž tyč, zpozdí se hodiny; zkrátí-li se tyč ubytím tepla, zrychlují hodiny běh svůj. Kteréž závažné působení teploty na tyč kyvadla lze rozličným způsobem předejítí. U obyčejných hodin kyvadelných nachází se na tyči šroub, kterým kovovou čočku bud

povýšiti, buď snížití lze. U hodin dokonalejších užívá se buď místo kovových tyčí dřevěných v oleji vyvařených a pokostem natřených aneb opatřeny jsou tyče kovové přístroji, kterými působení tepla se vyrovnává. Kyvadla taková slovou *vyrovnávací* (kompensační).

Kyvadlo roštové.

Ke kyvadlům vyrovnávacím, kterých u hodin nejčastěji se užívá, náleží *kyvadlo roštové* (obr. 290.). Skládá se z rovnoběžných prutů kovových, z nichž jedna část prodlužuje se dolů a druhá nahoru. Pruty ocelové rs , $r'e^1$ prodlužují se teplem *dolů*, kte- Obr. 290.
rýmž prodloužením snižují se příčky es a e^1z^1 , na nichž dva zinkové pruty wz a w^1z^1 připevněny jsou. Ješto však tyto pruty zinkové teplem *nahoru* se prodlužují, tož i jejich příčka w a tudíž i ocelová tyč rs i se svým středem kyvu, který něco nad středem čočky L se nalezá, a na jehož poloze délka kyvu závisí, do výše se pošine.

Je-li konečně prutům zinkovým dána délka taková, že střed kyvu prodloužením jich tak vysoko se vyzdvihuje, jak hluboko prodloužením tyčí ocelových klesá, tož se žádoucího vyrovnání docílilo. Ješto zinek třikrát více se roztahuje nežli ocel, jest podobné vyrovnání možno.



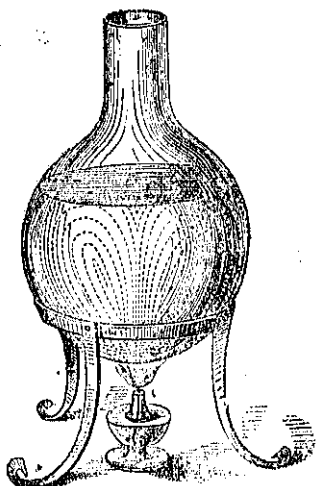
Kyvadlo roštové.

§. 264. Ohřívání kapalin.

Zahříváme-li vodu v kolbě skleněné pomocí kahanu, který pod kolbu jsme byli postavili (obr. 291.), spozorujeme brzy pohyb — proudění. Částky dolní zahřejí se nejdříve a stavše se takto řidšími, lehčími, stoupají do výše, kdežto částky hoření — chladnější a hustší jsou — ke dnu klesají. Zvláště zřejmé jest proudění toto, hodíme-li něco roztlučeného jantaru do vody. Jantar ukazuje pak, kterak vrstvy teplé ode dna kolmo do výše, vrstvy studené však směrem stěn ke dnu se berou. Proudění trvá tak dlouho, pokud všecka kapalina stejně nenabude teploty.

Vidíme z toho, že jsou kapaliny špatnými vodiči jenom potud, pokud horem se zřídlem tepla se stýkají. Zahřívá-li je však dolem, míchají se teplejší částky se studenějšími, tak že v krátké době všecka kapalina vyššího stupně tepla nabývá. Z předeslaného pokusu nabýváme přesvědčení, že zahřívati kapaliny ze zdola, jako se to na sporokrbecích stává, prospěšnější jest, než ohřívati je se strany jako na otevřených ohništích (na krbu) se děje.

Obr. 291.



Proudění v kapalině.

Užívá-li se vody k ochlazení kapalin, ohřeje se časem i ona a tak bude nahoře v chladiči teplejší než dole. Pročež dlužno do chladiče (§. 284.) studenou vodu dolem přiváděti a ohřátou horem odváděti. Pochopíme nyní také, proč stavíme-li láhev vína do studené vody, aby se ochladila, sahati musí voda nad láhev dostatečně vysoko.

§. 265. Ohřívání vzdušin.

Také při vzdušinách, ohříváme-li je ze zdola, nastává proudění. Stoupáť ohřátý a tudíž lehčí vzduch do výše; vzduch studenější klesá na jeho místo. Zahříváme-li sloup vzduchu mezi stěnami uzavřeného na př. vzduchu v komíně, stoupá do výše. Topí-li se pod komínem, nevniká snad studený vzduch horem, nýbrž vstupuje dolem (při sporokrbecích prochází samým topením) a vystupuje značně oteplený komínem do výše.

Čím vyšší jest komín, tím silnější jest průvěj (tah) při topení. V závodech hutnických bývají komíny 100 stop, ano až 500 stop vysoké. Čím větší jest rozdíl mezi teplotou vzduchu, který topením byl vyhřát, a vzduchu vnějšího, tím silnější nastane tah. Tah příliš slabý způsobuje, že se z komína kouří. Nejobyčejnější příčina, pro kterou se kouří, jest, že bývá komín ve světlosti příliš veliký. V takovém komíně rozšiřuje se totiž kouř velmi mnoho a vychladne, čímž síla, kterou do výše stoupá, se zmenší. K této vadě přidružuje se při komínech příliš širokých ještě jiná. Vnější vzduch může do nich totiž sestupovati a s teplým vzduchem jejich ihned se míchat, což při prudkém trnutí větru směrem šikmým v podobných komínech vždycky se stává.

Vnitřní otvor tak řečeného komína ruského dělá se 6' v průměru, když se do něho kouř jen z jednoho topení svádí a 10", když 5--6 kuřlavých trub do něho se ústí.

Proudění vzduchu.

Zmíněné již proudění vzduchu znamenáme na blizku každých kamen. To dokazuje papírový had, který na kamna postaven, vůkol své osy se otáčí. Při každém topení, tolikéž i ve skleněném válci (cylindru) lampovém jest podobné proudění a jenom jím stává se úplné spalování hořlaviny možným.

Kteréhož proudění vzduchu užívá se také k tomu, aby větší světlice rychleji se vytopovaly. Kolem kamen ve vzdálenosti asi 1 stopy postaví se plášť kovový aneb lépe kachlový, který u podlahy otvory jest opatřen. Studený vzduch dole se nalézající musí těmito otvory do prostoru mezi pláštěm a kamny vstupovati a byv zde ohřát, opět horem ucházeti. Toto kolování vzduchu způsobuje, že teplo kamen rychle vzduchu ve světlici se sděluje, při čemž zároveň pocit tepla sálavého, který u kamen železných velmi jest nepřijemný, se odstraňuje.

Že ve vytopené světlici vrstvy vzduchu u podlahy studenější jsou než u stropu, vidíme zvláště zřejmě, pootevříme-li dvěře takové světlice, pozorujíce při tom

plamen svíčky, kterou do otvoru dveří držíme. Dali-li jsme totiž svíčku do hoření části skuliny, šlehá plamen ven ze světlice. Držíme-li ji dole u země, obrátí se plamen do světlice. Táhne tedy hoření částí otevřených dveří teplý vzduch ze světlice, dolní částí jich však vniká studený vzduch do vnitř.

§. 266. Topení vodou a topení vzduchem.

Na základech v obou předcházejících odstávkách vyložených spočívá také topení, kteréž pro větší veřejné budovy se hodí, totiž *topení vodou a topení vzduchem*. Při topení prvnějším vstupává voda, která v přízemí v uzavřeném kotli ohřáta byla, rourami do výše, při čemž pokoje všech pater obchází. Ochlazená voda proudí pak jinými rourami nazpět do spodní části kotle. Ohřátá voda sděluje na této cestě teplo své vzduchu ve světlici obsaženému, čímž tento po celý den jednotejnou teplotu podržuje.

Topení vzduchem zařízeno jest podobně. V přízemí v prostore odloučené (komoře) zahřívá se vzduch kamny. Ve stropu komory této jest roura, kterou se teplý vzduch po domě rozvádí. Ohřečně vehází vzduch na několika místech stěnami ve výši 4...6 stop nad podlahou do místností, které se vytápěti mají. Při podlaze jsou otvory, kterými studený vzduch odchází a znova do komory vytápěcí se vede. V této případnosti se ovšem na topivu ušetří, za to však koloval tu vzduch, který velmi vysušen a dýcháním pokažen bývá, takže jiným způsobem o čerstvý vzduch postaráno býti musí.

Cheeme-li, aby vždy čerstvý vzduch do pokojů byl přiváděn, což v místnostech obydloných jest věcí zajisté žádoucí, musí míti komora spodem otvory, kterými vzduch studený veházeti může. Pak není také

potřebí v pokojích zvláštních otvorů, kterými by vzduch odcházel; najdeť si cestu skulinami v oknech a dveřích.

Ipřiroda podává nám příklad velkolepého topení vodou a vzduchem.

Následkem nerovného otopování vrstev ovzduší povstává totiž také proudění vzduchu a sice *vitr morský*, který věje z moře na pobřeží a *vitr zemský*, který věje z pobřeží na moře. Prvnější věje ve dne, druhý v noci.

Po obou stranách rovníku, kde paprsky sluneční dopadají kolmo zemi i s vrstvami vzduchu nad ní se nacházejícími více ohřívají, nežli jiné části povrchu zemského, vystupuje po celý rok horký vzduch do výše. Odcházející takto vzduch nahrazován jest jiným, který ze severu i z jihu sem proudí. Tak povstává onen proud, který, jda od pólův k rovníku, *proudem polárným* se nazývá. Teplý vzduch vystupující na rovníku odtéká směrem k pólům nad dolejšími vrstvami i ochlazuje se ponenáhlu a klesá k zemi, kde pak vzduch polárními proudy odnášený nahrazuje. Proudění vzduchu od rovníku k oběma pólům nazývá se *proudý aequatorialními* (odrovníkovými).

* *Měření tepla na jednice čili kalorie.*

§. 267.

Již při jiné příležitosti zmínil jsem se, že teplota těl k tomu nám může posloužiti, abychom dle ní na množství tepla, které tělo v sobě drží, soudili. Čím vyšší jest tato teplota, tím více tepla tělo má; čím skrovnější jest teplota jeho, tím méně tepla chová v sobě. Avšak necht' vyrozumíváme slovem teplo cokolivěk, musíme konečně přece na základě učiněných zkušeností přiznati se, že teplota sama o sobě měrou tepla býti nemůže. Můžeme sice při témž těle aneb při tělech stejného druhu říci, že na př. tělo 20 stupňův teplé dvojnásobné množství tepla drží, nežli jiné, které jen teplotu 10 stupňův ukazuje.

U těl různorodých však nesmíme tak kvapně soud svůj pronášeti. Zkoušky dokázaly totiž, že voda na př. dosti

značného množství tepla vymáhá, má-li se teplota její o 1 stupeň zvýšiti, kdežto jiné kapaliny, kovy, vzduch atd. k tomutéž účelu méně tepla vyžadují.

Nuže, chtějice množství tepla rozličných těl, které při tom dovolnou mají teplotu, mezi sebou porovnávat, musíme na jisté míře se ustanoviti.

Za jednici béře se ono množství tepla, co ho jest třeba, aby jím 1 libra vody teplotu svou o jeden stupeň terméru Celsiova zvýšila. Kterdž jednice tepla slove také kalorii.

Dvě jednice tepla jest dvakrát tolik tepla co jedna jednice. Vyjadřují tedy tolik tepla, kolik ho jest třeba, aby teplota dvou liber vody o jeden stupeň vystoupila.

Další zkoušky poučily nás, že má-li se zvýšiti teplota 1 libry vody o 2 stupně, právě tolik tepla potřebí, jako, jde-li o to 2 libry vody ohřáti o 1 stupeň. V obojí příčině potřebí totiž 2 jednie tepla.

Z toho plyne, že 100 jednie čili kalorii vyznačuje ono množství tepla, jehož třeba, aby 100 liber vody zvýšilo teplotu svou o 1 stupeň anebo 1 libra vody ohřála se z 0° na 100 stupňův.

V soustavě metrické platí za *jednici ono teplo, kterého třeba k zdhřevu 1 kilogramu vody o 1° C.* Lze pak tímto teplem v práci obráceným 424 kilogramy pozdvihnouti 1 metr vysoko (Viz §. 254.).

Úloha. Kolik kalorii se spotřebuje, aby 1000 lib. vody jako led studené (0°) ohřato bylo až do varu, tedy na 100°C? Stanovíš-li kalorie, počítej vždy v stupních dle Celsia.

Rozhodnutí. Potřebí jest k tomu $1000 \times 100 = 100.000$ jednie tepla čili kalorii. Neboť aby ohřálo se 1000 lib. vody z 0° na 1°, jest třeba 1000 jednie, pročež aby toto množství z 0° na 100° ohřato bylo, potřebí 100.000 jednie tepla.

Přirozeně platí také naopak, že totiž 1000 liber vařící vody drží v sobě 100.000 jednic tepla.

Úloha. Kolik kalorií má 700 lib. vody 10 stupňů teplé?

Odpověď. $700 \times 10 = 7000$ kalor. Jakoliv pravou hodnotu jednice tepla neznáme, dokazuje přece následující úloha, že mnohý užitečný výpočet pomocí této jednice lze provést.

Úloha. Které teploty nabude směs z 10 centů vody vařící a 7 centů vody 10 stupňové?

Rozhodnutí.

1000	lib. vody	100°	teplé	má	100000	jed. t.
700	" "	10	" "	" "	7000	" "
směs 1700	" "	" "	obsahuje	tudíž	107000	" "

Na 1 lb. směsi vyplývá tedy

$$107000 : 1700 = 62\frac{10}{17} \text{ jednic t. j.}$$

směs bude mít teplotu $62\frac{10}{17}$ stupňův.

§. 268. O teple měrném.

Již v odstavce předešlé učiněna zmínka o tom, že ne všechna těla, která tutéž ukazují teplotu, která tedy rovně tepla se nám jeví, také rovně mnoho tepla v sobě drží. Zkouškami jest dokázáno, že potřebí různá množství tepla, aby rovné množství rozličných těl na týž stupeň se ohřálo.

Z příkladův v předešlé odstavce uvedených následuje, že 1 lib. vody 100° teplé a 1 lib. vody 0° dohromady slity dají 2 libry vody 50° teplé.

Smícháme-li však 1 lib. vody 100° teplé s 1 librou oleje lněného, který ukazuje 0°, bude výsledek jiný. Smíšenina nebude totiž jako dříve 50° teplá, ale nabude teploty 66°. Z toho plyne naučení, že lněný olej k téměř zahřevu méně tepla vyžaduje než voda. Vymáhát

olej toliko polovinu toho tepla, kterého rovná váha vody vyžaduje, má-li o týž počet stupňův se zahřáti jako olej. Z předcházejícího příkladu vyplývá totiž, že voda, protože ve smíšenině 66° ukazuje, 34 jednic tepla lněnému oleji postoupila. Kterýmiž 34 jednicemi zvýšila se teplota lněného oleje o 66°, tedy téměř o 2×34 stupňův; pročez vysvitá, že lněný olej k témuž záhřevu toliko polovici onoho tepla vyžaduje, kterého vodě třeba.

Číslo, které ukazuje, kolik jednic tepla jest třeba, aby se 1 lib. (1 kilogram) látky o 1° C rozehřáda, zoveme teplem měrným. Měrné teplo vody béréme za jedničku.

Měrné teplo lněného oleje bude 0·51. Dostačilyť 34 kalorie, aby 1 lib. oleje zvýšila teplotu svou o 66°, tedy ku zvýšení o 1° stačí $\frac{34}{66} = 0\cdot51$ jednice.

Smícháme-li 1 lib. vody 100° teplé s 1 lib. rtuti o teplotě 0°, budou míti obě kapaliny teplotu 97°. Zde stačily 3 jednice, aby 1 libra rtuti stoupala v teplotě o 97°. Potřebí tudíž $\frac{3}{97} = \frac{1}{33} = 0\cdot033$ jednic tepla, má-li 1 libra rtuti o 1° ohřata býti. Pročez měrné teplo rtuti jest 0·033. Patrně, že již málo tepla stačí, aby teplota rtuti stoupala, proto sluší při napliovávání teploměru dáti jí přednost před jinými kapalinami.

Učenci ustanovili měrné teplo nejvčšího počtu těl. Čísla ta bývají sestavena v tabulkách. Jest pak měrné teplo :

cínu	0·0562	sladu	0·421
dřeva	0·565	stříbra	0·057
hlíny pálené	0·185	uhlí dřev.	0·2415
líhu	0·622	vodní páry	0·475
mědi	0·095	vzduchu	0·2669
mosazi	0·0939	zinku	0·0955
platiny	0·0329	zlata	0·0324
síry	0·2026	železa kujného	0·114
skla	0·1976	železa litého	0·13

Následující příklad ukazuje, při kterých výpočtech měrného tepla se užívá.

Úloha. Smíchá-li sládek 1000 lib. sladu na tluč upraveného a 8° teplého se 4000 \mathcal{O} vody 75° C teplé, jaké teploty nabude smíšenina (rmut)?

Řešení. Neberouce ohledu na teplo, kterého potřebí, aby kád' vystírací se ohřála a kladouce měrné teplo sladu = 0.421, obdržíme následující počet:

$$\begin{array}{r} 1000 \text{ lib. sladu o } 8^{\circ}\text{C obsahuje } 1000 \times 8 \times 0.421 = 3368 \text{ kal.} \\ 4000 \text{ " vody " } 75^{\circ}\text{C " } 4000 \times 75 = 300000 \text{ "} \\ \hline \text{Rmut obsahuje tedy v celku} \qquad \qquad \qquad 303368 \text{ "} \end{array}$$

Ješto 1000 lib. sladu tolik tepla potřebuje jako 421 lib. vody (měrné teplo sladu = 0.421) k témuž záhřevu, tedy má se věc zrovna tak, jakoby oněch 303.368 jednic, tepla 421 + 4000 = 4421 librám vody se dostalo. Protož vyplývá na 1 lib. rmutu $303.368 : 4421 = 68.6$ jednic, t. j. rmut bude míti teplotu asi 68 stupňův dle Celsia.

Známe-li měrné teplo látky nějaké, můžeme snadno vypočísti, mnoho-li tepla potřebí, aby 1 kostková stopa toho kterého těla o 1° se ohřála. 1 kostková stopa vody potřebuje 56.4, kostková stopa vzduchu pak 0.01737 jednic. Aby se tedy vzduch ve světnici, která 2000 kostkových stop má v objemu, o 15° oteplil, potřebí $2000 \times 0.01737 \times 15 = 521$ jednic. Lze tudíž vzduch snadno, vodu pak těžko ohřáti i ochladiti. (Srovnej §. 266.). Proto hodí se voda dobře k naplňování záhřevných láhví a jiných ohřívadel.

Změna skupenství těl.

§. 269. Mrznutí a tání vody.

Teplo utajené.

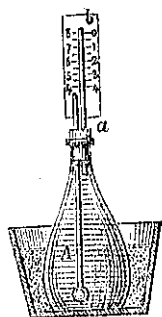
Přineseš-li kousek ledu do teplé světnice, povstane z něho voda a za nedlouho zmizí i tato. Rovněž roztaví i odpaří se jsouce zahřívány síra, fosfor, jód a mnohá jiná těla.

Přibývá-li neb ubývá-li tepla, mění tělo své skupenství. Vnímáním tepla stávají se z pevných těl kapaliny a z kapalin páry.

Pozorujme přede všim vodu, kdy mrzne i kdy taje. K tomu účelu naplníme skleněnou baňatku (kolbu) *A*, která teploměrem a rourkou rozdělenou

Obr. 292.

ab (asi jak to obr. 292. ukazuje), opatřena jest, vodou tak, aby i do rourky sáhala. Baňatku postavíme do nádoby sněhem neb ledem naplněné. Znamenáme, kterak ponenáhlým ochlazováním vody i objemu jejího rovněž ponenáhlou ubývá. Vidíme to zřejmě na rource *ab*, ve které sloupec vody klesá. Při tomto zmenšování objemu seznámíme se mimo to se znamenitou vlastností vody. Když byla totiž voda teploty 4°C ($= 3\cdot 2^{\circ}\text{R}$.) nabyla, objeví se, že dalším ochlazováním více se nestahuje a nehoustne, nýbrž jako by byla zahřívána, roztahuje se a řídne. *) Kteráž výjimka ze všeobecného pravidla, dle kterého těla zimmem se smršťují, způsobuje, že led, který při 0° se tvoří, lehčí jest než ledová voda, ze které byl povstal. — Každý z vás ví, že led na vodě plave a dovede nyní také příčinu toho pověděti.



Kterak voda při nízké teplotě se roztahuje.

Z předeslaného pokusu následuje přede všim poučení, že voda při teplotě 4°C nejvčetnější má hustotu.

Podobný pokus dotvrzuje, že v tomž okamžení, ve kterém voda mrzne, teplota její se zvyšuje, že tudíž teplo, které voda při 0° utajené zadržovala, se objeví, jakmile z vody led se byl stal.

Kteréž teplo nazýváme *teplem utajeným*, protože, pokud voda ve skupenství kapalném trvá, na teploměr nijak nepůsobí, tudíž jakoby vázané mezi jednotlivými

*) Při 3° stojí totiž voda opět tam, kde stála při 5° ; při 2° dosáhne výše, na které byla při 6° ; při 1° stojí, kde stála při 7° ; při 0° konečně stojí ve výši, na které byla při 8° . (Viz stupnici na obr. 292.)

částicemi se nacházelo jen k tom sloužic, aby pošinitelnost čili pohyblivost těchto částic se udržovala.

Při přechodu vody v led uvolňuje se tedy teplo. Naopak, taje-li led, vnímá teplo do sebe.

Vlastnost, dle které změnou skupenství teplo vázáno a uvolňováno bývá, náleží všem hmotám bez výjimky.

Ona vlastnost však, že voda pod 4. stupněm Celsiovým opět se roztahuje, při 0° tuhne, jest zvláštní vlastností její.

Zdánlivý tento rozmar vody má důležité následky a jest velice blahodárny. Považme jen, jak bylo by v rybníce neb jezeře, kdyby voda chladnou, vždy více a více se stahovala i houstla. — Veškerá ta voda by zajisté zmrzla a živočiši v ní žijící úplně by zahynuli.

Následujícím uvažováním věc tu objasním.

Pokud voda teplejší jest než vzduch, potud vyzaňuje teplo do vzduchu. Tím na povrchu chladne a chladnou ke dnu klesá, protože chladnutím hustší se stává. Pak vystupuje teplejší voda na povrch, své teplo opět do vzduchu sálajíc. Dejme tomu nyní, že by teplota vzduchu byla pod 0°, tož zajisté vychladla by prouděním tímto veškerá voda v rybníce až k bodu mrazu a všecka by pak úplně zmrzla. —

Tomu však na štěstí není tak. V tom okamžení, kdy voda v rybníce teploty 4° C nabyla, přestává v ní zmíněné proudění, protože voda ještě více ochlazená lehčí jest a tudíž na vrchu zůstává. Od té doby také sdělují jen nejvyšší vrstvy vody teplo své chladnějšimu vzduchu nedopouštějíc, by spodní vrstvy teplejší na povrch se dostaly. Zůstávají taktó na povrchu, chladnou vždy víc a více, až dospějí k bodu mrazu, z čehož následuje, že led ponenáhlym usazováním nových pevných vrstev od shora dolů se tvoří.

Vytvořený led jest, jak známo, špatný vodič tepla a chrání tudíž vodu pod ním se nalézající jakož i ryby před zmrznutím.

Ve vodě tekoucí tvoří se následkem noustálého pohybu povrchu jejího stříž, který z jara vyháněn bývá a třenicí ledu přivozuje. Moře zamrzá za příčinou soli, kterou voda mořská v sobě drží, a následkem teplých proudův později a to jen v severnějších končinách.

Že se voda mrznouc roztahuje, může míti v některých případech škodlivé následky. Tak na př. nesmíme nechat vódu v kádi zmrznouti, nechceme-li, aby ji led roztrhl. Tašky, které vódu v sebe vsákly, pukají v zimě. Ano i skály trhají se mrznoucí vódu, která do skulin jejich vníkla. Štáva mrznouc porušuje ústrojí rostlin. Dlažebné kameny a prahy dveří se mrazem zdvívají. Pevnou půdu mráz kypří. Také pumpy napájecí trpívají v zimě značně, pakli vóda v nich zmrzla. Na každé takové pumpě a jiných podobných částech strojů měly by býti kohoutky, kterými vóda vypouštěti by se mohla.

§. 270. O tání.

Utajené při něm teplo.

Přechod těla ze skupenství pevného do kapalného, který pomocí tepla byl způsoben, nazýváme **táním**. Každé tělo, které tání jest schopno, má svou zvláštní teplotu, při které taje, svůj **bod tání**.

Led taje při	0° dle C.	zinek taje při	412° dle C.
mýdlo	" " 33° "	mosaz	" " 912° "
fosfor	" " 43° "	stříbro	" " 1000° "
stearin	" " 49° "	měď	" " 1100° "
vosk	" " 68° "	litina	} " " 1050-1200° "
síra	" " 115° "	bronz	
cin	" " 235° "	argentan	} " " 1250° "
olovo	" " 334° "	zlato	

sklo taje při	1250° C		železo kujné taje při	1600° C
ocel „ „	1300—1400° „		platina „ „	2500° „

Lih však taje při 78·7°, rtuť při 39° a silice terpen-
tinová při 10° *pod nulou*.

Z kovů taví se tedy cín nejdříve, platina vyžaduje teploty nej-
vyšší. Jsou také slitiny kovové z cínu olova a vismutu, které již ve
vařící vodě se taví. Pájka klempříšská (2 č. cínu a 1 č. olova) roztéká
se při 472° C.

Zahříváme-li v nějaké nádobě směs z ledu a vody,
bude státi teploměr do směsi vstavený tak dlouho na
nule, pokud poslední kousek ledu se neroztaje. Teprv
když všechnen led ve vodu se proměnil, počne teploměr
stoupati. Totéž pozorovati lze u každého těla. Pokud
tělo taje, zůstává teplota části pevné i kapalné na též
stupni. Teplo, které mu přivádíme, spotřebuje se tudíž
k tomu, aby z pevného skupenství povstalo skupenství
kapalné. Proto slove toto teplo utajené také **teplem
skupenským**.

Smícháme-li 1 lib. ledu, který ukazuje 0°, s librou
vody, která má 79° C teploty, obdržíme 2 lib. vody
teploty 0°. Kam se podělo oněch 79 jednic tepla? Tepla
toho bylo třeba, aby pevný led proměněn byl v kapalnou
vodu. 1 libra ledu taje, pohlcuje totiž 79 (určitěji 79½)
jednic tepla. — Mrzne-li voda, vypouští ze sebe zase
tolik tepla.

Každá hmota vymáhá jiného množství tepla k svému
tání, jest tedy utajené či skupenské teplo různých těl
rozličné. Tak jest skupenské teplo vody, jak již praveno,
79, síry 80, olova 90, vosku 97, zinku 274, cínu 278,
vismutu 305 atd. jednic čili kalorií.

Že táním teplo se pohlcuje, znamenáme z jara,
když sníh a led taje. Pokud všechnen sníh nezmizel, není
naděje na trvalé mírnější počasí.

Když sníh padá, vystupuje teplota vzduchu, protože mrznutím vody teplo se uvolňuje.

Směšeniny zimotvorné.

Rozpustíš-li krystalovanou (vodnatou) sůl Glauberovu ve vodě, sníží se tím teplota vody, protože sůl, která z pevného skupenství v kapalném přechází, teplo váže. Vzal-li bys však místo krystalované soli Glauberovy sůl *bezvodou*, tu by naopak teplota vody se zvýšila. Proč nyní teplo se plodí? — Rozpouštíš-li sůl bezvodou, sbíhají se tu vlastně dva dějové. Jeden z nich jest slučování se soli s vodou a při něm jako při každém chemickém ději teplo se vyvinuje. Druhý jest rozpouštění nově vytvořené sloučeniny ve vodě a tím teplo se víže. Jestliže při tom teploměr stoupá, jest to důkazem, že prvním dějem více tepla se plodí, než druhým se ho utajuje. Při rozpouštění soli vodnaté první děj odpaďává, pročez jen o snížení teploty řeč býti může.

Podobně chovají se i jiné soli, když je buď ve vodě neb v kyselinách rozpouštíme aneb se sněhem neb ledem rozlučeným mícháme. Tak klesá teploměr v směšenině z rovných částí *sněhu* a vybraného *chlóridu vodnatého*, z 0° až ku 45. stupni pod nulou. Podobné směsi slovou **směšeninami zimotvornými**,

Smícháme-li rovné díly sněhu a kuchyňské soli, klesne teplota z 0° na — 18° C. Směšinu z 5 č. salmiaku, 5 č. salnytru a 16 č. vody schladne z + 10° R na — 12° R, tedy o 22° R. Podobných předpisův jest více.

Obr. 293. vypořádňuje přístroj k dělání ledu pomocí směšenin zimotvorných. Skládá se z válcovitých kovových nádob se 4 soustřednými odděleními. Do oddělení nejvnitřnějšího dá se voda, která v led převedena býti má, do druhého směs ze 6 č. dle váhy Glauberovy soli a 5 č. kyseliny solné. Oddělení třetí obsahuje opět

vodu, čtvrté pak špatné vodiče (bavlnu, prachové peří).

Ochlazování kapalin pomocí ledu.

Mladinka (mladé pivo) bývá ochlazována ledem. Následující počet ukazuje, mnoho-li ledu k tomu třeba.

Úloha. 1000 lib. mladinky s 15 procenty extraktu (zbytku pevného), jejíž teplota pomocí vody na 12° snížena byla, má se ochladit ledem, který do mladinky dáme, až na 5°. Mnoho-li ledu je k tomu třeba?

Rozhodnutí. 1000 lib. mladinky s 15 procenty extraktu skládá se ze 150 lib. extraktu a 850 lib. vody. Hodláme-li směs tu o 7° ochladit, musíme

vodě	850	× 7	=	5950	jednie,
extraktu	150	× 0.42	× 7	=	441 "
tedy mladince v celku				6391	"

tepla odejmout.

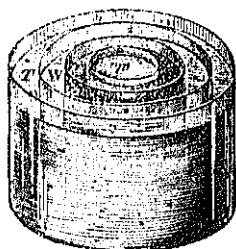
Víme, že každá libra ledu 79 jednie tepla k roztání vymáhá, pročez bude třeba $6391 : 79 = 80$ lib. ledu k ochlazení mladinky.

§. 271. O tuhnutí kapalin.

Kapaliny tuhnou ochlazením při téže teplotě, při které tají. Mnohé kovy tuhnouce se stahují, pravíme, že *se srážejí*. Při lití sluší ohled bráti na to, jak silně se kov sráží. Pročoz dělají se modely větší, nežli ulitý předmět býti má a sice o tolik, o mnoho-li se kov sráží.

Mosaz sráží se nejvíce a sice v délce (podélně, lineárně) o $\frac{1}{60}$, cín nejméně, o $\frac{1}{117}$, železo loží v té příčině téměř uprostřed srážejíc se o $\frac{1}{97}$.

Obr. 293.



Mrazidlo.

Litina a ocel mají paměťihodnou a pro ostrost předmětu, který se lije, nejvýš prospěšnou vlastnost tu, že před samým tuhnutím se roztahují. Litina mimo to má tu zvláštnost, že byvši několikráte rozpálena, zůstává poněkud větší nežli byla původně. Kteráž okolnost při zasazování litinových roštův zasluhuje povšimnutí.

Jakého prospěchu poskytlá člověku tavení a tuhnutí kovů, každý z vás uzná, uváží-li, že kdyby sleváren nebylo, by mnohé části strojův, okrasy, náčiní, přístroje atd. jen s velikým namáháním od ruky zhotoveny býti mohly.

§. 272. O tvoření par při teplotě nízké čili o vypařování.

Stojí-li nádoba s vodou ve světnici, ubývá v ní vody víc a více, až úplně se vytratí. Pravíme, že se vypařila. Každý výjev, při kterém tělo za obyčejné teploty v páry se mění, nazýváme *vypařováním* (výparem). Voda v nádobě v páru se proměňvši, smísila se v tomto stavu se vzduchem. I pevná těla se vypařují (na př. kafr); také se děje vypařování při každé i sebe nižší teplotě. Sám led se vypařuje. Zmrzlé prádlo na př. selhne dosti rychle.

Vypařování jest pro člověka velmi důležité. Sušení prádla a jiných látek, vlhkého dříví, látek stavebných a hoflavín, cest a půdy vůbec děje se vypařováním

Vypařováním se rovněž a sice u velikém množství teplo pohlcuje čili víže.

Pocítujeme to, vystoupivše z lázně. Jde po nás mráz a sice proto, že voda na povrchu těla se vypařuje, teplo k tomu potřebné tělu odbírají. Mokrý nohy a mokrý šat škodí velice. Na zimnu, které vypařování se plodí, zakládá se však také blahodějně ochlazování těla potem. Světnici ochlazujeme v letě, skropujeme ji

vodou. Deštěm ochlazuje ze vzduch. Rychlým vypařováním étheru, kteréž pomocí vývěvy se ještě zrychluje, připravuje se v několika minutách z vody led. Na tom základě spočívají přístroje k děláni ledu (mrazidla).

V horkých krajinách udržuje se voda chladnou v pórovatých hliněných džbánech. V Španělsku slovou „alkarazas“. Chlazení v nich se zakládá se na tom, že tekutina skrze póry ustavičně prosakující, na povrchu v páry se mění. Tím pak odejímá se teplo tekutině uvnitř obsažené.

§. 273. Na čem vypařování závisí.

Čím je kapalina teplejší, čím větší jest povrch její a čím menší tlak na ní spočívá, tím více par se z ní v témž čase vyvine.

Za tou příčinou dává se pávním odpařovacím, jakož i štokům v pivovárech vždy velký povrch, také bývají oboje velmi mělké.

Tlak na povrch kapaliny tím se obyčejně zmenšuje, že páry nad ní se hromadí odváděny bývají. To se děje ručními vějíři a větrníkem, dále způsobováním neustálého přirozeného uvětrí (průvanu). Vitr, jak známo, vysušuje rychle mokré cesty.

Jsou sušiče skládající se z kola, na něž mokré prádlo se věší; kolo točíc se, způsobuje uvětrí, kteréž páry s sebou odnáší. Za touže příčinou dlužno při zakládání sušíren a přístrojův odpařovacích vždy o náležitě uvětrí se postarati.

Vypařování patrně závisí také na přirozenosti kapalin. Tak vypařuje se lih i při obecné teplotě silněji než voda, voda značněji nežli rtuť. Dřevěný olej skoro pranic při obecné teplotě se nevypařuje. Jiné kapaliny vypařují se i za největší zimy, na př. éther. Takové slovou hmotami *těkavými*.

§. 274. Kdy jest vzduch parami nasycen.

Obsahuje-li vzduch tolik vodních par, mnoho-li při jisté teplotě pojmuti s to jest, pravíme, že jest jimi nasycen.

Množství par, které jistý objem vzduchu pojmuti s to jest, aby jimi byl nasycen, závisí pouze na teplotě jeho. Čím vyšší jest tato teplota, tím více vodních par bude v stavu sytosti obsahovati.

