

BIBLIOTÉKA POLNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ.

Spisy naučné,

kterým přispívají osvědčené sily spisovatelské,

vydává

PROF. DR. J. B. LAMBL.

Svazek jedenáctý.

Fysika pro školy hospodářské.

V PRAZE.

Nákladem knihkupectví I. L. Kobra.

1884.

4/366.

FYSIKA

pro

3

školy hospodářské.

15.



řádný učitel při hospodářské škole ve Velkém Meziříčí.
lit. Večer,

S 92 vyobrazeními, barevným obrazem spektrálním a mapkou
isobarů.

V PRAZE.

Nákladem knihkupectví I. L. Kobra.

1884.

Slovutnému pánu, panu

Dru. EDWARDU ALBERTOVII,

f. professoru chirurgie při c. k. universitě Vídeňské, dopisujícímu
a skutečnému členu mnoha učených společnosti a t. d., a t. d.,
rodáku Žambereckému,

posvětuje tuto práci

v úctě neobmezené

spisovatel.

Oddíl prvý.

Část všeobecná.

I. Úvod.

1. Vše, co prostor kolem nás vyplňuje — hmota — ustavičně se mění.

Skála sebe tvrdší rozpadá se v písek; tekutá voda proměňuje se jednou v led, podruhé v páru; dřevo zapálené shoří zůstavujíc sotva něco popele; zlato ponořené do rtuti pozbývá své žluté barvy, pokrývajíc se bílým povlakem a nabývá jí opět zahřátím a t. d.

Výjevy tyto jakož i hmota, na kterých se výjevy tyto jeví, nazýváme přírodou. Změny tyto jakož i vlastnosti hmot pozorovati jest rozsáhlou úlohou věd přírodních. Vědy přírodní rozdělujeme na přírodopis, který popisuje zvláštní vlastnosti hmot a jich změny, a na přírodozpyt, který popisuje a vysvětuje všeobecné vlastnosti a změny hmot.

Předmět nepodepřený padá; této vlastnosti jsou podrobeny ve vzduchoprázdnou všechny hmota a z té příčiny patří výjev tento do přírodozpytu. Pták podpory zbavený jest mocí svých křídel před padáním chráněn; vlastnost tato jest ptáku osobivou, zvláštní, patří tudiž výjev tento do přírodopisu.

Přírodozpyt rozpadá se ve dvě vědy: fysiku a lučbu (chemii), a obě tyto rozpadají se opět ve velké množství věd podřadných.

Fysika popisuje a vysvětuje zevnější změny na hmotách, lučba naopak změny vnitřné.

Síra zahřátá na určitý stupeň tepla taví se, mění svůj tvar (své skupen tví), zůstávajíc ale jinak téhož složení. Síra zahřátá na určitý vyšší stupeň tepla za přístupu vzduchu se promění v lítku plynou, shoří v kyselinu siřičitou — tu podstoupila síra již vniternou proměnu. První výjev vysvětuje fysika, druhý chemie.

Voda zahřívaná po delší čas se odpaří, mění svůj vnější tvar; fosfor zahřívaný mění se ve fosfor beztvarý, který má jiné vlastnosti, byť i totéž složení; i zde patří výjev první do fysiky, druhý do lučby.

Od fysiky se opět odloučily co samostatné vědy: fysika oblohy či astronomie, fysika ovzduší či meteorologie, fysika povrchu zemského, spadající opět s částí do věd přírodopisných.

2. Výjev, zákon, síla, návod fysikální.

Těleso dobře podepřené jest v klidu; jest to vlastnost všem tělesům společná; odtáhneme-li tělesu podporu, padá, to jest změna stavu tělesa; obojí jest výjevem.

Jestliže jsme pozorováním zjistili, že tělesa padající urazí v prvé vteřině dráhu 5 m, v druhé vteřině 20 m, v třetí vteřině dráhu 45 m atd., objevili jsme zákon. Pakliže jsme poznali, že všechna nepodepřená tělesa k zemi blížiti se musí, a že země všechna tělesa kolem ní se nalézající k sobě přitahuje, objevili jsme příčinu padání — sílu, kterou přitažlivost zemskou nazýváme. Soudíme-li dále, že těleso podepřené proto nepadá, protože pevnost podložky větší jest než přitažlivost zemská na těleso působící, objevili jsme též příčinu klidu.

Příčinu každé ziněny, každého výjevu, byť i nadmyslnou, nazýváme silou; sílu jmenujeme dle výjevu, kterému ji podkládáme.

Zákon nám udává, jakým způsobem při nějakém výjevu působící činitelé na sobě závisí.

K poznání zákonů přírodních přicházíme:

1. opětovaným pozorováním — ze zkušenosti — (indukcí); vidáme-li totiž nějaký výjev vždy tímtož způsobem se jevit, soudíme souvislost tuto býti zákonem, aniž bychom příčinu výjevu znali; soudíme z pozorování na zákony a z těchto na příčiny (výjevy elektrické);

2. rozumováním (dedukcí); známe-li totiž příčinu některého výjevu a její vlastnosti, její působení, můžeme odvoditi i zákon výjevu toho.

Způsob první — návod zkušebný — jest četnější; truhý, více theoretický, není ani dosud všude možný, protože ani příčiny ani cesty mnohých výjevů neznáme.

O podstatě sil nevíme ničeho a vykládáme si je pouhými omeněniami (hypothesami), které se nezřídka postupem vědy ažní. „Příčina světla jest pohyb nekonečně řídkého etheru“; pravda tato, nyní všeobecně uznána, musela ustupovat domněnce, že světlo jest nekonečně řídká látka — po celé století — přispělo oslední domněnce k výtězství jméno Newtona, kterýž ji hlásal, iž pravda pokrokem vědy zjištěna byla.

II. Pojmy všeobecné.

3. Prostor. Prostor jest sám sebou neobmezený. Směry, do kterých se prostor rozprostírá, jest nesčíslné množství; možno však přece směry tyto shrnouti ve 3 směry základní: ve směr délkový, před námi v pravo a v levo se táhnoucí, směr šírkový, od nás v před a v zad se nalézající, a konečně směr výšky (tloušťky), před námi nahoru a dolu se táhnoucí.

Prostor hmotou vyplňený nazýváme tělesem fysickým, prostor tělesem ohrazeným sluje tělesem měřickým. Meze tělesa jsou plochy, meze ploch hrany (čáry), a meze hrani body. Zabývá-li se fysika pozorováním hmot obmezených, musí znáti i způsob, jakým by určitě o velikosti mezi jejich jednoti mohla, a tu třeba tělesa měřiti.

4. Míry. Měřice rozměr jeden užíváme míry délkové, při měření dle dvou rozměrů — v ploše — užíváme míry plošné (čtverečné, quadratické) a při měření tělesa dle tří rozměrů užíváme míry tělesné (kostecné, kubické).

Základem nové (?) míry metrické, nyní již téměř po celé Evropě užívané, jest metr = $\frac{1}{40\,000\,000}$ polodnišku zemského.

Dělice míry za jednice přijaté na 10, 100, 1000 dílů předkládáme jim: deci ($= \frac{1}{10}$), centi ($= \frac{1}{100}$), milli ($= \frac{1}{1000}$); zvětšujíce jednice měr 10, 100, 1000, 10.000krát, předkládáme jim: deka (= 10), hekto (= 100), kilo (= 1000), myria (= 10.000).

5. Míra délková *).

1 metr (m)	$= 0.52729^0 = 3' + 1'' + 11.58'''$
	$= 1.286077$ loket
10 metrů	$= 1$ dekametru (Dm.).
100 "	$= 1$ hektometru (Hm.).
1000 "	$= 1$ kilometru (Km.) $= 0.1318$ r. m.
10.000 "	$= 1$ myriametru (Mm.) $= 1.318229$ r. m.

K měření cest kratších užíváme kilometrů, k měření cest delších myriametrů.

$$1 \text{ decimetr } (dm) = \frac{1}{10} m = 0.1 m = 0.3164' = 3.796''.$$

$$1 \text{ centimetr } (cm) = \frac{1}{100} m = 0.01 m = 0.3796'' = 4.556'''.$$

$$1 \text{ milimetr } (mm) = \frac{1}{1000} m = 0.001 m = 0.4556'''.$$

K cejchování se přijímá: 1, 2, 4, 5, 10, 20 m, a 1, 2, 5 dm.

6. Míra plošná. ***) Jednice nejčastěji užívaná jest:

$$1 \square \text{ metr } (m^2) = 0.278036 \square^0 = 10.00931 \square^0.$$

$$100 \square m. = 1 \square \text{ dekametru} = 27.80364 \square^0.$$

$$10.000 \square m. = 1 \square \text{ hektometru} = 1.737727 \text{ rak. jit.}$$

$$1.000.000 \square m. = 1 \square \text{ kilometru} = 173.7727 \text{ rak. jit.}$$

$$100.000.000 \square m. = 1 \square \text{ myriametru} = 1.73772 \text{ rak. mil.}$$

Jednice při měření polí užívaná jest ar (a), 1 ar $= 1 \square \text{ dkm} = 100 \square m$, 100 a $= 1$ hektaru (Ha) $= 1.7377$ jiter.

K měření zemí užívá se plošného myriametru.

$$1 \square \text{ decimetr } (dm^2) = \frac{1}{100} \square m = 0.01 \square m = 14.4134 \square''$$

$$1 \square \text{ centimetr } (cm^2) = \frac{1}{10000} \square m = 0.0001 \square m = 20.755 \square'''.$$

$$1 \square \text{ milimetru } (mm^2) = \frac{1}{1000000} \square m = 0.2075 \square'''$$

7. Míra tělesná. Za jednici slouží kostkový metr (cbm.) t. j. kostka, jejíž strana $= 1$ m.

$$1 \text{ kostkový metr} = 1 \square m. = (m^3) = 0.146606 \text{ kostk.}^0 = 31.66695 \text{ kostk.}^1$$

$$1 \square \text{ dekametr } (Dm^3) = 1000 \text{ cbm.}$$

*) Dříve užíváno bylo v Rakousku míry s rozdelením dvacetiným; základ míry té byla stopa $= 1'$, $6' = 1^0$ (sáh), $4000^0 = 1$ m. (rakouská míle), $1' = 12''$ (palcům), $1'' = 12'''$ (čárkám), $1''' = 12''''$ (bodům), $2' = 1$ loktu (česk.)

**) Při měření polí užíváno bylo v Rakousku jednice *jitro* zvané 1 jitro $= 2$ korciúm $= 3$ měřicím $= 1600 \square^0$.

1 \square hektometr (Hm^3)	$=$	1,000.000 cbm.
1 \square kilometr (Km^3)	$=$	1000,000.000 cbm.
1 \square decimetr (dm^3)	$=$	$\frac{1}{1000}$ cbm. $= 54\cdot72$ kostk."
1 \square centimetr (cm^3)	$=$	$\frac{1}{1000 \cdot 000}$ cbm. $= 94\cdot557$ kostk."
1 \square millimetru (mm^3)	$=$	$\frac{1}{1000}$ cbcm. $= 0\cdot094557$ kostk."

8. Míra dutá. *) Jedníci míry duté přijata dutina

$$1 dm^3 \text{ a nazýváme ji litr (l).} \\ 1 l = 0\cdot7068 \text{ mázu.} \\ 100 l = 1 \text{ hektolitru (hl)} = 70\cdot68 \text{ mázů} = 1\cdot767129 \\ \text{věder} = 1\cdot62636 \text{ měřic.}$$

Jiné míry, ale méně užívané, obdržíme dělímeli
litr na díly menší neb zvětšujeme-li jej.

K cejchování se přijímá 100, 50, 20, 10, 5, 2, 1,
0·5, 0·2, 0·1 litru, 5, 2, 1 centilitru; dále pak $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$ hklt.
a půlky litru.

9. Čas. Ustanoviti všeobecný pojem času, bylo by
as těžké; nás učí pojmu tomu zkušenosť. Čas měříme
porovnáním s dobou za jednici přijatou (všem známou),
dobou to, za kterou vykoná země dráhu kol slunce; nazýváme ji rokem.

K měření do b krátsích užíváme též míry menší,
doby, které potřebuje země k otočení se kol své osy.

Pohyb tento, který sami na sobě pozorovati nemůžeme, pozorujeme na zdánlivém pohybu hvězd kol naší země. Tak na př. hvězda na východu vyšedší a dosáhnuví určitého nejvyššího bodu na obloze, na západu zachází a tímto způsobem zdánlivou kruhovitou dráhu vykoná. Doba tato od východu k východu jest den hvězdářský (astronomický), protože jí měří čas hvězdáři. Den tento jest rozdělen na 24 hodiny; 1. hodina počíná se, když „ranní bod“ se nalézá v nejvyšší poloze na obloze. — Ve zdánlivém pohybu hvězd kol země má podílu i slunce, které způsobuje pohybem tím rozdíl „dne“ a „noci“; doba jednoho toho oběhu slouží v životě občanském k měření času a nazývá se dnem slunečním. Tento den různí se od hvězdářského tím, že slunce vycházející

*) Dříve užíváno bylo v Rakousku míry následující: 1 míra
(máz) $= 4$ žejdlíkům; 40 mír $= 1$ vědrum; 4 vědra $= 1$ sudu
(piva), 10 věder $= 1$ sudu vína; 1 měřice $= 43$ mázů.

denně o 4 minuty později než dotýčná hvězda, s kterou předešlého dne stejně vyšlo, délku dne mění; příčinu hledat dlužno v tom, že země urazila v době této i $\frac{1}{365}$ dráhy své kolem slunce. Z této příčiny nesouhlasí spolu den hvězdářský a sluneční; tento jest o 4 minuty delší.

Země se kol slunce pohybuje rychlostí nestejnou (dle vzdálenosti své od slunce), jednou rychleji, podruhé volněji, a z této příčiny (mimo jiné) není den sluneční stejně dlouhý, jednou je kratší, podruhé delší. Aby se jednotka míry časové neměnila, bereme za ni střed nejdelší a nejkratší doby oběhu a hodnotu tuto nazýváme středním dnem slunečním; jest to ona doba, kterou obdržíme, dělíme-li dobu roku počtem pravých dnů slunečních. Tento střední den sluneční dělíme na 2 díly po 12 hodinách a hodinu na 60 minut po 60 vteřinách. Prvá hodina počíná se v okamžiku, kdy slunce „stojí“ na nejvyšším bodu oblohy, a nazýváme čas ten „poledne“; hodina 12. končí se v okamžiku, kdy se nalézá slunce na nejnižším bodu oblohy, t. j. v „půlnoci.“

10. Klid a pohyb. Pohyb, kterým se otáčí země kolem své osy a kolem slunce, sdílejí všechny hmoty na povrchu zemském; není tudíž na povrchu zemském žádná hmota v klidu, klid její jest jen zdánliv.

V obyčejné mluvě pravíme, že hmota jest v „klidu“, nemění-li svou polohu vzhledem k určitému místu povrchu zemského, t. j. částečky hmoty po dobu našeho pozorování vyplňují týž prostor. Mění-li hmota po čas pozorování (tedy v různých dobách) prostor, nalézá se v pohybu. Mluvíce o pohybu tělesa míníme opět jen pohyb vztažný (relativní) t. j. vzhledem k hmotě jiné, poněvadž naprostý (absolutní) pohyb hmoty t. j. vzhledem ku prostoru světovému určiti nemůžeme. Dle toho budeme jednat v náuce o pohybu jen o pohybu vztažném, aniž bychom to dále připomínali.

11. Hmota. Prostor jest vyplněn hmotou, jejíž vniternosti (vniterné podstaty) neznáme. Na vniterné složení hmoty soudíme z vlastnosti hmoty. Z obecné dělitelnosti soudíme i na vniternou dělitelnost, t. j. při dělení hmoty musíme konečně přijít ku částečkám, které dále dělitelnými nejsou; není tedy hmota do libovolných mezi dělitelnou.

Tyto nedělitelné částky nazýváme atomy a jich skupiny nazýváme molekuly. Molekuly hmot jsou nejmenší částice, v kterých hmota vstupuje ve sloučenství, které jen lučebně dají se rozděliti v atomy; jsou to nejvíce skupiny atomů, ve kterých hmota své vlastnosti podržuje. Molekula vodíku se skládá z dvou atomů, molekula kyslíku z jednoho atomu, molekula dusíku ze tří atomů.

Jako hmoty jednoduché (prvky) tak i hmoty složené (sloučeniny) složeny jsou z molekul; molekuly hmot složených skládají se z atomů různých hmot jednoduchých, molekuly hmot jednoduchých pouze z atomů hmoty jedné. Na př. molekula vody (co hmoty složené) skládá se z 2 atomů vodíku (molekuly vodíkové) a 1 atomu kyslíku (mol. kyslíkové).

Atomy nejsou vždy stejně skupeny v molekulách, ani v molekulách, ve kterých vstupují ve sloučeniny. Způsob, jakým atomy v molekulách jsou skupeny, rozhoduje o vlastnostech hmoty; neboť jen tímto způsobem vysvětliti můžeme, že hmota téhož složení nabývá dle okolnosti různých vlastností i tvarů; to as základ různotvárnosti (allotropie). Různotvárný uhlík objevuje se jednou co démant, podruhé co tuha a potřetí co uhlí; ač vždy ze stejné hmoty složen, přece v každém vidu má jiné vlastnosti; podobně i fosfor co červený, černý a žlutý fosfor, má jiné a jiné vlastnosti ale totéž složení, i soudíme, že v každém vidu jsou atomy jinak skupeny.

Že země přitahuje hmoty kolem ní se nalézající, jest všeobecně známo; leč přitažlivostí touto není pouze země vyzbrojena, nýbrž přitažlivostí tato jest vlastní všech hmot.

Veškeré hmoty se navzájem přitahují a přitažlivost tuto mají i jejich základní částice — atomy a molekuly; neboť přitažlivostí touto udržují se ve spojení. Mezi jednotlivými atomy a molekulami nalézá se velmi řídká vzdušina „ether“ zvaná. Mimo přitažlivost přisuzujeme atomům též odpudivost, ježížto jsoucnost z pouhého pozorování dovoditi možno. Stlačíme-li pryž (kaučuk a t. d.), opět se rozepíná; patrno, že zde musí být nějaká síla, která atomy opět od sebe odpuzuje, jinak by hmota zůstala v stavu změněném. Roztahneme-li nějakou hmotu, sama

se stahuje, patrnáť zde síla přítažlivá. Neměníme-li tvar hmoty, tu se obě sily sobě rovnají.

Na vzájemné velikosti obou těchto sil přítažlivosti a odpudivosti možno i hmoty co do skupenství roztrídit.

Pravíme, hmota jest pevná, když přítažlivost i odpudivost jsou si rovné a velké; hmota jest tekutá, když jest přítažlivost malá; hmota jest vzdušná, když jest přítažlivost slabší odpudivosti.

Přechází-li hmota z jednoho skupenství do druhého, na př. z pevného do tekutého neb i vzdušného, musí přítažlivost být zrušena a odpudivost zvýšena; úlohu tuto vykonává teplo — hmota taková teplotu svou zvyšuje.

Teplo není nic jiného než molekulární pohyb, dle jehož velikosti i teplota hmoty roste. Tím jsme ale vedeni dále k tomu, že molekuly všech hmot (jak u některých pokusy dokázáno) v stálém jakémusi pohybu se musí nalézati (až do -273°) a způsob tohoto pohybu rozhoduje o skupenství hmot. Tak a hmot pevných vykonávají částečky kývavý pohyb kol své stálé polohy, vždy opět do ní se vracejíce, u hmot tekutých vykonávají kývavý pohyb kolem polohy vratké překročujíce v pohyb postupný, a u hmot vzdušných se nalézají částečky v pohybu postupném, tak že v jedné vteřině urazí i dráhu 1800 m.

12. Hustota a váha měrná. Ubrousíme-li dvě stejné kostky z křemene a pemzy a podrobíme-li je bližšímu pozorování, shledáme, že v stejných těchto objemech pro menší vzdálenost atomů od sebe bude atomů v kostce křemencové více než v kostce pemzové — o tom přesvědčuje nás pouhý pohled. Tak jako v případu uvedeném, podobně i jinde nejsou základní částice hmot stejně od sebe vzdáleny a dle toho jest jich v stejném objemu jednou více, podruhé méně, — dle hmoty; v prvním případu pravíme: hmota jest hustší, v druhém: hmota jest řidší — křemen jest hustší pemzy.

Hustotu tuto čili „hmotnost“ určitého objemu — jedničky — nazýváme hustotou prostou (absolutní). Abychom mohli o hustotě mluviti a ji určovati všeobecně, musíme hustotu hmot porovnávati s hustotou jediné, za jedničku hustoty ustanovené hmoty. Měřídkem hustoty jest hustota čisté vody při 4°C . Hustota ostatních hmot vztahující se na hustotu vody (hustota potažná)

udána jest číslem, které udává, kolikrát jest hustota toho kterého tělesa větší než hustota vody.

Vezmeme-li předešlé dvě kostky a zvážíme-li je, seznáme, že kostka křemene jest těžší než kostka pemzy, tak že s hustotou též i na váze křemenu přibývá. Dle toho možno vysloviti větu:

Hustota a váha hmoty jsou v poměru přímém, přibývá jich rovnou měrou.

Kostka stříbra vážící 1 kg má objem 100 cm^3 , kostka vody vážící 1 kg má objem 1000 cm^3 ; při stejné váze obou hmot jest objem vody 10krátě větší, za to ale hustota její 10krátě menší než hustota stříbra. Z pozorování toho vyplývá věta:

✓ Hustotou objemu ubývá (při stejné váze).

Každá hmota jest přitahována k zemi a nemůže-li k zemi dopadnouti, tlačí na podporu; tlak tento nazýváme váhou hmoty. Váha nějaké hmoty bez ohledu na velikost její nazývá se váhou prostou (absolutní).

Váha 1 cm^3 nějaké hmoty (jedničky objemové) udává váhu vztažnou (měrnou, specifickou).

Protože mírou váhovou jest váha 1 cm^3 vody při 4°C . t. j. 1 gram, jest váha měrná udána počtem gramů, a hustota specifická jest udána číslem, které značí, kolikrát jest určitý objem na př. též 1 cm^3 těžší než týž objem vody při 4°C . t. j. 1 gram; shodují se tedy počet gramů a hustota měrná úplně. V této příčině af nikdo se nemate, že by hustota a váha měrná byly jedno, třeba i čísla je udávající jsou stejná.

Váha měrná udává váhu 1 cm^3 hmoty; známe-li tudíž objem některé hmoty v cm^3 a násobíme-li jej váhou měrnou, obdržíme jeho prostou váhu (v gramech).

Váha prostá (v gramech) = objemu v cm^3 \times váhou měrnou.

Konečně lze stanoviti váhu měrnou též z libovolného objemu a váhy hmoty. Váha měrná = váze prosté (v gramech) dělené objemem (v cm^3).

13. Skupenství. Hmoty, o jejichž změnách fysika jedná, možno shrnouti ve 3 druhy:

1. Pevné hmoty: Hmoty takové jen patrnou silou rozdělití možno, mají svůj vlastní tvar a objem; na př. kámen, kov, dřevo, sůl a t. d.

• Následují si posloupnosti: Amet měkký, průstřítili, myslívají, jež měly různou délku, nebo srovnávají, říkají, že všechny tři měly stejnou délku.

2. Kapalné hmoty: Částečky těchto hmot rozděliti lze silou i nepatrnu, v celku udržovány jsou pouze pevnými stěnami. Mají sice objem, ale tvaru nemají žádného; na př. voda, olej, lít a t. d.

3. Vzdušné hmoty či vzdušiny: Částečky těchto hmot hledí se na všechny strany rozprostřanit a jen pevnými stěnami možno je pohromadě udržeti. Nemají ani objemu ani tvaru.

Vzdušiny dělíme na páry (pára vodní, pára fluoru), které za obyčejných okolností přecházejí ve skupenství nižší t. j. kapalné neb pevné, a na plyny (vodík, kyslík, svítiplyn), které jen umělým způsobem ztužiti (ve skupenství tekuté neb i pevné uvéstí) se dají.

Vzdušiny a kapaliny nazýváme též tekutinami, tekout — nechají se přelévat; na př. kyselina uhličitá, voda a t. d.

Pevné hmoty nazýváme vzhledem ku hmotám tekutým a vzdušným skupenství „nižšího“ a naopak.

III. Všeobecné vlastnosti.

14. Fyzika zabývajíc se pozorováním a vysvětlováním výjevů a jich zákonů, kterým hmoty jsou podrobeny, musí především znati ony vlastnosti, které jsou všem hmotám společny. Vlastnosti tyto nazývají se „všeobecnými vlastnostmi.“

Všeobecné vlastnosti jsou:

15. 1. Rozprostranivost. Každá hmota vyplňuje prostor do 3 směrů prostorových, do délky, šířky, výšky.

Převládá-li jeden rozměr nad ostatními, pomyslíme je; tak mluvíme o dlouhé niti, o vysoké věži a t. d. Velikost prostoru, který hmota zaujímá, sluje její „objem“, a způsob, jak hmotou prostor vyplněn jest, jejím „tvarem“, „podobou.“

Abychom o hmotách, o jejich tvaru a objemu jednat mohli, musíme je měřiti; měření podmiňuje znalost měr, které jsme poznali při „prostoru“ (odst. 4.—8.)

16. 2. Neprostupnost. Pojem hmoty vylučuje již sám sebou jsoucnost jiné hmoty kteréhokoliv skupenství na onom místě, kde již jedna hmota se nalézá, jinak by i stín mohl být považován hmotou. Má-li hmota

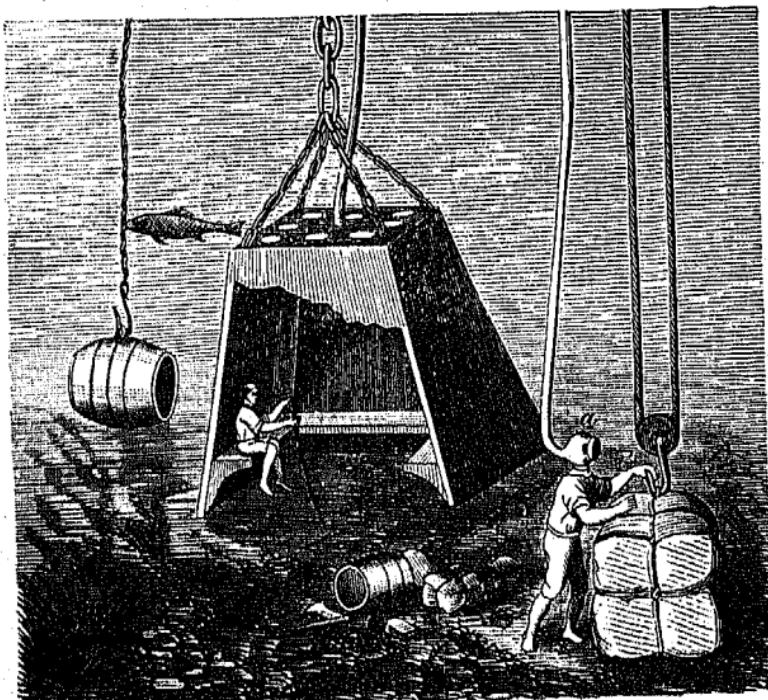
prostoru její hmota vyplňuje, může je jistě mít být hmotou jinou. Neprostupnost.

zaujati (místo) prostor, který vyplňuje hmota jiná, musí tato ustoupiti, což u hmot skupenství pevného s patrným odporem se děje.

Zatloukáme-li hřeb do zdi, do dřeva; řežeme-li dřevo (piliny) a t. d., jest odpor patrný.

U hmot tekutých jest odpor tento menší, snadno odtékají, ano u některých ho ani nepozorujeme. To platí najmě u vzdušin, z těchto pozorujeme jen ty ustupovati, které jsou viditelný (kouř).

Obr. 1.



Vléváme-li do nádobky úzkohrdlé vodu, pozorujeme ustupovati vzduch jen dle vystupnících bublinek; do nádobek s velmi úzkým hrđlem ani vody nenalejeme, jestliže jsme dříve vzduch neodstranili. Vzduchotěsný píst není možná stlačiti až na dno pro přítomnost vzduchu. Vnořujeme-li nádobu dnem vzhůru obrácenou do vody, stlačuje se vzduch, ale ustoupiti nemůže; na podobné neustupnosti vzduchu jsou sestrojeny potápěcí zvony, sloužící při hledání utečných věcí na dně mořském (obr. 1.). Čerstvý vzduch se potápěčům dodává rourou nad hladinu vodní od zvonu vedoucí, vzduch zka-

žený vypouští se zvláštním kohoutkem. Zvon jest osvětlován shora, kde jsou tlustá skla, jimiž světlo prochází.

V novější době odvažují se potápěči na delší dobu na dno mořské v oděvu neprůmokavém, opatřeném skaфandrem (obr. 1. a), t. j. kovovou helmou, podobnou kouli, na přední straně sklem opatřenou, na zadní straně otvorem, jímž se přivádí čerstvý vzduch; vzduch zkažený odchází zvláštní klapkou.

17. 3. Setrvačnost. „Žádná hmota od sebe po hybování ani začítí ani ukončiti nemůže,“ vyslovil slavný Newton na základě dlouhých zkoumání. Věta ta stala se základem náuky o pohybu těles nebeských. Vlastnost tuto, jíž podrobeny jsou všechny hmoty, nazýváme setrvačností.

Že hmota v klidu jsoucí jen silou v pohyb uvedena být může, dokazuje každý kámen na cestě ležící; že by ale hmota v pohybu se nalézající v pohybu setrvati chtěla, z pouhého názoru na povrchu zemském zřejmý není. Aby hmota na povrchu zemském v pohybu setrvala, tomu brání překážky, jako odpor vzduchu, tření, přitažlivost zemská a t. d. Tam, kde překážky tyto jsou menší, jest setrvačnost větší. Tělesa nebeská pohybujíce se ve velmi řídkém etheru mají pohyb „věčný.“

Čamrhoun, vlk, přeslička a t. d. podávají důkaz o setrvačnosti v pohybu; i na sobě při zahybání za roh, při započetí a ukončení jízdy pozorujeme setrvačnost. Položíme-li na kartu nad otvor láhve peníz, padá tento trvajíce na svém místě do láhve, jestliže jsme mu kartu rychle podrazili. Tyč přerážíme na žinu, kulka prostřeluje kulatým otvorem sklo.

Důležité jest užití setrvačnosti při vyrovnávání nestejného chodu strojů v tak zvaných kolejích setrvačných.

18. Stlačitelnost a roztažitelnost. Houbu mořskou, kaučuk a pryž i menším tlakem vpravíme do objemu menšího; povolí-li tlak, přijímají hmoty uvedené prvotní svůj objem.

Vlastnost prvoou, dle níž hmotu vpraviti možno v objem menší, nazýváme stlačitelnost; vlastnost druhou, dle níž hmoty nabývají objemu většímu, nazýváme roztažitelnost.

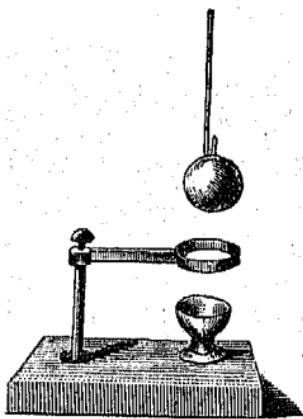
Vzduch stlačujeme neprodyšným pístem (dětské bouchačky), roztahujeme teplem. Některé vzdušiny tlakem zmenšují nejen objem, ale snižují též své skupenství — kapalnějí, na př. kyselina uhličitá. Nejméně stlačitelný jsou kapaliny.

Ražení peněz, tlačení pečetí, vytlačování řízků řepových, semene lněného, kořenů a t. d. poskytují dosti příkladů o různé stlačitelnosti. Kovář napíná pás na kolo za tepla; podobně i strojník kola železničních vozů za tepla nabíjí na osu, za tepla nytuje; ochladlé kovové části lépe stahuje. I železné a kamenné sloupy se trvalým velkým tlakem stlačují. (Obr. 2.)

Vezmeme-li kovovou kučku kroužkem propadající a zahřejeme-li ji, nepropadá více, až ochladla-li, což důkazem, že byla roztažena.

Naplníme-li skleněnou láhvičku vodou (dobře bude, je-li voda zbarvená) a ucpeme-li ji pevně zátkou, v níž se nalézá skleněná rourka, a zahříváme-li láhvičku, vystupuje voda v rource — jest roztažitelná. Měchýřem vzduchem naplněný a zavázán zahříván praská, — vzduch se roztahuje.

Obr. 2.



Na roztažitelnosti zakládají se teploměry, vlhkometry a jiné přístroje. Hrdlo láhvě zahříváme, nemůžeme-li těsně zaléhající zátku vytáhnouti. Hmoty udržující v sobě mnoho vody teplem se stahuje (smrštují), na př. dřevo, hliná a j.

19. Porovatost. Neprostupná a stlačitelná hmota musí být porovatá, t. j. mezi částečkami hmoty musí se nalézati místa, do kterých se základní částice při stlačování vměstknají. Tyto mezery mezi základními částicemi nazýváme pory. Pory tyto jsou někdy velmi veliké, jako u houby mořské, u pemzy, chleba, rákosu, cihly, cukru a t. d.; někdy velmi malé, téměř nepozorovatelné, jako u mramoru, zlata a j.

Porovatým dřevem a koží protlačujeme rtuf čistice ji. Porovatost zlata dokázali akademikové Florentinské roku 1661 tím, že vodou naplněná zlatá koule při stlačování se opotila.

Že kapaliny jsou porovatě, dokazuje v porech jejich se nalézající, k žití ryb ve vodě nezbytný vzduch, jakož i ta okolnost, že 2 tekutiny (na př. lsh a voda) slité nezaujmí mají objem takový, jaký by dle objemu jejich před slitím zaujmíti měly.

20. Dělitelnost. Vše, co prostor vyplňuje, musí se dát dělit, ať se to již provádí řezáním, štípáním, roztloukáním neb jiným způsobem. Hmoty některé nechají se dělit nad pomyšlení lidské.

Příkladná jest dělitelnost zlata, vonidel, barviv a j. v. Nej-jemnější rozdělení hmot jest roztok.

Dělení mechanické t. j. nástroji jde dle dokonalosti nástrojů do určitých mezí a končí se tam, kde jimi více děleti nemůžeme. Pak nastupuje dělení idealné. Při dělení musíme konečně přijíti na části již nedělitelné, které nazýváme atomy. Názoru, že hmoty skládají se z atomů, říkáme náuka atomistická.

21. Všeobecné síly. Všeobecné síly jsou ty, které se objevují na všech hmotách; buď jsou v nich obsaženy neb v nich a na nich mohou být vzbuzeny. Mezi síly tyto patří přitažlivost, teplo, světlo, zvuk, električnost a magnetičnost. > 34/62.

Oddíl druhý.

Náuka o přitažlivosti.

22. Přitažlivostí nazýváme onu sílu, která působí sbližování těles. Četnými pokusy dokázáno, že veškeré hmota na vzájem se přitahuje.

Při hranění (krystalisaci) usazuje se hmota vyhraňující na předměty, jež ji nejvíce přitahují, na hrany nádoby; na nití do roztoku zavěšené a t. d.

Angličan Cawendish (1798) zavěsil dlouhou dřevěnou tyčinku opatřenou na koncích kuličkou kovovou na drátek. K témuž se přiblížoval dvěma jinými velkými koulemi na pevné, stejně dlouhé tyče nastrčenými.

Při bližení se obou koulí do určité vzdálenosti počaly se malé kuličky samy přiblížovati ke kulím větším. Protože se vše dělo v prostoru uzavřeném a pozorovatel nalézal se mimo prostor, nutno bylo souditi na vzájemnou přitažlivost. Velikost této přitažlivosti měřila se silou, kterou byl drátek zkroucen. Podobně zjištěno, že olovnice na boku větších kopçů nemá směr úplně svísný, ale šikmý jsouc přitahována ke kopci.

23. A. Přitažlivost zemská. Jako všechna tělesa vesmíru tak i naše země působí na všechny hmoty kolem ní se nalézající svou přitažlivostí.

Přitažlivostí zemskou třhnou k ní všechny hmoty kolem ní se nalézající; kámen zbavený podpory neb závěsu, kulka vystřelená a t. d. dopadají k zemi; tuto přitažlivost zemskou nazýváme tází.

Vystupování plynů od země jest jen zdánlivá výjimka, neboť i tyto vzdutiny jen tak daleko vystupovati mohou, až měrná váha těchto plynů se rovná měrné váze je obklopujícího vzduchu.

Na hmotách, které k zemi dopadnouti nemohou, jsouce podepřeny nebo zavěšeny, jeví se přitažlivost zemská tlakem na podporu neb tahem za závěs; tohoto tlaku neb tahu užíváme ku měření této přitažlivosti.

Velikost tohoto tlaku nazýváme váhou.

Jelikož přitažlivost zemská působí na všechny částice hmoty, jest váha tím větší, čím větší jest počet častic hmoty, na něž působí; možno tedy z velikosti t. j. váhy hmoty soudit i na hmotnost samu.

Chtíce váhu nějaké hmoty ustanoviti, musíme váhu její přirovnávati k váze určité jednice; za takovou vzata váha 1 cm^3 čisté vody při 4° C . a sluje gram.

V následující tabulce, kteráž udává rozdelení užívaných váh, stojítež také čísla udávající poměr nové váhy k užívaným dříve lotům, librám a centnýřům.*)

1 gram = $(1 g) = 0.057$ lotu; 1 decigram = $(1 dg) = 0.1 g$;
 1 centigram = $(1 cg) = 0.01 g$; 1 miligram = $(1 mg) = 0.001 g$;
 1 dekagram = $(1 dkg) = 10 g = 0.5714$ lotu; 1 kilogram =
 $(1 kg) = 1000 g = 1$ libře + 25.137 lotů = 2 librám celním.

$1000 \text{ kg.} = \text{tuň (t)} = 1785.5 \text{ lib. víd.} = 2000 \text{ lib. cel.}$

K cejchování přijímají se: 20, 10, 5, 2, 1 kg , 50, 20, 10, 5, 2, 1 dkg , 5, 2, 1 g .

Přitažlivost, již působí země na hmoty a tyto zpět na ni, není všude stejná a řídí se as zákony následujícími:

1. Všechny hmoty dopadají ku středu země, tak že si můžeme mysliti přitažlivost soustředěnou v jejím středu.
2. Všechna tělesa jsou na tomtéž místě stejně těžká, t. j. padají ve vzducho-prázdném prostoru stejně k zemi. (Dáme-li do roury skleněné peníz měděný a stejný kus papíru, a vyčerpáme-li z roury vzduch, dopadají oba předměty stejně shora na dno.)
3. Přitažlivost zemská jest na vysokém kopci menší nežli v údolí, protože jsme středu více vzdáleni.
4. Tíže přibývá od rovníku k točnám a jest na točnách o $\frac{1}{200}$ větší než na rovníku. Příčiny: točny jsou středu as o 80 km bližší než rovník a síly odstředivé na polech není; proto proti tízi nepůsobí.
5. Přitažlivosti zemské od povrchu ku středu zemskému ubývá a to tak, že hmota středu 2-, 3-, 4krátě

*) Dle dřevního rozdelení užíváno centnýře (1 ct.) = 100 libram (čč) po 32 lotech, lot (lt.) po 4 kvontliskách.

vzdálenější též přitažlivost a i tíži 2-, 3-, 4kráte má větší, ale jen až do povrchu zemského. Příčina: spouštíme-li se do hloubky, tu částky nad námi se nalézající působí na nás svou přitažlivostí zpět. 6. Ve středu zemském nemá hmota žádnou tíži. Příčina: působí na ni všechny částky země ve všech směrech a tím účinek svůj na vzájem ruší.

25. B. Přitažlivost světová. (Všeobecná tíže, gravitace.) Tak jako země všechna tělesa kolem ní se nalézající k sobě přitahuje a tato tělesa opět zemi, přitahují se na vzájem všechna tělesa ve vesmíru. V naší sluneční soustavě jsou všechna tělesa přitahována ku slunci, a musila by do slunce padnouti, kdyby na ně nepůsobila ještě síla jiná, tečnová, která je hledí od slunce vzdáliti. (Viz pohyb středoběžný).

Tyto dvě sily: přitažlivost a síla tečnová, působí na všechny hmoty ve vesmíru udržujíce sobě rovnováhu a jejich účinkem pohybují se i tělesa v křivých drahách kolem svých středů.

Vyhodíme-li kámen, jest tento přitahován k zemi, ale on zároveň přitahuje zemi k sobě; že ale obě přitažlivosti jsou úměrné hmotnosti těles, které se přitahují, jest přitažlivost kamene tak malá, že ji nepozorujeme.

Pokusy Cavendishovými a jinými dokázáno, že tato vzájemná přitažlivost, kterou též gravitací nazýváme, jest tím větší, čím větší jest součin hmot, které se přitahují, a čím menší jest jejich zečtveřená vzdálenost. Měsíc jakožto těleso nebeské nám nejbližší jest značně od země přitahován a působí zpět přitažlivostí svou na povrch zemský dosti značně. Účinek této přitažlivosti měsíce na povrch zemský patrný jest na hmotách snadno pohyblivých, na př. na vodě; povstává jí známý příliv a odliv na moři.

26. C. Lučební příbuznost. Pálíme-li určité množství rtuti a síry, spojí se obě v těleso nové, které má vlastnosti úplně jiné nežli hmoty, z nichž vzniklo. Jest barvy červené, dá se ve vodě rozetříti a dává dobrou barvu, jest lehčí než rtuť a těžší než síra a t. d. Příčina tohoto výjevu jest síla, kterou nazýváme lučební příbuznosti.

Jest to síla, kterou se atomy dvou nebo více hmot spojují v hmotu novou a skrze kterou ve spojení tom trvají.)

27. D. Spojivost (soudržnost). Chci-li nějakou hmotu, na př. železo, dřevo, kus křídy přelomiti neb rozdrtiti, jest mi třeba určité síly; síly té potřebuji k tomu, abych překonal onu sílu, která základní částice těchto hmot v celek pojí. Sílu tuto, která základní částice hmot, molekuly, v celek pojí, nazýváme spojivostí (soudržností) a tato není nic jiného než vzájemná přitažlivost.

Síla tato není u všech hmot stejně velká, byloť by třeba vždy též síly k jejímu překonání, a u všech hmot stejně nepůsobí, bylyť by všechny stejněho tvaru. Působí-li spojivost v různých směrech nestejnou velikostí, vytvořují se tělesa hranatá; působí-li ve všech směrech stejnou velikostí, vytvořují se tělesa podoby kulaté.

Rtuť v menším množství, kapka vody na poprášené ploše, tekuté olovo s výše v menších částicích padající (broky) udržují podobu kulovitou. Vzduch, kyselina uhličitá a jiné vzdušiny vystupují z kapalin v podobě kulovité.

Vosk, hlína, těsto se tlakem scelvší, kyselina uhličitá, kyslík, vodík a jiné plyny tlakem kapalnější stávajíce se tím spojeními; kované a valcované kovy jsou pevnější než lité.

Skleněné neb bronzové desky, kusy olova neb kauciку s ryzí plochou k sobě přitlačené pevně se na sobě drží a to tím lépe, čím plochy stýčné jsou větší.

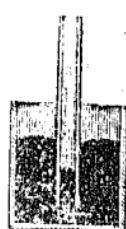
Pára vodní ochlazením kapalně a voda ochlazením mrzne; oběma přibývá spojivosti.

Z uvedených příkladů patrno, že vše, co napomáhá sblížení a zvětšení počtu základních částic, na kterých se hmoty stýkají, podporuje též spojivost; to jsou tlak, zvětšení plochy, snížení teploty.

Zvýšením teploty podporuje se spojivost u dřeva a zemin, teplem se odpařuje voda v porech jejich se nalézající, jejich částečky se sblížují a hmoty samy smrštují. Této vlastnosti užil Angličan Wegwood k sestrojení žároměru.

Pozorujeme-li povrch rtuti v nádobě skleněné, jest povrch její zaokrouhlen, a vstříme-li do rtuti rourku skleněnou a přiblížíme-li se rourkou až ku stěně, pozorujeme, že v ní stojí rtuť níže než-li v nádobě, jakoby rtuť byla stlačena; nazýváme výjev tento dle toho též stlakem. (Obr. 3.).

Obr. 3.



Povrchy kapalin jakoby nějakou blánou přikryty nesou na povrchu jehly, vodoměrky a jiné. Všechny tyto výjevy vysvětlujeme si pouze spojivostí.

Způsob, jakým se spojivost u rozličných hmot jeví, sluje spojitost (kohäsance) a ta opět dle svých vlastností nabývá jmen různých, jako: tvrdost, křehkosť, pružnost, tažnost, pevnost.

28. Tvrdost. Kus vosku urýpnou nehtem, kus železa jen dobrým dlátem neb pilníkem. V prvním případě jsem potřeboval k oddělení částeček od celku malé síly, v druhém větší; všeobecně platí vosk za měkký, železo za tvrdé.

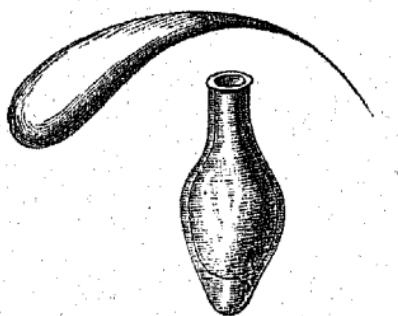
K měření tvrdosti užívají mineralogové stupnice. Pojem tvrdosti jest při obecné mluvě jen subjektivní; mluvíme o tvrdém másle a měkkém železe.

Hmotu nazýváme tím tvrdší, čím větší odpor klade při oddělování částic od celku a naopak. Co podporuje spojitost, podporuje též tvrdost.

Kováním, tlakem, rychlým ochlazením (pilníky anglické) nabývají hmoty větší tvrdosti.

29. Křehkosť. Chci-li odložit kus skla, uraziti kus pilníku, usknouti kus lité plotny, těžko se mi to podaří tak, jak jsem si přál; obyčejně se oddělí větší kus, nebo se při oddělování hmoty tyto rozpadají ve více kusů. Hmoty takové, které při oddělování sice menší částice se rozpadají ve více kusů čili směrem síly oddělující se nerídí, nazýváme křehké.

Obr. 4.



Nejvhodnějším příkladem křehkosti jsou slzičky a holagněské láhvičky (obr. 4.). Tvrdost a křehkosť spolu stoupají; čím hmota tvrdší, tím i křehčí a naopak. Dokladem toho jsou tvrdé anglické pilníky, tvrdé sklo, tvrdá litina atd. Hmoty zvolna chlazené jsou měkké a méně křehké; „pružné sklo“ jest zvolna v vroucích olejích chlazeno.

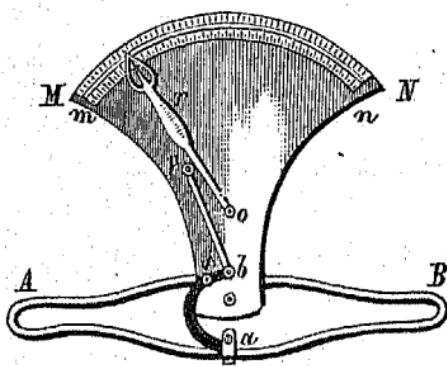
30. Pružnost. Zmáčkneme-li kaučuk vulkanizovaný, péro ocelové, brk a jiné hmoty, a odstraníme-li sílu, která je z původní podoby vyrušila, vrací se opět do této podoby; hmoty takové nazýváme pružné. Všechny hmoty jsou pružné, ale žádná dokonale. I hmoty kapalné a vzdušné po stlačení nabývají původního objemu — jsou pružné.

