

Revízia
1967

REVÍZIA

Signatúra

Čís. prírastku

Čís. Inv. den.

Slovenská pedagogická knižnica

▼ Bratislava


345410, (012)

BLAHORODĚMU PÁNOVI
PANU
PAVLOVI G. COCHIUSOVI
KUPCOVI,
SVOJMU ŠTEDRÉMU DOBRODINCovi,
PŘI VEDECKÝCH ŠTÚDIÁCH A PRÁCACH
VELKODUŠNĚMU PODPOROVATEĻOVI,
DRAHĚMU SVOJMU UJCOVI
SO VŠETKOU VĎAČNOSTOU

VENUJE

SPISOVATEĻ.

Predmluva.

ríčina, prečo Tebe, drahý ujče, prvý väčší plod liter-
nej mojej činnosti venuvám, je: vďaka, ktorú k Tebe
cítim, za tie veľkodušné dobrodenia, ktorými si mi us-
nadnil a možným urobil vo vedách prírodných tak ďa-
leko pokročiť, že som bol v stave nie len vedy-nosičom
sa stať; no túže aj vynálezkami obohatiť, z ktorých jeden
aj na minulej parížskej výstave pochvaly došiel. Vďaka,
srdečná vďaka, buď Ti za to verejne vyslovená.

K vypracovaniu diela tohoto upotrebil som diela mo-
jích bývalých profesorov: *A. Kunzek-a*, *R. v. Eittingshau-
sen-a*, *W. Beetz-a* a všetky československé dosiaľ vyšlé spi-
sy oboru tohoto, vynasnažujúc sa byť jadrným a zreteľ-
ným, tak aby dielo nad mier nezhrublo a nezdraželo. Na-
proti tomu ale, aby aj vo vyššom gymnasiume pri doplnení
mathematických dôkazov upotrebené byť mohlo, hľadel som
možno všetky úkazy v jích podstatnosti, keď aj na krátko,
podať. Pre nesmiernu dražobu obrázcov robil som jich sám,
a preto prosím za prehliadnutie, jestli by nektoré viac
menej nedokonalé byly.

VI

Jakej uznalosti prvý, s veľkým nákladom spojený pokus slovenskej fyziky dojde — dokáže počet odberateľov; no tým dokáže sa aj stupeň schopnosti národa slovenského pre vedu a pokrok.

Veľká Revúca, 18 Sept. 1868.

Spisovateľ.

Ú v o d.

§. 1.

Všetko to, čo smyslami našimi pojať môžeme a čo istý priestor zaujíma, nazýva sa *telesom*. Súhrn všetkých telies voláme *prírodou*. To, čo priestor telesa vyplňuje voláme látkou (materiou, Materie, Stoff). Všetky telesá delia sa na *ústrojné* (organisch) a *neústrojné* (unorganisch) dľa toho, či majú alebo nemajú k výžive, k zrastu alebo k pohybovaniu potrebné ústroje.

Tá veda, ktorá zaoberá sa zkúmaním telies, jích pomerov a premien alebo na krátce skúmaním prírody, volá sa *vedou prírodnou* (Naturwissenschaft); tá jej čiastka ale, ktorá telesá tieto opisuje *prírodopisom* (Naturgeschichte) a delí sa na *živočíchopis* (Zoologia), *rastlinopis* (Botanica) a *nerastopis* (Mineralogia).

Styknutím sa dvoch telies alebo účinkovaním jedného telesa na druhé, povstávajú *úказы* (Phenoméń). Úkaz je tá zmena alebo istý zvláštný stav, ktorý pri styknutí sa dvoch telies smyslom našim javí sa. Takéto úказы sú dvojaké, a síce: *miziace* a *trváce*. Pri myziacich nemenia sa, styknuvšie sa telesa v jích látke, pri trvácih ale, menia sa. Trením vosku o súkno, tedy účinkovaním týchto dvoch telies, priťahuje a odstrkuje tamten drobné kúsky papie ru. To priťahovanie a odstrkovanie je *úkaz*, a síce *miziaci* bo ani vosk ani súkno v látke nezmenily sa. Smiešameli ale síru s rtuťou v teple, tak uvidíme, že miešanina dostane inú barvu a síce červenú. To je *úkaz trváci*. Bo keď tú červenú miešatinu bližšie skúmame, najdeme, že z tých dvoch telies povstalo nové, cele rozdielne teleso.

Prírodnia veda hľadí, pri skúmaní každého úkazu odpovedať na dve otázky, a síce **prečo?** a **jako?** úkaz tento lebo onen sa deje. Na otázku *prečo?* odpovedá *vysvetlovaním* toho úkazu, na otázku *jako?* *určením*. Vysvetlovať úkaz znamená: udať *prečo* sa deje, t. j. príčinu jeho povstania; určovať úkaz znamená, udať *jako* sa deje, t. j. udať *zákon*, dľa ktorého povstáva.

Príčina ukázov a tak aj jích vysvetľovanie, môže byť trojaké:

a) Jeli príčina úplne známa, vysvetľujeme úkaz *prave, kategorične*, k. p. zvuk.

b) Jeli príčina úkazu nie úplne známa, ale len pravdepodobná, — *podmienka, hypotéza*, — vysvetľujeme úkaz *podmienečne, hypotetične*, k. p. svetlo.

c) Jeli príčina ale neznáma, nadmyslná, len v jej účinkoch smyslom naším sa javiaca, voláme ju silou (Kraft). Úkaz pádu vysvetľujeme silou príťažlivosti zeme našej.

Zákon, prírodný zákon (Naturgesetz), je to nepremeniteľné pravidlo, dľa ktorého jeden a ten úkaz vždy a vždy sa deje.

Dľa tohoto môžeme prírodnú vedu následovne rozdeliť:

Prírodná veda

opisuje telesá		vysvetľuje a určuje úkazy			
(Prírodopis)		miziace		trvajúce	
ústrojné	neústrojné	na telesách	na telesách	ústroj-	neústroj-
ústroj-	ústroj-	ústroj-	ústroj-	ústroj-	neústroj-
ne sa po-	ne sa po-	ných	ných	ných	ných
hybujúce.	hybujúce.	<i>Physiologia.</i>	<i>Physika.</i>	<i>Lučba,</i>	
<i>Živočíchopis.</i>	<i>Rastlinopis.</i>	<i>Silozpyt.</i>		<i>Chemia,</i>	
(Zoologia).	(Botanica).			ústrojná.	neústrojná.

A tak je tedy *silozpyt*, čili *physika* tá čiastka prírodnej vedy, ktorá vysvetľuje a určuje úkazy miziace, na telesách neústrojných.

Úkazy sú ďalej buď *prírodné*, buď *umelé*. Prvé povstávajú zapríčinením Božím, k. p. dúha, blesk; druhé ale zapríčinením naším k. p. zapálenie zápalky. Skúmame úkazy prírodné, vtedy hlavne *pozorujeme*, skúmame ale umelé, vtedy *zkušujeme* (observatio — experimentatio). Jako ku pozorovaniu, tak aj ku zkušovaniu potrebujeme isté nástroje, ktoré *prístrojami* *physičnými* voláme, k. p. ďalekohľad, drobnohľad, vážky, atď.

Všetky úkazy miziace na telesách neústrojných, t. j. *úkazy* *physičné* delíme na 8 oddielov, a síce:

1. úkazy všetkým telesám vlastné, abo vlastnosti všeobecné, 2. úkazy síl molekulárnych, 3. úkazy rovnováhy a pohybu, 4. úkazy zvuku, 5. svetla, 6. tepla, 7. mlúna, a 8. úkazy vo všemíre.

I. Oddiel.

§. 2.

Všeobecné vlastnosti telies.

Tie úkazy, ktoré pri všetkých telesách nachodíme, volajú sa *všeobecnými vlastnosťami telies*; týchto je sedem a síce: 1. *rozprostranenost* (Ausdehnung); 2. *neprestupnosť* (Undurchdringlichkeit); 3. *sotrvaťnosť* (Beharrungsvermögen, Trägheit); 4. *deliteľnosť*, (Theilbarkeit); 5. *porovatosť* (Porosität); 6. *roztťažlivosť a stlačiteľnosť* (Ausdehnbarkeit und Zusammendrückbarkeit); 7. *ťažcha* (Schwere).