Vzduch v prostorách uzavřených, které s kapalinou vypařující se jsou ve styku, nalezá se vždy v stavu sytosti. Ovzduší však samo jen zřídka vodními parami jest nasyceno.

Je-li vzduch svého nasycení blížek, nazýváme jej *vlhkým*; jinak slove *suchým*. Kterak poznáváme, zda-li vzduch sytosti své dalek jest či blížek?

Je-li vzduch parami nasycen, tož dostačuje: 1. nejmenší ochlazení vzduchu, aby část par přešla ve vodu či zhoustla; 2. dostačuje i nejskrovnější přídátek nových aneb, což totéž jest, nejnepatrnější zmenšení prostoru parami nasyceného, aby část jich skapalněla, tedy zhoustla.

Přineseme-li v zimě studenou sklenici neb láhev studené vody do vytopené světnice, sráží se na nich okamžitě mlha — omří neb opotí se. Příčina toho vysvitá jasně z předešlého. Ochlazením par ve světnici se nalézajících sráží se část jich na sklenici neb láhvi. Podobným způsobem tvoří se také *rosa* venku. Povrch země, jak známo, pozbývá v noci sálání teploty své a *rosa* povstává zde také tím, že z ovzduší vodní páry se srážejí. Zmrzne-li *rosa*, povstává *jiná* či *jinovatka*. Je-li vzduch vodními parami nasycen a klesne-li teplota, sráží se část par ve způsobě bublinek, tvoří nad zemí *mlhu* a ve výši *oblak*. Dalším zhoustnutím oblaků povstává pak *děšť* neb *sněh*.

§. 275. **Mnoho-li vodních par drží v sobě jistý prostor, který jest jimi nasycen.**

Učenci ustanovili hustotu, kterou mají vodní páry, jsouce v stavu sytosti při rozličných tepla stupních a do tabulek ji vnesli. Pomocí těchto tabulek jsme s to vypočísti množství vodních par, které pojmuti může daná míra vzduchu, při určité teplotě.

Úloha. Mnoho-li vodních par drží 1000 krychlových stop vzduchu, je-li jimi nasycen za teploty 25°C ?

Řešení. Vodní pára má dle výše zmíněných tabulek za teploty 25°C hustotu 0·00002252, t. j. jedna krychlová stopa vodních par jest 0·00002252krát lehčí nežli rovný objem vody. Krychlová stopa vody váží však 56·4 lib., tudíž bude 1 c' par při 25°C vážit 56·4 \times 0·00002252 = 0·00127 lib. a 1000 c' vodních par, nasycuje-li úplně prostor ten, bude vážit 1000 \times 0·00127 = 1·27, tedy něco přes $1\frac{1}{4}$ ℥. Ješto vodní páry prostor vzduchem naplněný tak vyplňují jako prostor vzduchoprázdný, jest tato $1\frac{1}{4}$ lib. par zároveň oním množstvím, které 1000 c' vzduchu v sobě drží.

Provedme ještě počet, kterého při zařizování přístrojův odpařovacích a vysušovacích užiti lze.

Úloha. Které množství vzduchu bude s to pojmuti v sebe 100 lib. par vodních při teplotě 40°C ?

Řešení. Hustota vodních par při této teplotě = 0·00004961. 1 c' vzduchu chová v sobě $56\cdot4 \times 0\cdot00004961 = 0\cdot002798$ lib. par. Dle toho vymáhá 1000 c' vzduchu k nasycení svému 2·798 lib. par. Ješto však vzduch pojmuti má 100 lib. par, tož potřebí k tomu $35\cdot750$ c' vzduchu, protože číslo 2·798 v čísle 100 obsaženo jest 35·75krát a kolikrát 2·798 lib. par odvésti dlužno, tolikrát 1000 c' vzduchu třeba. Chtěli-li bychom těchto 100 lib.

vody každou hodinu odpařiti, tož bylo by nám o to péči míti, aby za hodinu 35·750 c' vzduchu, tedy každou vteřinou 10 c' vzduchu ze sušírny náležitým provětráváním se odvádělo.

* **Maximum rozpínavosti par.**

Následkem rozpínavosti své uskutečňují páry při každé i sebe nižší teplotě tlak na stěny nádoby. V ovzduší pak zvětšují tlak vzduchu. Čím páry více prostor nasycují, tím větší jest tato rozpínavost. Páry v sytosti mají při každé teplotě jinou, ač určitou, neměnicí se rozpínavost, kteráž jest zároveň největší rozpínavostí, již při této teplotě nabyti mohou. Tato rozpínavost nazývá se *maximum* (největší hodnota) *rozpínavosti par.*

Silozpytci ustanovivše zevrubnými zkouškami rozpínavost při teplotách obyčejně panujících, sestavili je do tabulek. Tak obnáší na př. maximum par vodních při 25° C 10·52 vid. čárky.

§. 276. **O vlhkosti vzduchu.**

Vzduch není vždycky vodními parami nasycen, stává se to toliko za dnů deštivých. Jsou zvláštní nástroje, které určují, jakého stupně sytosti vzduch dosáhl. Nazýváme je *vlhkoměry* (vlahoměry, *hygrometry*). Nehodlají zařízení těchto nástrojův blíže vykládati, chei jen tolik povědít, že pomocí jich rozpínavost vodních par ve vzduchu stanoviti lze. Poměr mezi rozpínavostí jsoucí a rozpínavostí, která při teplotě panující by objeviti se měla, kdyby vzduch parami byl nasycen — tedy poměr rozpínavosti dosavadní k jejímu maximu panující teplotě přiměřenému — dává *stupeň vlhkosti* vzduchu. V tom poměru má se totiž množství par, které

ve vzduchu jsou, k onomu množství, které by vzduch pojmul s to byl.

Kdybychom na př. pomocí hygrometru vyzvěděli, že v prostoru nějakém při teplotě vzduchu 25° vodní páry mají rozpínavost 0.31 víd. čárky, tož následuje z předešlého, že bude stupně vlhkosti vzduchu prostoru toho $= \frac{6.31}{10.52} = 0.599$, tedy téměř 60 procentův. — 10.52 víd. čárky jest maximum rozpínavosti teplotě 25° přiměřeně. —

Dříve jsme vypočetli, že 1000 c' vzduchu parami nasyceného drží v sobě při 25° 1.25 lb. vody ve spůsobě par; má-li však vzduch jen 60 procentův z onoho množství par, jehož třeba, aby byl jimi nasycen, tož obsahuje toliko $\frac{1.25 \times 60}{100} = 0.75 = \frac{3}{4}$ vodních par.

Dobrý hygrometr není pro dílny, kde truhlářské práce a fortepiana se zhotovují, bez důležitosti, ješto poznáváme, zdali vzduch dosti suchý jest, aby zde resonanční desky, které se neborčí, pro fortepiana zhotovovány býti mohly.

Je-li místnost příliš vlhká, lze ji topením vysušiti.

O tělech hygroskopických.

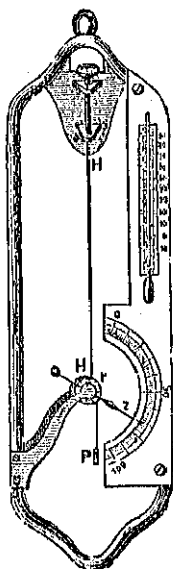
Chlóríd vápenatý a žíravé draslo, také kuchyňská sůl, žíravé vápno a j. přitahují dychtivě vlhkost ze vzduchu. Prvnější dvě látky brzy tolik vláhly pohltí, že v ní rozplynou. Sůl kuchyňská na vlhkém vzduchu vlně, pálené vápno v něm na prášek se rozpadává.

Těla, která páry vodní ze vzduchu do sebe táhnou, zvětšujíce tím objem svůj, slovou *hygroskopická* (vláhojemná).

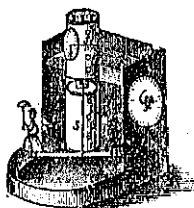
Jemné částičky uhlí v kouři též jsou hygroskopické, neboť jen pro tu příčinu za vlhkých dnův kouř k zemi padá. Za vlhkého počasí aneb z vlhkých místností není rádo sůl, cukr a podobné látky kupovati, protože bychom jinak na váze těchto hygroskopických těl ujmu trpěli. Vlasy, kostice, struny střevové a některé látky rostlinné na vlhkém vzduchu buď se prodlužují, buď se

roztáčeji. Kteréž vlastnosti užívá se k hotovení rozličných, ač nespolehlivých, *hygroskopův*, *vláhovidův*. Obr. 294. znázorňuje hygroskop vlasový. *HH* jest vlas, který vůkol

Obr. 294.



Obr. 295.



Vláhovidy.

osy, na které ručička se nachází, otočen a závažím *P* napnut jest. Obr. 295. ukazují vůbec známý vláhovid strunový. Na postranné ploše tohoto domečku viděti jest vláhovid rostlinný.

O varu čili vření.

§. 277.

Slovem *var* čili *vření* vyznačujeme kypivý pohyb, který způsobuje pára v kapalině poněkud se plodí a v ní vystupuje.

Máme-li kapalinu přivést do varu, musíme ji zahřívati. Vření sprovázeno jest výjevy zvláštními, jež snadno pozorovati lze v kapalině, která v nádobě skleněné se vaří.

Ohřívajíc totiž kapalinu, vidíme, kterak z počátku drobné perličky na dně a na stěnách nádoby se tvoří a do výše stoupají. Jsou to bublinky vzduchu, které teplem — a sice v největším množství při 60° — z pórův kapaliny vycházejí. Dosáhla-li voda teploty značnější, budou tvořiti se stříbrojasné bubliny, které se vystupovati, ale z prvu ve vyšších vrstvách kapaliny opět mizeti budou. Teprv dalším zahříváním vody bude jich přibývati co do počtu i co do velikosti, takže při 100° C obzvláště silně a četně vyrážejí, splaskujíce na povrchu kapaliny. Bubliny tyto nejsou nic jiného než vodní pára, která bouřlivě vystupuje a splaskuje kapalinu do onoho pohybu přivádí, jež klokotem či kypěním nazýváme. Sykot vody, který odtud pochodí, že jemnější bublinky páry splaskují, slyšeti jest před samým varem.

§. 278. O tvoření páry při teplotě vysoké.

Pokud kapalina se vaří, podržuje tutéž teplotu, byť bychom jí neustále teplo přiváděli. V otevřených nádobách vaří se voda při 100° C a nemůže v nich nikdy vyšší teploty nabyti. Kam se tedy děje teplo, které kapalině dodáváme? — Teplem tím *obrací se voda v páru*.

Snadno uznáme, že vodní pára vytvořená při normálním tlaku vzduchu a při 100° C, které tedy tento tlak vzduchu překonává jest, také sama rozpínavost 760 mm. čili $346\cdot2$ vřd. čárek (srovnej §. 156.) míti musí. Dále jest zkouškami dokázáno, že při této teplotě hustota páry = $0\cdot00059192$. Zde máme za to, že pára

prostor nasycuje, v kterémž stavu nazýváme ji *parou nasycenou*. Z toho následuje, že tato pára 1700krát lehčí jest vody.

Krychlová stopa vody dává totiž při teplotě 100° C 1700 (zevrubněji 1696) krychl. stop nasycené páry těže teploty.

§. 279. O skupenském aneb utajeném teple páry.

(Srážení páry.)

Má-li voda obrácena býti v páru, t. j. ve skupenství vzdušné přejíti a v něm se udržeti, potřebí tu jistého tepla — tepla *skupenského* — *utajeného*.

Utajené teplo páry vodní jest téměř 5½krátě větší tepla volného. Teplo tedy, kterého vodní pára 100° C teplá vymáhá, aby ve skupenství vzdušném se udržela, jest 5½krátě větší než ono teplo, které se projevuje a jež pomocí teploměru v ní znamenati lze.

Sráží-li se pára, čili vrací-li se opět v skupenství kapalné, tehdy ze sebe zase utajené teplo vypouští. Právíme, že se ono teplo znova uvolňuje. Zevrubně zkoušky ukázaly, že libra vodní páry 100° C teplé v čísle zao-krouhleném 540 jednic tepla utajeného a 100 jednic tepla volného v sobě drží.

Vedeme-li 1 kilogram páry 100° C teplé do 5·37 kilogram. vody 0° teplé, obdržíme 6·37 kilogram. vody vařící (100° C teplé).

Abychom tedy proměnili 1 libru vody ledové (0° teplé) v páru 100° teplou, potřebí dle toho 100 + 540 = 640 jednic tepla.

Vědouce nyní, že pára tolik tepla víže, vysvětlíme si, proč voda v otevřené nádobě, ať vaříme ji jak dlouho chceme, přec nikdy vyšší nonabude teploty než 100° C.; proč v nádobách címových, jakož i v nádobách na měkko spájaných přívěstí lze vodu do varu, aniž by se tyto roztavily; proč konečně při topení užívati dlužno paliva co možná suchého (Srovnej §. 289.).

Pára se sráží, ochladíme-li ji. Dříve se mělo za to a dílem panuje ještě náhled ten, jakoby také stlačování páry po každé sražení její za následek míti musilo. Novějším zkoumáním objevilo se však, že tvrzení toto mylné jest.

§. 280. Rozpínavost nasycené páry vodní.

Var a tvoření páry v nádobách zavřených.

Plodí-li se pára vodní v nádobě zavřené, bude prostor potud parou nasycen, pokud v nádobě voda se nalozá. To se stává na př. v parním kotli. Avšak v podobných *nádobách uzavřených* vyhřáti lze páru a tudíž také vodu *výše než na 100°*.

Přibývá-li páře teploty, přibývá jí také rozpínavosti (t. j. roste tlak na stěny nádob) a zároveň i hustoty.

Abychom jasného nabyli ponětí, v jakém poměru s teplotou i rozpínavost a hustota páry roste, uvedeme z příslušných tabulek některá čísla.

Pára			
100 ° C	teplá účink. na 1 □" tl. 1 atm.	= 12 1/4 lib. majíc hust.	0·000592
112 ° C	" " " " " 1 1/2 "	= 18 3/4 " " "	0·000860
120·7 ° C	" " " " " 2 "	= 25 " " "	0·001120
134·2 ° C	" " " " " 3 "	= 37 1/2 " " "	0·001623
144·3 ° C	" " " " " 4 "	= 50 " " "	0·002112
152·8 ° C	" " " " " 5 "	= 62 1/2 " " "	0·002592

Při 159·0 ° C	má pára napnutí 6 atmosfér
" 166·1 ° C	" " " " 7 "
" 171·6 ° C	" " " " 8 "
" 176·7 ° C	" " " " 9 "
" 181·3 ° C	" " " " 10 "

atm.

Vidíme z toho, že rozpínavost roste v poměru velmi náhlém, když teploty jen poněkudli přibývá.

Pára, která plodí se při teplotě vyšší nežli jest 100° C, slove parou *výše napnutou* a může se vyvi-

novati toliko v nádobách uzavřených. Podobné nádoby ku plození páry jsou parní kotle.

Vedeme-li páru z parního kotle do jiného o sobě (bez vody) uzavřeného prostoru, kterému obyčejně podoba roury se dává, a přivedeme-li ji v něm na vyšší teplotu, nežli při které byla pára ta vytvořena, tož nabude následkem ohřátí větší rozpínavosti a účinek její se zvýší. Pára taková zove se *parou přetopenou*. Pára přetopená není tudíž parou nasycenou. Za tou příčinou přibývá jí rozpínavosti toliko dle zákona Gay-Lussacova jako plynům.

Vedeme-li konečně páru toliko po částech z kotle do prostoru uzavřeného, kde může rozprostraniti se, tož následkem rozpínavosti své bude moci vykonati práci asi tím způsobem, že píst v tomto prostoru před sebou potlačí. Rozpínavosti její bude zvětšováním objemu dle zákona Mariottova ubývatí a ona sama bude patrně nenasyceua. Práce, kterou pára tímto způsobem vykoná, lacinější jest než práce, kterou by vykonala, jsouc nasycena. Pravíme v té příčině, že *pára pracuje rozpínáním čili expansí*.

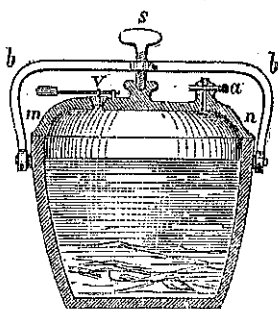
Až budu později vykládati parní stroj, promluvíu blíže o užívání páry v rozličeném stavu.

Papinův hrnec.

Naskýtá se mi příležitost upozorniti vás na nádobu, která účinek svůj parám výše napnutým děkuje a jižto v obecném životě zhusta se užívá. Jest to *Papinův hrnec* čili *digestor*. V něm uvaří se pokrmy v době značně kratší nežli v nádobách otevřených, čímž paliva lze ušetřiti. Hrnce ty jsou buď z mědi, buď z litiny, buď z plechu zhotoveny a rovněž kovovým neprodyšně přišroubovatelným víkem (obr. 296. *mn*) opatřeny. V hrnci

Papinově vaří voda, jak z předešlých úvah vysvítá, při vyšší teplotě nežli na volném vzduchu i působí potom tak vydatně, že v ní i kosti rozvaříti lze. Ve víku nalezá se záklopka bezpečná *v*, která otevře se v tom okamžení, kdy stěny nádoby tlaku páry by více neodolaly. Kohoutkem *a* lze páru z hrnce vypustiti.

Obr. 296.



Papinův hrncec.

§. 281. Var v prostoru se vzduchem zředěným.

Zmenší-li se tlak, který na kapalinu účinkuje, začíná tato při menším tepla stupni než stupni varovém vřítí. Utvořené páry budou moci totiž při slabším již napnutí nabyti skupenství vzdušného. Z té příčiny vře voda na vysokých horách za teploty nižší než v rovinách; na Montblanku na př. při 84° C.

V prostoru, ve kterém vzduch zředěn, lze vodu ještě rychleji do varu přivesti; tak vře na př. voda pod vývěvou při 35° C. — *Vodní kladívko.*

Metody odpařovací ve vzduchoprázdnotě v chemii často se užívá. Obzvláště pak odpařování šťávy cukrové v přístroji řečeném vakuu (vacuum = vzduchoprázdnota) za nízké teploty se děje a sice za tou příčinou, protože, zahusťuje-li se šťáva tato při vyšším tepla stupni, mnoho nehranitelného cukru slizkého se tvoří. Ve vakuu zavařuje se cukr až i při 45° .

O tom, že skutečně při zmenšeném tlaku vzduchu voda dříve se vaří, přesvědčujeme se nejjednodušeji, když do skleněné kolby s dlouhým hrdlem (obr. 297. B) vody nalejeme a ji do varu přivedeme. Když po chvíli varem vzduch z nádoby vyhnán jest, sejmemo ji s ohně. Uzavěvše pak otvor korkem a nádobu dnem vzhůru obrátivše

držme ji v této poloze nad miskou. Ochladíme nyní dno nádoby lejíce na ně vodu. Ille, voda v kolbě, která dříve vřítí přestala, opět klokokem vaří.

Je-li kolba opatřena kohoutkem, jak obr. 297. ukazuje, není ji třeba dnem vzhůru obracet.

Ač výjev tento z prvu překvapuje, lze jej přec snadno vysvětliti. Když zajisté sejmuli jsmo nádobu s ohně, přestala v ní voda vařiti proto, že pára, která hrdlem odcházeti více nemohla, na povrch vody tlačila. Jest-li však nádobu vodou polejeme, sráží se pára a voda tlaku páry pozbavena, přichází opět do varu, čím prostor nad vodou znova parami se naplní. Každým novým schlazením dna objeví se zase var v nádobě.

Pokusem tím znázorňuje se také výjev nemálo důležitý, že totiž sražením páry v nádobě, která toliko parou jest naplněna, prostor se zředěným vzduchem povstává. Kteréhož zhustování páry v životě průmyslovém při parních strojích a přístrojích odpařovacích s prospěchem se užívá.

§. 282. * Rozpínavost par z různých kapalin.

Páry různých kapalin mají také různé vlastnosti. Objevujíť totiž při téže teplotě nerovnou rozpínavost. Za tou příčinou také rozličné kapaliny vrou při rozličných tepla stupních.

Tak vřo kyselina solná od 60—110°, éther při 35·66°; lih při 78°; kyselina dusičná dle hustoty od 120—130°; voda mořská při 104°; silice terpentínová při 156°; lněný olej při 315°; kyselina trová (selmaná) při 325°; rtuť při 360°.

Skupenské teplo par jest u každého těla jiné.

Obr. 297.



Studená voda spásobuje var.

§. 283. * **Mnoho-li páry plodí se z libry vody.**

Dříve než budeme mluvit o užtku páry, vypočteme ještě úlohu z nauky o páře.

Úloha. Mnoho-li páry nasycené vytvoří se z 1 libry vody na 152·8 stupně ohřáté.

Řešení. Pára má při této teplotě napnutí 5 atmosfér (viz §. 280.) a hutnost = 0·0025918. 1 e' páry vážila by v těchto okolnostech $56·4 \times 0·0025918 = 0·1461$ ℥. Kdyby vážila 0·1 libry, musilo by z 1 libry vody 10 e' páry povstati; ještě však 0·1461 libry váží, vyvine se z 1 libry vody $1 : 0·1461 = 6·84 = 6\frac{1}{2}$ e' páry. (Při teplotě 100° C lze z 1 libry vody 30 e' páry obdržeti.)

§. 284. **O překapování čili destilaci.**

Vodu a jiné kapaliny lze horkem v páru obrátiti a v této podobě do jiné nádoby převésti. Ochlazením přechází pára opět v kapalinu. Na tom spočívá *překapování čili destilace*. Kapalina, která sechlazením povstala, slove *destilat*.

Destilací zbavujeme vodu příměškův nerostných (solí), které v ní rozpuštěny byly, nabývajíce takto vody úplna čisté — *destilované čili překapané*.

Voda destilovaná hodí se dobře ku praní, protože nečistoty snadno přijímá.

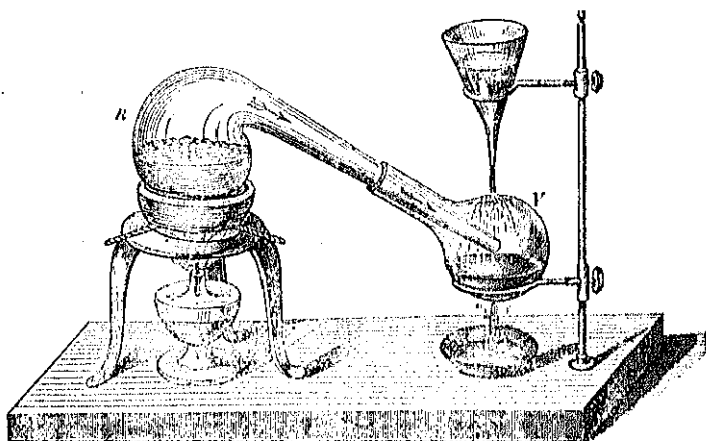
Rozeznáváme vody *měkké* a *tvrdé*. K měkkým počítáme vodu dešťovou a sněhovou, které co do čistoty vodě destilované se blíží a vodu říčnou. Tvrdá voda jest voda studničná.

Jindy odděluje se destilací kapalina těkavá od méně těkavé. Z vodnaté zápany nabýváme tím způsobem líhu. Líh odpařuje se totiž dříve a přechází do jimadla, kdežto voda z největší části zbývá.

Destilaci oddělují se v novější době fotogén od solar-
ného oleje a petrolej od těžkých a snadno zapalitelných
příměškův svých.

Následující vyobrazení 298. podává jednoduchý
přístroj destilační složený z křivule *R* a jímadla *V*.

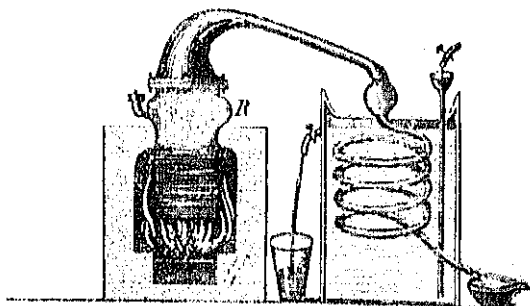
Obr. 298.



Destilační aparát.

Při destilování ve velkém dává se kapalina, kterou destilovati
máme, do kotlíku měděného *R* (obr. 299.), který pokryvkou (klobou-
kem) jest uzavřen. K ochlazení vyvinujících se par slouží chladí-
č,

Obr. 299.



Destilační aparát.

který studenou vodou naplněn jest. Ve chladiči jest roura hadovitě zatočená, kterou pára prochází a zde se ochladivši, do přichystané nádoby stéká. Apparaty destilační ve vinopalnách mají jímadla a chladiče dle potřeby rozličně upravené.

Jak již v §. 264. zmínka učiněna, dlužno péči o to míti, aby voda v chladiči neustále byla obnovována. Čerstvá voda přivádí se dolem, obřátá odtéká horem (viz obrazec 299).

O přehánění čili sublimaci.

Také pevná těla jako síra, salmiak, kafr a j. přeměňují se v páru za tím účelem, aby od látek je znečišťujících byly odděleny. Pára se v přiměřených jímadlech ochlazuje, čímž tělo skupenství pevného nabývá. Celý ten výkon nazývá se *přehánění, přepuzování čili sublimaci*. Výrobek touto cestou obdržený slove pak *sublimat* (přepuzenina).

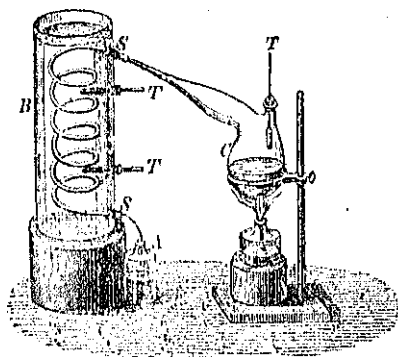
C. Užitek páry vodní.

§. 285. Rozvrh.

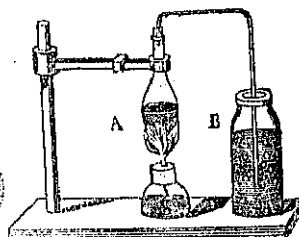
Pára vodní dochází v průmyslu mnohonásobného užívání.

Za prvé: k vaření a odpařování užívá se mimo teplo volné i značného jejího tepla skupenského. Při tom vede se pára buď přímo do kapaliny, kterou vařiti máme, jako v *barvířství, pivovárství*, při praní parou se stává, buď proudí pára plochou spiralou (rourou do závitku stočenou), která v dolní části nádoby, v níž kapaliny zahřívati se mají, vedena jest. Voda, která v rouře se sráží, nestýká se s kapalinou. Takto postaráno jest o to, aby kapalina se nerozředovala, což v mnohých výkonech, jako na př. při destilování a u přístrojů odpařovacích, které parou se zahřívají, jest věcí nevyhnutelnou. Obr. 300. ukazuje podobnou úpravu.

Obr. 300.



Obr. 301.



Vaření parou.

Že v skutku parou vodu vaříti lze, o tom přesvědčujeme se způsobem nejjednodušším pomocí přístroje na obr. 301. vykresleného. Plodí-li se pára v kolbě *A* a použítme-li ji skleněnou rourkou do nádoby *B* studenou vodou naplněné, přichází voda brzy do varu,

Za druhé: k topení a sušení. Topení parou zařízeno jest podobně jako topení vodou. Místo horké vody prochází pára rourami a místnosti vytápí. Voda zkapalnělá přivádí se nazpět do parního kotle. Podobného topení užívá se v sušárnách. Papír suší se váleci parou ohříványými. Sukno při *dekatování* nabývá velmi pěkného trvanlivého lesku tím, že se parou napájí a pak lisuje. Stavbělnu dříví parou vylouženému sluší dáti v každé příčině přednost před dřívím pouze vysušeným. Konečně jest zahřívání a sušení parou v těch případech velmi prospěšno, kde látky, jež sušiti aneb taviti máme, vyššího stupně tepla nesnesou, jako na př. při sušení prachu a tabáku, při rozhřívání loje atd.

Za třetí užívá se páry co *síly hybné*. Užitek tento jest zajisté nejdůležitější. Pára tlačí, jak známo, následkem rozpínavosti své značně na stěny nádob, ve kterých jest uzavřena a jest tudíž také s to stěnu

pohyblivou (píst) znamenitou silou před sebou hnáti. Na této myšlénce spočívá zřízení parních strojův, s kterýmiž později blíže seznámí se hodláme.

O tvoření páry.

§. 286.

V následujících odstávkách vyložím vám, kterák pára ve velikém se připravuje a jakých opatrností šetríti třeba, aby mohla co možná spořivě a bez všelikého nebezpečství se vyvinovati.

O parním kotli.

§. 287.

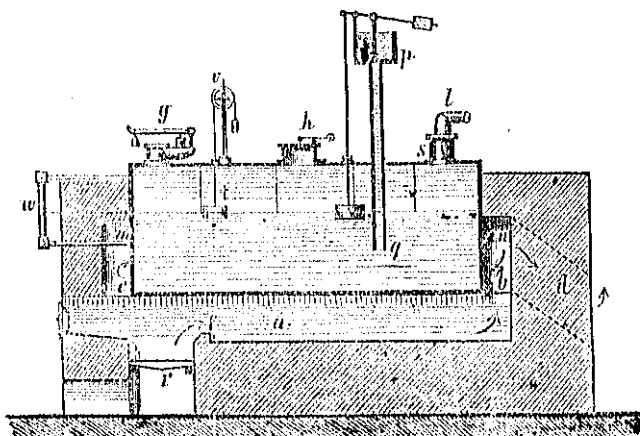
Pára ploší se v parních kotlích. Jsou to uzavřené nádržky z kujného železa podoby válečité na obou koncích obyčejně zakulacené. Stěny jejich snýtované z desek ze železného plechu musejí býti tak silné, aby byly s to i nejsilnějšímu napnutí, kterého by pára nabyti mohla a jež vždycky známo, odolati. V případnostech nejobyčejnějších dává se jim tloušťka 2 až 3 čárek.

Každý kotel, dříve než se ho užije, podroben bude zkoušce. K tomu účelu naplní se vodou a pomocí pumpy přivádí se násilně voda do něho tak dlouho, až objeví se tlak dvakrát větší, než za nejsilnějšího napnutí páry v něm povstati by mohl.

Parní kotle nejvíce v poloze vodorovné se zazdívají, tak že jen nejvyšší část jejich vyniká. Ve zdi pak vedeny jsou průchody (kanály) čili tahy, kterými horké plyny, dříve než do komína vejdou, kolem kotle několikráte projíti mohou. Tím podána jim příležitost, aby

úplně teplo své vodě sdělily. Čím přiměřeněji tyto průchody založeny jsou, tím lacinější bude plození páry.

Obr. 302.



Parní kotel.

Topení pod pánevemi, pod kotly stojatými atd. podobné jest zřízeno, aby teplo paliva co možná úplně se zužítkovalo.

Obr. 302. ukazuje parní kotel. Zde ošlehává horký vzduch nejprvé dolní část kotle *a* a sice z předu do zadu, po té vstupuje do komory *b*, odtud dochází k přední a pak k zadní ploše postranní a vehází otvorem *d* do komína.

Kamna pokojová bývají nejčastěji opatřena rourami, kterými horké plyny, dříve než do komína vjedou, procházeti musejí. Má-li komín dobrý tah a je-li boření dokonalé, možno tahy značně dlouhé udělati a jen v tomto případě lze mluvit o spořivém užití tepla, jež palivo vydává. Snadno uznáme, že čím hmotnější jsou stěny kamen a čím větší jest jejich tepla chápavost, že tím více tepla lze poměrně v nich nashromáždit. Kamna sdělují pak poněkud teplo to vzduchu ve světlici. Kamna hliněná ohřívají světlici sic zvolna, avšak stejnoměrně a trvale. Kamna se stěnami tenkými, jako na př. kamna železná, se sice rychle zahřejí, vychladnou však také rychle. Roury plechové jdoucí nahoru a dolů tvoří pokračování tahův.

Mnohé kotle mají mimo průchody vnější ve zdi také jeden neb dva průchody, tak zvané „kanony“, uvnitř kotle samého.

Má-li kotel při skrovném objemu co možná mnoho páry dávat, opatřuje se uvnitř místo dvou průchodův velikých četnými (100 i nad to) úzkými trubicemi, jimiž plamen prochází. Podobné kotle slovou *trubicové* a užívá se jich jmenovitě u parních vozův a lodí.

Jiný druh parních kotlův jsou *kotle s varníky*. Varníky jsou dva úzké dlouhé kotle, které pod hlavním kotlem ležící a s ním trubicemi spojeny jsouce, ku předhřívání vody slouží. Proto slovou také „*předhřívací*.“

Die množství páry, jižto třeba, řídí se velikost kotle. — Průchody na plamen dlužno častěji čistiti, protože plochy začazené teplo tak dobře nesdílí jako čisté. Tolikéž musejí býti kotle zazděné, protože zeď co špatný vodič teplo pohromadě drží.

Obaly s uzavřenými vrstvami vzduchu, hladký a rovný povrch kotlův jsou prostředkové, kterými ztráta tepla na venek se zamezuje.

Počítá se povšechně, že každá čtverečná stopa topitelné plochy kotle za hodinu 4 až 5 lib. páry vyvine, že tedy na každou koňskou sílu, kterou parní stroj působiti má, 15 čtverečných stop topitelné plochy dostačí.

§. 288. O komínu.

Již z toho, co o zahřívání plynův v §. 266. řečeno bylo, vysvítá, že topení, při kterém horkým plynům dlouhými tahy procházeti jest, vysoké komíny mítí musí. Proto nejsou při vytápění kotlův komíny 30—60 stop vysoké žádnými vzácnostmi.

§. 289. O roštu.

Rošt pod kotlem (obr. 302. r) jest buď vodorovný buď do zadu poněkud skloněný. Topí-li se palivem,

kteřé plamen vydává, jako dřívím, rašelinou č. hořlákem, jest vzdálenost roštu od kotle věčší. Při jiných hořlavínách však, jako jest na př. kamenné uhlí, bývá vzdálenost tato menší.

Rošt složen jest buď z jednotlivých prutů železných, které vedle sebe tak se kladou, aby mezi nimi mezery zůstaly, aneb při menším topení z pevné mřížoviny.

V novější době staví se také kotle, kde topení uvnitř jich samých zřizováno jest. Topení takové lze schvalovati jen u kotlů velikých, kde průchod vnitřní velikého průměru nabytí může; v rourách malých by se palivo příliš ochlazovalo.

Rošt jest ona část topení, na niž palivo hoří. U parních kotlův musí býti tak veliký, aby teplo, které pochodem spalovacím se tvoří, dostačovalo žádané množství páry v určité době vyvinouti.

Při těch kterých výpočtech slouží pravidla z praxe vzatá, že totiž lze

1 librou kamenného uhlí . . . 7—8 lib. ledové vody

1 " suchého dříví neb rašeliny 3—4 " " "

obrátili v páru.

Výhřevnost uhlí dřevěného, jehož ostatně k vytápění parních kotlův se neužívá, jest nepatrně menší než výhřevnost uhlí kamenného.

Při topení dlužno všelikého paliva užití v stavu co možná suchém. Jinak pohltí teplo, kterého potřebí k odpaření hygroskopické vody paliva téměř 5 procentův z výhřevnosti jeho.