Mezi nejpružnější hmoty čítáme kaučuk, mezi nejméně pružné olovo. Pružnost hmot má určité meze; jakmile meze tyto byly překročeny, zloustavá hmota trvale změněna. Meze tyto jsou odvislé na velikosti síly a na době, po kterou síla působila. Dlouho obtěžkaná tyč železná se prodlužuje.

Hmoty zpružujeme ohnutím, tahem, tlakem, kroucením a t. d. Hmot pružných v životě praktickém v největší rozsáhlosti se upotřebuje.

Ná pružných ocelových pásech spočívá kočár, pružnými pásovými ocelovými závitníky opatřeny jsou vozy železničné, aby nárazy při jízdě neb jejím ukončení byly mírné. Pružnosti peří, slámy, sena, žíní a j. v. užíváme ku svému pohodlí. Kaučukové pásy, podušky, ba i péra, korkové i kaučukové zátky, struny a j. v. podávají dosti příkladů o užívání pružnosti hmot. Nejvíce užíváme pružnosti kovů, a tu opět první úloha připadá oceli. Poukazeme jen k užívání ocelových per v zámečnictví, puškařství, hodinářství atd. Jakkoliv pružnosti časem ubývá, přece užívá se jí ku měření síly jiné, svalové u siloměru a přítažlivosti u valí atd. Siloměr, jakéhož zhusta užíváme ku měření svalové síly koně nebo i síly strojů, znázorňuje obr. 5. Jedním koncem (na př. A) se siloměr připevní a na druhý (B) se zapřáhne na př. kůň. Táhne-li

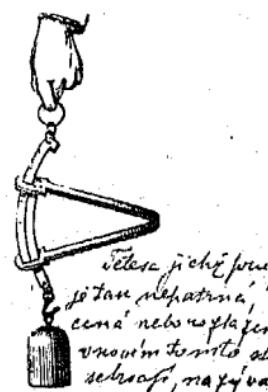
Obr. 5.



kůň, tu se ocelový pás AB v místech a, b súžuje; při tom působí bod i obloučku a i na páku i b p kol b otáčivou tak, že konec její p pohybuje ručičkou r po stupnicí MN a velikost síly

udává. Na siloměru bývá ještě stupnice mn sloužící ku měření tlaku při příčném stlačování siloměru. Váhy pružné sestávají buď ze stočených per ocelových neb z ohnutých pásů. Obr. 6. znázorňuje váhu sestávající z ocelového pruhu, který se tím více stahuje, čím větší jest břemeno. Stupnice určuje se zkusem.

Obr. 6.



31. Tažnosť. Byla-li hmota nad meze pružnosti napjata a částečky její se od sebe neoddělily, pravíme, že jest hmota ta tažná. Tú pak jest ovšem hmota tím tažnější, čím více změn až do rozdělení základních částic možná. Příkladnou tažností vynikají zlato, které v lyonských prýmkách dosahuje tloušťky $0\cdot0000002\text{ mm}$, stříbro, platina, olovo (folie olověná), cín (staniol), železo, sklo (ozdoby z předeného skla) a t. d.

32. Pevnost. V životě se často vyskytá otázka, jaké rozměry má mítí trám, hřídel neb provaz, aby určité břemeno na něm zavěšeno býti mohlo, aniž by bylo nebezpečí přelomení neb zkroucení, ale aby přece jen takové měl rozměry, by nebyl nad potřebu silný. Jest tudíž důležito znati okolnosti, na nichž rozměry toho kterého předmětu obtěžkaného závisí. Hlavně jest důležito znati velikost síly, kterou odporuje hmota přetržení, rozdrcení, zlomení a t. d.

Odpor tento nazýváme pevností a její velikost závisí na mnohých okolnostech.

33. Pevnost v tahu. (P. prostá, absolutní). Pevnost v tahu vyskytuje se, když na hmotu působí síla ve směru délky t. j. kolmo na průřez a od podpory (obr. 7.). Pevnost v tahu závisí na velikosti plochy průřezu.

Pokusy dokázáno, že tyče mající průřez 1 mm^2 potřebuje určitý počet kg , aby byla přetržena a počet tento nazýváme její pevností. Tato velikost bere se za základ při všech výpočtech a služe součinitelem (koeficientem) pevnosti v tahu. Násobíme-li počet čtverečních mm průřezu tyče součinitelem pevnosti, obdržíme pevnost oné tyče. Součinitel jest pro každou hmotu jiný. Na př. jak velkou pevnost má železná tyč mající v průřezu 1 cm^2

Obr. 7.



(100 mm^2), je-li součinitel železa 70 kg ? Pevnost v tahu $= 100 \times 70 \text{ kg} = 7000 \text{ kg}$ t. j. tyč daného průřezu jest obtežkaná 7000 kg do přetržení. Praktický život však vyžaduje, aby napjatý předmět poskytoval nějakou jistotu až do tohoto zatižení, t. j. aby se tyč nepřetrhla, kdyby se břemeno o něco málo zvětšilo. Z této příčiny se počítá s „bezpečností“ 4—6násobnou, ba i s 20násobnou, t. j. tyč taková snese pak břemeno $4 - 6 - 20$ krát tak velké, než jaké jest udáno. Příklad: Máme-li vypočítati, jak tlustý musí být drát železný, aby se při 6násobné bezpečnosti mohlo naň zavěsití břemeno 2600 kg , počítáme následovně:

$$2600 \text{ kg} = \text{průřezu } \text{mm}^2 \times \text{součinitelem pevnosti v tahu} \\ \times \frac{1}{6}. (\frac{1}{6} \text{ značí 6násobnou bezpečnost}) 2600 = p \text{ mm}^2 \times 70 \times \frac{1}{6}; \\ \text{z toho průřez } p = 2600 : \frac{70}{6} = 223 \text{ mm}^2.$$

34. Pevnost zpětná. Tato vyskytuje se tehdy, když za předeslých okolností (t. j. ve směru délky) působí síla ku podpoře. Velikost její jest závislá též na průřezu; pokusy objeveni jsou součinitelé jiní než u pevnosti v tahu.

Pevnost tuto nazýváme též pevností proti rozdrcení čili proti stlačení. Je-li tyč velmi dlouhá, pak se za uvedeného působení síly ohne a nastupuje pevnost proti vyhnutí.

35. Pevnost v lomu. (poměrná, relativní). Pevnost v lomu vyskytuje se, působí-li síla kolmo na délku, v rovině a osou trámu. Pokusy se snadno můžeme přesvědčiti o následujícím. Pevnosti v lomu přibývá s šírkou a čtverecně s výškou, t. j. trám inající 2násobnou výšku má 4krát větší pevnost nežli trám stejné délky a šírky. Pevnosti v lomu ubývá s délkou t. j. trám o délku delší má pevnost, při ostatně nezměněné šířce a výšce, 2krát menší. Je-li trám kulatý, přibývá mu pevnosti s třetí mocninou poloměru a ubývá s délkou. (Obr. 8.).

Nazveme-li si pevnost v tahu P , průřez tyče p , součinitele pevnosti v tahu m a bezpečnost b , můžeme vyjádřiti pevnost v tahu vzorcem: $P = p \cdot \frac{m}{b}$.

Pro pevnost v lomu si můžeme nazvatí pevnost L , délku trámu d , výšku trámu v , šířku s , součinitele pevnosti m (jako v tahu) a bezpečnost b ; při průřezu kulatém poloměr průřezu r , jest $L = \frac{v \cdot s^2 \cdot m}{d \cdot b} = \frac{\pi \cdot r^3 \cdot m}{d \cdot b}$.

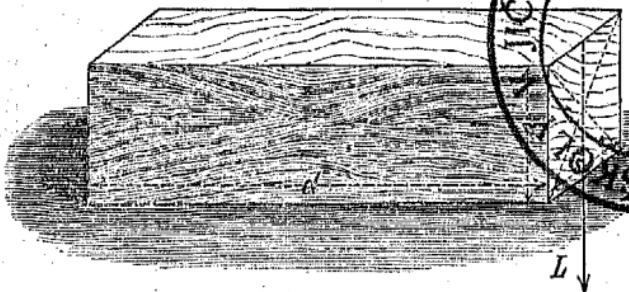
Z rovnic těchto o 1 neznámé vypočítáváme si rozměry průřezu trámu, protože jest vše známo až na průřez. Rovnice ty snadno přetvoříme v tvar:

$$1) v^2 s = \frac{L \cdot d \cdot b}{m}; \quad 2) r^3 = \frac{L \cdot d \cdot b}{\pi m}.$$

Z rovnice 1) vypočítáme výšku a šířku, stanovíme-li nejdříve nejvhodnější poměr $v : s$; tén jest určen $v : s = 7 : 5$, z této srovnalosti $s = \frac{5}{7} v$. Tato hodnota vložena do 1) dává $\frac{5}{7} v^3 = \frac{L \cdot d \cdot b}{m}$
a upraveno $v^3 = \frac{7}{5} \frac{L \cdot d \cdot b}{m}$.

Z rovnice 2) vypočítáváme rozměry trámu kulačního

Obr. 8.



Podobně i zde nesmíme obtížiti trám až do přelomení, nýbrž musíme počítati s jakousi bezpečností, obyčejně 6-10násobnou. Z uvedené úvahy patrno, že trámy otesáváme do obdélníka a kladem je při obtěžkávání na stranu užší — více unesou.

Pozorujeme-li trám ohnutý, jsou vlákna na vnější straně ohnutého trámu natahována a na vnitřní straně stlačována, prostřední pak část trámu nejméně jest namáhána. Z příčin těchto soustředíme hmotu na okrajích a dáváme trámu podobu ($I-T$) dvojitého neb jednoduchého T . Duté trámy unesou více než trámy plné, téžé váhy. (Most Britania). Co věků um lidský musel se namáhati, aby objevil pravidla, jímž příroda nás od prvočátku poučuje! — dutá stébla, duté kosti — vynikají zvláštní pevnost. Na pevnosť trámu jest rozhodného vlivu i způsob rozložení břemene po trámu jakož i jak trám jest podepřen.

Jelikož jsme nazvali pevnost trámu na jednom konci podepřeného a zatiženého na konci druhém L , jest pevnost jeho $2L$, je-li břemeno rozloženo stejnoměrně po celé délce t. j. trám snese břemeno 2krát větší; je-li trám podepřen na obou konecích a břemeno jest uprostřed zavěšeno, jest pevnost jeho $4L$; konečně je-li trám na obou konecích podepřen a břemeno rovnoměrně po celé délce rozloženo, jest pevnost jeho $8L$.

36. Pevnost proti zkroucení. Pevností touto odporuje trám při zkroucení, t. j. když působí síly na obou koncích trámu ve směrech opačných v rovině průřezu, (kolmo na délku trámu) ale mimo osu trámu. Pevnosti této přibývá s třetí mocností poloměru u kulatých trámů, neb s třetí mocností osy točné t. j. kolmé vzdálenosti obou působišť sil, u trámů průřezů obdélníkových.

37. E. Přílnavost. Vnoříme-li suchý prst do vody a vytáhneme-li jej, zůstává na něm lpěti voda; položíme-li do rtuti zlatý prsten, jest po vytažení pokryt vrstvou rtuti; položíme-li ruku na mouku, zamoučíme si ji; ve všech těchto případech jeví se mezi hmotami, které se dotýkaly, jakási přitažlivost. Přitažlivost tuto nazýváme u látek zde cizorodých přílnavostí (adhaesi).

Přílnavost jest síla, která povrchy hmot dosti k sobě sblížených při sobě udržuje. Přílnavost jest tím větší, čím rovnější a větší jsou povrchy se stýkající.

Obrousíme-li 2 desky skleněné neb kovové a přitiskneme-li je k sobě, lnou k sobě pevně, zvláště jestliže jsme je nadechli, tu se parou i ty nejjemnější otvory ucpaly, nerovnosti se vyrovnaly. Obrousíme-li 2 kusy olova a přitiskneme-li jejich průřezy k sobě, jakoby byly z jednoho kusu, měkké olověné povrchy své nerovnosti povrchové navzájem vyplní. Při shotovování rourek kaucukových se kraje plátu seříznou a pevně k sobě přitlačí.

Přílnavost se jeví u všech hmot, není ale mezi všemi stejná.

Podstatný rozdíl „spojivosti“ a „přílnavosti“ jest ten, že přitažlivost se jeví pouze na povrchu hmot, přílnavostí udržují se u sebe pouze povrchy hmot.

Dřevo natíráme barvou, sklo máčíme ve vodě, zinek máčíme ve rtuti. Prach na strop, křída na tabuli lnou jen přílnavostí. Vzdušiny lnou ku hmotám pevným i tekutým. Kuřáka, koželuha poznáme dle zápachu oděvu; voňavky a parfumování základí na

přílnavosti. Rozličné plynys jsou jen přílnavostí poutány v ornici. K vodě lze chlor, kyselina uhličitá, vzduch a t. d. Malá jest přílnavost mezi sklem a rtutí, menší než váha sebe menší částečky rtuti, která na skle lpeti nezůstane; podobně malá mezi mastnotou a vodou, plavuní a vodou a t. d.

Přílnavost podporujeme tlakem a lepidly (klihem, gumou, maltou). Lepidla musí, mají-li dobře účelu svému vyhovovati, dobře vyplňovati pory a sama sebou tvrdnouti.

Přílnavost se jeví dále při lepení, tisku, zlacení, platinování, zinkování, cinování, polévání (glasurování), galvanizování a t. d.

Na přílnavosti zakládají se výjevy následující.

38. Vzlínavost (prolínavost, vláskovitosť, capillarita). Vnoříme-li konce pijavého papíru, cukru neb knotu do vody, táhne se voda ve hmotách uvedených vzhůru do výše, až prolne celou hmotu. Podobně se táhne cihlami vlhkost ze základu do výše, i kámen a dřevo prolínají vodou. Při podobných výjevech jest přílnavost dotýkajících se hmot větší než váha hmoty vystupující; nazýváme ji vzlínavostí. Vzlínavost jest u hmot porovatých veliká. V nádobě vodou naplněné stojí voda při stěnách výše než u prostřed nádoby; v rource do vody vstrčené vystupuje voda do výšky, nad povrch vody v nádobě a to tím výše, čím jest rourka tenčí. Vezmeme-li 2 skleněné desky a v úhlu velmi ostrém je k sobě skloníme, táhne se ve vrcholu úhlu voda do výšky. V rource 1 mm v průměru mající vystoupí voda do výše 30 mm, v rource 0,1 mm do výšky 300 mm. V cévách rostlin majících průměr 0,01 mm nebo i menší vystupuje dle předešlého voda do velmi značné výšky. Co jest proti přílnavosti, jest i proti vzlínavosti. Vrstvou cementu neb i dehtového papíru osamocujeme základy, proto že dotčené látky vodu nepropouštějí nebo upcpávají dobře pory. Aby nestékala (přílnavostí) voda po nádobě, mažeme její hrany mastivem.

39. Diffuse. Vlejeme-li pozorně na roztok modré skalice vodu, zůstávají povrchy krátký čas od sebe oddeleny, po nějaké době však námezí obou tekutin zmizí a obě tekutiny se pronikají — pravíme že diffundují — výjev tento nazýváme diffusí. Tekutina těžší vystupuje

do výše a mísí se s tekutinou lehčí; míšení to děje se tak dlouho, až má vzniklá směs všude stejnou hustotu.

Hmoty hraničné (krystaloidy) diffundují lépe oněch, jež nekrystalují (calloidů), a vlastnosti této se právě užívá k oddělení obou hmot od sebe.

Pronikání to děje se i tehdáž, když obě kapaliny oddělíme průličitou blánou (měchýř, kaučuk). Některými blanami diffundují určité kapaliny lépe a naopak. Pronikání takové blánou průličitou (porovatou) nazýváme osmozou.

Diffuse jest důležita pro cukrovarství při vycukerňování řízků řepových. Blánu průličitou zastupuje zde blána bunic, která téměř úplně zamezuje vynikání látek bílkovitých (colloidu) a dovoluje vynikání látek eukernatých (krystaloidů). Na osmoze základí dále vynikání potravy do kořínek rostlin, osvěžení listů a ovoce deštěm; konečně směsi kovové a amalgamy jsou výsledky vzájemného se pronikání.

40. Pohlcování a botnání. Přílnavosť bývá mezi některými hmotami náramně velká; pravíme, že se ony hmoty pohlcují, našemu zraku úplně zmizí.

Dáme-li do nádobky vodu a na ni vedeme kyselinu uhličitou až do vrchu nádoby a pak přikryvše nádobku hodně jí zatřepeme, zmizí kyselina uhličitá úplně, jest vodou pohlcena. Voda pohlcuje 1050 objemů čpavku, 500 obj. chlorovodíku, kyseliny uhličité a t. d.*)

Pohlcování plynů, na př. uhlím zvěřecím i dřevěným právě uhaslým, užíváme k čištění vzduchu, líhu, vody, octa a t. d. Některé hmoty pohlcují tak mnoho, že svou podobu mění a objem zvětšují; pravíme, že botnají.

Hrachem naplněná nádoba, přilejeme-li vody, puká — suchý dřevěný klín zaražený do skály, byl-li namočen, skálu trhá. Seschlé nádoby dřevěné namáčíme neb poliváme vodou, aby nabotnaly, „se stáhly(!)“ a netekly. Prkno neb papír na jedné straně namočený k druhé straně se stáčí; tohoto výjemu užívají koláři a truhláři k ohýbání dřeva. Ornice pohlcuje vodu, rafiné plynů a roztoky; jest tudíž důležito podporovati pohlcování to, neboť právě tyto látky jako čpavek, kyselina uhličitá a roztoky některých

*.) Zdá se pravdě podobně, jak novější fyzikové učí, že plyny při pohlcování kapalinami mění své skupenství vzdlušné ve skupenství kapalné a pak se roztečají.

soli jsou nejdůležitější při výživě rostlin. Humus působi svou povratostí co vušmadlo; kypření půdy napomáhá pohlcování plynů. Hmoty nabotnané váží ovšem mnohem více než suché, ale přibývání v objemu i váze stejně nestoupá.

Obilí namokřené zvětší svůj objem o 40%—45%, ale váží pouze o 15% více; proto kupujeme obilí na váhu. Dřevo nabotná o 5%—9% objemu, ale přibývá mu na váze 83%—100%. Kupujeme proto dřevo na objem, ne na váhu. Dřevo botná do šířky, provazy a struny se botnáním skracují.

41. Roztékání a hranění. Zavěsíme-li kousek cukru do vody, voda cukr prolne a pak se částky cukru ve vodě ponořené od celku odtrhují a ve vodě ztrácejí; pravíme: cukr se ve vodě rozteká; tekutina povstalá jest sladká, má vlastnosti rozpouštědla i hmoty rozpuštěné a sluje roztok.

Při roztekání musí být prolínavost větší než spojitost, protože musí tuto zrušit, a z téže příčiny jenom ty hmoty mohou se v sobě roztekati, které jsou přílnavé.

Cukr a soli se rozpouštějí ve vodě, ale neroztekají se v líhu, (bezvodém); pryskyřice se roztekají v líhu, ale nerozpouštějí se ve vodě; mastnoty se rozpouštějí etherem a benzinem, kaučuk a guttaperča v kamenném a terpentinovém oleji a v sirouhlíku a t. d.

Roztok, v kterém se více hmoty rozteči nemůže, nazýváme nasyceným; odpaříme-li z roztoku toho vodu neb přisypeme-li něco rozmělněné hmoty v něm rozteklé, obdržíme roztok přesycený; roztéká-li se v kapalině ještě rozpustidlo, nazýváme ji roztokem zředěným. Vše, co podporuje prolínavost, podporuje také roztekání; na př. teplo, michání a t. d., málo kdy chladnutí.

Roztoky některých hmot jsou velmi důležitý, ba bez nich by se hmot těch vůbec ani užívat nemohlo; tak příkladně: cukru, soli, klihu, barev, amalgamu a t. d. Co vše ve vodě rozteká, viz chemii.

42. Odpařujeme-li vodu z některého roztoku, zbývá v nádobě hmota rozpouštěná; měly-li částice dosti času a klidu seřaditi se v celek dle své přirozenosti, spojí se působením spojivosti v hmote mající lesklé plochy, obmezené pravidelnými úhly a hraničami, které nazýváme hraně (krystaly) a pochod hraněním (krystalizací).

Krystalizaci podporuje vše, co jest proti přílnavosti; na př. změna teploty, odstraňování rozpouštědla a t. d.

Krystaly usazují se na předmětech chladných, jako na stěnách neb na hranách nádob, na nitích (cukr kandisový), na drátech (stromek olověný), i na papíru (ozdobné košíčky oledkované), kotelný kámen).

Některé hmoty nabývají krystalizací většího objemu. Nádoby, štěrbiny ve skalách, v nichž voda zmrzne, se trhají; cihly a malta se po mrazu drtí. Jiné, v stavu beztvárném neprůhledné, stávají se krystalizací průhlednými a naopak.

Beztvarý uhlík a hliník jsou neprůhledné v krystalech, ale co démant a korund průhledné a značně tvrdé.

Přemístit se může i nazývaný pohybem země podél svého povrchu, tedy, když nás všechny části hmoty sevřou a všechny pohyby v nich se vymří, může se celá hmota pohybovat v jednom směru.

Pravdivost této počitnice je důkazem, že všechny pohyby v hmotě mají určitou významnost.

Pravdivost této počitnice je důkazem, že všechny pohyby v hmotě mají určitou významnost.

Oddíl třetí.

Náuka o teple.

43. Teplota a teplo. Vezmeme-li do ruky nějaký předmět, pozorujeme, že působí na ruku naši jakýmsi pocitem. Dle tohoto pocitu nazýváme předmět ten horkým nebo teplým, jestli nám teplo sdílí, vlažným, jestliže nám tepla nesdílí, a studeným, ujímá-li naší ruce teplo. Každý předmět nalézá se v jakémse stavu, který určitým pocitem na nás působí; stav tento nazýváme jeho teplotou a příčinu teploty teplem.

Všechny částky hmoty se nalézají v určitém stálém pohybu, na rychlosti tohoto pohybu jest odvislá teplota hmoty; čím pohyb tento rychlejší, tím teplota větší. O pravdivosti těch slov svědčí četné pokusy, z nichž budiž aspoň jeden uveden. Runiford (1798) postavil do truhlíku naplněného vodou dělo, do něhož nalil vody a na jehož dno přitlačil tupé dláto. Na to dal otáčeti dělem velkou rychlosťí, a ejhle za $2\frac{1}{2}$ hod. začala voda vřítí; přestala však vřítí, jakmile se s pohybem ustalo. Dělo byvší kol kolem obklopeno vodou nemohlo odnikud teplo toto přijati, tak že nutně z toho soudíme, že teplo potřebné k varu vody povstalo pohybem; jest tedy nutně i teplo samo pohybem. Kdyby pohyb tento trval do věčnosti, odpařovala by se i voda do věčnosti; nevzniká tedy teplo nijakou látkou, protože by zdroj tento obmezený nemohl vydati neobmezené množství tepla.

Teplo hmot jest pohyb základních částeček hmot a teplo, které hmoty šíří do svého okolí, jest pohyb etheru vše vyplňujícího, kterýž na ether přešel z částeček hmot.

Zdroje tepla.

44. I. Teplota sluneční. Největší množství tepla přijímáme od slunce, a sice tolik, že by se množstvím tím rozehrála ledová kora naší země 36 m tlustá. Tepelné paprsky sluneční procházejíce vzduchem teplotu svou částečně ztrácejí, neboť se jimi částečně vzduch ohřívá (nepatrн), ale přece ve větší síle přicházejí až na zemi, kdež dopadajíce na hmoty pevné a kapalné o povrch jejich se rozrážejí a odrážejí a teplo své s nimi sdělují. Vzduch sám pak též ohřívá se teplem povrchu zemského a odraženými paprsky. Sdělování tepla paprsky slunečními jest tím účinnější, čím kolměji týto na povrch země dopadají; neboť jich pak dopadá na tutéž plochu více a jsou vzduchem méně pohlcovány. Z příčiny uvedené vyhřívají paprsky sluneční více krajiny rovníkové a v poledne než krajiny polární a na večer. Množství tepla slunečního na určitou krajinu dopadlého má rozhodný vliv na zdar plodin v krajině té pěstovaných, tvorí podstatnou část „podnebí.“

Slovem podnebí se stanoviska hospodářského rozumíme ony činitele, jež jsou rozhodného vlivu na výrůst rostlin; tyto jsou: teplo, světlo, vodní srážky a j. Dle toho, který z těchto činitelů někde převládá, rozdělujeme podnebí studené, teplé, tropické, vlhké, suché, mokré, drsné a t. d.

Rozmanitost podnebí neobmezuje se pouze na krajiny od sebe vzdálené, nýbrž i v téže krajině mohou být rozdíly značné dle vyvýšnosti její nad hladinou mořskou, dle svahu, polohy a okolí, je-li krajina otevřena neb lesy a horami uzavřena, je-li chráněna před zhoubnými větry severními, pod kterým úhlem dopadají paprsky sluneční, jaké povahy jest půda, je-li jilovitá, hlinitá, písčitá, vápenitá, štěrkovitá a t. d.

Z těchto příčin vysvětlujeme si, že krajiny pahorkatiny českomoravské, pokud se v Čechách rozkládají, ač jižnější, pro svůj svah severní a severozápadní mají podnebí studenější nežli Lítoměřicko, které má svah jižní neb jihovýchodní a jest níže pod hladinou moře položeno. Vinná réva, která dozrává v severních Čechách, v jižních pro tutéž příčinu pěstovati se nemůže. Dále třeba pozorovati, že každým rokem na totéž místo stejně

množství tepla nepadá, máme léta chladná a teplá a s nimi zároveň se střídají leta vlhká a suchá.

Léta tato musí být v souvislosti s uvedeným zdrojem tepla, se sluncem; dokázáno jest, že za ostatně stejných větrů a vodních srážek tím teplejší rok jest, čím méně skvrn na slunci, a naopak jest rok tím chladnější, čím více skvrn slunci přibylo. Ze znamení těchto můžeme souditi, bude-li rok teplý či studený.

Co do povahy půdy zahřívá se půda písčitá nejrychleji, půda vlhká nejvolněji, půda holá kamenitá rychleji než půda porostlá. Na teplotu půdy má vliv, jak dlouho paprsky sluneční působí; v létě jest půda více vyhřívána než v zimě nejen pro kolmější směr paprsků ale i proto, že déle působí. Tím si vysvětlujeme, že i v krajinách severních obilí dozrává; protože jsou (mimojiné) v krajinách těch dlouhé dny.

Každá plodina potřebuje určité množství tepla, bez něhož se dařiti nemůže. Velké množství tepla jí zrovna tak škodí jako nedostatek tepla. Má tudíž každá rostlina určité největší a nejmenší množství tepla ku zdaru potřebné.

Na př.:

Plodina	teplota v °C.	
	nejmenší	největší
pšenice ozimá	1960	2250
" jará	1870	2275
žito ozimé	1700	2125
" jaré	1750	2190
pohanka	1000	1200
tabák	3200	3600
cukrovka	2400	2700

Se stanoviska hospodářského jest toto nejmenší a největší množství tepla tím důležito, že, známe-li tato množství rostlině potřebná a pak i teplo, na které se půda vyhřívá, nepěstujeme takové plodiny, které se v té krajině dařiti nemohou.

Dle toho musí ovšem květena na povrchu zemském dle pásů býti různá, poněvadž i teplo pásu jest různé.

45. II. Teplo zemské. Výhřevný účinek paprsků slunečních jest pro špatnou vodivost tepla kůrou zemskou obmezen pouze na její povrch. Rozdíl nejnižší a nejvyšší teploty v roce jest tím menší, čím více se pod povrch zemský vzdalujeme, až v určité hloubce se teplota nemění. Ve sklepě pařížské hvězdárny v hloubce 24 m jest již po celé století stálá teplota 11·7° C. Vzdalujeme-li se pod tuto vrstvu neproměnné teploty, shledáváme, že teploty opět přibývají; ve Vídni přibývá po každých 25 m hloubky 1° C. teploty. Dle toho museli bychom při ustavěném postupování ku středu země přijít na místo, kde panuje věčný žár, jest to v hloubce asi 72 km.

Má tedy země i své vlastní teplo, ale to jest stálé a proto není účinek jeho na povrchu zemském, ohledně teploty roční, pozorovatelný. Účinek tohoto tepla jest patrný na sopkách a na teplých pramenech vod minerálních (Karlovy Vary 75° C., Teplice 40° C.).

Některé z kamenů kůry zemské a to nejvíce ony, jež leží nejspodněji, jeví stopy bývalého stavu ohnivého, tak že se mnozí domnívají, že byla země kdysi celá ohnivá a poznenáhlým vychladnutím nabyla nynějšího stavu (náuka vulkanistů).

46. III. Práce. Tlučeme-li hřebík kladivem, můžeme jej tlučením až do červena rozpáliti; přelíváme-li rychle rtuť z jedné nádoby do druhé, zahřívá se; právě ražený peníz jest teplý.

Stlačíme-li vzduch v tlusté skleněné rouře se nalézající neprodyšným pístem, který má u spodu hubku, zapálí se hubka. Ve všech uvedených případech přichází viditelný pohyb, který vykonal určitou práci, zdánlivě na zmar, očím našim se ztrácí. Viditelný onen pohyb proměnil se v pohyb neviditelný, v pohyb částeček hmoty — v teplo.

Třením, ku kterému třeba práce, si zahříváme ruce; čerstvá mouka pod mlýnským kamenelem jest teplá; třeme-li led o led, taje; kulka vystřelená zahřívá se nejen třením o vzdlnost ale i stlačovaným kulkou vzduchem. Padající povětroň se rozpali, ba, je-li malý, až i shoří; zde působí nejen tření o vzduch ale i jeho

vlastní jím spotřebovaný pohyb. Pila, pilník, nebozez, čep, náprava a t. d. třením se zabřívají; sirkы třením se zapalují.

Tlakem, rázem, třením teplo se vzbuzuje, protože se k úkonům témito spotřebuje práce. Práce jest zdrojem tepla.

47. IV. Lučebné slučování. Polijeme-li pálené vápno vodou, přijímá ji toto velice dychtivě, až syčí, rozpadá se a zahřívá, zahřívání toto jest tak mocné, že se jím i sláma zapálí; výjev uvedený bývá mnohdy příčinou požáru. Zde bylo teplo vzbuzeno slučováním se bezvodého vápna s vodou.

Hoření a dýchání není nic jiného než lučebné slučování se hořlavých látek nebo potravin s kyslíkem, jest to okysličování.

Lučebné slučování jest vydatným zdrojem tepla.

48. Podmínky hoření jsou: Hořlavina t. j. látka, která může hořeti; dostatečné množství tepla t. j. aby hořlavina mohla začít hořeti, musíme její teplotu zvětšit (teplota zápalná); přístup vzduchu t. j. kyslíku. Nevyplníme-li některou z podmínek, nemůže hmota hořeti.

K hořlavinám čítáme vůbec uhlohydráty, hoří ale také železo. K hořlavému dřevu má vzduch všude přístup a přece nehoří; zvýšíme-li však jeho teplotu až na teplotu zápalnou, hoří a vyvinuje si dále potřebnou teplotu samo; ale přestává hořeti, snížíme-li teplotu jeho pod teplotu zápalnou; to provádime hašením ohně vodou. Hašení toto se ale jen tehdy dáří, poléváme-li ohň dostatečným množstvím vody.

Hořící látky pokrýváme chtice žár udusiti hmotami, jimiž k nim zabráněn vzduchu přístup; na př. zahazujeme je pískem, obalujeme vlhkým šatem; zamezujeme průvan ucpávající komín, hoří-li v něm a t. d.

Naopak podporujeme hoření přivádějíce k hořící látce dosti vzduchu, nejvíce tím, že podporujeme průvan v komíně, nebo dmýcháme vzduch do výlně (kováři) a t. d.

Kysání, hniloba, práchnivění není nic jiného než lučebné slučování se různých látek s kyslíkem, i zde objevuje se teplo.

Hněj, mokrá sláma, obilí a t. d. zahřívají se až k zapálení, jsou-li na sebe pevně přitlačeny. Těsto v díži kysající jest teplé a t. d.

Dýchaním připravujeme tělu našemu potřebné teplo jako hořením. Aby se však nutné toto teplo vydovití mohlo, musíme tělu potravinami dodati potřebné množství hořlavých látek. Vývodiny tohoto spalování, totiž kyselinu uhličitou a vodu vydychujeme a vypoucujeme.

V zimě jest nám třeba více tepla, proto více jíme; obyvatelé krajin polárních jedí oproti obyvatelům krajin teplejších velmi mnoho. Laponec sní velké dávky tučných jídel, kdežto Ital u Neapolu dostačí k obědu několik pomoraniční. Po práci citíme hlad, teplo našeho těla proměnilo se v práci a musí být opět nahrazeno. Kdo má lehké oděv, dosazuje teplo potravou. Angličané považují dobrého jedlíka za dobrého dělníka. Dobytek mající studený chlév více potravy spotřebuje; je-li chlév malý a vzduch nečistý, nedostává dobytek dosti kyslíku a vrací pici nespotřebovanou, v obou případech jest to ztráta pro hospodáře. Stavme chlévy dosti prostranné, ale ne příliš velké. Dobytek musíme do tahu hojně krmiti.

Účinky tepla.

49. I. Roztahování hmot. Že kovová kulička, vzduch v měchýři, voda v láhvičce teplem se roztahuje, bylo již v odstavci 18. ukázáno.

Příkladů podobných podává denní život dosti, takže jasnou větu:

Všechny hmoty se teplem roztahují, a to tím více, čím více jsou ohřívány.

Tyto změny jsou u některých hmot velmi pravidelné a i pro nepatrné změny teploty dosti patrné, takže změn takových můžeme užiti k měření teploty hmot jiných; arcíf pouhým pocitem o teplotě rozhodnouti nemůžeme, jesti proměnlivý.

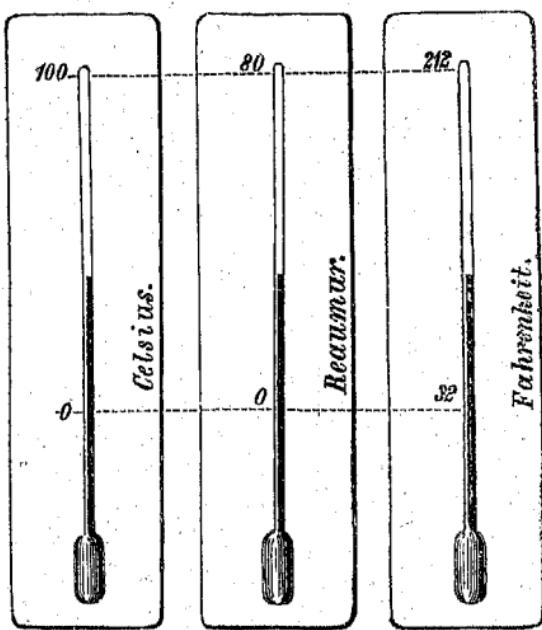
50. Teploměry. Přístroje, založené na pravidelné a dosti znatelné změně hmot, sloužící k měření teploty, nazýváme teploměry. V obyčejném životě užíváme teploměru rtuťového, líhového a vzduchového.

51. Teploměr rtuťový. Sestává z rourky skleněné, všude stejně široké (kalibrované), která jest dole rozšířena v kulatou neb válcovitou nádobku. Nádobka jest naplněna rtutí tak, aby za obyčejné teploty sáhala rtuť as. na $\frac{1}{3}$ rourky. Rourka jest uzavřena za varu vody, aby prostor nad rtutí byl vzduchoprázdný a rtuť aby

volně mohla se roztahovali. U teploměru jsou nejdůležitější body: bod mrazu (teplota, při které voda mrzne) a bod varu (teplota, při níž voda vře).

Bod mrazu určujeme tím způsobem, že teploměr ponoříme do nádobky s roztaženým ledem, který taje; bod, na kterém se teploměr za této teploty ustojí, nazýváme bodem mrazu nebo tání (ledu a sněhu). Bod varu stanovíme, že postavíme nádobku se rtutí nad vařící se vodu, tak aby se stále nalézala v parách vodních. Bod, na kterém se rtuf za těchto okolností ustojí, známenáme bodem varu.

Obr. 9.



Vzdálenost mezi body mrazu a varu, „vzdálenost základní“ dělíme na menší díly, aby se teploměrem i teplota mezi oběma vytčenými body nalézající určiti mohla. Vzdálenost tuto, jak obraz. 9. znázorněno, rozdělil Celsius na 100 dílů, Reaumur na 80 dílů, Fahrenheit na 180 dílů. Bod mrazu poznámenali C. a R. 0° , F. ale 32° ; dle toho pak bod varu u C. jest 100° , u R. 80° , u F. 212° .

Základní vzdálenost jest u všech teploměrů stejná, proto $100^{\circ} \text{C.} = 80^{\circ} \text{R.} = 180^{\circ} \text{F.}$

Dělice postupně 100, 80, 180, obdržíme:

$$1^{\circ} \text{C.} = \frac{9}{5}^{\circ} \text{R.} = \frac{9}{5}^{\circ} \text{F.} \dots 1)$$

$$\frac{5}{4}^{\circ} \text{C.} = 1^{\circ} \text{R.} = \frac{9}{4}^{\circ} \text{F.} \dots 2)$$

$$\frac{5}{9}^{\circ} \text{C.} = \frac{4}{9}^{\circ} \text{R.} = 1^{\circ} \text{F.} \dots 3)$$

Stupně pod bodem mrazu značíme znamením méně (—). Z 1) jasno, že, převádíme-li počet stupňů *C.* na *R.*, násobíme je $\frac{9}{5}$, a při převádění na *F.* násobíme je $\frac{9}{5}$.

Z 2) a 3) patrno, jak převádíme *C.^o* a *F.^o*. Chceme-li ale zvěděti, kolik vykazuje některý z uvedených teploměrů, když na druhém „čteme“ určitý stupeň, musíme mít vždy zřetel na počátek „čtení“, totiž na 0° . U teploměru *C.* a *R.* jest 0° bod jiný než u *F.* a za tou příčinou převádějíce $\pm C.^{\circ}$, $\pm R.^{\circ}$ na *F.^o* musíme k počtu vypočtěných stupňů připočisti 32"; převádíme-li však *F.^o* na *C.^o* neb *R.^o* musíme nejprv 32 odečísti a zbytek převáděti. Na př. na *C.* teploměru čteme $+ 15^{\circ}$; kolik stupňů „ukazuje“ *R.* a *F.?*

$$\text{Dle 1)} 15^{\circ} \text{C.} = 15 \times \frac{9}{5}^{\circ} \text{R.} = 12^{\circ} \text{R.} = 15 \times \frac{9}{5}^{\circ} \text{F.} = 27^{\circ} \text{F.}$$

$$\frac{32}{59^{\circ} \text{F.}}$$

Ukazuje tedy *R.* 12° a *F.* 59° .

Nebo čteme-li na *F.* 122° , kolik stupňů ukazuje *C.* a *R.?*
 $122^{\circ} \text{F.} = (122 - 32) \times \frac{5}{9} \text{C.} = (122 - 32) \times \frac{4}{9} \text{R.}$ t. j. *C.* ukazuje 50° , a *R.* na 40° .

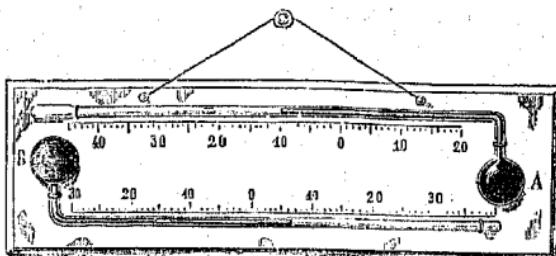
52. Teplomér líhový. Tohoto užíváme na oněch místech, kde teplota dostupuje -40°C. ; rtuť za této teploty mrzne a již od -20° se nepravidelně stahuje, kdežto právě líh za této nízké teploty se pravidelně roztahuje. Teplomér líhový jest právě tak sestrojen jako rtuťový, jen že jest vyplněn barveným líhem.

Upotřebení teploměru nejen ve vědě, ale i v praktickém životě jest rozsáhlé. Nejvíce se užívá teploměru Celsiova.

53. Někdy jest žádouceno znáti nejvyšší a nejnižší teplotu, jaká na nějakém místě panovala. K účelu tomu zařídil Ruth erford dva teploměry na společné desce takto: Teploměru rtuťovému přidal nad rtuť pohyblivý železný váleček a teploměru líhovému přidal pohyblivý váleček skleněný. Zvyšuje-li se teplota, stoupá rtuť i líh, rtuť pohybuje před sebou válečkem železným, líh ale zůstavuje váleček skleněný na jeho místě. Snižuje-li se teplota, klesá sloupec rtuti i líhu; rtuť zůstavuje váleček železný na jeho místě, ale líh pohybuje skleněný váleček s sebou, jakmile

tak hluboko klešl, že se ho hladinou dotýká. Rtufový teploměr určuje nejvyšší teplotu (maximum) a teploměr líhový nejnižší teplotu (minimum). (Obr. 10.)

Obr. 10.



54. O roztažlivosti hmot vůbec. Majíce určité měřítko, jímž teplotu nějaké hmoty měřiti můžeme, pozorujme změnu hmot dle skupenství.

55. a) Roztažování hmot pevných.

Vezmeme-li nějaký drát, položíme-li jej na dva sloupečky tak, aby jen jeden jeho konec byl pohyblivý, a k tomuto dáme něstojnoramennou páku, tak aby kratší její rameno na drát přiléhalo, a zahříváme-li, otáčí se páka značně — drát se roztahuje.

Podobnými pokusy dokázalo se, že:

Veškeré hmoty pevné se teplem roztažují, ale nerovně, jen změny mezi 0° — 100° C. jsou dosti pravidelné (zvláště u kovů).

Velmi málo jest roztažlivé sklo, tyč skleněná zvýšením teploty z 0° — 100° C. prodlužuje se o $\frac{1}{1200}$, železo se při téže změně teploty prodlouží o $\frac{1}{850}$, měď o $\frac{1}{500}$, olovo o $\frac{1}{350}$.

Hmoty, jež v porech svých chovají vodu, jako hlína a dřevo, zahříváním se stahují, protože roztažování těchto hmot jest menší než menšení objemu vyvolané vypařením vody.

Na roztažlivosti hmot pevných najmě kovů základí mnohé výjevy v přírodě a mnohonásobně se jí v praktickém životě užívá. Na př. Nestejnorodé nerosty se nestejně roztažují a pukají; tím učiněn první krok k rozpadání se skal a tvoření ornice. Spojují-li se kvadry železnými sponami, musí mít „váli.“ Kotle se nesmí

těsně zazdívati. Železniční koleje se nesmějí těsně spojovati. Plechové střechy se spojují „přehybem“ (falcují se).

Sklenice z tlustého skla rychle na jednom místě zahřátá praská, protože se nestejně roztahuje; za tou přičinou děláme křivule a baňatky ze skla tenkého; sklo trháme žhavým uhem. Holzmannův teplomér kovový.

56. b) Roztahování se kapalin. I kapaliny se roztahují teplem, ale dle povahy jednotlivých kapalin nestejněji, avšak více než hmoty pevné; změny tyto nejsou výjimaje rtuť ani od 0°C . do 100°C . tak pravidelné, jako byly u hmot pevných.

Z 0° na 100°C . zahřátému líhu přibývá o $\frac{1}{6}$, oleji o $\frac{1}{12}$, vodě o $\frac{1}{23}$, rtuti o $\frac{1}{55}$ objemu. Voda se ochlazováním stahuje až do 4°C . kdež nabývá nejmenšího objemu a největší hustoty, od $4^{\circ}\text{C} - 0^{\circ}$ se opět roztahuje. Nejhustší voda jest nejnižší, totéž jedna z přičin, proč rybníky nezamrzají až na dno.

57. c) Roztahování se plynů. Plyny se roztahují ze všech hmot nejvíce a pravidelně. Změna tato, téměř bez chyby, obnáší pro 1°C . as $\frac{1}{273}$ onoho objemu, který plyn zaujímal při 0°C . Této značné roztažlivosti plynů užíváme v průmyslu v tak zvaných plynových hybstrojích.

Jako prací, zdánlivě na zmar přicházející, se teplo vyvozuje, tak naopak k práci se teplo spotřebuje, a to tím více, čím větší byla práce. Hmoty pevné mají největší spojitost, která se musí teplem překonat; potřebují proto k roztahování se nejvíce tepla, jest zde práce přemáháním spojivosti vykonaná největší.

58. II. Změna skupenství. Tání. Na hmotách, které zahříváme, jeví se účinek tepla nejen tím, že se hmoty roztahují, ale i tím, že mění své skupenství ve vyšší, t. j. hmoty pevné taví se a tekuté se odpařují. Ujmáme-li hmotám teplo, mění své skupenství v nižší.

Ohříváme-li olovo na lžici, kapalní, ohříváme-li vodu, mění se v páry. Ochladujeme-li páru, kapalní, voda ochlazením tuhne v led.

Přineseme-li do světnice v nějaké nádobě led neb sníh a dáme-li do nádoby té teplomér, klesne na něm teplota až na 0°C ., pak ale více neklesá ani nestoupá, byť bychom i nádobku zahřívali, tak dlouho, dokud všechn led neb sníh neroztál.

Ona teplota, při které hmota kapalnějí, nazývá se teplotou tání (tavu) a jest dle rozdílné povahy hmot různá.

Platina	tavi se při	2000° C.	cín	tavi se při	230° C.
železo kované	" "	1600° C.	vosk bílý	" "	68° C.
zlato	" "	1200° C.	lúj	" "	35° C.
železo lité	" "	1100° C.	olej olivový	" "	5° C.
stříbro	" "	1000° C.	led	" "	0° C.
olovo	" "	330° C.	rtuf	" "	39° C.
bizmut	" "	265° C.	lít bezvodý	" "	130° C.

Stupeň tepla, při kterém hmota pevná se taví a naopak roztavená tuhne, jest tentýž. Led taví a voda mrzne při 0° C. Slitiny kovů taví se většinou při teplotě nižší než kterýkoliv z kovů smíšených.

Pájka klempířská (z 2 d. cínu + 1 d. olova) taví se při 170° C., kov Rosena (z 8 d. bizmutu + 8 d. cínu + 4 d. olova) při 94,5° C., pájka Woodova (z 8 d. bizmutu, 2 d. kadmia, 2 d. cínu, 4 d. olova) 65°—71° C.

59. Teplo utajené. Při rozpouštění ledu (odstav. 49.) jsme pozorovali, že se teplota vody nezvyšovala vzdoru tomu, že jí bylo teplo ustavičně přiváděno; toto teplo, které podobně ledu každá hmota potřebuje ku proměně svého skupenství, nazývá se teplo skupenské či utajené.*)

Toto teplo skupenské ujímá hmota, měníc své skupenství, svému okolí.

Olověná kulička taví se nad ohněm v papíru, přiléhá-li k němu dobře; z jara, když taje sníh neb led, jest chladno.