§. 3.

1. Rozprostranenost. Každé teleso musí niekde byť, jistý priestor naplňovať, a sa *rozprestierať*. Telesá rozprestierajú sa v *troch smeroch*. Predca o všetkých smeroch vždy nehovoríme k. p. keď jeden ostatné prevyšuje, preto je drôt dlhý, papier široký atď. Rozprestieraním sa v troch smeroch, každé teleso určuje sa a dostáva tým istej *podoby*, ktorá pravidelná, súmerná, nepravidelná atď. byť môže.

Ponevadž sa teleso v každom smere rozprestiera, tak môžeme toto rozprestieranie sa i *merať*, t. j. určovať, koľko jistých *jednotí* (Einheit) priestor ten v jistých smeroch zaujíma. Merať môžeme teda v každom smere, v dĺžke, šírke, hrúbke (výške, hĺbke) pre seba a vtedy voláme to *meraním v dialke*, v dvoch smeroch *meranie v štvorcu* a v troch smeroch *meranie krýchlové* (kockové, kubičné). Dľa toho sú aj miery: v dialke (Längenmass); v štvorcu alebo v ploche (Flächenmass); a miera krýchlová, kubičná (Kubisches- oder Körpermass).

Jednosť miery môže byť rozličná, a závisí jedine od usrozu- menia sa celých národov, krajín (stopa, míla), od vlády (metr, yard,) atď.

V Rakússku užívame za jednosť miery *stopu* (Schuh) následovne:

1 stopa (') = 12 palcov ("); 1" = 12 čiar (").

6' = 1 siaha (°); 4000° = 24000' = 1 míla.

Pri prácach prírodovedeckých (vo Francúzsku vôbec) uvedená je miera *metrická*, jej základ je *metr* (mètre = merťuch), čili desätmillionová čiastka štvrtobjemu zeme našej = 3,1635 vied. stóp. Väčšie a menšie jednoty metra sú nasledujúce:

metr, m.	decimetr, dm.	centimetr, cm.	millimetr, mm.
1	= 10	= 100	= 1000
	1	= 10	= 100
		1	= 10

Obr. 1.



decimetr podelený na 10 cm.

10 metrov = 1 dekametr.

100 " = 10 " = 1 hektometr

1000 " = 1000 " = 10 " = 1 kilometer

10000 " = 10000 " = 100 " = 10 " = 1 myriametr.

Srovnávajúca tabuľka mier:

1 bavorská stopa = 0,29 m.

1 englická " = 0,30 "

1 rýnska " = 0,31 "

1 rakúska " = 0,313 "

1 parížska " = 0,22 "

1 švajciarska " = 0,33 "

Za jednotu miery štvorcovej bere sa v Rakúsku štvorec, jehož strana je 1 stopa. Pri metrickej slúži za základ štvorec so stranou = 1 decimetra, a volá sa ar (are), = 27,7998 □ siah; 100 arov = hectar = 1,737 jutrov.

Za základ kockovej alebo krychlovej miery slúži kocka jejž strana je 1 stopa, 1 metr, atď.

Jedotou miery dutej je u nás holba = 2 žajdlíky; 80 holieb = okov; pri metrickej miere ale kocka jejž strana obnáša jeden decimetr, a volá sa *litr*, hectolitr = 100 litrov, kilolitr = 1000 litrov. (*Huyghens-ova základná miera.*)

Nonius. K meraniu veľmi malých čiastok miery nejakej, užívame prístroj *nonius* (Obr. 2). On pozostáva z dvoch týčok (alebo dvoch sústredných oblúkov), z ktorých jedna *AN* je merťuch (stupník), druhá *CD* ale vlastný nonius. Na týke *AN* je označená miera

k. p. v millimetroch, nonius ale rovná sa jedináctim oddielom mertucha AN , a je na 10 čiastok rozdelený, a tak každý jeho oddiel rovná sa $1 + \frac{1}{10}$ oddielu na mertuchu. Postavíme nonius do rovna so zdlžkou BM ktorú meriame, tak vidíme, že niektorý oddiel noniusa (na obrázku tretí) s niektorým oddielom mertucha súhlasí bude, z čoho ľahko poznáme, že zvyšok zo zdlžky BM tolko desatin (na obrázku tri), kolko čiarok od vrchu nesúhlasí, mať bude. (Naša zdlžka $BM = 18,3$.)

Mikrometer čili *drobnoemer* je prístroj, pomocou ktorého drobné predmety veľmi dôkladne merať sa dajú a pozostáva z rámca mosadzového AB , v ktorom pomocou šrôby D druhý rámec C , s veľmi tenkým drôtom a pohybovať dá sa. Vynt šrôby má istú hrúbku k. p. 1 millimetr, preto pri každom obrútení šrôby, drôt a o jeden millimetr z ľava, na pravo sa pomkne. Pod drôtom na stolíku nachodí sa drobný predmet, na ktorý drobnohľadom hľadíme.

Postavíme drôt a najprú na jeden, potom na druhý kraj predmetu, tak môžeme z počtu okrutov vyrátať jeho zdlžku, čo sa, ponevác na hlávke šrôby E aj stú čiastku okrutu, teda $\frac{1}{100}$ mm. odčítať môžeme, veľmi dokonale urobiť dá.

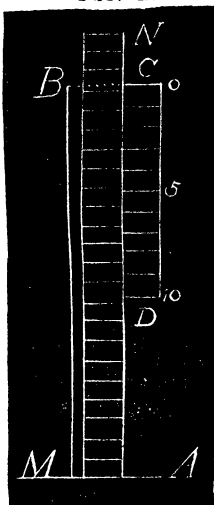
To, čo priestor telesa zaujíma volá sa *látkou*, *materiou*, súhrn látky *massou*; priestor ale, ktorý *massa* telesa zaujíma jeho *objemom*, *volumen*. Pomer *massy* k *volumenu* telesa dáva pochop o jeho *hustosti* (*Dichtigkeit*.)

Pri dôkladnom meraní treba ohľad brať na náteplie. $L_t = l(t + ct)$
Normálne náteplie pri meraní pre metrickú mieru je 13^0 C.

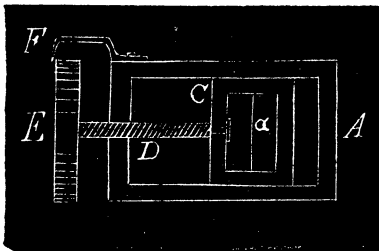
§. 4.

2. Neprestupnosť. Každé teleso zaujíma jisté miesto. Na tom mieste, kde jedno teleso sa nachodí, druhé súčasne byť nemôže. Túto vlastnosť telies voláme: *neprestupnosťou*. Chceli na nejaké miesto jisté teleso postaviť, musíme na tom mieste

Obr. 2.

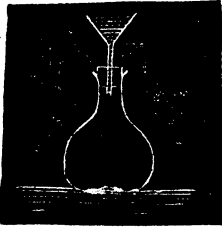


Obr. 3.



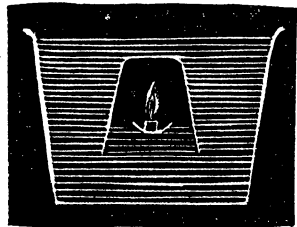
nachádzajúco sa teleso odstrániť. Do sklenice, v než lievik úplne prilieha, tekutina netečie, bo povetrie, priestor ten zaujíma a ne-

Obr. 4.



prestupnosť svoju javí. Nádoba prevrácene do vody zanorená, touto nenaplní sa, bo to v nádobe nachádzajúce sa povetrie nedovoľuje. Potápeci zvon vynajdený od *Smeaten*-a vysvetlu-

Obr. 5.

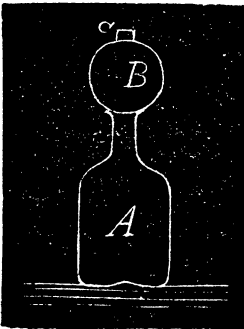


je Obr. 5.

§. 5.