Zahledím vyháná se ze dřeva jak voda hygroskopická, tak také voda chemická, t. j. voda, která hoření přítomného vodíku vzniká.

Známe-li, mnoho-li paliva za hodinu na roštu shořeti musí, není nesnadno vypočísti přiměřený průřez roštu. Množství vzduchu k hoření potřebného, jakož i rychlost, kterou tento roštem se pohybuje, jsou nejpodstatnějšími věcmi, na něž ohled bráti sluší. Zkušenost učí,

že k úplnému shoření paliva jest dvakrát tolik vzduchu třeba, nežli kolik uhlík a vodík paliva vymáhají, aby dle zákonů chemických na kyselinu uhličitou a vodní páru shořely. Jinak shasl by oheň dříve než všechen kyslík vzduchu by byl stráven.

1 libra suchého dříví vyžaduje, má-li shořeti, 168 c' vzduchu; 1 libra uhlí kamenného vyžaduje k témuž účelu 300 c' vzduchu.

Aneb

1 kilogr. suchého dříví vymáhá k úplnému shoř. 6·51 krychl. metrů vzduchu
1 " " uhlí kamenného " " " 9·05 " " "

Za tou příčinou musí, topíme-li uhlím kamenným, větší účinná plocha roštová (součet roštových mezer) býti ponechána, než když dřívím topení se děje. Čím hustší jest palivo, tím větší musí býti ona účinná plocha roštová a tím nižší vrstvu musí palivo tvořit, chceme-li docíliti, aby úplně shořelo.

Co příklad služiz, že při vhodném topení v kamnech, při kterém 10 liber dříví za hodinu se spaluje, účinná plocha roštová 42 □" při 6palcové výši vrstvy se brává.

Ploše nistěje samé dejme průřez 1 □', ješto * plamen dříví se rozširuje. Při podobném topení uhlím kamenným dali bychom plochu roštovou průřez 78 čtveračných palcův při 3palcové výšce vrstvy.

* §. 290. Spalování rozsazné a důsazné.

Je-li vrstva paliva příliš vysoká, shoří část uhlíku hořlaviny místo na kyselinu uhličitou na kysličník uhelnatý. Ješto palivo toliko tenkrát úplně se zužitkuje, když na kyselinu uhličitou shoří, patrnó, že je-li příliš vysoko naloženo, teplo se ztrácí.

Sluší však připomenouti, že je-li palivo vysoko naloženo, vyšší teploty se docílí než obyčejně.

Rozeznáváme tudíž spalování dvoji: rozsazné (extensivné) a důsazné (intensivné).

Spalováním rozsažným zužitkuje se palivo úplna. Nastaneť, hoří-li palivo zvolna a bez kouře. Takovýmto spalováním nedocílujeme sice teploty příliš vysoké (asi 1100° C), ale jest to topení nejspořivější.

Při spalování důsažném vyvozuje se větší spotřebou paliva teplota co možná vysoká (asi 1600° C), kteráž tím, že se pod rošt horký a zhustěný vzduch vede, ještě vyššího stupně může dostupiti.

Ve výhni kovářské, v peci zkujovací a peci vysoké způsobuje se spalování intenzivně tím, že pomocí dmychadel vzduch zhustěný a obyčejně dříve rozehřatý na palivo se žene.

Při obyčejném topení na ohništích a pod kotlem zavádí se výhradně spalování rozsažné, protože zde k ušetření paliva hlavně zřetel se obrací.

§. 291. Všeobecná pravidla o topení kotlův.

Má-li být topení spořivé, potřebí jest mimo přiměřeně zařízené ústrojí vytápěcí také dobře vycvičeného a pozorného *topiče*. Spořivý topič nenaloží nikdy paliva na rošt příliš vysoko, on raději přikládá častěji, dobře věda, že, je-li vrstva vysoká, palivo úplně shořeti nemůže. On pruty roštové častěji bude čistiti, protože mu známo jest, kterak zanesením mezer roštových vyměřený přístup vzduchu se obmezuje, následkem čehož kouř a jiné zplodiny destilační z paliva se vyvinují, čímž teplo se ztrácí.

Pozorný topič, přikládaje palivo, bude hleděti, aby zmírnil tah, což stává se zatažením zástrčky, která nachází se tam, kde průchod do komína se ústí.

Kdyby totiž po dobu, když jsou dvířka u topení otevřená, tah zůstal nezměněný, proudil by po každé studený vzduch pod kotel, ochladil by jej, jakož i plyny v průchodech, což by kotli i topeu škodilo. Dvířka musejí býti malá a neprodyšně uzavřitelná. Tolikéž schvalo-

vati lze předhřívání paliva. Příkladání musí býti tak zřízeno, aby kouř a plyny, které z paliva nově přiloženého se tvoří, plamenem paliva v plném žáru se nacházejícího protahovaly.

§. 292. O úspoře paliva.

Jak ta okolnost, že vzduch v popelníku se předhřívá, tolikéž i, že prostor mezi roštem a průchody můstkem čili sedlem t. j. zídkou *f* (obr. 302.) zúžen jest, přivozují úsporu paliva.

Kteréž zúžení působuje patrně, že vzduch se strženými částicemi uhlí dokonaleji se mísí a následkem toho tyto úplněji shoří.

V pecích pálacích, sporokrbecích (spořičkách) atd. jest mimo toto zúžení můstkem ještě jiné, delší a sice na onom místě, kde horké plyny do komína vcházejí.

Aby mohl zužitkován býti prach uhelný a jiné prášivé palivo, k tomu slouží rošty nakloněné (*schodové* i *patrové*).

Je-li palivo příliš drobné, tak že ku přímému spalování se nehodí, promění se dříve ve zvláštní peci, tak řečeném generatoru, v plyn (kysličník uhelnatý), kterýž byv zahřát a se vzduchem smíšen teprv v peci roztápěcí úplně (na kyselinu uhličitou) se spaluje, čímž vyvozuje se teplota velmi vysoká (až 2600° C). Sluší však připomenouti, že teplo, které vydá palivo pevné, byvši přímo a úplně spáleno, větší jest, nežli když palivo dříve v kysličník uhelnatý proměníme a ten teprv spálíme.

§. 293. Osvětlování.

Až dosud mluvili jsme o látkách spalitelných, jichž se ke spozování tepla užívá, čili o *palivu*.

Všeliké palivo (dříví, rašelina, uhlí dřevěné, kamenné i hnědé a koky) složeno jest buď z uhlíku, aneb z uhlíku, vodíku a kyslíku.

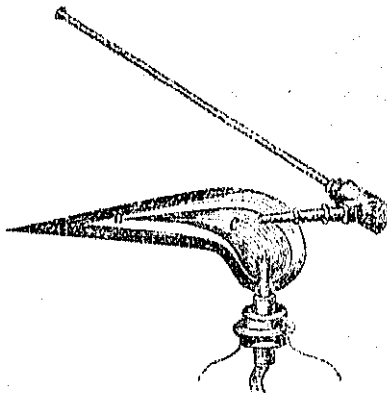
látky složení podobného spalují se k tomu
y světlo, které plamen jejich vydává, sloužilo
vání. Těla tato slovou **svítiva** a o nich hodlám
mluviti.

nenem hoří jen ony hořlaviny, které hořice
tky ze sebe vylučují. Rozžhavená pevná těla
ni se vznášející jsou příčinou, že plamen svítí.
svíčky svítí, protože v něm uhlík se vylučuje
vuje. Lih i vodík dávají plamen bledý, držíme-li
plameni jich závitok drátu platinového, svítí
plameni třáskavého plynu způsobuje rozpálené
námé vydatné světlo (světlo Drummondské).

trolej, olej, plyn světelný dávají jasné světlo,
st se hořením těchto svítiv mnoho uhlíku, o čemž
čime se, držíce do plamenu tělo studené, na
pak saze se usazují.

umen svítiplynu zajisté jest velmi světlý; vedeme-li však do
k vzduchu, aby veškerý uhlík v něm se vyskytající mohl
k čemuž 7 až 8onásobný objem vzduchu dostačí, snížíme
j jeho svítivost. Za to však výhřevnost jeho jsme zvýšili.

Obr. 303.



Dmuchavka.

Topení plynem není již věcí novou; máme plynové žehličky, dmuchavky plynové atd. ano i sporokrbky plynové, na nichž pokrmy za krátkou dobu se uvaří neb upekou. Méně výhodná jsou plynová kamna.

Aby se v malém veliké horko vyvinulo, užívá se *dmuchavky* (obr. 303.). Tak jako ve výhni kovářské pomocí měchu horko se plodí, tak docílíme i ve plameni, foukajíce dmuchavkou do něho, vysoké teploty. Ješto se zde věčší množství vzduchu do plamene vhání, shořuje uhlík jeho dokonale. Vnitřní část plamene jest vždy tmavá, protože v ní pro nedostatek vzduchu spalování dítí se nemůže. Obal b jest nejjasnější a plášť jej obkličující a nejpalčivější krajina plamene, ješto tu všecko se spaluje.

Tak jako palivo, má-li poskytovatí výhřevnosti největší, vyžaduje určitého množství vzduchu: rovněž i svítivo, žádáme-li na něm, aby co možná *jasné* vydávalo *světlo*, přiměřeného množství vzduchu vymáhá. Svíčka lojová hoří potud jasně, pokud z knotu jejího více plynů se nevyvinuje, nežli jich stýkáním se se vzduchem může shořeti. Jakkmile však věčší množství plyných zplodin z knotu vystupuje, nežli potřebí, začne svíčka čadit a plamen její je nejasný. Aby knot svíček utíratí se nemusil, napouští se kyselinou bórovou, boraxem a j. V hořící svíče se pak knot na stranu ulne a spaluje.

Totéž děje se i u lamp. Pokud potřebné množství vzduchu k plamenu má přístup, potud hoří lampa jasně, tiše a bez zápachu. Jakkmile však něco na lampě není v pořádku, takže kyslíku vzduchovému přístup poněkud jest zamezen, začne čadit a zápach vydávat. Proto dlužno, aby byla lampa vždy čistá a otvory, kterými vzduch vstupuje, vždy otevřeny.

Knot jest svazek vláskových trubice (vláken bavlněných), kterými se tuk do výše táhne. Tloušťka knotu v přiměřeném musí býti poměru ku tloušťce svíčky. Je-li svíčka příliš tlustá, zbývá na obvodu jejím neroztavený okraj, který stín vrhá. V jeho středu nashromáždjuje se mnoho tekutého tuku, který plamen zmenšuje, ješto mnoho tepla na rozklad jeho jest třeba.

Je-li svíčka u porovnání s knotem příliš tenká, rozhlívá se více 'tuku, nežli knot v sebe pojmouti a plamen spotřebovati může; tuk přetéká. Také na látku, z níž svíčka zhotovena jest, sluší bráti ohled. Čím nižší leží totiž bod, při kterém svítivo se tavi, tím tlustší musí býti knot. Proto mají svíčky lojové tlustší knoty než stejně tlusté svíčky voskové, stearové, parafinové.

Lampy s velikými knoty vymáhají strojeného úvětří, které plamenu přiměřené množství vzduchu přiváděti s to jest. Dutý knot, skleněný válec, jakož i plechová pokrývka, jižto plamen prochází, jsou, jak známo, prostředkové, kterými přístup vzduchu k plamenu se podporuje. Vzduch vniká skrze otvory ve výstupku (galerii), na kterém válec stojí, do válce, táhne tíže kolem plamene a nabyv tu vysokého stupně tepla, stoupá rychle do výše. Tím zvyšuje se horkost plamene a ješto se tak splývající v plamenu uhlík snáze rozžhavi, přibývá mu jasnosti.

§. 294. Hašení ohně.

Zamezí-li se přístup vzduchu k plamenu, shasne světlo. Na tom základě spočívají známé výjevy, že v prostorách, kde pivo nab vino kvasí, ve studnách a šachtách škodlivými plyny naplněných světlo shasíná. Za tou příčinou také nachází se uvnitř plamene svíčky tmavý prostor, ve kterém knot nespaluje se, než toliko v uhel se obrací.

Plamen shasne také, když přivádějíce mu rychle vzduch *příliš jej ochladíme*. Vímeť, že foukáme-li do plamene, světlo shasíme.

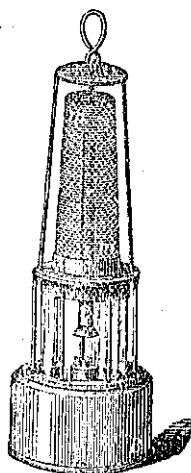
Při hašení ohně účinkuje voda dvojím způsobem: jednak že hořící předmět pokrývajíce, přístup vzduchu zamezuje, jednak také, že plamen ochlazuje.

Málo vody nejen že oheň nehasí, nýbrž podněcuje jej ještě. Rozkládá se voda působením ohně ve své součástky, z nichž jedna, kyslík, hoření podporuje a druhá, vodík, sama hoří. (Porovnej §. 18.)

Hoří-li saze v komíně, střílí se do něho z bambitky, aneb se pod komínem zapaluje síra, aneb se otvor jeho horem učepe. Prvníma dvěma prostředky tvoří se plyny, které oheň dusí, posledním se přístup vzduchu zamezuje. Hořící tuky (mastnoty) nelze uhasiti vodou, ješto tato hustší jsou, dolů klesá a v páry se obracejí, tuk vyhazuje i novou činí škodu. Nejvydatněji hasí se tuky vrstvou popele, písku, země, pilin a p. kterýmiž přístup vzduchu se uzavírá.

Obr. 304.

V dolech kamenouhelných tvoří se plyny, jež horníci „bicími větrými“ nazývají. Plyny tyto zapáleny byvše svítilnou horníkovou, způsobují strašné výbuchy, jimiž horníci dílem popáleni, dílem udušeni bývají. Někdy i značné části dolův se sesypou. Aby se podobná zamezila neštěstí, vynalezl Davy (vyslov Devy) lampu bezpečnou (obr. 304.). Plamen obejmut jest sítí, jejíž drát $\frac{1}{14}$ palce hustý a v níž oka nejvyš $\frac{1}{20}$ “ od sebe jsou vzdálena. Vstoupí-li dělník touto lampou opatřen do bicích větrův, chytanou plyny toliko uvnitř lampy, ješto síť co dobrý vodič tepla plamen ochlazuje a ven proniknouti mu nedá. O kterémž účinku přesvědčíme se, držíce drátěnou síť na přič do plamene svíčky. (Obr. 305.) Hledíce horem do plamene, uvidíme temnou vnitřní část jeho.



Lampa bezpečná.

Obr. 305.



* *Obsluhování parního kotle.*

§. 295.

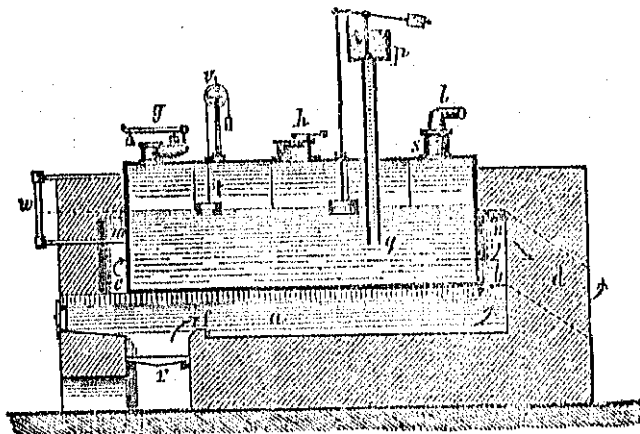
Má-li vyvinovati se pára v kotli i spořivě i bez nebezpečnosti, sluší předpokládati nejen přiměřené vytápění kotle, ale nutno jest také, aby se kotel pozorně vodou napájel, v čistém stavu udržoval, jakož i aby pečlivě k zaklopkám pojišťovacím bylo přihlíženo.

Pro velikou důležitost, jaké pára v průmyslu nabyla, hodlám o uvedených třech kusech stručně pojednati.

§. 296. * **O** napájení kotle parního.

Naplňování i doplňování kotle slove *napájení* jeho. Kotel naplňuje se tak vysoko, aby povrch vody 4" ležel vysoko nad čarou (na obr. 306. *mn*), která dělí plochu kotle plamenem obklopanou od plochy zazděné.

Obr. 306.



Parní kotel.

Aby paliva se přišetřilo, dlužno přiváděti do kotle pokud možná teplou vodu napájecí. Obyčejně užívá se ucházející páry k ohřívání vody. Nádoby, v nichž se to stává, jmenují se *předhříváče*.

Doplňování vody má dít se co možná pravidelně a v malých částkách. Do kotle pouští se jen vždy tolik vody, mnoho-li v něm v páry se obrací. Proto musí zřetel topiče neustále býti k tomu obrácen, aby stanoviště vody co možná vždy v rovné výši bylo udržováno.

Napájí-li se kotel velkým množstvím vody najednou, což zvláště není-li voda napájecí dosti teplá, sráží se pára v kotli; následkem toho klesá její napnutí, což má v zápětí porušení pohybu.

Také nesmí kotel mnoho vody obsahovati proto, že by jinak pára příliš silně vodou byla pomíšena.

Vodoměr, o němž již v §. 164. jsme rozprávěli a který na předcházejícím obrazu písmenem *w* jest vyznačen, ukazuje topiči stanoviště vody v kotli. Stanoviště toto pilně musí míti na zřeteli a dle toho doplňování kotle zařizovati.

Na témž kotli bývá k vůli bezpečnosti obyčejně více vodoměrův rozličného způsobu. Jsou to na př. *kohoutky zkoušecí*, kteréž nad sebou tak jsou na kotli upevněny, že při patřičném stanovišti vody hladina její mezi oběma leží. Pročež otevře-li kohoutek hoření, vyproudí z něho pára, otočíme-li dolů, pteče voda. Objeví-li se při otevření hořeního kohoutku voda, jest to důkazem, že stanoviště vody jest příliš vysoké; proudí-li naproti tomu z dolního kohoutku pára, jest stanoviště vody příliš nízké. Mimo jmenované přístroje užívá se tak zvaných *plovákův* (obr. 306. *vt*). Plovák jest zavěšené pouzdro plechové, které v kotli na vodě plovoucí drátem skrze zácpavku neprodyšně procházejícím spojeno jest s ručičkou; ručička poznačuje pak stanoviště vody. Často jest drát tento, (jako na obr. 306. *v p*) spojen se záklopkou, která rouru napájecí *pq* otevírá i zavírá, takže si takto plovák sám přítok vody do kotle řídí. Kteréhož způsobu napájení užiti lze jeu tenkrát, vyvinují-li se v kotli páry nižšího napnutí, což platí také o kotli vypočetném na obr. 306., kde mimo to polobné přístroje napájecí *pq* se objevuje.

Kotle napájejí se obyčejně z nádržek, které výše položeny jsou, a sice při páře o nízkém tlaku zcela

jednoduše napájecí trubici *pq*. Při parách o vyšším tlaku potřebí jest ještě trubice druhé, která kotel s uzavřeným předhříváčem spojuje, horem do něho se ústí. Stává se to proto, aby tlak páry na dolní průřez roury napájecí tlakem, který se shora jest uskutečňován, se rušil. Také se v podobných případech pomoci pumpy na tlak voda do kotle vhání.

* Co činiti, klesla-li voda v kotli příliš nízko.

Topič dopustí se chyby veliké, nechá-li klesnouti vodu pod čáru, která dělí plochu kotle plamenem oslýchvanou od plochy ostatní, protože v této případnosti stěny kotle s vodou se nestýkajíce a horkými plyny jsouce obklopovány, by rozžhavily se. Kdyby pak při napájení kotle voda se žhavými oněmi stěnami se setkala, vyvinulo by se tolik páry najednou, že by kotel i puknouti mohl.

Jestli by však přece následkem nedbalosti topičovy voda v kotli pod naznačenou čáru klesla, tož náhlým napájením kotle stala by se chyba ještě větší. V takovéto povážlivé případnosti dlužno jest topiči přede vším k tomu působiti, aby kotel nejprve byl ochlazen. Proto ať odklidí oheň s roštu a vytáhnuv ihned zástrčku, nechá studený vzduch pod kotel prouditi. Po té nechť páru z kotle zvolna odvádí a teprv když kotel se byl ochladil a napnutí páry v něm ubylo, smí se vodou doplniti. Kdyby vyklizení roštu snadno provésti lze nebylo, dlužno zástrčku spustiti, aby děj spalovací se přerušil.

§. 297. Kterak pára z kotle se odvádí.

Odvádění páry děje se z nejvyššího bodu v kotli (obr. 306. s) a z místa takového, které nejbliže jest místu, kde páry se užívá. Prvnější stává se proto,

aby pára co možná nejméně vody s sebou strhávala; poslednější pak k tomu konci, aby pára v *parovodu* (l) zbytečně se neochlazovala.

Abý pára přimíšené vody byla zbavena, bývají v kotli rozličné přístroje zřizovány, které vesměs k tomu směřují, nepouštěti páry hned do parovodu, nýbrž na zatáčkách ji tam přiváděti. Parovod obaluje se z příčin snadno pochopitelných špatnými vodiči, jako hlinou, pokrutinami, kravskými chlupy, kostní moučkou atd.

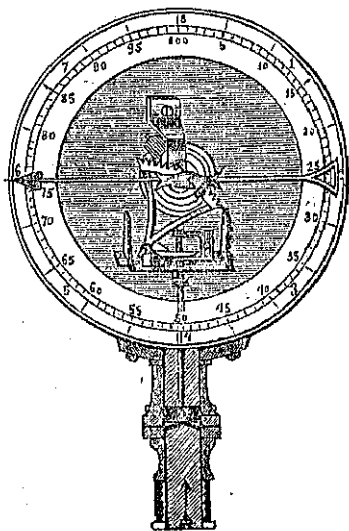
V kotli má se vždy tolik páry vyvinovati, mnoho-li se jí spotřebuje, kterémuž požadavku však těžko dosti činiti. Malé kolísání v napnutí páry objeví se tudíž vždycky.

* Kterak pozoruje se napnutí páry.

Napnutí páry pozoruje topič pilně, aby dle něho topení své zařídil. Nástrojové, kterými napnutí páry se měří, slovou *paroměry* čili *manometry*. Mimo obyčejný manometr, který na zákonu o spojitých trubicích se zakládá a ježž v §. 185. jsme popsali, užívá se také *manometru deskovitého*, protože málo zajímá místa a méně jest porouchatelný.

Záleží, jak obr. 307. ukazuje, z pružné desky ocelové, která otvor talíře do kotle zašroubovaného zavírá a tlakem páry se vyduje. Na desce spočívá páka, kterážto pohybuje ozubeným obloukem. Oblouk zasahuje zuby svými do kolečka, na jehož ose

Obr. 307.

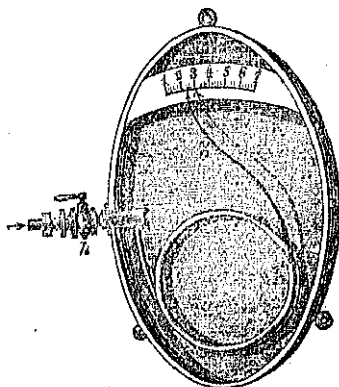


Paroměr deskovitý.

rafika jest zasazena, která tlak páry buď dle palců, buď dle liber neb atmosfér oznamuje.

Obr. 308.

Obr. 308. vypo-
dobuje manometr *Bourdonův*.
Čím větší napnutí má pára
v trubici plechové do ne-
úplného kruhu zahnuté,
tím více se trubice roze-
virá. Stupnice čili škály
těchto manometrů zkusmo
se ustanovují.



Paroměr Bourdonův.

Aby přílišným napnu-
tím páry, které by snad
v kotli objeviti se mohlo,
nevzniklo nebezpečství,
že by kotel mohl se roztrhnouti, jsou na každém kotli dvě
záklopký (ventily) pojišťovací. Záklopký tyto otevrou
se okamžitě, jakmile pára přestoupí napnutí, kterého na
nejvyšší smí dosáhnouti. Podobná záklopký vypo-
dobněna jest na obr. 306. g.

Z kterýchž dvou záklopek bývá obyčejně jedna přístupná a
druhá nic.

Poslednější jest proto nepřístupná, aby přes míru nabyla obtěž-
kávána, což nezkušený topiči při otevřených záklopkách dělají si dovo-
lují, domnívajíce se, že by tak spíše žádoucího napnutí páry v kotli
dosáhli.

Mají-li záklopký pojišťovací zabrániti, by nevzniklo
nebezpečí, že pára přílišného napnutí nabudou, kotle
roztrhne, dlužno je topiči častěji otvírati. Děje se to
proto, aby nezarezavěly a nepřichytily, což napájí-li
se kotel vodou vápenatou, snadno státi se může.

V této případnosti nesmí se však záklopký náhle vytrhnouti,
nybrž opět přede vším topení utlumiti. Nezkušený topič spůsobil již
častěji výbuch kotle přenáhleným vytrhnutím záklopek, protože zmen-
šením tlaku na vodu náhle veliké množství páry může se vytvořiti.

Mimo tyto obyčejné záklopký pojišťovací, jichž zřízení již v §. 91. bylo popsáno, dlužno ke kotlům o nízké páře, pak ku přístrojům překapovacím připojiti *záklopký vzdušné* (obr. 306. A). Jsou to záklopký, které do vnitř se otvírajíce zabraňují, aby kotel vnějším tlakem vzduchu se nerozmačkal, když buď přiváděním studené vody aneb jiným náhlým ochlazením pára by se srazila, následkem čehož v kotli zředěný prostor povstati by mohl.

Ve vinopalnách, kde napnutí páry pouze $\frac{1}{2}$ až $\frac{3}{4}$ atmosféry obnáší, jsou tak zvané *záklopký vodní* velmi prospěšné. Jsou to trubice na způsob manometrův zahnuté a na kotel přišroubované, které vodou jsou naplněny.

Tlak vody hydrostatický uzavírá zde vodu. Ke kotlům na záparu lze takovéto záklopký, které toliko 2 až 4 stopy vysoké býti mohou, velmi doporučiti, protože nahrazují jak záklopký pojišťovací, tak také záklopký vzdušné.

Ve Francouzsku uzavírány bývají jednotlivé otvory v kotli slitinami kovovými snadno tavitelnými. Kdyby pára dosáhla přílišné teploty a napnutí, při kterémž nebezpečnosti by hrozilo, roztaví se slitina a pára uchází.

§. 298. O čištění kotle.

Topič musí konečně k řádnému čištění kotle přihlížeti. Kal, který z nečisté vody se usazuje, dlužno odstraniti. Škráloup pak, jenž z vody, která vápno a sádku v sobě drží, se sráží a *kámen kotlový*, ježž těžko odloupnouti lze, tvoří, dlužno tolikéž čas od času odstraniti.

Podobné usazeniny jsou samy o sobě kotli na škodu, ješto v těch místech kotel silně se rozpálí, ano i do červena se rozžhaví, což pevnosti jeho jest na ujmu. Ony však mimo to také mohou zavdati příčinu k roztrhnutí kotle. Když totiž kámen stěny kotle pokrývající místy se vydrobí, což při rychlém poněkud topení snadno se stává, tu, když již stěna rozžhavena jest, jistě výbuch kotle nastane. Voda totiž stýkajíc se se žhavými místy kotle, obrací se tak rychle v páru, že tato záklopkami pojišťovacími dosti rychle unikati nemůže.

Užívá-li se vody nečisté neb vápenaté, radno jest užiti proti tvoření kotlového kamene prostředkův. *Prostředky mechanické*, jako dávati do kotle odřezky plechu, kameny, sklo nelze doporučeti, ješto se jimi kámen kotlový v mnohých případech ještě hutnějším stává. Jakého prospěchu poskytají tuha čili grafit, lůj, stearin, dehet (thér), hlina, cukr škrobový, protože zemité součástky vody obalují.

Nejprospěšnější jsou však *prostředkové lučební*, kteří tvoření kamene tím zamezují, že uhlíčan vápenatý a sádro buď ve sloučeniny rozpustné, aneb z vody kyprý jemný prášek vylučují, který ke stěnám kotle nepřilehá.

Prostředky chemické jsou kyselina tříslová, soda neb potaš (draslo), žíravé draslo neb žíravé natron, salmiak atd.

Zeminy kamenotvorné sluší sraziti z vody dřívě, nežli se jí k napájení kotle užije.

Čištění kotle jest tím způsobem možno, že do něho vléztí lze otvorem — tak zvanou *hrdlovinou* — který na hořejší straně kotle se nacházejí, neprůdyšně jest uzavřítelný. Na dolní pak straně kotle nachází se kohoutek vypouštěcí, kterým kal odchází.

O parním stroji.

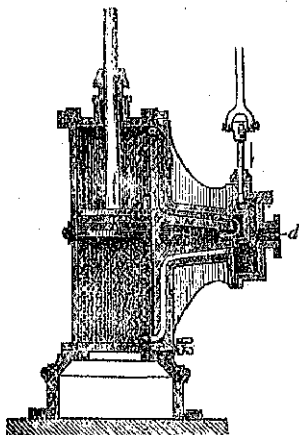
§. 299.

Podáv vám v předcházejících odstávkách některá pokynuti, dle kterých při vyvinování páry říditi se jest, hodlám ještě ku konci tohoto oddílu seznámiti vás s nejpotřebnějšími vědomostmi o tom, kterak *páry co síly* *hybné* se užívá.

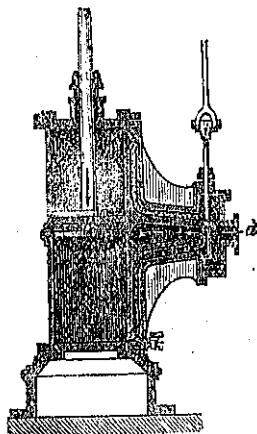
§. 300. O přístroji rozváděcím.

V parním stroji účinkuje pára rozpínavostí svou; vede se totiž z parního kotle parovodem *d* (obr. 309.) do parní komory; zde rozvádí se šoupátkem *ss* hned pod píst, hned nad píst *k*, který ku stěnám parního válce těsně (neprodyšně) přilehaje, nahoru a dolů pohybovati se dá. Vstoupí-li pára dolením průchodem *u* pod píst, požene jej rozpínavostí svou před sebou a vytlačí jej až k hořenému konci válce. Vzduch, který nad pístem se nalezá, ustupuje při tom hořením průchodem *o* a otvorem *x* ven.

Obr. 309.



Obr. 310.



Parní válec.

Dosáhl-li takto píst nejvyššího místa, stlačí se šoupátko do polohy *ss* (obr. 310.). Pára vcházející nyní průchodem hořením *o* do válce, účinkuje na píst se shora i bude jej dolů tlačiti. Pára, která pod pístem se nalezá, uniká průchodem dolením *u* a rourou *x* do vzduchu.

Přišlo-li šoupátko opět do prvotní polohy své, půjde píst znovu nahoru atd. Pochopíme snadno, že pohyb tento potrvá tak dlouho, pokud šoupátko sem a tam bude postupovati.

Pomocí *tyče pístové* čili *pístnice*, *vojnice* a *kličky* lze pak tento postupný pohyb pístu vzhůru, dolů neb sem a tam obrátiti v pohyb otáčivý (jako na přeslici).

§. 301. Zařízení parního stroje.

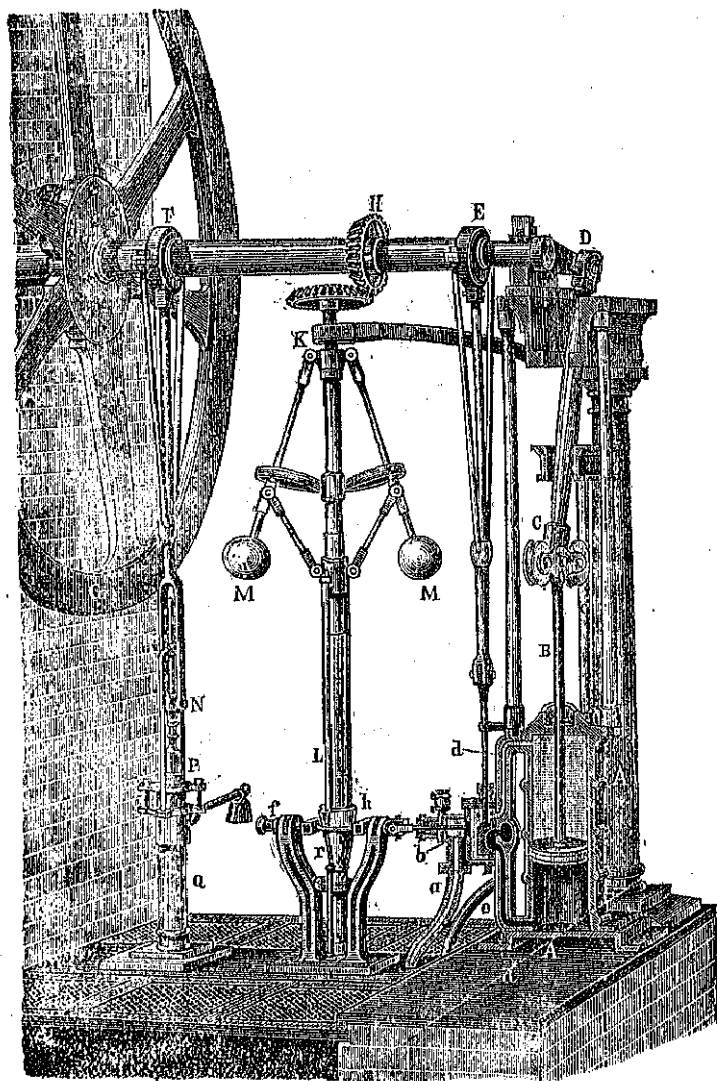
Obr. 311. vypočobňuje parní stroj. *Válec A*, *parní komora b*, *parní průchody d d'* a *parovod a* jsou prořiznuty, aby do vnitř bylo viděti. Části ostatní vypočobněny jsou perspektivně.

Z obrazu znamenáme, že s hořejším koncem *pístnice B* *příčka O* jest spojena, která pomocí dvou kladek aneb smykadla (saní) mezi uhlazenýma tyčema (ve *vodidle*) se pohybuje. S pístnicí spojena jest *vojnice* neb *táhlo CD*, jenž pomocí *kličky D* hřídelem stroje *EF*, na němž *setrvačnick G* (viz §. 125.) se nachází, otáčí.

Z obrazu také vysvitá, kterým způsobem pohybování *ústroje řídicího* neb *rozvaděcího* (šoupátka) se děje. Zde dostává se totiž šoupátku pohybu vystupujícího i sestupujícího, jak obyčejně se stává, pomocí *výstředního kotouče (excentricky) E*.

Excentrika jest kotouč kovový na hřídeli upevněný, jehož středohod leží mimo střed hřídele a jehož kruh kovový volně objímá. Toč-li se kotouč výstřední kolem své osy, pohybuje se kruh nahoru a dolů a ještě jest s ním spojeno táhlo, na kterém šoupátko jest upevněno, tož vysvitá již, kterakým způsobem šoupátko střídavě pohybuje svou mění.

Na témž hřídeli nachází se také *excentrika E*, kterouž podobným způsobem táhlo *N* *pumpy napíjecí PQ* se pohybuje.