Hodíme-li do vařící vody sůl, přestane se vařiti; sůl, která se ve vodě rozpouští, spotřebuje něco tepla ku roztékání a tím se teplota vody snižuje. Vezmeme-li tenkou kovovou nádobku a dáme-li ji na stůl polity vodou a do ní směs sněhu a soli, přimrzne na stůl, roztékající sůl ujímá vodě teplo ku roztékání potřebné a tato mrzne. Směsi chladící.

*) Toto utajené spotřebovalo se k tomu, aby pohyb částeček hmot pevných zvětšilo a spojivost z části zrušilo; neboť právě v rychlosti pohybu základních částic, jak v odstav. 11. bylo vyloženo, jest rozdíl skupenství hmot.

60. Teplo uvolněné. Ono teplo, které hmota při ka-palnění utajila, musí při tuhnutí opět propustiti; teplo toto nazýváme uvolněné.

Jezera a rybníky zamrzají jen pozvolna, protože se uvolněným teplem vody zmrzlé ostatní část vody otepluje.

Roztoky solné mají bod mrazu níže než voda. Voda mořská mrzne při $2\cdot2^{\circ}$ C.

Mrzne-li voda mořská, obsahuje led jen část soli rozpuštěné; z výjevu toho kořistí obyvatelé studených krajin k dobývání soli z vody mořské. Voda nabývá při mrznutí většího objemu a tím i menší hustoty; mrznoucí voda trhá nádoby a skály, ale plave na vodě. Vlhká země se mrazy zkypří, protože zmrzlá voda objem svůj zvětšuje. Palčivé slunce zřeďuje v zimě šťávu stromů a následuje-li tuhý mráz, trhá se kůra — šťáva zmrzla. Má-li voda klid (jest-li na př. uzavřena v nějaké místnosti), můžeme se přesvědčiti, že klesne až na -10° C., aniž by zmrzla; pravíme, že přemrzla. Zatřepeme-li nádobou, promění se část vody v led — zmrzne, část zvýší svou teplotu na 0° C.; že nezmrzla po zatřepání všechna voda, ale teplotu svou zvýšila až na 0° C. t. j. o 10° C., vysvětlujeme si tím, že voda v led proměněná při tuhnutí teplo uvolnila a tím část vody tekutou udržela. Šťávy rostlinné vůbec mrznou teprve za teploty pod 0° C., zvláště v tenkých vláskovitých rourách. Tím si můžeme vysvětliti zimní „život“ rostlin.

61. Var. Naplníme-li baňatku as do $\frac{3}{4}$ vodou a zahříváme-li, pozorujeme, jak se na stěnách nádoby objevují bublinky vzduchu, které se brzo ztrácejí, ale při dně tvoří se zvolna bublinky, které vystupujíce kolmo vzhůru v horních vrstvách se ztrácejí. Vystupování to jest vždy čilejší a čilejší, až konečně voda počne zvučeti; pravíme, že „zpívá“ a bublinky v nepřetržitých řadách vystupují ku povrchu vody. Vystupující bublinky nejsou nic jiného než pára, v kterou se voda mění. První bublinky se ve vrchních vrstvách ztrácely, protože vrstvy tyto nebyly dosť oteplené. Postupným oteplováním se voda čerí — vlní — vře, a z vody vystupuje pára. Teplota, při které kapalina vře, nazývá se teplotou varnu a stupně, při kterém vře, bodem varu.

Ether	vře při	35° C.,	voda mořská	vře při	103.7° C.,
lín.	" "	78° C.,	lněný olej	" "	316° C.,
voda	" "	100° C., rtuf		" "	360° C.

Hmoty, které se za obyčejné teploty odpařují, slovou prchavé; na př. lít, ether, silice, led, kafr, jod a t. d.

Jakmile teplota kapaliny dostoupila bodu varu t. j. 100° C. a vystupují z ní páry, neotepluje se více, ano i páry mají teplotu 100° C. Voda v prostoru vzducho-prázdném (ve vývěvě) vře za teploty mnohem menší.

Vaříme-li v baňatce (obr. 11.) vodu tak dlouho, až páry její vzduch z prostoru nad vodou as $\frac{2}{3}$ celé baňatky vyplňující vyplní, a pak ji odstavíme od ohně a ucpeme, přestane voda vřít. Obráťme-li nádobu ucpaným hrдlem dolů a polejeme-li ji vodou, tu se páry, které se utvořily nad vodou, srazí a prostor nad vodou jest pak bez par a bez vzduchu. Při takto na povrch vody zmenšeném tlaku počne voda opět vřít a vře tak dlouho, dokud se prostor nad vodou nevyplní párami. Pokus ten můžeme ještě asi 2krát opakovati. Voda vře i při teplotě nižší, ale též za nižšího tlaku.

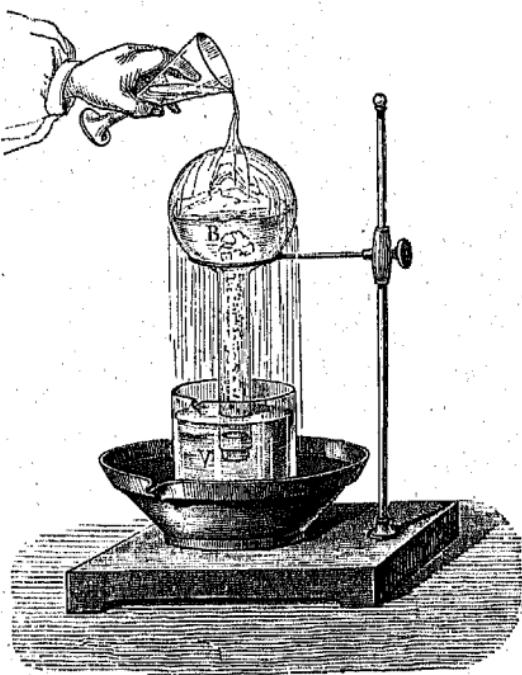
Z pokusu tohoto jasno, že nad bodem varu nemá pouze vlivu hmota, která vře, ale i tlak, který na povrch kapaliny působí.

Vaříme-li nasycený roztok kychyňské soli, stoupá bod varu až ku $108\frac{1}{2}^{\circ}$ C., ale páry mají pouze teplotu 100° C.

Má tedy dle předešlých pozorování na výšku teploty varného liva: jakost kapaliny, tlak na její povrch a látky v ní rozpuštěné.

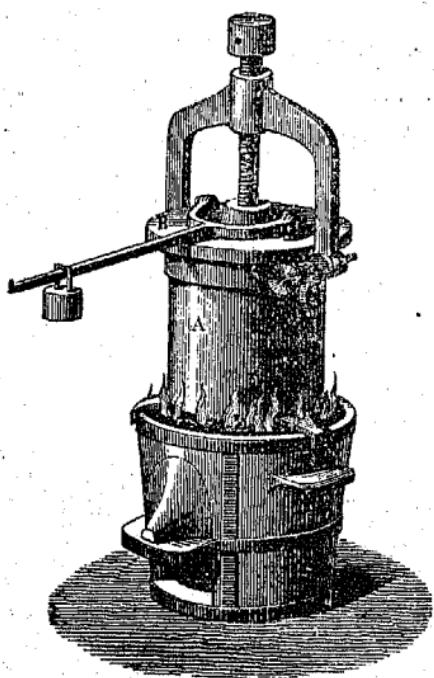
Na vysokých horách vře voda při teplotě nižší 100° C., takže tam maso, luštěniny a t. d. uvařiti nemůžeme.

Obr. 11.



V cukrovarech vyssávají vzduch a páry z nádoby, v které se zaváří cukr, aby teplotu varnou snížili a nebylo nebezpečí připálení a tím i černání cukru.

Obr. 12.



Teplo, které přivádíme, mění se v páry, páry v sobě teplo to utajují.

Nalejeme-li si na ruku líhu nebo etheru, odpařují se nám kapaliny tyto z ruky a ujmají teplo potřebné naši ruce — cítíme chlad na místě, kde se odpařují.

Přechází-li hmota kapalná ve vzdušnou, utahuje teplo.

Z výjevů uvedených jasno, proč můžeme vařiti vodu v papíře, v nádobách olověných a cínových. Po dešti, poblíž vod, po koupeli cítíme chlad. Zapomený nastudí se v průvanu. Ve průličitých nádobách (akarazzas) udržuje Španělové vodu na průvanu chladnou. Na mokrého prstu poznáváme směr větru.

Vlhké půdy jsou chladné; voda, která se z nich odpařuje, utahuje teplo, které půdě odnímá, a tím je činí chladnými. Za obyčejné teploty odpařují se kapaliny pouze

V Papinově hrnci, jehož víko *B* (obr. 12.) neprodýšně jsouc přitaženo šroubem k nádobě *A* nepropouští páru, jest za tohoto parami zvětšeného tlaku bod varu výše než při 100° C.

Papinova hrnce užíváme při vaření nejen na vysokých horách ale i v domácnostech.

62. Teplo při varu utajené a kapalněním uvolněné. Vaříme-li vodu v nádobě otevřené, nevystoupí teplota vody výše než na 100° C. a vystupující páry vodní nemají též, ačkoliv se teplo ustavičně přivádí, teplotu vyšší než 100° C. spotřebuje voda ku přeměně se v páry, páry v sobě teplo to utajují.

na povrchu. Protože tlak par jest proti odpařování, spůsobujeme průvan, aby byly páry rychle odstraňovány, a vaříme kapaliny v nádobách mělkých, ale velkých (Solangy, chlazení mladinek).

Dáme-li studenou sklenici do vodních par, srážejí se páry na sklenici v kapkách vody a sklenice se otepluje. Ochlazujeme-li páry, jako v příkladě uvedeném, mění se opět v kapalinu a teplo uvolňuje. Teplo uvolněné se rovná teplu utajenému.

Uvolněného tepla par vodních užíváme při vytápění příbytků, sušáren, při zaváření cukrové šťávy. Před deštěm bývá parno teplem, které uvolnily vodní páry přesedše v kapky deště.

63. Přehánění a překapování. Výjevu, že hmoty za rozličné teploty přecházejí v páry a páry opět ochlazením se stužují, užívá se k oddělování hmot rozličného bodu varu a při čištění.

Pochod, při kterém hmotu zahříváme a její páry opět stužujeme, nazýváme přehánění (sublimací) a hmotu, kterou přeháníme, sublimátem.

Zahříváme-li ve zkoumavce kafr, srážejí se páry jeho na horní chladné části jakožto bílý prášek. Síru přeháníme v prostoru, v němž nemá vzduch přístupu, a za sublimát obdržíme sirkový květ neb čistou pevnou síru.

64. Zahříváme-li vodu a srážíme-li páry její v nějakém prostoru opět v kapky vodní, překapujeme (destilujeme). Voda překapaná jest úplně čistá; plyny byly vyhnány dřísy, než voda počala překapovati, a hmoty pevné ve vodě rozpuštěné, majíce vyšší teplotu varnou, zbývají v nádobě, v které jsme vodu zahřívali.

Přístroje destilační skládají se z kotla, v němž vodu vaříme, z chladiče, ve kterém se vodní páry ochlazují, a z nádoby, do které se překapaná voda jímá. Chladič sestává z roury hadovité ovinuté, skrz niž páry procházejí; roura ta nalézá se v nádobě, do které se stále přivádí voda studená a odvádí voda teplá.

65. III. Zahřívání. O množství tepla, které hmoty přijímají. Jednotka tepla. Máme-li mluvit o množství tepla hmotou přijatého, musíme si nejdříve stanoviti míru tepla. Teploměrem měříme pouze teplotu t. j. stav hmoty dle účinku jejího na rtuf. Mě-

řítkem pro teplo hmotou přijaté, čili jedničkou tepla nazýváme ono množství tepla, kterého třeba, aby 1 kg destilované vody teplotu svou zvýšilo 1°C . Jednici tu nazýváme kalorii.

Smísíme-li 1 kg ledu a 1 kg vody zahřáté na 8°C . (79.25), roztaje led a voda táním povstalá má teplotu 0°C . 1 kg vody na 80°C . zahřáté má 80 kalorií tepla; smíšením své teploty pozbyl, ale teplem tím roztařil 1 kg ledu; jest tudíž k rozpuštění 1 kg ledu třeba 80 kalorií; toto množství utajeného tepla voda při mrznutí uvolňuje.

66. Teplo měrné (specifické).

Smísíme-li 1 kg vody 7°C . teplé a 1 kg rtuti 109°C . teplé, má směs teplotu 10°C . Teplota rtuti klesla tu o 99°C . a teplota vody vystoupila o 3°C . Množství tepla, které potřebuje 1 kg rtuti ku zvýšení své teploty o 99°C ., jest totéž jako to, které potřebuje 1 kg vody ku zvýšení své teploty o 3°C . Množství tepla, které potřebuje 1 kg vody ku zvýšení své teploty o 3°C ., jsou 3 kalorie, potřebuje tudíž 1 kg rtuti k zahřátí o 99°C . 3 kalorie, čili 1 kalorie vyhřeje 1 kg rtuti o 33°C . Dle předešlého potřebuje tedy 1 kg rtuti ku zvýšení své teploty o 1°C . $\frac{1}{33}$ kalorie.

Číslo, které udává, kolik kalorií jest třeba, aby se 1 kg hmoty zahřál o 1°C ., sluje **teplém měrným**.

Teplo měrné jest u hmot pevných menší než u hmot tekutých.

Čím menší jest teplo měrné, tím dříve se hmota zahřeje.

Měrné teplo vody jest $= 1$, rtuti $= 0.03$, vzduchu $= 0.26$, železa $= 0.11$. Měrné teplo ornice bezhumusové a vlnké $= 0.5$, humusové pak a lehké písčité i vápnitě země $= 0.2$. Jest tedy půda humusová, lehká písčitá i vápnitá dříve zahřátá, ale i dříve vychladne.

67. Šíření se tepla. Vyhřejeme-li kostku kovovou a položíme-li ji na jinou, přechází teplota kostky vyhřáté na kostku chladnou. Teplo se šíří nejdříve na nejbližší části kostky a z těch dál a dál, až jest konečně teplota všech částí obou kostek stejná. Tento způsob šíření se tepla z hmoty na hmotu nazýváme **teplovodem** a hmoty, na nichž se teplo šíří, nazýváme **teplovodiči**. Teplo, které skýtá slunce, nešíří se tímto způsobem nýbrž prochází

vzduchem, aniž by ho značně vyhrálo; tento způsob šíření se tepla nazývá se sálání.

Paprsky sluneční na povrchu zemském se rozrážejí a ohřívají zem i vzduch na povrchu země se nalézající; ohřátý vzduch jest lehčí, proto vystupuje nahoru a studený vzduch proudí na jeho místo. Vzduch otepluje se prouděním. Prouděním vzduchu povstávají větry (viz vzduchoznařství).

68. Jak hmota teplo vodí. Držíme-li v ohni dva stejné pruty, jeden železný a jeden dřevěný, přijímají oba teplo a sdílí je dalším částem až ke druhému konci — vodí teplo — to cítíme na koncích prutů, které čím dále tím jsou teplejší. Za krátký čas nemůžeme konec železného prutu v ruce držet, páli — avšak prut dřevěný, ač jeho konec již hoří, snadno udržíme, i když již $\frac{3}{5}$ prutu uhořely. Pravíme, že železo rychleji teplo šíří než dřevo.

Vytáhneme-li oba pruty a položíme-li je vedle sebě, seznáme, že za krátkou dobu železo jest mnohem studenější než dřevo. Pravíme, že železo teplotu rychle ztrácí. Hmoty, které teplo rychle přijímají, dobře vodí, ale rovněž rychle ztrácejí čili jiným sdělují, nazýváme dobrými teplovodiči. Hmoty, které teplo zvolna přijímají, špatně vodí, ale déle podržují čili špatně sdělují, slovou špatnými teplovodiči.

69. Vodivosf tepla u hmot pevných. K dobrým vodičům čítáme kovy, mezi méně dobré vodiče kamení, mezi špatné vodiče hmoty řídké a kypré: dřevo, papír, plátno, vlnu, hedvábí, peří, slámu, uhlí, písek vyjímaje suchý, popel, ornici (až na černou), led a t. d.

Dobrých vodičů užíváme, chceme-li teplo rychle rozytí, jako: na nádoby k vaření, na kamna a t. d.

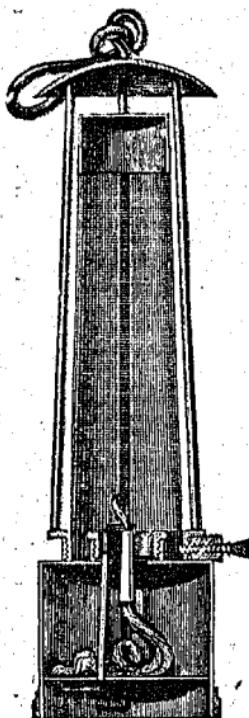
Vodičů špatných užíváme chtíce rychlému vychladnutí bránit. Odíváme se oděvem lněným, vlněným, hedvábným; stromy a studny obvazujeme, a dvéře pokrýváme slamou; dřevěná stavení jsou teplejší kamenných. Kamenná (hliněná) kamna déle udržují teplo než železná. Došky lépe chrání před zimou a teplem než krytiny kovové a hliněné. Pokryvka sněhová chrání osení před mrazy. Namrzlé, v nichž ještě známka života jest, pokrýváme sněhem, aby se svým vlastním teplem z vnitř-

rozehřáli; při rychlém zevnějším zahřátí mohli by dostatí zápal. Jindy užíváme špatných teplovodičů chtice brániti rychlému oteplování a sdělování tepla. Držadla pánví, žehlídel, dvířek u kamen a t. d. opatřujeme dřevěnými násadami, aby nepálila. Stavíme-li nádobu z tlustého skla na teplá kamna, podkládáme ji papírem. Ornice chrání kořeny v létě před vyschnutím a v zimě před zmrznutím.

70. Davyho kahan ochranný, jehož užívají horníci proti bicím větrům (obr. 13.).

Tyto snadno zápalné plyny přicházejí do kahance sítkou, jíž jest plamen obklopen, a zapálí se; chtice však přenést teplotu tuto ven za sítku na ostatní plyny musí procházeti sítkou, kteráž jim co dobrý vodič teplo rychle ujímá, takže plyny dostavše se za sítku nemají více teploty zápalné, uhasínají.

Obr. 13.



Vezmeme-li svíčku neb lžíkový kahan a držíme-li nad ním sítku železnou, neproniká plamen sítkou, jest sítkou ochlazován. Že plyny procházející jsou ještě hořlavé, o tom přesvědčíme se tím, že chytají a hoří, přiblížíme-li se k nim hořící loučí nebo necháme-li síť tak rozpáliti, že plynům více tepla neujmá; pak hoří plyny i nad sítkou. Dle výjevu předešlého neposkytuje Davyho kahan bezpečnosti, rozpálí-li se do červena. Horník, pozoruje-li, že se síťka rozpaluje, uhasíná plamen.

71. Vodivost tepla z kapalin a vzdušin. Zahříváme-li vodu ve zkoumavce na horním konci, vaří se nahore a dole jest studená. Zahříváme-li vodu od dolního konce zkoumavky, jest brzo všechna prohřáta.

Dáme-li do baňatky vodu, přisypeme-li do ní něco prášku jantarového a zahříváme-li ji od spodu, pozorujeme na prášku s sebou v proud strženém, že voda

při dně zahřátá vystupuje středem nahoru a studené částky vody klesají po stěnách nádoby dolů.

Podobné proudění nastane i tehdáž, je-li voda ochlazována shora. Voda se prouděním rychle ochlazuje a i otepluje. Podobně se má věc u všech kapalin, takže všeobecně platí věta: Kapaliny jsou vůbec špatnými vodiči tepla. Chceme-li kapaliny rychle ohřát, musíme je ohřívat zdola, a chceme-li je ochladit, ochlazujeme je shora.

Podobným zákonům jsou podrobeny i plyny; i plyny jsou špatnými teplovodiči. Průděním šíří se v nich jako v kapalinách teplota rychle.

Na rovníku vyhřívá slunce vodu nejvíce, voda tato vystupujíc měla by prouditi k točnám, jsouc nahražována vodou studenější od točen k rovníku proudící. Otáčením se země mění se však směr tento v severo- neb jihozápadní. Směrem tímto by voda proudila, kdyby při proudění tom nenarážela na pevniny, pro' kteréž dle jejich podoby od směru tohoto se uchyluje. To jsou hlavní zásady, jimiž řídí se proudy mořské. Pro krajiny evropské jest nejdůležitější proud Golfový, který vydatně zmírňuje podnebí Irska, Anglie, ba i Norska. Golfový proud vzniká tím, že sevorozápadní proud od rovníka plynoucí v zálivu mexickém obrací se na severovýchod. Vody hlubší, zvláště stojaté, oteplují se jen ve vrchních vrstvách, dole jest voda studená.

Při ochlazování shora padají ochlazené částice dolů tak dlouho, až ochlazená kapalina dle hustoty jest uložena. Vodní částice mají největší hustotu při 4° C. a jsou z té příčiny nejníže; ochladí-li se povrch vody pod $+4^{\circ}$ C., přestává proudění, voda se ochlazuje zvolna a mrznouc uvolňuje teplo, které spodní vrstvy vyhřívá. Tím vysvětlujeme si, proč zamrzají rybníky zvolna a nikoli až do dna. (Co by se stalo, kdyby byla voda nejhustší při 0° C., a co, kdyby led byl těžší než voda?)

Špatné vodivosti plynů užíváme často v obecném životě. Užíváme dvojitých oken, dveří, podlah, stropů. Lednice stavíme s dvojitými stěnami a t. d.

72. Topení.

Vzduch ohřívá se ve světnici průděním, o tom se přesvědčíme, když se přiblížíme ku kamnům peřím; peří jest s sebou strhováno proudem vzduchu a vystupuje nahoru. Oteplený vzduch u kamen od ohniska vystupující ke stropu jest nahražován při podlaze vzduchem studeným; tím povstává průdění, vzduch proudí pouze až

k ohnisku a za tou příčinou se vzduch při podlaze pod ohniskem položený zvolna otepluje. Postavíme-li na kamna spirálu, otáčí se (větrný had).

Topení Meisnerovo zakládá se na tom, že se vzduch ve světnici uvádí v pravidelné proudění; toho dosáhneme tím, že postavíme kolem kamen plášt buď železný buď hliněný, nahoře otevřený a dole při podlaze několika otvory opatřený. Jiný způsob jest ten, že se vzduch ve zvláštních kamnech (obyčejně ve sklepě) zahřívá a zahřátý se vede zvláštními rourami do prostoru, které se mají vytápěti. (Topení vzduchem).

73. Komín.

Ohněm vyhřátý vzduch vystupuje do výšky a tím způsobuje proudění, které jest tím větší, čím déle jest vzduch teplým t. j. čím méně chladne. Tomuto chladnutí mají, mimo jiné, bránit komín nad našimi ohniště. Aby komín požadavku tomu vyhověly, dělají se dosti vysoké a kulaté; v komíně kulatém majícím menší povrch než komínky 4hranné tak snadno vzduch nevychladne. Komín děláme do výšky užší, protože chladnoucí vzduch se stahuje; kdybychom nechali komín stejně široký, tlačil by se venkovský studenější vzduch do komína a tím by proudění rušil.

74. Sálání tepla. Každý zdroj tepla šíří své teplo do dálky; onen způsob šíření se tepla, kde teplo prochází některými látkami, aniž by je ohřálo, nazývá se sálání. Tímto způsobem šíří své teplo nejen slunce, ale i kamna.

Zatopíme-li v kamnech, taje led na okně, sotva že se kamna něco zahřála a vzduch ani o poznání svou teplotu nezměnil. Dáme-li mezi kamna a sebe nějakou stěnu, sálání ani nepozorujeme. Teplo sálavé šíří se přímočárně; přímka, která značí, jak se teplo šíří, sluje paprskem tepla. Sálavé teplo přicházejíc na hmoty odráží se z části od povrchu jejich; hmota tyto teplotu svou zvysuje, takže musely část tepla sálavého přijati; pravíme, že hmota tyto teplo pohlcuje. Hmoty, které teplo pohltily, mohou je opět sálati. Hmota, která více tepla pohltí než vysálá, teplotu svou zvyšuje a naopak.

Vezmeme-li dutou kovovou desku, jejíž jedna plocha vně jest bílá, druhá koptem natřená, třetí lesklá a čtvrtá drsná (rýhovaná), postavíme-li proti těmto plochám do stejné vzdálenosti teploméry a vlijeme-li do dutiny vařící olej, pozorujeme, že v teploměrech

proti drsné a černé ploše rtuf rychleji vystupuje než proti ploše lesklé a bílé. Pověsíme-li na slunce teploměr s nádobkou lesklou a začerněnou, stoupá v začerněm teploměru rtuf velice rychle a podobně velice rychle klesá, dáme-li je do stínu.

Hmoty lesklé a bílé sálají a pohlcují teplo volněji než hmota povrchu drsného a černého.

Nádoby, v nichž se má teplo déle udržeti, děláme hladké a lesklé. Oblek světlý jest teplejší v zimě a chladnější v letě než černý. Polární zvířata mají srsť světlou.

Pouštíme-li kužel paprsků slunečních nádobou, s rovnoběžnými stěnami, naplněnou roztokem kamenné soli, zapalují se v ohnísku jejím hmota snadno zápalné. Naplníme-li tutéž nádobu roztokem modré skalice a opět roztokem tím pouštíme kužel paprsků slunečních, shledáme, že není možno v ohnísku tytéž hmota zapáliti.

Některé hmota propouštějí všechny paprsky tepla, jiné velmi málo. Oném říkáme průteplivé (diathermické), témto neprůteplivé (athermické).

Mezi průteplivé hmota počítáme nejvíce též hmota průhledné vyjímaje led. Na př. vzduch, sůl, sklo, voda atd. Suchý vzduch propouští paprsky tepelné, svítivé i tmavé. Výjev poslední jest velice důležitý pro vyhřívání půdy.

Vyhřátá půda nechladne tak snadno, protože sálá pouze tmavé paprsky tepla, které vlhký vzduch nepropouští. Půda hlinitá lépe sálá a pohlcuje než kamenitá, kteráž více tepla přijímá a déle udržuje.

Oddíl čtvrtý.

Náuka o magnetičnosti.

75. Strčíme-li kus magnetovce do pilin železných, jest, když jej zase vytáhneme, celý pilinami obsypán; pohybujeme-li magnetovcem pod čtvrtkou papíru, na níž jest položena jehla, sleduje jehla pohyb magnetovce; přiblížíme-li se magnetovcem k hřebíku volně na niti zavěšenému, přitahuje magnetovec k sobě hřebík a sblíživ se mu drží jej; naopak přiblížíme-li se železem k magnetovci na niti volně zavěšenému, jest magnetovec přitahován k železu a sblíživ se na železe drží.

Výjevy témto podobné, kde hmota nějaká přitahuje železo a přitažené pevně drží, nazýváme magnetickými; hmota, která přitahuje, sluje magnetem, a síla, která jest příčinou této přitažlivosti, slove magnetičností.

Magnetovec jest vlastností tou nadán od přírody, proto nazýváme jej magnetem přirozeným.

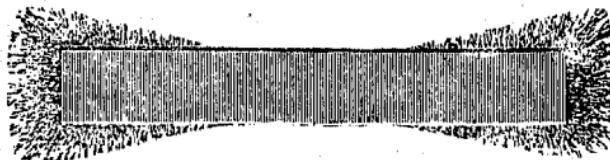
Magnet přirozený může vlastnost tuto sděliti i železu jinému, a takové zmagnetované železo nazýváme magnetem umělým.

Magnetování provádíme natíraním. Líbovolným koncem nějakého magnetu natíráme jednu polovici tyče železné a druhým koncem druhou polovicí. Ve středu železu téče přiložíme magnet, vytáhneme jím ku konci tyče a oblonkem ve vzduchu se vracíme do středu: to opakujeme několikrát po sobě. Magnetování provádí se též četnými jinými způsoby.

Položíme-li magnetickou tyč na železné piliny a pak ji vytáhneme, pozorujeme, že se uchytilo nejvíce pilin na obou koncích, ve středu téměř žádné. (Obr. 14.) Blí-

žíme-li se hřebíkem na niti zavěšeným jednou ku koncům a jednou ku středu magnetu, pozorujeme, že jest přitažlivost ku oběma koncům větší než ku středu. Dle

Obr. 14.



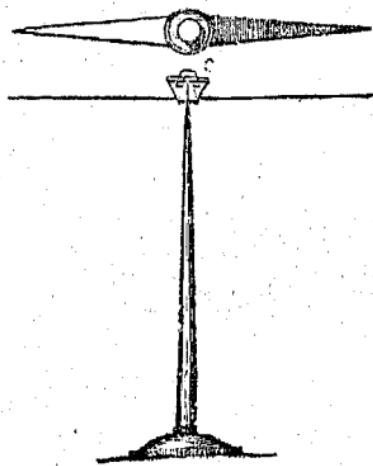
těchto výjevů nepůsobí magnetičnost po celé tyči stejně, nejvíce se jeví na obou koncích; místa tato nazýváme poly. Řídí se tedy výjevy uvedené těmito zákony:

1. Mezi magnetem a železem panuje vzájemná přitažlivost.
2. Přitažlivost tato se mezi magnetem a jinými hmotami nejeví.*)
3. Přitažlivost tato působí nejen vzduchem ale i hmotami jinými vyjímaje železo.
4. Na každém magnetu jsou místa, obyčejně poblíž konců, kde se magnetičnost nejvíce jeví.

76. Magnetka. Uvažme korek na hedvábnou nit ne stočenou, korkein prostrčme drát zmagnetovaný a posinujme ho tak dlouho, až sobě ponechán ustálí se v poloze vodorovné. Pověsíme-li přístroj tento, tu se jeden jeho pol otočí tak, že bude ukazovati k severní straně a druhý k straně polední. Zavěšování takové ješt'ysak nepohodlné; proto se užívá k témuž účelu ocelového plíšku (obr. 15.) ve středu achátovým neb ocelovým lůžkem (c) opatřeného a zmagnetovaného. Podepřeme-li takto připravený magnet v lůžku nějakým hrotcem, tak že se může volně kolem kolmé osy otáčeti, otočí se magnet vždy jedním koncem k jihu a druhým k severu.

* Celkem působí magnety na hmoty tím, že je buď přitahují nebo odpuzují. Oném hmotám říkáme paramagnetické, těmto pak hmotám diamagnetické. Mimo železo a rudy železné jsou ještě nikl a kobalt, mangan, chrom, platina paramagnetické. Diamagnetické jsou ostatní, na př. vizmut, antimon a t. d. Vlastnost tuto jeví i tekutiny a plyny.

Obr. 15.



Takovéto zařízení magnetu nazýváme magnetickou jehlou či magnetkou; konec směrující k severu slove polem severním a konec směrující k jihu polem jižním. Pol severní bývá označen modře.

77. Chování se hmot magnetických. Přibližujeme-li se k severnímu polu magnetky severním polem magnetické tyče, uhýbá mu, jest od něho odpuzována; přibližujeme-li se však severnímu polu magnetky jižním polem magnetické tyče, točí se za ním, jest k němu přitahována. Pokus tento opakován s druhými poly dosvědčuje pravdivost věty:

Síle pojmenné poly magnetické se odpuštují, síle pojmenné se přitahují.

Vidíme tedy oběma poly ustálené magnetky vedenou čáru vzdoru k ose země, představuje nám tato čára kruhovitá a rovnoběžná s magnetickým. Poledník magnetický jest od poledníku zemského odchýlen o určitý úhel, který se nazývá odklon (deklinace). Velikost odklonu jest na každém místě povrchu země různá, i směr jest jednou západní, podruhé východní vzhledem k příslušnému poledníku zemskému. Body, ve kterých se magnetické poledníky protínají, nazývají se magnetické poly.

Magnetické poly zemské nespadají v jedno s poly t.j. s konci osy zemské, které vůbec „poly“ se nazývají. Severní pol magnetičnosti zemské nalézá se v severní Americe (Boothia felix), jižní někde v jižním ledovém moři.

Z tohoto působení země na magnety soudíme, že i země jest jakýmsi magnetem od severu k jihu rozloženým.

78. Kompas. Přístroj skládající se z jehly odklonu (deklinační) v krabici (obyčejně plechové), jejíž osa se nalézá ve středu kruhu, v obvodu na 360 dílů nebo na 24 hodin se 4 stranami světovými rozděleného, nazývá se kompas.

Kompasu užívají hvězdáři, horníci, cestovatelé, námořníci a j. v. Nejdůležitější jest ovšem užití kompasu při řízení lodě. Kompass takový jest opatřen tak zvanou růží větровou, a zavěšen v závěsu Kardánově, aby se za každého pohybu lodě stále nalézal v poloze vodorovné. Na lodi se nalézá u kormidelníka.

Chceme-li kompasem určiti poledník zemský, musíme odečísti odklon, který u nás obnáší průměrně 11° . Nařídíme totiž kompas tak, aby střelka ukazovala od bodu, jež má vyznačovati směr k severu a pojmenovaný jest *S*, na 11° k západu. Čára vedená od *S* (severu) k *J* (jihu) značí nám pak poledník zemský.

18/3

Oddíl pátý.

Náuka o elektrině.

I. Elektřina buzená třením.

79. 1. Výjevy základní. Třeme-li suchou skleněnou tyč amalgovanou koží neb suknem a přiblížíme-li pak tyč ke kuličkám z bezové duše neb korku, nebo ke kouskům sáru, jsou tyto přitahovány (přiskakují) a ihned odskakují (odskakují). Přiblížíme-li se k tyči tak, že ji dotkne ruka, přeskakuje jiskra z tyče na prst; byla-li tyč vložena do vlnky, hojně třena, cítíme účinek její bodnutím na ruku. Tyto výjevy tyto se jeví i na třené tyči pryč od třenoucího těla, t. d., a nazývají se výjevy elektrické. Vlastnosti, jež vlastnosti uvedené jeví, elektrické, nazývají se vlastnostmi těch elektřina a stav, ve kterém hmota vlastnosti má, nazýjí, električnost.

Třením dvou látek různorodých se električnost budí.

80. Sdílení elektřiny. Přiblížíme-li se třenou tyčí skleněnou k bezové kuličce na hedvábné niti zavěšené, přiskakuje kulička k tyči a ihned od ní odskočí; sbližujeme-li se k ní toutéž třenou tyčí, vzdaluje se od ní. Sblížíme-li k této kuličce jinou kuličku též zavěšenou, přiskočí kuličky ty k sobě a pak od sebe odskočí.

Dotkneme-li se kuliček těch rukou neb drátkem, spadnou k sobě a neodpuzují se — ztrácejí električnost.

Při výjevech těchto jsme viděli, jak hmota hmotě pouhým dotknutím električnost sdělovala.

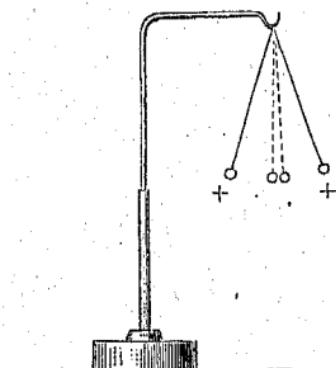
Elektrovodiči. Všechny hmoty elektřinu přijímají a také ji rozvádějí. Hmoty, které snadno elektřinu přijí-

mají, po svém povrchu rozvádějí a rychle ji jiným sdělují, nazýváme dobrými vodiči; tyto jsou: kovy, uhlí, kokš, vlhká bezová duše a korek, kapaliny (vyjímaje oleje), voduší páry, vlhký vzduch, vlhké dříví, papír, lněné niti, země, lidské a zvířecí tělo a j. v. Hmoty, které přijímají elektřinu jen na místech, kde se hmoty elektrické dotýkají, zvolna ji po povrchu svém rozvádějí a ztrácejí ji opět jen v místech těch, kde jsme se jich dotkli, nazývají se špatnými vodiči elektřiny; tyto jsou: sklo, hedvábí, síra, pryskyřice, kaučuk, gutta-percha, slonovina (jsou-li suché), suchý vzduch, suché vlasy a papír, suché dříví, oleje a t. d. Dobré vodiče obkládáme špatnými, chtítce na nich elektřinu poutati a pravíme, že je osamocuje (isolujeme) a takto užitým špatným vodičům pak říkáme samotiče či isolátory.

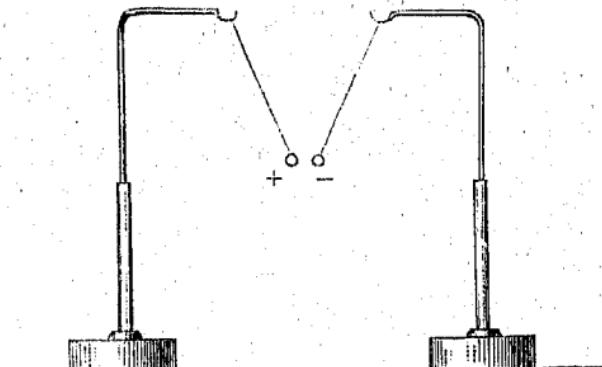
81. Elektřina kladná a záporná a jejich chování. Elektřina, která se chová tak jak elektřina vzbuzená třením tyče skleněné, sluje kladná neb elektřina skla ($+E$); která se chová jako elektřina třené pryskyřice, sluje elektřina záporná neb pryskyřice ($-E$).

Přiblížíme-li se k elektrojevu (elektroskopu; obr. 16.) třenou tyčí sklovou a dotkneme-li se jí obou bezových kuliček, rozstoupí se; podobně se rozstoupí, dotkneme-li se obou třenou tyčí pryskyřičnou. Sdělíme-li však (obr. 17.) kuličce jednoho elektrojevu elektřinu pryskyřice

Obr. 16.



Obr. 17.



a kuličce druhého elektrojevu elektřinu skla a sblížíme-li obě kuličky, přitahuje se a po dotknutí zůstávají klidně vedle sebe viset, neodpuzuje se, vyjímaje případ ten, že by bývala jedna z kuliček měla větší elektřinu než-li druhá. Z výjevů těchto jest jasný zákon:

Hmoty mající elektřinu stejnou jmennou se odpuzují, ale hmoty mající elektřinu nestejnou přitahuje se a elektřiny jejich se „ruší.“

Pro poslední vlastnost chování se hmot nestejnou elektřinu majících nazýváme elektřiny ty protivné. Obě elektřiny jsou v každé hmotě neelektrické obsaženy, ale sloučeny v neúčinný celek (elektřivo), který teprve třením neb sblížením hmoty elektrické se rozkládá do obou protivních elektřin, z nichž v prvém případu jedna jest poutána na hmotě třené a druhá shromažďuje se na hmotě troucí, v druhém případu se elektřina nestejnou jmennou přitahuje do části přilehlé, stejnoujmenná pak odpuzuje do části odlehlé.

Elektřina shromažďuje se na hmotách elektrických na povrchu, ať jim byla sdělena neb na nich vzbuzena.

II. Elektrické přístroje.

82. Ku poznání výjevů elektrických užíváme zvláštěních přístrojů, buď abychom jsoučnost a jakost elektřiny poznali — elektrojevy; buď abychom větší množství elektřiny vyvodili — elektriky, neb konečně abychom ji větší množství nashromázdili — hustiče.

83. Elektrojev pozlátkový. Účel jeho jest již vytknut; skládá se z nádoby skleněné obr. 18., do jejíhož hrdla zaléhá zátka, kterou jest prostrčena skleněná rourka. Do rourky jest zapečetěn drát, na jehož konci, který sahá do láhvě, jsou přilepeny dva proužky pozlátka; druhý konec nad láhví jest opatřen buď kovovou skulacenou deskou neb kovovou kuličkou.

Elektrojevem dokazujeme jsoučnost elektřiny tím, že po dotknutí se hmotou, již elektřina se měla dokázati, pozlátka se rozstupují; jakost, když po dotknutí se hmotou elektrickou, jejíž jakost se má dokázati, do-

tkneme se desky (kuličky) třenou tyčí skleněnou; rozstupují-li se pozlátka více, jest to elektřina souhlasná, spadají-li k sobě, jest to elektřina různojmenná.

84. Elektrika sestává z následujících částí (obr. 19.):

1. Ze skleněné desky osamocené na jedné straně skleněným hřídelem (*i*), kterým jest otáčivá, z druhé strany skleněným stojanem (*s*), kterým jest hřídel podepřen.

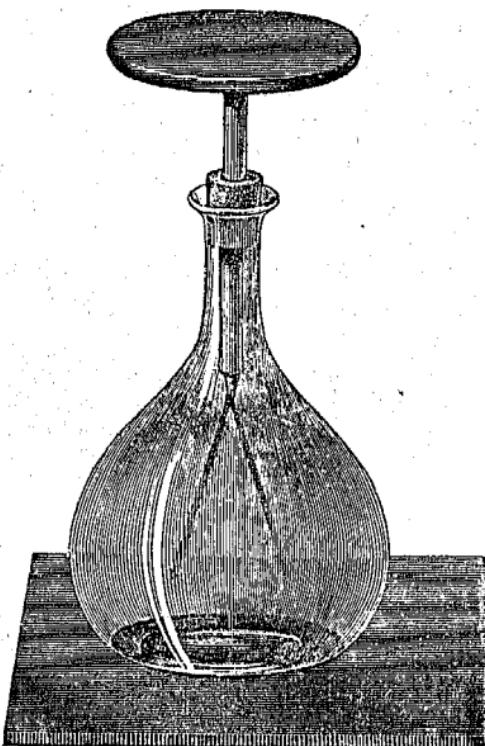
2. Z natěradel, kteréž jsou polštáříky dřevěné, potažené po jedné straně koží s podložkou zíněnou a z druhé strany opatřené ocelovým pérem, kterým jsou přitahovány k desce. Natěradla jsou umístěna ve vidiaci, kteráž jest dobrým vodičem spojena s kovovým zakulaceným válcem (*o*); obé jest upevněno na skleněném stojanu.

3. Ze svodiče, kterýž jest dutá koule (*a*), k níž jsou připojeny dva kruhy dřevěné (*d*) (sběradla) obstupující desku skleněnou; tyto jsou spojeny proužkem staniolu s koulí (*c*) a opatřeny hřebíčky kovovými, kteréž dosahují as na 1mm k desce.

Nezřídka bývá ku svodiči připojen kruh dřevěný, kterým jest provlečen drát; kruh tento slouží k sesilnění účinku svodiče.

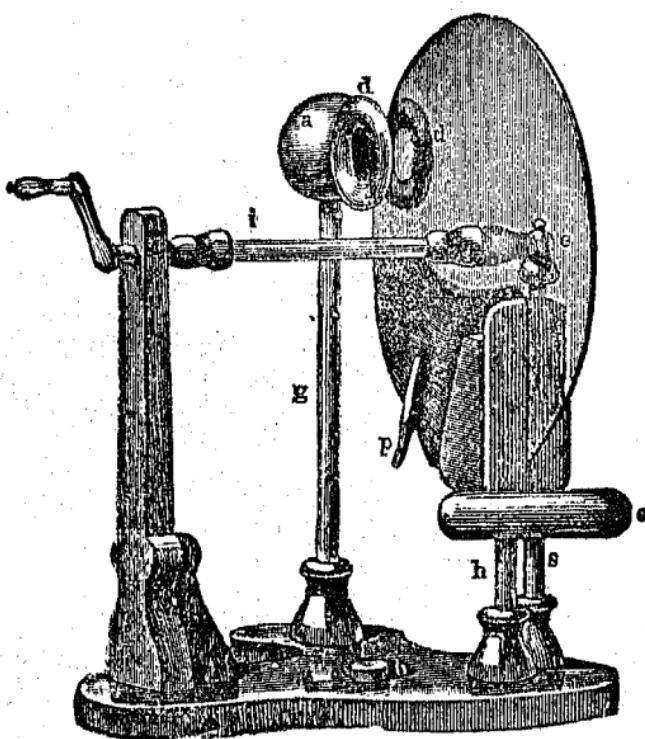
Než počneme elektřinu vyvozovati, otřeme celou elektriku zahřátým suknem, potřeme natěradla amalgamem a spojíme je vodivě (řetízkem kovovým) se zemí.

Obr. 18.



Otačíme-li klikou, tře se skleněná deska o natěradla, a tím se elektřina její rozkládá; elektřina kladná jest vázána ke sklu (aby jí sklo tak rychle neztrácelo, jsou od natěradel pásy tafetové, které sklo přikrývají), záporná přechází z natěradel řetízkem k zemi. Elektřina skla, přivedená až ku sběradlům, působí na elektřivo svodiče tak, že je rozkládá v elektřinu zápornou, která srší hřebíčky na skleněnou desku a vyrovnává se její kladnou elektřinou, čímž se stane deska nenelektrickou;

Obr. 19.



tím se však kladná elektřina svodiče uvolňuje. Chceme-li poznati účinky elektřiny záporné, zrušíme vodivé spojení válečku (*o*) se zemí a spojíme s ní vodivě svodiče elektřiny kladné a elektřina záporná se nám bude shromažďovati na válečku *o*, který nazýváme též svodičem elektřiny záporné.

Spojíme-li *o* s *a*, vyrovnávají se $+E$ s $-E$ a tím povstává proud; oba svodiče *a* i *o* nejeví se pak elektrickými.

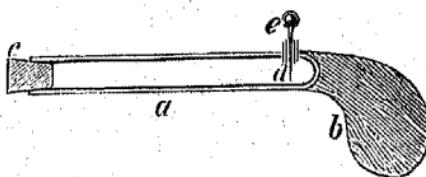
Pokusy, jež pomocí elektriky lze činiti, aby účinky elektřiny bylo možná za všech okolností pozorovati, jsou rozmanité.

85. 1. Účinky mechanické. Tyto spočívají na vzájemném se přitahování, po případě odpuzování hmot elektrických. Elektrický chrost, elektrické krupobití, elek. tanec, elek. kladívko, elek. zvonění, Segnerovo elek. kolo a t. d. jsou velmi známé. Přeskakuje-li elektřina z jedné špičky na druhou a pověsíme-li mezi ně papír na hedvábné nit, prorazí jiskra papír.

86. 2. Účinky světelné. Blížíme-li se nějakým dobrým vodičem elektřiny ku svodiči elektřiny, přeskakuje jiskra ze svodiče na vodič a jeví se nám pro odpor vzduchu, je-li dosti dlouhá. Elektrické špice svítí (světlo sv. Eliáše), ze špičky hromosvodu jest v noci za bouřky viděti elektřinu sršeti. Kuličkami končíme přístroje, aby se z nich elektřina neztrácela.

87. 3. Účinky tepelné. Každá elektrická jiskra i proud jsou provázeny teplem; tepla toho zhusta užíváme k zapalování hmot snadno zápalných, jako teplého líhu, étheru, střelného prachu atd. Třaskavý plyn se jiskrou zapaluje v elektrické bambitce (obr. 20.). Tato se skládá z kovové roury (*a*), přidělané k dřevěnému držadlu (*b*) ; do roury, kteráž se naplní třaskavým plymem a zacpe zátkou (*c*), sahá drátek (*d*) procházející skleněnou trubičkou, v níž jest zapuštěn; drátek jest opatřen kovovou kuličkou (*e*). Přiblížíme-li se kuličkou (*e*) ku svodiči, přeskočí jiskra na kuličku a z té drátkem (*d*) na trubku (*a*); při posledním přeskočení se však zapálí třaskavý plyn, který zátku (*c*) vyrazí a tím otresení vzduchu způsobí.

Obr. 20.