3. **Sotrvaťnosť** je tá všeobecná vlastnosť telies, dla ktorej každé teleso svoj stav — pohybu alebo pokoja — udržať, teda v ňom sotrváť sa vynasnažuje. Že telesá tak dlho v pokoji sotrvávajú, až jich nejaká sila z neho pohne, to známe; že by ale telesá v pohybu sotrvali, to je nie tak patrné, ponevadž telesá pohnuté, v krátkom čase zastávajú hatené súc vzduchom a trením ktoré obe prekážky sotrváčnosti odpor kladú. Jak mocná je sotrváčnosť, keď odpor vzduchu a trenie pomerne malé sú vidíme na železnici, ktorá i keď rušeň účinkovať prestal ešte pohybuje a razom zastaviť nedá sa, na *honoch* (Schwungrad) čili veľkých kolesách k udržaniu a obľahčeniu rovnomerného pohybu slúžiacich. atď. Že teleso v pokoji zostať vynasnažuje sa, ukazuje peniaz *c* nad sklenicou *A* na oblúku *B* položený, ktorý, keď oblúk rýchle vytrhneme, kolmo do sklenice padne. Kopka peňazí nerozfrkne [sa, keď spodní opakom noža rychlo von vyrazíme.

Obr. 6.



Pomocon sotrváčnosti striasame prach so šiat; černidlo s pera, nasádzame sekery, kladivá atď.

§. 6.

4. **Deliteľnosť**. Každé teleso dá sa na menšie kúsky rozdeliť. Delenie takéto je buď *mechanické*, k. p. tlčením v mažiaru, pilníkom, buď *physické*, k. p. rozpustením vo vode. Najmenšia tymito spôsobami delenia docielená čiastočka nejakého telesa, ktorú si myslieť môžeme, volá sa: *časticou*, *molekulom*. Lučba nás učí každé jedno-

duché teleso rozlúčiť na jeho prvky. Tak tedy bude častica, keď teleso z viac prvkov pozostávalo, tiež z nich pozostávať. Tieto nekonečne malé čiastky, na ktoré si molekule rozlúčené myslieť môžeme, volajú sa *nedroby*, *atomi*. Rumelka pozostáva z rtuti a síry. Najmenší prášok rumelky predstavuje nám jej časticu, ktorá z dvoch nedrobov a síce jedného rtuťového a jedného sírového pozostáva. Deliteľnosť je tedy dvojaká, mechanicko-physická a lučebná.

Príklady veľkej deliteľnosti. 22" dlhú a $1\frac{1}{4}$ " hrubú tyčku striebornú, pozlátenu dvoma lóťami zlata, možno na drôt 60 rak. mýl dlhý vytiahnuť, ktorý prepustením cez vólce ešte o 7 mýl zdĺži sa. Dámeli drôt tento do dusičnej kyseliny (NO_3), tak sa striebro vylúči a zostane z hore udaných 2 lóťov zlata nesmierne tenká 67 mýl dlhá zlatá trubica, ktorou sa hodbáb opletá. Platina dá sa na tak tenký drôt rozťahnuť, že jeho hrúbka len $\frac{1}{3000}$ palca obnáša, a on len drobnohľadom vidieť dá sa. Jeden grán hodbabnej (surovej) niti má 180 rýfov. Mušelin indický je tak tenký, že sa ho do obyčajnej tabačnice 30 rýfov uložiť dá. V jednej kvapke vody je nesčíselné množstvo zvierat. Guločky krvové obnášajú v priemeru len 0,036 jednej čiary.

§. 7.

5. Porovatosť. Ponevadž častice v žiadnom telese úplne na seba nepriliehajú, tak povstávajú medzi nimi medzery, ktoré pórami voláme. O tejto vlastnosti porovatosťi presvedčíme sa pri niektorých telesách veľmi ľahko, pri niektorých ale len tým, že jích zima sťahuje, teplo ale rozťahuje, čo len vtedy možné je, keď molekule hneď bližšie, hneď ďalej jeden od druhého sa nachodia. Že tekutiny a plyny do telies vsiakujú, ukazuje, jích porovatosť

Porovatosť kovov bola už akademikom florentýnskym (1661) známa, ktorí pozorovali že zlatá vodou naplnená guľa stlačením jakoby sa zpotila. Miedou lieh preniká.

§. 8.

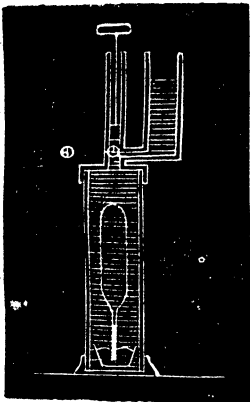
6. Rozťažiteľnosť a stlačiteľnosť. Každé teleso dá sa v jednom, v dvoch alebo v troch smeroch rozťahnuť. Túto vlastnosť voláme rozťažiteľnosťou. Jedno a to isté teleso nezaujima vždy ten jistý priestor, ono sa môže teplotou zväčšiť, ako to pri mosadzovej guli vidíme, ktorá studená cez jistý krúžok prejde, teplá ale na ňom sedieť ostane. Plná flaška vody postavená na oheň

prekypuje, bo voda teplá väčší priestor zaujíma ako chladná. Mechúr do poly nafúkaný na peci nahuje sa úplne.

Rozťažlivosť užíva sa ku meraniu tepla, bo čím väčšie teplo, tým väčší sa teleso rozťahuje, a preto z prírastku telesa na jeho objeme, veľkosť tepla určiť sa dá. Teplomery, jích shotovovanie (vidz: teplo) jích dôkladnosť, citlivosť, rtuť najprihodnejšia látka teplomerná, jiné druhy teplomerov.

Opak spomenutej vlastnosti je *stlačiteľnosť*, bo každé teleso

Obr. 7. môže či v jednom, či v dvoch, či konečne v troch smeroch menší priestor zaujímať ako pôvodne. Huba, chlieb, i kov podávajú príklady zrejme stlačiteľných telies.



Tekutiny dlho za nestačiteľné považovali, lež slávny *Mitscherlich* dokázal strojom na prítomnom obrazcu vykreslenom, že sú ač aj veľmi málo, predca stlačiteľné. Tlakom $12\frac{3}{4}$ \bar{u} na 1 \square dá sa len 20,000 krychl. palcov vody, len 30,000^e rtuť o 1 c'' stlačiť

Telesá plynné veľmi značne stlačiť sa dajú, to ukazuje nám už aj pukačka detská.

§. 9.

7. **Ťarcha.** Všetky telesá priťahujú sa istou silou, ktorá od jích massy a vzdialenosti závisí. (Cavendish, Newton $G = \frac{Mm}{D^2} e$). Tak priťahuje aj zem naša všetky na nej nachádzajúce sa telesá, a síce v smeru stredobodu svojho. Táto príťažlivosť, *ťarcha*, zapričínuje že teleso, jakonáhle sa slobodne v priestore nachodí, tak dlho padá v smeru stredobodu zeme našej, dokiaľ to len môže. Olovnica Obr. 8. a vážka murárska Obr. 9. ukazujú nám smer tento, ktorý kolným voláme.

Ten tlak, ktorý zemou priťahované teleso na vodorovnú podporu pôsobí, volá sa jeho váhou absolútnou. Tlak tento je na zemi nie všade rovnaký. On je tým väčší, čím bližšie ku stredobodu zeme teleso sa nachodí (póly — sploštenie zeme, doliny, bane) — ($P = Mg$; $P:p = M:m$, $M = VD$; $P = VDg$; pri $V = 1$; $S = Dg$; $S: s = D:d$ a keď je $V = v$; $S: s = D: d = P: p$; $D = \frac{P}{p} d$; $S = \frac{D s}{d}$, pre $s = 1$; a $d = 1$; $D = \frac{P}{p}$; $S = \frac{D}{d}$).

K označeniu tohoto tlaku čili váhy absolutnej užívame u nás za jednotú = 1 funt; 1 š = 32 lótv; 1 lótv = 4 Obr. 8. quintle; 100 š = 1 cent.

Funt *lekárnický* má 12 uncií = 24 lótv; lótv má 240 zrn (gránov); uncia = 2 lótv.