Stojatý parostroj.

§. 302. Popis Mayerova rozdělovatele.

Již dříve (a sice v §. 280.) upozornil jsem vás na to, že jest velmi prospěšno, když pára působí svou rozpínavostí. V kteréž případnosti nedá se páře z kotle vystupovati po celou dobu jednoho pohybu pístu, nýbrž zamezí se jí přístup, kdy píst jistou část (na př. $\frac{1}{3}$ až $\frac{1}{10}$) dráhy své vykonal. Tím přišetřeme při rovném účinku polovinu, ano i dvě třetiny páry.

Stroje tak upravené slovou parní stroje *s přetržkou* neb *s rozpínáním páry (expansivně)*.

Přístroje, které přístup páry do válce v pravý čas zamezují, velmi jsou rozmanité. Na obraze svrchu dotčeném 311. vypočten jest podobný přístroj, tak zvaný *rozdělovatel* neb *rozpínatel Mayerův*. Záleží ze záklopky *b*, která pomocí svislého kužele *h*, kolem něhož kroužek volně jest ovinut, nazpět se posouvá. Kužel otáčí se kolem své osy *a* má na povrchu dvě žebra. Záklopka posouvá se k otvoru parní komory tlakem, který péro *f* ve směru *fh* uskutečňuje.

Pošine-li se záklopka nazpět, bude moči pára do komory parní a do válce vcházeti, kdežto postoupí-li záklopka ku předu, přístup páře na krátký čas se zamezí, tak že pára, která do válce již vešla, rozpínavostí svou působí, píst s rychlostí zpozděvanou do výše přivede.

Ješto osa *L* zmíněného kužele (účinkujet dle hořejšího jako excentrika) pomocí kol kuželitých *K* a *H* hřídelem setrvačnicku do pohybu bývá uváděna, vysvětí, že zmíněné zavření a otovření dvakrát se stává, když hřídel jednou se byl otočil.

§. 303. Svislo odstředivé jakožto rovnatel přítoku páry.

Na témž obr. 311. spatřujeme ještě přístroj, se kterým u parních strojův často se setkáváme. Slove

svislem čili *rovnatelem odstředivým*. Jsou to dvě železné koule MM , které, když osa L se otáčí, v kruhu se pohybují. Čím rychleji pak hřídel stroje se otáčí, tím větší bude odstředivost koulí (srovnej §. 127.) a tím více budou od sebe se vzdalovati. S kouléma spojen jest dotčený již kužel h , který na vnitřní ose na horu a dolů jest pošinutelný. Půjdou-li koule od sebe, půjde kužel do výše, čímž záklopka nebude tak mnoho nazpět vtahována, jako když koule více k sobě sklesnou a kužel následkem toho hloub zapadna, žebrama svýma kruh nazpět bude zatahovati. Ze stručného vyličení toho seznáváme, že svislo odstředivé jiného nemá účelu, než aby chod stroje rovnalo (regulovalo) a proto právem zasluhuje jméno *rovnatele* (regulatoru).

Pohybuje-li se totiž hřídel stroje příliš rychle, vtláčeje páro f záklopku hloub do otvoru parní komory, načež rozpinání čili expanzí páry delší dobu může trvati. V případnosti opáčené uzavření kratěji potrvá, čímž chod stroje se zrychlí.

§. 304. O hustiči stroje parního.

Když úkol svůj pára byla vykonala, vede se trubici e buď bezprostředně do volného vzduchu, buď užívá se jí k vytápění. Při některých parních strojích odvádí se do hustičův čili kondensátorův, kde se sráží.

Hustič (kondensátor) jest nádoba uzavřená nacházející se pod parním strojem, do níž kroupikem studená voda se stříká. Kterýmž srážením zrušuje se protitlak, jenž by pára spotřebovaná na plát nekuteřňovala a účinek stroje se tak zvyšuje. Voda, jižto ku zhustění páry se bylo užilo, přichází z kondensátoru pomocí pump na zdviž a na tlak opět do kotle.

srazil 1 libru páry, potřebujeme 20 až 25 liber vody li málo vody, aneb má-li parní stroj malý zajímati i něm hustiče.

305. Rozdělení parních strojův.

troje dělíme na *stroje o nízkém, středním a ru.* U strojův o nízkém tlaku, které vždy seji býti opatřeny, užívá se páry s napnutím sféry. U strojův o středním tlaku obnáší páry $\frac{1}{2}$ až 3, u strojův vysokotlakých 3 až mosfér.

parostroj vyžaduje na sílu koně za každou hodinu Ješto pak za hodinu může na 1 čtverečné stopě plochy r se vyvínovati, tož počítá se na sílu jednoho koně při 5m tlaku 14 čtverečných stop, při strojích vysokotlakých i čtverečných stop, při strojích pak vysokotlakých s verečných stop plochy kotlové.

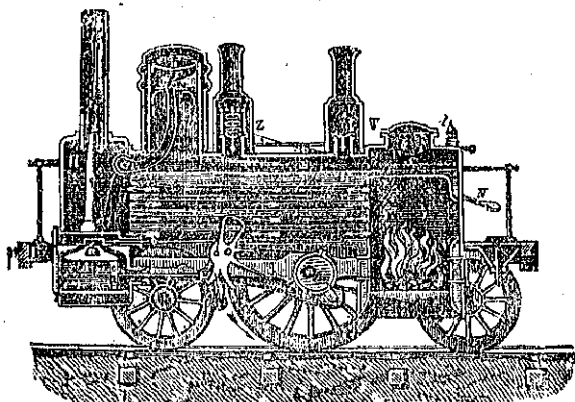
stroje parního přibývá počtem koňských sil.

nízkotlakých obnáší skutečná práce na rocentův, při strojích vysokotlakých s přepansí čili s rozpínáním páry) 82 procenta počítané (theoretické).

dnosti stroje vysokotlakého.

o vysokém tlaku mají před stroji o tlaku ohé přednosti. Jsouť jednodušejí stavěny, éně místa a jsou lehčí i lacinější; také jest h více hospodářské, ješto při nich rozpina-iplně se zužitkuje. U největší části par-ových nyní se potřebuje, užívá se páry o 6—8 , kteráž meze zřídka kdy se překračuje.

notiva (obr. 312.) jest stroj vysokotlaký, pomocí táhla na kola hnací účinkuje a vlak přivádí.



Lokomotiva.

Lokomobila nazývá se stroj na kolách lokomotivě podobný, jež pomocí koní lze převážeti a jehož při hospodářských a j. pracích se užívá.

Střikačka parní podobné má zřízení.

§. 306. Závěrečné úvahy o parních strojích.

Důležitost parního stroje bije zvláště tenkrát do očí, kdy navštívíme některé větší místo průmyslové s továrnami neb závody hornickými, kde síly vodní jest nedostatek. Spatříme tu neunaveně pracující stroje parní různé podoby i velikosti, které úhlednou úpravou a velikolepým účinkem svým vzbuzují obdiv nezasvěcence, znalce pak naplňují uspokojením.

Každý pozná zajisté ve statně ujíždějící lokomotivě dceru stroje parního. Ona unáší na pokynutí vůdce svého svěřené sobě osoby i zboží rychlostí ptáka přes hory a doly, sblížuje tak krajiny vzdálené.

Pára pohání konečně také lopatová kola i šroub (vrtuli) lodí. Mocí páry žene se plovoucí tento velikán jako netvor po vlnách mořských, vzdoruje větru i

bouři a řízen jsa kormidelníkem, přivádí nás rychle ve styk blahodárný i se zeměmi ležícími za oceánem.

Myšlénka užití vodní páry co síly hybné jest velmi stará; Papin, Savary, Newkomen zabývali se již v 17. a 18. století sestavováním strojův parou hnaných. Zámečnick Newkomen byl prvý, který (roku 1705) vystavěl parní stroj příhodný k čerpání vody z dolů. Stroj ten měl však mnohé vady.

Strojník *James Watt* považuje se vůbec za druhého vynálezce parostroje. Vytrvalé pilnosti podařilo se, že r. 1765 sestavil stroj, jakého v podstatě až podnes se užívá. *Fulton* vystavěl r. 1807 první parní loď a *Stephenson* r. 1815 první parní vůz.

Částka sedmá.

Nauka o magnetičnosti.

§. 307. O magnetech přirozených.

Jest jistá v přírodě dosti rozšířená ruda železná — ruda magnetová čili magnetovec —, která do sebe má tu podivuhodnou vlastnost, že železo k sobě přitahuje a při sobě udržuje. Síla, která zde působí, nazývá se silou *magnetickou* čili *magnetičností* (*magneti-smo*), a ruda, která od přírody vlastnost tu do sebe má, slove *magnetem přirozeným* č. *samorodným*.

Položí-li magnetovec do pilin železných, přesvědčí se ihned o zvláštné vlastnosti. — Magnetovec jest podobně složen jako okuje, kteréž rovněž jsou magnetické. Magnetovec i okuje totiž jsou sloučeniny železa s kyslíkem.

§. 308. O magnetech strojných.

Potráš-li tyč neb jehlu železnou několikráte po celé délce její magnetem přirozeným, stane se tato také magnetickou. Magnet takto povstalý sluje *magnetem strojným*.

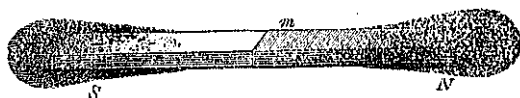
Místo železa brává se k hotovení strojných magnetů kalená ocel, protože tato, když byla magnetické síly nabyla, jí také podržuje, kdežto obyčejné železo snáze

sic magnetičnosti nabývá, za to však rovněž snadno ji ztrácí.

Magnetům dává se buď podoba *podkov*, buď *tyč*.

Vytáhneš-li tyč magnetickou z pilin železných, zavěsí se jich na ni množství v podobě naježených vousů. Rozdělení pilin jest, jak obr. 313. okazuje, nerovné.

Obr. 313.



Jak vyhlíží magnet, když se z pilin vytáhne.

Na obou koncích jest pilin nejvíce, ku středu jich ubývá, a zrovna uprostřed jest místo pilin úplně prosté. Oba tyto konce slovou *póly* magnetu. Nasypeš-li pilin železných na papír, na skleněnou tabuli, neb na tenké prkénko atd. drže magnet pod nimi, tož zjeví se na některých místech piliny i objeví se obraz, jako když jsme byli též magnet z pilin vytáhli. Z tohoto pokusu následuje, že *magnetičnost i jinými těly proniká*.

Silný magnet nepřítahuje toliko pilin železných, nýbrž jest s to nésti i kusy železa, jichž váha mnohokráte větší jest, než-li váha jeho. Tak unese na př. magnet libru těžký i kusy železa, které 12½ libry váží.

Potíráš-li tyč magnetickou jinou tyč ocelovou, nabývá i tato magnetičnosti, aniž by magnet, kterým potírání se dělo, síly své pozbyl. Kterýmž způsobem můžeme pomocí jednoho magnetu připravit nových magnetů kolik chceme.

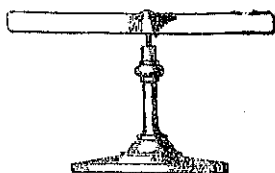
§. 309. O jehle magnetické.

Podepřeš-li neb zavěsíš magnet tak, aby volně mohl se pohybovati, znamenáš brzy, že obrátí se jeden pól k severu a druhý k jihu tak sice, že magnet kdy-

koliv z této polohy bývá přiveden, opět do ní se vrací. Pól, který k severu se obrací, sluje *severním* a pól, který k jihu ukazuje, *jižním*.

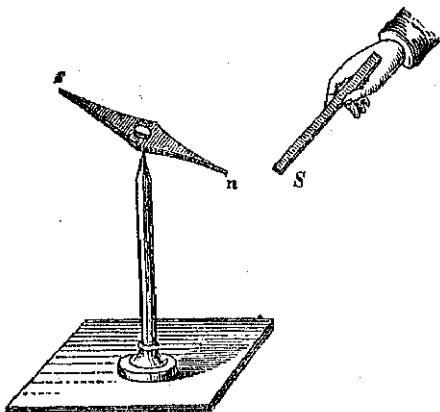
Jehla magnetická (obr. 314.) jest zmagnetovaná ocelová tyčinka, kteráž v těžišti svém na ostrém brotu spočívajíc, volně může se pohybovat.

Obr. 314.



Magnetická jehla.

Obr. 315.



Kterak působí magnet na magnet.

§. 310. Kterak působí na sebe vzájemně póly magnetické.

Zavěsíš-li magnet tak, že se volně může pohybovat (obr. 315.) a přiblížíš se k severnímu pólu jeho rovněž severním pólem jiného magnetu, tedy uchýlí se prvější od poslednějšího. Totéž stane se, když oba póly jižné dvou magnetův sobě blížíme. Poskytneme-li však severnímu pólu magnetu zavěšeného jižný pól jiného magnetu, aneb jižnímu pólu severný poslednějšího, tu přijde ten který pól zavěšeného magnetu rychle vstříc

magnetu druhému; přitahují se vzájemně. Kterýž zákon takto můžeme prosloviti: *stejnomené póly (severný a severný, neb jižný a jižný) dvou magnetův se odstrkují nestejnomené však (severný a jižný) se přitahují.*

Vlastnosti té užívá se, když chceme poznati póly magnetické tyče. Přivedeme-li na př. jeden konec tyče poblíž severného pólu magnetické jehly a oba konce se odstrkují, tož musí býti tento konec také pólem severným; kdyby však severný pól jehly a přichýlený konec tyče vzájemně se přitahovaly, tehdy dlužno tento konec za jižný pól považovati.

§. 311. Co nazýváme sklonem čili inklinací.

Postavíme-li lehkou právě v těžišti podepřenou jehlu magnetickou u prostřed velikého silného ma-

gnetu, zajme tato směr s magnetem rovnoběžný a obrátí k pólům jeho své póly nestejnomené (obr. 316.). Kdybychom nyní jehlu z polohy té vychýlili, navrátí se do ní opět.

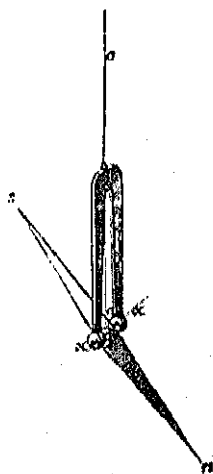
Pošineme-li jí pak hned k tomu, hned k onomu pólu blíže, nabude v obou případech polohy šikmé. Zeela podobným způsobem sklání se k zemi pól jižný jehly volně v těžišti zavěšené (obr. 317.), když s ní na jižné polovici země naši se nacházíme. Cestujeme-li na sever, bude sklon tento vždy menší a menší, až v krajinách rovnalových jehla polohy nabude vodorovné. Přijdeme-li

Obr. 316.



Magnetická jehla nad magnetickou tyčí.

Obr. 317.



Sklon magnetické jehly.

na severnou polokouli, začne se severný pól chýliti k zemi, kloně se tím více, čím dále k severu cestujeme. V severné Americě nalezeno místo, kde jehla magnetická svismo stojí. Podobný bod objeven také na jižné polokouli a sice poblíž východního pobřeží Nového Holandu. Z kterýchž ukazův lze s určitostí uzavirati, že jest země veliký magnet, který jako každý jiný magnet má své póly a jiné magnety přitahuje i odstrkuje.

Úhel, který zavírá magnetická jehla na nějakém místě s obzorem, slove *magnetickým sklonem* č. *inklinací*. U nás obnáší sklon ten 66° . Jehlu, která (jako vypočtená na obr. 317.) k pozorování sklonu magnetického jest určena, nazýváme *jehlou sklonkovou* čili *inklinací*.

Ješto pozemní magnetičnost na železo působí, stávají se časem nástroje zámečnické jakož i tyče železné magnetickými, zvláště když jsou ve směru jehly inklinací.

§. 312. Co jest odchylka magnetická čili deklinací.

Ješto magnetické póly země nejsou totožny s póly zeměpisnými, následuje z toho, že magnetická jehla jen na málo místech povrchu země přesně k severu ukazuje. Rozdíl mezi směrem magnetické jehly a směrem zeměpisného poledníka slove *odchylka* čili *deklínací magnetická*.

Odchylka magnetická obnáší nyní v Praze 12° na západ. Onen bod totiž, který leží ve směru severné hvězdy polární (severky) a severným bodem se nazývá, nachází se 12 stupňův na východ od bodu, který jehla směrem svým udává.

Poledník jest čára, kterou od severného bodu k pozorovateli taženu si myslíme a slove proto tak, že slunce, když je v tomto směru vidíme, poledne téhož místa udává.

Je-li jehla magnetická vložena do krabice na ten způsob, že na svísno ose u prostřed kruhu na rovné

části rozděleného se volně pohybuje, slove *kompas* (obr. 318.). *Kompas plavecký* má kruh na 32 rovné části rozdělený, a ukazuje hlavní strany světové: východ a západ, jih (poledne) a sever (půlnoc) i vedlejší strany. Pomocí kompasu jest námořníku možno udati strany světové na širém moři. Avšak nejen námořník, také horník a lesník, zeměměřič a vojevůdce užívají kompasu.



Kompas.

§. 313. O síle magnetů.

Účinek magnetické tyče neb podkovy závisí na síle, kterou mají, a na vzdálenosti, ve které působí. Dálkou ubývá magnetům značně účinkův.

V dálece 2krát větší jest síla jejich 4krát slabší;

" 3 " " " " " 9 " "

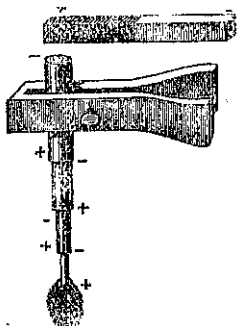
" 4 " " " " " 16 " "

atd. Pravíme, že *síly magnetického přitahování i odstrkávání ubývá do dálky čtverečně.*

§. 314. Působením magnetu stává se ze železa magnet.

Je-li poblíž magnetické tyče kus měkkého železa, přitáhne jej, jak známo, magnet. Avšak mimo to stává se působením magnetu železo samo také magnetem. Nabudeť obou polů a sice stane se onen konec železa, který na př. pólu severního se přichytil, pólem jižním, kdežto druhý konec jeho od magnetu odvrácený jest pólem severním. Tento kus železa jest, jak se samo sebou rozumí, a to opět jiný kousek železa přitahovati, a ten zase jiný atd. (Viz obr. 319.)

Obr. 319.

Kterak působí magnet
na měkké železo.

Obr. 320.



Magnetická tyč.

Podobně nabývá tyč obou pólů, když se pouze magnetu přiblíží, aniž by se ho dotýkala. (Obr. 320.).

Odstraníme-li ji však od magnetu, pozbývá opět své magnetické síly. Rovněž odpadávají od sebe okamžitě kousky železa (obr. 319.), jakmile první od magnetu odtrhneme.

Účinkováním magnetu stává se tedy ze železa magnet, přestane-li však magnet působiti, vrací se opět železo do svého předešlého stavu nemagnetického.

§. 315. O magnetování tyčí ocelových.

Již z počátku bylo praveno, že magnety strojné připravují se potíráním. Při tom rozeznáváme obyčejně *tah jednoduchý* a *tah dvojitý*.

Tah jednoduchý záleží v tom, že tyč ocelová vodorovně se položí a magnet na jeden konec její kolmo se postaví. V této poloze táhneme magnetem tak, aby neustále tyče se dotýkal, až na druhý konec. Po té vrátíme se opět volně, odkud jsme byli vyšli, opakujíc takto tah tolikrát po sobě, pokud novému magnetu

silý přibývá, t. j. asi 18—20krát. Konec tyče, kam jsme magnet přiložili, má pól stejnomenný s pólem magnetu, a tam, kde magnet tyč opouští, jest pól nestejnomený.

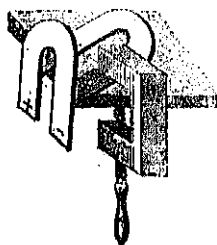
Při *tahu dvojitém* postaví se dva magnety skloněné asi v úhlu 25—30 stupňů svýma nestejnomenými koncema na prostředek tyče, a táhne se současně každý k jednomu konci tyče. Obráz 321. postup ten blíže znázorňuje. Na konci, na který pól jižný magnetu působil, povstane pól severný, na konci druhém objeví se jižný pól.

Toto potírání čili magnetování jest pro tenké tyče a jehly velmi výhodné

Obr. 321.



Obr. 322.



Kterak magnety se dělají.

Podobným způsobem magnetují se také podkovy. (Viz obr. 322.)

Ať již užijeme způsobu toho neb onoho, přesvědčíme se vždycky, že pokračující v potírání, nemůžeme dáti magnetu síly dovoňat. Dosáhl-li magnet jisté síly, byl-li, jak pravíme, *nasyčen*, jest všeliké další natírání zbytečno.

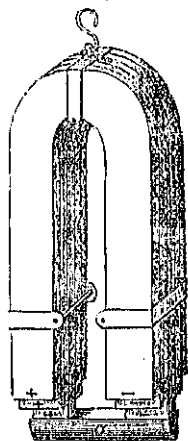
§. 316. Kterak magnety dlužno uschovávat, mnoho-li unesou a k čemu slouží.

Magnety dlužno uschovávat v místnostech suchých aby nerezivěly.

Rázy, otřásání a změna teploty zeslabují valně sílu magnetu.

Aby magnety při uschovávání sílu svou podržely, dlužno je ozbrojiti; což děje se tím způsobem, že se k pólmům jejich kus měkkého železa, tak zvaná *kotvice*, přikládá. (Na obr. 323. jest a touto kotvicí). Často se skládají jak tyče tak i podkovy nerovné délky stupňovitě na sebe. Takoveto magnety složené slovou *magnetickými bateriemi* (obr. 323.).

Obr. 323.



Magnetická baterie.

Dvě tyče rovně dlouhé ukládají se v jisté vzdálenosti rovnoběžně vedle sebe a sice tak, aby na každém konci oba nestejnomené póly se nalezaly. K oběma pářím pólů přikládá se pak kus měkkého železa.

Mnoho-li magnet unese, zaleží na váze jeho. Čím více magnet váží, tím více jest s to nésti, ač magnety lehčí poměrně více unesou, než těžší.

Magnet, který váží 4 loty, jest s to uzdvihnouti 100 lotů, tudíž 25krát více než-li sám váží, kdežto magnet 4 libry těžký unese jen 31½ libry, a magnet 300 liber těžký udrží dokouce jen 560 liber.

V životě průmyslovém jen tu a tam magnetů se užívá.

Hodinář a pracovník jemných kovových předmětův má magnet, aby drobné části díla svého od kovového prachu oddělil. Vyrabitel mašinového papíru užívá magnetův, aby jimi od hmoty papírové oddělil jemné části železa, které ze strojův pochodí, a tak zamezil, by v hotovém papíru rezové skvrny se neobjevovaly. V továrnách na jehly slouží k čištění ocelové larvy brusičův jehel a k jiným podobným účelům.

V novější době známa jsou také magnetická kladiva pro čalounky. Dělník podobným kladivem jsa opatřen, nemusí hřebíkův rukama uchopovati.

Částka osmá.

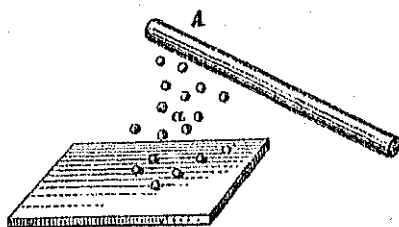
Nauka o električnosti.

A. O električnosti buzené třením.

§. 317. Co jest električnost.

Třeš-li rouru skleněnou *A* (obr. 324.) aneb tyč z pečetního vosku látkou vlněnou neb hedvábnou aneb kožešinou, nabudou třená tato těla vlastnosti, že k nim lehké věci, jako na př. kuličky z bezové dřevi (bezové duše) neb korku, papírové odřezky, kousky pozlátka atd. ze vzdálenosti 1 . . . 2 palečův jnou se přisakovatí. Kteréhož úkazu když sobě všimneš hlíže,

Obr. 324.



Pokus základní.

shledáš, že přitažené ony věci dotknuvše se třeného těla, opět od něho odskakují a znova jsou přitahovány.

Také jiná těla, jako síra, každá pryskyřice atd. nabývají třením této pamětihodné vlastnosti, kteráž nejprve poznána byla na jantaru, jenž řecky „elektron“ sluje, a proto nazvána jest příčina tohoto přiskakování a odskakování *silou elektrickou, električností* (elektřinou).

Po česku sluje někdy také mlno.

§. 318. O dobrých a špatných vodičích električnosti.

Ačkoliv každé tělo třením električnosti nabývá — zelektruje se — tož električnost jenom při nemnohých tělech, když jsme je byli třeli, znamenáme. Co jest toho asi příčinou?

Příčina leží v tom, že elektřina u největší části těl z místa, kde vzbuzena byla, rychle do země přecházejíc, smyslům našim se ztrácí. Jenom u některých těl zůstává lpěti na místě, kde vzbuzena byla, prozrazuje se nám tu zvláštnostmi svými. Z kterýchž nemnohých těl jsou následující nejdůležitější: sklo, pryskyřice, hedvábí, vlasy, kožešiny, suché dřevo a suchý vzduch. Nazýváme je *špatnými vodiči električnosti*.

Těla ostatní, kteráž električnost dále rozvádějí, slovou *elektřiny vodičové dobří*. Nejdůležitější z nich jsou: veškeré kovy, uhlí, tuba čili grafit, voda, vlhký vzduch, tělo lidské i zvířecí, rostliny, papír, páry. Dobrým těmto vodičům lze električnost také snadno sdělití.

Rychlost, kterouž se těmito dobrými vodiči električnost rozširuje, jest, jak zevrubnými zkouškami dokázáno, ještě větší nežli rychlost světla; obnášíť totiž 60.000 mil za vteřinu.

§. 319. Kterak dobré vodiče lze osamotnití.

Električnost, jsouc vždycky na něco hmotného poutána, osazuje se pouze na povrchu těla, aniž by do vnitřku jeho patrně vnikala. Cheeš-li zabrániti, aby

električnost, která na povrchu dobrého vodiče buď byla vzbuzena, aneb mu sdělena byla, neodtekla do země, dlužno ti jej osamotniti (isolovati), totiž spojení jeho se zemí špatným vodičem, na př. sklem, přerušiti. Kterýmž způsobem lze i na dobrých vodičích električnost upoutati. Těla, která k osamotnění vodičův dobrých nejlépe se hodí, slovou *samotiči* (isolatoři).

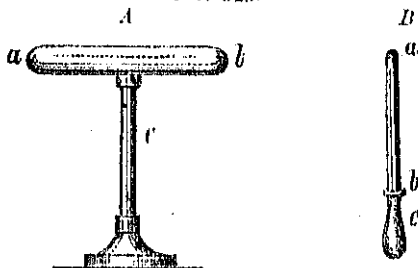
§. 320. Kterak chová se električnost na dobrých i špatných vodičích.

Na dobré a špatné vodivosti elektřiny zakládají se mnohé výjevy, z nichž některé tuto blíže hodláme pozorovati.

Třeš-li na př. tyč skleněnou šátkem hedvábným neb flanelem, neopustí električnost místo, kde byla třena, ačkoli tyč v ruce držíš. Je-li vzduch suchý, zůstane električnost na tyči dosti dlouho. Třeš-li však jednou rukou pomocí úplně suché kožešiny kočičí neb liščí nějaký kov, na př. tyč mosaznou, v druhé ruce ji drže, nezelektřuje se. Když ji však opatříš rukojetí skleněnou neb pryskyřičnou, za kterouž tyč držíš, podaří se ti snadno ji zelektrovati.

Dotkneš-li se prstem osamotněné tyče mosazné (obr. 325. A), jižto električnost byla sdělena, vejde z ní

Obr. 325.



Vodičové osamotnění.

veškerá električnost do prstu a tímto ihned do země. Kdybys však dotekl se zelektrované tyče skleněné (obr. 325. B), vejde jenom ona elektrina do prstu, která nachází se na místě, kde prst se sklem se setkal. Část tyče ostatní zůstala by elektrickou.

Přiblížíš-li se po sobě kotníkem prstu k rozličným místům pryskyřice silně zelektrované, přiskakují naň všady s praskotem u vzdálenosti několika čárek jiskřičky, které zvláštní pichlavou bolest způsobují. Je-li naproti tomu kotník na blízkou silně zelektrovaného těla kovového, tu přeskóčí naň jiskra sice ze vzdálenosti značně veliké, ale jenom jediná, a marně bys pokoušel se pak ještě jinou jiskru z těla vylouditi.

Z pokusův těchto přesvědčujeme se, že dobří vodičové pohybují električností v celém objemu, když se jich jen v jediném místě dotkneme, špatní vodičové však ztrácejí ji jen tam, kde jsme se jich dotkli.

Podobné výjavy také nastanou, chceme-li tělům električnost sdělit aneb, jak se říká, chceme-li je *nabit*. U dobrých vodičův totiž dostačí, když ponze jediný jich bod ku zřídlu električnosti přiblížíme. U vodičův špatných však dlužno, aby celý povrch jejich se zřídlem električnosti ve styčnost byl přiveden, mají-li býti zelektrovány.

§. 321. Kterak rozděluje se elektrina na povrchu vodičův rozličné podoby a co nazýváme elektrickým napnutím.

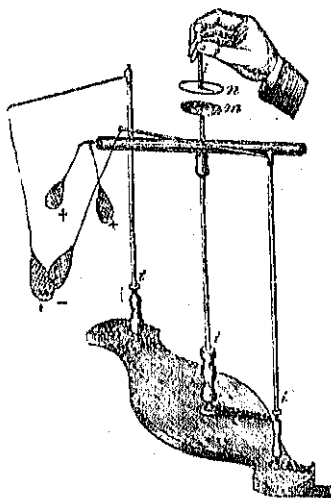
Na povrchu kovové koule rozkládá se elektrina zcela rovnoměrně; na povrchu válece (obr. 325. A) hromadí se nej hustěji na nejdlejších bodech *a* a *b*. Tam snaží se také elektrina nejvíce povrch těla opustiti a dále se rozšířiti, kteráž snaha nazývá se *elektrickým*

napnutím. Na tělech zašpičatělých bývá napnutí tak silné, že električnost jim sdělená ihned špičkami těmi do vzduchu veproudí.

§. 322. Električnosti jednorodé se odpuzují, různorodé se přitahují.

Zavěsíš-li na hedvábné nitky dvě kuličky z bezové dřeni aneb balonky ze stříbrného papíru, osamotě je, asi tak, jak obr. 326. ukazuje, a sdělíš-li oběma električnost, dotkna se jich třenou tyčí skleněnou, shledáš ihned, že obě elektrická těla nebudou nadál rovnoběžně vedle sebe viseti, nýbrž že od sebe se odchýlí. Dáš-li třenou tyč mezi ně, budou se ještě více od sebe rozcházeti.

Obr. 326.



Elektrické kyvadlo.

Týž ukaz objevil by se, kdybys oběma kuličkám sdělil električnost třené pryskyřice. Kterouž vlastnost vyjadřujeme větou: *Jednorodé (stejnomenné) električnosti se odpuzují.*

Zelektruješ-li naproti tomu jeden balonek třeným sklem, druhý třenou pryskyřicí, přesvědčíš se, že oba balonky více se neodpuzují, nýbrž naopak zprvu se přitahují. Dotekše se ale, pak buď žádné električnosti více nejeví, buď od sebe se vzdahují. Prvnější výjev nastane tenkrát, když oba balonky rovné množství elektriny nabyly. Bylo-li však jednomu z nich větší

množství električnosti sděleno, tu přitáhnou se, budou patrně od sebe se odpuzovati.

Kterýž obzvláštní výjev tím si vysvětlíme, že električnost skla a električnost pryskyřice jsou protivami, které asi tak, jako v občanském životě jměním dluhy se splácují, vzájemně úplně se vyrovnávají či ruší, když v rovném množství se setkávají. Setkají-li se však dvě těla, z nichž jednomu více električnosti na př. električnosti skla, se dostalo nežli druhému električnosti pryskyřice, tož zůstane po dotknutí na těle silněji zeлектроvaném, jak samo sebou se rozumí, nadbytek električnosti, kterýž na obě těla se rozdělív, jich odpuzování způsobuje.

Kterouž vlastnost obou električností lze vyjádřiti slovy:

Různorodé (nestejnojmenné) električnosti přitahují se, vzájemně se ruší.

Znamenáš z toho, že elektrický stav těl stavu magnetickému velice se podobá.

Jsou dva různé spůsoby električnosti: *električnost skla* čili *sklová*, a *električnost pryskyřice* čili *pryskyřicová*. Prvnější sluje také *kladná* (positivná a označuje se, + *E*), poslednější nazývá se *záporná* (negativná, — *E*).

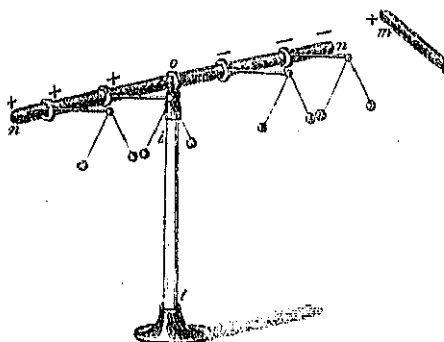
Kteréž pojmenování pochodí z počtářství, kde na př. jměni považováno jest za veličinu kladnou a dluhy za veličinu zápornou.

Přirozený stav těl, čili stav neelektrický, ve kterém na jiná těla nijakého nemají účinku, představujeme si v ten spůsob, že obě električnosti, kterých na těle rovné množství se nalezá, mezi sebou jsou spojeny. Třením pak aneb jinými příčinami bývají od sebe odlučovány. Třeš-li na př. sklo, stává se toto kladně, a natěradlo, totiž hmota, o niž sklo třeš, záporně elektrickým.

§. 323. O elektrování rozkladem čili návodem.

Tak jako magnet působí v jisté vzdálenosti na železo, tvoře z něho magnet, který má póly: tak také elektrické tělo rozkládá v jiném těle neelektrickém, na blízku se nacházejícím, elektřinu. Držíš-li na blízku osamotněného kovového válce *nn* (obr. 327.) elektrický předmět nějaký, na př. třenou tyč skleněnou *m*, rozloží se ve válci elektřina; tyč přitáhne nestejnojmennou, tedy

Obr. 327.



Elektrování rozkladem.

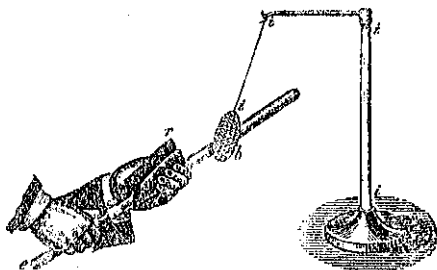
zápornou elektřinu k sobě, a odstrčí stejnojmennou, tedy kladnou, elektřinu na druhý konec. Že tomu tak, dosvědčují elektrická kyvadla, totiž kuličky z bezové duše na kovových drátkách zavěšené, které se odpuzují. Že pak skutečně na straně válce k tyči obrácené záporná a na odvrácené straně kladná elektřina se nasbromáždila, o tom můžeš přesvědčiti se, drže ke kuličkám jiné tělo, o němž víš, které elektřiny třením nabývá.