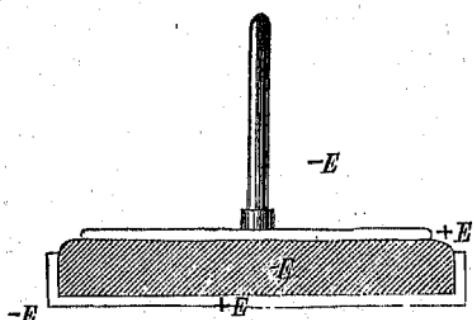


88. 4. Účinky chemické. Konáme-li delší čas pokusy s elektrikou, cítíme v jejím okolí zvláštní zápach, který pochází od činného kyslíku či ozonu, ve který působením elektřiny kyslík vzduchu proměněn byl.

89. Účinky fysiologické. Sblížíme-li se kloubem ke svodiči, cítíme při přeskočení elektrické jiskry bodnutí.

90. 3. Elektrofor či elektrochov. Sestává z nádoby plechové, v níž se nalézá pryskyřičný koláč (slity z 1 dílu černé směuly a 1 dílu kolofuny, tak aby nebylo bublin) a příklopu nejčastěji kovového, opatřeného držadlem špatně vodivým (obr. 21.). Šleháme-li koláč pryskyřičný ocasem liščím, stává se $-E$ ($+E$ se odvádí šlehadlem a tělem do země). Přiložíme-li na šlehaný koláč příklop a opět jej zvedneme,

Obr. 21.



jest neelektrickým; přiložíme-li však příklop a přiblížíme-li se k příklopu prstem, obdržíme jiskru; zvedneme-li na to příklop, obdržíme opět jiskru. Přiložíme-li příklop a spojíme-li víko s nádobou, pocítíme tělem trhnutí způsobené proudem elektrickým.

Vzbuzená $-E$ koláče pryskyřičného působí na elektřivo víka a rozkládá je na $+E$ a $-E$; $+E$ jest vázana a $-E$ odchází, dotkneme-li se víka prstem; zvedneme-li víko, uvolní se $+E$ víka tak, že opět obdržíme jiskru; $-E$ pryskyřičného koláče působí na elektřivo nádoby a rozkládá je, $+E$ jest vázana a $-E$ odchází do země. Je-li příklop na koláči, má sám volnou $-E$, spojíme-li ji s $+E$ nádoby, vyrovňávají se a povstává proud.

91. 4. Leidenská láhev. Jest to skleněná láhev zevně i vně do určité výšky kovovým povrchem opatřená (obyčejně staniolem polepená); kraj nádoby jest natřen šelakem. Láhev jest opatřena víkem buď dřevěným neb korkovým, kterým ve skleněné rource pevně prochází drát, na jehož konci do nádoby sahajícím jsou zavěšeny kovové třásně (nebo řetízek), na konci pak nad víko vyčnívajícím kovová kulička. Dotkneme-li se kuličkou svodiče, přechází elektřina svodiče na vnitřní povrch nádoby, odtud působí na vnější povrch láhvě a rozkládá na něm elektřivo; $+E$ odchází do země a $-E$ jest vázana. Tímto způsobem můžeme nashromážditi značné množství elektřiny kladné na vnitřním a elektřiny zá-

porné na vnějším povrchu láhve. To provádíme tak dlouho, až elektřina již nepřechází do láhve; pravíme, že láhev jest nabita. Spojíme-li oba povrhy, vybíjíme-li t. j. dotkneme-li se kuličky a vnějšího povrchu, vyrovnávají se $+E$ a $-E$ jiskrou; vyrovnávají-li se našim tělem, pocítujeme trhnutí. Účinky toho vyrovnání jsou ovšem větší než ony vyvolané elektřinou svodiče na elektrice. Silným vybitím zabíjíme malá zvířata. Chceme-li účinek zvětšiti, spojíme vodivě vnější a vnitřní povrhy několika láhví; spojením vnitřního a vnějšího povrchu kterékoliv láhve vybíjíme všechny láhve nájednou.

Úkazy elektrické v ovzduší viz v části meteorologické.

III. Elektřina buzená dotýkáním.

92. Výjevy základní. Vezměme rovnou desku zinkovou hladce obroušenou a právě tak velkou a hladkou desku měděnou. Obě desky buďtež opatřeny skleněnými držadly. Obroušenými plochami přiložme teď desku na desku a odtrhněme je pak od sebe tak, aby deska desky na všech místech rázem stýkati se přestala. Přiblížíme-li se pak jednou deskou k citlivému elektrojévu, poznáme, že se jeví býti elektrickou. Zinek je $+E$, měď $-E$. Opatřme citlivý elektrojev deskou zinkovou, na tuto položme desku skleněnou a na tu, jen do středu pijavý, vodou navlhčený papír. Spojíme-li pijavý papír s deskou zinkovou drátem zinkovým a odstraníme-li pak drát i desku skleněnou i papír pijavý, jeví elektrojev elektřinu $-E$. Z obou těchto výjevů patrno, že elektřina, která se zde budí, není vzbuzena třením, aniž od jinud přivedena byla, že ale pouhým dotýkáním vznikla. Vlastnost tuto jeví všechny hmoty, ovšem měrou nestejnou, pročež můžeme vysloviti větu:

Stýkají-li se dvě různorodé hmoty, kov s kovem neb kov s kapalinou, budí se na obou rovné množství elektřiny, a sice na jedné $+E$ a na druhé $-E$.

Příčina takto vzbuzené elektřiny sluje síla elektro-budící a hmoty, na kterých ji budíme, elektro-budící.

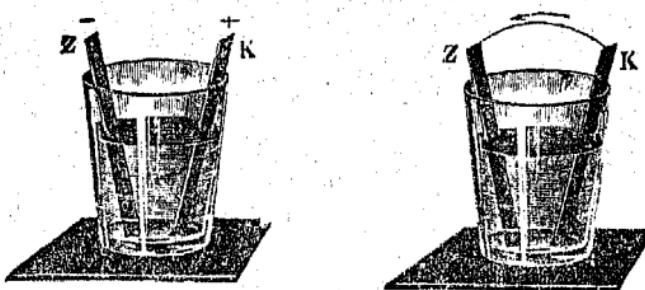
Elektřinu tuto nazýváme dle jejích objevitelův: elektřností galvanickou neb voltaickou.

Elektrobudiče pevné lze dle toho, jakou elektřinu při styku jeví, seřaditi v takovou řadu, že každý její člen spojen buď bezprostředně neb nějakou hmotou s členem v řadě té následujícím jeví $+E$ a naopak spojen s členem předchozím $-E$.

Elektrobudiče této řady slovou elektrobudiči řádu prvního. Jsou to: cínek, olovo, cín, železo, měď, stříbro, zlato, platina, uhel. Čím vzdálenější členy řady této spojujeme, tím větší jest napjatí čili množství volné elektřiny. Do řady této nelze některé elektrovodiče vřaditi, tak že z nich jinou řadu sestavujeme. Členy pak této řady činí elektrobudiče řádu druhého. K témito náleží předně všechny kapaliny.

93. Proud galvanický. Článek Voltův (obr. 22.). Vnoříme-li do nádoby naplněné slabým roztokem kyseliny sírové desku měděnou a cinkovou, upolí se vyčnívající

Obr. 22.



konce kovů, t. j. vyčnívající konec mědi jeví $+E$ a cinku $-E$. Konce desk nazýváme poly. Takovéto spojení elektrobudičů řádu prvního s elektrobudičem řádu druhého nazývá se článkem Voltovým. (Obr. 22.).

Spojíme-li oba vyčnívající konce drátem, vyrovná se $+E$ s $-E$ proudem, který sluje proudem galvanickým. Proud galvanický jde od $+$ polu (od mědi) k $-$ polu (cinku); v kapalině jde proud od cinku ku mědi.

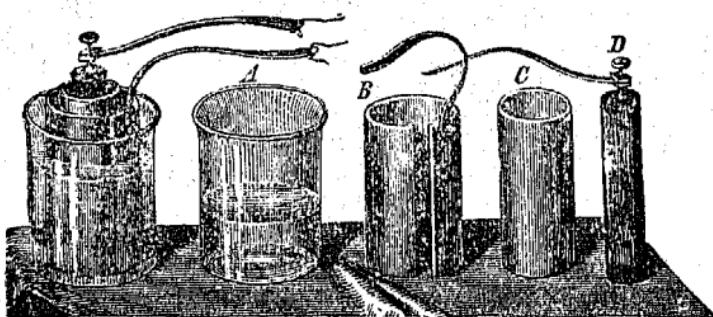
Galvanický proud jednoho článku jest slabý; chceme-li míti proud silnější, užíváme více článků, které spojíme tak, aby $+$ pol jednoho článku spojen byl s $-$ polem

článku sousedního. Takové spojení několika článků voltaických nazývá se galvanickým s o u z d r o j í m (baterií). Volný pol cinku v článku prvním jeví —*E* a měděný v článku posledním +*E*. Spojíme-li oba tyto poly drátem, jest s o u z d r o j í z a v ř e n o; nejsou-li poly spojeny, jest souzdrojí otevřeno.

94. Články stálé. Proud v článku Voltovu jest z počátku mocný, ale později slabne. Aby se docílilo proudů stálých, užívá se článků jiných, dle účinků též „články stálé“ zvaných. Články tyto skládají se ze 2 elektrobudičů řádu I., z nichž se každý do jiné kapaliny dává. Kapaliny jsou pak odděleny průlinčitou nádobou.

Do skleněné nádoby (obr. 23.) *A* dá se kapalina a kov *B*, jemuž se dá podoba rozříznutého válce, aby byl povrch větší. Do tohoto válce se dá průlinčitá nádoba *C* a do ní kapalina a druhý elektrobudič řádu prvého.

Obr. 23.



Nejznámější články jsou:

článek Daniell-ův			měď v rozt. modré skalice,
„ Growe-ův	skládají	činek v rozt. SO ₄ ²⁻	platina
„ Bunsen-ův	se	ředěné HO	uhel
„ Gallan-ův		železo	v kyselině dusičné sehnáne.

Z článků majících pouze jednu kapalinu bez průlinčité nádoby dávají proud stálý: článek Smee-ův a Buff-Bunsen-ův a j. v.

Smee-ův článek skládá se ze 2 desk cinkových, mezi kterýma jest stříbrná deska pokrytá černí platinovou. To vše jest

v nádobě naplněné rozředěnou kyselinou sírovou. — Buff-Bunsen-ův článek skládá se z desky cinkové, nacházející se mezi dvěma deskama z uhlí, které jsou v nádobě naplněné roztokem chromanu draselnatého v slabé kyselině sírové. Desku cinkovou lze spustit, čímž se článek zavírá, neb vyzdvihnouti, čímž se článek otevírá.

95. Účinky proudu galvanického. A. Účinky světelné a tepelné.

Upevníme-li na drát od polu + jdoucí pilník a tahneme-li po něm drátem od polu —, objevují se jiskry, jež povstávají přerušováním a spojováním proudu galvanického, který pohybem drátu po hrbolatém pilníku vzniká. Připojíme-li na poly drátu, silného souzdrojí galvanického, uhlí, které sblížíme a proud rychle přetruhujeme, vzniká mezi oběma poly obloukovité světlo t. zv. světlo solární, kterého se zhusta k mocnému osvětlení užívá. Spojíme-li poly galvanické baterie teninkým drátem platinovým neb železným, rozechřívá se kolujícím proudem tak, že řeřaví, ano se i roztápi. Vlastnosti této užívá se při trhání skal. Zápalka zde užívaná skládá se z malé roury, do níž vedou dva dráty měděné, které se nestýkají, ale jsou spojeny slabým drátem železným. V rource jest též směs sirníku antimonového a chlorečnanu draselnatého. Zápalkou touto, je-li dostatečnou, skála se roztrhne; jinak se dává zápalka do většího množství prachu, jímž se skála trhá. Od obou vyěnívajících konců měděných drátů vedou se dráty k baterii, kterou se zapaluje.

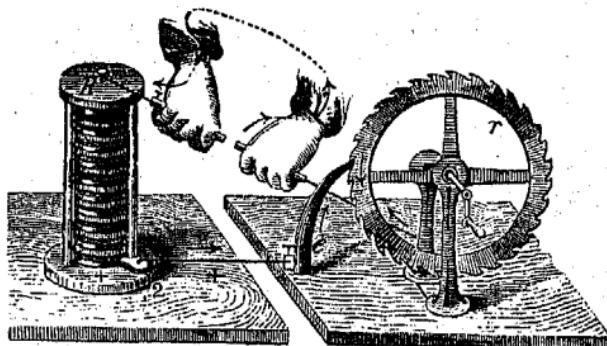
96. Účinky fysiologické.

Vložíme-li v proud elektický naše tělo, pocítíme při každém spojení a přerušení proudu trhnutí. Osobě, kterou chceme v proud vložiti, dáme do rukou válečky mosazné, z nichž jeden jest v přímém spojení s baterií a druhý jest spojen s přístrojem, kterým proud přetruhujeme; přístroj pak spojujeme s druhým polem baterie. Proud přetruhujeme buď pilníkem neb kolečkem Neffovým (obr. 24.). Když přiléhá pero (I) na kolečko, jde proud následovně: od + polu vycházeje jde pérem (I) na kolečko, z toho do osy, osou a válečkem dô ruky levé, tělem, rukou pravou do — polu. Nepřiléhá-li pero (I) na zubaté kolečko, jest proud přetržen. Čím rychleji kolečkem otáčíme, tím rychleji jest proud přetrváván.

97. Účinky chemické.

Vezmeme nádobu podoby nálevkovité, na jejímž dně jsou dráty platinové v nádobě platinovými plíšky a mimo nádobu svorky f a f' (obr. 25.) ukončené. Nádobu naplníme vodou, do níž

Obr. 24.



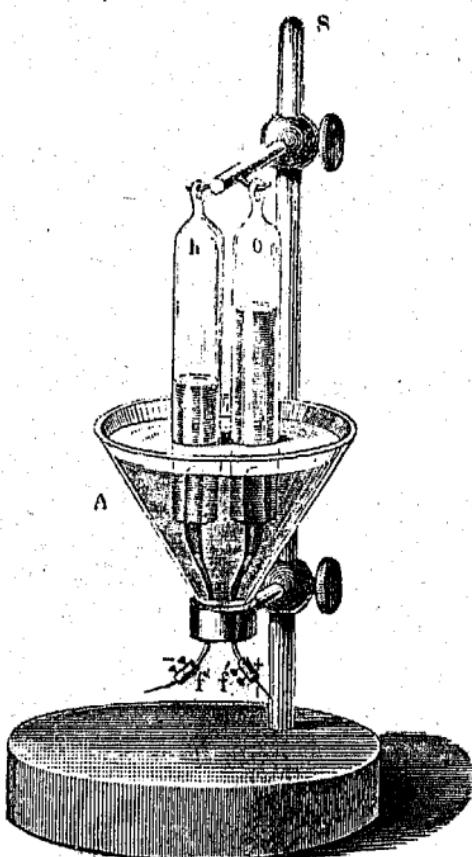
přidáme několik kapek kysel. sírové. Nad platinové plíšky zavěsme nádobky h , o , též vodou naplněné. Spojime-li svorníky f a f' s — a + polem článku, budou též plíšky v nádobě dle spojených s nimi polů upoleny. Nad těmito polů pozorujeme vystupovati bubliny, kteréž shromažďujíce se v nádobkách o , h vodu z nich vytlačují. V nádobce h se vynuji plyn mnohem více než v nádobě o . Zkoumáme-li vlastnosti plynu v nádobce h nashromážděného, seznáme, že jest vodík, v nádobce O pak kyslík. Proudem galvanickým se tedy voda rozložila na své součástky. Skládá se voda ze 2 objemů vodíku (H) a 1 objemu kyslíku (O).

Galvanoplastika.

Dáme-li do skleněné nádoby A (obr. 26.) měděnou desku C tak, aby byla ponorená v roztoku modré skalice, a nad ní nádobu B s průstřikovitým dnem a do ní desku zinkovou se slabým roztokem kysel. sírové, obdržíme poněkud změněný článek Daniellův.

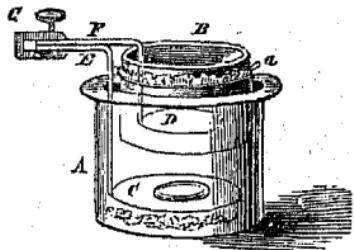
Učebň: Fyzika pro školy ho pod.

Obr. 25.



Spojíme-li zinek s mědí drátem, vznikne proud; měď jest v kapalině — a zinek +. Položíme-li na měď nějaký předmět, jehož povrch vodí elektřinu, usazuje se na něm měď a tvoří pevnou vrstvu.

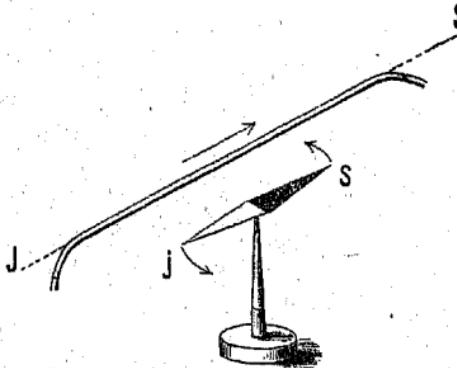
Obr. 26.



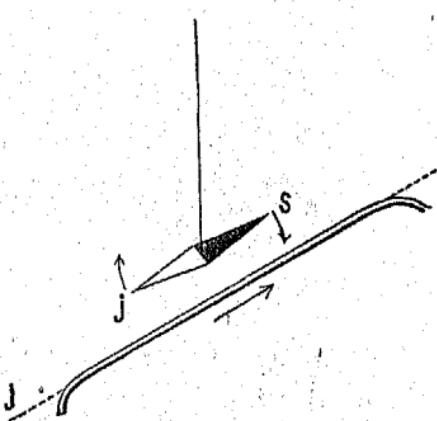
mědnatý v měď. Proudem galvanickým se rozkládá nejen voda, ale i roztoky solí, vyloučují se na + polu hmoty elektrozáporné

(protivně elektrické hmoty se přitahuje) t. j. kyseliny, a na pole — zásady, jakožto látky elektrokladné. Tím způsobem nabýváme odisků (copii) předmětů na pole — ležících. Této vlastnosti proudů galvanických zhusta se užívá v životě praktickém. Na témž základě spočívá galvanické pozlakování, postříbřování a platinování.

Obr. 27.



Obr. 28.



deme-li proud tímž směrem ale pod magnetkou, uchyluje se severní pol na pravo. Zákon tohoto odchylkování vyslovil Ampere násle-

S — a na pole — zásady, jakožto látky elektrokladné. Tím způsobem nabýváme odisků (copii) předmětů na pole — ležících. Této vlastnosti proudů galvanických zhusta se užívá v životě praktickém. Na témž základě spočívá galvanické pozlakování, postříbřování a platinování.

98. Účinky magnetické.

Působení proudů na magnety. Vedeme-li proud galvanický drátem na blízku magnetické jehly se nalézajícím (obr. 27. a 28.), odchyluje se jehla na pravo neb na levo dle toho, jak vedeme drátem proud. Vedeme-li proud od jihu na sever (obr. 27.), otáčí se magnetka severním polem na levo. Vedeme-li proud tímž směrem ale pod magnetkou, uchyluje se severní pol na pravo. Zákon tohoto odchylkování vyslovil Ampere násle-

dovně: Magnetka odchyluje se k levé ruce plavce směru proudového hledicího na magnetku.

Můžeme-li směr proudu dle své vůle měnit, můžeme též řídit odchylování magnetky, buď v pravo, buď v levo. Na principu tom založen jest telegraf Bainův, který se skládá z přístroje, jímž se mění směr proudu, totiž z kliče a přístroje, na němž se magnetka dle směru proudu odchyluje, buď v pravo, buď v levo. Magnetka opatřena jest paličkou, kterou při každé odchýlce na zvonce, po stranách postavené, tluče.

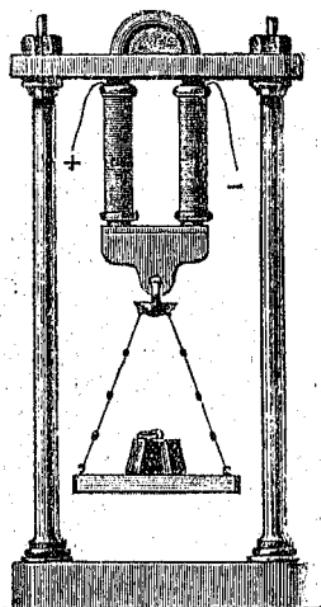
99. Působení proudu na železo.

Vedeme-li osamocenou závitnicí kolem tyče z měkkého železa proud, jeví konce tyče magnetičnost. Přiblížme-li ku koncům tyče magnetku, shledáme z přitahování a odpuzování magnetky, že konce tyče této jsou upoleny dle zákona Amperova: ploveme-li totiž směrem proudu, hledice na tyč, jest nám pol severní po levé ruce. Přestane-li proud, pozbývá tyč magnetičnosti. Byla-li však tyč ocelová místo železné, zůstává, i přestal-li proud, tyč ocelová magnetickou.

Zmagnetuje se tyč z měkkého železa tedy takto na dobu, pokud proud trvá, kdežto tyč ocelová magnetičnosti úplně nepozbývá, i přestal-li proud působiti, t. j. ona se zmagnetuje trvale. Magnetičnost tato sluje elektromagnetičnosti a tyče, pokud se proudem nezmagnetovaly trvale, elektromagnety. Elektromagnetům dává se obyčejně podoba podkovy, na jichž ramenou jsou dřevěné cívky omotané drátem, který jest hedvábím osamocen (obr. 29.).

Síla takového elektromagnetu jest tím větší, čím silnější jest proud, čím více závitů a čím tlustší tyč. Sílu elektromagnetu měříme tím, že zavěsíme na kotvu, jíž jsme dali na pol jeho, závaží tak dlouho, pokud se kotva neodtrhne.

Obr. 29.



100. Elektromagnetické telegrafy. Nejdůležitější upotřebení elektromagnetismu jest při telegrafii. Telegrafii výrozumíváme rychlé podávání zpráv do odlehlych míst

K tomu třeba určitých znamení a velké rychlosti. Obě lze prováděti vždy s žádoucím výsledkem proudy galvanickými, neboť dráha jiskry těchto proudů obnáší přes 30.000 Mm ve vteřině.

Nejvíce se užívá:

101. Telegrafu Morseova, který se skládá z následujících částí:

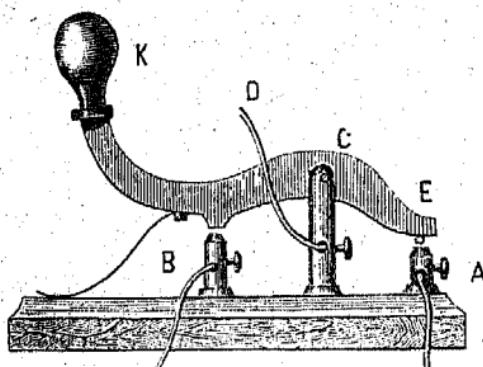
a) ze souzdrojí, které musí dávat dosti mocný proud; nejčastěji se užívá souzdroj z článků Daniellových;

b) z drátu, kterým se proud z místa na místo převádí. Obyčejně užívá se pocínovaného drátu železného někdy též pocínovaného drátu měděného.

Drát jest upevněn mezi stanicemi na dřevěných tyčích; na tyčích nacházejí se železné háky, na nichž jsou porcelánové čepičky; na těch čepičkách teprve jest drát namotán, čímž jest úplně osamocen;

c) z klíče, totiž přístroje, jímž se proud přerušuje a zavádí (obr. 30.). Klíč sestává z dřevěné desky, na níž jest kovový sloupek

Obr. 30.



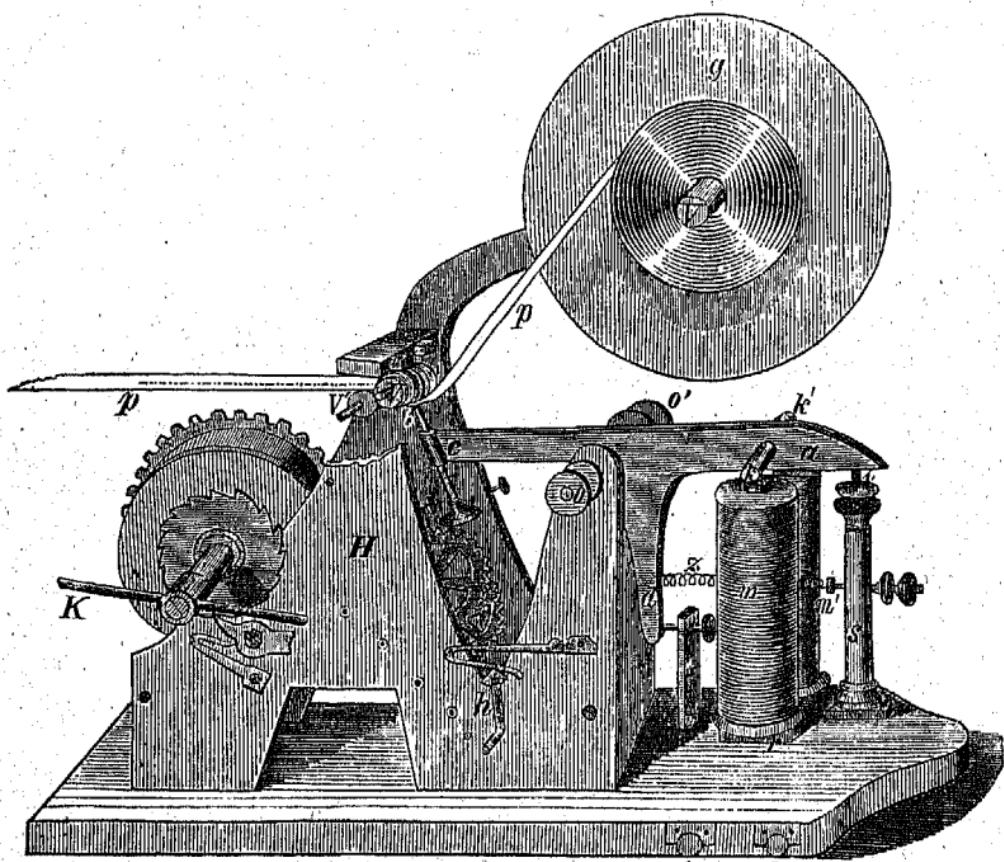
baterie do B , osou a sloupkem C do drátu D a tím ku druhé stanici;

d) z přístroje zapisovacího, který telegram určitými znaky znázorňuje (obr. 31.). Přístroj zapisovací skládá se z elektromagnetů m , m' , dole železem f spojených v podkovu, proti němu jest v páce a c kolem osy oo' otáčivé váleček kk' měkkého železa a na jejím druhém konci rydlo b . Potom se nalézá na společné desce prkenné hodinový stroj, jímž se proužek papíru pp s kotouče g svíjí. Proud přicházející od klíče ze svorku A jde od svorky 1 drátem kolem elvek mm' a vraci se do svorky 2 , pak

C a na tom otáčivá páka kovová K . Páka ta má 2 výstupky; jeden z nich u E , v klidu přitlačován jest pérem ku svorníku A , z něhož jde drát ku přístroji psacímu; ohýbaje zde cívky spojuje se s drátem jednoho polu souzdrojí a jde k měděné desce nalézající se v zemi; druhý výstupek naproti svorníku B vede přistlačení proud od $+$ polu

spojuje se s drátem jdoucím od baterie de země. Jakmile proud se v dráte mžikne, jest železo *kk'* a tím i konec *a* páky přitahován k elektromagnetu; druhý konec páky vystupuje a rychle vyrývá viditelné známky na proužek *pp'* strojem hodinovým pomocí válečku *vv'* pohybovaným. Trvá-li působení proudu déle, vyrývají se známení delší t. j. čárky; trvá-li jen okamžik, vyrývají se známenka krátká t. j. tečky. Z těch dvou známenek skládá se veškerá abeceda.

Obr. 31.



V Rakousku užívá se následujících znakův:

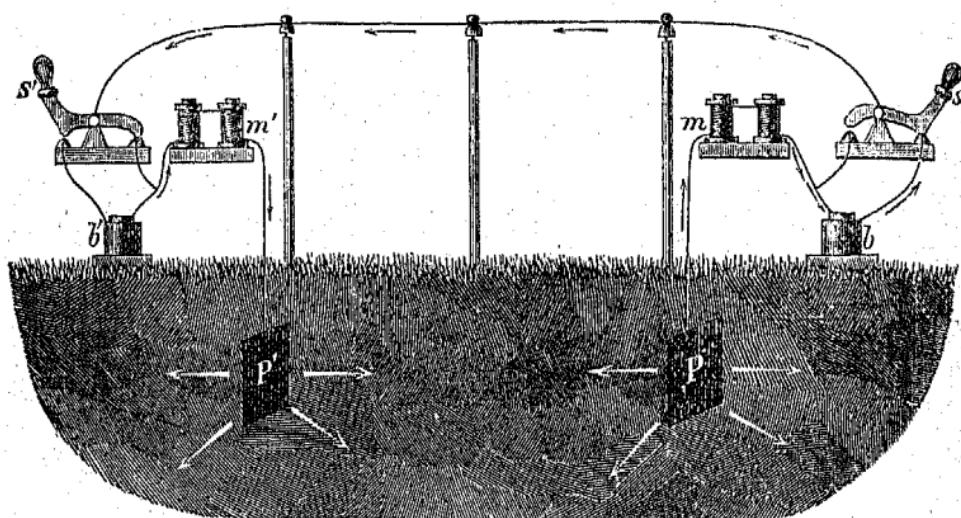
a . —	g — — .	m — —	t —
b — . .	h . . .	n — .	u . . —
c — . . .	ch — — —	o ! — —	v . . . —
d — . . .	i . .	p . — — .	x — . . —
e	j . — — —	q ! — — .	y — . . .
é	k — . . .	r . . — .	z — — . . .
f . . . — .	l . — . . .	s . . .	

Mezi jednotlivými písmeny nechává se prostora tří teček mezi jednotlivými slovy prostora šesti teček.

Mimo tyto nutné části jest na přístroji ještě spirála z , která odtahuje rydlo od papíru, když proud přestal působiti; potom jest tam sloupeček s sloužící k tomu, aby železo kk' nenaráželo na elektromagnet a tímto se trvale nezmagnetovalo.

Obraz 32. znázorňuje spojení při telegrafování.

Obr. 32.



Stlačíme-li klíč S na stanici odsýlaci, koluje proud od kladného polu souzdrojí b do klíče, klíčem do drátu a drátem do klíče S' na stanici přijímací; probíhaje zde psacím strojem m' jde ku měděné desce P' v zemi se nalézající a touto, jakožto dobrým vodičem, k desce měděné P na stanici vysýlací a z té k zápornému polu souzdrojí, tak že jest oběh proudu úplný.

Telegrafujeme-li do velké vzdálenosti, oslabuje se síla proudu velice, tak že nedostačuje k pohybu přístroje znamenacího. Překážka tato však odstraňuje se tím, že jest do proudovodu na stanici přijímací vložen přístroj, podložený klíč zvaný, jenž jest velmi snadno pohyblivý a jímž se uvádí v činnost místní souzdrojí. Přístroj znamenací pohybuje tudíž baterie místní, jsouc řízena pohybem klíče podloženého (relaisu).

Proudy soubudové (indukční).

102. a) Proudy elektroelektrické. Vložíme-li cívku omotanou drátem osamoceným do jiné cívky větší podobně upravené, můžeme se buď z účinků fysiologických neb jiných, které jsme při proudech galvanických poznali, přesvědčiti o následujících výjevech. Vedeme-li jednou cívkoou proud, vzniká i na druhé proud, když 1) proud uzavíráme, sesilujeme a sbližujeme; 2) proud otevříráme, seslabujeme a vzdalujeme.

Proudy takto vzniklé jsou okamžité a nazývají se elektro-elektrické.

103. b) Proudy magneto-elektrické. Užijeme-li místo menší cívky magnetu, pozorujeme na proudovodiči cívky vnější, že v něm vznikají okamžité proudy při každém přiblížení a vzdálení se magnetu, proudy ty však vznikají též při každém sesílení a seslabení magnetičnosti a konečně při každém zmagnetování a odmagnetování tyče železné. Proudy tímto způsobem vzbuzené nazývají se magneto-elektrické.

Proudy elektro-elektrické a magneto-elektrické slují pro proudy soubudové.

Účinky proudů soubudových jsou tytéž jako proudů galvanických, nejvýznačnější jsou účinky světelné a fysiologické; proto se užívá proudů těchto v lékařství, při elektrickém osvětlování, při telefonii a t. d.

104. Dodatek.

Proudy elektrické budíme též nestejným zahříváním různorodých kovů. Proudy tyto nazývají se thermoelektrické; užíváme proudů těchto při velmi citlivých teplozvěstech.

Konečně i ve svalech živočichů výkony životními vznikají proudy elektrické. Některé ryby vyvozují mocné proudy elektrické, spojíme-li 2 protivné konce jejich těla. Ryby tyto mají v těle svém zvláštní ústrojí podobné baterii sloupu Voltova. Rány elektrické dávají ryby dle své vůle (kdy chtějí). Nejznámější ryby elektrické jsou: elektrický rejnok, sumec a úhoř.

Oddíl šestý.

Mechanika.

105. Již z předu (odstav. 10.) bylo podotknuto, že mluvíce o klidu a pohybu mluvíme pouze o klidu a pohybu vzhledem k jedné hmotě, na př. k zemi, neb určitému místu. Při stanovení pohybu musíme vždy mít na zřeteli: 1) tělo, které se pohybuje, které si obyčejně vyznačujeme bodem; 2) směr pohybu, kterýž vyznačujeme přímkou; 3) dráhu, t. j. čáru, ve které se tělo pohybuje. Dle rozdílné podoby dráhy jest pohyb křivočarý a přímočarý. Velikost dráhy určujeme běžnými mírami délkovými; 4) dobu, kterou pohyb trvá; ta jest udána vteřinami; 5) rychlosť pohybu. Uběhneme-li za touž dobou dále než jiná osoba, běželi jsme rychleji. Dle toho jest tedy rychlosť tím větší, čím větší dráha v určité době se vykoná.

Dle poměru doby a dráhy rozeznáváme pohyb rovnomořný, jestli v stejných dobách hmota stejné dráhy vykoná, a nerovnoměrný, jestliže v stejných dobách hmota nestejnou dráhu vykoná. Nerovnoměrný pohyb jest buď z rychlený, jsou-li dráhy v následujících stejných dobách větší a větší, buď z pozděný, jsou-li dráhy v následujících stejných dobách menší a menší. Jsou-li změny v těchto případech pravidelné, pravíme, že jest pohyb buď rovnoměrně z rychlený neb rovnoměrně z pozděný.

Pravíme: vlak ujízdí rychlostí 8 m , když v každé vteřině se pohně o 8 m ku předu; člověk jede rychlostí 1.5 m , vichřice 15 m , koule z ručnice 500 m , elektrické jiskry v měděném drátě 450.000 km .

6) Musíme mít na zřeteli též příčinu pohybu č. sílu hybnou. Dle toho, jak síla na hmotu působí, rozeznáváme sily stálé a okamžité. Stálé rozdělujeme opět na proměnné a neproměnné.

Země působí na všechny hmoty, kol ní se nalézající stále, jest tedy přitažlivost zemská síla stálá. Vystřelime-li šíp z luku, působí na něj síla pružnosti oblouku jen okamžik, jest tedy silou okamžitou — co síla vrhu.

106. Úloha mechaniky. Pátrajíce po příčinách klidu, shledáváme, že buď na hmotu nepůsobí síla žádná, neb více sil, které se v účinku svém navzájem ruší; pravíme, že jsou v rovnováze. Za každého jiného působení sil se nalézá tělo v pohybu. Vypátrati podmínky, za kterých se hmota nalézá v klidu a pohybu, jest úlohou mechaniky. Mechaniku dělíme v mechaniku hmot pevných, kápalných a vzdušných.

I. Mechanika hmot pevných.

107. Pohyb rovnoměrný (viz 106.). Názoru o pohybu tom nabudeme, představíme-li si, že nějaká hmota v každé vteřině vykonała dráhu na př. 3 m .

$$\begin{aligned} \text{Dráha za 1 vteřinu} &= 1 \times 3\text{ m} = 3\text{ m} \\ " " 2 " &= 2 \times 3\text{ m} = 6\text{ m} \\ " " 3 " &= 3 \times 3\text{ m} = 9\text{ m} \\ " " t " &= t \times 3\text{ m} = t3\text{ m}. \end{aligned}$$

Uvažujeme-li, že dráha v 1. vteřině (zde 3 m) jest rychlosť, již si můžeme poznamenati c , a poznamenáme-li si dráhu S , jest $S = ct$. čili:

Při pohybu rovnoměrném si vypočítáme dráhu, již hmota urazila, když rychlosť, kterou se hmota pohybuje, násobíme dobou.

Ptáme-li se, jakou dráhu vykoná vítr pohybující se rychlostí 15 m za hodinu, obdržíme $s = 15 \times 60 \times 60 = 5400\text{ m}$.

Pohyb takový vzniká působením síly okamžité, silou vrhu, prachu, elektricity a t. d. Leč na povrchu zemském narází každá pohybující se hmota na překážky, jako tření, odpor vzduchu a j., a za tou příčinou pohyb takový si můžeme jen představiti, neb nechatí působiti sílu, která by překážky ty přemáhala; rozjetý vlak, loď a t. d. jsou toho doklady*).

*.) Jiné úlohy sem náležejí, najmě pak užiti vzorce $s = ct$, lze počítati v 2. ročníku při rovnících o 1 neznámé.

108. Pohyb rovnoměrně zrychlený. V odstavci 106 bylo zpomenuto pohybu rovnoměrně zrychleného, kterýž nastává tehdy, když dráhy hmoty se pohybující postupně přibývá. Má-li však pohyb tento vzniknouti, musí se při něm o tento stálý přírůstek starati nějaká síla, která dle toho musí být též stálá.

Pohyb rovnoměrně zrychlený vzniká působením stálé síly. Příkladem stále působící síly jest přitažlivost naší země a volný pád hmot příkladem pohybu stejnoměrně zrychleného. Při pohybu tom se nám hlavně jedná o vypočtení dráhy.

Vypočítati dráhu není však tak snadno, jako při pohybu rovnoměrném, protože se rychlosť a tím i dráha stále mění; jest jinaká na počátku pohybu a jinaká na konci pohybu. Z příčiny této převedeme pohyb ten na rovnoměrný s rychlostí prostřední, t. j. takovou, jakou má hmota v prostředním okamžiku, neboť to, co jsme v posledních okamžicích rychlosti odňali, to jí přidáme zvětšenou rychlostí v prvních okamžicích; má se případ ten as následovně.

Přidávám-li do pokladny každý den o 1 krejcar více, budu mít za týden $1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 + 7 = 28$; t. j. tolik, jako bych denně t. j. 7kráte do pokladny uložil prostřední částku 4 kr. neboť $4 \times 7 = 28$. Tuto prostřední dávku výpočtu, když první + poslední dávku dělím 2. Při volném pádu jsou cesta, rychlosť a doba v následující souvislosti. Přitažlivost zemská působí na hmoty takovou silou, že jim uděluje v každé vteřině rychlosť asi 10 m ; dle toho jest rychlosť konečná t. j.

na konci 1. vteřiny 10 m

$"$ " 2. " 20 m

$"$ " 3. " 30 m

$"$ " n. " $n \cdot 10\text{ m}$.

$$\text{Dráha v prvé vteřině vykonaná} = \frac{0 + 10}{2} = 1.5$$

$$\text{" v druhé " vykonaná} = \frac{10 + 20}{2} = 15 = 3.5$$

$$\text{" v třetí " vykonaná} = \frac{20 + 30}{2} = 25 = 5.5$$

$$\text{" v čtvrté " vykonaná} = \frac{30 + 40}{2} = 35 = 7.5$$

$$\text{" v páté " vykonaná} = \frac{40 + 50}{2} = 45 = 9.5$$

Drahám v jednotlivých vteřinách vykonaným přibývá lichými číslami.

Dráha v jedné vteřině vykonaná = 5

" ve dvou vteřinách " = součtu dráhy v předešlé první vteřině vykonané a dráhy v druhé vteřině vykonané = $5 + 3\frac{5}{2} = 4\frac{5}{2} = 2^2 \cdot 5 = 20$.

Dráha ve třech vteřinách vykonaná = $4.5 + 5.5 = 9.5 = 3^2 \cdot 5 = 4.5$

" " čtyřech " " = $9.5 + 7.5 = 16.5 = 4^2 \cdot 5 = 80$

" " pěti " " = $16.5 + 9.5 = 25.5 = 5^2 \cdot 5 = 12.5$

" " šesti " " = $25.5 + 11.5 = 36.5 = 6^2 \cdot 5 = 180$

" " t. " " = $t^2 \cdot 5 \dots a)$

Dráhy vykonané po dobu 1, 2, 3, 4, 5, ... vteřin mají se k sobě jako $1^2 : 2^2 : 3^2 : 4^2 : 5^2 \dots$ čili jako čtverce dob. Velikost dráhy rovná se střední rychlosti násobené počtem vteřin. Jest tedy pro 6 vteřin dráha = $\frac{0+60}{2} \times 6 = 180$. Jiný způsob vypočítání dráhy naznačuje vzorec a), násobíme-li totiž 5. (polovici účinku přitažlivosti zemské) čtvercem doby.

O silách.

109. Příčiny veškerých pohybů jsou síly. O podstatě sil nevíme ničeho a soudíme o jejich jsoucnosti takto z účinků. Dle účinků též síly měříme, soudíce, že tam, kde větší účinek, jest i větší síla; jakost sil z účinků poznati nemůžeme, jest jedno, je-li mouka mleta silou vody, páry nebo větru.

110. Skládání sil. Abychom o síle určitě mohli jednat, třeba u ní vyznačiti: a) působiště, t. j. bod, na který si účinek její přenesený myslíme, b) směr, ve kterém působí, c) velikost, kterou působí.

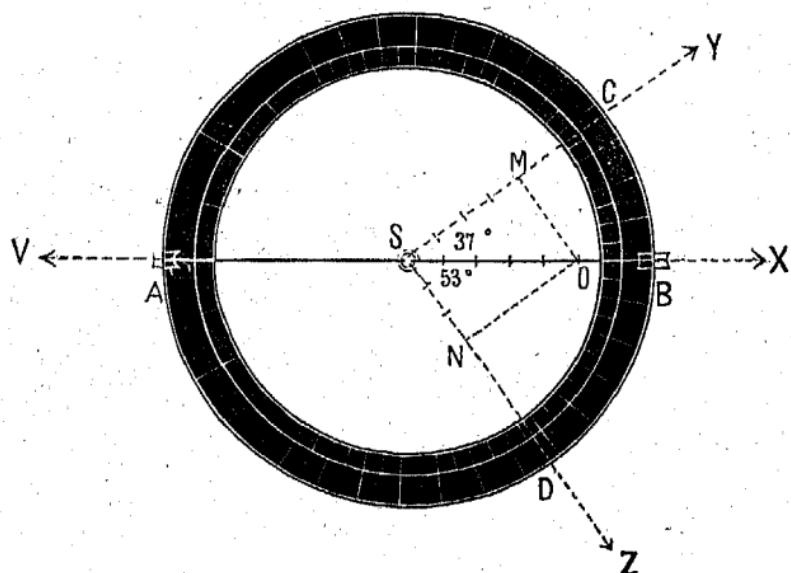
Co se velikosti síly týče, přicházíme k ní takto porovnáním účinků síly s účinkem síly za jedničku vzaté. Za jedničku přijat tah nebo tlak, jejž způsobuje jeden kilogram. Mluvíme o síle 10 kg , je-li tlak neb tah její tak velký, jaký způsobuje váha 10 kg . Mimo počtem kg můžeme si velikosti sil znázorniti přímkami. Při takovém znázornění značí nám počáteční bod přímky působiště síly, směr přímky směr síly a délka její velikost síly; při tom ovšem porovnáváme (měříme) délku přímky s onou délkou

která nám svou velikostí znázorňuje jedničku síly. Na př. znázorňuje-li nám 1 mm , 1 cm , neb 1 dm jeden kg a je-li přímka 9 mm neb 9 cm neb 9 dm velká, znázorňuje nám sílu 9 kg .

Pověsíme-li na provaz tři kameny 3 kg , 4 kg , 5 kg těžké, napínají ho tak, jako bychom na něj zavěsili kámen 12 kg těžký. Dvě krávy a jeden kůň utáhnou stejně břemeno.

Působí-li více sil na nějaké těleso, můžeme síly ty nahraditi silou jedinou, která by měla tentýž účinek. Síly, které jednotlivě působily, nazýváme složky, a sílu, která se jich účinku vyrovná čili je s to je nahraditi na-

Obr. 33.



zíváme výslednicí. O velikosti výslednice rozhoduje nejen velikost složek ale i směr, jakým složky působí, a pak působiště, kde působí. V případě uvedeném, kde působily všechny síly na hmotu v stejném směru, jest výslednice rovna součtu všech složek.

Položíme-li na kladky A B přístroje znázorněného obr. 33. provaz, mající ve středu kroužek S , a zavěsíme-li na oba volné konce závaží, na př. 2 kg , nepohně se kroužek S ; zavěsíme-li však na jeden konec 2 kg a na druhý 3 kg , hne se ve směru většího závesu, ale zůstane státi, zavěsíme-li k němu 1 kg .

Z pokusu předešlého jest patrná věta: 1) Působí-li dvě stejné síly na pevnou hmotu ve směrech

opáčných, zůstává hmota v klidu, — síly si udržují rovnováhu; výslednice se rovná 0.

2) Působí-li na pevnou hmotu dvě nerovné síly ve směrech opáčných, pohybuje se hmota ve směru síly větší a výslednice se rovná rozdílu obou sil.

Dáme-li mimo bod *A* kladky ještě do bodu *C* a *D*, tak že směry *SC* a *SD* uzavírají úhel 90° , a zavěsimo-li na provaz *SD* 4 *dkg* a na *SC* 3 *dkg*, musíme zavésiti na provaz přes kladku *A* položený 5 *dkg*, aby se kroužek v *S* nepohnul. Jest tedy účinek sil (zde závaží) ve směrech *SJ* a *SZ* působících týž jako síly (závaží) ve směru *SV* působící. Účinek síly ve směru *SV* působící však dá se dle 1) nahraditi silou rovné velikosti působící směrem *SX* t.j. ve směru opáčném. Účinek síly 4 *dkg* působící ve směru *SY* a síly 3 *dkg* působící směrem *SZ* dá se úplně nahraditi silou 5 *dkg* působící směrem *SX* a síla tato jest výslednicí. Výslednice svírá se složkou *SC* úhel 37° a se složkou *SD* úhel 53° . Velikost její můžeme určiti bez pokusu výkresem vyznačeným též v obr. 33. Vykreslíme-li si totiž úhel, ve kterém síly na hmotu působí, a na ramena tohoto úhlu (příkladně uvedeného 90°) naneseme velikost síly (počet *kg*) v určitém měřítku, na př. $1\text{ kg} = 1\text{ cm}$ (v příkladě uvedeném ve směru *SY* $4\text{ Kg} = 4\text{ cm} = SM$ a ve směru *SZ* $3\text{ kg} = 3\text{ cm} = SN$) a vedeme z konečných bodů takto znázorněných složek rovnoběžky k směrům složek; spojíme-li průsečný bod těchto rovnoběžek s vrcholem, značí nám přímka ta směrem i velikostí svou výslednici (v tomto případě $SO = 5$). Třeba tudíž jen v nakresleném rovnoběžníku, který nazýváme rovnoběžníkem sil, změřiti úhlopříčnu timtéž měřítkem, jakým měřeny byly složky.