Na základe miery *metrickej* založená jednotá váhy je *gramm*; totiž váha čistej vody pri 4° C v objemu 1 krychlový centimetr majúcej. Gramm delí sa nasledovne: 1 gramm = 10 decigrammov = 100 centigr. = 1000 milligr.

$$\begin{array}{rcccc} = 1 & & = 10 & & = 100 & & \\ & & & & & & \\ & & = 1 & & = 10 & & \\ & & & & & & \end{array}$$

10 grammov = 1 decagramm

100 " = 10 " = 1 hectogr.

1000 " = 1000 " = 10 " = 1 kilogr.

10000 " = 10000 " = 10 " = 1 " = 1 Myriagr.

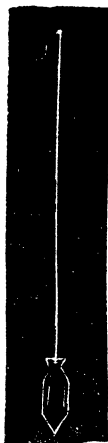
Ponevadž všetky telesá nemajú rovnak veľké póry preto i pri tej istej váhe, hneď väčší, hneď menší *objem*, čili *volúmen* zaujímajú. Pomer váhy k volúmenu označuje *hustotu*. Aby sme ale hustotu telies porovnávať mohli, potrebujeme niejaký základ čili jednotú. Preto bereme hustotu vody pri 4° C, pre tekuté a pevné, hustotu ale povetria pre plynné telesá za jednotú. Odvažime istý kus vody (p) a práve tak veľký kus iného telesa (P), tak ukazuje $\frac{P}{p}$ pomer váh absolútných oboch te-

lies pri rovnakom objeme, ktorý *pomernou váhou* (specifisches Gewicht) telesa toho voláme. Krychlová stopa vody váži 56,4 š, krychlová stopa olova ale 640,25 š to dáva pomer 1 : 11,352, alebo 11,352 je špecifická čili pomerná váha olova, t. j. olovo je 11,352 ráz ťažšie než voda. Pomernú váhu tedy vynajdeme dľa vzorca $S =$

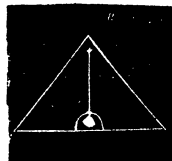
$\frac{P}{p}$ kde P absolútnu váhu s teles, p ale absolútnú váhu vody práve tak veľkého objemu označuje.

Pomerné váhy niektorých telies :

Kork	0,240;	mramor	2,717;
drevo	0,439;	diamant	3,520;
lieh bezvodný	0,793;	železo	7,788;
läd	0,916;	striebro	10,474;
voda	1,000;	olovo	11,352;



Obr. 9.



slonová kosť	1,917; rtuť	13,598;
sklo	2,660; zlato	19,325;
hliník	2,670; platina ,	21,150;

Konečne udávam ešte pomery rozličných jednotí váh: 1 gramm = 0,00178 vied. funt. = 13,714 gránov,

1 milligramm = $\frac{1}{73}$ gránov.
1 vied. \mathcal{R} = 0,560014 kilogrammov.
1 prusský \mathcal{R} = 0,4677110 "
1 anglický \mathcal{R} = 0,4536005 "
1 švédsky \mathcal{R} = 0,4251225 "
1 ruský \mathcal{R} = 0,4095327 "

II. Oddiel.

§. 10.

Úkazy síl molekulárnych.

Tie sily, ktoré zapričínajú priťahovanie a spoludržanie sa molekúl čili častíc volajú sa *silami molekulárnymi*. Molekulárne sily delíme na dvojce a síce, na *spojivosť* (Cohaesio) t. j. tie sily, ktoré spojujú častice rovnorodé a na *prilnavosť* (adhaesio), ktoré zapričínajú priťahovanie sa častíc rôznorodých.

§. 11.

I. Spojivosť.

Chcemeli častice nejakého telesa rozdeliť, vyhľadáva sa ktorému zavše nejaká sila, alebo naša vlastnia, alebo prírodnia, k. p. teplo. Táto okolnosť ukazuje, že častice tie nejaká sila, ktorú *spojivosťou* voláme spojuje, a spolu drží. Spojivosť *samá* na telesá len zriedka účinkuje, a tak nám jeden jej účinok nevelmi do očí padá. Je to *gulovatosť* telies. Spojivosť účinkuje na všetky strany rovnomerne a preto museliby telesá, keby druhé sily spojivosti neprekážaly gulovatú podobu mať, ako to pozorujeme na kvapkách rtuti, kde proti účinkujúca ľarcha pre maličkosť telesa nepatrnu sa stáva a spojivosť volne účinkuje. Voda na žeravom železe, zaprášenom a mastnom papieri tvorí tiež guľočky, bo je v týchto

pádach prílnavosť papieru, železa ku vode zrušená, ktorá ináč spojivosti oproti účinkuje. Kvapka rtuti chytro s druhou spojuje sa, bo veď účinkuje tam sila! Plyny vystupujú vo vode tiež v guľovatej podobe. Olej vliaty do jistej smiešaniny vody s liehom pláva v nej a ponač jého spojivosť, ani farchou, ani príťažlivosťou vody natená nie je, utvorí sa z neho pravidelná guľočka. Pravidelné broky vytvoruje spojivosť sama.

Spojivosť je odvislá od všetkých tých príčin, ktoré sú v stave častice sblížiť, bo vtedy častice, ktoré beztak len do veľm; malej vzdialenosti sa priťahujú, pevnejšie spolu držať budú sa. Takéto sblíženie častíc zapríčiňuje predne:

Tlak. Hlina, cesto stanú sa miesením pevnejšie. Smola, vosk, olovo scelujú sa stlačením. Železo stane sa kovaním hustejšie.

Zväčšenie plochy. Rozmnožením častíc sa priťahujúcich, rastie aj pôsobenie spojivosti. Toho dôkazom sú: dobre do rovno brúsené a hladené dosky, sklenené alebo olovené, ktoré složené tak pevno sa držia, že nie len za hornú vyzdvihnuté sa neodtrhujú, ale i na dolnej zavesené závažie unesú.

Tepló. Z predešlého známe, že teplo rozťahuje, zima stahuje telesá. Rastením tepla vzdalujú sa častice jedna od druhej; spojivosti tedy ubýva; padaním tepla ale sa sblížujú, spojivosť rastie. Mäké telesá na zime tvrdnú, k. p. maslo, hlina, atď.

Spojivosť je ďalej odvislá od prirodzenosti telesa, pri jednom je väčšia, pri druhom menšia. Často účinkujú oproti spojivosti druhej sily, preto stáva sa, že je odpor, ktorým sa spojivosť ruší má, (k. p. pri lomení) aj pri jednom a tom jistom telese mnohoráz úplne rozdielny. Rozdiely tieto spojivosti zapríčiňujú množstvo úkazov, ktoré na šesť oddielov rozdelíme a zahrnieme pod menami: a) *skupenstvo*, b) *tvrdosť a mäkosť*, c) *lrehkosť*, d) *pružnosť*, e) *ťažnosť a kujnosť*, f) *pevnosť*.

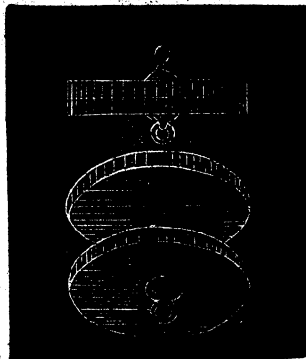
§. 12.

A. Skupenstvo, (Aggregationszustand).

Všetky telesa sú alebo *pevné* alebo *tekuté* alebo *plynné* (vzdušné). Teleso je alebo stáva sa *pevným* (fest), keď jeho častice

Physika.

Obr. 10.



tak pevno spolu držia sa, že k jich rozdeleniu značnej sily sa vy-
hľadáva. Dajúli sa častice telesa bez všetkého namáhania rozdeliť
vtedy voláme teleso: *tekutým* (flüssig). Prestávali spojivost telesa,
a častice odstrkovať sa začínajú, vtedy voláme teleso *plynným* (gas-
förmig), ktoré zase dvojaké byť môže. Dáli sa spojivost plyného
telesa na toľko tlakom alebo zimou zväčšiť, že ono do stavu
tekutého prejde, vtedy voláme plyn *nestálym* (coërcibles Gas). Keď
sa ale plyn žiadnym dosiaľ známym tlakom alebo zimou na te-
kutinú obrátiť nedá, vtedy volá sa *stálym* (constantes Gas). Pone-
vadž tieto tri stavy telies závisia od istého, hustejšieho alebo red-
šieho nahromadenia, skupenia častíc, preto voláme jich *skupenstvom*
(Aggregationszustand.)