Přiblížíš-li se totiž, pokud elektrický rozklad trvá, k prvnějším kyvadlům třenou pryskyřicí, budou ještě více se odpuzovati; když se pak přiblížíš k poslednějším kyvadlům touže pryskyřicí, budou odstrkovati se slabší.

Kteréž působení těl elektrických na těla neelektrická, jež jsem tuto právě vyložil, slove *elektrování rozkladem* čili *návodem*. Rozložiti električnost podaří se nám tím rychleji, čím snáze se tato v nějakém těle může pohybovati, t. j. čím lepším vodičem jejím tělo jest.

Pokus základní o elektrických výjevech — přitahování a odpuzování totiž — spočívá rovněž na elektrování rozkladem. Držíš-li třenou tyč skleněnou *e* na blízkou mřížkového balonku *b* (obr. 328.) aneb bezové kuličky na hedvábné nitce zavěšené, zelektrují se tyto rozkladem. Strana k tyči obrácená stává se

Obr. 328.



Elektroskop

záporně, strana odvrácená naproti tomu kladně elektrickou. Električnost kladná skleněné tyče přitahuje zápornou električnost balonku a tím i balonek sám. Když se byl balonek tyče dotekl, přejde záporná električnost jeho do skla a na balonku zbude jenom električnost kladná, k níž ještě něco kladné elektřiny ze skla přejde. Tím způsobem nabude balonek elektřiny soublesné s električností tyče a odstrčí se od ní, i bude se zdáti, jakoby všecku električnost svou z tyče byl přijal.

K vůli lepšímu osamocení dlužno, aby tyčinka *z* byla ze skla.

§. 324. ○ električnosti vázané čili poutané.

Mluvě o elektrování rozkladem, ebei ještě na jednu pamětihodnou vlastnost električnosti pozornost vaši obrátit.

Přiblížíte-li se totiž k vodiči neelektrickému tělem, které má na př. električnost kladnou a způsobíte-li tak rozštěpení obou električností vodiče, t. j. nakupení záporné elektřiny na přední straně a elektřiny kladné na zadní straně — právě tak, jak to na přístroji (obrázek 327.) bylo vyloženo — tehdy dotknuvše se vodiče prstem, spozorujete, že pouze električnost kladnou z něho odvedete. Pravíme, že električnost záporná jest električností tyče na stranu k elektrickému tělu přichýlenou *vázná* čili *poutáná*. Vzdálíme-li konečně, když jsme se byli vodiče prstem dotkli, tělo elektrické od vodiče, objeví se tento záporně elektrickým, ješto elektřina záporná volnou se stavši, po celém povrchu jeho se rozešla.

Pokusem tímto jsme s to, odděliti obě elektřiny od sebe (což při magnetu možno nebylo) a sděliti vodiči elektřinu protivnou té električnosti, již mělo tělo, kterým jsme se přiblížili.

§. 325. Kterak električnosti do dálky ubývá.

Síla elektrická působí tudíž jako magnetičnost do dálky; ubývá jí však jako této velmi rychle. Jestliže ve vzdálenosti 2krát větší síla její $2 \times 2 = 4$ krát slabší

"	"	3	"	"	"	3	\times	3	=	9	"	"
"	"	4	"	"	"	4	\times	4	=	16	"	"
"	"	5	"	"	"	5	\times	5	=	25	"	"

atd.

§. 326. * ○ elektroskopu.

Abychom poznali jednak, zda-li tělo nějaké vůbec jest elektrické, jednak, kterou z obou električností má,

užíváme zvláštního nástroje, který slove **elektroskop** (elektrověst obr. 329.)

Pozorování elektroskopu poskytně nám příležitost, že budeme moci to, o čem až posud jsme rozprávěli, opakovati.

Osamotněný vodič tohoto nástroje záleží z kovové tyče, na níž nahoře koule, kotouč aneb válec *z*, dole pak dva proužky pozlátkové jsou připevněny. Tyč udržována jest uprostřed skleněné roury pomocí korku aneb pomocí hedvábí, kterým jest ovinuta, a roura zasazena jest do hrdla láhve.

Kterýmž způsobem oddělena jest tyč od země a tedy osamotněna.

Nuže, co nastane, když ke kuličce přístroje blížíme se z dálky tělem na př. kladně elektrickým?

Vodič zelektruje se rozkladem.

Co se stane s listky pozlátkovými?

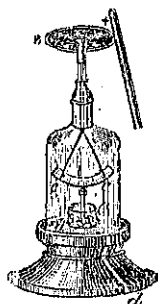
Listky se rozstoupnou. —

Kterým druhem električnosti se to stane?

Električností kladnou; protože tato při elektrování tělem kladně elektrickým, které rozklad způsobilo, dolů byla odstrčena. Oba listky, stavše se při tom kladně elektrickými, rozstoupí se. (§. 322.)

Co se stane dále s pozlátkama, když dotkneme se rukou koule, pokud ještě tělo, které rozklad způsobilo, jest na blízku? Pozlátka sklesnou k sobě? Proč? — Protože jsme volnou elektřinu kladnou, která byla příčinou, že pozlátka se rozstupovala, rukou odvedli. Pozlátka však opět se rozstoupí a sice električností zápornou, jakmile elektrické tělo od koule odstraníme. Proč? Protože záporná elektřina, která dříve na kuličce poutána byla, po celém povrchu vodiče se rozejde.

Obr. 329.



Elektroskop.

Je-li tělo, které zkoušíme, jen slabě elektrické, tu nestačí, abychom se jím elektroskopu pouze blížili. Teprv, když se kuličky dotkneme, rozejdou se pozlátka patrně od sebe, i zůstanou v poloze, které takto nabyla, i když elektrické tělo od kuličky vzdálíme. Rozdíl záleží v tom, že v případě prvéjším rozstupovala se pozlátka, jak jsme viděli, električností nestejnoujmenou (t. j. električností zápornou, mělo-li tělo, kterým jsme se přiblížili, električnost kladnou, a naopak), kdežto nyní dotknutím nabývá elektroskop elektřiny stejnojmenné.

Posud pověděl nám elektroskop jenom, zdali vůbec tělo, které zkoušíme, elektřinu má čili ne. Jde-li také o to, abychom druh této elektřiny poznali, blížíme se k elektroskopu tělem, o němž víme, které elektřiny třením nabývá, na př. třenou tyčí pryskyřičnou.

Má-li elektroskop volnou elektřinu zápornou ($-E$) jako pryskyřice, rozstupují se pozlátka ještě více, ještě část elektřiny v drátu obsažené a ještě nerozložené působením tyče pryskyřicové se rozkládá, čímž nová záporná elektřina do pozlátek vehází. Drží-li naopak elektroskop volnou elektřinu kladnou ($+E$), bude ji záporná elektřina tyče přitahovati a poutati. Proto klesají pozlátka poněmáhle k sobě, když se zvolna tyčí pryskyřicovou kuličce blížíme; i sklesnou k sobě úplně v okamžik, když všechna volná elektřina z nich se odstraní. Přišla-li tyč ke kuličce ještě blíže, účinkuje na nerozloženou elektřinu nástroje rozkládavě, v pozlátkách elektřinu zápornou hromadí, čímž tato znova se rozecházeje.

Z velikosti úhlu, jejž pozlátka uzavírají, souditi lze i na sílu elektřiny, která v těle zkoumaném se nachází. Proto slovo elektroskop, který opatřen jest obloukem na stupně rozděleným *elektrometr* (elektroměr). Pomocí párouého chlórídu vápenatého, který do nádoby *c* se dává, lze vzduch uvnitř láhve udržeti suchý, kteráž okolnost podmínkou

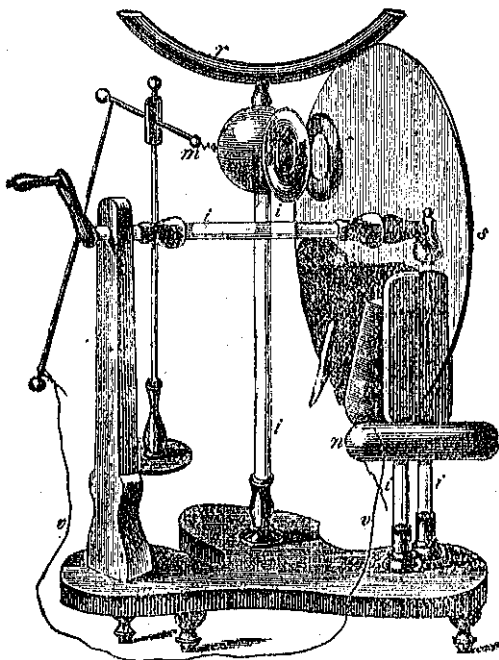
jest citlivosti elektroskopu pro těla, u nichž električnost jen velmi slabě se jeví.

Jsou také přístroje, které slabé projevení elektřiny jsou s to zesílit. Nazýváme je *hustiče* (kondensatory), Podobný přístroj jest napřed na obr. 326. mno vypočten.

§. 327. O elektrice.

Elektrika (obr. 330.) slouží k tomu, aby se způsobem pohodlným značnější množství elektřiny vyvinulo. Elektrika skládá se v podstatě ze tří částí:

Obr. 330.



Elektrika.

1. ze špatného vodiče, který třením se zelektruje. K tomu účelu slouží silný co možno dobře broušený

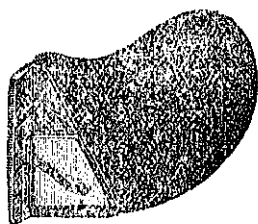
kotouč skleněný *s*, který máje několik stop (až i 6 stop) v průměru, na ose obyčejně rovněž skleněné jest upevněn, vůkol kteréž pomocí kliky se otáčí.

2. z těla, jímž se tře a kteréž slove *natěradlo*;

3. z osamotněného dobrého vodiče, *svodiče* (konduktoru), který nejenom že rozkladem většího množství elektřiny snadno se zelektruje, ale i najednou úplně se vyprazdňuje (vybijí se).

Kotouč opatřen jest podle velikosti své jedním neb dvěma natěradly. Natěradlo jsou dva polštáře, které k desce péry neb šrouby jsou přitlačovány a mezi nimiž tato se pohybuje. Polštáře jsou rovné desky dřevěné, tlustou měkkou koží potažené a amalgamou potřené. Jakožto prostředku nejvydatnějšího užívá se slitiny ze 2 částí rtuti, 1 č. cínu a 1 části zinku. Na obr. 331. *a* vypočteno jest natěradlo samo pro sebe. Obr. 331. *b* znázorňuje pak stojan, do něhož natěradlo se zastrkuje. Stojan opatřen jest izolovanou nohou.

Obr. 331 a.



Obr. 331 b.



Natěradlo elektrický.

Svodič čili konduktor *m* záleží z koule neb válce, které z mosazného plechu jsou shotoveny. I konduktor, stoje na skleněné noze, jest osamotněn, a má na straně

ku skleněné desce obrácené buď ramena, která desku ze dvou protivných stran objímají, aneb, jak to na našem obrázku viděti, dva kruhy. I ramena i kruhy opatřeny jsou železnými špicemi.

Jest věci žádoucí, skleněné nohy (obr. 333. ii) potřítí pokostem jantarovým neb lakovým, protože sklo rádo vodní páry na povrchu svém zhustuje, čímž dobrým vodičem se stává.

Z obr. 330. a 331. a konečně patřno, že kotouč skleněný z části pokryt jest tafetou, což stává se za tím účelem, aby se zabránilo, by električnost ze skla vzduchem odváděna nebyla.

Když jsme byli natěradla pomocí kovového řetízku v se zemi vodivě spojili, počneme strojem točit.

Třením zelektruje se sklo kladně, natěradla záporně. Záporná elektřina natěradla odvádí se do země. Kladná elektřina skla pak působí rozkládavě na svodič m , přitahuje zápornou elektřinu jeho a zobohetňuje (váže) ji tak, že na něm volná kladná elektřina zbývá.

Často bývají také natěradla opatřena svodičem (obr. 330. n), v němž pak zápornou elektřinu nahromaditi lze, v kteréž případnosti však hlavní svodič se zemi vodivě spojen býti musí. Čím déle klikou točíme, tím větší množství elektřiny se na svodiči nahromadí i nabývá zde poněkud většího napnutí, takže on dobré vodiče, kterými se konduktora blížíme, jiskra s praskotem přeskakuje. Vzdálenost, do které jiskry přeskakují, řídí se podle velikosti stroje, a mívají délku půl palce až i několik stop.

Dělo nežli elektrikon zkoušky konati počneme, dlužno jak kotouč skleněný, tak také všechny nohy skleněné suchým, ohřátým sukem otřítí, aby všechna vlhkost, která jakorta dobrý vodič ucházení elektřiny by podporovala, odstraněna byla. Z části kovových nechtě setře se prach, protože prach činí povrch jejich drsným a drsnými plochami snáhuo električnost do vzduchu uchází.

§. 328. Zkoušky elektrickou.

Hlavní podmínka, aby se zkoušky elektrickou zdařily, jest suchý vzduch. V zimě ve vytopené světnici dařivají se pokusy nejlépe, avšak nesmí býti mnoho osob přítomno, protože tyto neustále vodní páry vydychují.

Zkoušky, které elektrickou provést lze, jsou rozmanité. K nejobyčejnějším náleží: zmíněné již vyvození silných jisker pomocí zakulacených vodičův, kterými ke konduktoru se blížíme; zapalování étheru, prachu pomocí těchto jisker; elektrické točidlo, elektrický tanec; elektrické zvonění a jiné.

Jiskrám přibývá lesku i délky, zapustí-li se do svodiče dřevěný kruh (obr. 330. v.) který má uvnitř drát.

Pustíme-li jiskru z elektriky tělem svým, ucítíme bolest a otřesení.

Při silném stroji může i více osob zároveň této zkoušky býti účastno. K tomu účelu vzavše se za ruce, utvoří kruh. Osoba první chopí se jednou rukou řetězku, kterým záporná elektřina z natěradel do země se svádí, osoba poslední pak vezme do volné ruky kovovou tyč s koulí a přiblíží se jí ke svodiči. Obě elektřiny stroje splynou tu pomocí utvořeného řetězu dohromady, což jest příčinou rány, kterou všickni účastníci současně pocítí.

Přiblížíme-li se ke konduktoru obličejem aneb vřehní částí ruky, vzbudí se v nás pocit, jakobyehom v pavučinách uvázli, což odtud pochodí, že jemné chloupky nabyvše souhlasné (kladné) elektřiny, vzájemně se odpuzují. Postaví-li se osoba dlouhovlasá na osamotělou stoličku (stoličku dřevěnou se skleněnými nohami)

Obr. 332.



Osoba na izolovaná stolička.

a dotýká se při tom svodiče, vstávají jí vlasy vzhůru a vydává jiskry, kdekoliv se jí dotkneme. Osoba sama stala se částí svodiče.

Zvláštní zápach, který se rozšiřuje kolem silné elektriky, když jí točíme, pochází od ozónu, totiž kyslíku vzdušného električností proměněného (činného).

Elektrická jiskra vedena jsouc skrze vodu, kyselinu sirovou a jiné látky složené, rozkládá tyto sloučeniny v jich součástky.

Druhdy opět elektrickou jiskrou sloučeniny povstávají. Tak když na př. nádobou vodíkem a kyslíkem naplněnou jiskru pustíme, tu oba plynové sloučivše se, vodu vytvoří. (Elektrická pistol).

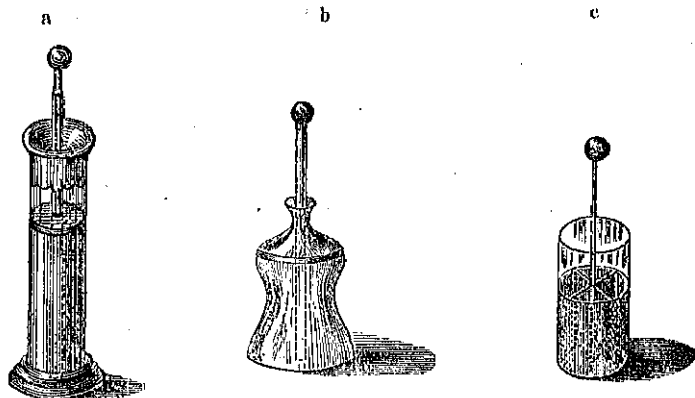
Na konec sluší ještě zmíniti se, že Otto Guericke, vynálezce vývěvy, také podal základní myšlénku k elektrice.

§. 329. Láhev Leydenská (Lugdunská).

Napnutí elektrické na svodičích strojův věčších lze sice značně zesílit, točíme-li elektrickou déle a rychle, avšak následkem rychlého odcházení elektřiny do vzduchu, nelze napnutí toto příliš vésti daleko. Nuže, chceme-li vypočítané zkoušky s úspěchem prováděti vydatnějším, jest nám užiti zvláštních přístrojův sesilovacích. Nejdůležitější z nich:

Láhev Leydenská (vynálezce její byl Cunäus v Leydenu) záleží, jak obr. 333. *a, b, c* ukazuje, z obyčejné dosti silné sklenice neb láhve, která vnitř i zevně as po tři čtvrti své výšky polepena jest staniolem. Otvor její uzavřen jest deskou neb zátkou korkovou, kterou prostrčen jest mosazný drát aneb roura. Drát končí se nahoře mosaznou kulí, dole pak řetízkem, který až ke dnu nádoby rovněž staniolem pokrytému sáhá. Hoření část vnější, která nepokryta zůstala, jakož i zátvor

Obr. 333.



Leydonské láhve.

korkový potře se buď pokostem aneb pečetním voskem v teplém líhu rozpuštěným.

Chceme-li láhev elektřinou nabít, spojíme vnitřek její t. j. kouli neb knoflík vodiče se svodičem a povrch vnější se zemí, čehož docílíme nejjednodušeji způsobem tím, že když elektrikou se točí, držíme láhev v ruce a kouli ke konduktoru přibližujeme.

Sesílené nabití láhve umožňuje se tím, že, jak již dříve vyloženo bylo, električnost do dálky působí a protivnou elektřinu poutá. (Viz §. 323. o elektrování rozkladem). Električnost kladná, svedená kouli, drátem a řetízkom na vnitřní povrch láhve, působí totiž skrze sklo na povrch vnější, rozkládajíc přirozenou elektřinu jeho, při čemž zápornou poutá, váže a kladnou odpuzuje. Tato poslednější odtéká tělem našim do země. Tím však, že kladná elektřina pokrývku vnitřního zápornou elektřinou vnějšího pokrývku poutána jest, nabývá vnitřní povrch schopnosti, že — rovně tělu neelektrickému — nové množství elektřiny kladné v sebe mŕž pojmouti; kterouž opětně část přirozené elektřiny pokrývku vnějšího

se rozkládá. Volná elektřina kladná se odtud zase odvádí, kdežto záporná zde zbývá. Nyní tedy jest již dvojnásobné množství elektřiny kladné na povrchu vnitřním a rovněž dvojnásobné množství elektřiny záporné na vnějším povrchu láhve. Tím způsobem můžeš brzy značné množství elektřiny v láhvi nahromaditi.

Ješto působení elektřiny kladné povrchu vnitřního na elektřinu zápornou vnějšího povrchu zeslabuje se sklem, které tu stojí v cestě, tož není množství elektřiny záporné právě tak veliké jako množství elektřiny kladné. Na povrchu vnitřním nachází se nadbytek volné elektřiny kladné. Jakmile tento nabude té napaustosti, kterou má elektřina svodiče, přestává další působení svodiče a láhev jest nabita.

Obě elektřiny protivné vrstvou skla od sebe oddělené pozbývají, pokud vzájemně se poutají, své významné vlastnosti, neodcházejí totiž do dobrých vodičův jim se naskýtajících. Protivným elektřinám obou pokrývů zbývá tudíž téměř jedině jen snažení, aby spojily se a protivy své vyrovnaly. Kteréž vyrovnání (vybití) by také nastalo, kdybys oba pokrývy spolu vodivě spojil.

Aby poutané elektřiny láhve pomoci plochy skla, která snadno vlhne, se hned zase nespojily, potírá se, jak již výše zmíněno, okraj láhve počtuším voskem. Je-li sklo na láhvi Leydenské příliš tenké, nedosáhne se ani mezo dívo vytknuté, protože větší nahromadění elektřičnosti přivoditi může, že láhev sklená se vybitje, při čemž ovšem nádoba by roztřístila se.

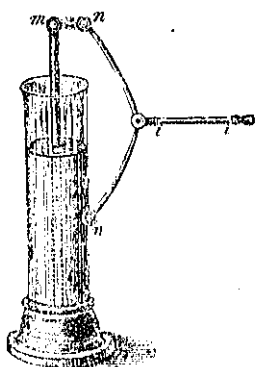
Vybití láhve Leydenské.

Leydenská láhev vybití se obyčejně pomocí zvláštních osamotněných *vybíječův* (obr. 334. *nn ii*). Tělem lidským lze láhev vybiti způsobem tím, že dotkneme se jednou rukou pokrýva vnějšího, druhou kuličky (knoflíku). Otřesení při tom jest velmi silné, i radno jest prováděti

pokus ten jen tehdaž, když jest láhev slabě nabitá. Podobným způsobem lze vybití láhev řadou osob, které ruce si podaly.

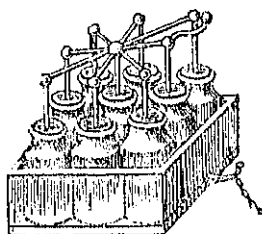
Účinek láhve Leydenské lze ještě dále tím zesílit, když všechny vnitřní pokryvy několika podobných láhví

Obr. 334.



Kterak se láhev Leydenská vybijí.

Obr. 335.

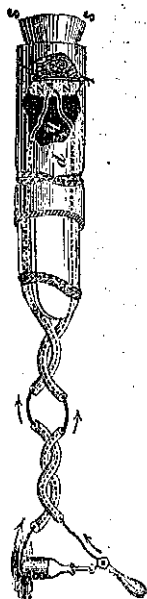


Elektrická baterie.

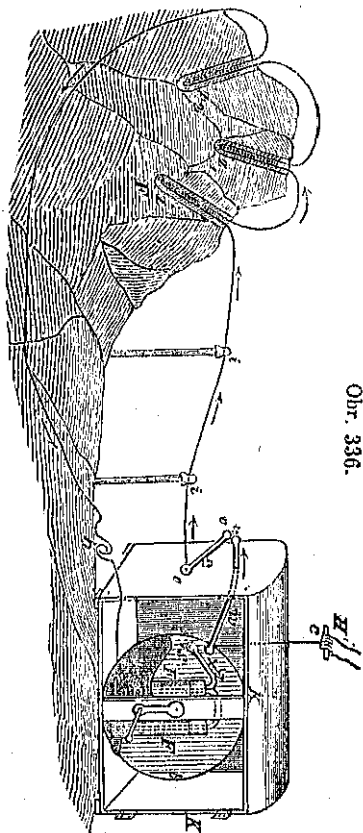
pro sebe a rovněž všechny vnější pokryvy jejich pro sebe spojíme. Tím způsobem nabudeme jakoby láhev veliké rozsáhlosti. Takový přístroj jest výkresem 335. vyobrazen a slove *elektrickou baterií*. Pomocí staniolu jsou vnější pokryvy láhví, dráty pak jsou pokryvy vnitřní vodivě spojeny.

§. 330. Trhání skal pomocí elektriky.

V životě průmyslovém užívá se elektriky pouze k *trhání skal*. Vhodný k tomu účelu přístroj (obr. 336.) záleží z malé elektriky a přiměřené láhve Leydenské *FF*, kteréž ve skříňce se nalézají. S ní bývají často ve spojení kamínka, kteráž k tomu slouží, by se stroje i za vlhkého vzduchu dalo užiti. Otáčením kotouče se Leydenská láhev nabije. Z pokryvu vnějšího jde drát



Obr. 337.



Obr. 336.

do dolejšího oddělení *zzz* náboje, kteréž oddělení nabito jest prachem snadno chytlavým, záležejícím obyčejně ze sirniku antimónového a chlórčnanu draselnatého. Drát druhý jde opět z bodu na blízku knoflíku s Leydenské láhve a táhne se rovněž až k dolejšímu oddělení zápalky v náboji. Oba dráty končí se zde knoflíky, kteréž jak obr. 337. ukazuje, několik čárek od sebe jsou vzdáleny.

Náboj, jehož ostatní část prachem trhacím naplněna jest, spustí se i s dráty do vrtané díry a řádně zapo-

chuje. Dráty nesmí se z příčin snadno pochopitelných nikdež vodivě dotýkati. (Kde toho třeba, oprádvávají se obyčejně hedvábím). Chceme-li náboj zapáliti, přitkneme v aparátu pohyblivý zakulacený konec malé páčky *w* ke kuličce láhve Leydenské. Tím docílí se totiž pomoci drátův vodivého spojení obou pokryvů láhve, a láhev se vybije. Električnost kladná jde při tom drátem električnosti záporné a električnost záporná električnosti kladné v ústřety. Malá přetržka drátu v zápalce spojení obou protivných električnosti nepřekáží, nýbrž způsobí, že se tam električnost v podobě jiskry objeví, která pomoci třáskavé soli prach trhací zapaluje. Rozdrcení kamene pak stává se rozpínavostí horkých plynův hořícím prachu povstalých.

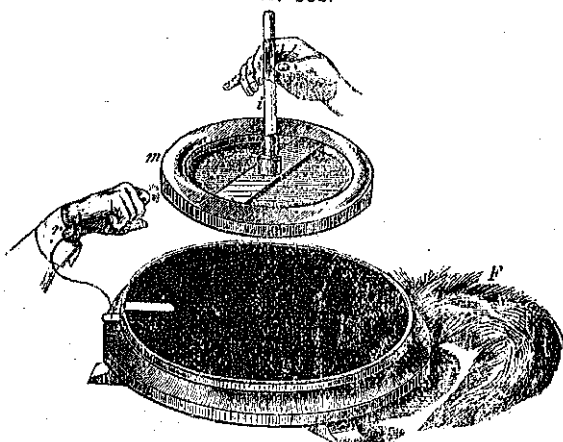
V době novější shtovují se přístroje trhací, jejichž električky mají kotouč z kaučuku a natěradla z kožešiny. Jich užito s prospěchem při velikolepém trhání skal, zvláště provádějí se toto pod vodou. Lzof jimi také podkopy a sice u veliké vzdálenosti do povětří vyhazovati.

§. 331. O elektroforu.

Elektrofor (elektronoš) (obr. 338.) jest přístroj, pomoci kteréhož lze rovněž třením elektrinu vyvinouti.

Skládá se jako električka ze tří hlavních částí: z pryskyřičného kotouče neb *koláče*, který třením neb šleháním liščíu ocaseu neb kočiči kožešinou záporně elektrickým se stává, dále z *kadlubu*, ve kterém koláč leží a z *příklopu* (pokličky) *m*, který skleněným držátkem *i* jest opatřen. Koláč pryskyřičný dělá se obyčejně z 8 č. kalafuny, 1 č. laky lupkové (šelaku) a 1. č. benátského terpentínu. Kteréž součástky se roztaví a do kadlubu vlejí tak, aby koláč byl co možná rovný a hladký. Kadlub jest okrouhlá deska z bílého plechu s okrajem 2—3" vysokým. *Příklop* konečně záleží obyčejně také z bílého plechu a má průměr o něco menší než kadlub.

Obr. 338.



Elektrofor.

Deska dřevěná neb lepenková staniolem neb stříbrným papírem polepená koná tutéž službu. Místo skleněného držátka postačí iží hedvábné šňůrky. Místo koláče pryskyřičného pak užití lze desky kaučukové.

Třeš-li neb šleháš-li výše zmíněnými látkami koláč, vzbudí se v něm elektřina záporná. Spustíš-li po té naň přiklop, rozloží se v něm přirozená električnost. Kdybys však pozdvihl přiklop, aniž bys dříve dotekl se ho, sloučily by se zase obě električnosti a přiklop byl by neelektrický. Dotkneš-li se ho však prstem, dokud ještě na koláči leží, odvedeš volnou elektřinu zápornou z něho a pozdvihneš-li jej na to, jest pak nabit elektřinou kladnou. Přiblížíš-li se nyní k přiklopu prstem, přeskočí naň jiskra. Ješto koláč jakožto špatný vodič električnost svou velmi dlouho podržuje, a přiklopem elektřina se mu neodbírá, lze takto z něho mnoho jisker nabyti. Elektrofor jest tudíž skutečným elektronošem, jak jméno jeho napovídá.

Zelektrovaný koláč působí také na misku (kadlub), rozkládáje v ní elektřinu v přirozeném stavu se nálezající. Záporná uchází do země, kladná, jsouc poutána, váže opět sama část záporné električnosti koláče.

§. 332. Blesk jest výjev elektrický.

Pozorujeme-li na elektrice aneb Leydenské láhvi podobu a barvu jiskry, tu býváme mimoděk na blesk upomínáni. Rovněž blízké jest porovnání třeskotu, který jiskru elektrickou provází, se hromem. Uvážíme-li dále, že bývají bleskem stěny proráženy, kovy roztopovány, snadno zapalitelné věci zapalovány, lidé i živočiši usmrčováni, rovněž rozpomeneme-li se, že lidé, kteří byli v domě, do něhož uhodilo, vypravují o dusivém zápachu po síře neb po fosforu, což vesměs jsou úkazové, které také v malém, jakožto účinky jiskry elektrické známe: tož není žádné pochybnosti více, že blesk nic jiného není nežli mocná elektrická jiskra. Kterýž náhled již v minulém století Franklin projevil a pomocí papírového draka pravdivost jeho nače vši pochybnost dokázal. Vznikání elektřiny v ovzduší vykládá se tím, že bublinky vodní a částice vzduchu o sebe se trou. Dále přichází do vzduchu ona elektřina, která odpařováním, hořením a zrůstem bylin se tvoří.

Mračna, obzvláště pak mračna hustá, jsou v celém ovzduší nejlepšími vodiči elektřiny; proto jsou mračna svodičové, na jejichž povrchu električnost se hromadí. Dle předsevzatých zkoušek jest povaha električnosti různých mračen a téhož mračna za rozlěných dob hned kladná, hned záporná.

Spojí-li se protivné elektřiny dvou mračen, vzniká *blesk*.

Blesk zhusťuje vzduch před sebou, a ješto vzduch električnost tím špatněji vodí, čím hustší jest, uchyluje se blesk vždy zase od rovné dráhy a hledí vzduchem řídkším se prodrati. Tím způsobem opisuje známou čáru klikatou.

Hrom jest zvuk způsobený otřesením vzduchu, kterým blesk prochází. Ješto pak zvuk pomaleji se šíří než světlo, vidíme blesk dříve a teprv později slyšíme hřmění a sice tím později, čím vzdálenější jest bouřka.

Ještě jest nám zodpověditi otázku, jak to přichází, že povrch země, který vůbec jest beze vší znatelné elektřiny, v jistých případech objevuje elektřinu opačnou té, která v mračcích se nalézá? —

Dříve než blesk vyraží, působí mračno ze značné dálky na zemi naši v ten způsob, že električnost přirozenou rozkládá, stejnojmennou odpuzujíc a nestejnou přitahujíc. Elektrické napnutí bývá tu nezřídka tak veliké, že obě električnosti se vyrovnávají a blesk k zemi sjede, pravíme pak, že *uhodilo*.

Blesk hledí tu dostat se k zemi cestou nejkratší a proto bije obyčejně do vysokých předmětů, věží, vysokých stromů, stěžní lodních atd.

Blesk nezapaluje vždycky; největší spousty, které blesk způsobuje, jsou následek mocného otřesení. I smrt-lidí a zvířat jest takový následek. Na vodičích dobrých nezanechává blesk ničímž známek, ale ovšem na špatných.

Abychom doma před bleskem se zachránili, neproděvejme na blízku věčších kovových předmětů, jako jsou kamna z litiny atd. Rovněž nestůjme pod komínem, protože saze a teplý zředěný vzduch blesk přitáhnou a svěsti by mohly. Otevřeme okna i dvře, aby dusivý zápach po fosforu, který blesk sprovází, na všechny strany mohl se rozšířiti.

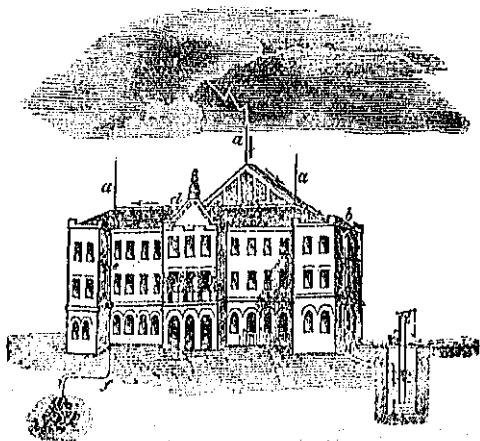
Jsme-li mimo dům, jděme prostředkem cesty a nikoli na blízku domův, kde voda blesk vodící věčšími proudy se střech stéká. Venku nestavme se ani tak, abychom sami byli jediným předmětem vyvýšeným, aniž hledějme útočiště pod vysokými stromy. Nejbezpečněji jest býti ve vzdálenosti as 12—20 krokův od předmětův vyvýšených.

§. 333. O bleskovodu.

Abychom budovy před spustošením, které by blesk mohl způsobiti, ochránili, opatřujeme je bleskovody.

Bleskovod (hromosvod) jest dobrý vodič nepřetržený, jehož dolejší konec s podzemními vodami jest spojen, kdežto konec hořejší (hrot) dostí vysoko do vzduchu vystupuje. Záležit z tyče železné se hrotem (obr. 339. *a*), která svismo nad střechou jsou postavena, blesk chytati má a *svodidla bc, ef*, které tyč se zemí spojuje.

Obr. 339.



Bleskosvod (rozvod blesku).

Bleskosvody účinkují ve dvojm směru: *za prvé* tím, že blíží-li se bouřka, dopouštějí, aby volná električnost, která na povrchu země a na budovách se hromadí, po hrotech tyče vyproudivi mohla, kterýmž penenáblým vyblížením napnutí električností proti sobě stojících se zmenšuje, a *za druhé* tím, že kdyby uhořdilo, blesk zachycují.

Nejvyšší část tyče bývá obyčejně z mědi, která lépe vodí električnost než železo a hrot sám jest buď pozlacený aneb z platiny.

Dle mnohonásobných pozorování chrání tyč kolem do kola do vzdálenosti dvakrát větší nežli jak jest vysoká. Dle toho dlužno výšku jakož i počet tyčí vypočísti.

Svodidlo nesmí nikdež býti přetrženo, také nesmí vedeno býti po blízku věšších těl kovových, protože v obou případech blesk obyčejně odskakuje a opět přisakuje, pustoše při tom. Proto dlužno aby kovové krytly, plechové žlaby a p. se svodidlem vodivé byly spojeny. Tyče na svodidlo (železné neb měděné) nesmějí býti příliš tenké, protože by je blesk roztavil. Svodidla vedou se do vlhké půdy, do nádržek na vodu, do studní, anebo vedou se v zemi dosti daleko, neb se i rozvětvují a obkládají vypáleným uhlím dřevěným, které jest dobrým vodičem električnosti.

Za vynálezce bleskosvodu pokládá se obyčejně *Benjamin Franklin*; avšak Čech *Prokop Diviš* postavil bleskosvod o šest let dříve (roku 1754) než Franklin.