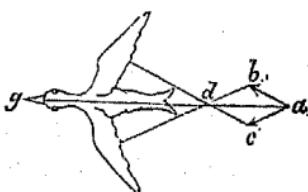
Výslednice dvou sil, působících v libovolném úhlu na pevnou hmotu, jest určena co do směru i velikosti úhlopříčnou rovnoběžníku sil.

Působí-li 2, 3 neb i více sil, skládají se vždy po dvou ve výslednici a tyto se opět skládají, až obdržíme výslednici jedinou.

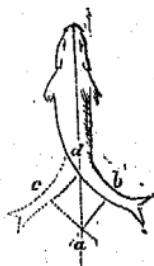
Opáčným způsobem můžeme pomocí rovnoběžníku sil z výslednice hledati buď jednu neb obě složky dle toho, dána-li jedna složka, výslednice a úhel, který spolu svírají, neb dána-li výslednice a úhly, které svírá se složkami, — pochodu tomu říkáme rozkládání sil. Pták (obr. 34.) od rází v letu svými křídly vzduch, který způsobuje tlak, protivný směru pohybu křidel, takže po-

vstávají sily ac a ab , jejichž výslednicí ad se pták pohybuje vpřed. Ryba (obr. 35.) rychle ocasem o vodu narážejíc, vyvozuje protitlakem vody sily ab a ac , jejichž výslednicí ad se pohybuje vpřed.

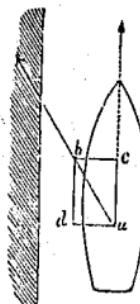
Obr. 34.



Obr. 35.



Obr. 36.



Táhne-li kň na břehu loď ve směru a velikosti ab (obr. 36.), pohybuje se lodí směrem a velikosti složky ac , protože druhá složka odporem vody o bok a účinkem kormidla se ruší.

114. Výslednice sil rovnoběžných působících v různých místech hmoty pevné. Vezmeme-li jakoukolivék (co možná nejlehčí), a zavěsíme-li na oba konce jej zavází, na př. na konec $A 9 \text{ dkg}$ a na konec $B 3 \text{ dkg}$ (obr. 37.), padá břemenem tím k zemi. Chceme-li ji udržetí, musíme ji v bodu O zavésiti na provázek otočený kol kladky K a na něj pověsiti 8 dkg . Jest tudíž účinek obou sil na koncích AB působících zrušen účinkem 8 dkg působících v bodu O . Musí tedy výslednice obou sil čili složek rovnati se 8 dkg a působiti od bodu O dolů. Bod O nalezneme, rozdělíme-li vzdálenost AB na počet, na obou koncích působících sil (zavěšených 8 dkg) a počítáme-li kolik dílků od jednoho působiště síly, kolik druhá síla čítá jednic (dekanagramů). Výslednice rovnoběžných sil stejnomořných rovná se součtu obou sil, jest s nimi rovnoběžná a působiště její se nalézá tolikrát blíž síle větší, kolikrát jest tato větší než síla menší.

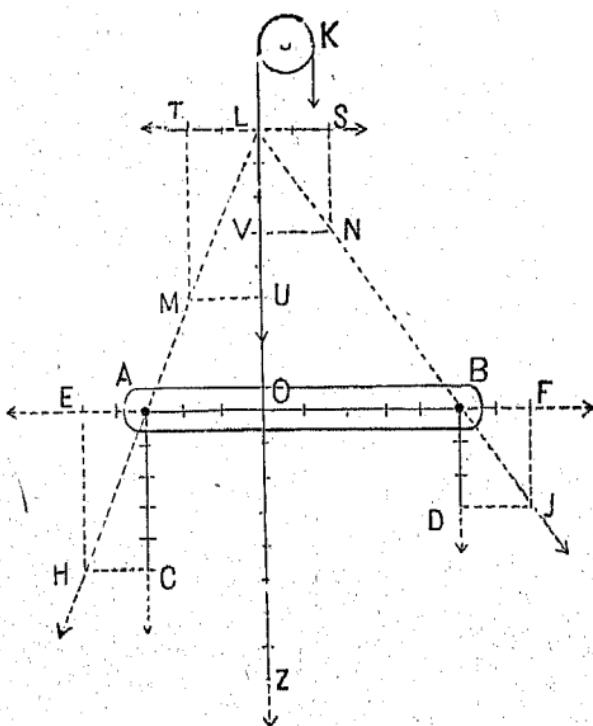
Nazveme-li složky AC a BD a výslednici OZ , uvedeme snadno zákon hořejší v mluvu písmenkovou: 1) $OZ = AC + BD$. 2) $AC : BD = BO : OA$. 3) $AC : OZ = OB : AB$ nebo $BD : OZ = AO : AB$. Dva koně táhnou za 4 provazy; působí tu tedy 4 sily, a výslednice, táhnou-li rovně, působí ve středu na voji.

O těžišti.

112. Těžištěm hmoty nazýváme onen bod, ve kterém si můžeme mysliti soustředěnou tíži celé hmoty, t. j. ve kterém se hmota podepřená udržuje v poloze rovnovážné. Dle polohy hmot jest poloha jeho velice rozdílná.

Těžiště hmot pravidelných, jako drátu, válce, hranolu leží v polovici osy; kruhu, čtverce, obdélníku a t. d. ve středu geometrickém; kostky, osmistěnu, koule též v geometrickém středu; předpokládaje, že v případech uvedených má hmota všude stejnou hustotu.

Obr. 37.



U hmot nepravidelných a nestejné hustoty stanovíme těžiště pokusem.

Vezměme libovolnou desku a pošinujme jí tak dlouho na ostré hraně ležatého tříhraného hranolu, až se na ní udrží v poloze vodorovné; pak si poznamenejme tužkou čáru, ve které se nyní stýkají deska s hranolem, a opakujme pokus ten ještě jednou.

Deska ta podepřená v průsečníku obou přímek zůstává též v rovnováze — v bodu tom jest její těžiště. Jiný způsob záleží v tom, že pověsme předmět na nit a její směr křídou nebo tužkou prodloužíme přes celou hmotu; otočíme-li hmotu asi o 90° a opakujeme-li předešlé, jest opět v průsečníku obou přímek těžiště hmoty.

Těžiště hmot plných leží uvnitř, hmot dutých však mimo hmoty; jako u dutého válce, prstenu a t. d.

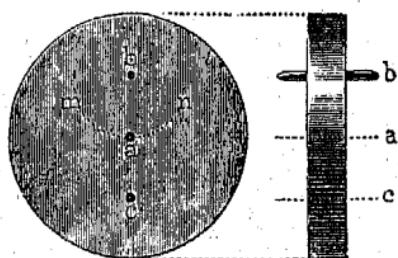
Kolmice procházející těžištěm hmoty, t. j. přímka spojující střed země s těžištěm nazývá se čárou těžištění, protože ve směru jejím se těžiště k zemi pohybovat snaží. Tomuto padání bránime tím, že hmoty v těžištěné čáře podpíráme, buď v bodu nebo ostrou hranou nebo plochou, kladouce tyto překážky padání — podporu — pod těžiště, nebo věsim, dávajíce překážku padání závěs nad těžiště.

Hmoty, které leží, stojí neb visí, jsou v rovnováze.

O rovnováze.

38. Vezmeme-li kotouč z korku nebo ze dřeva (Obr. 38.) všude stejně hutný, aby měl těžiště ve středu, a postavíme-li jej na obvod, zůstává na každém místě obvodu státi, poloha bodu *a* (těžiště) jest v každé poloze kotouče vzhledem ku ploše na které stojí, stejná.

Obr. 38.



Vrazíme-li do kotouče hřeb neb jiný těžší předmět *b*, posine se těžiště k tomuto předmětu. Postavíme-li nyní kotouč na obvod, kolibá se tak dlouho, až se ustojí v také poloze, že předmět *b* zaujmě nynější místo t. j. v *c*. Do této polohy se kotouč vždy, kdykoli z ní byl vyrušen, sám vrací. Stavíme-li kotouč velmi

pozorně tak, aby se předmět do kotouče zaražený a bod obvodu, na kterém kotouč stojí, nalézaly v jedné přímce kolmé, čili aby přímka procházel a bodem podporným, zůstane kotouč v této poloze státi, ale jen málo z ní vyrušen více se do ní nevrací.

První polohu hmoty, kde tato v každé poloze zůstává státi, nazýváme polohou volnou; těžiště svou polohu nikde nemění.

Druhou polohu hmoty, kde se tato ze své polohy vyrušena opět do ní vrací, nazýváme polohou stálou; těžiště hmoty se v tomto případě při každém vyšinutí hmoty z původní polohy zvedá, ale působením tíže opět do nejnižší polohy se vrací. Třetí poloha hmoty, kde tato z polohy té vyrušena více se do ní nevrací, nazývá se polohou nestálou; těžiště při vyrušení z polohy ustálené padá a působením tíže, která jen dobu působí, nikdy již do původní nejvyšší polohy vystoupiti nemůže.

Hmoty, které jsou podepřeny (stojí neb leží), mohou mítí kteroukoliv z těchto poloh; hmota zavěšené nad těžištěm mají vždy polohu stálou. V životě obecném hledíme vždy hmotám dátí pokud možná polohu stálou, aby i větší silou nebyly převráceny. Z této příčiny nepodpíráme hmoty pouze jedním bodem neb přímkou, ale celou plochou, kterou nazýváme plochou podpornou.

114. Stálost polohy.

Postavíme-li tužku kolmo na stůl, jest plocha, na které stojí, malá a tužka sebe menším nachýlením padá.

Vrazíme-li tužku tuto do poněkud širší desky korkové, musíme větší silou působiti, abý tužka padla; položíme-li však na korek kousek olova, jest třeba ještě větší sily, aby se tužka převrátila. Převracujeme-li tužku v posledním případě a tlačíme-li na ni jednou nahore, po druhé dole u korku, pozorujeme, že síla působící na zvrácení dole musí býtí větší.

Stálost hmoty mizí, když přímka těžiště padá mimo plochu podpornou.

Stojany pro svíčky a lampy děláme dole široké a vyplňujeme je olovem. U stojanů pro šaty rozkládáme nohy široko od sebe. Úzká loď a úzký vůz snadno se překotí. Vůz prázdný snadněji se převrhne než naložený, vůz naložený senem snadněji než naložený kamenním. Sloup železný stojí lépe než dřevěný téhož objemu a velikosti. Nakládáme-li na vůz, dáváme těžké hmoty vespod a lehkí navrch. Ochranné čluny mají těžké dno a kožené stěny, vyplněné korkem, aby se i za největší bouře nepřekotily. Na té straně, na kterou strom více větví vyhání, má též více kořenů.

Těžiště člověka jest asi ve středu břicha; člověk stojí tak dlouho pevně, dokud těžištění přímka prochází plochou, na níž stojí. Práči se rozkračují; neseme-li břemeno na zádech, nahýbáme se do předu a naopak. Při chodu přenášíme tíži s jedné nohy na druhou, odtud to kolísání těla.

Rovnováha na strojích.

115. Páka.

Vezmeme-li dřevěnou tyč rozdělenou na libovolný počet stejných dílů, na př. na *cm* a učiníme-li ji buď podepřením ostrým trojhranem neb pověšením na kolík otáčivou kolem středu, můžeme na ní učiniti následující pozorování:

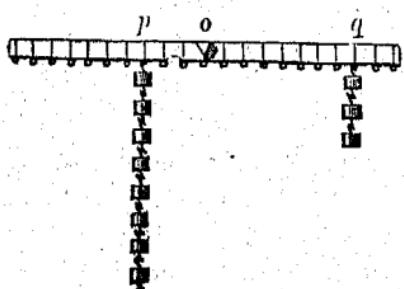
1. Zavěsimy-li pod bod podporný libovolné množství závaží, nemění se poloha tyče té do zlomení. 2. Zavěsimy-li na jedné straně od bodu točného, na př. v délku 4. závaží, na př. 1 dg ,

Obr. 39.



(obr. 39.). 3. Zavěsimy-li na osmý díl pravé polovice 3 dg a na třetí díl levé polovice 8 dg , nemění tyč rovnovážnou polohu (obr. 40.). 4. Necháme-li působit na tyč ve vzdálenosti 4 délky 3 dg dolů a ve vzdálenosti 6 délky 2 dg pomocí kotoúče *K* nahoru,

Obr. 40.



bodu točného nazýváme ramenem páky. Chceme-li nalézti rameno páky, musíme na směr síly spustit kolmici z bodu točného čili osy.

Násobíme-li ve všech udaných případech vzdálenost břemen zavěšených jejich velikostí či počtem *dg* na

klesá tato polovice tyče; zavěsimy-li na druhou stranu od bodu točného do vzdálenosti 4 délky 1 dg , vraci se tyč do původní polohy rovnovážné

2. Zavěsimy-li na osmý díl pravé polovice 3 dg a na třetí díl levé polovice 8 dg , nemění tyč rovnovážnou polohu (obr. 40.). 4. Necháme-li působit na tyč ve vzdálenosti 4 délky 3 dg dolů a ve vzdálenosti 6 délky 2 dg pomocí kotoúče *K* nahoru, nemění páka (obr. 41.) svou rovnovážnou polohu.

Každá podobná hmotá, na niž působí 2 síly hledící ji kolem nehybného bodu (podpory) otáčeti ve směrech opačných, nazývá se páka. Kolmo u vzdálenost síly od

jedné straně tyče a na druhé straně tyče, v případu 4. pak působící nahoru a dolů; shledáme, že jsou součiny ty sobě vždy rovny.

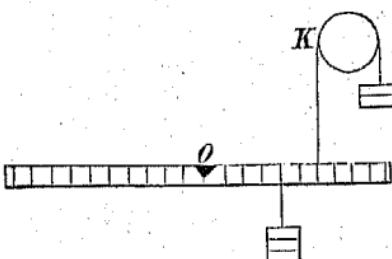
$$\text{Z případu 2. obdržíme } 4 \times 1 \text{ dg} = 4 \times 1 \text{ dg} = 4.$$

$$\text{3. } \quad 8 \times 3 \text{ dg} = 3 \times 8 \text{ dg} = 24.$$

$$\text{4. } \quad 4 \times 3 \text{ dg} = 6 \times 2 \text{ dg} = 12.$$

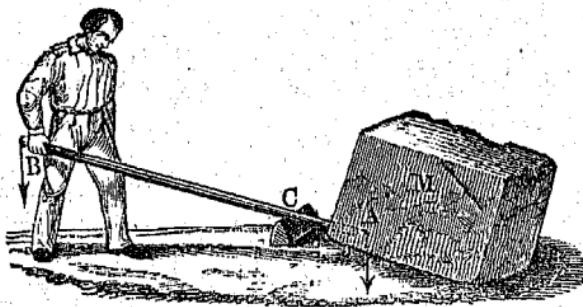
Součin ramena a síly nazýváme statickým momentem. Statický moment jest tím větší, čím větší břemeno a síla. V případech uvedených jsou 4, 24, 12 statické momenty; poněvadž ve všech uvedených případech byla páka v rovnováze, možno vysloviti větu: Páka jest v klidu, je-li statický moment síly (sil) rovný statickému momentu břemena (břemen — je-li těchto více). *)

Obr. 41.



Užití páky spočívá v tom, že působíme na dlouhém rameně malou silou a tím přemaháme velké břemeno působící na rameně krátkém.

Obr. 42.



V obraze 42. znázorněno, jak působí dvoustranná páka — sochor. Jiné příklady jsou: kleště, klištky, zábradlí u mýta, hasák, veslo a t. d.

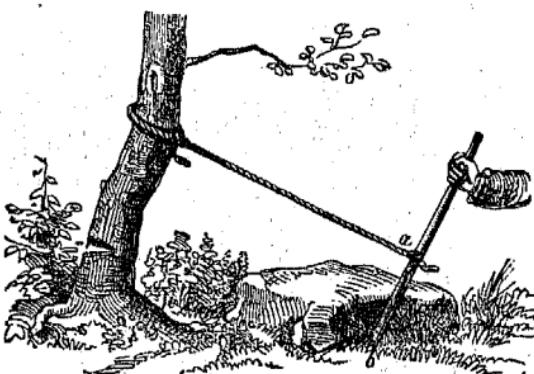
*) Zvykem nazýváme sílu působící na jednom rameně páky břemem a onu působící na druhém rameně silou. Všeobecněji by věta uvedená zněla: Páka jest v klidu, jsou-li statické momenty (v součtu) sil působících na páku v jednom směru = momentům sil působících na páku ve směru druhém.

V obraze 43. znázorněno působení páky jednostranné, v bodě b se nalézá bod točný. Jiné příklady této páky jsou: trakař, kolečko, louskáček na ořechy, řezačka, podnože u kolovratu, brusu, soustruhu. Ruka naše jest též páka, jejíž osa jest v lokti, rameno sily jest kratší než rameno břemena. Motyka, cep, lopata, vidle, podávky, péro, štětec a t. d. jsou páky.

116. Váhy. Nejdůležitější a nejobecnější užití pák jsou různé váhy. Všeobecně užívá se následujících váh: váhy obecné (= krámské), římské, ručičkové, přesmene, váhy desitinné a můstkové.

Obecné váhy krámské sestávají: z vahadla, které jest stejnoramenná páka, která se otáčí na ocelové ose, mající podobu ∇ , která spočívá na podložce nebo ložisku z achátu nebo z ocele, nalézající se buď na pev-

Obr. 43.



ném sloupku nebo ve skřipci, kterými váhy podpíráme. Vahadlo jest opatřeno jazýčkem, který svou svísnou polohou udává rovnovážný stav vahadel. Na koncích obou ramen visí mísky, sloužící ku přijímání předmětů, které chceme vážiti.

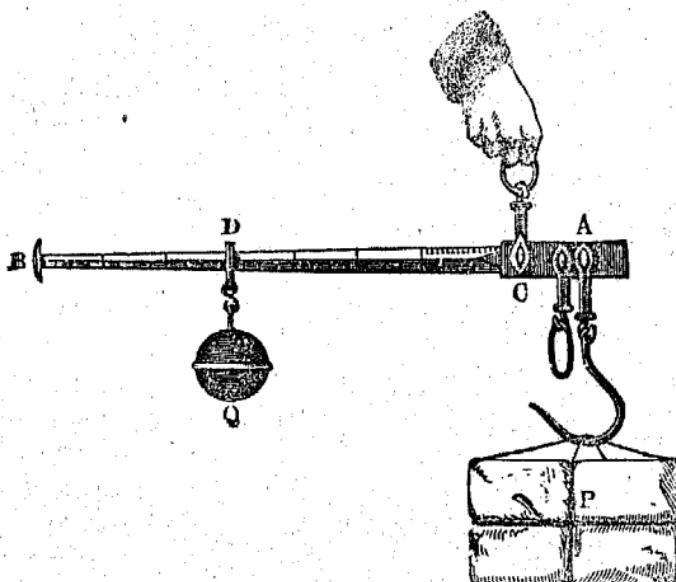
Každé dobré váhy musí být správné, citlivé a musí mít stálou polohu. Váhy jsou správné: 1) jsou-li ramena vahadla stejně dlouhá; 2) jsou-li ramena vahadla stejně těžká a stejně podoby, aby těžiště těchto ramen byla od osy točné stejně daleko; 3) jsou-li mísky i s věšadly stejně těžké; 4) jsou-li závěsy v přímce s osou točnou.

Váhy jsou citlivé, když nejmenším přidáním závaží každém, zatíženém i nezatíženém, stavu se z polohy

rovnovážné značně uchylují. Uchýlení jest tím větší, čím delší a lehčí jsou ramena; čím lehčí jsou misky, čím menší jest obtěžkání a čím blíže jest těžiště vahadla k ose. Aby měly váhy stálost, t. j. aby se vahadlo z rovnovážné polohy vyrušené opět samo do ní vraceло, třeba, aby bylo těžiště vahadla níže než bod točný.

117. Přesmen (mincifř) jest nestejnoramenná páka AB v C zavěšená (obr. 43.). Na kratší rameno se věší břemeno v bodu A , na delším se nalézá posuvné závaží Q (běhoun). Je-li vahadlo v poloze rovnovážné, jest (jako na páce vůbec) $Q \times DC = P \times AC$ čili $P = Q \frac{DC}{AC}$ t. j. P jest tolikrát větší než závaží Q , kolikrát jest AC ob-

Obr. 44.

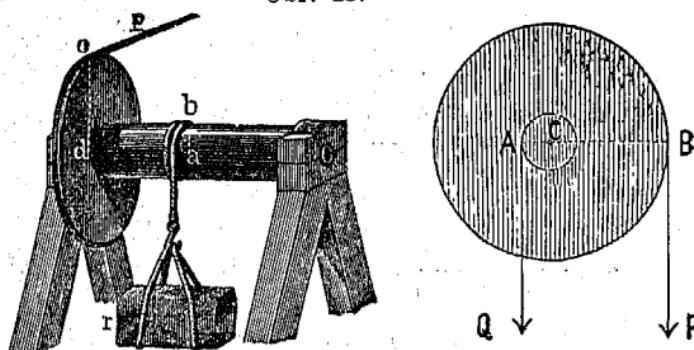


saženo ve vzdálenosti DC . Za tou příčinou jest též celé rameno CB rozděleno v rovné délky, z nichž každý se rovná CA a tyto jsou opět rozděleny v délky menší.

118. Kolo na hřídeli (obr. 45.) sestává z hřídele (kuláče), na jehož ose nalézá se kotouč B (kolo) tak nasazený, že se obě osy hřídele a kola sjednocují. Na obvodu hřídele působí břemeno Q na provaze neb řetězi zavěšené, které buď zvedáme neb spouštíme. Na obvodu kola působí síla, kterou břemeno zvedáme. Není to nic

jiného než páka nestejnoramenná, která se otáčí kolem osy C. Proto zde platí totéž pravidlo pro rovnováhu jako na páce.

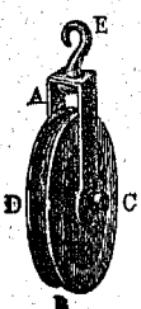
Obr. 45.



Máme-li strojem tímto zvedati na př. hektolitr vody, jaký musí býti poměr mezi hřídelem a kolem? Dejme tomu, že zde působí sila člověka 8 kgr.; hl vody váží 100 kgr; $100:8 = 13$; jest poměr sil, poměr ramen musí býti obrácený pro rovnováhu jako na páce a proto musí mít kolo 13krát větší poloměr než hřídel. Místo kotouče bývají ku hřídeli přidělány kliky nebo jiná ramena. Je-li hřídel vodorovný, nazýváme stroj ten rumpál em; je-li hřídel kolmý, nazýváme jej vratičem. Žentoury mají na místě kola dlouhá ohebná ramena, k nimž se připřahají voli neb koně. Kola vodní a šlapací, brus, klíč, vrták, klika a t. d. jsou podobná užití páky. Soukolí a čelníkové a kuželové není nic jiného než kolo na hřídeli.

119. Kladka. Kotouč kol osy na plochu jeho kolmě otáčivý a na obvodu žlábkem pro provaz opatřený nazývá se kladka (obr. 46.).

Obr. 46.



Obr. 47.



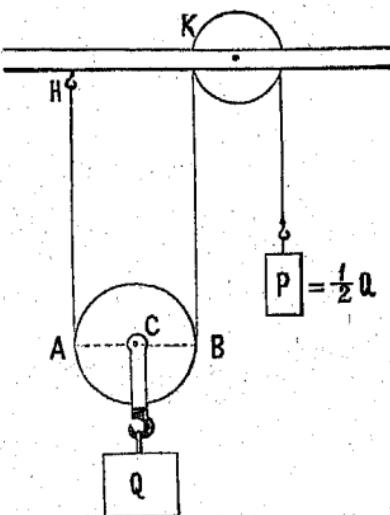
(obr. 47.) položený závaží, neotáčí se tato čili je v rovnováze, když jsou na obou koncích závaží stejná. Kladka

zavěsimy-li na provaz přes kladku nehybnou

hybná není nic jiného než páka stejnoramenná, točná kolem osy a mající za ramena poloměry kotouče. Kladka nehybná jest v klidu, je-li břemeno rovné síle. Kladkou nehybnou ménime směr síly dle naší libovůle; vytahujeme břemena do výšky (beran); plynoujemy a svítily a t. d. udržujeme kladkou ve výši stejně velkým závažím.

Kladky hybné užívá se nejvíce ve spojení s kladkou nehybnou. Provaz vinoucí se po kladce C (obr. 48.) břemenem Q obtěžkané jde přes nehybnou kladku K a na jeho konci působí buď síla ruky neb protizávaží P . Břemeno Q zavěšené na kladce hybné napíná oba provazy, na kterých visí rovnou silou, t. j. silou $Q/2$. Pro tuto příčinu jest činným pouze tah $Q/2$, který působí napnutí na provazu BK , kdežto druhé $Q/2$ se ruší pevností závěsu H . Činné $Q/2$ na provaze BK vyrovnává se přes kladku nehybnou závažím neb vůbec silou P tak, že se musí $P = Q/2$.

Obr. 48.



Na kladce hybné jest rovnováha, když se síla = polovičnému břemenu.

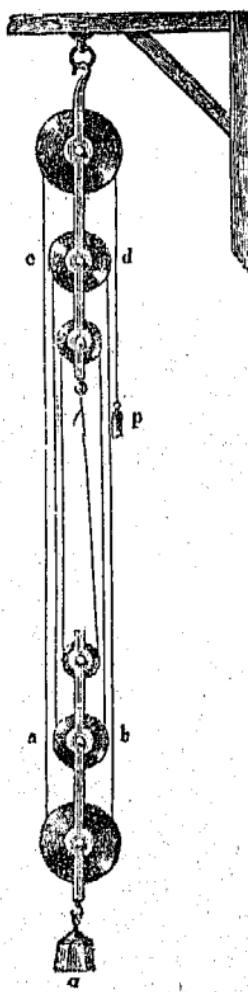
120. Kladkostroj obecný skládá se z rovného počtu kladek nehybných a hybných, nalézajících se ve dvou skřipcích (obr. 49.). Na skřipci hybných kladek visí břemeno Q ; tomuto drží rovnováhu síla P , působící na konci provazu ovinutého kolem všech kladek, jehož druhý konec jest uvázán za hák skřipce kladek nehybných. Břemeno Q napíná všechny provazy stejně, za tou příčinou působí na každém jen tolikátá část břemena, kolik jest provazů. Provazů jest tolik co kladek. Dělíme-li kdy břemeno počtem kladek, obdržíme napnutí jediného provazu a tím i velikost síly P , která udržuje kladkostroj v rovnováze; neboť se touto napnutí poslední části vyrovnává a tím

i rovnováha dostavuje. V případě zobrazeném jest kladek 6, jest tedy $P = \frac{Q}{6}$.

Kladkostroj obecný jest v rovnováze, když se síla rovná břemenu dělenému počtem kladek.

Při kladce hybné a při kladkostroji musíme k břemenu připočísti váhu předmětů pohyb břemena sledujících (skřipce a t. d.).

Obr. 49.



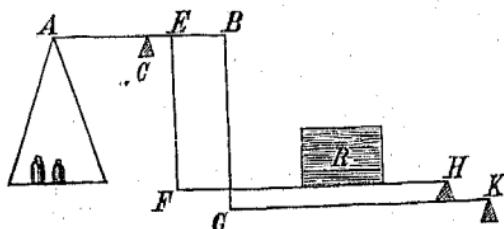
121. Váha desetinná (decimální, můstková). Tato váha, jejíž celé zařízení znázorňují obr. 50. a 51., slouží k tomu, aby se nějaký předmět kdekolivék na můstek položený závažím desetkrát menším mohl vážiti.

Na vahadle AB (obr. 50.), na jehož jednom konci jest miska pro závaží, jsou zavěšena tahadla v E a v B tak, že rameno EC jest desátý díl ramena AC ; ramena CE a CB jsou v libovolném poměru, zde na př. v poměru $1 : 5$. Tahadla spojují vahadlo s jednostrannými pákami FH a GK , jejichž osy musí být tak zařízeny, aby se poměr $HK : GK$ rovnal poměru $CE : CB$ (zde $1 : 5$). Poslední zařízení má ten účel, aby břemeno R kdekolivék na můstku položené vždy stejně se přenášelo na vahadlo.

Obnaší-li na př. břemeno R 20 kg a jest náhodou na můstku položeno tak, že těžiště jeho leží 3kráté blíže k bodu H než k bodu F , panuje v F a tedy i v E tlak 5 kg a v H tlak 15 kg ; t. j. jest rozdelen na tahadla dle obráceného poměru ramen. ($1 : 3$). Tlak 15 kg v H působí na páku GK v bodu K a spůsobuje v G tlak (v poměru ramen $HK : KG = 1 : 5$) pětkrát menší t. j. 3 kg . Tlak tento působí na vahadlo v bodu B tlakem 3 kg , což stejně jest, jako by v bodu E působil (dle poměru ramen $CE : EB = 1 : 5$) tlakem 5krát větším t. j. 15 kg . Sečteme-li oba tyto účinky na vahadlo, shledáváme, že jest jich účinek na vahadlo takový, jakoby v E působilo břemeno 20 kg ,

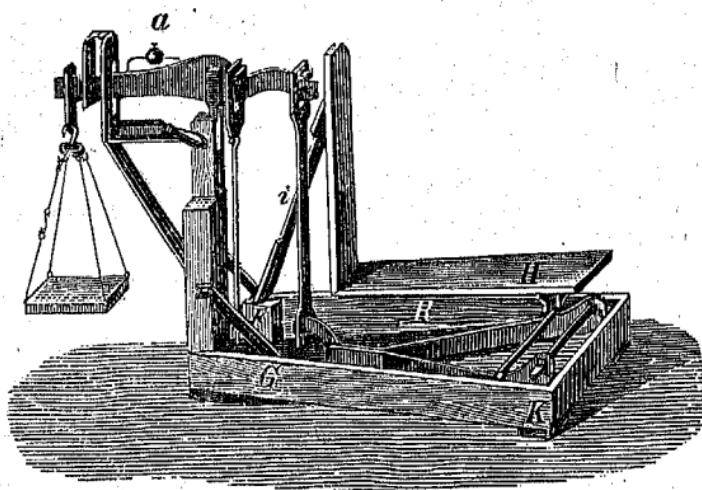
které na můstku leží. Ježto ale rameno CE jest desetkrát menší než rameno CA páky AB , jest třeba k rovnováze pouze závaží 10krát menšího, nežli jest břemeno v E působící t. j. 2 kg .

Obr. 50.



Mají-li se vážiti břemena velká, jako vozy i s nákladem, bylo by třeba i při desetinné váze závaží velikých, proto se užívá váh stotinných (centesimálních), u kterých jest poměr $EC:CA=1:100$.

Obr. 51.

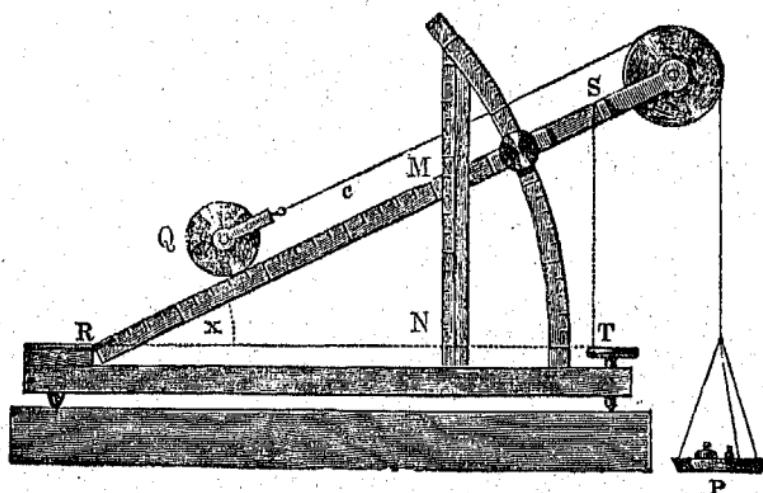


122. Nakloněná rovina. Každá rovina, která s rovinou vodorovnou tvoří úhel ostrý, nazývá se rovina nakloněná. Přístroj (obr. 52.) znázorňuje rovinu nakloněnou. Vzdálenost RS nazýváme délkou, ST výškou a RT základnou roviny nakloněné. Spojíme-li břemeno Q na ploše nakloněné se valící provázkem přes kladku položeným s miskou, na niž dáme závaží P , aby břemeno Q na libovolném místě v klidu státi zůstalo, shledáme porovnávajíce břemeno s váhou misky a závaží P , že jest břemeno tolíkrát větší než závaží, + váha misky, kolikrát jest větší délka než výška roviny nakloněné.

Je-li břemeno $Q = 40 \text{ dg}$, délka $= 6 \text{ dm}$ a výška $= 2 \text{ dm}$, jest P (váhu misky v to počítaje) $= 40 \cdot \frac{2}{6} = 13\frac{1}{3} \text{ dg}$.

Zařídíme-li přístroj ten tak, aby síla, břemenu rovnováhu udržující, působiti mohla rovnoběžně se základnou, shledáme, že jest váha závaží + misky pro rovnováhu.

Obr. 52.



tolikrát menší, kolikrát jest základna větší než výška roviny nakloněné.

Je-li $Q = 40 \text{ dg}$, základna 5 dm a výška $1\frac{1}{2} \text{ dm}$, jest P (s váhou misky) $= 40 \text{ dg} \times \frac{1\frac{1}{2}}{5} = 9\frac{1}{3} \text{ dg}$.

Síla tíže působí v břemenu vždy dolů, tedy rovnoběžně s výškou, směr síly jest, jak jsme poznali, rovnoběžný buď s délkou neb se základnou, tak že pozorování může se sloučiti ve větu:

Na nakloněné rovině jest rovnováha, má-li se síla k břemenu obráceně, jako strany nakloněné roviny, s nimiž síly působí rovnoběžně.

Nakloněné plochy užíváme ku zdvihání i skládání břemen (líha).

Schody, nakloněné žebříky, silnice přes vrchy, řečiště a t. d. jsou různé případy plochy nakloněné.

123. Klín. Jest to hranol, který ostřím zarázíme do tělesa, abychom je rozštípli. Síla zde působí na straně ostří protilehlé, kterou nazýváme čelem, břemenu působí na strany či boky klínu. Jsou to vlastně 2 spojené roviny nakloněné a proto zde platí týž zákon jako tam. Rozdíl jest ten, že se klín pohybuje, kdežto plocha nakloněná jest pevná. Při rovnováze na klínu musí se míti síla ku břemenu jako čelo k boku.

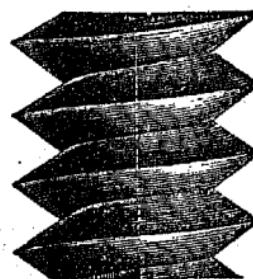
Klín jest tím účinnější, čím jest užší. Slouží ku zvedání hmot a k upevňování. Všechny řezací a rýpací nástroje jsou klíny, na př. nůžky, dláta, sekery, rýče, jehly, hřebíky, nože, meče a t. d. Hoblik jest spojení nakloněné roviny a klínu, vrták šroubu a klínu.

124. Šroub. Otočíme-li kolem válce nakloněnou plochu tak, aby výška její byla rovnoběžná s osou válce, opisuje délka její na válci čáru šroubovou či šroubovici. Přiložíme-li na válec podél této šroubovice hranol trojboký nebo čtyřboký, vznikne vřeteno šroubu ostrého (obr. 53.) nebo hladkého (obr. 54.). Navléčeme-li na vřeteno dutý válec tak vybraný, aby se ve vnitřním jeho žlábkům vřeteno mohlo pohybovat, obdržíme tak zvanou matici (obr. 55.).

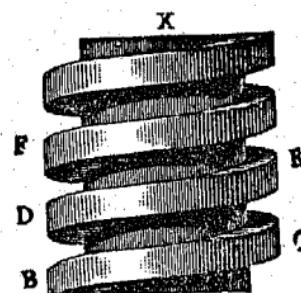
Vřeteno a matice skládají šroub; v životě obecném říká se i vřetenu bez matice „šroub“. Najmě to bývají šrouby upevňovací, jimž při zavrtávání dělá matici hmota, do níž jsou zavrtány.

Jednotlivé závity či otočky tvoří řadu nakloněných rovin. Při otáčení se bud' pohybuje vřeteno zvedajíc s se-

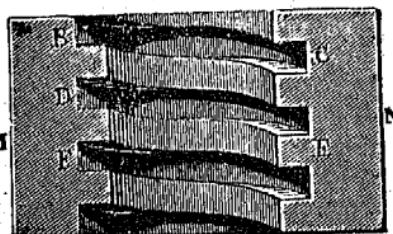
Obr. 53.



Obr. 54.



Obr. 55.



bou břemeno, když stojí matice, neb se pohybuje matice s břemenem a stojí vřeteno. Ve všech případech platí zde týž zákon jako na rovině nakloněné. Břemeno neb síla zde působí rovnoběžně s osou válce a naopak opět síla neb břemeno působí kolmo na osu válce či rovno-běžně se základnou ovinuté roviny nakloněné. Proto podmínka rovnováhy na šroubu zní: Při rovnováze na šroubu se má síla k břemenu jako výška otáčky (myšlené roviny nakloněné) k obvodu vřetena.

Upotřebení šroubu jest velmi rozsáhlé. Dle užití rozeznáváme šrouby připevňovací a spojovací. Rozličné druhy svěráků a spínáků zakládají se na vhodném užití šroubu. V šroubovém lisu vyzovu-jeme šroubem značný tlak. Na parních lodích užívají šroubu lod-ního k pohybu lodí. Vřeteno šroubu lodního jest upevněno na bo-kách lodě a je velkou rychlostí otáčeno, tím se zavrtává do vody a pohybuje s sebou lodě ku předu. (Rössler).

125. Práce. Zvedáme-li nějakou hmotu do výše, pře-konáváme tah, který působí jeho váha, nepřetržitě, až jsme ji zvedli na žádané místo. Řežeme-li nějaké dřevo, překonáváme nepřetržitě odpor vláken proti rozdělení. Vlečeme-li nějaký předmět, překonáváme nepřetržitě odpor působený třením. Překonáváním určitého od-poru v každém okamžiku jisté dráhy konáme práci. Kůň, který veze po cestě 500 kg, vykonává určitou práci; kůň, který po té samé cestě veze 1000 kg, vykonává práci 2krátě větší. Vynesl-li někdo 30 kg do prvního poschodi, vykonal určitou práci; kdo vynesl 30 kg do druhého poschodi, vykonal práci 2krátě větší. Z těchto případů patrno, že je velikost práce odvislá nejen na odporu, který přemáháme, ale i na dráze, po kterou jsme jej přemáhali.

Abychom práci mohli měřiti, musíme si stanoviti jedničku práce. Mírou touto jest ona práce, kterou jsme vykonali, vytáhli li jsme 1 kg 1 m vysoko. Jednici tuto nazýváme kilogramometr.

Abychom práci vyjádřiti mohli kilogramometry, mu-síme udati sílu v kilogramech a dráhu v metrech. Velikost práce jest pak určena součinem odporu (v kilogra-mech) a dráhy (v metrech) vykonané.

K měření práce, kterou vykonávají stroje větší, uží-váme koňských sil. 1 koňská síla = 75 kilogramometrů.

126. Účel strojů. Pozorujeme-li páku AB (obr. 56.), na jejíž koncích síly $P = 3\text{ kg}$ a $Q = 1\text{ kg}$ sobě udržují rovnováhu, když se tato pohybuje do polohy $A'B'$, tož seznáme, že vykonaly konce dráhy AA' a BB' .

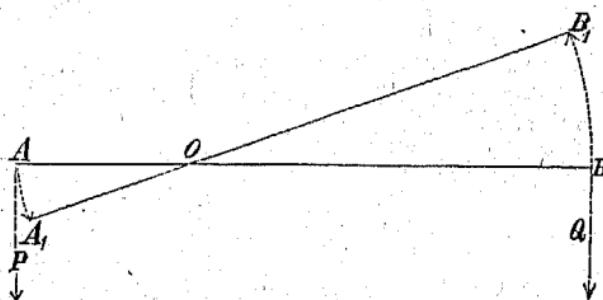
Změříme-li oblouček AA' a BB' , shledáme, že jest oblouček AA' 3krát větší obloučku BB' . Násobíme-li síly Q a P příslušnými drahami AA' a BB' , jsou součiny ty sobě rovny, t. j.

$$Q \cdot AA' = P \cdot BB'.$$

Součiny tyto nejsou ale nic jiného než práce, takže, třebas menší síla Q překonala větší břemeno P , jest vykonaná práce na obou koncích stejná.

Zvedáme-li břemeno pomocí kladkostroje obecného, na př. 4kladkového, potřebujeme sice jen čtvrtinu oné síly, kterou přemáháme, ale za to musí síla vytáhnout 4krát větší kus provazu, než oč se břemeno vytáhlo, t. j. musí vykonati 4krát větší dráhu.

Obr. 56.



I zde jest práce síly a břemena stejná. Z příkladů těch patrnou, že se strojem práce nepřidělá, stroj vykoná jen tu práci, která na něj byla přenešena; co se získá na síle, ztrácí se na čase (dráze). Vzdor tomu jsou však stroje velice důležity.

Strojem měníme poměr břemena a síly. Břemeno necháme působit na kratším rameně páky, sílu na rameně delším. K podobným účelům užíváme kladkostrojů, soukolí, kola na hřídeli a t. d. Strojem měníme směr síly dle libovůle, jako: kladkostroji, soukolím a t. d. Strojem měníme rychlosť: volný tok řeky, pohyb parního pistě, chod koně a t. d. měníme kolem na hřídeli nebo soukolím v pohyb rychlejší, šroubem v pohyb volnější. Stroj koná práci pravidelně.

127. Kývadlo. Kývadlem nazýváme každou hmotu, která jest zavěšena mimo těžiště tak, aby se mohla v rovině kol závěsu pohybovat.

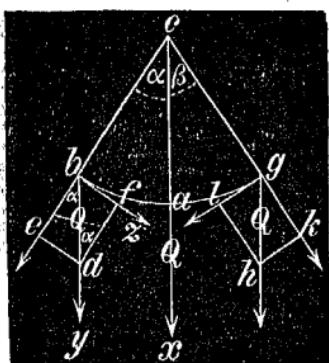
Rozeznáváme kývadlo jednoduché či matematické t. j. těžký bod zavěšený na niti bez váhy; každé jiné kývadlo nazýváme kývadlem složeným či fyzickým.

Vzdálenost těžkého bodu od osy, kolem které se kývadlo otáčí, nazýváme délkou kývadla.

a) Kývadlo jednoduché. Za kývadlo jednoduché (obr. 57.) můžeme považovati těžkou kuličku olověnou v a zavěšenou na hedvábné niti v bodu C. Nalézá-li se

kulička v klidu, jest přítažlivost zemská která na ni působí, rušena pevností niti, kulička visí kolmo pod závěsem C.

Obr. 57.



Vyšineme-li kuličku z rovnovážné polohy a do polohy b (obr. 57.) a přenecháme-li ji pak sobě samé, nezůstává v klidu, nýbrž pohybuje se zpět do polohy a a odtud do polohy y, která jest od a stejně vzdálena jako b.

Dosáhnuvši této nejvyšší polohy vrací se zpět do polohy a a b, z polohy b opět přes polohu a do polohy g; pohyb tento opakuje se tak dlouho, až kulička a, po vždy menších odchylkách od polohy rovnovážné, opět stane v poloze a.

Pohyb takový nazýváme kýváním, dráhu bg k y v e m a čas, který ke kyvu potřebujeme, d o b o u k y v u.

Pozorujeme-li bod a v poloze b, vidíme, že na něj působí síla tíže velikosti bd; protože ale v tomto směru kuličkou pohybovat nemůže, rozkládá se účinek její ve 2 složky, be působící ve směru niti, kterouž skutečně napíná, a bf působící ve směru na nif kolmém, která hledí kuličkou pohybovat k a. Učinkem poslední složky kulička se skutečně pohybuje z polohy b do a, při kterémž pohybu se složka ta umenšuje, až v a jest rovna nule. Nepřetržitým působením této složky povstává pohyb nerovnoměrně zrychlený, tak že kuličce přibývá rychlosti, až jest v poloze a největší, proto nezůstává v poloze a státi, ale pohybuje se dále do polohy g. Při tomto po-

hybu z *a* do *g* počíná opět působití složka na ni kolmá, ale proti pohybu; nepřetržitým účinkem této složky, která se při vzdalování od polohy *a* zvětšuje, povstává pohyb nerovnoměrně zpozděný, až se účinkem jejím pohyb zruší a kulička z polohy *g* nastupuje pohyb zpátečný. Odporem vzduchu a třením závěsu na ose se pohyb tento, který by jinak trval stále, zvolna ruší.

128. Zákony pohybu kýadelního.

1. Necháme-li kývati několik kýadel stejně dlouhých, z nichž má jedno kuličku olověnou, druhé kamennou, třetí dřevěnou, mají kylvu stejně.

Doba kyvu jest nezávislá na jakosti a váze hmoty se kývající.

2. Zavěsíme-li vedle sebe 3 kýadla, z nichž jest prvé 1 dm, druhé 4 dm, třetí 9 dm dlouhé, a necháme-li je nějaký čas kývati, shledáme, že kýadro prvé vykonalo 2krát tolik kylvu co kýadro druhé a 3krát tolik co kýadro třetí.

Čím kratší kýadro, tím více kylvu vykoná (v téže době).

Délky kýadel jsou v poměru nepřímém se čtvercem dob.

3. Francouz Richer pozoroval, když se roku 1672 z Paříže, která leží na 49° od rovníku, do Cayenne, které leží na 5° od rovníku, přestěhoval, že se jeho hodiny, které v Paříži bily vteřiny správně, opozdjují a musel délku kýadla o 1:25 čárky zkrátit, aby mu opět pravidelně bily.

Doba kyvu při nezměněné délce kýadla se mění se zeměpisnou šírkou a ubývá jí čtverečně s přitažlivostí. Na točnách se pohybuje kýadro rychleji než na rovníku, aby ale mělo stejný chod, musí být kratší.

129. b) Kýadro složené či fysické. Obyčejně sestává kýadro složené z tyče dřevěné neb kovové, na jejímž konci se nalézá těžká čočka.

Takovéto kýadro fysické se skládá z nesčíslného množství kýadel jednoduchých; každý hmotný bod kýadla fysického nám představuje kýadro jednoduché.

Kdyby se všechna tato kýadla mohla pohybovat tak, jak to jejich délky vyžadují, pohybovala by se ona,

kteráž jsou bodu závěsného blízko, rychleji a ona, jež jsou od závěsu vzdálena, volněji, než jak se pohybují nyní spojena jsouce v kývadle fysickém.

Jedna kývadla — kratší — hledí pohyb kývadla fysického zrychliti, druhá — delší — hledí pohyb jeho zmírnit; kývadlo pohybuje se účinkem všech těchto kývadel určitým kyvem výsledním.

Pověsíme-li vedle kývadla fysického kývadlo jednoduché stejně dlouhé, pohybuje se toto volněji; mají-li se pohybovati stejně čili míti stejnou dobu kyvu, musíme kývadlo jednoduché zkrátiti. Tato délka rovnodobě s kývadlem fysickým se kývajícího kývadla jednoduchého nazývá se převedenou (redukovanou) délkou kývadla složeného. Přeneseme-li tuto délku na kývadlo složené, obdržíme na kývadle složeném bod, který se nazývá středem kyvu a nalézá se vždy pod těžištěm kývadla.