Niektoré telesá prichodia vo všetkých troch stavoch skupenstva k.
p. voda, rtuť, sira; druhé len v dvoch k. p. železo, jód, čpavok; iné len
v jednom k. p. kyslík, vodík, atď. Pomocou tepla a tlaku prechodia telesá
z jedného do druhého stavu skupenstva. (Triebenie, prehánanie).

§. 13.

B. Tvrdosť (Härte).

V obecnom živote bereme pochop tvrdości veľmi pomerne
a vravíme k. p. o mäkkom železe a o tvrdom chlebe, ohľad berúc na
to, jaký odpor teleso pri jeho kúskovaní tvorí. Z tohoto vidno, že
tvrdosť len vtedy porovnávať môžeme, keď si jistý stupník tvrdości
utvoríme a to teleso, ktorým druhé škriať sa dá za tvrdšie pova-
žujeme. Vyhľadávali tedy teleso niektoré aby sa škriať dalo telesa
zo stupníka tvrdości, vtedy je ono tvrdé, tvrdosť jeho môže byť
dľa stupníka 1 do 10.

Stupník tvrdości je; 1. mastek (Talk); 2. sol; 3. vápenec (mied);
4. kazivec (Fluszspath); 5. apatit; 6. živec (Feldspath); 7. kremeň; 8. to-
pas; 9. korund; 10. diamant.

Jako sa tvrdosť mení a od čoho závisí, t. j. jako sa to deje,
že je spojivost jedného a toho jistého telesa rozdielna, to je dosiaľ
ešte nie úplne známo.

Zohriatim telesá mäknú, ochladením tvrdnú; sklo, ocel tvrdnú keď
jich rýchlo ochladíme, no mäknú ochladením pozvoľným. Spôsob ochladenia
tiež vliv má na tvrdosť. Mied a jej miešaniiny s cínom mäknú razom a
tvrdnú pomáli chladené. Zlato tvrdości chladením nenabýva žiadnej.

Miešanií rozličných kovov mení sa tvrdosť miešaniiny podivne. Mied
s cínom dávajú tvrdú zvonovinu, uhlík so železom tvrdú ocel, mied s

krehkým zinkom ale mákú mosadz. Nástroje za máka z ocele urobené ochladením vo vode, oleji, ľadu, rtuti tak zatvrdiť môžeme, že sklo rezu. Najtvrdšie teleso je diamant, správne topený bor s kremíkom ešte tvrdší byť má.

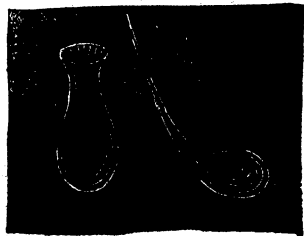
§. 14.

C. Krehkosť (Sprödigkeit).

Keď častice jedného telesa len do veľmi malej vzdialenosti tak sa priťahujú, že ako náhle jích niečo máličko jednu od druhej oddelíme v nerovnom smere v celom telese sa púšťajú a rozpadujú, vtedy voláme to teleso *krehkým*.

Tvrdením, rýchlym ochladením, otriasaním a dlhým kovaním stávajú sa telesá krehkými, tak láme sa pílnik, liatina, obzvláste v zime dopadnutím na zem. Skleničky (bologneske) a kvačky (slzy) sklené za žerava rýchlo vo vode ochladené sú tak krehké, že keď do onej kus kremienka hodíme, hneď pukne, keď kremeň i dost málo sklo zaškriabnu; tieto zase, keď najtenší konček chvostíka odloíme rozpadnú sa na prach. Preto ochladzuje sa sklenné náradie poznenáhla v zvláštných peciach. Zle chladené lampové sklá, chemické náradia pukajú pri upotrebení. Krehkosť skla dobre slúži pri rezaní ho diamantom, a rúrok pílnikom.

Obr. 11.



§. 15.

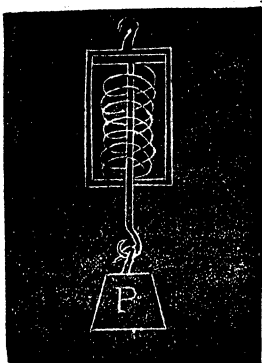
D. Pružnosť (Elastizität).

Dajúli sa častice na väčšiu vzdialenosť ľahko oddialiť, tak ale, že po prestátom účinkovaní sily zase do predešlej povahy navrátia sa, vtedy nazývame to teleso *pružným*. Pružné telesá dajú sa natiahnuť, ohnúť, stlačiť, okrátiť, svynúť, a zase do predošlého stavu navrátia sa. Jestliže sme jích ale pri veľmi ohnúli, okrátili, natiahli, vtedy nevracajú sa, alebo len čiastočne do predešlej polohy a tu prekročili sme *medzu pružnosti*. Medza pružnosti je pri niektorých telesách veľmi úzka, k. p. pri skle, pri druhých telesách ako kaučuku, ocelovej spruhe, ribokosti, trstine atď je zase veľká. (Modul pružnosti $M = \frac{P}{H}$).

Skoro všetky telesá sú niečo viac menej pružné; úplne pružného telesa nemáme (éter, teleso podmienocné je úplne pružné).

Sila pružnosti je nestála, mení sa teplom, lučebným vlivom

Obr. 12. povetria a pary.



Upotrebenie pružnosti v živote je mnohonásobné. Pružné telesá kaučuk, spruhy, pieria, srsť, kork, povetrie poskytujú nám mnoho pohodlia. Stroje pružnosťou podmienené sú: hodiny, vážky, zámky, zátchy, chlopky na hudobných nástrojoch atď. V hodinách ťahá ovyнутá struna ocelová celý stroj. Vo vreckových hodinkách riadi beh malý hon (nepokoj), o ktorý je spruha vlasom nazvaná pripravená. Vážku spruhovú znázorňuje nám pripojená vidora (Silomer viď o rovnováhe).

§. 16.

E. Ťažnosť, kujnosť (Dehnbarkeit).

Prekročením hranice, čili medze pružnosti sa niektoré telesá netrhajú, ale zachovávajú spojivosť svoju dajú sa ešte i za túto hranicu roztiahnuť. Takéto telesá voláme *ťažnými*, *kujnými*. Teplo podporuje ťažnosť. Krehké sklo roztopené je nad mieru ťažné tak, že sa z neho niti ťahať dajú. Robenie náradia skleneného, len na ťažnosti skla zakladá sa. Smiešaním sa ťažnosť mení, z ťažnej miedi a ťažného cínu robí sa krehká zvonovina. Najťažnejšie látky sú kovy vôbec, zlato a platina zvlášť, jeden dukát dá sa tak roztepať že s ním plochu 14 □' pozlátiť možno. Gutaperča a roh majú tiež značnú ťažnosť.

§. 17.

F. Pevnosť (Festigkeit).

Jeli spojivosť telesa tak veľká, že k jej zrušeniu značná sila sa vyhľadáva, vtedy zovieme to teleso *pevným*. Pevnosť rozoznávame dvojakú a síce *absolútnu* a *relatívnu* čili pomernú. Absolútna pevnosť je tá sila spojivosti, ktorá vzdoruje *roztrhnutiu v tahu*, relatívna ale tá, ktorá vzdoruje *zlomeniu, stlačeniu* alebo *okrúteniu* toho telesa.

Zkúškami dokázalo sa, že pevnosť v tahu závisí jedine od

vniutorného zostrojenia čili prirodzenej povahy telesa a od plochy v prieseku, s ktorou ona v rovnom pomere stojí.

Značímeli s T a t pevnosti s A a a ale prieseky dvoch telies M a m , tak dostaneme úmernosť $T : t = A : a$; a $T = \frac{t}{a} A$

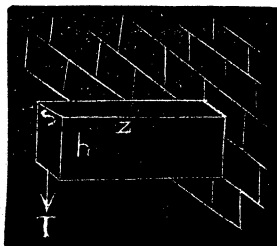
* Výraz $\frac{t}{a}$ voláme koeficientom pevnosti a značíme ho s m .