B. O elektrině dotečné čili galvanické.

§. 334.

Přitlačíme-li k sobě pomocí skleněných držátek dvě desky kovové — zinkovou a měděnou — rovně obroušené a vyleštěné, a pak rovnoběžně od sebe je vzdálíme, tu obě se zelektrují a sice nabude zinková elektriny kladné, měděná pak záporné.

Elektrina vzbuzená dotýkáním se dvou různých kovů slove elektrinou *dotečnou* aneb známějším ještě jménem *elektrinou galvanickou* (galvanismem).

Galvanickou nazývá se proto, že Galvani léta 1790 po prvé ji pozoroval, ač teprv žák jeho Volta ostrovtipnými zkouškami svými dokázal, že *kovy, které se dotýkají, vždy protiveně nabývají elektriny.*

Nahradíme-li při pokusu zprvu popsaném zinek jiným kovem, na př. deskou olověnou, bude i nyní měď záporně elektrickou a olovo kladně; účinek však jest v celku slabší.

Jsou-li desky ze železa a mědi, zelektruje se železo kladně, měď záporně. Při mědi a platině však stává se měď kladně a platina záporně elektrickou.

Vůbec lze říci, že zinek dotýká se ostatních kovů, vždy kladně elektrickým se stává; platina naproti tomu ostatními kovy vždycky záporně se zelektruje. Uhel však objevuje se i když platiny se dotýká, záporně elektrickým, takže se všemi kovy ve styčnost jsa přiveden, záporné elektrčnosti nabývá.

Že dotýkáním se dvou různých kovů elektrický proud se vyvine, o tom můžeš se ostatně snadno přesvědčit, dáš-li pod jazyk kousek staniolu (cín v tenký lístek roztepaného) a na jazyk peníz stříbrný. Jakmile dotkneš se staniolem peníze, ucítíš v jazyku dosti silné píchnutí; tolikéž objevuje se, pokud kovy se dotýkají, zvláště u chů.

§. 335. Voltův sloup.

Volta sestavil z okrouhlých desek *měděných* a *zinkových* sloup, a učinil důležitý vynález ten, že vloží-li se mezi dvě podobné desky *mokrý vodič*, vzbudí se tím elektrická síla, která roste, pakli desek kovových přibývá. Žádoucí tato okolnost neobjevila by se, kdyby vodič mokrý spolu neúčinkoval.

Mokrý vodič záleží obyčejně z látky vlněné, plstěné aneb z lepenky roztokem kuchyňské soli neb okyselenou vodou navlhčených.

Vložíme-li tudíž na desku skloněnou aneb na desku dřevěnou pokostem natřenou kotouč zinkový, naň kotouč měděný, na ten rovněž veliký kousek navlhčené látky vlněné (kteráž na obr. 340. černě jest vyznačena), pak opět kotouč ze zinku, mědi a plsti atd. a ukončíme deskou měděnou, tož spozorujeme, že nejdolejší deska zinková kladně, nejvyšší deska měděná pak záporně elektrickou se objevuje, kterouž vlastnost sloupu pomocí elektroskopu lze dokázati. Oba konce sloupu nazývají

se póly, a sice jest *deska zinková pólem kladným, deska měděná pólem záporným.*

Spojíme-li oba póly sloupu vodivým drátem, nejlépe drátem měděným, vyrovnají se elektriny na pólech se objevující — vybijí se totiž. Každému takovému vybití však následuje opětne nabití sloupu. Tudiž prochází drátem, kterým sloup jest uzavřen, jakož i sloupem samým neustále elektrický proud, jemuž jiný proud vchází vstříc. Tak povstávají dva proudy, kteréž se potkávají; kladný jde od kladného pólu (zinku) drátem k pólu zápornému (mědi) a záporný, který má směr opačný. K vůli stručnosti mluvíváme jenom o jednom proudu a vyznáváme tím proud kladný.

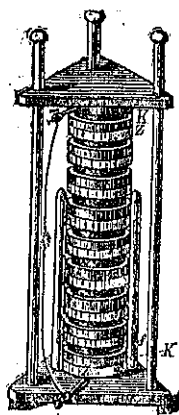
Voltův sloup má tu vadu, že kotouče plstěný neb soukenný jen málo kapaliny do sebe vnímá, kteráž kapalina mimo to váhou desek kovových ještě se vytlačuje a na vnější straně sloupu tekouc i vzdálenější desky z části v pořádku převráceném spojuje, čímž celkový účinek zeslaben ano i zcela zničen bývá. Proto trvá účinek sloupu jen krátkou dobu. Konečně vymáhá nejen sestavení, ale i čištění desek, na jejichž povrchu kysličníky (rez) se tvoří, mnoho práce i času.

§. 336. Účinkové elektriny galvanické.

a. Účinek fyziologický. *)

Připevníš-li k oběma pólům Voltova sloupu dráty měděné a chopíš-li se obou konců jejich navlhčenýma rukama, sloup takto uzavíraje, ucítíš okamžitě trnutí, kteréž opakuje se, když pustíš dráty, sloup otevřeš.

Obr. 340.



Voltův sloup.

*) Fysiologie (čínosloví) zpytuje úkazy na ústrojných bytostech, jež toliko životní silou vysvětliti lze.

Účinek v této příčině lze tím zesílit, že galvanický proud rychle po sobě otevíráme a zase zavíráme. Čehož lze snadno docílití způsobem tím, že jeden drát polární s pílníkem spojíme a druhý do jedné ruky vezmeme. Do druhé ruky vezmeme pak kousek drátu a jezíme jím po pílníku sem a tam. Obyčejně nasazují se na konce drátů držadla z kovu a povlažují se.

Účinkům fyziologickým sluší přičísti také chuť, o které zmínil jsem se, že povstane, když na jazyk stříbrný pentz a pod jazyk staniol aneb naopak vložíme.

b. Účinek tepla.

Vložíme-li mezi oba konce drátův jemný drátek platinový tím způsobem, že jej na oba konce navineme, rozžhavi se tento silně. Je-li sloup silný, (záleží-li totiž z velikého počtu dosek) tu se drát taví ano i v páry obrací.

c. Účinek světla.

Spojíme-li oba dráty spolu a po té rychle od sebe je vzdálíme, přeskočí od jedné špice ke druhé jiskra velmi jasná, jako jiskra na elektrice.

d. Účinek lučebný.

Vedeme-li proud nějakou *kapalnou sloučeninou*, rozkládá se tato na své součástky.

e. Účinek magnetický.

Vedeme-li proud závitem, do něhož jehla ocelová byla vložena, stává se z ní *magnet trvalý*.

Mimoходом budíž podotknuto, že elektrický proud jehlu magnetickou z polohy její vychyluje, a sice uchyluje se severný pól jehly proudem do směru, jež šturka lidská, která směrem proudu plovoucí a obličej k jehle obrácený majle, levou rukou by jí vykazovala. (Zákon Ampérův).

Lučebné pochody jakožto zdroje električnosti.

§. 337.

Nejenom když hmoty dotýkají se, ale i když na sebe působí chemicky, vzniká proud elektrický.

Hned když Volta sestavil sloup svůj, nabylo se, jak známo, zkušenosti, že proud, který by byl velmi slabý, kdyby oba kovy (zinek a měď) pouze se dotýkaly, značné síly nabývá, když kyseliny na ně účinkují.

Na tom tedy, že dotýkají-li se kovy kapaliny, která na ně působí, električnost se vyvinuje, jakož i že dva kovy, které v takových kapalinách jsou ponořeny, protivných nabývají električností, zakládají se přístroje, jimiž značné množství galvanické elektřiny se vyvinuje.

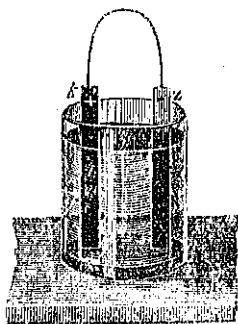
Z obou kovů stává se onen, který v kapalině se rozpouští — obyčejně bývá to zinek — aneb který vůbec lučebně se mění, záporně elektrickým, druhý jest pak kladně elektrickým.

§. 338. Voltův řetěz.

Nejjednodušší takovýto přístroj skládá se ze sklenice rozřezané kyselinou sírovou (1 č. kyseliny a 10—25 č. vody) naplněné, do kteréž kapaliny proužek zinku a mědi se vkládá. Podobné sestavení (které také na obr. 341. vidíme), nazývá se jednoduchým řetězem Voltovským neb galvanickým.

Je-li řetěz otevřen, objevuje se na vyčnívajícím konci *mědi*

Obr. 341.



Voltův člen.

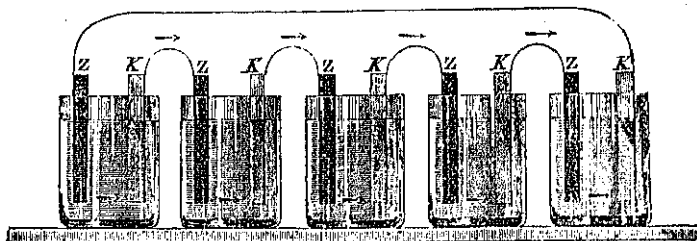
volná *kladná*, na *zinku* volná *záporná* elektřina. Měď (*k*) tvoří tudíž při tomto sestavení pól *kladný*, zinek (*z*) *záporný*, což si především pamatujme.

Spojíme-li konce obou desek kovových drátem (*drát polární*), což pomocí mosazných válečků neb svorek šrouby opatřených se stává, *tu jde elektrický proud od mědi k zinku*. V kapalině běře se proud patrně směrem od zinku k mědi.

Galvanický řetěz složený neb galvanická baterie.

Spojíme-li několik jednoduchých řetězův tak, aby na př. měď *K* (obr. 342.) prvního řetězu mimo kapalinu dotýkala se zinku *Z* řetězu druhého, měď druhého řetězu

Obr. 342.



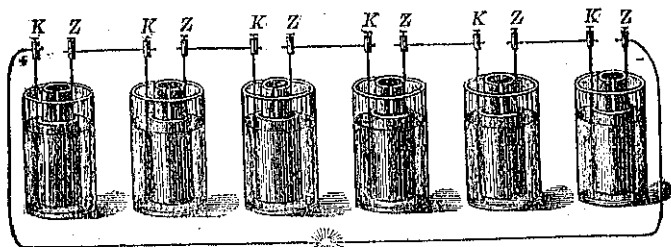
Voltova baterie.

opět zinku řetězu třetího atd., povstává *galvanický řetěz složený* neb *galvanická baterie*. Elektrický (kladný) proud jde i zde v drátu zavěracím čili polárném od mědi k zinku.

Kterýž apparatus poskytuje rovně jako Voltův sloup proud elektrický značného napnutí, jehož, je-li odpor vnější veliký, s prospěchem užití lze. U porovnání se sloupem Voltovým má tu výhodu, že články jeho snáze lze čistiti a že desky hojně množství kapaliny u sebe mají.

Obr. 343. ukazuje galvanickou baterii ze stočených členův.

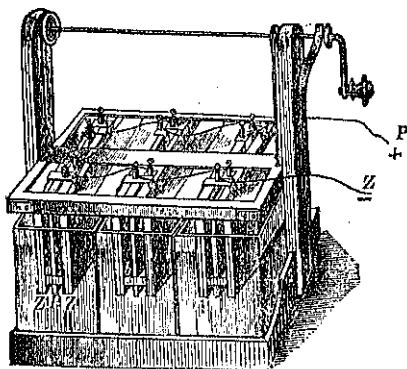
Obr. 343.



Voltova baterie.

Podobně jako tento řetěz složený lze také sestavit řetěz ze *zinku* a poplatinovaného (platinovou černí potaženého) *stříbra*, kterýž ještě jest účinnější, a slove *baterii Smee-ovou*. (Obr. 344.)

Obr. 344.



Baterie Smee-ova.

Na přiloženém obrázku jest zinek písmenem *Z*, stříbro pak písmenem *P* vyznačeno. *a*, *b*, *c* jsou špalíčky dřevěné neb korkové, kterými desky kovové od sebe jsou držony.

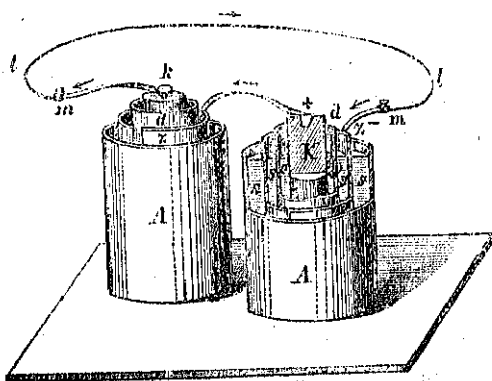
Nejčastěji užívá se v průmyslu řetězů či členů stálých, a o těch nyní promluvíme.

§. 339. O členech stálých.

Člen Bunsenův.

Člen Bunsenův (obr. 345.) záleží ze *zinku* a *uhl.* Skleněná nádoba *A* naplní se z části rozředěnou kyselínou sírovou *s*. Do ní postaví se dutý válec zinkový, který po straně jest rozřiznut a do tohoto nádoba, tak zvaná nádoba průlinčítá čili dirkovitá, totiž válcovitý hrneček z hlíny jemné, dobře vypálené, avšak nepolované (bez glasury). Když jsme byli do této nádoby

Obr. 345.



Člony Bunsouovy.

průlinčíté nalili buď sehnané kyseliny dusičné *c* aneb ještě lépe sehnaného roztoku dvojechromanu draselnatého (na 1 část dvojechromanu 10 částí vody) a sehnané kyseliny sírové (2 části), vstrčíme do ní válec z uhlí *k*, který kol hořeního okraje má proužek kovový, k němuž drát *l* pomocí šroubku *m* se připevňuje.

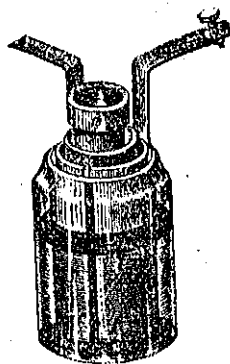
Zinek jakožto kov, který v členu tom se rozpouští (srovnej §. 337.) tvoří pól záporný, uhlí naproti tomu jest pól *kladným*. Proud elektrický v drátu půjde

tudíž také zde od uhlí k zinku. Člen Bunsenův poskytl ze všech členů proud nejsilnějšího.

Uhlí připravuje se z jemného prášku z kokův (koaks) a uhlí spekavého, kterýž sehnáním roztokem cukru se napoří a v nádobě válcovité ohnivzdorné vypálí. Ztvrdlý takto válec

Obr. 346.

uhelný lze pilníkem spracovati. Hoření část jeho, na niž leskle opilovaný měděný kruh *a* (obrázek 346.) jest nasazen, napouští se voskem aneb lépe kalafunou, aby kyselina v pórech uhlí nevystupovala a kruh nerozežrala, čímž by vodivé spojení mezi uhlím a kruhem kovovým mohlo býti přerušeno. Kalafunu dlužno ovšem s povrchu uhlí opilovati.



Člen Bunsenův.

O Bunsenově baterii.

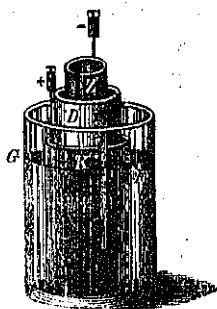
Sestavíme-li více podobných členův, a spojíme je měděnými dráty, jak se obyčejně stává, v ten způsob, že pól zinkový každého členu spojen jest s pólem uhlovým členu nejbližšího, obdržíme baterii Bunsenovu. Volný konec uhlí jest při tom pólem kladným, a volný konec zinkový pólem záporným. Kterouž baterii když uzavřeme, povstane proud silného napnutí jdoucí od konce uhlí ku konci zinkovému. Na obr. 345. vypočtena jest podobná baterie uzavřená.

Člen Danielův.

Člen Danielův (obr. 347.) podobně jest sestaven jako člen Bunsenův. Nádoba průlinčitá *D* naplněna jest rozředěnou kyselinou sírovou, do kteréž se dutý zinkový

válec *z* (aneb křížový hranol) postaví. Do prostoru mezi nádobou průlinčitou a nádobou skleněnou naleje se nasyceného vodnatého roztoku skalice modré a do něho postaví se měděný válec *K* čili měděný plech stočený tak, že kraje jeho skoro k sobě dosahují. Galvanický proud členu zavřeného jde od mědi k zinku. Jestliť tedy vystupující konec *mědi* pólem *kladným* a konec *zinkový* pólem *záporným*.

Obr. 347.



Člen Danielův.

Člen Groveův.

Člen Groveův jest rovněž členu Bunsenovu velice podoben. Záleží ze *zinku*, *platiny*, rozředěné kyseliny *sírové* a sehnané (silné) nejlépe dýmavé kyseliny *dusičné*. Nádobu průlinčitou obsahuje kyselinu dusičnou a platínu; v prostoru vnějším jest kyselina sírová a válec zinkový. Tenký plech platinový jest pro větší tuhost zabnut na způsob písmena *S* a horem na dřevěný kotouč upevněn, kterýž zároveň za víčko na nádobu průlinčitou slouží, aby kyselina dusičná obtížně nevydávala dýmy. V členu otevřeném jest platina pólem *kladným*, zinek pólem *záporným*, v členu zavřeném jest to naopak.

§. 340. Úvahy závěrečné o stálých členech galvanických.

Členové, o kterých jsme v předešlé odstavce rozpravěli, slovou *členy stálými*, ješto proud elektrický v nich značně dlouho stejně silný zůstává. Příčiny, pro které proud slábne, jsou při nich totiž co možná odstraněny.

Tak jest na př. *vylučování vodíku* (srovnej §. 342.) na elektro-
budlělech (uhlí, mědi, platině atd.), čímž elektrický rozdíl šli napnutí
mezi nimi a zínkem a tudíž i proud velmi slabě, odklizen tím, že
kovy výše jmenované stavíme do kyseliny, která vodík vyloučený
okysličuje ihned vodu z něho tvoří. Kyselina dusičná a chromová
nejlépe se k tomu hodí.

Na válec zinkové brává se buď zinek zcela čistý, aneb se zinek
cizími látkami obzvláště uhlíkem a železom znečištěný *amalgamuje*,
t. j. rtuť natírá. Železo a uhlík, které se rtuť se neamalgamují, jsou
rtuť přikryty, tak že s kyselinou se ani nestýkají. Tím zamezují se
proudové vedlejší (železo, kapalina, zinek; uhlík, kapalina, zinek),
kteří by rychlejší okysličování zinku podporovali.

Nádoby hliněné zhotovují se možno tenké a pórovaté, také
musí býti v členu vzdálenost jednotlivých elektrobudlěch od sebe
jenom velmi malá, aby proud v něm velikého neulezel odporu;
což však platí jen v jisté míře, protože proud, kterému v drátu zavá-
racím valný překonávati jest odpor, již v členu značný odpor přemá-
hati má. Odpor, kterého doznává proud ve vodě, jest velmi veliký,
menší jest v roztoku skalice modré, ještě menší pak v okyselené vodě,
až i v této jest ještě dosti značný.

Kovy sice vodí proud zcela dobře, jesto však dráty kovové,
kterými proud prochází, velmi mohou býti dlouhé, dlouho ztídel,
vzítí i na odpor, který kovy proudů činí.

Stříbro vodi galvanický proud nejlépe — má největší vodivost
— po něm přichází měď, zlato, mosáz, železo, platina, cín a olovo.
Čím jest drát delší, tím nesnadněji a čím větší jest pak průřez drátu,
tím snadněji proud drátem prochází. — Jesto na př. železo škrát
proud špatněji vodí než měď, dlouho dělí drátu zeleznému přifor
čikrát větší, t. j. drát železný musí býti téměř 21 krát tlustší,
než drát měděný, měl-li by posledněji přirovnáno býti nahrazen,
kteráz okolnost při blokoavodu hodna jest považovati.

Jestli kyslíčník kovový (než musím menší má vodivost nežli
kov sám, dlouho, aby nářta, kterými proud z člunku vychází a do
něho vchází, vždy čistě byla držena.

C. O užívání proudu galvanického.

§. 341.

Ač mezi proudem galvanickým a proudem, kterého poskytlá elektrika, není podstatného rozdílu, jest prvnější, jakkoli skrovněji napnutý, přece příhodnější, protože stejnější.

Také lze galvanický proud právě pro skrovnější jeho napnutost snáze osamotiti, nežli proud elektriky a tudíž lze na účinek jeho spíše se spolehnouti. Proto užívá se galvanických členův častěji nežli elektriky, a sice:

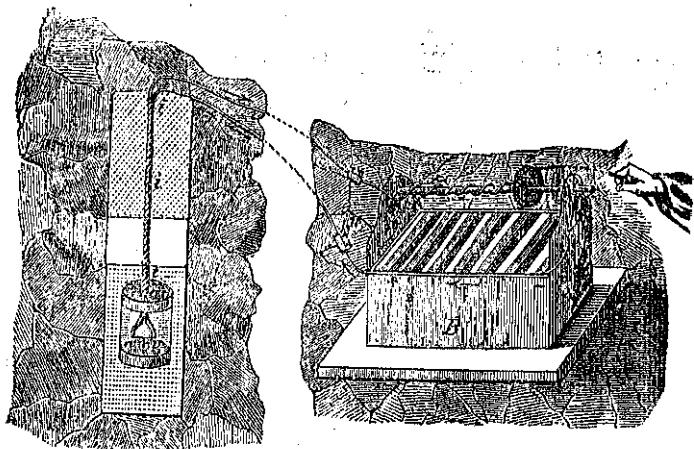
K zapalování prachu střelného, jimž skály, podkopy a j. se trhají.

1. O trhání skal.

Jak známo, rozžhavi se tenký a krátký drát, jehož se při členu galvanickém jakožto vodiče závěračního bylo užilo. Člen Bunsenův udržuje drát platinový palec dlouhý a jako žinč tlustý žhavý.

Baterii složenou z 20—30 Bunsenových členův přivedeme drát železný 2—3 stopy dlouhý okamžitě do bílého žáru; týž rozpadne se při tom v nesčíslné žhavé kuličky.

Kteréhož rozžhavení drátu pomocí proudu galvanického užívá se k trhání skal i pod vodou. Zařízení jest zde právě takové, jako když se trhají skály pomocí elektriky (§. 330.) s tím toliko rozdílem, že oba konce drátu závěračního galvanické baterie *B* (obr. 348.) spleteny jsouce, tvoří vidlici *vw*, jejíž oba rohy spojuje tenký drát platinový *w*.



Kterak pomocí galvanického proudu skály se trhají.

Jak samo sebou se rozumí, musí drát zavěrací tam, kde stočen jest, opředen býti nitěmi bavlněnými, neb vlněnými, aby proud předepsanou dráhou se ubíral.

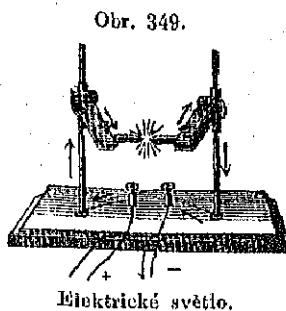
Drát platinový rozžhaviv se, zapaluje prach třáskavý v náboji, od kteréhož prach trhačí se vznítí. V Anglicku provedeny jsou při stavbách železných drah velkolepé práce tohoto druhu pomocí proudu galvanického.

2. Elektrické osvětlování.

Vedeme-li elektrický proud dvěma kuželcema z uhlí (obr. 349.), které z prvu se dotýkají a jež pak do vzdálenosti ne hrubě veliké od sebe přivedeme, spatříme mezi oběma špičkama uhlí, byla-li baterie silná, z 12—100 Bunsenových členův složená, světlo nad míru jasné, *světlý oblouk*, který na záporné špičce uhlí obzvláště jasně bude svítiti.

Světlo Drumondovo čili vápenné (srovnej §. 236.), které, jak známo, oslňující jest, světlem elektrickým značně jest převyšováno.

Ješto špičky uhlí poneháhu se otupují, protože oblouk světlý z částic se skládá, které od pólu kladného k pólu zápornému se nesou, byli vynalezeni rovnatolé (regulatoři), kteří oba póly v rovné vzdálenosti (1—3") udržují. Tím docíljuje se, že světlo elektrické jednostejně svítí.



Špička kladná pozbývá při osvětlování skoro dvakrát více hmoty než záporná. Za hodinu uhoří 1 palec špičky.

Světla elektrického užívalo se nejprvé v Paříži při veřejných stavbách, které za noci se děly. Sic podniknuty jsou také zkoušky k tomu konci, aby se ho k osvětlování ulic mohlo užiti, avšak ukázalo se, že nehodí se k tomu a sice jednak pro nákladnost výroby, obzvláště pak proto, že světlo toto příliš jest ostré. Užívání jeho obmezuje se tudíž jenom různými případnostmi, jako na př. k osvětlování majákův, nutných staveb za noci neb staveb pod vodou a v dolech.

V kterýchž dvou poslednějších případech vyvozuje se v nádobách skleněných neprodyšně uzavřených, což jest možno, ješto světlo elektrické, aby se udrželo, přístupu vzduchu nepotřebuje.

3. O magnetování železa a ocele.

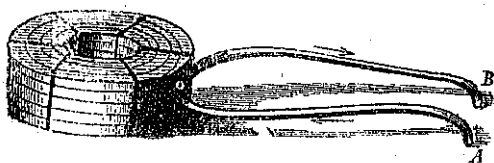
Vedeme-li elektrický proud drátem mírně tlustým kolem kusu železa několikráte ovinutým, zmagnetuje se železo a sice tím silněji, čím více závitův drátu izolovaného hedvábním opředěného kolem železa jsme vedli. Železo měkké pozbývá magnetičnosti takto nabyté buď hned, buď v krátké době. Kalená ocel však stává se

magnetem trvalým, podržuje totiž magnetičnost tak jako by byla potírána bývala. Pomocí proudu elektrického lze nabytí magnetův silnějších a v době kratší než potíráním.

Chceme-li vytvořiti magnet trvalý pomocí proudu elektrického, potřebujeme toliko tyč ocelovou dobře kalenou zastrčiti do závitů (spiralky) osamotněného drátu, kterými proud prochází, vedouce v ní tyč sem a tam. Při tom necht' jest tyč na obou koncích svých kotvici z měkkého železa opatřena. Proud elektrický přerušíme tenkrát, když magnet uprostřed spiraly se nachází.

Spirala k magnetování (obr 350.) záleží z 20—30 dobře osamotněných vedle sebe a řadou přes sebe vedených závitův drátu měděného asi $\frac{1}{8}$ palce tlustého a 22—25 stop dlouhého a neb rovněž

Obr. 350.



Spirála k magnetování.

isolovaného pruhu z měděného plechu. Spirala jest pak palec vysoká, mají stěny $1\frac{1}{2}$ palce tlusté s vnitřním průměrem $1\frac{1}{2}$ palce obnášejícím. Proud přivádí se v *A*, drátem *B* se opět odvádí.

Elektrický proud členu velkodeskového dostačuje, aby vytvořil magnety náležitě silné. Užijeme-li k magnetování několik členův, spojme je dohromady v baterie (srovnej §. 339.).

Je-li spirála vinuta v pravo (jako na př. na vrtáčku) povstane tam, kde kladný vchází proud, pól jižný; naproti tomu při spirále v levo vinuté objeví se jižný pól na místě, kde proud vychází.

Jestli severný pól k levé ruce toho, který proudem elektrickým plave a obličež k železné tyči má obrácený (viz §. 336.).

O elektromagnetech.

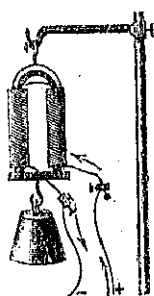
Elektromagnety jsou pomíjející magnety, které pomocí proudu elektrického z měkkého železa — jemuž se dává obyčejně podoba podkovy — vznikají.

Kteréž magnety velikou mají nosivost; již elektromagnety mírné velikosti nesou více set liber, elektromagnety velmi veliké jsou s to nésti 1000--2000 liber.

Přerušíme-li proud, zmizí v nich také magnetičnost, ač nikoliv náhle, nýbrž pomenáhlou zvláště když kotvice u polův zůstane. Teprv když kotvici odtrhneme, zmizí magnetická síla docela. Výkres vedle položený 351. značí elektromagnet. Dle výše uvedeného Ampérova pravidla stává se konec magnetu v pravo ležící pól severním, konec v levo pól jižním.

Na obou ramenou navinut jest drát v levo, proud pak vchází v pravo. Kdybychom proud v levo vcházeti nechali, měly by také póly opačnou polohu

Obr. 351.



Elektromagnet.

O magneto-elektřině.

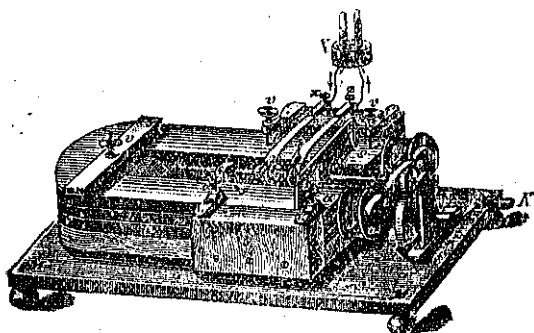
Viděli jsme, že železo zmagnetujeme, jakmile kolem něho proud elektrický pomocí osamotněného drátu měděného vedeme. Z toho nabyli jsme přesvědčení, že *elektřina budí magnetičnost*. Další zkoušky ukázaly, že také naopak *magnetičnost budí elektřinu*.

* Obtočíme-li totiž měkké železo jemným drátem a učiníme je hned magnetickým, hned zase nemagnetickým a sice tak, že k němu magnet přibližujeme, a od něho jej vzdalujeme, objeví se v drátu proud elektrický a sice i když magnetičnost v železe vznikla

i když z něho zmizela. Proudů takto povstalé slovou *magnetoelektrickými*. Oba proudy mají směr protivný. Opatříme-li dráty váleci kovovými a vezmeme je do ruky, ucítíme v těle obzvláště pak v loktech směrem proudu elektrického otřásání, kteréž pochodí od elektrických proudův střídavě se objevujících a směr protivný majících.

Jsou zvláštní sestrojeny apparáty, kde oba tyto proudy pravidelně vyvozovány a v jediný proud téhož směru proměňovány bývají. Nazýváme je *magnetoelektrickými stroji otáčivými* (rotačními). Otáčivými slují proto, že se kotvice v podobě podkovy *JJ'* (obr. 352.) klikou otáčí a takto střídavě k oběma pólům jednoho neb několika magnetů (baterie) *NS* přivádí. Kolikrát železo kotvice k polům

Obr. 352.



Magnetoelektrický stroj otáčivý.

magnetu se přiblíží, tolikráte vznikne v drátu, kterým obě ramena její jsou ovinuta, proud elektrický. V *x* a *z* připevňují se dráty zavěrači. Obr. 352. napovídá (viz *V*), že proudu toho užití lze k rozkladu vody (srovnej §. 342.). Stroje toho druhu bývají někdy velmi silné. Pohybují se parou a slouží k vyvozování elektrického světla, kteréž jsou velmi vydatné, bývá při tom dosti laciné.

4. O telegrafech.

Dalšího a zajisté nejdůležitějšího užití dochází galvanický proud v *telegrafii*, totiž v umění, kterýmž

mýšlenky své rychlostí blesku do dálky můžeme dopraviti.

Ješto telegrafie velikou má důležitost v národním hospodářství, vyložím vám tuto základy její.

Hned v polovici minulého století činěny byly zkoušky k tomu konci, zdali by elektřiny třením zbuzené k účelům telegrafickým užití se nedalo.

Všeliké pokusy v této příčině podniknuté nezdařily se jednak pro nestálost elektriky, jednak pro nedostatečné osamotnění drátův vodivých. Teprv l. 1833. užilo se k telegrafování proudu galvanického a mnohé, ba nejrozmanitější přístroje jsou od té doby k tomu účelu již vynalezeny.

Nejvhodnější a nejčastěji užívaný apparát jest

Morseův telegraf zapisovací. Záleží přede vším z *elektromagnetu*, který *kotvici* svou tolikrát přitahuje i pouští, kolikrát si toho přejeme. Probíhá-li totiž proud drátem elektromagnetu, přitahuje tento kotvici a je-li proud přerušen, pouští elektromagnet kotvici. Kotvice upevněna jest na jednom konci dvouramené páky, na jehož druhém konci ocelový hrot (bodec) se nachází, kterýž v okamžiku, kdy kotvice přitažena byla, ku proužku papíru se přitlačuje. Byla-li kotvice jen na krátko přitažena, objeví se na papíru tečka, když na déle, čárka. Ješto proužek mezi dvěma válci, které pomocí hodinkového stroje rovnoměrně se pohybují, dále postupuje, vysvítá, že výsledek telegrafování budou tečky a čárky rozličně uspořádané. Z těchto znamének sestavena jsou písmena, číslice i znaménka rozdělovací a sicě způsobem následujícím:

A . —	E .	H	K — . —
B — . . .	É . . — . .	Ch — — — —	L . — . .
C — . — .	F . . — .	I	M — —
D — . .	G — — .	J . — — —	N — .

O — — —	R . — .	U . . —	Y — . — —
P . — — .	S . . .	V . . —	Z — — — . .
Q — — . —	T —	X — . . —	
1 . — — — —	4 —	7 — —	
2 . . — — —	5	8 — — — — . .	
3 . . . — —	6 —	9 — — — — —	
	0 — — — — —		

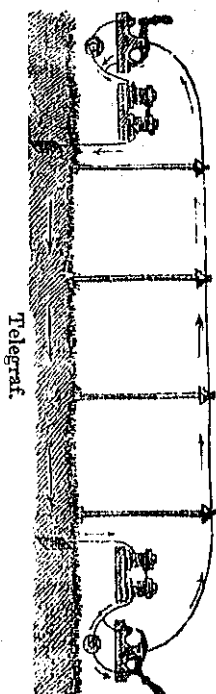
bod středník — . — . — , čárka . — . — . — ,
dvoutečka — — — . . . , otázník . . — — . . . ,
znaménko uvozovací . — . . — ,
vykřikník — — — — . — — — , závorka — . — — — . —

Vynálezem tohoto důmyslného aparátu psacího jest Američan *Morse* (zemř. l. 1872).

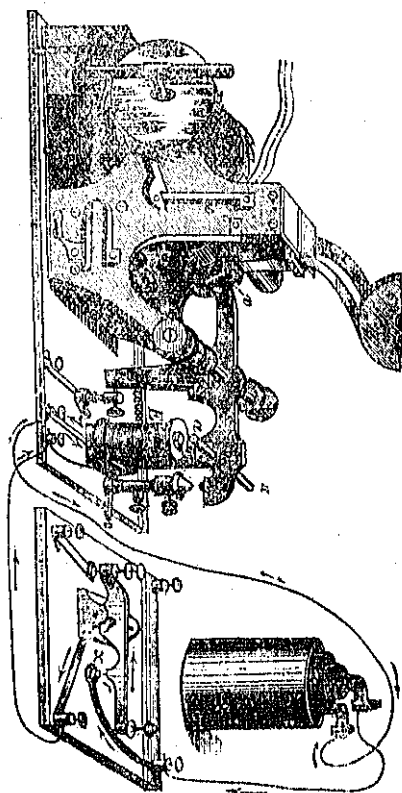
Na obr. 353. v levo jest Morseův telegraf vypo-
dobněn. V pravo nachází se druhá část telegrafu psá-
cího, totiž tak zvaný *klíč*. Klíč skládá se z kovové
páky, ze dvou dvojice kovových kuželův (*r* a *x* jest
jedna dvojice), ze sloupku, kterým proud do klíče vehází
a ze dvou sloupkův, jimiž proud vychází. S prvějším
jsou kovové kužele mosaznými proužky spojeny.