Doba kyvu jest též odvislá na délce kývadla; kývadlo, které vykoná kyv za vteřinu, nazýváme vteřinové a jeho délka = 99·4 cm. Zákony, které jsme vyvinuli pro kývadlo jednoduché, platí i pro kývadlo složené. Čočka u kývadla fysického bývá proti tyči velmi těžká, tak že se v ní nalézá nejen těžiště celého kývadla ale i střed kyvu. Pošineme-li čočku, změní se jak těžiště tak střed kyvu, tak že tímto spůsobem „délku“ kývadla můžeme měnit.

Pro onu vlastnost kývadla, že toto dobu kyvu nemění, dokud nezměnilo místo a délku, užívá se ho k řízení času.

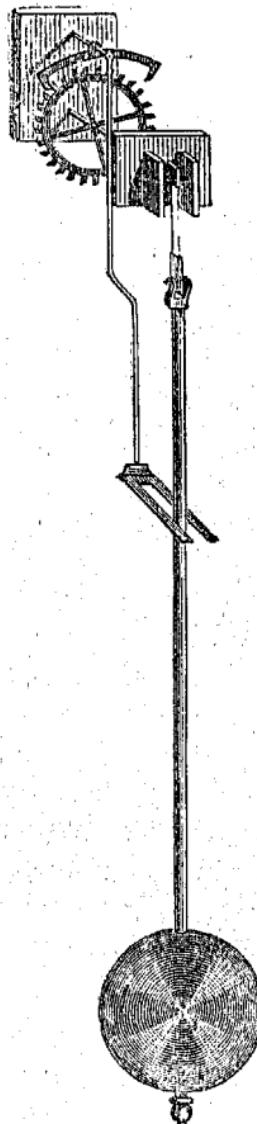
Na obraze 58. viděti celé spojení kývadla s ústrojím hodinovým. Kývadlo visí na ohebném plíšku a zasahá do vidlice, která jest spojena s kotvou. Kotva zasahá na kolečko spojené s ostatními kolečky, kteráž jsou hnána buď závažím neb pérem ocelovým. Kolečko udržuje svým pohybem kývadlo v chodu udilejíc mu vždy tolik síly, kolik jí odporem ztratilo, a kývadlo způsobuje svým rovnodobým pohybem, že se kolečko při každém kyvu jen o jeden zub může pošinouti a tím pravidelný chod řídí.

130. Pohyb hmot vržených. Působila-li na hmotu síla okamžitá sdělivši jí určitou rychlosť, kteroužto se má dále rovnoměrně pohybovati, pravíme, že hmota ta byla vržena.

Dle toho, jakým směrem byla hmota vržena, rozdíváme vrh svisno dolů a nahoru, vrh vodorovný a šikmý.

Obr. 58.

1. Vrhneme-li těleso dolů, padá výslednicí síly vrhu a přitažlivosti zemské.



Byla-li hmota vržena svisno dolů rychlostí 6 m , proběhne v 10 vteřinách dráhu $6 \times 10 = 60 \text{ m}$ působením síly vrhu; působením přitažlivosti zemské dráhu $5 \times 10^2 = 500 \text{ m}$ (dle 110), dohromady $60 + 500 \text{ m} = 560 \text{ m}$.

2. Vrhneme-li těleso svisno nahoru, pohybuje se silou vrhu vzhůru, ale proti tomuto pohybu účinkuje přitažlivost zemská.

Jestliže jsme vrhlí hmotu rychlostí 100 m vzhůru, ubývá jí přitažlivostí země každou vteřinu 10 m t. j. tolik, kolik by jí každou vteřinu přibylo, kdyby padala dolů. Ze 100 se může 10 vzít jenom 10 krát, rychlosť hmoty bude tedy za 10 vteřin zrušena a hmota počne padat zpět.

Čas, po který hmota vystupuje, vypočítá se, když rychlosť vrhu dělíme zrychlením.

Kdyby se hmota pohybovala rychlosťí počáteční 100 m , vykonala by dráhu $10 \times 100 \text{ m} = 1000 \text{ m}$. Kdyby na ni působila pouze přitažlivost zemská, vykonala by (dle 110) dráhu $5 \times 10^2 = 500$. Současným působením obou proběhne dráhu $1000 \text{ m} - 500 \text{ m} = 500 \text{ m}$. Padá-li hmota s dosáhnuté výšky 500 m dolů, proběhne tu dráhu v 10 m a má na konci desáté vteřiny rychlosť $10 \times 10 \text{ m} = 100 \text{ m}$.

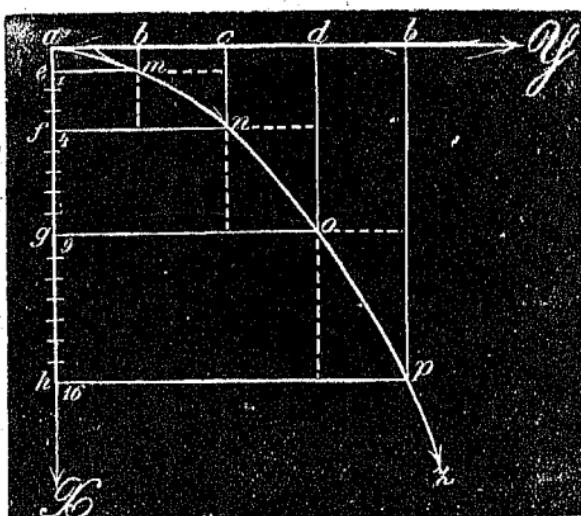
Doba, po kterou hmota vystupuje, jest táz jako ona, po kterou hmota zpět padá, a rychlosť, kterou byla vržena, rovná se oné, kterou dopadá na zem.

Vrh vodorovný. Vezmeme-li do ruky vodou naplněnou stříkačku, položíme-li ji vodorovně a stlačíme-li pist

dolů, shledáme, že voda v obloukovitém směru dopadá k zemi. Kulíme-li rychle kuličkou po vodorovné ploše, nepadá tato kolmo dolů, jakmile byla plochu opustila, nýbrž v obloučku.

V uvedených případech působí na hmotu síla vrhu, kterouž by se hmota pohybovala rovnoměrně t. j. vykonala by v každé vteřině dráhu ab , bc , cd , de (obr. 59.), a přitažlivost zemská; touto by dle zákona volného pádu proběhla dráhy $ae = 5\text{ m}$, $ef = 3.5\text{ m}$.

Obr. 59.



$fg = 5.5 \text{ m}$, $gh = 7.5 \text{ m}$. Hmota podrobená účinkům obou sil po-
hybuje se dráhou ap , která jest parabolou. Opakujeme-li předešlé
pokusy ale tak, aby směr počáteční byl šikmý, shledáme, že i v tomto
případě hmoty v křivkách parabolických k zemi dopadají.

Vzdálenost nejvyššího bodu od horizonty nazýváme výškou vrhu, vzdálenost bodu, kde hmota dopadne, od bodu, kde byla vržena, nazýváme délkou vrhu.

131. Pohyb středoběžný. Zavěsimě-li olověnou kuličku na niť a vyšineme-li ji jako při kývadle z její rovnovážné polohy a nespustíme-li ji zpět, nýbrž dáme-li jí ráz na rovinu kyvu kolmý, nespadá kulička v rovnovážné polohu, ale pohybuje se v ellipsách neb kruzích kolem rovnovážné polohy.

Na kuličku při pohybu tom působí nepřetržitě síla tiže hledíc ji přivésti do rovnovážné polohy a síla okamžitá — ráz. Vždy, kdykolivék na nějakou hmotu působí takovéto dvě síly spůsobem uvedeným, jedna jí totiž hledí zblížiti k určitému středu a druhá od něho vzdáliti, vzniká pohyb uvedený, který nazýváme *pohybem středoběžným*.

Síla, která hledí hmotu k určitému středu přiblížiti, nazývá se *dostředivá* (centripetální; síla, která ji hledí od středu vzdáliti, nazývá se *tečnová* (tangentiální).

Zda křivky, ve kterých hmota pohybem středoběžným se pohybuje, jsou kruhy neb ellipsy, závisí na velikosti obou působících sil.

Veškeré oběžnice a mnohé z vlasatic pohybují se v ellipsách, v jejichž ohnísku se nalézá slunce. Ellipsy oběžnic jsou kruhovité, ellipsy vlasatic jsou podlouhlé. Mnohé vlasatice pohybují se v neuzavřených dráhách parabolických, tak že se k nám více nevracejí.

Příčina síly dostředivé jest všeobecná síla: vžájemná přitažlivost slunce a jiných těles nebeských; kde původ svůj vzala síla tečnová, jest neznámo.

132. Odstředivost. Otáčíme-li olověnou kuličkou na niti zavěšenou, cítíme, že jest ní napnutá a sice tím více, čím rychleji kuličkou otáčíme. Připevníme-li na ní kuličku dosti velkou a silně jí točíme, přetrhne se zhustanit a kulička odletuje ve směru tečny k poslední křivočaré části dráhy.

Síla, která kuličku od středu, kolem něhož se otáčí, hledí vzdáliti a tím ní napíná, nazývá se *síla odstředivá* (centrifugální); vzniká při každém křivočarém pohybu. Síla tato, jak dokázáno bylo, jest tím větší, čím větší hmota se pohybuje (ní se trhá), čím větší jest rychlosť (čím větší počet otočení hmota v 1 vteřině vykoná) pohybu, čím větší poloměr při nezměněné rychlosti.

Otačíme-li klikou m (obr. 60.), točí se i kruh z ocelového péra na ose c připevněný, a točíme-li dosti rychle, sploštuje se. Podobným spůsobem se odstředivostí sploštěla i naše země; sploštění toto ohnáší asi 42 km.

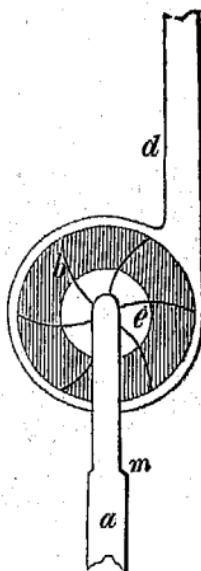
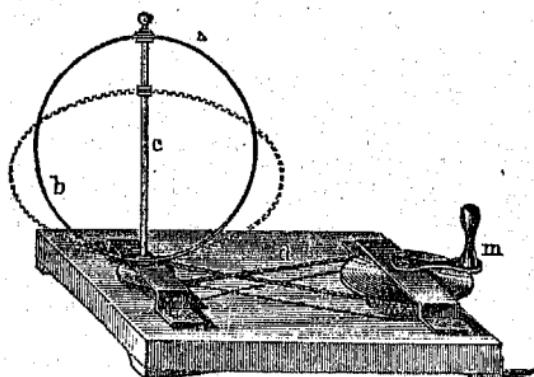
Rychlým pohybem odlétá sekera i kladivo z topůrka, není-li dosti těsně připevněno; setrváčníky se trhají na

obvodu, voda a bláto odstříkuje z brusu a z kola, tocíme-li jimi velmi rychle. Při rychlém chodu neb jízdě v kruhu, neb kol rohu kloníme se do vnitř, abychom setrvačností se nesválili; rychle-li kolem rohu vůz zatáčíme, skácíme. Aby železniční vlak nesjel s kolejí, vyvyšují se při stavbě v ostrých záhybech vnější kolej a strojvedoucí jezdí volněji.

Odstředivé stroje na čištění cukru od syrobu, na sušení příze, na čerpání a dmýchání vzduchu i na čerpání vody jsou důkazem četného užívání síly odstředivé v praktickém životě. Odstředivá pumpa. Rourou a

Obr. 61.

Obr. 60.



obr. 61., která jěst v *m* rozdělena ve 2 ramena, přichází voda do středu *c* bubnu *b*, který jest úplně uzavřen až na rouru *d*, kterou vystupuje voda do výšky. V bubnu *b* se otáčí velikou rychlostí hřídel opatřený zakřivenými lopatkami. Tímto rychlým otáčením nabývá voda od středu k obvodu se hrnoucí značné odstředivosti, kterou puzena vytéká rourou *d* ven. Pumpa ta hodí se výhodně proto, že nemá žádných klapek, k čerpání i vody méně čisté.

133. Ráz. Setká-li se hmota v pohybu s hmotou jinou, nastane ráz. Ráz jest přímý, narazí-li na sebe hmoty tak, že směry, ve kterých se pohybovaly, stojí

kolmo na rovině nárazu; v každém jiném případu jest ráz šikmý.

Ráz je střední (centrální), když směr rázu prochází těžišti obou hmot, jinak jej nazýváme výstředním. Ráz koulí jest vždy střední. Hmoty, které na sebe narázejí, jsou buď pružné nebo nepružné.

Ráz koulí nepružných a pružných.

Pověsme vedle sebe dvě stejné koule *a)* olověné, *b)* koštěné (vůbec nepružné a pružné) tak, aby se dotýkaly, a učiňme následující pokusy:

1. Vyšiňme kouli z polohy rovnovážné a spustme ji; koule dopadne na kouli nepohyblivou, *a)* pohybuje ji s sebou společnou rychlostí dále; *b)* zůstává sama v klidu a koule druhá se pohybuje.

2. Nechme jednu kouli kývati, druhou vyšiňme výše a spustme ji tak, aby předešlou dohonila; koule se po nárazu *a)* pohybují společnou rychlostí dále; *b)* koule, která měla větší rychlosť, pohybuje se rychlostí menší a druhá rychlosť větší (vymění své rychlosti).

3. Nechme kouli kývající sraziti s koulí druhou mající větší rychlosť kyvu, tak aby se setkaly při protivném kyvu; po rázu se *a)* pohybují koule stejnou rychlosť ve směru oné koule, která měla rychlosť větší; *b)* ona koule, která měla větší kyv, pohybuje se kyvem menším a naopak ona koule, která měla kyv menší, pohybuje se kyvem větším.

4. Vyšiňme obě koule z polohy rovnovážné o stejný úhel v protivném směru a spusťme je; koule po nárazu *a)* zůstanou v klidu; *b)* pohybují se rovnou rychlosťí v opačných směrech.

Z pozorování těchto odvozeny věty:

Srazí-li se dvě nepružné koule, vyrovnávají se jejich rychlosti tak dlouho, až mají rychlosť stejnou. Společná rychlosť po rázu jest střední aritmetickou hodnotou rychlosťí před rázem. Koule pružné vymění rázem své rychlosťi a směry.

Narazíme-li pružnou kouli, na př. koulí dřevěnou neb míčem na nějakou plochu, odráží se v též úhlou a v téže rovině zpět. Narazí-li tedy koule pružná v úhlou pravém t. j. kolmo na plochu, opět se kolmo odráží; narazí-li v úhlou ostrém, odráží se pod tímtož úhlem ve směru opačném zpět.

U hmot pružných se úhel dopadu rovná úhlu odrazu.

134. Překážky v pohybu. Tření. V odstavci 19. bylo ukázáno, že jsou všechny hmoty porovaté; následek porovatosti jest ten, že všechny hmoty, i sebe uhlazenější mají povrch nerovný, střídavě vyvýšeninami a prohlubinami opatřený. Položíme-li 2 hmoty na sebe, vpadnou vyvýšeniny jednoho povrchu do prohlubenin povrchu druhého. Pohybujeme-li jednu hmotu po druhé, musí být jednotlivé vyvýšeniny buď ulomeny neb ohnuty neb z prohlubenin vyzvednuty; tím vzniká pohybu překážka, která nazývá se tření. Pohybují-li se částečky povrchu jedné hmoty rovnoběžně s povrchovými částečkami hmoty druhé, povstává tření vlačné, jinak tření valné.

Velikost tření vlačného určujeme závažím, které dostačí k pohybu hmot na sebe položených. Zkouškami stvrzeno bylo:

1. Tření jest tím větší, čím drsnější jest povrch hmot se troucích. Je-li poloha mnoha hladká, klade odpor přílnavost.
2. Mezi hmotami různorodými jest tření menší než-li mezi stejnорodými.

3. U hmot vláknitých (dřeva) jest tření menší, pohybují-li se přes sebe na příč vláken, než pohybují-li se po sobě podél vláken.

4. Tření je tím větší, čím větší jest tlak, kterým jsou hmoty k sobě tlačeny.

5. Tření jest nezávislé na ploše a na rychlosti.
6. Tření vlačné jest větší tření valného.

Jakkolivěk na jedné straně jest tření velkou překážkou pohybu jako u strojů, kterou velká část hybné síly přichází na zmar, proto přece jinde jest opět velmi potřebné. Aby bylo tření menší, mažeme stroje, železné čepy vkládáme v ložiska bronzová.

Kdyby nebylo tření, vylézaly by šrouby, hřebíky, klíny z částí jimi spojených; tkaniva a látky sešívané by se rozpadaly; třením kol o koleje se vůz železniční pohybuje a třením při brzdění se zastavuje. Bez tření nemohli bychom dostoupiti žádného vrchu, a neudrželi bychom nic v ruce.

135. Odpor prostředí. Pohybujeme-li se hmota z místa na místo, musí na základě neprostupnosti hmot hmotu, která v místě tom se nalézá, odtud vypudití; tato ovšem vypuzení tomu klade odpor; odpor ten nazýváme odporem prostředí. Odpor tento kladou hlavně voda a vzduch.

Chceme-li dřevěnou desku vtlačiti do vody, podaří se nám to snáze, když ji do vody vtlačujeme hranou ostrou než na plochu;

máváme-li deskou dřevěnou ve vzduchu na plocho, pocitujeme značnější odpor, než máváme-li ji po hraně ostré.

Odpor prostředí jest tím větší, čím hustší je prostředí, čím větší plochou hmota na prostředí narází, čím rychleji se hmota pohybuje a čím méně hutnou jest hmota.

Pták, ryba, loď rozrážejí snadno svými zašpičatělými částemi těla prostředí. Kámen dohodíme dále ve vzduchu než ve vodě, a kámen opět dohodíme dále než korek. Padák, plování lodí, zvířat, lidí a t. d. jsou výjevy na odporu prostředí se zakládající.

II. Hydromechanika.

136. Rovnoměrné rozvádění tlaku.

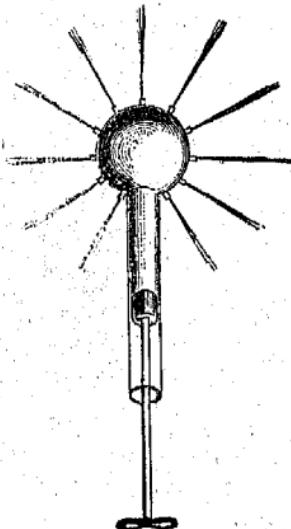
Stlačíme-li míč vodou naplněný nebo píst v botě ku kouli vodou naplněné připojený (obr. 62.), vystříkuje najednou voda ze všech otvorů míče neb kovové koule.

Vodní částice, u nichž jest spojivosť velmi malá a jež pro nepatrnu stlačitelnost nazýváme nestlačitelnými, jsou velmi snadno pošinutelné, uhýbají každému tlaku na všechny strany a tím tlak na všechny strany rozvádějí.

Na povrch kapaliny v obou ramech nádoby obrazem 63. znázorněné položme stejně vysoké a těžké pisty, z kterých ovšem A bude 10krát větší než a . Položíme-li na pist a závaží 1 kg, vystupuje pist A do výšky, porušili jsme rovnováhu, a chceme-li ho stlačiti do původní rovnovážné polohy, musíme na něj položiti 10 kg t. j. 10krát více, kolikkrát jest jeho plocha větší než plocha pistu a .

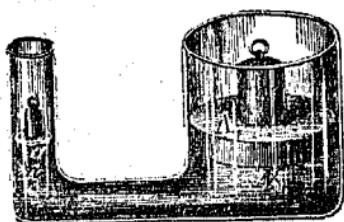
Tlak na uzavřenou kapalinu spůsobený šíří se okamžitě rovnoměrně na všechny strany; to jest každá stejně velká plocha, kdekolivk ve stěně nádoby, nese stejný tlak. Tak možno nepatrnu silou spůsobiti značný tlak.

Obr. 62.



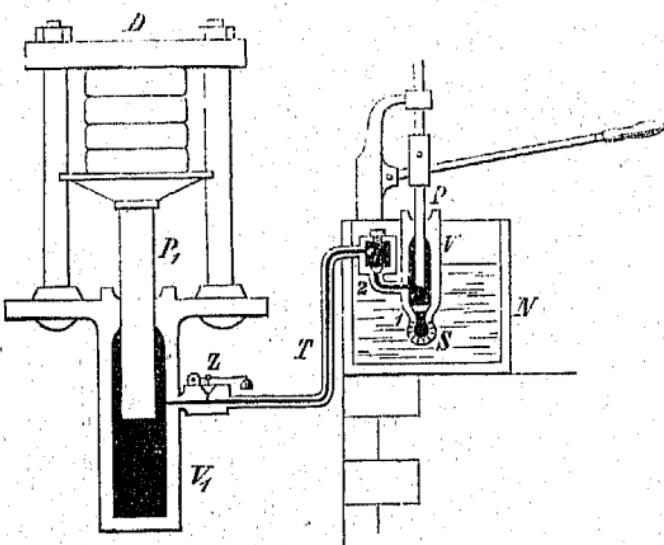
Bramahův vodní lis (obr. 64.). Táhneme-li píst P nahoru, otvírá se záklopka 1 a voda vniká sítěm S do boty V . Tlačíme-li píst P dolů, vniká voda, zavřevši záklopku 1, otevřenou záklopkou 2 a rourou T do boty V_1 ; zde tlačí na dno pístu P_1 , píst zdvihá a předměty na něm položené stlačuje. Při Z jest záklopka pojištovací, která se otevří, když tlak dostoupil takové výše, že by stěny nádoby mohly prasknouti. Co se týče tlaku, který se zde vyvozuje, závisí na poměru ploch pístů P a P_1 . Dejme tomu, že průřez P má $5 \square \text{ cm}$, průřez P_1 $500 \square \text{ cm}$. Na

Obr. 63.



páce působí člověk silou 10 kg a poměr ramen páky budiž $1:10$; tlak na P jest $10 \times 10 \text{ kg} = 100 \text{ kg}$; tlak tento přenáší se rovnoměrně na píst P_1 , který má průřez $500 \square \text{ cm}$ čili 100 větší než P ;

Obr. 64.



tím vyvozen bude při P_1 tlak $100 \times 100 \text{ kg} = 10000 \text{ kg}$. Lisů podobných užívá se k lisování papíru, vytlačování šťávy cukrové, k namáření kol železničních na osy a t. d.

137. Spojité nádoby jsou nádoby vespolek tak spojené, aby kapalina z nádoby do nádoby volně mohla přecházeti.

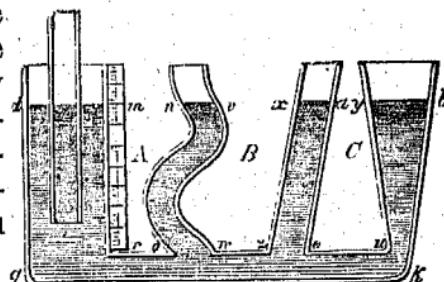
Nalijeme-li do kterékoliv z nádob v obr. 65. znázorněných kapalinu, rozšíří se do všech ostatních nádob, a změříme-li vzdálenost hladiny vodní ode dna vodorovně položeného, shledáme, že jest ve všech nádobách stejně vysoko.

Ve volných spojitéch nádobách jest hladina stejnorodé kapaliny v jedné vodorovné rovině.

Nádob spojitých užíváme při vodovodech, vodomitech, při parních kotlích u ukazovatelů vody, při vodní váze nivelační, při Artesské studnici a t. d. Stoupání vody ve stokách, studních i sklepích při stoupání vody v řekách vysvětlujeme si spojitymi nádobami.

138. Účinek tlže na kapaliny. Kapaliny jsou jako všechny hmoty těžké; proto padají tak dlouho, až dosáhnou nejnižšího místa, tekou v řekách z míst výše položených do nižších. Pro pošinutelnost částic vodních nedá se žádná částice udržeti výše než částice sousední, tak že všechny činí povrch roviny od středu zemského stejně vzdálené; rovinu tuto nazýváme rovinu vodorovnou či horizontální.

Obr. 65.



Myslíme-li si v nějaké nádobě kapalinu rozdělenou na sourovné vrstvy tloušťky 1 částice vody, tlakí vrchní vrstva všechny pod ní se nalézající stejnomořně; vrstva druhá, třetí, čtvrtá a t. d. tlakí vždy všechny vrstvy spodní; všechn tento tlak se šíří ve směrech dolů a na strany. Tlak tento jest tím větší, čím větší jest hloubka, do níž pod hladinu působí, a jeví se v tlaku na stěny, na dno a vztahu čili hydrostatickém popudu.

139. Tlak na dno. Tlak, který spůsobuje kapalina v nějaké nádobě na dno, jest závislý na jakosti kapaliny, na velikosti dna a výšky kapaliny nad dnem; jinak jest ihostejno, jaký tvar nádoba má, jestli se nad dnem rozšířuje nebo súžuje, jestli nad dnem kolmá neb šikmá. Pokusy snadno dokážeme, že se tlak na dno rovná váze sloupce kapaliny, jehož základna se rovná dnu a výška vzdálenosti dna od hladiny.

V Reálově liši docílíme značný tlak na dno, když nad širokou základnou připevníme úzkou ale vysokou rouru.

140. Tlak vzhůru a na stěny.

Podložíme-li dobře obroušenému dutému válci skleněnému žládkou, dobře přiléhající desku ve středu na ní zavěšenou a strčíme-li ho do vody, můžeme popustit niť, za niž jsme desku drželi, aniž by deska odpadla. Nalijeme-li však do válce vody, deska svou tíží odpadá.

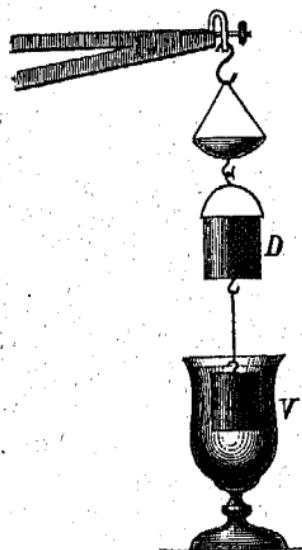
Všechna tělesa do kapaliny ponořená podléhají tlaku vzhůru, který jest tak velký jako tlak dolů v tomtéž místě panující. Tlak tento nazývá se hydrostatický p o u d č i v z t l a k.

Pověsíme-li láhev vodou naplněnou za provaz, má láhev polohu svislou; prorazíme-li dole otvor do stěny pobočné, vytéká voda z lávky a láhev kloní se ve stranu výtoku opáčnou. Dle výjevu toho musí panovati na straně výtoku opáčné nějaký tlak; tlak tento tam panoval již dříve, ale tím, že jsme udělali otvor, jest tlak ten na straně výtoku zrušen a láhev uchyluje se ve směru tlaku působícího.

Všechny pobočné stěny nádoby jsou podrobeny tlaku. Zrušíme-li tlak na jedné straně, pohybují se nádoby ve směru tlaku činného — jednostranného.

Obr. 66.

Na jednostranném tlaku zakládají se: kolo Segnerovo, turbiny a t. d.



141. Zákon Archimedův.

Na jeden konec vahadla zavěsme dutý váleček *D* a na něj plný váleček *V* (obr. 65.), který zrovna dutinu válečku *D* vyplňuje, a vyravnejme závažím na druhé rameno pověšeným. Ponoříme-li váleček *V* do kapaliny, poruší se na vahadle rovnováha, váleček *V* vystoupí z části z kapaliny; chceme-li rovnováhu opět docílit, musíme naliti do dutiny válečku *D* až do rovnosti kapaliny, do které jsme váleček *V* ponořili, t. j. váleček vážený v kapalině váží méně o váhu jemu rovného objemu kapaliny. Zákon tento znám byl již Archimedovi (250 př. Kr.).

Každá hmota váží v kapalině o tolik méně, co váží kapalina hmotou vytlačenou.

Pokud jest vodou naplněný okov pod vodou, zdviháme jej snadno. Pod vodou zdviháme i těžké kameny snadno.

142. Plování (přirozené). Na hmotu do kapaliny ponorenou působí tíže; velikost tíže udává váha hmoty, jejjíž účinkem hmota padá; na hmotu působí však také vztlak, jehož velikost se rovná váze hmotou vytlačené kapaliny.

Je-li vztlak roven váze hmoty, vznáší se hmota v libovolném místě kapaliny. Je-li vztlak menší váhy hmoty, padá hmota ke dnu. Je-li vztlak větší váhy hmoty, vystupuje hmota z kapaliny, až se vztlak rovná váze hmoty; pak plove hmota na jejím povrchu.

Při plování tedy váha hmoty rovná se váze oné části kapaliny, která jest ponořenou částí hmoty vytlačována. Na tom zakládá se stavba lodí všeho druhu.

Na kapalině mohou přirozeně plovati jen hmoty, které jsou kapaliny lehčí, jako korek, dřevo. Hmoty, které jsou těžší kapaliny, spojujeme s hmotami kapaliny lehčimi: železné lodě, mosty ze sudů, plování pomocí měchýře, kaučukových dutých pasů a t. d.

143. Hustoměry. Dáme-li do zkoumavky kapku rtuti a ponoříme-li ji volně do vody, líhu nebo nasyceného roztoku kuchyňské soli, seznáme, že zkoumavka plovoucí ponořila se v líhu nejvíce, v roztoku solném nejméně. Čím hustší kapalina, tím méně se do ní plovoucí hmota ponořuje. Na výjevu tom zakládají se hustoměry.

Hustuměry stupňované. Jsou to rourovité, podlouhlé, nejvíce skleněné nádoby, dobře uzavřené a dole olovem neb rtutí obtěžkané, aby svisnou plovaly.

Hustuměr takový potápi se ve vodě k určitému, na něm poznamenanému bodu, v kapalinách řidčích potápi se hloub, v hustších potápi se méně.

Možno tedy hustoměrem stanoviti, zda jest kapalina vody řidčí neb hustší. Opatříme-li hustoměr stupnicí, můžeme pomocí jeho určiti hustotu poměrnou.

Protože by hustoměry pro kapaliny vody zároveň hustší i řidší musely být velmi dlouhé, dělají zvlášt hustoměry pro kapaliny vody řidčí a jiné pro kapaliny vody hustší.

Hustuměry procentové. Tyto zhusta v průmyslu a obchodu užívané hustoměry udávají, kolik % váhy neb objemu jest ve vodě hmoty cizorodé.

Líhoměry udávají na př., kolik litrů líhu jest ve 100 litrech kořalky a t. d.

Cukroměry udávají, kolik % cukru rozpuštěno ve vodě. Velmi mnoho se užívá v průmyslu hustoměrů Baumé-ových.

Při přesnějším užívání hustoměru musí se vzít zřetel na teplotu kapaliny; pro každé 2° R. připadá oprava 1%.

144. Vodní síla. Každá pohybující se hmota, tedy i voda, jest schopna vykonati určitou práci, kterou by sama spotřebovala, kdyby měla být pohybována.

Práce tato jest závislá na množství vody čili vodní síle a rychlosti, jakou voda teče. Silou vodní nazýváme váhu onoho množství vody, které každou vteřinu korytem (řečištěm) protéká. Rychlosť vody jest závislá na spádu t. j. na výšce hladiny vrchní vody nad hladinou spodní vody. Součin spádu a síly vodní nazýváme dělností vody; dělností cení se práce, kterou může voda konati.

Značí-li s spád v metrech, v váhu vody v kg, jest $E = s \cdot v$ kilogramometrů, $= \frac{s \cdot v}{75}$ koňských sil.

Dělnost vody využitkuje se rozličnými vodními hybostroji (motory) ke konání práce. Obyčejně se přejímá dělnost vodními koly zřízenými na vrchní, spodní nebo střední vodu a turbinami.

Kola na svrchní vodu používá se, kde jest málo vody a velký spád; jsou to tak zvané korečníky, na něž se pouští voda ze žlabu. Kolem na svrchní vodu zužitkuje se až 70% dělnosti vody.

Kola na spodní vodu (na střík) jsou buď známé lopatníky užívané na větších vodách, buď kolo Ponceletovo, neb jiné tvary. Dle úpravy využitkuje se jimi asi 40% dělnosti vody.

Kola na střední vodu jsou ona, kde voda působí na kolo as ve střední výši kola; jsou to buď lopatníky neb korečníky (částečné), a zužitkuje se jimi asi 50% dělnosti vody.

Turbín užívá se, kde jest stálá voda a velký spád; mají 2 kola vodorovně položená, svrchní kolo jest nehybné, spodní se otáčí a s ním svísný hřídel. Dle zařízení využitkuje se jimi asi 85% dělnosti vody.

III. Aeromechanika.

145. Pokus Torricelli-ho.

Naplníme-li skleněnou rouru 80 cm — 90 cm dlouhou na jednom konci zalitou rtutí, přidržíme-li otevřený konec prstem, aby se rtuť nevylila, ponoříme-li ji pak tímto koncem do nádoby rtuti naplněné a odstraníme-li prst, seznáme, že rtuť klesla as. na 76 cm kolmé výšky. Ulomíme-li zálitý konec roury tak, že vzduch na povrch rtuti v rouře může působiti, klesne rtuť úplně a stojí v rouře v stejně výši jako v nádobě.

Jako všechny hmoty jest i vzduch k zemi přitahován a touto přitažlivostí čili tizí tlaci na povrch všech hmot jím obklopených. Že tlak této nepozorujeme, vysvětlujeme si tím, že se tlaky se stran a zdola na vzájem ruší. Působí-li však vzduch pouze s jedné strany, pozorujeme velikost jeho tlaku na straně druhé. Tím jest vysvětleno, proč rtuť v uzavřené rource Torricelli-ho stojí výše než v nádobce otevřené; tento sloupec rtuti jest udržován ve výši tlakem vnějšího vzduchu, neboť učiníme-li přístup vzduchu ulomením zavřeného konce možným, klesá rtuť. V rource Torricelli-ově panuje nad rtutí vzduchoprázdný, prostor tento nazývá se prázdnota Torricelliova.

Výška sloupce rtuťového jest zároveň mírou tlaku vzduchu. Je-li výška tato = 76 cm, obuáší tlak vzduchu na 1 cm^2 asi 1 kg čili 1 atmosferu .

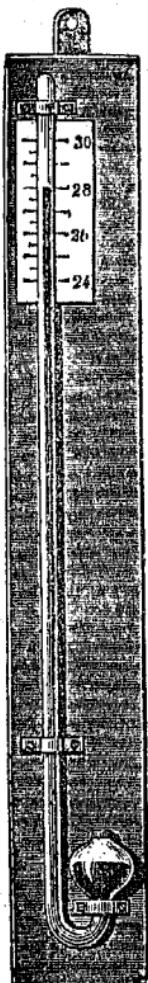
V sourovných vrstvách vzduchu panuje týž tlak; tlak tento jest tím větší, čím více vrstev vzduchu tlaci čili čím hlubší vrstvy, pozorujeme.

146. Tlakomér (barometr). Jest to přístroj sloužící k měření tlaku vzduchu. Dle pokusu Torricelliova dosačí k tomu uzavřená roura spojená s nádobkou, k níž má vzduch přístup, a s metrickou stupnicí, jejíž bod počátečný nalézá se na hladině rtuti. Počátečný bod stupnice musí být proto vždy na hladině rtuti, protože jen ona část rtuti v rouře jest udržována tlakem vzduchu ve výšce, která se nalézá nad sourovnou vrstvou hladiny rtuti v nádobce otevřené.

Tlakomér obecný znázorněný v obr. 67. má stupnice pouze na nejvyšším místě tlakoměru k desce pevně přišroubovanou a proto nehybnou. Ježto ale k správnému

určení výšky tlakoměru třeba měřiti vždy, jak vysoko se nalézá rtuť v rouře nad hladinou rtuti v nádobě otevřené, není možno tlakoměrem tímto výšku tlakoměru přesně udati. Na tlakoměru takovém pozorujeme, jestli

Obr. 67.



rtuť „stoupá“ nebo „klesá“. Když rtuť „stoupá“ v rouře, musí klesati v nádobce otevřené; klesá-li rtuť v rouře, stoupá v nádobce. Z toho patrno, že hladina rtuti jest proměnlivá; proto musí býti pro přesné měření i začátečný bod stupnice proměnliv.

Aby chyba při pozorování „výšky“ nebyla značná, musí býti nádobka co možná široká.

Kde se jedná o přesnější určení výšky, užíváme tlakoměru dvouramenného neb Fortinova; někdy také tlakoměru s pohyblivou stupnicí.

Čím více nad rovinu mořskou stoupáme, tím menší sloupec vzduchu se nad námi nalézá, a proto také „výška“ tlakoměru jest na kopcích menší než v údolích. Na základě rozdílu přesně určené výšky tlakoměru pod kopcem a na kopci možno vypočítati výšku kopce. (Barometrické měření výšek.)

147. Přístroje na tlaku vzduchu se zakládající. Udrží-li se tlakem vzduchu sloupec rtuti ve výši 76 cm, musí se tím též tlakem udržeti i sloupec jiné kapaliny, avšak tolikrát vyšší, kolikrát jest řidčí. Voda jest 13krát řidčí; dle toho udrží vzduch sloupec vody $0.7613 = 9.88$ m vysoký.

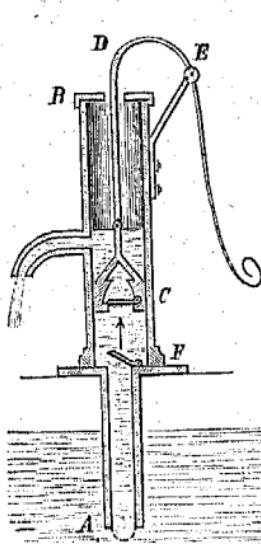
148. Násoska rovná (obr. 68.). Vnoříme-li násosku tuto užším koncem do nějaké kapaliny, bud' až se úplně nějakou kapalinou naplní, neb vyssajeme-li z ní vzduch a uzavřeme-li horní otvor pevně palcem, můžeme kapalinu tu bez nebezpečí, že by vytékla, přenáseti. Povolíme-li prst, vytéká kapalina.

149. Pumpa na zdviž (obr. 69.). Tlačí-li síla (např. ruky) na konec páky, točně kolem bodu E, zvedá

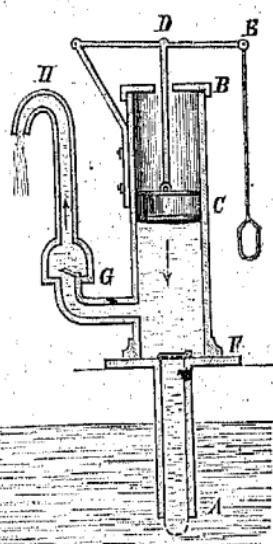
se píst *C* do výšky; pod pístem povstává prostor vzduchoprázdný tak, že voda otvírajíc si zákllopku ssací u *F* vniká z roury ssací *AF* do boty *FC*. Zvedá-li se konec páky, pohybuje se píst dolů, zákllopka ssací se tlakem vody zavírá, zákllopka výtlacná u *C* otvírá se; touto proudí voda do prostoru nad pístem. Při následujícím zvedání pístě jest zvedána i voda, která rourou ven vytéká. Pumpou touto můžeme zvedati vodu do výše asi 8 m.

Obr. 69.

Obr. 68.



Obr. 70.



150. Pumpa na tlak (obr. 70.). Zvedáme-li rameno páky v *E* do výšky, otvírá si voda ssací zákllopku u *F* a vniká z roury ssací *AF* do boty *FC*. Táhneme-li rameno páky v *E* dolů, zavírá se zákllopka ssací u *F* a zvedá se zákllopka výtlacná u *G*; voda vniká do roury *GH* a vytéká. Tlačíme-li v *E* dosti značnou silou, můžeme vodu vytlačiti do značné výšky.

151. Násoska dvouramenná (obr. 71.). Vyssajeme-li z otvoru při *b* vzduch, vytéká z roury té kapalina tak dlouho, pokud jest konec roury *b*, neb ústí-li do nějaké nádoby hladina kapaliny v nádobě níže než povrch *mn* hladiny v nádobě, z níž kapalina vytéká.

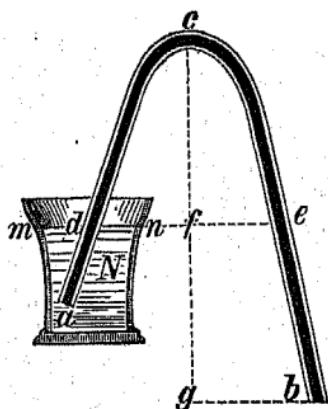
Na hladinu kapaliny *mn* tlačí vzduch, a proti němu působí tlak sloupce *dc*; na kapalinu u *b* působí též tlak vzduchu a proti

němu působí sloupec cb . Jest tedy tlak na mn o rozdíl tlaku dc a cb větší a proto kapalina vytéká z b ven. Výtok přestane, když jest sloupec dc rovný sloupcí cb (měřený kolmou výškou).

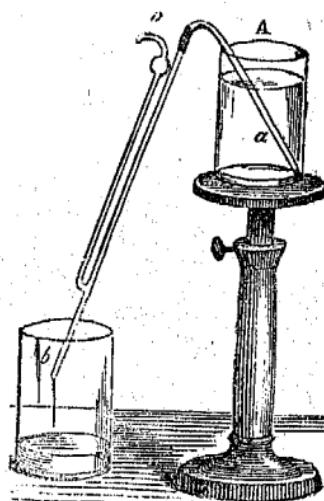
Je-li kapalina, která se má dvouramennou násoskou převáděti, jedovatá neb žíravá, užívá se násosky zobrazené v obr. 71. K otvoru b přitlačíme plátek kaučukový a otvorem c ssajeme vzduch; následkem zředěného vzduchu tlací se kapalina do roury, a otevřeme-li otvor b , vytéká ven.

Zvětšíme-li tlak vzduchu v Heronově báni neb stříkači, výstřikuje voda do značné výšky.

Obr. 71.



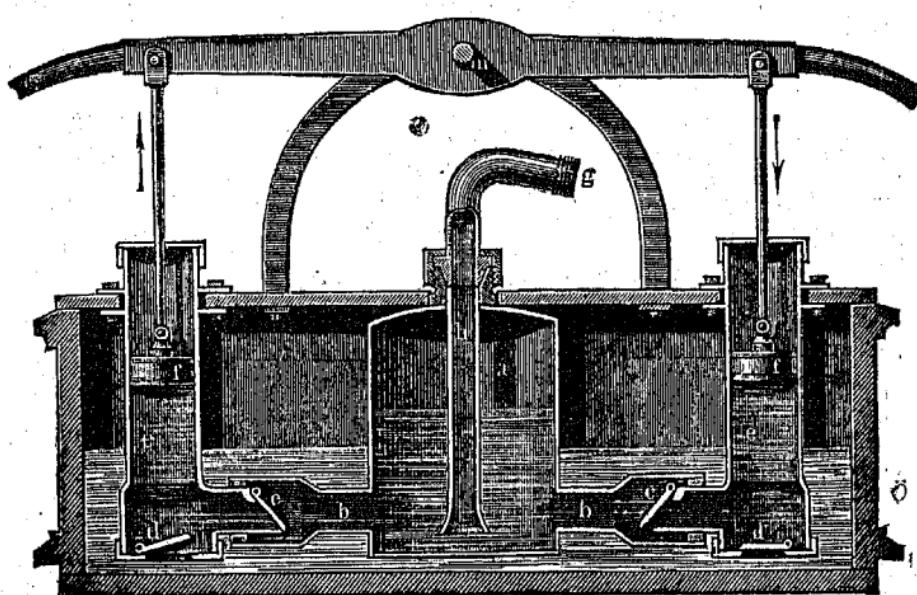
Obr. 72.



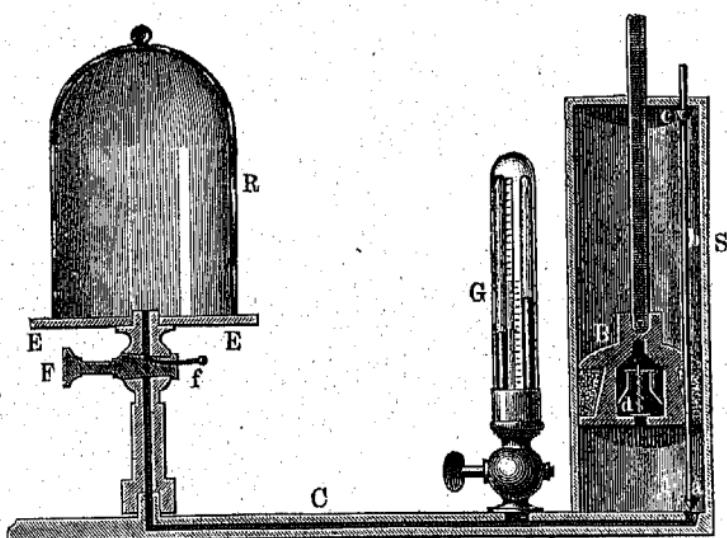
152. Stříkačka vozní skládá se ze dvou bot, jimiž se čerpá voda buď přímo z řeky neb z nádržek na stříkače se nalézajících. Pístě tlací vodu do větrníku a (obr. 73.), tím v něm zvětšují tlak vzduchu, tak že voda pro zvětšený tlak rourou g jest hnána ven. (Měchy).

153. Vývěva, obrazem 74. znázorněná, jest přístroj sloužící ku zřeďování vzduchu. Skládá se z boty S s pístem B , a poklopnu R na talíři E . Oba prostory jsou spojeny rourou C , k níž jest přidělán zkrácený tlakoměr G , který udává, jak daleko vzduch jest zředěn. Pokusy, které můžeme provést, dokazují tlak vnějšího vzduchu (poklop se nedá odtrhnout); rozpínavost vzdušin (měchýř smáčknutý a zavázaný se napíná); nezbytnost vzduchu k dý-

Obr. 73.



Obr. 74.



chání (zvířata pod poklopem); že všechna tělesa jsou stejně k zemi přitahována; že za zmenšeného tlaku voda při nižší teplotě vře a tlakoměr klesá.

Hustilka; větrovka.

154. Plování ve vzduchu. Jako v kapalinách, podobně i ve vzduchu vážená hmota váží o tolik méně, co váží jí vytlačený vzduch.

Proto jest váha hmot na vzduchu vážených o váhu vzduchu jimi vytlačeného menší; jen tam, kde jest závaží a předmět vážený stejného objemu, se chyba ta na vzájem vyrovnává. U předmětů majících velký objem, jako u peří, vlny a t. d. jest chyba při vážení provedená dosti značná.

Na základě předešlé věty musí předmět vystupovat do výšky, když jest váha předmětu menší než váha jím vytlačeného vzduchu, a to tak vysoko, že váha jeho se rovná váze jím vytlačeného vzduchu. Pozorování uvedené dalo podnět k tak zvané větroplavbě pomocí balonů.

První, již balony sestrojili a naplnili zahřátým vzduchem, byli bratří Montgolfierové; nyní se všeobecně naplňují svítiplynem.

Páry.