Pevnosť absolútna bude tedy $T = m A$. — m bere sa v staviteľstve obyčajne 5—10 ráz menšie jako je v skutku a síce na prierez jedného palca štvorcového :

pri dreve . . .	1000 š.	pri povrazoch drôtových .	12000 š.
pri železe . . .	8000 " "	" " " v baniach .	6000 "
" " liatom .	6000 " "	" " " konopných 5—1000 "	

Pevnosť pomerná nezávisí tak jako absolútna jedine od prierezu ale od zdĺžky, šírky, hrúbky, množstva podporovaných bodov, od položenia ťarchy atď. Je ona trojaká v *lomu*, v *tlaku* a v *okrúteniu*. Pevnosť na jednom boku upevneného trámca (Obr. 13.) stojí so zdĺžkou jeho v opačnom, so šírkou v prímom, s hrúbkou ale v prímom štvoročnom pomere ($T = \frac{1}{6} m \frac{h^2}{z}$ pre

Obr. 13.

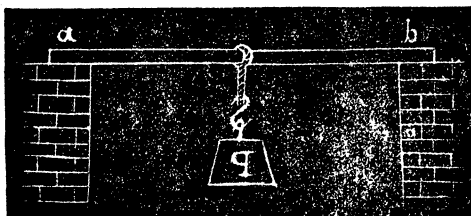


hranol; $T = \frac{1}{4} \pi m \frac{r^3}{2}$ pre válec). Be-

reli sa na váhu trámca ohľad, tak sa pevnosť o ňu menší. Jeli ťarcha na celom trámci rozložená rovnomerne, vtedy nesie trámec dvaráz toľko ($= 2 T$).

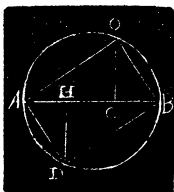
Keď je trám na oboch bokoch podporovaný stojí síce pevnosť jeho tiež v horeudanom pomere, trámec ale horevedenej zdĺžky unese, keď ťarcha v prostriedku účinkuje 4 ráz toľko, jako keď by len na jednom konci podporený bol ($= 4 T$); jeli ťarcha po celem tráme rovnomerne rozložená, udrží on osem ráz viacej ($= 8 T$).

Obr. 14.



Trámy musejú byť, jestliže jích pevnosť možno najväčšia byť

má, v jistom pomere hrúbky a šírky robené. Najmocnejšiu hrádu dostaneme, keď priemer brvna na troje rozdelíme, v bodoch C a H kolmé postavíme, a takto na obvode povstale body A, B, D, O spojíme. Železné trámy robia sa 4—6 ráz tak hrubé ako široké. Aby neboly príliš ťažké a tak i slabšie i drahšie podporuje sa malá šírka rebrami.



Pamätné je, že trámce duté tej istej váhy čo plné, o mnoho väčšiu pevnosť majú, ako tieto. Najlepší pomer, priemerov vonútorného a zovnútného, pre duté válce je 3 : 4. Pevnosť stebľa, kosti, brka atď.

Pevnosť v tlaku stojí v prídom kockovom pomere s hrúbkou, v prídom so šírkou a v štvoročnom opačnom so zdlžkou telesa ($T = m \frac{h^3 \xi}{z^2}$), m obnáša pre krýchl. centimetr

pri liatine . . .	7954 kilogram.	pri mramoru . . .	520 kg.
„ mosadzi . . .	10830	„ pieskovcu . . .	544 „
„ žule . . .	526	„ dubovom dreve . . .	295 „
„ vápencu . . .	505	„ tehle	52 „

t. j. k roztláčeniu jedného krýchl. centimetra tehly treba 52 kilogram.

O pevnosti v okrútení ukázal prvý Coulomb, že pri pružných telesách pevnosť s uhlom okrútenia v rovnom pomere stojí, to jisté platí o spruhách a strunách.

§. 18.

2. Prilnavosť (Adhaesio).

Spojivosť telies nerovnorodých medzi sebou volá sa *prilnavosťou* (Inem, Inu).

Prilnavosť pevných telies spozorujeme k. p. tým, že prach, páper na šatách vyseť zostáva; barva, malta, pokost, voda, prilnú tiež, rtuť a zlato majú tak veľkú prilnavosť, že toto v krátkom čase rtuťou nabehne. I plyny a pary javia prilnavosť, či ku pevným, či k tekutým telesám, preto zapáchneme fajčiara, kupca, lekárnika, keď aj nefajčí a zo sklepu, lekárne von sa nachádza. Kvapky vody rozliezajú sa po skle; a po týke sklennej možno vodu zo širokej nádoby vyliať bez toho, aby potekla. Lepenie, pozlacovanie, plattýrovanie, robenie zrkadiel, zakladá sa na prilnavosti. Prilnavosť je pri rozličných látkach rozdielna. pri rtuti a skle malá, pri masti a vode žiadna. Mastné peria vodných ptákov neprenikne vodou lebo ona k nemu nelne. Plavúň (lycopodium) nelne k vode atď.

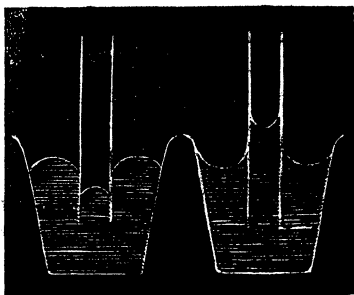
Pre túto rozdielnosť prilnavosti, podelíme ju na viac čiastok, aby sme tak spolupatriace úkazy tým ľahšie rozumeť a porovnávať mohli, a síce: a. *presiakavosť* b. *pohlcovanie* c. *botnanie* d. *roztok* e. *miešanie* f. *hlatenie*.

§. 19.

A. Presiakavosť.

Prilnavosť dvoch telies môže tak veľká byť, že jedno druhé úplne prenikne. Také telesá, ktoré druhými preniknúť sa dajú voláme *presiakavými*, a úkaz ten *presiakavosťou*. Ponevadž kapaliny tým ľahšie presiakujú, čím menšia jích váha, plocha jích ale prítahujúca ešte dosť veľká, preto vidíme úkaz presiakovania najkrajšie na knôte alebo jednotlivé na vláskovitých t. j. len jako vlas hrubých trubiciach. Dľa tohoto úkazu označovali starší úkazy presiakavosti menom *vláskovitosti* (capillaritas). Na pripojenom obrazcu vidíme dve trubice, jednu zanorenú do rtuti, druhú do vody. Voda lne ku sklu značne, preto ona vystupuje na jeho stenách tak vysoko, jako to farba vyzdviženej vody, ktorá prilnavosť ruší, dovoľuje. Druhá trubica zanorená v rtuti, ukazuje opak, bo rtuť majúc ku sklu len málo prilnavosti, následkom veľkej spojivosti tvorí povrch vydutý. V úzkej trubici stojí práve ešte nižšie. Úkaz tento volá sa *stlak* (depressio).

Obr. 16.

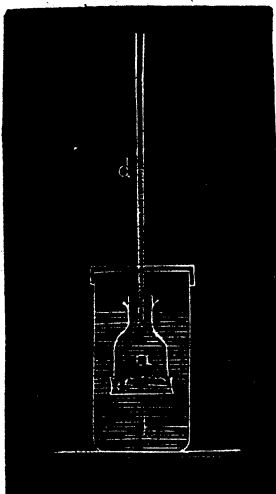


Bibula do vody jedným koncom zanorená namokne celá. Olej vystupuje po knôte, hromada piesku, drevo, stena odvlhne, keď je spodok mokrý. Presiakavosť vidíme pri rastlinstve. Rastlina saje i jedovaté látky a schne. Strom za živa rozličnými látkami napúšťať sa dá, z čiastky aby drevo jistej pevnosti, z čiastky ale jistej barvy dostalo. Kaučuk v síre zanorený sa vulkanizuje, t. j. dá sa preniknúť sírou a dostane tým viac tvarovitosti.