Notelegrafuje-li se, dává se klíči poloha jako na
obr. 354. spatřujeme. Kužele *r* a *x* se totiž nedotýkají
a galvanický proud jest přetržen, protože i kotvico *aa*
zpruhou *E* (obr. 354.) od elektromagnetu jest odtržena.

Stlačíme-li klíč dolů, nabude polohy, která na
obr. 354. v pravo jest vyznačena. Proud vycházející od
kladného pólu baterie, vehází do klíče a odtud směrem
šipek po drátu, který na skleněné neb porcelanové
zvouky jsa položen (isolován) a stanice obě spojuje, jde
na druhou stanici. Zde prochází klíčem do elektromag-
netu, zmagnetuje železo, následkem čehož kotvico *aa*
se přitáhne a na proužku papírovém žádané znaménko
se objeví. Z elektromagnetu vehází do desky měděné v



Obr. 354.



Obr. 353.

zemi zakopané, proudí zemí ku druhé desce na první stanici. Zde prošed drátem elektromagnetu vrací se nazpět k zápornému pólu baterie.

Tím, že se zpáteční proud zemí od jedné měděné desky k druhé vodí, našel se jeden drát. Kteréž důležité použití vodivosti země zavedeno nejprve l. 1838 v Bavořích k radě *Steinheil*a.

Chce-li telegrafista jedné stanice zaslati telegram (depeši) na jinou stanici, stlačuje klíč několikráte rychle za sebou, což má za následek, že kotvice obou elektromagnetův střídavě jest přitahována a vymršťována. Tlukání takto způsobené upozorňuje (volá) telegrafistu

stanice druhé, kterýž, když byl podobným způsobem odpověděl, hodinkový stroj spustí a proužek papíru mezi válcema běžeti nechá. Po té telegrafista první stanice stlačuje klíč v patřičných přestávkách a sice: čárka = 3 bodům; mezera mezi dvěma písmenama po sobě následujícími tak velká jako čárka, a prostor mezi jednotlivými slovy tak velký jako dvě čárky aneb 6 teček.

Ku konci depeše učiní řadu bodův rovnoměrně za sebou jdoucích. Nyní odpoví druhý telegrafista, buď že rozuměl (. . . —) aneb žádá, aby místa, která snad jsou nejasna, byla mu opakována.

K bateriím užívá se obyčejně členův Danielových neb Bunsenových.

Rychlost, kterou se telegrafuje, jest 12—25 slov za minutu. Aby do veliké vzdálenosti mohlo se spolehlivě telegrafovat, vkládá se mezi elektromagnet a klíč přístroj tak řečené *relais* (vyslov relé, tolik co přepřez) totiž elektromagnet bez přístrojí zapisovacího.

Telegraf Caselliho (pantelegraf) podává na druhé stanici zcela věrný otisk toho, co bylo na jedné stanici samotným inkoustem na folii cínovou (stanici) napsáno. Pomocí tohoto telegrafu lze nejen zprávy, ale i výkresy, noty, podobizny zevrubností fotografickou a rychlostí blesku z jednoho místa na druhé zasílati.

Telegrafem Hughovým otiskují se proudem zprávy bezprostředně na papíře.

I samo moře dalekopisectví nijak neomezuje.

Při *telegrafu podmořském* klade se vodivý drát tak zvaný kabel na dno mořské. Kabel skládá se z několika spletených drátův měděných tlustou vrstvou gutaperčy a podobných špatných vodičův obalených, a konečně ještě drátem opředených.

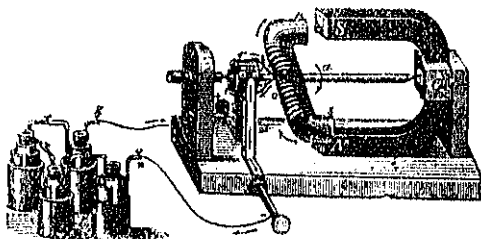
Mezi Evropou a Afrikou, jakož i na jiných místech Evropy jsou již podobná spojení telegrafická. Kladení kabelu mezi Evropou a Amerikou se sice jak před více léty tak také roku 1865 nepodařilo a však r. 1866 počtěstlilo se úplně spojití oba díly světa telegrafem. Délka kabelu obnáší 475 zeměpisných mil.

5. O elektromagnetických hybostrojích.

Proudu galvanického užívá se také co síly *hybné*. Základní myšlénka elektrického hybostroje záleží v následujícím :

Vedle *nehýbného magnetu* podkovového *NS* (obrázek 355.) nachází se elektromagnet *ns*, který kolem vodorovné osy *a* snadno se otáčí, a jehož polarnost pomocí drátu hedvábním opředeného lze vzbuzovati, pře-

Obr. 355.



Elektromagnetický přístroj otáčivý.

rušovati a v polarnost protivnou převáděti. Pustíme-li z *r* do závitův elektromagnetu proud, stane se ze železa magnet. Jeden konec *n* bude pólem severným, druhý *s* pólem jižním. Elektromagnet musí se tudíž postaviti k magnetu nehybnému tak, aby póly nestejnějmenné (svorné) byly u sebe. Nezachází-li se elektromagnet v této poloze, otočí se, aby do ní přišel. Přišed do ní, nezastaví se, nýbrž pošine se následkem setrvačnosti poněkud dále. Když pak v tomto okamžení proud v závitěch přetrhne a ihned mu směr protivný dáme, t. j. když jej místo v *r* vedáme v *o*, tož zamění elektromagnet své póly (§. 341. 3.). Konec *n* bude nyní pólem jižním a druhý konec *s* pólem severným. Póly, jež dříve se přitahovaly, budou se nyní odpuzovati. Elektromagnet setrvá nyní v pohybu svém a otočí

se tak daleko, až přijde znova do polohy, ve které nestejnomenné póly naproti sobě se octnou. Postaráme-li se nyní o to, aby v okamžení, když elektromagnet polohu tu poněkud byl překročil, proudu znova dán byl směr opačný, bude se i nyní elektromagnet dále pohybovati.

Z toho poznáváme, že náležitým a občasným obracováním proudu elektrického v závitech musí nastati nepřetržitě otáčení elektromagnetu.

Zároveň vysvitá, kterakýmto způsobem užiti lze proudu elektrického co síly hybné.

Zde šlo by ještě o to naznačiti, jakým asi způsobem proud obrátiti lze. Obrácení proudu stává se pomocí dřevěného kotouče *ra*, který na ose elektromagnetu *ja* nasazen, mosazným kruhem jest opatřen. Kterýž kruh záleží ze dvou pásiv oddělených od sebe dvěma protileželma mezerama *ii*, jež slonovou kostí, rohem, sklem aneb jiným špatným vodičem vyloženy jsou. Jeden konec drátu závitového spojen (přiletován) jest s polokruhem *r*, druhý s polokruhem *o*. Po obou stranách obvodu kotouče smýkají se dvě pára kovová. Jejich vnější konce šrouby opatřeny jsou. Šrouby těmi upevňují se dráty vedoucí k baterii. Nuže, přiléhá-li nyní jedno páro polokruhu *r* a druhé k polokruhu *o*, probíhá proud skrze závity z *r* do *o*. Dotýkají-li se pára nevodivých *ii*, tehdy proud jest přerušon. Přicházejí-li pára konečně otáčením kotouče střídavě ve styčnost s druhými polokruhy, bude i proud závity procházeti směrem protivravným. — Samu sebou se rozumí, že při tom učiniti dlužno opatření takové, aby v okamžení, když póly obou magnetův proti sobě se octnou, proud byl přerušon a dán mu byl směr protivný.

Pomocí podobného přístroje, který z více záležel magnetův, plul r. 1839 profesor Jacobi v Petrohradě po Nevě v loďce, v níž 14 osob sedělo. Loďka pohybována byla silou $\frac{3}{4}$ až jednoho koně, k čemuž užito 64 článkův Groveho. Avšak přes to nepodařily se ty a jiné pokusy, které na př. *Stöhrer* a *Page* podnikl, dílem pro nákladnost proudu elektrického dílem také proto, že elektromagnet magnetičnosti své, když byl proud přetržen, okamžitě nepozbývá.

Když totiž galvanický proud dlouhým kovovým drátem prochází, vzbuzuje nejen v drátu, jenž nachází se na blízku, ale i v drátu, kterým sám probíhá, proudy, jimž *vedlejší, podružné* neb *navedené proudy* říkáme. — Jsou zvláštní přístroje, kterýmiž proudů vedlejších užití lze.

Proud navedený vznikne vždy v okamžiku, kdy proud původní (*hlavní* neb *prvotný*) začne a také tenkrát, když zmizí, t. j. jakmile baterii neb sloup otevřeme a jakmile je uzavřeme. Vedlejší proud při početi proudů hlavního vzniklý zeslabuje proud prvotný velice, proto že má směr protivný. Proud pak, který při ustání proudů hlavního se objevuje, je příčinou, že tyče železné nemohou býti zmagnetovány vícekrát nežli 5 nebo 6krát za vteřinu, ješto proud vedlejší teprv tenkrát objevuje se, když byl proud hlavní zmizel.

Tak se stává, že elektromagnety magnetičnosti své přerušením proudů hlavního hned nepozbývají.

O galvanoplastice v širším smyslu.

§. 342. **O chemických účincích proudů galvanického.**

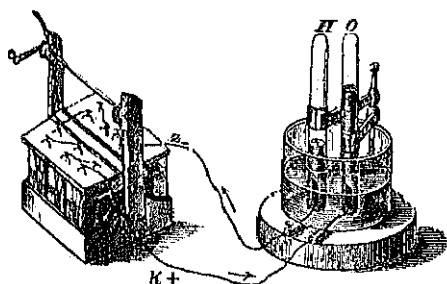
Rozklad vody.

Šestého a v průmyslu nejdůležitějšího užití dostalo se galvanickému proudů zavedením galvanoplastiky. *Galvanoplastika (galvanotvarství)*, kterouž Jacobi a Spencer (l. 1838) vynalezli, zabývá se vůbec aneb tím, že se buď povrch těl tenkou vrstvou kovu potahuje aneb tím, že se vytváří kovový otisk drahocenných předmětův, čímž usnadňuje se laciné rozmnožování věcí uměleckých. Abyste však výkladu mému porozuměli, dlužno mi dříve, nežli přikročím ku galvanoplastice, promluvit *o chemických účincích proudů elektrického vůbec.*

a. O účincích těchto nabudeme poněti, když do

zakyslé vody *) dva plechy (nejlépe platinové) asi na ten způsob, jak obr. 356. ukazuje, ponoříme a jeden z nich s kladným, druhý pak se záporným pólem galvanické baterie spojíme. Tu j mou se ihned na obou plechách vyvinovati se plynové.

Obr. 356.



Rozkládání vody pomocí galvanického proudu.

Schytáme-li je do válecovitých nádobek, které touže nakyslou vodou naplněné a překocené nad plech jsme byli upevnili, přesvědčíme se zkouškou, že v jedné z nádobek *kyslík* a v druhé *vodík* se shromáždil. Zároveň znamenáme, že v téže době vodíku dvakrát tolik vyvinulo se co kyslíku.

Vstrčí-li do nádobky *O* doutnající třísku, vzejme se a jasným plamenem zahoří, kterýž výjev tomu nasvědčuje, že v nádobce nachází se kyslík.

Vynese-li nad vodu druhý váleček *H*, a přidržíš-li k otvoru jeho posud dolů obrácenému třísku hořící, vzejme se plyn v nádobce obsažený a shoří plamenem bledým. Jest to vodík.

Účinek proudu elektrického záležel tedy v tom, že rozložil vodu na obě součástky, vodík a kyslík. Kyslík vyvinuje se na pólu kladném, vodík na pólu záporném.

Rozklad těla proudem elektrickým slove *elektrolýsa*, tělo samo *elektrolyt*.

*) Přidáme-li do vody několik kapek kyseliny sírové, zvýšíme tím její vodivost a snížíme tak i účinek proudu.

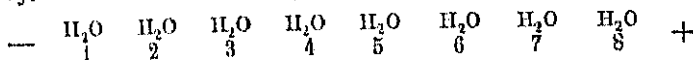
Oba póly pak slovou v této příčině *elektrody* (cesty) a sice kladný čili místo, kudy proud do elektrolytu vchází, *anoda* (vzchod) a záporný čili místo, kudy proud vychází, *kathoda* (*schod* čili *zdpad*).

Předeházejícím pokusem dovedili jsme také, že voda složena jest z jedné míry kyslíku a dvou měr vodíku (srovnej §. 19.).

Ješto vodík vylučuje se na pólu záporném, považujeme jej za součástku vody kladně elektrickou, kyslík naproti tomu, který na kladném pólu se vylučuje, jest součástíku záporně elektrickou.

Viděli jsme, že plynové objevili se od sebe oddělení, a že nevznikala, jak bychom mohli očekívati, z každé částice vody, která byla rozložena, bublinka kyslíku a bublinka vodíku vedle sebe. Kterak lze výjev ten vysvětliti? —

Jest nám za to míti, že účinkem proudu všechny molekuly vody (H_2O), které mezi oběma póly se nalézají, tak se obracují, aby v každé jednotlivé molekuli, 1, 2, 3, . . . atom kyslíku (O) obrácen byl k anodě a atom vodíku (H) ke katodě.



Přitahováním katody (---) rozloží se částice 1 a přitahováním anody (+) částice 8. Na anodě vyloučí se atom kyslíku, na katodě 2 atomy vodíku. Vyloučený při tom kyslík první molekuly sloučí se s vodíkem sousední molekuly druhé, kyslík molekuly druhé s vodíkem třetí atd. a rovněž s druhé strany vodík molekuly 8 s kyslíkem molekuly 7. atd. Dalším účinkem proudu obrátí se opět kyslík k anodě a vodík ke katodě.

Po celé řadě tudíž stává se výměna, vylučování plynů však děje se jenom na nejzazších koncích.

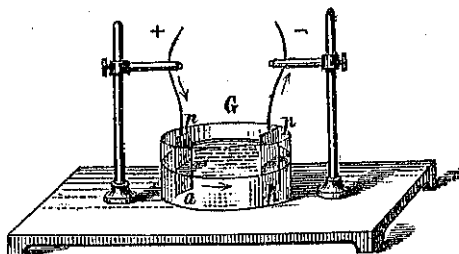
Podobným způsobem rozkládají se galvanickým proudem také všechny chemické sloučeniny ve své součástky. Sloučenina kyseliny a zásady slovo v chemii *soľ*.

Kyseliny vylučují se vždy na kladné elektrodě, zásady pak na elektrodě záporné.

Rozklad solí.

b. Následující příklad objasni nám, *kterak soli galvanickým proudem se rozkládají*. Do nádoby *G* (obr. 357.) dejme rozpuštěnou ve vodě *skalici modrou* a vedme roztokem proud pomocí dvou platinových plechů *pp*. Sůl rozloží se na své součástky, totiž na *kyselinu sírovou* (olium) a *kysličník mědnatý*. Kyselina sírová, jest, jak jméno její zřejmě praví, kyselinou, kysličník mědnatý (sloučenina kyslíku s mědí) pak jest zásadou soli.

Obr. 357.



Rozkládání soli pomocí proudu galvanického.

Kyselina jde k anodě *a*, kysličník mědnatý ke katodě *k*. Ješto však proud zároveň i vodu rozkládá, vylučuje se na anodě *a* také ještě kyslík a na katodě *k* vodík. Na katodě setkává se tudíž kysličník mědnatý s vodíkem. Následek toho je, že vodík s kyslíkem kysličníku mědnatého se slučuje — jej odkysličuje.

Z vodíku a kyslíku vzniká voda a tak místo kysličníku mědnatého usazuje se na plechu měď. Vytáhli-li katodu z roztoku, spatříme, že jest pokryta červeným povlakem, kterýž od mědi pochodí.

Látky na anodě vyloučené nijak na platinu nepůsobí, protože tato následkem povahy své chemické oběma odolává.

Značná část kyslíku uchází do vzduchu, kyselina sírová pak bývá rozpuštěna v kapalině.

c. Dáme-li do kapaliny svrchu dotčené místo plíškův *latinových dvě desky měděné*, bude změna v pochoďu elektrolytickém jedině v tom záležeti, že na anodě měď se okyslíčí a s vyloučenou kyselinou sírovou spojí, takže opět siran mědnatý (skalice modrá) vznikne. Deska na katodě pokrývá se jako dříve vrstvou mědi. Při tom nabudeme zkušenosti, že desce poslednější právě o tolik na váze přibude, o mnoho-li prvnější lehčí se stala.

d. Vezměme konečně takové uspořádání obou elektrod, jakové tvoří základ galvanoplastiky, volme totiž za anodu jako dříve měď, za katodu však některý jiný kov, na př. železo, ocel, zinek, cín atd., které dříve řádně byly vydrhnuty.

Při tom podržme tutěž kapalinu (roztok skalice modré) a vedme tudý elektrický proud. Měď bude se na anodě rozpouštět, na katodě však bude se týž kov z kapaliny vylučovati.

Co bude následek tohoto vylučování?

Galvanické poměďování.

Povrch předmětův železných, ocelových, cínových na katodě zavěšených potahovati se bude vrstvou mědi, která bude tím tlustší, čím déle proud potrvá.

Kterýž výkon není nic jiného nežli *galvanické poměďování*.

e. Zeela podobně bylby zřízen přístroj, kdyby šlo o to, kovové předměty opatřiti povlakem zlata, stříbra, mosazi, olova, cínu neb zinku.

V této případnosti byla by anoda z toho kovu, kterým předmět pokryt býti má a za elektrolyt vzal by se přiměřený roztok té které soli kovové ve vodě.

Kathodou byl by pak předmět, který kovovou sraženinou má býti pokryt.

Tak hodí se ku *poplatinování*: roztok chloridu platičito-draselnatého aneb chlorid platičitý a draslík v žravém drasle rozpuštěné; k *počinování*: kysličník cínčitý rozpuštěný v louhu draselnatém; k *pozinkování*: kysličník zinečnatý rozpuštěný v louhu draselnatém aneb síran zinečnatý (skalice bílá) rozpuštěný ve vodě; k *pobronzování*: kyanid draselnatý, kyanid mědnatý a kysličník cínčitý rozpuštěné ve vodě.

Galvanické pozlacování a postříbřování.

Za anodu slouží plech zlatý; kathodou jest věc, která pozlacena býti má a která sestává nejčastěji ze stříbra, argentanu, bronzu, mědi, mosazi, ocele, poměděného železa a p.

Za elektrolyt slouží roztok *kyanidu draselnatozlatového*. Za vodiče užívá se drátův zlatých neb platinových.

Podobným způsobem lze také předměty *galvanicky postříbřití* s tím toliko rozdílem, že za anodu slouží stříbro a za elektrolyt roztok *kyanidu draselnato-stříbrnatého*.

Při všech pracích galvanoplastických dlužno, aby byl proud jednostejný a dosti slabý, protože jenom tenkrát stejnorodý povlak kovový usazovati se bude. Zahřeje-li se kapalina, podporuje se tím galvanoplastický výkon.

Věci, které povlakem drahých kovův opatřeny býti mají, dlužno aby byly velmi dobře očištěny. Mastnoty zbavují se močením v roztocích kyselých a žravých. Předměty se po dobu výkonu samého častěji z elektrolytu vyndávají a povrch jejich se mokřým kartáčkem do rozmělněného (utlučeného) vinného kamene vnořeným úplně očišťuje.

Na způsob pozlacování (zdali totiž má předmět pozlacen býti matle aneb leskle) následující okolnosti působí: 1. jaký jest povrch předmětu, 2. jaké složení má elektrolyt, 3. jak silný jest proud a 4. jak dlouho trvá. Věci pozlacené se konečně očišťují a hladítkem leští.

Aby obdržely červené barvy zlatové ožehují se voskem pozlacovacím.

Co tuto praveno bylo o pozlacování, platí s malými výjimkami o postříbřování.

Galvanické pozlacování vytlačilo již téměř úplně pozlacování v ohni, a to právem, neboť pozlacování v ohni jest pro zdraví dělníkův následkem par, které se při něm vyvinují, velmi zhoubné a pozlacování galvanické nabylo již takové dokonalosti, že za prvnějším co do krásy a trvanlivosti nijak nestojí.

Tak řečené *čínské stříbro* není nic jiného nežli pakfong čili argentan, který byl galvanicky silně postříbřen.

Také předměty nekovové, na př. dřevo, květiny, hmyz atd. lze galvanicky pozlatit a postříbřit, byly-li dříve potřeny roztokem fosforu.

Jest mi zmíniti se ještě o některých případnostech v životě obecném častěji se objevujících, které zakládají se na účinku chemickém proudu galvanického. Nádoby z bílého (pocinovaného) plechu, rovněž i střechy berou, jak známo, velmi rychle porušení, není-li plech na nich dobře pocinován, když totiž voda brzy až k železnému plechu samému přístupu nabude. Železo a cín tvoří potom Voltaický člen čili řetěz, při čemž kyslík vody, kterou proud rozkládá, železo okysličuje a plech tak kazí.

O galvanoplastice v užším smyslu.

§. 343. Práce předběžné.

Úlohou galvanoplastiky jest hotoviti kovové snímky předmětů pomocí galvanického proudu. Kov, téměř výhradně měď, sráží se buď na předmětu, jehož snímek zhotoven býti má, samém, aneb na otisku neb odlitku jeho.

Práce záleží z několika výkonův a sice jsou to:

1. Zhotovování *formy* č. *matrice*, kteráž bývá z vosku, stearinu, z kovu snadno tavného, sádry, gutta-perchy a kaučuku.

2. *Grafitování* formy jemně utřenou tuhou až tato nabude úplného kovového lesku. — Grafitováním stává se forma, která obyčejně z kovu nebývá, vodivou.

3. Ponořování grafitované formy do elektrolytu, kterýž jest obyčejně dosti sehnaný roztok skalice modré.

Forma vkládá se totiž obyčejně na vyčištěný měděný plech. Veškeré části formy a kovové podložky, na nichž měď usazovati se nemá, dlužno před tím voskem potříti. Pokud měď se sráží, dlužno především přiblížati k tomu, aby na formě bublinky vzduchové se neusazovaly, což zamezíš, přejedeš-li grafitovanou formu rozředěným lihem.

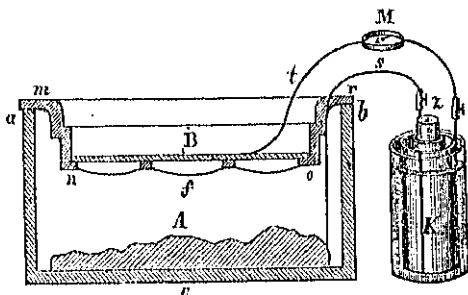
4. Vyňatí formy z elektrolytu a oddělení snímku od formy. Poslednější práce vykoná se buď tím, že formu roztavíme aneb že snímek od ní odloupneme.

Apparát galvanoplastický na větší předměty.

Galvanoplastickému aparátu na předměty větší dává se zřízení obrazem 358. vyznačené. Jest to dřevěná kád' *abc*, která uvnitř pokryta jest deskami guttaperčovými neb olověnými, kteréžto ještě pokostem asfaltovým jsou potřeny. Věc *A*, která mědi pokryta býti má, položí se buď vodorovně přímo na dno aneb dá se na splývající dno měděné, což stává se za tím účelem, aby lepší vodivosti se docílilo. Do kád' zavěsí se nyní prohlubený dřevěný rám *mnor*, kterýž rovněž pokostem jest potřen. Rám má na svém dolejší konci *no* mříž dřevěnou, na kterouž položí se deska měděná *B* — totiž anoda — mající vodorovnou rozsáhlost jako předmět

A. Aby pak částice mědi, které při rozpouštění hořejší desky od této by se oddělití mohly, na předmět snad nespádávaly, což na rovnoměrné usazování se mědi nepříznivě by účinkovalo, jest přes rám napnuto plátno neb flanel *f*. Nyní naplní se kád' *roztokem skalice modré* tak vysoko, aby hořejší měděná deska dostatečně byla jím pokryta. Konečně spojí se pomocí drátův aneb

Obr. 358.



Galvanoplastický aparát.

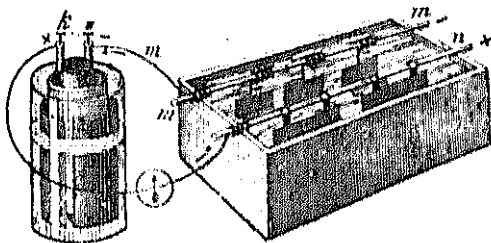
proužkův plechových deska *hořejší* s *kladným*, deska *dolejší*, aneb předmět, na kterýž měď srážeti se má, však se *záporným* pólem galvanické baterie záložející obyčejně z několika Danielových aneb Smeeových členův.

Proud nesmí býti ani příliš slabý, ani příliš silný. Řízení jeho děje se rozmnožováním aneb ubráním účinkujících členů galvanických. Magnetická jehla *M* ukazuje vychylováním svým sílu proudu.

Měď, kteráž z elektrolytu na předmětu se sráží, nahrazuje se ihned zase rozpouštěním desky sloužící za anodu, tak že roztok měďnatý neustále týž stupoň nasycenosti podržuje, což jest hlavní podmínkou, má-li měď rovnoměrně se srážeti. Jasně červená barva (plechová) mědi a hladký nikoliv zrnitý povrch vrstvy jsou společným znamením, že práce dobře se daří.

Kdybychom formu n desku měděnou (anodu) v kádí v poloze
přímé proti sobě postavili (kteréz zařízení při předmětech malých jest

Obr. 359.



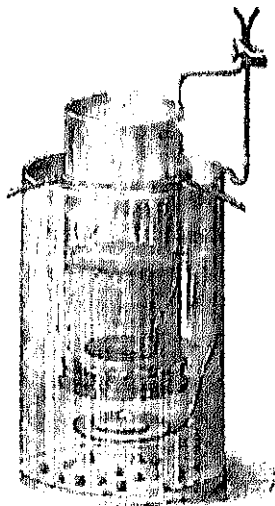
Galvanoplastický apparát.

přiznivější), byl by patrně rám zbytečný. V této příležitosti mohly
by předměty aueb formy pomocí drátů měděných býti zavěšeny na
dva pruty kovové přes kádí položené (viz obr. 359.).

Apparát galvanoplastický na menší předměty.

K menším galvanoplastickým pracím, na př. ku znásobování pamětních penězův, pečeti a jiných předmětův, poručěn se
ělní apparát na obr. 360 vypo-
dobněný, neboť jest nejen jed-
nodušší, ale nevyžaduje také
žádné galvanické baterie. Zá-
ložl z nádoby skleněné neb
porcelánové, která jest dosti
veliká a do níž zavěsí se pomocí
drátěného kruhu, který ve tři
ramena vyblhá, válec skleněný
nahore otevřený, dole však
měchýřem ovázaný a sice tak,
aby mezi oběma dný prostor
así na tři prsty vysoký zbýval.

Obr. 360.



Galvanoplastický apparát.

Skleněný válec vnitřní připravíš si ze sklenice na zavařeniny, až-li jí dno. Nemáš-li podobné sklenice, poslouží ti dobře válec (dr) lampový. V kteréž případnosti upevníš měchýř a drát na něm, jež rozteklým pečutním voskem na ohřátém válci učinití se ti podaří. — Ostatně lze také válec postavit na stoličkou. Válec skleněný sám může být také pórovatým válcem z nahrazen.

Měchýř upevňuje se strunou střevovou, aneb pomocí niti, která, cyselinami drátu nebrala porušení, voskem neb smolou potřena být

Aby elektrický proud se vzbudil, dej do nádoby *vnitřní* proužek *zinku*, který svismo visí, aneb ještě zavěš sem amalgamovanou *desku zinkovou*.

Do *vnější* nádoby však dej vodorovnou *desku železnou m*, kteráž slove formou. Obě desky spoj drátem proužkem měděným. — (Zřízení na obr. 360. vypočtené, které od právě vypsaneho poněkud se liší, jí bude vyloženo.)

Konečně naplň vnitřní nádobu *rozředěnou kyselinou vodou* (1 část kyseliny na 20—30 částí vody), vnější roztokem skalice modré. Oba kovy, zinek i měď, kají se přiměřených kapalin i nastane *proud elektrický*, který jde od zinku jakožto elektrody, která rozpouští, k mědi. Proud tento způsobuje, že skalice rá zvolna se rozkládá, usazuje pohnáhlu na formě vu mědi. Je-li pak na formě matrice aneb předmět, až kovový snímek mítí chceme, sráží se měď na to. Tvoří-li katodu přístroje předmět sám, obdržíme k záporný, t. j. vše, co na předmětu jest vypuklého, e v otisku prohlubené a co jest tam prohlubené, e zde vypuklé. V kteréž případnosti teprv nový otisk ku vyrovnal by se předmětu původnímu.

Abys galvanický otisk snadno s předmětu snítí d, potři předmět silicí, nejlépe silicí rosmarinovou.

Měď bude se srážeti nejen na předmětu, s něhož otisk si učinili chceme, nýbrž i na všech částech formy a drátu, které s roztokem skalice modré přímo se stýkají. Aby ztráta ta se zamezila, potrou se všechny ony části kovu, na nichž měď srážeti se nemá, voskem aneb smolou, ku které vosku bylo přidáno. Forma musí na místech, na kterých předmět leží, dobře býti vyleštěna. Okraje kovových matrie spojují se k vůli větší vodivosti obyčejně také pomocí jemných drátkův s formou. Vzal-li jsi na nakyslou vodu místo válece skleněného válece hliněný aneb nádohu průliučitou, postav do nich v poloze přímé zinkový prut neb plech, spoje s ním proužek měděný, který do vnější nádoby s roztokem skalice modré zasahuje. Na dolní část tohoto proužku upevni věci, jichž snímek učiniti chceš. Kteréž zavěšení předmětů v poloze přímé poskytlá té výhody, že můžeme je častěji vyníti, při tom postup děje pozorovati, připomáhati a v poloze změněné opět předměty do kapaliny ponořiti, čímž docílí se toho, že vrstva mědi jednodušší se usazuje.

Kterých opatrností šetřiti třeba při aparátu menším.

Mají-li práce galvanoplastické s tímto jednoduchým aparátem se zdařiti, radno jest držeti se jistých pokynutí, z nichž nejdůležitější tuto uvádím.

Proud elektrický musí býti velmi slabý, protože jenom takto docílí se, aby kov jednodušně se usazoval. K tomu účelu bere se kapalina valně zředěná. Barva pleťová kovové sraženiny jistým jest znamením, že výkon dobře se daří. Dle postupu jeho nechť síla proudu se řídí, což stává se velmi přiměřeně pomocí přístroje na obr. 360. vykresleného. Dráty měděné spojeny jsou nahoře svorkou dole pak zatočeny jsou ve vodorovné závity (na způsob péra v hodinkách), z nichž jeden slouží za podložku pro desku zinkovou, druhý pro matrici aneb předmět.

Sblížíš-li obě spiraly, seslíš proud, vzdálíš-li je od sebe, oslabíš jej.

Proud příliš silný sráží měď v podobě prášku a houby; proud příliš slabý v podobě listkův krystalovitých. V obou případech nemá měď žádoucí jakosti.

Dále má roztok skalice modré udržován býti neustále na téměř stupni nasycenosti, čehož docíliti lze způsobem tím, že na dno nádoby vnější vložíme zásobu krystalů skalice modré.

Tolikéž dlužno postarati se o to, aby kyselina sírová, která pochodem se vyloučila, zubojetňována (vázána) byla solí, již jsme sem byli přidali. K tomu účelu nejlépe se hodí uhličitan mědnatý, ač malý nadbytek kyseliny sírové činí elektrolyt vodivějším a tudíž galvanický proces podporuje.

Konečně sluší podotknouti, že i deska zinková od kysličníku, který se jí přichycuje, častěji očišťována býti má. Nejprůměrnější teplota pro kapalinu, která se rozkládá, jest 14° R.

Daří-li se práce dobře, usadí se za 24 hodiny již dosti silná vrstva kovová. Zastaví-li se výkon, dostačuje několik kapek kyseliny sírové, aby znovu uveden byl do chodu. Apparát pracuje sic zvolna, avšak poskytuje podařené otisky. Rozumí se samo sebou, že takovýmto přístrojem lze zcela dobře pozlacovati neb postříbřovati. Pozlacování a postříbřování i samých předmětův rozsáhlých, jako kalichův, pohárův a jiných věcí uměleckých, šperkův atd. lze provésti v podobných apparátech bez pomoci galvanických baterií.

V kteréž případnosti obě nádoby jsou ze dřeva. Nádobě vnitřní dává se dno pergamenové a nádoba sama naplňuje se roztokem zlata neb stříbra. V nádobě vnější leží na měděné mříži tyčinka zinková a aby proud povstal, dá se sem buď sehnatý roztok kuchyňské soli aneb kyselina sírová velmi rozředěná. Předmět, jenž pozlacen býti má, zavěsí se na měděném stojanu, který se mříží kovem jest spojen, do elektrolytu. Mají-li zůstatí některá místa předmětu zlata prostá, dlužno je potříti pokostem připraveným z asfaltu, mastixu a silice terpentínové (terpentínového oleje).

Metallochromie.

§. 344.

V novější době opatřují se mnohé šperky, zvonky na stůl, svícný, pozlacené tácky atd. barvami, které v nejjemnějších odstínech na nich se stkvějí a jakoby štětcem učiněny byly se zdají. Vhodné toto ozdobení známo jest jménem **metallochromie** a provádí se cestou galvanickou.

Kladný pól galvanické baterie spojí se totiž pomocí drátu s plechem platinovým, zlatým neb stříbrným, ten vloží se do mělké nádoby a pokryje několik čárek vysoko buď roztokem olověného cukru (octanu olovnatého), aneb roztokem žiravého drasla, v němž rozmělněný klejt (kysličník olovnatý) vařen byl. Bližme-li se po té kovovému plechu drátem platinovým, který se záporným pólem spojen jest, až asi na $\frac{1}{2}$ čárky vzdáří, objeví se na plechu rozkošné kruhy v barvách duhových, tak řečené *barevné kruhy Nobillioho*, záležející z přetenkých vrstviček kysličníku olovičitého, který se tu sráží. Na pólu záporném sráží se olovo.

Kovový ten povlak vzniká za touže příčinou, za kterou objevuje se barevný lesk na vodě, když na ni kapneme silice terpentínové a zakládá se na tak zvaném ohybu (interferenci) světla.