155. Vlastnosti par. Tak jako vzduch jsou i všechny ostatní vzdušiny rozpínavé. O rozpínavosti par a zákonech rozpínání přesvědčíme se pokusem následujícím:

Dáme-li do roury Torricelliové nad rtutí několik kapek vody, mizí poznávána voda proměňujíc se v páry a sloupec rtuti klesá; páry vyvinuté působí na rtutí svou rozpínavostí (expansí). Dáme-li k předešlé rourě *B* ještě rouru Torricelliovu a postavíme-li si obě na společnou mísku se rtutí *C* (obr. 74.), obklopíme-li je rourou *H* naplněnou vodou a zahříváme-li, shledáme, že, čím více teplota vody stoupá, tím více klesá rtut v prvé rourě *B*, co zatím druhá roura *A*, ve které není nad rtutí voda, svou hladinu téměř nemění. Stlačíme-li rouru *B* více do rtuti, zkapalní část vodních par, ale napjetí jest totéž; o tom se přesvědčíme, změříme-li oba sloupce rtuti.

Podobným způsobem možno dokázati i jiné zákony platné nejen pro páry vodní, ale i pro páry všech kapalin vůbec. Zákony ty jsou:

1. Do určitého prostoru se při určité teplotě vejde obmezené množství par, které jest tím větší, čím vyšší jest teplota.

2. Rozpínavost par jest při určitém naplnění a teplotě stálá a tím větší, čím vyšší jest teplota.

3. Zmenší-li se prostor parami vyplněný, aniž by se změnila teplota, nemění se napjetí par, ač se část par promění v kapalinu.

4. Rozpínavost různých par jest tím větší, při čím nižší teplotě kapalina, z níž páry povstaly, vře.

5. Nalézají-li se v prostoru, kde se páry vyvinují, plyny, vyvídí se par tolik, kolik by se jich při té teplotě vyvinulo, kdyby byl prostor prázdný a rozpínavost par jest stejná.

156. Parní stroj. Rozpínavosti par užívá se k pohybu parních a jiných s nimi spojených strojů. Pára k pohybu potřebná vyvídí se v parních kotlích.

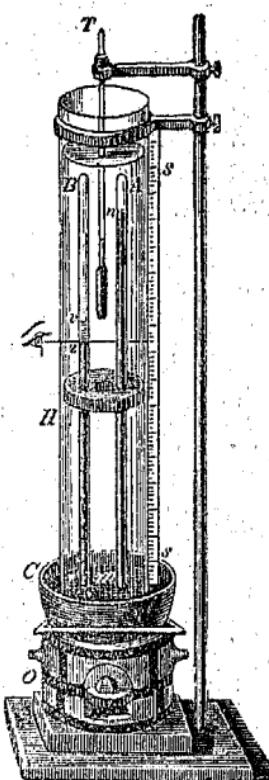
Parní kotle jsou válce sestávající ze silných snytovaných desek železnych a vyhřívají se buď vně neb vnitř (duté parní kotle).

Aby pára při nahodilém vyvinutí většího množství par a při zvětšené tím expansi kotel neroztrhla, jest ke kotli přidělána pojišťovací zákllopka, která se otvírá a tím páru vypouštějíc tlak zmenšuje.

Nejpodstatnější částí parního stroje jest parní válec, ve kterém tlakem páry pohybuje se vzduchotěsně píst ode dna k víku válce; táhlo přenáší přímočarý pohyb pístu v točný pohyb hřídele, ze kterého se pak pohyb dle vůle dále převádí.

Je-li tlak páry vyšší než 2 atmosféry, nazývá se stroj takový na *vysoký tlak*, jinak na tlak nízký. Působí-li pára pouze tlakem 2 atmosfer, jest úcinek její velice malý, tak že se musí dělati válec a píst dosti velké, aby byl úcinek páry značnější.

Obr. 75.



Při podobných strojích se zhusta z nečinné strany válce pára ssaje, tak že pára nemajíc pak žádného protitlaku (= tlak na nečinné straně válce t. j. protitlak klesne až na 0·2 atm.) téměř celou svou silou působí. Přístroj, který slouží k ssání páry spotřebované z parního válce, sestává z hustiče, v kterém se pára vodní zhusťuje, t. j. sráží se umělým ochlazením ve vodu, a vývěvy, která páru ssaje; tím účinkem obou klesne tlak páry až na 0·2 atm., tak že pak „pracuje“ stroj s tlakem 1·8 atm.

Parní stroj na velký tlak (vysoký tlak) bez zhustování (kondensace) zobrazen jest v obr. 76. co nárys a v obr. 77. co průřezu.

Z průřezu patrno, že se ve válci *A* nalézá vzdutotěsně přiléhající píst, který jest pevně spojen s táhlem procházejícím úplně přiléhající ucpávkou ve všku válce. Táhlo končí v příčné hlavě *q*, od této vede ojnice *P* spojená ojniční hlavou s klikou *Q*, která jest zaklínována na hřídel *R*.

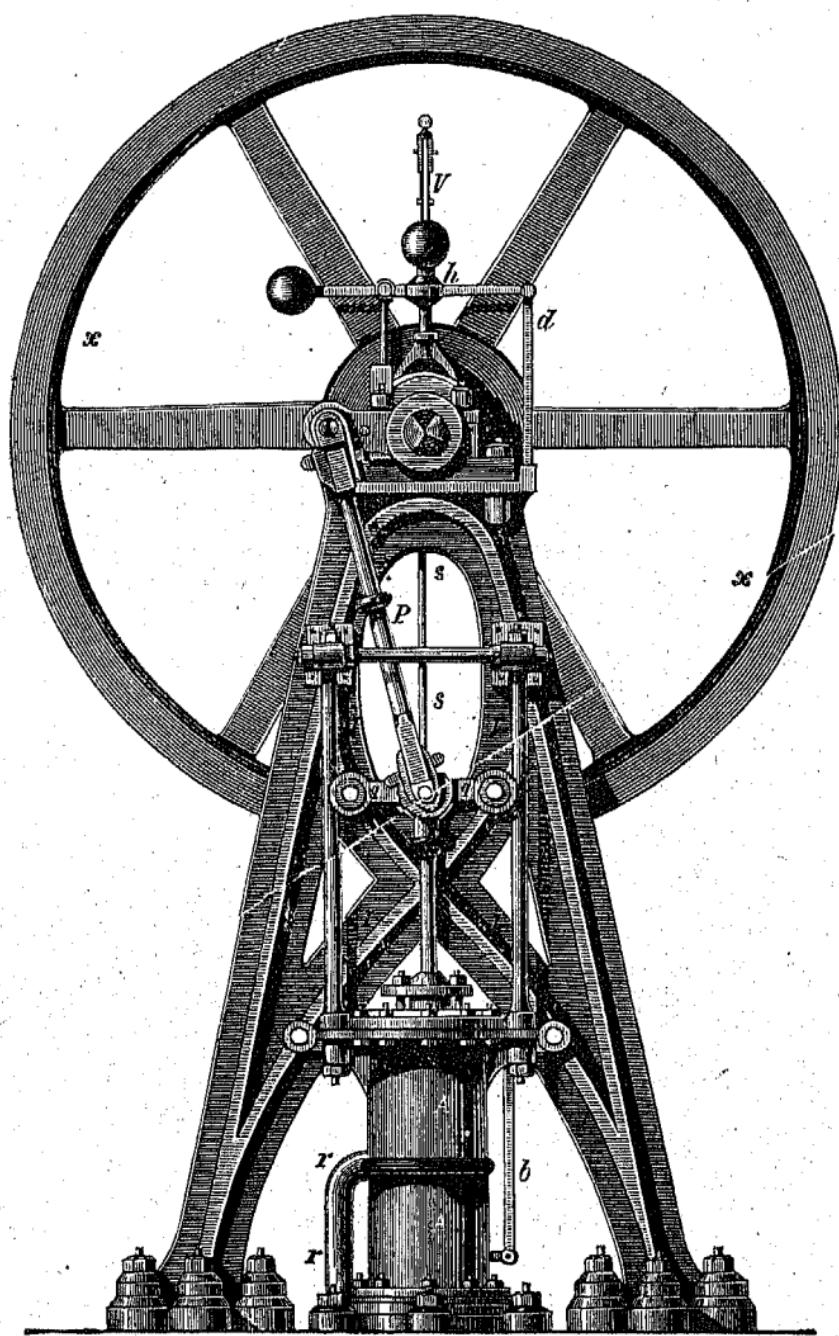
Přímočarý pohyb táhla se pomocí ojnice přeměňuje v točný pohyb kliky; postupuje-li s pístem táhlo vzhůru, pohybuje se i klika vzhůru až k okamžiku, kdy jest píst v nejvyšší poloze, tu se nalézají táhlo, ojnice a klika v jedné přímce; píst působí v tomto okamžiku na kliku tahem dolů, ale není s to jí otočiti; tato poloha kliky nazývá se polohou mrtvou. Druhá poloha mrtvá jest ona, když se nalézá píst v nejnižší poloze. V tomto okamžiku působí setrvačník *X* na hřídeli se nalézající, který setrvačností svou pohybuje hřídel a tudíž i kliku přes mrtvou polohu. Jakmile se klika jen o malý úhel z polohy této pošinula, počíná se klika pohybem pístu dolů dále otáčeti.

Mimo to vyrovnává setrvačník nerovnosti chodu pístu a jeho měnivý tlak na ojnici (obr. 77.). Větší nerovnosti v pohybu (povstalé zmenšením neb zvětšením odporu, práce) vyrovnává dusivka.

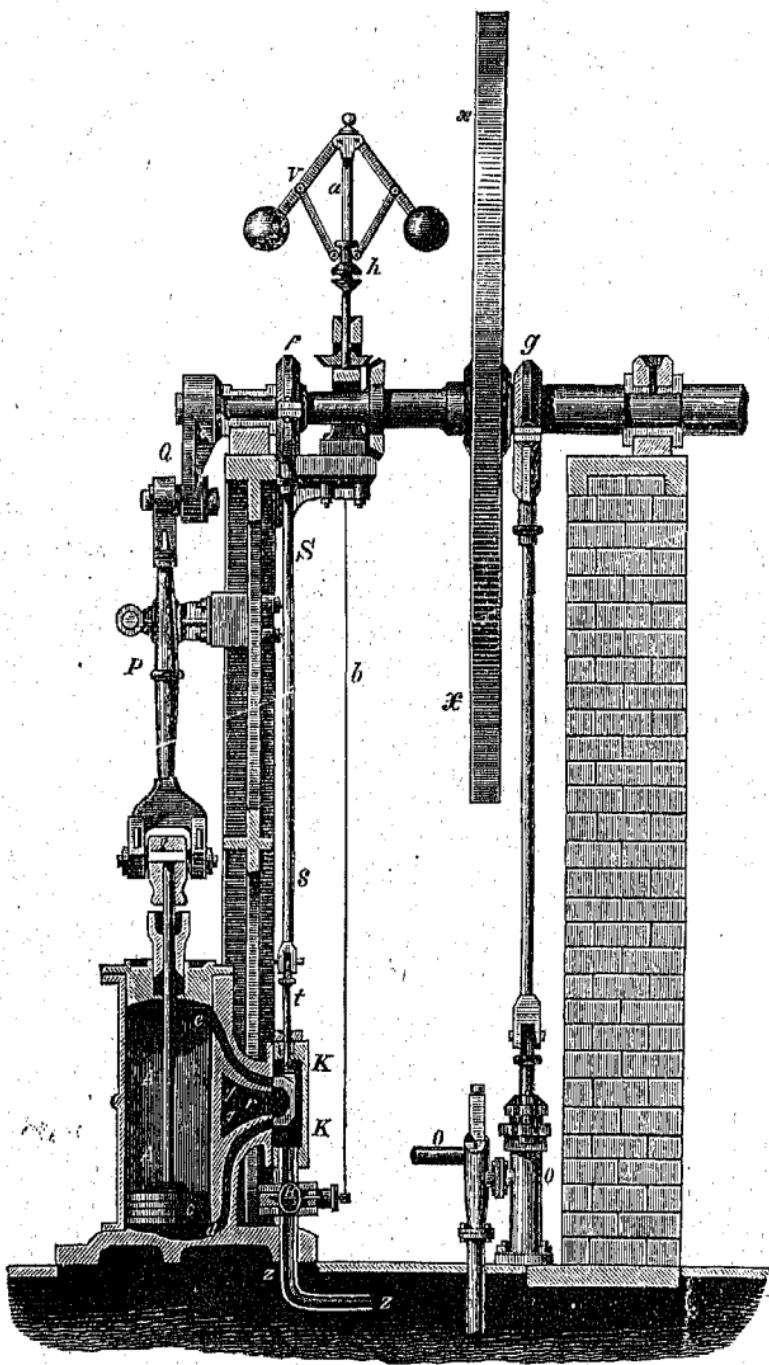
Pohybuje-li se stroj při zmenšeném odporu rychleji, zvedá se objímka *h* na odstředivém vyrovnavateli *V* následkem zvětšené setrvačnosti koulí, kteréž se hledí co možná nejvíce od sebe vzdáliti, a tím pohybují objímku *h* do výšky.

S objímkou vyrovnavatele spojena jest pomocí táhla *b*

Obr. 76.



Obr. 77.

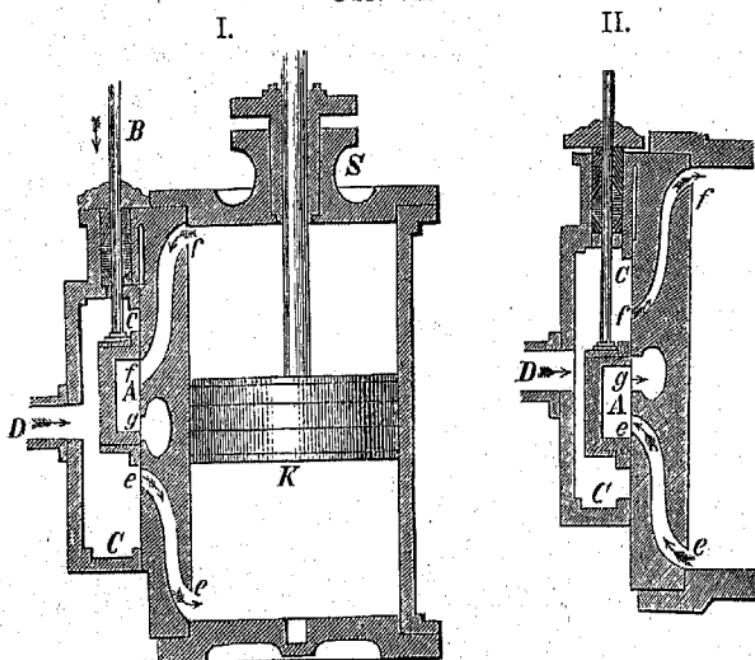


dusivka H nalézající se v rouře z páru přivádějící, kteráž se zavírá. Je-li chod stroje volný, spadá objímka h níže a táhlo b dusivku H otevřívá.

Aby úsilovné převádění přímočarého pohybu v pohyb točný neškodilo válci a táhlu (tyči pístové), jest provedeno spojení příčnou hlavou q , která chodí ve vedení, zde tak zařízeném, že konce příčné hlavy opatřeny jsou kolečky, které pohybují se po tyčích l .

Pára přivádí se do válce rourou přiváděcí z a parní komorou K . V této parní komoře provádí se vlastní rozdělování páry, t. j. pára se jednou

Obr. 78.



vede kanálem rozváděcím e k víku a po druhé kanálem rozváděcím d ke dnu parního válce. Pára rozděluje se šoupátkem, které má podobu nízkého truhlíku se širokými okraji. Pohyb šoupátku řídí výstředník f , s kterým jest šoupátko spojeno pomocí tyče šoupátkové t a ojnice s . Výstředník pohybuje se současně s hřídelem, leč tak, že střed výstředníku jest mimo střed hlavního hřídele a sice o polovičním zdvih šoupátku. Obraz 78. znázorňuje rozdělování páry šoupátkem.

V obr. I. proudí pára z komory, rozváděcím kanálem *e* pod píst, co zatím kanálem *ff* pára proudí pod šoupátko a odtud dále do vzduchu neb k hustiči. V obr. II. proudí pára kanálem rozváděcím *ff* nad píst, kdežto opět prostor pod pístem jest spojen pomocí šoupátka buď se vzduchem neb hustičem. V době novější se zhusta užívá strojů, které pracují s expansí. Při strojích těchto nenaplňuje se celý válec parou, nýbrž pouze část a pára pak působí svou rozpínavostí. V „praxi“ se praví, že stroje takové pracují s 4, 3, 2násobnou expansí, když naplňují válec pouze do $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{2}$ parou; zhusta a správně se říká: „pracujeme s polovičním naplněním neb s naplněním $\frac{1}{3}$ “ a t. d.

Další upotřebení tlaku páry vyskytuje se u lokomotiv, parních lodí a jinde. Ve všech těchto případech užívá se přístrojů předešlým podobných.

Oddíl sedmý.

Náuka o světle.

Šíření světla.

157. Předměty kolem nás se nalézající vidíme jen tenkráte, jsou-li jasné; příčina této jasnosti jest světlo. Hmoty, jež samy o sobě jsou původem světla, nazýváme svítící na rozdíl oněch hmot, které světlo od jiných přijímají a slovou osvětlenými. Mezi svítící nálezejí stálice, mléčná dráha, hmoty hořící, elektrická jiskra, hmoty fosforující a t. d.; mezi osvětlené nálezejí oběžnice, vlasatice a téměř všechny hmoty povrchu zemského.

Hmoty, které světlo propouštějí, jako: vzduch, sklo, čistá voda, nazýváme prohlednými (průzračnými); hmoty, jako: kámen, kov, které světlo nepropouštějí, nazýváme neprohlednými (neprůzračnými) na rozdíl hmot, které částečně světlo propouštějí a nazývají se prosvitavé, na př. papír olejem napuštěný.

Světlo jest pohyb, a šíří se nekonečně řídkým etherem, kterým celý vesmír vyplněn jest.

Při šíření světla poznány zákony následující:

Necháme-li světlo, na př. sluneční procházeti malým otvorem v okenici do tmavé světnice, pozorujeme světlo, osvětlující prach ve vzduchu se nalézající, v přímém pruhu do světnice vnikati; proto pravíme: světlo se šíří přímočárně. Přímka, dle které se světlo šíří, nazývá se paprsek světla.

Rozsvítíme-li večer lampu a čteme-li z nějaké knihy, pozorujeme vzdalujíc se od světla do určité vzdálenosti, že jest nám čtení obtížnější, až konečně v určité vzdálenosti jest nemožné, držíme-li knihu kolmo proti světlů, čteme lépe, než sklopíme-li knihu. Zůstaneme-li ve vzdálenosti, ve které čísti nemůžeme, státi a přidáme-li k lampě ještě jinou lampu, můžeme opět čísti.

Z pozorování těchto patrno, že světla do vzdálenosti ubývá, a sice čtverečně, t. j. ve vzdálenosti 2 m vidíme 4kráte a ve vzdálenosti 4 m 16kráte méně než ve vzdálenosti 1 m .

Světlosti ubývá s šikmostí plochy osvětlené proti paprskům světla a přibývá s mohutností zdroje svítícího.

Vložíme-li v paprsky světelné přímočáře se šířící hmotu neprohlednou, povstává za ní prostor neosvětlený — stín. Je-li svítící hmota jediný bod, povstává stín úplný — je-li svítící hmota větší, povstává stín (a) úplný a (b) neúplný, t. j. takový, do kterého (a) na některá místa žádné paprsky světla nepřicházejí, a do kterého (b) jen část paprsků světelných přichází.

Přichází-li země na své dráze kol slunce do stínu měsíce, povstává zatmění slunce, a sice úplné, když se země nalézá v úplném stínu, a částečné, nalézá-li se země v polostínu.

Jak povstává zatmění měsíce?

Ze zatmění měsíce Jupiterova vypočítal Römer rychlosť světla $\approx 300.000\text{ km}$.

158. Odraz světla. Pouštíme-li otvorem v okenici do tmavé světnice pruh světla, kterýž pozorujeme na prachu světnice se vznášejícím, můžeme jej nějakou lesklou plochou kovovou odchýliti v kterýkoliv směr. Jestliže jsme k odchýlení paprsků užili lesklé plochy prohledné (na př. skla), pozorujeme, že se část paprsků odchýlila a část původním směrem prošla dále. Paprsek světla přicházející na rozhraní dvou prostředí (zde skla a vzduchu) s částí prochází do prostředí druhého, s části se odráží.

Úplně hladké plochy světlo odrážející nazýváme zrcadla.

Rozeznáváme zrcadla rovinná a křivá. Paprsky světelné šíří se v prostoru etherem, kterýž co

hmota pružná jest podroben zákonům odrazu hmot pružných.

Při uvedeném pokusu se snadno přesvědčíme, že: Dopadající paprsek, kolmice v bodu dopadu sestrojená a paprsek odražený se nalézájí v jedné rovině.

Úhel odrazu se rovná úhlu dopadu.

159. Zrcadla. a) **Zrcadlo rovné.** Paprsky od bodu B (v obr. 79.) vycházející dopadají na zrcadlnou plochu EZ a odražejí se v tomtéž úhlu, v kterém dopadly, v bodu D do oka; podobným způsobem odražejí se i paprsky z bodu A vycházející v bodu C do oka. Oko uvyklé hledati příčinu dojmu ve směru paprsku, vidí předmět AB v $A'B'$ za zrcadlem. Nám se zdá, že předmět, který paprsky ku ploše zrcadlové vysýlá, nalézá se za zrcadlem. $A'B'$ jest obrazem předmětu AB .

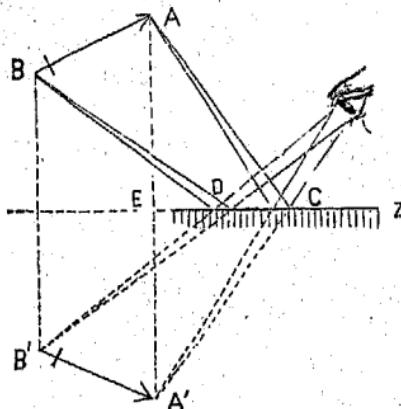
Při zrcadle rovném nalézá se obraz předmětu v nezměněné velikosti a poloze za zrcadlem v takové vzdálenosti, jako jest předmět před zrcadlem.

Skloníme-li dvě zrcadla k sobě, jest obraz v jednom zrcadle předmětem pro zrcadlo druhé; tím povstává velké množství obrazů; tím více, čím menší úhel, ve kterém jsou zrcadla k sobě skloněná. Krásnohled, výkladní skříně atd.

b) **Zrcadla křivá.** Hlavní druhy zrcadel křivých jsou zrcadla v dutá a vydutá. Zrcadlo v duté dává, dle menší neb větší vzdálenosti předmětu od zrcadla, obrazy skutečné t. j. takové, které můžeme na plochu nějakou uchytiti, i zdánlivé, co do velikosti větší neb menší než předmět. Zrcadel v dutých užíváme při osvětlování a zapalování.

Zrcadlo vyduté dává obrazy zdánlivé, zmenšené a

Obr. 79.

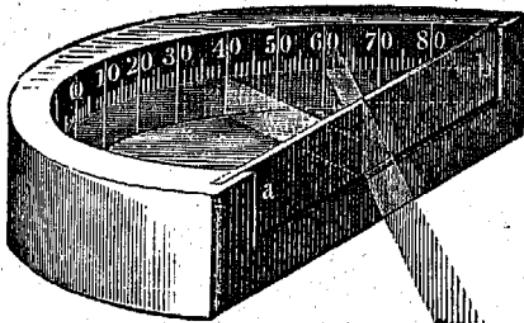


v poloze přímé. Zrcadel vydutých užíváme co zrcadel kapesních a zahradních (koule zrcadelné).

160. Lom světla.

Pouštíme-li na skleněný pás *ab* nádoby dopolou naplněné vodou (obr. 80.) kolmo pruh světla, spatříme, že pruh ten dopadá na 0° stupňoměru obloukového. Přichází-li však pruh světla na

Obr. 80.



pás *ab* šikmo, odděluje se část pruhu jdoucí vodou od onoho, který jde vzduchem, tento jde přímo dále a dopadá na 60° , kdežto pruh vodou procházející se láme a dopadá na 40° .

Uděláme-li na kus papíru čáru, přikryjeme-li ji s polovice tlustým sklem a díváme-li se na čáru tu kolmo shora, splývá čára pod deskou i mimo desku v čáru jedinou; díváme-li se však na čáru šikmo, spatřujeme část pod sklem položenou, pošinutou dále, než leží část čáry nepokryté.

Z pokusů předešlých patrnó: Paprsek z jednoho prostředí do druhého nestejného prostředí šikmo přecházející se láme.

Sestrojíme-li si v bodu, ve kterém paprsek světla námezí obou prostředí protíná, kolmici na rovinu námeznu, shledáme, že:

Paprsek světla do prostředí hustšího přecházející láme se ke kolmici a naopak paprsek do prostředí řidšího přecházející láme se od kolmice.

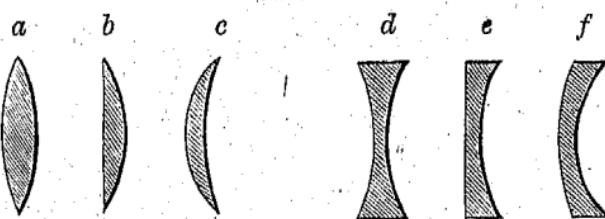
Lomem světla si vysvětlujeme, proč peníz do nádoby ponorený se nám zdá být výše položen, než skutečně je; na rybu-li střílíme, musíme stříleti pod ni; řeky zdají se nám být mělčimi, hůl do vody strčená zdá se být zlomenou.

Dále si lomem světla vysvětlujeme účinek čoček atd.

Je-li úhel, ve kterém na námeznou rovinu paprsek dopadá, velmi malý, nepostupuje paprsek do prostředí následujícího, ale odráží se zpět; výjev ten nazýváme úplným odrazem. Na úplném odrazu světla zakládá se zrcadlení vzduchu, soumrak atd.

161. Lom světla čočkami. Čočky jsou tělesa prohledná, mající buď kulovité neb kulovité a rovinné postranní stěny. Rozeznáváme dvoje čočky, a sice čočky spojné (obr. 81. a, b, c) a čočky rozptylné (obr. 81. d, e, f).

Obr. 81.



Čočku *a* nazýváme dvojvypouklou, *b* ploskovypouklou, *c* dutovypouklou; čočku *d* dvojvdutou, *e* ploskovdutou, *f* vypouklovdutou.

Prochází-li kteroukoliv čočkou spojnou světlo sluneční, spojují se všechny paprsky čočkou prošlé u bodu velice světlém a palčivém.

Bod tento nazýváme ohniskem a vzdálenost jejeho od čočky vzdáleností ohniska.

Postavíme-li v tmavé světnici (k výši jasnosti obrazů) rozžatou svíčku dosti daleko za spojné čočky a pošinujeme-li na druhé straně čočky deskou (nejlépe bílou), objeví se nám na ní jasný obraz svíčky; blížíme-li se svíčkou čočce, mizí obraz s desky, a chceme-li jej opět uchytit, musíme též desku pošinouti, a sice od čočky; vzdalujeme-li se se svíčkou, musíme se sbližovati s deskou.

Pokusy podobnými seznáme zákony následující:

1. Nalézá-li se předmět před čočkou ve vzdálenosti větší, než jest dvojnásobná vzdálenost ohniska, objeví se jeho skutečný převrácený a zmenšený obraz mezi ohniskem a mezi dvojnásobnou vzdáleností za čočkou.

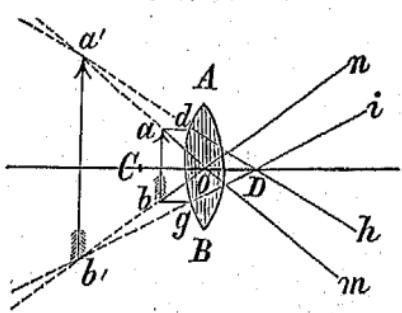
2. Sbližuje-li se předmět čočce ku dvojnásobné vzdálenosti ohniska, vzdaluje se obraz jeho od čočky, až ve dvojnásobné vzdálenosti ohniska čočky jest obraz jeho

též ve dvojnásobné vzdálenosti ohniska za čočkou, a sice skutečný, stejně velký, ale převrácený.

3. Pohybuje-li se předmět před čočkou z dvojnásobné vzdálenosti ohniska k ohnisku, vzdaluje se zvětšený a obrácený obraz z dvojnásobné vzdálenosti od čočky dále, až se pošine předmět do ohniska; pak nepovstává obraz žádný.

4. Nalézá-li se předmět mezi čočkou a ohniskem, objeví se zdánlivý, zvětšený a přímý obraz předmětu na téže straně čočky, na které se nalézá předmět (obr. 82.). Obraz jest tím větší, čím blíže jest předmět ohnisku.

Obr. 82.



Pozorujeme-li nějaký předmět na př. písmo čočkou rozptylnou, shledáme, že obraz po tétož straně čočky se nalézající jest zdánlivý, zmenšený a přímý. Pozorujeme-li předmět z části čočkou a z části vedle čočky, shledáme, že jest obraz čočce blíže než předmět.

162. Lom světla hranolem. Pouštíme-li do světnice malým kulatým otvorem v okenici světlo, šíří se přímočárně a spatřujeme světlý bod na stěně proti otvoru ležící. Vložíme-li však do tohoto pruhu skleněný hranol, shledáváme, že je ze směru svého odchýlen, a sice od hrany hranolu, a že bílý pruh světla rozkládá se v pruh světel barevných. Směr barev jest ku směru hrany hranolu rovnoběžný. Uchýlíme-li toto rozložené světlo sluneční na bílé stinidlo, shledáváme barevný pruh skládající se z barev červené, oranžové, žluté, zelené, modré a fialové; paprsky světla červeného jsou od původního směru nejméně odchýleny, paprsky světla fialového nejvíce.

Tento barevný pruh světel (viz barevnou přílohu) nazýváme „vidmem slunečním“ (spectrum).

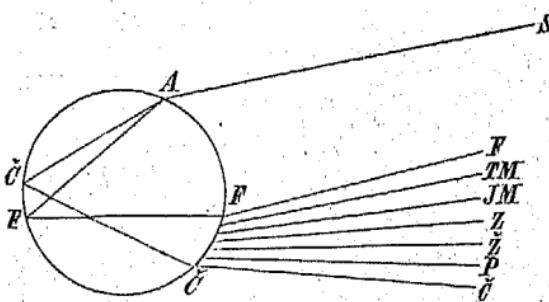
Procházejí-li paprsky světla čočkou rozptylnou, nesbíhají se, nýbrž napak vycházejí z čočky rozbíhavě, tak jakoby vycházely z jediného bodu

Pozorujeme-li zvětšené vidmo sluneční, poznáváme na jednotlivých místech tmavé čáry, které nazýváme po objeviteli čarami Frauenhoferovými.

Pouštíme-li hranolem světlo jiné než sluneční, na př. světlo sodíkové, vodíkové, draslíkové a j. v., obdržíme tmavý pruh přerušený světlými, na délku vidma kolmými pruhy, jak barevná příloha vyznačuje. Tyto světlé pruhy u mnohých světel mají v jich vidmu stejnou polohu jako tmavé čáry Frauenhoferovy ve vidmu slunečním; soudíme, že jsou stejného původu; následek toho jest, že se musí v atmosféře sluneční nalézati prvky, jichž tmavé čáry se ve vidmu slunečním objevují. Jak barevná příloha vyznačuje, nalézají se v atmosféře sluneční též vodík, sodík a jiné prvky.

163. Duha. Naplníme-li skleněnou válcovitou nádobu vodou a pouštíme-li na ni směrem SA (obr. 83.) pruh světla, rozkládá se světlo bílé A do barev, kteréž při

Obr. 83.



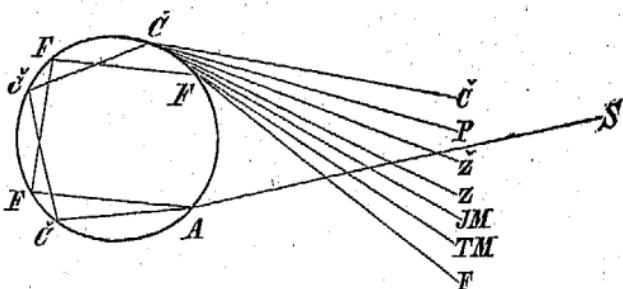
\check{C} a F se odrázejí do \check{C}' a F' a zde rozptýleny a na desku zachyceny dávají vidmo, u kterého jest barva červená nejspodnější.

Pouštíme-li však pruh světla směrem SA (obr. 84.), rozkládá se světlo bílé také, ale vychází teprve po dvojnásobném odrazu rozložené z nádoby tak, že barva červená jest nejvyšší. Jest tedy pořádek barev v případě druhém opačný pořádku barev v případu prvním.

Myslíme-li si válec takový nahrazený kapkou vody a těchto vedle sebe počet nepřetržitý, povstane úkaz

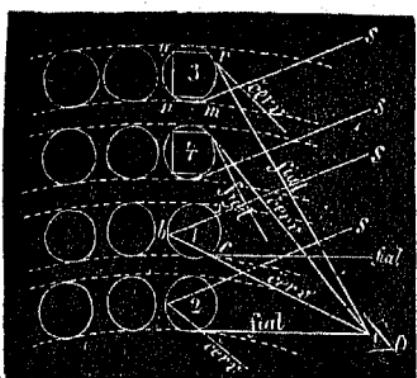
známý pode jménem duha. Do oka O (obr. 85.) vnikají ze spodních kapek vodních (2) paprsky nejvyšší, totiž fialové, a z horních kapek (1) vody paprsky světla

Obr. 84.

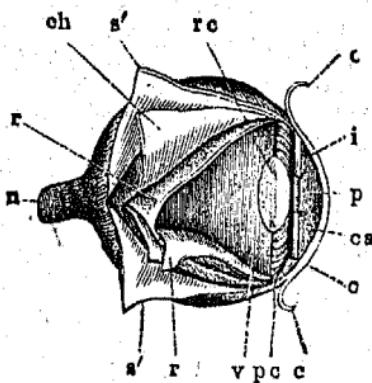


červeného. Duha, která má barvy tak spořádané, že jest barva červená nejvýše, nazývá se duha hlavní. Duhu tuto obyčejně doprovází duha druhá — vedlejší, která

Obr. 85.



Obr. 86.



povstává dvojnásobným odrazem paprsků (případ 2hý) a má pořádek barev obrácený duhy hlavní (obr. 85., 3, 4), paprsky do oka O přicházející jdou od kapek (3, 4).

164. Oko a vidění. Oko skládá se z bulvy (očního jablka) a ústrojí jemu k ochraně a pohybu sloužících. Bulva podoby kulovité skládá se (obr. 86.) 1. z neprohledné bílé blány s , kterážto v prohledné přední vyplouklé části e rohovkou se nazývá; 2. z cévnatky (žilovice) ch , kterážto jest cévami protkána a na vnitřní

straně černým barvivem pokryta, 3. z duhovky *i*, na předním povrchu u rozličných lidí různě zbarvené a u prostřed otvorem *p*, tak zvanou zřenici (zornicí) opatřené; za duhovkou jest řasnatý kruh *pc* z cév řasnatých složený; 4. ze sítnice *r*, kteráž jest rozšířením nervu zrakového z mozku do vnitř bulvy vstupujícího; 5. z čočky *rc*, kterážto jest úplně prohledná, na přední části ellipticky, na zadní parabolicky sklenutá a z lupeňitých cím dál do středu tím hutnějších vrstev složená; 6. z vodnatého moku *ca*, kterým prostor mezi rohovkou a čočkou vyplněn jest; 7. z těla sklovinitého *v*, které jest prohledný rosol v blánce se nalézající a dutinu mezi sítnicí a čočkou vyplňující.

Úkon vidění jest následující: Čočka oční paprsky do oka přicházející sbírá a obraz dle zákonu 3. vrhá na sítnici, která dojem ten vede k mozku. Abychom zřetelně viděti mohli, musí být obraz na sítnici dosti jasný a trvalý; to bude: 1. Když obraz předmětu na sítnici určitě dopadá. 2. Když jest obraz na sítnici dosti velký a jasný (osvětlený). 3. Potrvá-li obraz na sítnici určitý čas.

Nevidíme, když některá z podmínek úplně schází, a vidíme nejasně, není-li některá podmínka úplně vyplněna. Nejvíce se vykystují jakožto vady oční krátkozrakost a dalekozrakost.

Krátkozrakým jest ten, kdo předměty vzdálenější vidí nejasně; jasný obraz předmětů vzdálenějších padá u krátkozrakého před sítnici; pro tužto příčinu užívá krátkozraký brejlí z rozpětných čoček, které paprsky do oka přicházející rozptylují a tím obraz dále k sítnici pošinují.

Dalekozrakého, který nevidí jasně předměty blízké, padá obraz předmětu za sítnici; dalekozraký užívá brejlí z čoček spojených, které paprsky sbírají a tím jasný obraz na sítnici vytvořují.

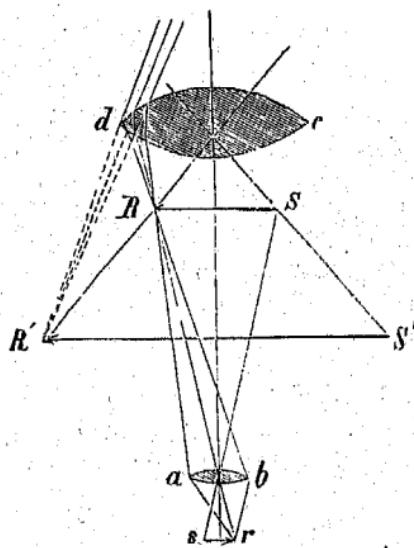
165. Optické přístroje. Optické přístroje napomáhají jasnému vidění, povstávají-li na sítnici obrazy malé buď za tou příčinou, že jest předmět sám malý, nebo že jest předmět velmi vzdálený.

Přístroje, kterými zřetelně vidíme předměty malé, nazývají se drobnohledy.

166. Jednoduchý drobnohled (lupa) jest spojná čočka malé vzdálenosti ohniska. Dáme-li k takovéto čočce do menší vzdálenosti, než jest ohnisko, nějaký předmět, obdržíme jeho zvětšený obraz na téže straně čočky (dle obr. 72).

167. Složený drobnohled skládá se ze dvou čoček malé vzdálenosti ohniska, z nichž ona, ku které se klade předmět, se nazývá předmětnicí, a druhá, jíž hledíme, očnicí. Obě čočky nalézají se v jedné rouře pohyblivě spojené, aby se jedna k druhé sblížití mohla, a aby ohniska obou čoček se nalézala v jedné čáře.

Obr. 87.



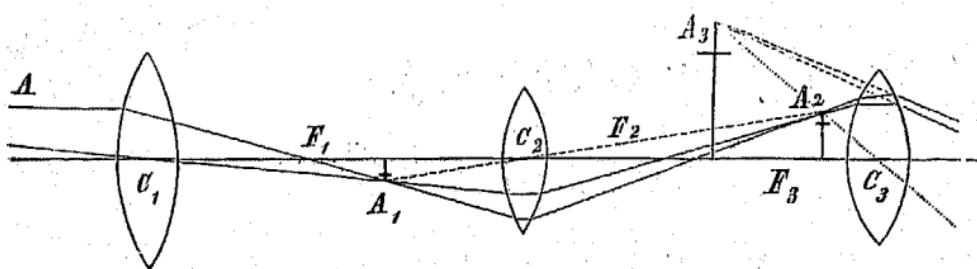
Obr. 87. znázorňuje drobnohled složený. Očnice musí být od předmětnice tak daleko, aby obraz předmětnice vyvozený padl mezi ohnisko a čočku. Obraz předmětu jest zvětšen nejdříve předmětnicí a pak očnicí.

168. Dalekohledy jsou přístroje, kterými vidíme zřetelně předměty velmi vzdálené.

169. Dalekohled pozemský (obr. 88.) sestává ze spojné čočky C_1 velké vzdálenosti ohniska (předmětnice), která dává zmenšený a obrácený obraz předmětu

A_1 nedaleko ohniska; obraz tento obrací čočka C_2 , na tento vzpřímený obraz předmětu A_2 díváme se očnicí C_3 co lupou, musí tedy padnouti A_2 mezi ohnisko a čočku C_3 , a vidíme jej v A_3 zvětšený a přímý.

Obr. 88.



Dalekohled hvězdářský dává obrazy převrácené. Zrcadelný dalekohled Herschlův. Kouzelná komora.

Oddíl osmý.

Náuka o zvuku.

170. Dáme-li na napjatou strunu sedlovité papírky a táhneme-li přes ni smyčcem, slyšíme zvuk a vidíme, jak papírky se struny odpadají. Udeříme-li na zvonec, slyšíme zvuk a přiblížímě-li se k němu s bezovou kulíčkou na niti zavěšenou, odskakuje kulíčka od zvonce, dotkneme-li se zvonce prstem, umlká.

Spustíme-li na zem dřevo neb jiný pružný předmět, slyšíme opět zvuk. Vezmeme-li tenkou tyč z olova a též takovou ze železa a přejedeme-li obě smyčcem, dává tyč železná zvuk, olověná ne.

Ve všech uvedených případech povstává zvuk po hybem hmot pružných; jakmile pohyb ustane, umlká též zvuk.

Za tou příčinou užíváme při hudebních nástrojích jen hmot pružných.

Abychom zvuk slyšeli, jest třeba nejen, aby se hmota pružná chvěla, ale aby toto chvění určitým prostředím k ústrojí sluchovému bylo přivedeno a aby ústrojí toto bylo zdravé.

Čím hustší jest prostředí, tím lépe jest zvuk veden a naopak.

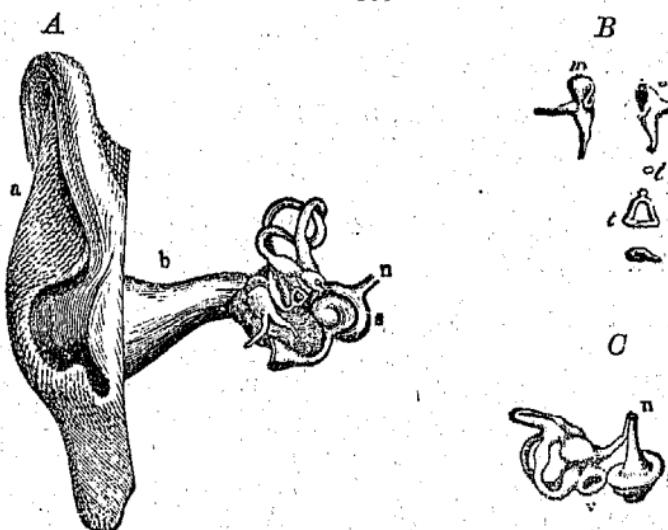
Budíček při zředování pod vývěvou; hodinky na konci dlouhého stolu; tloučení kamenů pod vodou.

Ve vzduchu se šíří zvuk při teplotě 0° C. rychlosťí 333 m.

171. Ústrojí sluchové nazývá se ucho (obr. 89.).

Ucho sestává z boltce *a*, který svádí zvuk do zvukovodu *b*, uzavřeného bubínkem *c*. Za bubínkem se nalézá dutina bubínková, ve které jsou kůstky sluchové dle tvaru svého pojmenované: kladívko *m* (obr. 89. B), které se jedním koncem dotýká bubínlku *c*

Obr. 89.



a druhým kovadliny *o*, která čočkovitou kůstkou *l* spojena jest se tříminkem *t*. Třmínek přiléhá pak na bludiště, kde se v jasné bílkovité kapalině rozestírá nerv sluchový *n*, který jest spojen s mozkem. Chvěním vzduchu chvěje se bubínek a ten převádí kůstky sluchovými pohyb na blánu podélnou a tím i na bludiště; kapalina v bludišti se též chvěje a nerv chvěním tím podrážděný sděluje dojem ten mozku.

172. Ozvěna. Jako hmota, jichž pohybem zvuk povstává, musí být pružné, podobně i hmota, které zvuk šíří, čili prostředí musí být pružné.

Těmito pružnými hmotami se šíří zvuk na všechny strany vlnami. Vlny tyto přicházejíce na prostředí jiné, na př. hustší (jako na skály, stěny, lesy, mračna atd.), se těmito částečně dále šíří a částečně dle zákona odrazu hmot pružných odražejí zpět. S těmito odraženými vlnami vrací se ovšem i zvuk, tak že se zdá, jakoby zvuk ten přicházel z místa, od kterého byl odražen.

Můžeme-li odražený zvuk od původního rozeznati, nazýváme jej ozvěnou. Zvuk tento smí přijíti do ucha tehdáž, když již dojem prvního zvuku zmizel. Naše ústrojí zvukové jest tak dokonalé, že může za vteřinu 10 různých zvuků pojmoti; musí tedy zvuk odražený po 0·1 vteřiny po zvuku původním se do ucha dostaviti. V době 0·1 vteřiny vykoná zvuk dráhu $333\text{ m} : 10 = 33\cdot3\text{ m}$. Aby na místě, kde se budí zvuk, byla slyšena ozvěna, musí býti stěna odrázející nejméně $16\cdot6\text{ m}$ vzdálena.

Je-li stěna $2 \times 16\cdot6\text{ m}$, $3 \times 16\cdot6\text{ m}$, — vzdálena, vzniká ozvěna dvoj-, troj-, víceslabičná. Opakuje-li se poslední slabika, sluje ozvěna vícenásobnou.

Znamenité ozvěny jsou: V Abršpachu sedmislabičné slovo skráte; u Met, u Simonetta.

173. Tony. Vlnivý pohyb vzduchu, jímž se zvuk rozvádí, může dle toho, jaký jest pohyb hmoty zvučící, působiti v uchu našem dojmy pravidelné nebo nepravidelné, a my dle toho pravíme, že hmota zní nebo šumí, skřípe, vrzá atd. Zní-li hmota, můžeme opět rozeznávat zvuky vyšší nebo nižší, silnější nebo slabší; takovéto různění zvuku nazýváme tonování.

Tonem máme na mysli zvuk určité výšky. Výška tonu jest tím větší, čím rychlejším pohybem povstal.

Oddíl devátý.

Stručný nástin meteorologie.

174. Účel meteorologie či vzduchoznalství není pouze znáti fysikální vlastnosti ovzduší, ale též vysvětlovati mohutné (mnohdy nad míru dojemné) výjevy v ovzduší se objevující a jejich zákony poznati.

Ovzduší naše, t. j. obal asi 70 — 100 km vysoký kolem země se nalézající, jest vyplňeno vzduchem, který, jak jest z lučby známo, jest smíšenina dusíku a kyslíku co hlavních, a kyseliny uhličité, kysel. dusičné, amoniaku, vodních par a j. v. co vedlejších součástí.

Vlastnosti vzduchu, jak již známo, jsou: Vzduch jest dokonale pružný, stlačitelný, rozpínavý, prohledný, průteplivý. Dále jsme již poznali, že má vzduch následkem přitažlivosti zemské váhu či tíže, kteroužto na všechny hmoty povrchu tlačí; tlak tento obnášející asi 1·03 kg, nazýváme tlakem 1. atmosféry. Ovzduší, třeba se složení jeho neměnilo, podléhá stálým změnám následkem nestejného oteplování a proměnného množství par atd. Změny tyto jsou buď pravidelné neb nepravidelné.

Podstatou tvoří změny tyto počasí a jeho ráz tvoří povětrnost.