Zvláštny úkaz presiakavosti je endosmosa a exosmosa a záleží v presiakovaní dvoch tekutín cez porovatú priehradku, tým cieľom, aby sa ony smiešaly, čo sa dľa jích rozličnej prilnavosti k priehradke v rozličnom množstve deje. K znázorneniu tohoto úkazu slúži nám prístroj na obrazcu 17 vykreslený. Vo väčšej nádobe *b* nachodí sa nádoba bezdná *a*, na spodku priehradkou porovatou k.

p. mechúrom obviazaná, v nej upevnená je tenká trubica *d*. Dámeli do nádoby *a* bielkovatiny, do nádoby *b* ale vody, tak javia obe tekutiny ku blane *c* takú prilnavosť, že ju preniknú (čo by každá o sebe nerobila, bo ani voda, ani bielkovatina cez mechúr nepreteče) a miešať sa začnú. Voda prechodí cez blanu do *a* (endosmosa, vchod); bielkovatina ale do *b* (exosmosa, východ). Prilnavosť vody ku blane je ale väčšia, než bielkovatiny, a preto voda rýchlejšie preniká, čo sa na vystupovaní tekutiny v trubici *b* javí. Ten istý úkaz podáva lieh a voda, keď je priehradka mechúrová, opak toho ale keď je priehradka z kaučuku. Lieh má totiž ku kaučuku väčšiu prilnavosť, než voda a preto sa tiahne do nej rýchlejšie, čo pri mechúrovej priehradke voda robila. Tekutina v trubici *d* vystupuje tak dlho, až sa obe tekutiny nevyrovnajú. Professor J. v. Liebig soznal v úkaze tomto dej pohybovania sa štiav v živočížstve, čo mnohými zvláštnymi do oboru physiologie siahajúcimi zkúškami objasnilo sa.

Obr. 17.



Aj plyny ukazujú jistú prilnavosť medzi sebou. Dámeli do jedného konca trubice porovratou priehradkou predelenej kyslík, do druhej vodík, tak ukazujú oba plyny jistú prilnavosť k priehradke a preniknú sa potom v rozličnom množstve rozličnou rýchlosťou. Úkaz tento volá sa *zámenou plynov* (diffusio gasorum). (Dalton-ov zákon). Dýchanie pľúcami, zámena plynov cez kožu, cez listy a kôru deje sa týmito spôsobom.

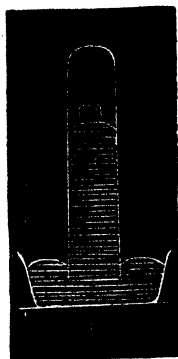
§. 20.

B. Pohlcovanie (Absorbition).

Prilnavosť mnohých pevných a tekutých telies ku plyným javí sa v tak veľkej miere, že ony plyny tuho priťahujú do svojich pórov jích jakoby pohlcú — *pohlcovanie plynov*. Do trubice naplnenej povetrim, rtuťou uzavretým, vpustený práve vypálený uhol (Obr. 18.) pohlcuje povetrie tak, že rtuť očividome rastie. Do fľašky čpavkom (NH_3) naplnenej rúti sa voda, pohlcujúc ho s takou silou, že i dno vytisne. Platinová huba pohlcuje vodík tak, že následkom

veľkého stlačenia v póroch platinovej huby zapálí sa. (Döbereinero vo zapalidlo).

Žajdlík vody pohlcuje 150 žajdl. chlorovodíka, 700 žajdl. ěpavku. Z toho vysvitá že sa objem vody pohlcovaním zväťší. 1000 čiastok volumu krve pohlcuje 100—130 volúmov kyslíka ; 1000 volúmov čistej vody ale len 9,25. Uhol pohlcuje 20-násobný objem svoj uhličitej kyseliny. Voda pri 0° C pohlcuje v pomeroch : povetrie 0,024, dusík 0,020, kyslík 0,04 ; uhličitú kyselinu 1,79. Vo vode pohlcené povetrie vystupuje, keď dlhšie stojí, v bublinkách ; pri kyslých vodách, pive, šampaňskom javí sa pohlcená uhličitá kyselina dôraznejšie.



§. 21.

C. Botnanie.

Presiakovaním zväťšujú sa telesa na objeme: úkaz tento voláme *botnaním*. Nádoby rozsušené zamáčajú sa do vody, aby napuchly; hrach v dutej železnej guľi navlažený, tak napuchne, že ju roztrhne. Zvlhčímeli obylie o 15% dľa váhy, tak napuchne na objeme o 30—45%. Odtiaľ pochodí rozdiel na miere (merica suchého zbožia váži viac ako vlhkého). 1000 čiastok volúmu vody zrastie pohlcovaním ěpavku na 1666; chlorovodíkom ná 1500. Papier zmočený na jednom boku, zvráští sa, takto prilepený na dosku kresliacu, vytiahne sa do hladka, keď uschne. Niektoré telesá botnajú vo všetkých smeroch rovnomerne, jiné v jednom viac než v druhom, závisí to od jích vnútorného súradenia častíc. Drevo botneje hlavne v šírke, povraz v hrúbke na stratu jeho zdĺžky, bo stáva sa kratším, no i pevnejším. Drevo vo vode zanorené botná asi za prvé dva mesiace; ihlicové drevo botneje o $\frac{1}{4}$ viac než listnaté.

Vyženeli sa teplom, tlakom atď. do telesa vsiaknutá tekutina, nabýva ono zase svoj objem. Debnári, v novom čase i kolári ohybujú dúhy, bahry, ba i celé kolá, zohrievaním jednej a zmáčaním druhej strany (náradie z ohnutého dreva).

§. 22.

D. Roztok (Auflösung).

Častice mnohých pevných telies majú ku časticám tekutín, tak veľkú prilnavosť, že sa rozpadnú a ku nim lnú — t. j. na všetky

strány sa *roztekajú*. Cukor hodený do vody stráti svoju spojivosť, častice jeho lnú ku časticiam vody, roztekajú sa a povstáva *roztok* cukrový. Vosk, smola nerozpúšťajú sa vo vode, bo nemajú k nej dostatočnej prilnavosti; roztekajú sa ale v liehu, terpentínovom oleji atď. Z tohoto vidíme, že :

a) Každá látka v každej tekutine nerozpúšťa sa.

b) Že rozpúšťanie deje sa len tak dlho, dokiaľ ešte prilnavosti medzi dvoma telesami jesto. Hranica volá sa *maximum nasítenosti*; o tekutine ale, v ktorej sa nejaká látka vo väčšom množstve ďalej nerozpúšťa, vravíme že je *nasýtená*.

c) Teplota zvýši prilnavosť látok, a preto je *nasýtenosť* pri rozličnom náteplí rozdielna, roztok je *presýtený*.

d) Rozpúšťameľi v jednej kapaline razom viac solí, rozpustí z každej toľko, kolkoby bola z nich po jednej rozpustila.

e) Nasýtený roztok jednou solou, rozpúšťa z druhej viac než by z nej samej rozpustil.

Pranie šiat zakladá sa na roztoku. Aj najčistejšia voda v prírode prichádzajúca je roztok mnohých látok. Voda *mäkú* tečením zbavila sa v nej rozpustených látok a preto k praniu lepšie hodí sa, než *tvrdá*, mnoho solí v sebe majúca voda studničná. Najlepšia voda k praniu šiat je *daždová*, ako najčistejšia.

§. 23.

E. Miešanie (Mischen).

Pri roztoku javila sa prilnavosť telesa pevného ku tekutému väčšmy než jeho spojivosť; pri *miešaní* deje sa to jisté, s tým rozdielom, že tu bereme ohľad na telesá len jedného stavu skupenstva. Lieh a voda lnú tak jedno ku druhému, že povstajú *miešaninu* — pálenku temer za nové teleso by sme boly vstave držať. Kyselina dusičná (NO_3) smiešaná s chlorovodíkom (ClH), dáva kráľovskú vodu. Terpentín, šelak, rumelka a vosk, dávajú vosk pečatný. Síra, uhol a sanitra smiešano *púšny prach*; rtuť s kovami dáva *amal-gamy*; mied s niklom a zinkom pakfong, so zinkom mosadz, s cínom zvonovinu atď. Srebro, zlato, mied a jiné kovy dajú sa ľubovolne miešať — *sliatina* (Legirung). Železo s uhlíkom dáva oceľ.