O tomto zvláštním účinku proudu galvanického přesvědčíš se snadno, vezmeš-li vyleštěný plech aneb peníz stříbrný a naň kapku roztoku plísty (octanu mědnatého) v octě vleješ. Držíš-li nyní do roztoku toho přiostržený čistý kousek zinkového plechu tak, aby stříbra se dotýkal, objeví se v krátké době na místě dotčeném tmavé a jasné kruhy, které od vyloučených rozličně tlustých vrstev mědi pocházejí. Ješto však

mimo to i vrstvy kysličníku měďnatého srážeti se budou, spatříme jezdce dále zinkem sem a tam, kterak vzniká různobarevný kovový povlak, jehož barvy obzvláště skvěle vystoupí, když roztok plísty vodou spláchneme.

§. 345. Užitek galvanoplastiky.

Z výkladův právě podaných vychází patrně na jevo, jakého užitku poskytlá galvanoplastika umělci i průmyslníku.

Z počátku užívalo se jí pouze k otiskům medaili, penzův a pečeti, nyní však jest užitek její velmi rozsáhlý a ještě neustále se rozšiřuje.

Užíváť se totiž v novější době galvanoplastiky ku zhotovování pomníkův (na místě lití), k děláni zboží ozdobnického, ornamentů (přikras), prací polovypuklých, modelů, ano i měřické nástroje, jako kruhy rozdělené, měřídka a j. se pomocí jí vytvořují.

Socha na př., která z hlíny jest vymodelována, obleje se sádrou, kadlub takto povstalý učiní se příhodným způsobem na vnitřní straně vodivým a dá se pak do galvanoplastického aparátu.

Mědirytcovi podává galvanoplastika zvláště velikých výhod. Desky měďné vyrobené cestou galvanoplastickou jsou totiž mnohem stejnější a tvrdší nežli válcované.

Galvanické oplesky ocelorytin, mědirytin, dřevorytin atd. jsou k tisku spůsobilé i lze jich jakýkoliv počet zhotoviti, čímž možno učiniti tolik dobrých otiskův původní rytiny, kolik jich třeba. Porovnáme-li způsob tento se způsobem dřívějším, kde bylo lze toliko 1000 až 1500 ostrých otiskův mědirytiny dosti, přesvědčíme se opětně o výhodách galvanoplastiky.

Tolikéž desky stereotypické pro kněhtiskárny lze cestou galvanickou mnohem trvanlivější a ostřejší poříditi, nežli způsobem obyčejným.

Nejdůležitějšího užití dochází však galvanoplastika při *leptání desek k tisku*, při čemž deska kladnou elektrodu galvanického aparátu tvoří; dále při *zhotovování forem pro tisk kartonu*, kde zase naopak deska zápornou jest elektrodou aparátu; konečně při *samo-tisku přírodním*, pomocí jehož neobyčejně věrné nápodobení rostlin, jemného hmyzu a jiných přírodnin, jakož i krajek, vyšívání a p. lze připravit.

Ukazovatel.

Zároveň českoněmecký slovníček fyzikálně terminologie.

	Strana
A noda, <i>Anode, positive Elektrode</i>	483
atmosféra, <i>Atmosphäre</i>	214
atmosférická železnice, <i>atmosphärische Eisenbahn</i>	261
atomy, <i>Atome</i>	26
Artdžská studnice, <i>artesischer Brunnen</i>	227
B alon, <i>Luftballon</i>	239
barevné kruhy <i>Nobiliho</i>	404
barevný vrtlík, <i>Farbenkreisel</i>	313
barvy doplňovací, <i>complementäre Farben, Ergänzungsfarben</i>	314
barvy základné, <i>primäre Farben</i>	313
baterie Smec-ova, <i>Smee'sche Batterie</i>	464
bělina, <i>harte Haut</i>	344
beran, <i>Rammklotz</i>	105
beranidlo, <i>Rammmaschine</i>	105, 138
blána bubínková, <i>Trommelfell, Paukenfell</i>	283
blána covní, covnítko, <i>Aderhaut</i>	344
blaukyná barva oblohy, <i>die Bläue des Himmels</i>	315
blesk, <i>Blitz</i>	455
bleskosvod, hromosvod, <i>Blitzableiter</i>	457
bludiště, <i>Labyrinth</i>	284
bod mrazu, <i>Eispunkt</i>	37
bod varu, <i>Siedepunkt</i>	37
botání, <i>Aufquellen</i>	20, 231
bouchačka, <i>Knallbüchse</i>	30
bulva, zenice, <i>Augapfel</i>	343
Bunsenova baterie, <i>Bunsen'sche Batterie</i>	466
C ukroměr, <i>Sacharometer</i>	248
Čáry uzlové, <i>Knotenlinien</i>	272
čolník, <i>Stirnrad</i>	161
červánky, <i>Morgenröthe, Abendröthe</i>	316
člen Bunsenův, <i>Bunsen'sche Kette, Bunsen'sches Element</i>	465
člen Daniellov, <i>Daniel'sche Kette, Daniel'sches Element</i>	466
člen Groveův, <i>Grove'sche Kette</i>	467
člony stálé, <i>constante Elemente</i>	465, 407

	Strana
čočky, <i>Linsengläser</i>	340
čočky achromatické, <i>achromatische Linsen</i>	342
čočky duté, <i>Concavlinnen</i>	347
čočka dvojjypuklá, <i>biconvexe Linse</i>	346
čočka dvojdutá, <i>biconcave Linse</i>	347
čočka křišťálová, <i>Krystalllinse</i>	344
čočka ploskodutá, <i>planconcave Linse</i>	317
čočka ploskovypuklá, <i>planconvexe Linse</i>	317
čočky rozptylovací, <i>Zerstreuungslinsen</i>	317
čočky spojné, sbírací, <i>Sammellinsen</i>	317
čočka vypuklodutá, <i>convexconcave Linse</i>	317
čočky vypuklé, <i>Convexlinnen</i>	316
čočky zvětšovací, <i>Vergrößerungslinsen</i>	328
D aguerrotypie, <i>Daguerreotypie</i>	352
dalekohledy, <i>Fernröhre, Teleskope</i>	331
dalekohled hvězdářský, <i>astronomisches Fernrohr</i>	331
dalekohled polní, <i>Feldstecher</i>	336
dalekohled zemský, <i>Erd-Fernrohr</i>	332
dalekozraký, <i>weitsichtig</i>	348
dálka ohniska, <i>Brennweite</i>	319
dělitelnost, <i>Theilbarkeit</i>	22
dělnost, <i>Kraftleistung, absoluter Effekt</i>	197
desky rezonanční, <i>Resonanzböden</i>	279
divadelní kukátko, <i>Operngucker</i>	336
dmuchavka, <i>Löthrohr</i>	406
dmychadlo odstředivé, <i>Centrifugal-Gebälde</i>	182
dobří topa vodiči, <i>gute Wärmeleiter</i>	359
drobnohled, <i>Mikroskop</i>	328
drobnohled jednoduchý, <i>einfaches Mikroskop</i>	328
drobnohled složený, <i>zusammengesetztes Mikroskop</i>	329
drobnohled slunečný, <i>Sonnenmikroskop</i>	325
duha, <i>Regenbogen</i>	315
duha vedlejší, <i>Nebenregenbogen</i>	315
duhovka, <i>Regenbogenhaut, Iris</i>	344
dušík, <i>Stickstoff</i>	191
dvojice klik, <i>Kurbelpaar</i>	178
dvojčočky, <i>Doppellinsen</i>	337
E lektrická baterie, <i>elektrische Batterie</i>	451
električnost, <i>Elektricität</i>	433
električnost buzená třením, <i>Reibungselektricität</i>	433
električnost dotěčná, galvanická, <i>Berührungselektricität, Galvanismus</i>	458
električnost kladná, <i>positive Elektricität</i>	438
električnost záporná, <i>negative Elektricität</i>	438

	Strana
elektrické napnutí (napětí), <i>elektrische Spannung</i>	437
električnost pryskyřice, <i>Harzelektricität</i>	438
električnost skla, <i>Glaselektricität</i>	438
električnost vázaná, poutaná, <i>gebundene Elektrizität</i>	441
elektriny vodičové dohří, <i>Leiter der Elektrizität</i>	434
elektrika, <i>Elektrisirmaschine</i>	444
elektrofor, <i>Elektrophor</i>	453
elektrolyt, <i>Elektrolyt</i>	482
elektrolysa, <i>Elektrolyse</i>	482
elektromagnety, <i>Elektromagnete</i>	473
elektromagnetické hybostroje, <i>elektromagnetische Arbeitsmaschinen,</i> <i>Kraftmaschinen</i>	479
elektrometr, <i>Elektrometer</i>	443
elektroskop, <i>Elektroskop</i>	442
elektrování rozkladem, návodem, <i>elektrische Induction</i>	430
F otografie, <i>Photographie</i>	352
fyzika, <i>Physik, Naturlehre</i>	7
G alvanoplastický aparát, <i>galvanoplastischer Apparat</i>	489
galvanoplastika, <i>Galvanoplastik</i>	481
galvanická baterie, <i>galvanische Batterie</i>	463
galvanické poměňování, <i>galvanische Verkupferung</i>	485
galvanické postříbřování, <i>galvanische Versilberung</i>	486
galvanické pozlacování, <i>galvanische Vergoldung</i>	486
greeniery, <i>Greenieren</i>	239
H armonie barev, <i>Farbenharmonie</i>	314
hasák, <i>Hebelade</i>	127
Heronovo zřídlo, <i>Héronsbrunnen</i>	264
Heronův mlč, <i>Heronsball</i>	262
hydrostatické vážky, <i>Hydrostatische Wage</i>	242
hygroskop, vláhovidy, <i>Hygroskope</i>	386
hlásná trouba, <i>Sprachrohr</i>	282
hlasová šetrbina, <i>Stimmritze</i>	276
hlasové ústrojí, <i>Stimmorgan</i>	276
hmota, <i>Stoff, Materie</i>	11
hmoty těkavé, <i>flüchtige Körper, Stoffe</i>	382
hon, setrvačnick, <i>Schwungrad</i>	178
hvanol, <i>Prisma</i>	11, 306
hrdlovina, <i>Mannloch</i>	415
hudební nástroje, <i>Musikinstrumente</i>	273
hustič, <i>Condensator</i>	420
hustiče, <i>Condensationsapparate</i>	444
hustoměr, aréometr, <i>Aräometer</i>	244

	Strana
hustota, hutnost, <i>Dichte, Dichtigkeit</i> , také <i>spezifisches Gewicht</i> , <i>Eigengewicht, Volumgewicht</i>	70
hustota známějších kapalin	250
hustota známějších plynů	250
hustota (kteřak se stanoví)	240
Charliéry, Charlieren	239
chlór, <i>Chlor</i>	192
Jednice tepla, kalorie, Wärmeinheit	371
jehla magnetická, <i>Magnetnadel</i>	425
jehlanec, <i>Pyramide</i>	11
Kámen kotlový, Kesselstein	414
kartesianský potápěč, <i>Kartesianisches Taucherlein</i>	264
kathoda, <i>Kathode, negative Elektrode</i>	483
kyselina siřičitá, <i>schwefelige Säure</i>	193
kyselina uhličitá, <i>Kohlensäure</i>	192
kysličník uhelnatý, <i>Kohlenoxyd</i>	192
kyslík, <i>Sauerstoff</i>	26, 191
kyvadlo, <i>Pendel</i>	147
kyvadlo roštové, <i>Rostpendel</i>	366
kyvadlo vyrovnávací, <i>Compensationspendel</i>	364
kladka, <i>Rolle</i>	137
kladka hybná, <i>bewegliche Rolle</i>	139
kladka nehybná, <i>fixe Rolle</i>	137
kladívko, <i>Hammer</i>	284
kladkostroj Archimédův, <i>Rollenzug</i>	157
kladkostroj obecný, <i>Flaschenzug</i>	158
kladnice, <i>Trilling</i>	161
klíč, <i>Schlüssel, Zeichengeber, Taster</i>	476
klika, <i>Kurbel</i>	417
klín, <i>Keil</i>	11, 150
koefficient roztažlivosti, <i>Ausdehnungskoeffizient</i>	364
koefficient tření, <i>Reibungskoeffizient</i>	183
koefficient pevnosti, <i>Festigkeitskoeffizient</i>	169
kohoutky zkonšeeí, <i>Probahähne</i>	410
kompas plavecký, <i>Kompass</i>	429
kola ozubená, <i>Zahnräder</i>	141
koleno, <i>Kniepresse</i>	114
kolmice dopadu, <i>Einfallslot</i>	292
kolo kuželovité, <i>Winkel- oder konisches Rad</i>	161
kolo na hřídeli, <i>Rad an der Welle, Wellrad</i>	146
kolo na střední vodu, <i>mittelschlächtiges Wasserrad</i>	196
kolo na spodní vodu, <i>unterschlächtiges Wasserrad</i>	196
kolo na svrchní vodu, <i>oberschlächtiges Wasserrad</i>	196

	Strana
oukoll, Räderwerk	160
rohle, Würfel, Cubus	14
š, Tetrad	141
š, Windkessel	263
anker	432
žel	11
štilna, Zauberlaterne	324
Ambos	284
Kaleidoskop	295
š, kurzsichtig	348
Setzwage	67
Sprödigkeit	81
škovitá, Linsenbein	284
šichová, Gehörknöchelchen	283
žel	11
šydenská, Leydner Flasche	44
šývač, Spritzflasche	261
Brechungskraft	308
špočná, Sicherheitslampe	408
šasserwage, Libelle	237
, Fusspfund	118
šmmrad	161
Alkoholometer	428
š, Schraubenpresse	165
š, Realsche Presse	207
Hydraulische Presse	20
šla, Lokomobile	422
šna, Lokomotive	421
šlášský, astronomische Strahlenbrechung	310
šla, Brechung des Lichtes	303
Laugenwage	250
špe	328
šlekká baterie, magnetische Batterie	432
šnost, Magnetismus	424
špírozennó, natürliche Magnete	424
štrojennó, künstliche Magnete	424
šlektrické stroje otáčivé, Magnetoelektrische Rotations- šchinen	474
štr otevřený, offenes Manometer	255
štr zavřený, geschlossenes Manometer	256
Schraubenmutter	152
šeká rovnomoennina topla, mechanisches Äquivalent der šrme	358

	Strana
měch dvojitý, <i>Schmiede-Blasbalg</i>	265
měch jednoduchý, <i>Hand-Blasbalg</i>	264
měch odstředivý, <i>Centrifugalgebläse, Ventilator, Windflügelgebläse</i>	266
měch válcový, <i>Cylindergebläse</i>	265
měkčnost, <i>Weichheit</i>	75
měrná váha vzduchu, <i>spezifisches Gewicht der atmosphärischen Luft</i>	194
měrná váha vody, <i>spezifisches Gewicht des Wassers</i>	194
metallochromie, <i>Metallochromie</i>	494
míra, <i>Mass</i>	12
mlékoměr, <i>Milchwage, Galaktometer</i>	250
modul bezpečnosti, <i>Sicherheitsmodul</i>	169
mok vodnatý, <i>wässerige Feuchtigkeit</i>	344
molekulo, <i>Moleküle</i>	23
moment otáčecí, <i>Drehungsmoment</i>	110
montgolfiery, <i>Montgolfieren</i>	239
Nádoby spojitě, <i>communicirende Gefäße</i>	224
nádržka, <i>Recipient</i>	256
napájení parního kotle, <i>Speisen des Dampfkessels</i>	409
naslouchátko, sluchadlo, <i>Hörrohr</i>	283
násoska ohnutá, dvouarmená, <i>gekrümmter Heber</i>	221
násoska rovná, <i>Stechheber</i>	212
násoska pro škodné kapaliny, <i>Giftheber</i>	224
nástroje dechové, <i>Blasinstrumente</i>	273
nástroje strunové, <i>Saiteninstrumente</i>	273
natěradlo, <i>Reibzeug</i>	444
neprůstupnost, <i>Undurchdringlichkeit, Raumerfüllung</i>	19
normální délka zraku, <i>normale Sehweite</i>	348
normální výška tlakoměrná, <i>normaler Barometerstand</i>	216
Objem, <i>Rauminhalt, Volumen</i>	11, 14
objemoměr, <i>Volummeter</i>	247
obloukovité chodby, <i>halbkreisförmige Kanäle</i>	284
obrazce zvukové, <i>Klangfiguren</i>	272
obrazy mlhivé, <i>Nebelbilder</i>	324
očnice, <i>Ocularlinse</i>	330
odchyłka, deklinace magnetické jehly, <i>Declination (Missweisung)</i> <i>der Magnetnadel</i>	428
odraz úplný, <i>totale Reflexion</i>	308
odstředivost, <i>Centrifugalkraft, Fliehkraft</i>	179
ohnisko, <i>Brennpunkt</i>	297, 318
okénko, <i>Fenster</i>	284
oko, <i>Auge</i>	343
olovnice, <i>Senkblei</i>	65
optická osa, <i>optische Achse</i>	317

	Strana
optický střed, <i>optischer Mittelpunkt</i>	317
otočka, <i>Schraubengang</i>	151
ozvěna, <i>Wiederhall, Echo</i>	281
ozvuk, pahlas, <i>Nichhall</i>	281
Pád volný, <i>freier Fall</i>	62
padák, <i>Fallschirm</i>	64
páka, <i>Hebel</i>	120
páka dvouramená, <i>zweiarmiger Hebel</i>	122
páka jednoramená, <i>einarmiger Hebel</i>	122
páka lomená, <i>Winkelhebel</i>	122
páka nerovnoramená, <i>ungleicharmiger Hebel</i>	122
páka přímá, <i>geradliniger Hebel</i>	122
páka rovnoramená, <i>gleicharmiger Hebel</i>	122
páko stroj, <i>Hebelwerk</i>	153
palivo, <i>Brennmaterialien</i>	405
pantograf Caselliho, <i>Cusellischer Kopirtelegraf</i>	478
Papinův hrniec, digestor, <i>Papin'scher Topf, Dampfkochtopf</i>	391
paprsek dopadlý <i>einfallender Strahl</i>	303
paprsek hlavní, <i>Hauptstrahl</i>	318
paprsek rovnoběžný, <i>Parallelstrahl</i>	318
paprsek zlomený, <i>gebrochener Lichtstrahl</i>	303
pára přetopená, <i>überhitzter Dampf</i>	301
pára výše napnutá, <i>höher gespannter Dampf</i>	300
parní komora, <i>Dampfkammer</i>	417
parní kotel, <i>Dampfkessel</i>	398
parní průchody, <i>Dampfkannäle</i>	417
parní stroj, <i>Dampfmaschine</i>	415
parní stroje o nízkém tlaku, <i>Niederdruckmaschinen</i>	421
parní stroje o středním tlaku, <i>Mitteldruckmaschinen</i>	421
parní stroje o vysokém tlaku, <i>Hochdruckmaschinen</i>	421
parní válec, <i>Dampfzylinder</i>	416
paroměr, <i>Manometer</i>	412
paroměr Bourdonův, <i>Bourdon'scher Manometer</i>	412
paroměr deskovitý, <i>Federmanometer</i>	412
parovod, <i>Dampfleitung</i>	417
pevnost, <i>Festigkeit</i>	76
pevnost v kroucení, <i>Torsionsfestigkeit</i>	173
pevnost v lomu (poměrná), <i>Bruchfestigkeit, relative Festigkeit</i>	171
pevnost v tahu (prostá), <i>Zugfestigkeit, absolute Festigkeit</i>	170
pevnost v tlaku, <i>rückwirkende Festigkeit</i>	171
piknometr, <i>Piknometer</i>	240
píst, <i>Kolben</i>	215
pístala jazýčková, <i>Zungenpfeife</i>	275

	Strana
píšťala retná, <i>Lippenpfeife</i>	275
plovák, <i>Schwimmer</i>	410
pneumatická pošta, <i>Röhrenpost</i>	261
podoba tvar, <i>Form, Gestalt</i>	11
pohyblivost, pošinitelnost, <i>Verschiebbarkeit</i>	199
pohyb rovnoměrný, <i>gleichförmige Bewegung</i>	54
pohyb rovnoměrně zrychlovaný, <i>gleichförmig beschleunigte Bewegung</i>	57
pohyb středoběžný (obstředný), <i>Centralbewegung</i>	101
pohyb zpozdovaný, <i>verzögerte Bewegung</i>	60
pohlcování, <i>Absorption</i>	230
póly magnetu, <i>Magnetpole</i>	425
pól jižný, <i>Südpol</i>	426
pól-severný, <i>Nordpol</i>	426
poloha nestálá, vratká, <i>labiles, unsicheres Gleichgewicht</i>	86
poloha stálá, <i>stabile Gleichgewichtslage</i>	86
poloha volná, <i>indifferente Gleichgewichtslage, indifferente Ruhelage</i>	86
póry, dírky, <i>Poren</i>	28
pórovatost, <i>Porosität</i>	27
potápěcí zvon, <i>Taucherglocke</i>	21
pramen, zřídlo, <i>Quelle</i>	228
pramenové tepla, <i>Wärmequellen</i>	355
předmětnice, <i>Objektiv-Linse</i>	330
překapování, destilace, <i>Destillation</i>	394
předhřívače, <i>Vorwärmer</i>	400
přehánění, sublimace, <i>Sublimieren</i>	396
přepuzenina, <i>Sublimat</i>	396
přezmen, <i>Schnellwage</i>	135
příčka, <i>Querhaupt</i>	417
přílnavost, <i>Flächenanziehung, Adhäsion</i>	189
přístroj rozváděcí, <i>Kolbensteuerung</i>	416
prostrannost, rozprostraněnost, prostornost, tělesnost, <i>Ausdehnung, Grösse</i>	10
pumpa odstředivá, <i>Centrifugalpumpe</i>	182
proud hlavní, prvotný, <i>Primärer Strom, Hauptstrom</i>	481
proudy vedlejší, podružné, navožené, <i>Nebenströme</i>	481
pružnost, <i>Elasticität, Federkraft</i>	77
pumpa napájecí, <i>Speisepumpe</i>	417
pumpa na tlak, <i>Druckpumpe</i>	221
přispůsobivost, <i>Accommodationsvermögen</i>	348
pumpa na zdviž č. ssací, <i>Saugpumpe</i>	218
Ráz, Stoss	174
rychlost, <i>Geschwindigkeit</i>	54

	Strana
rychlost světla, <i>Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes</i>	288
rychlost zvuku, <i>Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalles</i>	278
rohovka, <i>Hornhaut</i>	344
rošt, <i>Rost</i>	400
rošty patrové, <i>Etagenroste</i>	404
rošty schodové, <i>Treppenroste</i>	404
roura pístová, <i>Kolbenröhre</i>	221
roura ssací, <i>Saugröhre</i>	218
rourka vlásková, <i>Haarröhrchen</i>	229
roura zdvihací č. bota, <i>Pumpenröhre, Stiefel</i>	218
roura zvěstná, <i>Communicationsrohr</i>	280
rovina (plocha) nakloněná, <i>schiefe Ebene</i>	142
rovnatel, <i>Regulator</i>	207
rovnoběžník pohybu, <i>Bewegungsparallelogramm</i>	96
rovnoběžník sil, <i>Kräftenparallelogramm</i>	102
rovnováha sil, <i>Gleichgewicht der Kräfte</i>	61
rozdělovatel Mayerův, <i>Mayer'sche Expansionsvorrichtung</i>	419
rozdělení desetinné, <i>Dezimaltheilung</i>	12
rozdělení dvanáctinné, <i>Duodezimaltheilung</i>	12
rozkládání sil a pohybu, <i>Zerlegung der Kräfte und Bewegungen</i>	112
rozklad chemický, <i>chemische Zersetzung</i>	26
rozklad světla, <i>Zerlegung des Lichtes, Dispersion</i>	311
rozklad vody, <i>Wasserzersetzung</i>	481
rozměry, <i>Dimensionen</i>	11
rozpínavost, roztahivost, rozprostranivost, <i>Spannkraft, Expansion, Ausdehnbarkeit</i>	34, 148
rozpínavost na čem závisí, <i>Abhängigkeit der Spannkraft</i>	251
rozplývání, pronikání, diffuse plynů, <i>Durchdringung, Diffusion der Gase</i>	238
roztok, <i>Auflösung</i>	24
rozvádění tepla, <i>Wärmeleitung</i>	359
rumpál, <i>Hornhaspel</i>	140
rumpál křížový, <i>Kreuzhaspel</i>	141
řídící svislá, <i>Schwerlinie</i>	88
Sálání tepla, <i>Strahlung der Wärme</i>	360
samotiči, <i>Isolatoren</i>	435
setrvačnost, <i>Beharrungsvermögen, Trägheit</i>	48
Segnerovo kolo, <i>Segner'sches Rad</i>	204
síla, <i>Kraft</i>	7
síla dostředivá, <i>Centripetalkraft, Ziehkraft</i>	101
síla koně, <i>Pferdekraft</i>	120
síla nepřetržitá, trvalá, <i>kontinuierlich wirkende Kraft</i>	57
síla pudná, <i>Auftrieb</i>	283

	Strana
síla okamžitá, momentane Kraft	54
siloměr, Dynamometer, Kraftmeter	79
silozpyt v. fysika.	
sítaice, Netzhaut	344
skla osvětlovací, Beleuchtungsinsen	320
skla zmenšovací, Verkleinerungslinsen	335
sklo zapalovací, Brennglas	320
sklo flintové, Flintglas	307
sklo korunové, Kronglas	307
sklon, inklinace magnetické jehly, Inclinacion (Neigung) der Magnetnadel	427
skřípec, Flasche	158
skupenství, Aggregatzustände, Zusammenhangszustände	25
složka, Seitenkraft, Componente	102
složivost, chemische Anziehung, Affinität	27
směr síly, Richtung der Kraft	102
směr svislý, lothrechte, vertikale Richtung	65
směr vodorovný, horizontale Richtung	65
smíšeniny zimotvorné, Kältemischungen	379
soliměr, Salzspindel	250
sounrak, Abenddämmerung	316
spalování důsažné, intensive Verbrennung	402
spalování rozsažné, extensive Verbrennung	402
spojivost, Cohäsion, Zusammenhankskraft	73, 189
spojitost, Cohärenz	73
stálost polohy, Standfestigkeit, Stabilität	87
stažitelnost, Zusammenziehbarkeit	31
stinidla, Blenden, Diaphragma	319
stín, Schatten	286
stín neúplný, polostín, Halbschatten	287
stín úplný, Kernschatten	287
stín vržený, Schlagschatten	287
stlačitelnost, Zusammendrückbarkeit	28
stlak, Haarröhrenabstossung, Capillardepression	229
stožár, Tummelbaum	141
stroj, Maschine	116
stroje složené, zusammengesetzte Maschinen	155
střed optický, optischer Mittelpunkt	296
stříkačka, Feuerspritze	262
stříkačka parní, Dampffeuerspritze	422
stříkačka ruční, Handspritze	213
stupnice, škála, Skale	37
světelný plyn, svítiplyn, Leuchtgas	193

	Strana
světlo měř, <i>Photometer, Lichtstärkemesser</i>	289
svislo odstředivý, <i>Centrifugalpendel, Centrifugalregulator</i>	182, 419
svítání, <i>Morgendämmerung</i>	316
světivo, <i>Beleuchtungsmaterialien</i>	405
svodič, <i>Conductor</i>	444
sušič odstředivý, <i>Centrifugaltrockenmaschine</i>	181
Soupátka, <i>Schieber</i>	416
špatná tepla vodiči, <i>schlechte Wärmeleiter</i>	359
špatný vodič elektrického, <i>Nichtleiter der Elektrizität</i>	434
šroub, <i>Schraube</i>	151
šroub bezkonečný, <i>Schraube ohne Ende</i>	166
šroub drobnoměrný, <i>Mikrometerschraube</i>	168
šroub ostrý, <i>scharfgängige Schraube</i>	152
šroub plochý, <i>flachgängige Schraube</i>	152
šroub stavěcí, <i>Stellschraube</i>	168
řeka dvojitý, <i>Doppelstrich</i>	431
řeka jednoduchý, <i>einfacher Strich</i>	430
táhlo, <i>Kolbenstange</i>	218
tání, <i>Schmelzen</i>	426
tažnost, <i>Dehnbarkeit</i>	80
telegrafy, <i>Telegraphie</i>	474
temnice, <i>dunkle Kammer, Camera obscura</i>	322
teplota, <i>Wärme</i>	355
teplota měrná, <i>spezifische Wärme</i>	372
teplota skupenkové, $\left\{ \begin{array}{l} \text{gebundene, latente Wärme} \end{array} \right.$	375, 378
teplota utajená, $\left\{ \begin{array}{l} \end{array} \right.$	35
teploměr, <i>Thermometer</i>	47
teploměr kovový, <i>Metallthermometer</i>	386
tělo hygroskopické, navlhavé, <i>hygroskopische Körper</i>	25
tělo kapalné, <i>tropbarflüssige Körper</i>	286
tělo neprůhledné, <i>undurchsichtige Körper</i>	362
tělo neprůhledné, neprůhledné, neprůteplivé, <i>athermane Körper</i>	25
tělo průhledné, <i>durchsichtige Körper</i>	286
tělo průhledné, průhledné, průteplivé, <i>diathermane, wärmedurchlassende Körper</i>	362
tělo průsvitavé, <i>durchscheinende Körper</i>	286
tělo rovnoběžnostěnné, <i>parallelepipedische Körper</i>	16
tělo světelné, <i>selbstleuchtender Körper</i>	286
tělo, těleso, <i>Körper</i>	18
tělo tmavé, <i>dunkle Körper</i>	286
tělo válcovité, <i>cyllindrische Körper</i>	17
tělo vzdušné, <i>luftförmige, gasförmige Körper</i>	25

těleso sklovité, <i>Glaseuchtigkeit</i>	
tělo ústřední, <i>Centralkörper</i>	
těžiště, <i>Schwerpunkt</i>	
tyč pístová, <i>Kolbenstange</i>	
tíže, <i>Schwere</i>	
tíže všeobecná, <i>Gravitation</i>	
tlak na dno, <i>Bodendruck</i>	
tlak na stěny, <i>Seitendruck</i>	
tlakoměr, <i>Barometer</i>	
tlakoměr dvouramenný, <i>Heberbarometer</i>	
tlakoměr hruškovitý, <i>Birnbarometer</i>	
tlakoměr s nádobkou, <i>Gefäßsbarometer</i>	
tlak vzduchu, <i>Luftdruck</i>	
topení vodou, <i>Wasserheizung</i>	
topení vzduchem, <i>Luftheizung</i>	
trubice Toricelliho, <i>Toricellische Röhre</i>	
tření, <i>Reibung</i>	
tření valné, <i>rollende Reibung</i>	
tření vlačné, <i>gleitende Reibung</i>	
třmíněk, <i>Steigbügel</i>	
turbína, <i>Turbine, Kreiselrad</i>	
tvrdost, <i>Härte</i>	
úhel dopadu, <i>Einfallswinkel</i>	
úhel lomu, <i>Brechungswinkel</i>	
úhel lámavý, <i>der brechende Winkel</i>	
úhel odchyln, <i>Ablenkungswinkel</i>	
úhel odrazu, <i>Reflexionswinkel</i>	
úhel zorný, <i>Schwinkel</i>	
uhlovodík lehký, <i>leichtes Kohlenwasserstoffgas</i>	
uhlovodík těžký, <i>schweres Kohlenwasserstoffgas</i>	
úchylka barevná, <i>chromatische Abweichung</i>	
úchylka sférická, <i>sphärische Abweichung</i>	
ucho vnější, <i>Ohrmuschel</i>	
úkaz, <i>Erscheinung, Phänomen</i>	
úmezí pružnosti, <i>Elastizitätsgrenze</i>	
ústroj sluchový, <i>Gehörorgan</i>	
ústroj zrakový, <i>Sehorgan</i>	
úzly, <i>Schwingungsknoten</i>	
Váha, <i>Gewicht</i>	
váha měrná, <i>spezifisches Gewicht</i>	
váha prostá, <i>absolutes Gewicht</i>	
váhy desetinné, decimální, <i>Decimalwaage</i>	
váhy můstkové, <i>Brückenwaage</i>	

	Strana
Wage	131
.	11
Sieden	387
.	400
<i>Intensität der Kraft</i>	102
so	263
Spektrum	311
Spektrum	312
rität, Haarröhrenwirkung	229
<i>allgemeine Eigenschaften</i>	10
<i>besondere Eigenschaften</i>	10, 73, 75
eter	385
.	269
Uwelle	270
estilliertes Wasser	394
.	26
Eshanimer	392
räder	195
nnen	228
idglas, Wasserstandmesser	226, 410
- Pleuelstange	417
'sche Kette	462
c'sche Säule	459
.	141
umelbaum	141
spindel	152
.	450
.	7
<i>physikalische Erscheinungen</i>	7
<i>učebná, chemische Erscheinungen</i>	8
Et	197
mpfen, Verdunsten	381
rende Kraft, Mittelkraft	102
Eccentrik	417
B	256
.	191
.	191
aci, Sicherheitsventil	128
ci	413
Vasserventile	414
Luftventile	414
<i>Archimedisches Prinzip</i>	232
<i>Naturgesetze</i>	8

	Strana
zámyčka, záklopka, <i>Klappe, Ventil</i>	218
zapálení samovoľné, <i>Selbstentzündung</i>	358
zatmění luny, <i>Mondesfinsternis</i>	288
zatmění slunce, <i>Sonnenfinsternis</i>	288
závit, <i>Schnecke</i>	284
zrakový nerv, <i>Sahnerv</i>	344
zrcadlení vzduchové, <i>Luftspiegelung</i>	310
zrcadlo duté, <i>Hohlspiegel</i>	296
zrcadla křivá, <i>gekrümmte Spiegel</i>	296
zrcadlo osvětlovací, <i>Beleuchtungsspiegel</i>	298
zrcadlo rovné, <i>ebener Spiegel</i>	293
zrcadlo rozptylovací, <i>Zerstreungsspiegel</i>	301
zrcadlo vypuklé, <i>erhabener Spiegel, Convexspiegel</i>	301
zrcadlo zapalovací, <i>Brennspiegel</i>	218
zrcadlo zmenšovací, <i>Verkleinerungsspiegel</i>	301
zrcadlo zvětšovací, <i>Vergrößerungsspiegel</i>	300
zrychlování, <i>Beschleunigung, Acceleration</i>	145
žetelnice, <i>Pupille</i>	344
zvuk, <i>Schall</i>	270
zvukovod, <i>Gehörgang</i>	283
Žaroměr, <i>Pyrometer</i>	47
žentour, <i>Göpel</i>	141

Chyby tisku.

- Str. 27. řádek 18. shora místo „lze z 1 míry páry“ čti „lze z 1 míry vody.“
- „ 48. pod obr. 25. místo Zaroměr čti Žaroměr.
- „ 67. ř. 5. zdola m. važení čti vřžení.
- „ 68. „ 13. shora m. „libra lékárnická má 24 unce“ čti „má 12 unci.“
- „ 79. obr. 35. obrat.
- „ 139. ř. 17. shora m. hybne čti hybné.
- „ 141. „ 3. „ „ *d* „ *ef*.
- „ — „ 4. „ „ *e, f* „ *d*.
- „ 173. „ 4. „ „ *torsi* „ *torsi*.
- „ 176. „ 15. „ „ *bodek* „ *bodech*.
- „ 336. „ 4. shora „užívá se k hotovení“ čti „užívá se mimo k hotovení.“

Omyly menší, jakož i některé nahodilé nedůslednosti ve psaní laskavý čtenář sám rač opravit.

Tiskem Karla Goriška ve Vídni.