175. Tlak vzduchu. Jak již v odstavci 145. bylo řečeno, jest tlak vzduchu na určitou plochu závislý na výšce sloupce vzduchového, který se nalézá nad hmotou, na kterou tlačí, a pak na hustotě vzduchu. Oba tito činitelé tvoříce váhu vzduchu mohou se měnit; proto

i tlak vzduchu jest proměnlivý; tlak vzduchu na kopci jest menší než v údolí a vývěvě se zředěným vzduchem menší než mimo ni.

Změny v tlaku vzduchu, který, jak známo, měříme tlakoměrem, jsou pravidelné, a to denní i roční, a nepravidelné.

Každý den máme dvakrát největší tlak a to mezi 8.—10. hod. ráno a mezi 9.—10. hod. večer, a dvakrát nejmenší tlak mezi 3.—5. hod. odpoledne a o 4. hod. ranní. Změny tyto jsou v krajinách rovníkových největší (2 mm), a tak pravidelné, že by se jich mohlo dle Humboldta užiti k určování času.

Co se týče změn ročních, jsou tyto značnější v krajinách polárních než v krajinách rovníkových. Největší tlak jest v měsíci lednu a nejmenší v měsíci červenci. Příčina změn těchto jest teplo.

Vyhřátý vzduch jest řidší a tedy i lehčí, proto též méně tlačí než vzduch studený. Přihlížíme-li ale k tomu, že stoupající teplotou též množství par ve vzduchu stoupá, neboť teplý vzduch více vlhka obsahuje než studený, poznáváme, že se teplem nepřímo hustota vzduchu a tím i tlak jeho zvětšuje. Ráno jest vzduch nejstudenější, po východu slunce se vyvinují vodní páry a tak společným účinkem tepla a páry tlak zvětšují až k 10. hodině, kdy je tlak největší. Od 10. hodiny se vzduch rychleji vyhřívá, než mu par přibývá, vystupuje do výšky a tlakoměr klesá až do 4. hod. odpoledne, kdy jest tlak nejmenší; od této doby opět vzduch chladne a tlak zvyšuje až k 10. hodině.

Nepravidelné změny tlaku jsou v některých krajinách tak velké, že změny pravidelné takořka mizí; přibývá jich se zeměpisnou šírkou. Nepravidelné změny tlaku mají svou příčinu v náhlých změnách teploty, které vyvolány bývají rozličnými větry, z čehož následuje, že i změnami větrů se tlak vzduchu mění.

Ve střední Evropě jest při severovýchodním větru (který má vzduch studený a tím i těžší) tlak největší a klesá při větru východním a jihovýchodním; při jihozápadním (který má vzduch teplý a tedy i lehký) jest tlak nejmenší a stoupá při větru západním a severo-

západním. Jižní, jihozápadní a západní větry jakožto teplé a vodními parami nasycené se v našich studenějších krajinách ochlazují a tím přinásejí déšť; větry severovýchodní a východní přicházejíce z krajin studenějších a pevninných jsou sušší, mohou se tudíž u nás vyhráti a vodní páry přijímati, tak že větry tyto „přinášejí“ počasí suché a zžírajíce mračna též jasné.

Z příčin uvedených patrno, že u nás při nízkém tlaku vzduchu prší a při vysokém tlaku jest jasno a sucho. Protože se směry větrů mění nejdříve ve výšce a pak teprve při zemi, a my změnu tuto pozorovati můžeme pouze na tlakoměru, jest do určité míry tlakoměr prorokem počasí. Každým způsobem ukazuje klesání tlakoměru náchylnost k vodním srázkám, tak jako stoupání tlakoměru počasí studené, suché i jasné předpovídá.

Náhlé změny výšky tlakoměrné zvěstují bouřky.

Novější meteorologie hledá příčiny větrů a tedy i změn počasí v rozličném rozložení tlaku vzduchu na povrchu zemském, kteréž znázorňováno bývá na zvláštních mapkách čarami, které nazýváme isobary. Isobary jsou čáry, které spojují místa stejného tlaku vzduchu v určité době. Směr větrů bývá přibližně týž jako těchto čar stejného tlaku s uchýlením k čáře tlaku nejnižšího a tím mocnější, čím jsou tyto čáry sobě blíže a naopak. Na takové mapě *) (s isobarami) s čarami rovného tlaku spatřujeme často více křivek nejmenšího a největšího tlaku buď uzavřených neb neuuzavřených. Při každém větru panuje jiný tlak. Pozorujeme-li tlaky takové po dobu několika rroků, můžeme určiti střední tlak toho kterého větru; tyto střední tlaky si pojmenováme na větroyou růži a klesá-li pak tlak pod tento střední tlak větru (který právě panuje), dostavuje se obyčejně déšť a naopak.

Stoupá-li tlak a prší-li, přechází déšť ve sníh a naopak, klesá-li tlak, přechází sníh v déšť. Stoupá-li tlak při větru západním, přitíží zimě.

176. Osvětlení ovzduší. Paprsky sluneční šíří světlo přímočárně; v místa, kam paprsky přímo nedosahují, přináší vzduch teplo tím, že se světlo o jeho částečky

*) Viz přílohu.

roztříšťuje a na všechny strany se odráží. Z příčiny této jakož i úplným odrazem světla panuje před východem a po západu slunce soumrak; světlo sluneční tu osvětluje pouze vrchní vrstvy vzduchu, ze kterých se světlo šíří dolů.

Modrost oblohy si vykládáme tím, že částečky vzduchu uchycují odražené paprsky světla modrého. Čím čistší vzduch, tím modřejší obloha a tím větší naděje na pěkné počasí; naopak čím více par ve vzduchu, tím bělejší obloha a tím spíše naděje na déšť.

Srázejí-li se páry ve vzduchu jsoucí ve vodu, propouštějí pouze paprsky světla červeného a oranžového (páry z kotle); povstávají tudíž červánky často na večer, kdy se při klesající teplotě ovzduší páry srázejí; červánky ranní jsou nám důkazem, že již při východu slunce se nalézá ve vzduchu tolik par, že se srázejí vzdor oteplování, jsou tudíž ranní červánky předzvěstem deště. Na lomu světelných paprsků buď kapkami vody aneb jehličkami ledu zakládají kola (větší i menší), která se kolem slunce neb měsíce objevují, podobně jako duha (odst. 164.).

177. Teplo ovzduší. Teplo ovzduší jest výlučně teplo sluneční, nejvíce ono, které bylo od naší země odraženo. Vzduch otepjuje se nejvíce odraženým a sálavým teplem naší země, málo teplem procházejícím, nepropouští ale všechno teplo odražené zpět. Podobát se v tomto případě vzduch oknu uzavřené světnice, když se do něho opírá slunce, v kteréž následkem toho teplota značně stoupá.

Do některých krajin přináší značné množství tepla větry. Vzduch jest skutečně přijímač a rozdávač tepla, který umožňuje život na zemi, jest tepnou života na naší zemi. Podstatnou částí vzduchu jsou vodní páry, kteréž hlavně brání teplu unikati do prostoru světového zpět.

Mimo moře vzduchové jest důležitým ano lepším přenášečem tepla voda. Schopnost vody teplo z rovníkových krajin přenášeti jest mnohem větší, uvážíme-li, že ono množství tepla, které vyhřeje 1 m^3 vody o 1°C ., vyhřeje 3234 m^3 vzduchu o 1°C . Vyhříváním vody po-

vstávají proudy vodní (odst. 71.); kdyby těch nebylo, byla by teplota moře Atlantického dle Crolla asi — 19° C. Učinek teplých proudů mořských na podnebí evropské jest (odst. 71.) znám.

178. Střední teplota. Pozorujeme-li po určitý čas den jak den teplomér, shledáme, že každý den dostupuje určitý nejvyšší stupeň a klesá na určitý nejnižší stupeň tepla. Zaznamenáme-li si teplotu na teploměru po určitých stejných dobách pozorovanou a dělíme-li součet počtem pozorování, obdržíme střední teplotu dne.

Pozorování se obyčejně provádí o 9. hodině ráno a večer; od střední teploty se liší teplota těmato dvěma pozorovánimi určená as o $1\frac{1}{3}^{\circ}$ C.

Teplem slunečním otepluje se vzduch až do nejvyšší polohy t. j. ku 12. hodině, a od toho okamžiku se otepluje méně ale přece pořád ještě a to i teplem, které sálá vyhřátá země, to trvá až ku 2. hodině; od tohoto okamžiku sálá země více tepla než ho přijímá, kdežto vzduch nepřijímá více teplo slunečních paprsků a teplota jeho, jako země, klesá, až krátce před východem slunce jest teplota nejnižší. Teplota tím více klesá, čím jasnější jest obloha, vzduch jest sušší a tím snadno propouští teplo sálavé, kdežto obloha mraky potažená (vzduch vlhký) tvoří jakoby přikrývku nad povrchem zemským (protože vlhký vzduch tak snadno sálavé teplo nepropouští). Neznačnejší rozdíly teploty denní a noční panují na velkých pevninách: v Africe a Asii ve dne velké parno; v noci velký chlad — význačná to vlastnost podnebí pevninného.

Ze středních teplot denních můžeme sestaviti střední teploty měsíčné a roční. Největší teplota v našich krajinách panuje as 4 týdny po 21. červenci, a nejnižší as v lednu, nesouhlasí tedy s nejvyšší a nejnižší polohou slunce.

I zde připadají největší rozdíly teploty letní a zimní na velké pouště asijské a africké. Krajiny, které se nalézají poblíž velkých moří, nemají tak velké rozdíly v teplotě letní a zimní — voda teplotou svou vzduch v letě ochlazuje a v zimě otepluje — podnebí přímořské. Při zkoumání poměrů teploty vzhledem na podnebí a zdar života zvířecího i rostlinného sluší vzít v úvahu nejen

teplotu střední, ale i nejnižší a nejvyšší teplotu. Hebridy a krajiny na severním pobřeží kaspického a aralského moře mají stejnou střední teplotu roční. Na Hebridách zůstává sněh sotva 24 hodin ležeti, led tam ani neznají, ale v létě jen za velké pohody dozrává žito, ovoce se tam nedáří. U kaspického moře následuje po tuhé zimě téměř bez jara léto; žito dozrává za několik týdnů a při nepatrné péči daří se tam výborné víno, broskve, meruňky a t. d.

179. Rovnoteplice. Spojíme-li na povrchu zemském místa, která mají stejnou střední teplotu, obdržíme čáry, které nazýváme rovnoteplicemi (isothermy). Z průběhu těchto čar vidíme, že na teplotu toho kterého místa působí *a*) vzdálenost od rovníku, *b*) vzdálenost od břehů mořských (břehy západní mají větší teplotu než vnitrozemí), *c*) vyvýšenosť nad hladinou mořskou, *d*) v krajích pobřežních jest mírná zima i léto, *e*) ze všech pevnin má Evropa teplotu největší. Mimo to mají na střední teplotu vliv poměry místní, tak zvaná přirozená poloha. Polohy proti jihu a polohy proti severu pohořím neb lesy chráněné jsou teplejší oněch, které směřují k severu a mají polohu otevřenou t. j. nechráněnou.

Chceme-li určiti střední teplotu některého místa, musíme měřiti spolehlivě. Francouzové všeji teploměr na provázek as 1 m dlouhý a točí jím 2 minuty ve vzduchu; na kterém bodě se teploměr ustojí, ten udává teplotu toho okamžiku dosti přesně.

Nápadné změny teploty jak roční tak denní bývají provázeny změnami počasí.

Stoupá-li teplota po východu slunce nápadně rychle, rychleji než obyčejně, bývá to předzvěstí bouřky, zvláště je-li ticho a páli-li slunce z pod mraků.

Není-li patrného rozdílu v teplotě při západu a východu slunce, očekáváme též změnu počasí obyčejně ve vlhčí.

Větry.

180. Vzduch proudící od místa k místu slove výtr. Výtr povstává nerovným vyhříváním vzduchu na povrchu zemském. Vzduch více vyhřátý vystupuje do výšky, pro-

tože jest teplem roztažený a tím lehčí, na jeho místo tlačí se z okolí vzduch studený, těžší.

Otevřeme-li dvěře u zatopené světnice a dámě-li mezi dvěře hořící svíčku, jest plamen svíčky nahoře držené uhýbán ze světnice; držíme-li svíčku dole, ohýbá se plamen do světnice, uprostřed plane klidně na důkaz, že nahoře teply vzduch uniká ze světnice a jest nahražován studeným vzduchem při zemi do světnice se hrnoucím.

Vzduch na rovníku vyhřátý vystupuje do výšky a na jeho místo se hrne studený vzduch od polů; tím povstává nad zemí jižní proud (rovníkový) teplého vzduchu a při zemi proud severní (polarní) studeného vzduchu. Otáčením se země od západu k východu mění se směry ty na severní polokouli u jihozápadní a severovýchodní.

Na obou stranách rovníka, kde vzduch kolmo do výšky vystupuje, nalézáme několik stupňů široký pás tišin. Nad tímto pásmem se táhne až k 30° s. š. pás passátu severovýchodního (obr. 90.), kde panuje po celý rok vítr SV. Dále k severu pás přechodný (subtropický), kde panuje v zimě vítr jihozápadní a v létě vítr severovýchodní. V pásu tomtéto sestupuje ochlazená část vzduchu proudu rovníkového k zemi, a sice v zimě dříve, protože se dříve ochladí a sestoupí, tak že zde v zimě přeyládá vítr jihovýchodní. Na pás tento následuje pás proměnných větrů, v kterém spolu po celý rok zápasí oba hlavní větry severovýchodní a jihozápadní, z nichž v létě převládá tento, v zimě naopak severovýchodní. Tyto větry nejsou ovšem tak pravidelné, jak by po jednoduchém zákonu se očekávalo, a to proto, že na ně mají vliv hlavně nestejné vyhřívání moře a pevniny, ohřívání vzduchu proudy mořskými, pohoří a t. d.

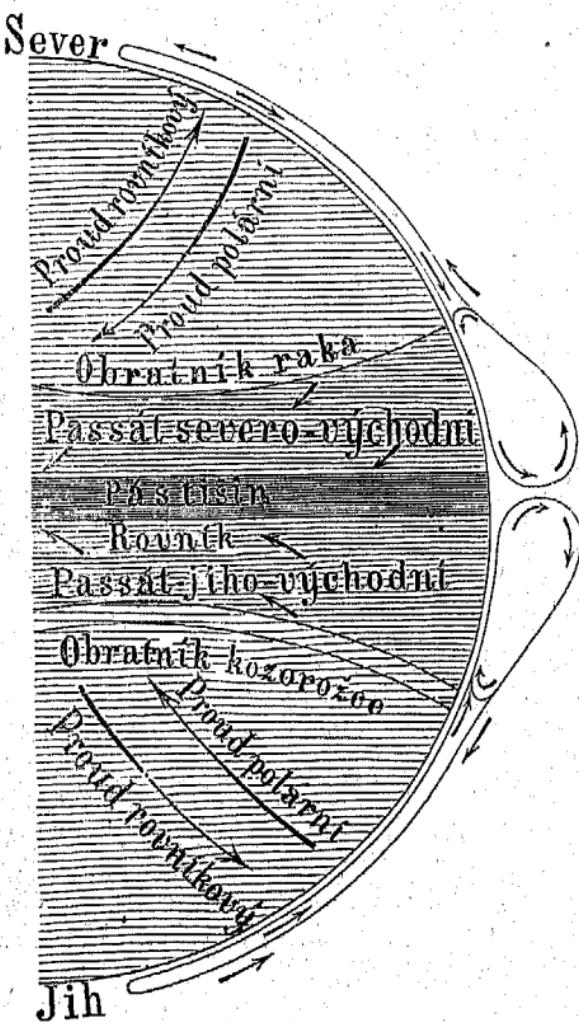
U nás, ač ne bez výminky, otáčejí se větry dle zákona Dověho; přechází totiž vítr SV. ve V.; dále ve JV. pak J., JZ., Z., SZ., S.

Větry pobřežní.

181. Pro značnou měrnou teplotu vyhřívá se země za dne rychleji než moře, vzduch nad zemí vystupuje do výšky a na jeho místo se hrne vzduch studený z moře,

panuje proto za dne vítr z moře na zem — vítr mořský. V noci ochladí se země brzo, kdežto voda podržuje teplo déle, z té příčiny vystupuje vzduch nad vodou do výšky a na jeho místo proudí vzduch ze země, vítr zemský.

Obr. 90.



Novější meteorologie vykládá povstání větrů nejstejným tlakem vzduchu po povrchu zemském. Z krajin, kde panuje vyšší tlak, vane vítr do krajin tlaku nízkého.

Kolem nejvyššího tlaku vane vítr ven, od středu, a naopak

kol nejnižšího tlaku hrne se vítr do vnitř, ku středu. Proudění toto neděje se ale nikdy kolmo na směr čar stejného tlaku, nýbrž téměř podél těchto, s úchylkou na pravo.

182. Vichry. Vichrem nazýváme vítr, který má značnou rychlosť asi $20\text{ m} - 50\text{ m}$. Díváme-li se na mapku *), která nám znázorňuje čarami stejného tlaku stav tlakoměrů za vichřice, pozorujeme, že čára nejmenšího tlaku tvoří jakýsi střed, kolem něhož a k němuž se vzduch pohybuje. Povstává vichr rychlým vyrovnaním vzduchu různého tlaku. Vzduch pohybuje se kolem určitého středu, kterýžto střed jest zároveň středem vichřice. Tyto středy dostupují u nás obyčejně k východu a s nimi i celá vichřice. Velkých rozměrů nabývají vichřice v krajích tropických, u nás v pásu mírném jsou menší ale častější.

Při pohybu sledují zákon (Buys-Ballotův), dle něhož leží střed pohybu či větru (nejmenší výška tlakoměru) po levé ruce člověka jdoucího směrem větru.

Vlhkosť ovzduší.

183. Odpařováním vody, dýcháním, hořením a jinými pochody se stále do vzduchu dostává vodní pára, kterouž ve vzduchu ani nepozorujeme. Přineseme-li do světnice sklenici studené vody, sráží se na jejích studených stěnách pára v podobě malých krupiček — stěny se opotí, — na důkaz, že se i ve vzduchu ve světnici nalézá vodní pára.

Jako v případu uvedeném, kde snížením teploty vzduchu, se stěnami se stýkajícího, neviditelné páry se srazily ve vodu, srážejí se i tehdáž, když jest jich ve vzduchu mnoho.

Je-li ve vzduchu tolik par, že jich vzduch vůbec více přijati nemůže, pravíme že jest parami nasycen. Ochladíme-li prostor parami nasycený neb přivedeme-li do prostoru parami nasyceného i sebe menší množství páry, sráží se pára ve vodu. Čím vyšší jest teplota

*) Viz přílohu.

vzduchu, tím více par jest vzduchu třeba k nasycení a naopak čím méně par ve vzduchu, tím více se musí teplota vzduchu snížit, aby se páry srážely. Dle toho mají studené větry a chladný zimní vzduch méně par než vzduch letní a větry teplé.

Stupeň tepla, při kterém se páry ve vzduchu se nalézající srážejí ve vodu, nazývá se bodem rosným a sražená voda rosoú.

Mluvíme-li o vlhkosti vzduchu nerozhoduje tu množství par ve vzduchu obsažených, nýbrž srážení, t. j. jak daleko za panující teploty jsou páry ve vzduchu obsažené od srážení se v kapky vodní; jest to vlhkost poměrná. Čím bližší jest stupeň teploty vzduchu bodu rovnému, tím vlhčí jest vzduch. Vlhkosť vzduchu udáváme v %. Vzduch má 70% vlhkosti, když má 70% onoho množství par, které by při panující teplotě mohl míti do nasycení.

Obyčejná vlhkost vzduchu jest 50% — 70%. Je-li vlhkost menší, pravíme, že jest sucho, je-li větší, pravíme, že jest vlhko, dusno.

O vlhkosti vzduchu se přesvědčíme buď vlhkojevy neb vlhkoměry.

184. Nejznámějším vlhkojevem jest ten, který skládá se ze semena čapího nůšku zapíchnutého do desky, nad níž nezřídka se nalézá i stupník s rafíjí. Vlhkojev strunový skládá se ze struny jedním koncem pevně připojené k nějakému předmětu, na jejímž volném konci nalézá se příčka dřevěná buď nad stupnicí se otáčející neb opatřená panáky, z nichž jeden při stoupající vlhkosti zalézá a druhý „s deštníkem“ vystupuje.

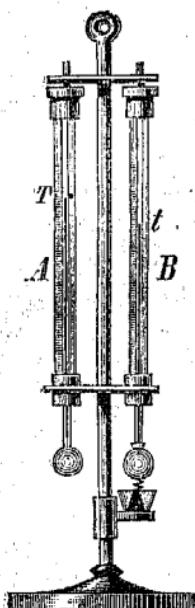
Struna se při stoupající vlhkosti skracuje a čápi nůšek stáčí; tím ukazují pouze přibývání vlhkosti. Zhusta užívá se vlhkojevu vlasového.

185. Vlhkoměrů máme více druhů; dobře určujeme vlhkost přístrojem známým pode jménem psychrometr. Psychrometr (obr. 91.) skládá se ze dvou teploměrů, z kterých jest jeden *B* ovinut knotem, kterým se na kuličku teploměru přivádí voda. Odpařováním vody klesá teplomér *B*, až se na určitém stupni *t* ustojí a klesne tím níže, čím jest vzduch sušší, protože se voda rychleji odpařuje. Množství odpařené vody jest poměrné množství

par ve vzduchu se nalézajících; čím více par ve vzduchu se nalézá, tím méně se vody odpaří a tím volněji.

Můžeme proto z velikosti klesnutí teploměru soudit i na množství par ve vzduchu. Klesnutí teploměru poznáme z rozdílu teploty vzduchu T , kterouž ukazuje teploměr druhý A a teploměru B , který ukazuje t^o , kam stupeň při odpařování vody klesla. $T - t$ jest tak zvaný

Obr. 91.



psychrometrický rozdíl, násobíme-li tento rozdíl stálým činitelem k , můžeme si součinem tím vyznačiti množství par ve vzduchu obsažených. Dobře jest, zkoumáme-li množství par ve vzduchu se nalézajících, dátí psychrometr do průvanu. Vlhkost vzduchu mění se denně a ročně.

Před východem slunce jest vzduch nejvlhčí, po východu slunce se vzduch otepluje, čímž i množství par se sice zvětšuje, ale velká část jich otepleným vzduchem uniká, takže vzduch od 9. hod. r. — 4. hod. odpoledne jest nejsušší. Od 4. hodiny chladu i vlhkost vzduchu přibývá.

Co do doby roční souhlasí množství par ve vzduchu s teplotou, v lednu jest množství jejich nejmenší, v červenci největší; vlhkost jest ale teprv v prosinci největší.

186. Výjevy z vlhkosti vzduchu par. Paprsky sluneční na zem dopadající rychleji ohřívají zem než okolní vzduch, protože jest zem poměrně lepším vodičem tepla než vzduch. Přestanou-li paprsky sluneční zem vyhřívati, ochlazuje se zem jakožto lepší vodič tepla rychleji než vzduch, vrstvy vzduchu přímo u země se nalézající se pozvolna též dosti ochladí. Následek snížení teploty vzduchu jest, že se i páry ve vzduchu obsažené ochlazují a tím i srážejí na předmětech chladnějších.

Tyto srážené páry v podobě malých krůpějí nazýváme rosou. Rosu vídáme nejvíce na rostlinách, protože se rychleji ochlazují než kamenitá půda.

Braní-li močnému chladnutí vzduchu země střechy,

záslony, listí, mračna — nepovstává žádná rosa. Je-li zamračeno, nepovstává rosa — bylo-li jasno, povstala rosa, — předpovídáme pěkné počasí.

Za větrných nocí, odnáší srážející se páry vítr, takže buď žádná rosa nepovstane neb malá. Vlhký vzduch chrání zem před rychlým chladnutím; krajiny uvnitř velkých pevnin se nalézající mají vzduch suchý, jasné noci, proto jsou v krajinách takových noci velmi chladné.

Klesne-li teplota předmětu pod 0° , zmrzne rosa a povstává jiní či jinovatka. Jiní vzniká nejčastěji v hlubokých uzavřených údolích.

187. Mhla a mračna. Ochladí-li se vzduch parami nasycený, srážejí se vodní páry v bublinky, kteréžto se vznášejí ve vzduchu klesajíce zvolna k zemi a činí vzduch neprohledným; pravíme, že povstává mhla, udržují-li se sražené páry poblíž země. Nejčastěji a to zvláště na podzim tvoří se mhlý nad řekami, jezery, rybníky, močály a t. d. Voda ochlazuje se volněji než okolní vzduch, který jest tak ochlazen, že jest za této snížené teploty parami nasycen, přibude-li ještě témto parám ještě par, které se tvoří nad teplejší vodou, povstává přesycení — páry se srážejí — tvoří se mhla. Vršky hor bývají zhusta mhlami obklopeny; hory teplo své vysálaly a vane-li podél nich teplý, vlhký vzduch, srážejí se vodní páry ve mhle.

Jsou-li temena zvláště nízkých homolí ve mhle zabalena, předpovídáme déšť, najmě panuje-li vítr severní.

Vršky vysokých kopců bývají z větší části roku vždy ve mhle.

Padá-li mhla, předpovídáme pěkné počasí; stoupá-li mhla, jest naděje na déšť.

Srazí-li se ve větší výši proud teplého vzduchu, který jest parami nasycen, s proudem vzduchu studeného, ochladí se, a vodní páry se srážejí v bublinky — povstává mrak.

Mrak jest dle toho mhla ve větší výši nad zemí.

Dle podoby dáváme mračnům různá jména, jako: řasy, kupy, slohy a t. d.

Pro meteorologa, který nehledí na mračna jako malíř hledající v nich podoby ještěrů, hradů atd., stačí rozdělení pouze na druhy.

Jeden druh mračen hledí se rozložiti do jedné roviny; jejich části buď pérovitě, buď vlnovitě jsou sestaveny a mezi nimi modrá obloha prohlédá (to bývá, jsou-li ve značné výši; anebo více souvisle neprohledně splývají v jeden celek (to bývá, jsou-li nízko) a jejich tloušťka jest proti délce malá; slují mraky vrstevnaté.

Jiný druh mračen sestává z mohutných mračen podoby kulovité neb polokulovité; čím výše mračna jsou, tím jsou kulovitější, ve vrstvách nižších jsou podoby polokulovité a jsou dole rovně obmezeny, slují kupy. Dle toho, v jaké výši jednotlivá mračna jsou a jak jsou skupena, „předpovídá“ novější meteorologie počasí, dbajíc při tom ovšem směru větrů a výšky tlakoměru. Pravidla tato nejsou tak jednoduchá, aby zde mohla být stanovena. Pouze z podoby mračen počasí předpovídati, jest věcí velmi nespolehlivou. Objeví-li se z rána na obloze větší množství mračen vrstevnatých (zbytky to mračen nočních) nízko a tvoří-li podklad kupám, které se nad nimi vysoko nesou jaksi je zastiňujíce — máme naději na déšť (při tom se též díváme na výšku tlakoměru a na rozdíl teploty na večer a ráno).

Jsou-li však mračna vrstevnatá v prostřední výšce a pod nimi se nalézají kupy, které zvedajíce se hledí s předešlými splynouti, při tom se zdá spodní část mračen těchto býti jako smytá, jako by se ztrácela — souđíme, že bude počasí suché. Objeví-li se po východu slunce kupy, které se ustavičně a hojně množí, pak jest blízko bouřka. Ztrácejí-li se po východu slunce kupy řidko roztroušené, jest naděje na počasí pěkné.

Mračna, z kterých prší, bývají celkem nižší, vyjíma je ta, která doprovázena bývají bouřkou.

Mračna bouřkou doprovázená pohybují se v prostřední výši něco málo pod nejvyššími vrstevnatými pérovitými mraky a sice směrem prostředním jako mračna poslední a vzduch při zemi. Co do podoby jsou mračna ta vrstevnatá, malá, spodní část jejich jest vlnovitá, skupená i prosvítavá. Přicházejí-li s mračny takovými „blýskavice“, předpovídáme větší bouřku.

188. Déšť. Spojují-li se jednotlivé bublinky vodní v kapky, což se stane při větším ochlazení, než které

dostačí ku srážení v páry, stávají se tyto mnoho těžkými a padají.

Kapky tyto, padajíce vodními parami k zemi, stále se zvětšují, tak že čím s větší výše padají, tím jsou i větší.

Děšť povstává, buď mísí-li se vzduch teplý parou nasycený se vzduchem studeným, neb přibývá-li vzduchu při nezměněné teplotě vodních par buď přítokem vlhkého vzduchu nebo místním vypařováním (z močálů, lesů atd.). U nás přináší deště větry jižní, jihozápadní a západní.

Tyto teplé větry se u nás ochlazují, tím se páry v nich óbsažené srážejí a v podobě deště se spouštějí. Narážejí li větry na pohoří (najmě v úhlu 90°), vystupují do výšky a ochlazují se nejen o chladné hřbety hor, ale i roztahováním samým, při tom ovšem ztrácejí větší část vlhkosti na přední straně pohoří, druhá strana pohoří dostává vlhka málo. Větry s hor sestupující bývají teplé a sušší.

Dle prudkosti a množství vody deštěm padající rozehnáváme mžení, děšť, lijavec, příval, průtrž mračen. Dle doby, po kterou deště trvají, a dle velikosti krajiny, na kterou padají, rozehnáváme přeháňky, pršky a děště celozemské, které trvají delší dobu a jsou po větší části země rozloženy (tropické deště).

189. Sníh. Sníží-li se teplota mračen pod bod mrazu, zmrznou vodní páry v led, který maje dosti výše a času vyhraní v soustavě klencové v podobách nejrozmánitějších (překrásných šestibokých hvězdiček).

V krajinách tropických nepadá nikdy sníh na povrch zemský, protože při padání v dolních teplých vrstvách vzduchu taje.

190. Krupky (krupice) jsou téhož původu jako sníh; vločky sněhové jsou tu obalené v kuličky, které dosahují velikosti hrachu. Nejvíce padají krupky z jara (v březnu a dubnu), když se u nás střídá vítr jihozápadní s větrem severovýchodním.

191. Kroupy. Co do podoby, jsou kroupy kulovité kousky ledu mající obyčejně velikost hrachu, jádro jejich jest neprohledné — sněhovité. Velmi často spadají však

na zem kroupy větší velikosti, lískového ořechu, někdy i velikosti vejce slepičího, tyto ovšem zřídka.

Kroupy padají obyčejně s deštěm nebo před ním, nikdy po dešti — pravíme, že je krupobití.

Mračna, z nichž povstává krupobití, jsou tmavá, zarudlá, nízko při zemi se pohybující, neprohledná, způsobují značné zatmění. Před krupobitím slyšíme zvláštní šelestění, bezpochyby od nárazu krup o sebe pocházející. Krupobití bývá provázeno výjevy elektrickými, trvá krátkou dobu, obyčejně několik minut, ale za tuto krátkou dobu zničí veškeré naděje rolníkovy. Krupobití přichází ve dne a to jen v létě. Na západních pobřežích evropských jest krupobití časté, ale jen na jednotlivých místech. Odpudivě působí na krupobití lesy. Na vznik krupobití působí električnost a značné rozdíly v teplotě ovzduší — rychlé proudění větrů různých směrů.

Deštěměrství.

192. Teplo a vláha jsou nejdůležitější činitelé podnební, rozhodují o úrodnosti té které krajiny a z této příčiny jest velice důležito znáti i množství vodních sraženin na určité místo spadlých. Množství toto stanoviti jest úlohou deštěměrství. K měření užíváme zvláštních přístrojů, které nazýváme deštěměry. Dobrý a zhusta užívaný deštěmér (obr. 92.) sestává z nálevkovité nádoby *A*, z které stéká déšť do jímadla pod nádobou se nalézajícího. Z jímadla se pouští voda do nádoby *B*, v které se měří.

Co se týče sněhu, nejlépe jest ho nechat rozpuštiti a vodu změřiti. Jindy se páčí stopa sněhu za palec výšky vody.

Měřením tímto zjistí se, mnoho-li vody průměrně za měsíc a za rok v některé krajině spadne.

Průměrná výška deštů za celý rok jest: Praha = 390 mm, Vídeň = 574 mm, Vrchlabí = 926 mm, Tolmezo = 2437 mm, Cayette = 3201 mm, Cera-Punjce = 14198 mm, Astrachán = 124 mm.

Pozorováním takovým zjištěno, že připadá na léto 33%, na jaro 27%, na podzim 22%, na zimu 18% veške-

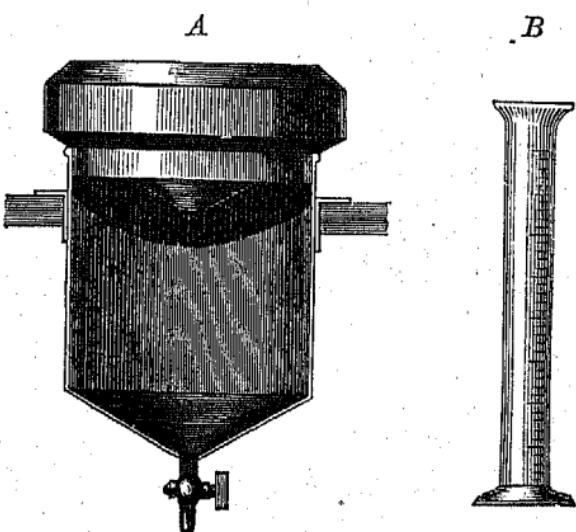
rých vodních sraženin. Na základě střední hodnoty sraženin vodních po mnoho let pozorovaných sestavují se zvláštní mapy, ze kterých jasno, kteří hlavní činitelé na vlhkost krajiny působí. Celkem seznámy zákony následující:

Krajiny horkého podnebí (viz hoření prům. hodnoty) mají celkem větší množství vodních sraženin, než krajiny podnebí mírného. Krajiny přímořské mají více sraženin vodních než krajiny vnitrozemské.

Hory i lesy zvyšují množství sraženin vodních, zvláště jsou-li přístupny vlhkým teplým větrům.

Nejvlhčejší větry přicházejí u nás přes Šumavu, kde

Obr. 92.



vlhkost svoji ztrácejí, a vysoušejí pak naše kraje až ke Krkonošům, kdež opět nabýtou vlhkost svoji ukládají; mát Praha 390 mm a Vrchlabí 926 mm průměrných sraženin vodních.

I přes rozhraní českomoravské jen stěží mraky přecházejí.

Stanovení množství sraženin vodních jest důležito pro praktický život. Odvodňujeme-li, jest důležito znati největší a nejmenší množství vody spadlé. Zakládáme-li vodovody, jest třeba znati zmnožství vody na krajinu tu připadající. Pro rybářství i cukrovarství jest množství

sraženin vodních důležito. Konečně na základě denního měření vodních sraženin můžeme předpovídat i povodně (Francie).

Spadne-li u nás za 24 hodin 40 mm vody, můžeme jistě očekávat, že vystoupí řeky ze svých břehů — že nastane místní povodeň.

Električnost ovzduší.

193. Naše ovzduší má na svých vrstvách stále volnou elektřinu, při zemi méně než ve výškách větších. Elektřina vzduchu jest za jasného i pošmourného počasí kladnou, za počasí deštivého zápornou; při mhlé jest elektřina vzduchu nejvíce kladně elektrická. Množství elektřiny ve vzduchu obsažené mění se as tak jako tlak vzduchu, a to nejen denně ale i ročně. V zimě jest elektřiny ve vzduchu více než v létě. Vodní páry, tedy i mračna, jeví chování opačné, mají v létě větší množství elektřiny než v zimě.

Bouřky. Mračna bývají obyčejně záporně elektrická; mračna, z nichž povstávají bouřky, jsou střídavě kladně a záporně elektrická. Elektrické mračno působí na své okolí, buď na část povrchu zemského pod ním se nalézajícího nebo na mračno, které se k němu blíží, rozkladem; činí je totiž opačně elektrickými. Přibýváním elektřiny mračnu a sbližováním elektrického mračna k zemi neb jinému mračnu se napjetí elektrického množí, až dostoupí určité velikosti a výrovná se. Vyrovnaní toto jeví se elektrickou jiskrou, kterou nazýváme bleskem. Vyrovnavají-li se elektřina mračna a země, pravíme, že uhodilo.

Hřmot po blesku následující, který povstává otřesením vzduchu, které zmnožuje se odrazem od jiných mračen, lesů a t. d., nazýváme hromem.

Víme-li, že zvuk vykoná za jednu vteřinu dráhu 330 m čili za 3 vteřiny (4 udeř. tepny) dráhu asi 1 km , můžeme z doby uplynulé mezi zablesknutím a hromem vypočítati vzdálenost bouřky; kolikkrát uplynou 3 vteřiny, tolik kilometrů jest bouřka vzdálena.

Blesk udeří nejčetněji do předmětů nejvyšších, špičatých, a hledí co možná nejmenším odporem dostati

se do země; z této příčiny hledí po dobrých elektrovodičích sjeti do země.

Účinky blesku jsou tytéž jako elektrické jiskry, ač ovšem dle síly také větší. Blesk dobré vodiče jako kovy rozpaluje ano i roztavuje, špatné vodiče drtí, zápalné látky zapaluje, písek seškvařuje (bleskový kámen), lidi a zvířata omračuje i zabíjí. Učinkem blesku mění se kyslík nečinný v ozon, který vyznačuje se značnou sloučivostí s některými látkami ústrojnými, s kterými se jinak kyslík neslučuje, z těchto mnohých „spaluje“ a tak člověku neškodnými činí — čistí vzduch. Blesk působí dobře na vzrůst rostlin. Po uhození cítíme zápach ozonu — jako po sýře.

194. Hromosvod. Zhusta se jedná o to, jak bychom sebe i majetek před zhoubnými účinky blesku chránili — ochranu tu nám poskytuje hromosvod. Hromosvod sestává ze svodiče a svodidla. Svodič jest železná kuželovitá tyč as 8 m — 10 m vysoká, opatřená na konci hrotom pozlaceným neb poplatinovaným, aby nerezavěla a jest postavena kolmo na hřeben. Od tyče této vede svodidlo, to jest silný železny prut od střechy a stavení osamocený, do země as 5 m hluboko. Konec železné tyče bývá obložen uhlem dřevěným, aby nerezavěl. Hromosvod chrání okolí v kruhu 4násobného průměru výšky svodiče; proto se na větších staveních užívá většího počtu hromosvodů.

Nejdůležitější vlastnosti dobrého hromosvodu jest nepřetržité spojení tyče se zemí a úplně špičatý hrot na svodiči. Je-li na stavení dobrý hromosvod, nemusíme se zbytečně strachovati zhoubných účinků blesku. Není-li na stavení hromosvod, radí se proti blesku celkem opatření následující: 1. Otevříti okno, ale zameziti průvan. 2. Držeti se ve vzdálenosti od dobrých elektrovodičů. 3. Uhasnouti oheň pod komínem. 4. Pod šírým nebem nejezdíme a nechoďme úprkem, neskrývejme se pod stromy, ale držme se od nich ve vzdálenosti as 10 m, nenosme nad sebou deštníky s holí kovanou a to zejména, nalézáme-li se uprostřed větší roviny, na které není vyššího předmětu. Podobně nebezpečno jest zalézati pod kupy sena, slámy a zdržovati se u vod.

Blýskavice, „blýskání na čas“, jest buď odlesk vzdálených bouří, neboť hřmění slyšíme jen do vzdálosti 40 km, kdežto výjevy světelné vidíme mnohem dále, nebo jest to volné vyrovnávání elektřiny v řídkých mračnech.

195. Severní záře. V krajinách polárních se téměř po západu slunce, v nastalém soumraku objeví na obzoru nad zatemněnou oblohou světlý kruhový pás, od kterého ve směrech poloměru paprskovitě vystupují jasné pruhy délky a jasnosti proměnné, kteréž někdy až do krajin našich se rozšiřují, a oblohu večerní rudě barví; výjev tento nazýváme severní září. Severní zář jest v polárních krajinách výjevem všedním, u nás řídkým, na rovníku neznámým.

O B S A H.

Oddíl prvý.

Část všeobecná.

- I. 1. Úvod (str. 1). 2. Výjev, zákon, síla, návod fysikalní (2).
- II. 3. Prostor (3). 4. Míry (3). 5. Míra délková (4). 6. Míra plošná (4). 7. Míra tělesná (4). 8. Míra dutá (5). 9. Cas (5). 10. Klid a pohyb (6). 11. Hmota (6). 12. Hustota a váha měrná (8). 13. Skupenství (9).
- III. Všeobecné vlastnosti.
 - 14. O všeobecných vlastnostech vůbec (10). 15. Rozprostřivost (10). 16. Neprostupnost (10). 17. Setrvačnost (12). 18. Stlačitelnost a roztažitelnost (12). 19. Porovatost (13). 20. Dělitelnost (14). 21. Všeobecné síly (14).

Oddíl druhý.

Náuka o přitažlivosti.

- 22. Přitažlivost vůbec (15). 23. Přitažlivost zemská (15). 25. Přitažlivost světová (17). 26. Lučební příbužnost (17). 27. Spojivost [soudružnost] (18). 28. Tvrdost (19). 29. Křehkost (19). 30. Pružnost (20). 31. Tažnost (21). 32. Pevnost (21). 33. Pevnost v tahu (21). 34. Pevnost zpětná (22). 35. Pevnost v lomu (22). 36. Pevnost proti zkroucení (24). 37. Přilnavost (24). 38. Vzlínavost (25). 39. Diffuse (25). 40. Pohlcování a botnání (26). 41. Roztékání a hranení (27).

Oddíl třetí.

Náuka o teple.

- 43. Teplo a teplota (29). **Zdroje tepla.** 44. Teplo sluneční (30). 45. Teplo zemské (32). 46. Práce (32). 47. Lučebné slučování (33). 48. Podmínky hoření (33). **Učinky tepla.** 49. Roztahování hmot (34). 50. Teploměry (34). 51. Teploměr rtuťový (34). 52. Teploměr lítový (36). 53. Teploměr Rutherfordův (36). 54. O roztažlivosti hmot vůbec (37). 55. Roztahování hmot pevných (37). 56. Roztahování se kapalin (38). 57. Roztahování se plynu (38). 58. Změna skupenství (38). 59. Teplo utajené (39). 60. Teplo uvolněné (40). 61. Var (40). 62. Teplo při varu utajené a kapalněním uvolněné (42). 63. Přehánění a překapování (43). 64. Překapování (43). 65. Zahřívání (43). 66. Teplo měrné [specifické] (44). 67. Sírení se tepla (44). 68. Jak hmoty teplo vodí (45). 69. Vodivost tepla u hmot pevných (45). 70. Davy-ho kahan (46). 71. Vodivost tepla kapalin a vzdušin (46). 72. Topení (47). 73. Komínky (48). 74. Sálání tepla (48).

Oddíl čtvrtý.

Náuka o magnetičnosti.

75. Co magnetičnost jest (50). 76. Magnetka (51). 77. Chování se hmot magnetických (52). 78. Kompas (52).

Oddíl pátý.

Náuka o elektřině.

I. Elektřina buzená třením.

79. Výjevy základní (54). 80. Sdílení elektřiny (54). 81. Elektřina kladná a záporná a jejich chování (55).

II. Elektrické přístroje.

82. Rozdělení přístrojů (56). 83. Elektrojev pozlátkový (56). 84. Elektrika (57). 85. Účinky mechanické (59). 86. Účinky světelné (59). 87. Účinky tepelné (59). 88. Účinky chemické (59). 89. Účinky fysiologické (60). 90. Elektrofor (60). 91. Leidenská láhev (60).

III. Elektřina buzená dotykáním.

92. Výjevy základní (61). 93. Proud galvanický (62). 94. Články stálé (63). 95. Účinky proudu galvanického. Účinky světelné a tepelné (64). 96. Účinky fysiologické (64). 97. Účinky chemické (64). 98. Účinky magnetické (66). 99. Působení proudu na železo (67). 100. Elektromagnetické telegrafy (67). 101. Telegram Morse-ův (68).

IV. Proudys soubudové.

102. Proudys elektro-elektrické (71). 103. Proudys magneto-elektrické (71). 104. Dodatek (71).

Oddíl šestý.

M e c h a n i k a.

105. Vlastnosti pohybu (72). 106. Úloha mechaniky (73).

I. Mechanika hmot pevných.

107. Pohyb rovnoměrný (73). 108. Pohyb rovnoměrně zrychlený (74). 109. O silách (75). 110. Skládání sil (75). 111. Výslednice sil rovnoběžných působících v různých bodech hmoty pevné (78). 112. O těžišti (79). 113. O rovnováze (80). 114. Stálost polohy (81). **Rovnováha u strojů.** 115. Páka (82). 116. Váhy (84). 117. Přesmen (85). 118. Kolo na hřídeli (85). 119. Kladka (86). 120. Kladkostroj obecný (87). 121. Váha desetinná (88). 122. Nakloněná rovina (89). 123. Klín (91). 124. Šroub (91). 125. Práce (92). 126. Účel strojů (93). 127. Kývadlo (94). 128. Zákony pohybu kyvadelního (95). 129. Kývadlo složené (95). 130. Pohyb hmot vržených (96). 131. Pohyb středoběžný (98). 132. Odstředivost (99). 133. Ráz (100). 134. Překážky v pohybu (102). 135. Odpor prostředí (102).

II. Hydromechanika.

136. Rovnoměrné rozvádění tlaku (103). 137. Spojité nádoby (104). 138. Učinek tlaku na kapaliny (105). 139. Tlak na dno (105). 140. Tlak vzhůru a na stěny (106). 141. Zákon Archimedův (106). 142. Plování (107). 143. Hustoměry (107). 144. Vodní síla (108).

III. Aeromechanika.

145. Pokus Torricelli-ho (109). 146. Tlakoměr (109). 147. Přístroje na tlaku vzduchu se zakládající (110). 148. Násoska rovná (110). 149. Pumpa na zdviž (110). 150. Pumpa na tlak (111). 151. Násoska dvouramenná (111). 152. Stříškačka vozní (112). 153. Vývěva (112). 154. Plování ve vzduchu (114).
Páry. 155. Vlastnosti pár (114). 156. Parní stroj (115).

Oddíl sedmý.

Náuka o světle.

157. Šíření světla (121). 158. Odraz světla (122). 159. Zrcadla (123). 160. Lom světla (124). 161. Lom světla čočkami (125). 162. Lom světla hranolem (126). 163. Duha (127). 164. Oko a vidění (128). 165. Optické přístroje (129). 166. Jednoduchý drobnohled (130). 167. Drobnohled složený (130). 168. Dalekohledy (130). 169. Dalekohled pozemský (130).

Oddíl osmý.

Náuka o zvuku.

170. Povstání zvuku (132). 171. Ústrojí sluchové (132). 172. Ozvěna (133). 173. Tony (134).

Oddíl devátý.

Stručný nástin meteorologie.

174. Účel meteorologie (134). 175. Tlak vzduchu (135). 176. Osvětlení ovzduší (137). 177. Teplo ovzduší (137). 178. Střední teplota (138). 179. Rovnoteplice (139). 180. Větry (140). 181. Větry pobřežní (141). 182. Vichry (142). 183. Vlhkosť ovzduší (142). 184. Vlhkojevy (143). 185. Vlhkoměr (143). 186. Výjevy z vlhkosti vzduchu pocházející (144). 187. Mhla a mračna (145). 188. Děšť (146). 189. Sníh (147). 190. Krupky (147). 191. Kroupy (147). 192. Deštěměrství (148). 193. Elektricnosť ovzduší. Bouřky (150). 194. Hromosvod (151). 195. Severní záře (152).
-