Mnohí prírodoskumatelia považujú úkaz miešania v niektorých pádoch za úkaz lučebný, čomu ale odporuje tá okolnosť, že v lučbe deje sa slučovanie atomov dľa istých nepremeniteľných pomerov, čo pri miešaní *nenie*;

bo miešanina v ľubovoľnom pomere previesť dá sa. Je ono prirodzený priechod úkazov molekulárnych k úkazom ľučebným príbuznosti atomov.

§. 24.

G. Hlavenie (Krystallisation).

Pozbavímeli nasýtený roztok rozpustidla, alebo snížimeli teplotu jeho, tak prestáva príľnavosť častíc pevného telesa k tekutému, jích spojivosť zväčšuje sa, a ony v tekutine ľubovolne a bez prekážky pohybovať sa mohúc pravidelne sa sraďujú — *hlavia* čili *krystallujú*. Povstalý pravidelný tvar volá sa *hlav. krystall* (hraň). Miešameli roztok pri hlavení, povstanú len malé zrná ľodobné hlave, a teleso volá sa potom zrnisté k. p. cukor v klobúkoch.

Nerastopisec Moes roztriedil hlave, dľa veľkosti a polohy os medzi sebou, na šesť sústav, 1. mnohoosnia (Tessurarsystem); 2. ihľancová (Pyramidalsystem); 3. primotvarná (orthotipes S.); 4. kľonotvarná (hemiorthotipes S.); 5. dvojklonotvarná (anorthotipes S.); 6. kľenčová (rhomboëdrisches S.)

III. Oddiel.

Úkazy rovnováhy a pohybu.

§. 25.

Kde a v jakomkoľvek stavu sa nejaké teleso na zemi nachodí, všade účinkujú isté sily (ľarcha) naň. Nejavíli sa tento účinok smyslom naším, vtedy vravíme, že je teleso *v rovnováhe, pokoji*; keď sa ale účinok síľ smyslom naším javí a síce vtom, že teleso to postupne, v rozľičnom čase, na rozľičnom mieste sa nachodí, vtedy vravíme teleso je *v pohybu*. Z tohoto vidíme, že príčina úkazov rovnováhy a pohybu sú *sily*, a predne o týchto prehovoviť musíme.

§. 26.

O silách vobec.

Sila je neznáma príčina úkazov, ktorá sa len v jej účinkoch smyslom naším javí; pri jej účinkovaní rozoznávať treba:

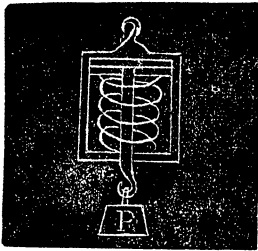
1. Ten bod, v ktorom sila bezprostredne pôsobí, jej *pôsobište* (Angriffspunkt).

2. Veľkosť sily (Intensität).

3. Účinok sily a s ním spojené veličiny.
4. Cestu a smer, v ktorom sila účinkuje,
5. Rychlosť, ktorou a
6. Čas za ktorý sila pôsobí.

Ponevadž je sila nadmyslná, preto vlastne jej pôsobíšte neznáme. Ten bod ale v ktorom celú silu účinkovať vidíme, môžeme za jej pôsobíšte považovať. Že sila jistú veľkosť má, súdime z jej účinkn. Aby sme veľkosť jistej sily merať mohli, musíme si nejakú silu za základ vziať, s ktorou by sme ju porovnávali. Najvšeobecnejšia sila je ťarcha čili príťažlivosť zeme našej; preto upotrebujeme ju ku meraniu veľkosti sily, označujúc ju absolútnou váhou, a tak voláme silu 2, 3, 5... n funtovú tú, ktorá dva, tri, päť... n funtov zodvihne, alebo sile príťažlivosťi zeme našej dvoch, troch piatich... n funtov rovný odpor stavia.

Obr. 19.



K vynajdeniu veľkosti sily slúži prístroj (Obr. 19.) *silomer* (dynamometer) zvaný, ktorý z ohnutej obruče, alebo jako obrázec ukazuje zo zohnutého pera záleží. Sila na spodku účinkujúca vynasnažuje sa pero zohnúť; týka zostupuje tedy dolu. Na stupníku na nej sa nachádzajúcom odčítame veľkosť, zohnutia zapríčiniťvej sily. Keď sila účinkovať prestala, zavesíme na hák toľko závažia, až ono týku po hore odčítaný stupeň vytiahlo. Množstvo zaveseného závažia, práve tak zohlo pero, ako účinkujúca sila, a preto označuje ono veľkosť tejsze sily.

Dve rovnak veľké sily rozličný účinok vyviešť môžu. Z dvoch rovnak mocných chlapov ten porazí druhého, ktorý je obratnejší. Účinok sily teda závisí nie len od jej veľkosti ale aj od rýchlosti a síce v pomere rovnom. Bo dvaráz, triráz . . . n rász vätšou rýchlosťou pôsobiaca sila dá dvaráz, triráz . . . n rász vätšiu účinok Z toho vyplýva: že účinok sily (v) rovná sa sile označenej váhou (p), násobenej s rýchlosťou (c); $v = pc$. ($v = mc = pgc$). Súčin tento volá sa aj *pracou*, *hybnosťou* (mechanisches Kraftmoment).

Rýchlosť (c) je pomer cesty (s) ku času (t), tedy $= \frac{s}{t}$

Čím vätšiu cestu teleso v tom jistom čase prekoná, tým rychlejšie, čím vätšiu ale čas k tejsze ceste potrebuje tým pomalšie sa pohybuje. Rýchlosť stojí tedy s cestou v rovnom s časom v opačnom pomere, čo zlomok $\frac{s}{t}$ označuje.

Z tohoto vyplýva, že účinok sily rovná sa sile násobnej cestou, podelenej časom: $v = \frac{ps}{t}$. Ponevadž ale silu len dľa jej účinkov čili práce určovať v stave sme, preto musíme mať jistú mieru účinku. Za jednotu miery účinku, alebo práce sily bereme *librostopu* (Fuszpfund) t. t. jeden funt zdvihnutý za sekundu o jednu stopu, a značíme prácu túto s *lp.* 60 lp je práca zodvihnutia 60 \mathfrak{z} o 1' za 1 sek. alebo zodvihnutia 30 \mathfrak{z} o 2' za 1 sec.; alebo zodvihnutia 120 \mathfrak{z} o 1' za 2 sek. Že prácu čili účinkov sily bez jej zmeny dľa vzorky $v = \frac{ps}{t}$ zveličím p , s a t skladať alebo rozkladať, a ju z nich určiť môžeme, patrné je. Tak obnáša:

	sila	rýchlosť	práca
človeka	25 \mathfrak{z}	2 $\frac{1}{2}$ '	62 $\frac{1}{2}$ lp.
vola	100 „	2 $\frac{1}{2}$ '	250 „
koňa	100 „	4'	400 „

$\frac{1}{3}$ váhy tela — dľa skúsenosti — za priemernú silu berúc. Z tohoto vyplýva: že k vykonaniu práce jedného vola 4ria, k vykonaniu práce koňa ale 7mi ludia potrební by boli. V strojnícťve uživa sa práca jedného koňa = 430 lp.

§. 27.

Skladanie síl.

Jakého pôvodu, druhu alebo rodu sila na teleso účinkuje, či viac alebo menej síl na teleso pôsobí, to všetko pre rovnováhu významu nemá; tu vždy len veľkosť sily a jej práca rozhoduje. Tak na múke nepozorujeme či ju mlela sila vody či pary, atď. Z tohoto vysvitá, že sa sily dajú *skladať* a *rozkladať*, t. j. miesto dvoch alebo viac síl môžeme si myslieť len jednu, oným silám na účinku sa rovnajúcu pôsobiť, a na opak. Sila, ktorá označuje výsledok viac druhým silám rovný, volá sa *výslednicou* (Resultirende, resultanta). Sily ale jichž účinku výslednica rovná sa, voláme *složkami* (Componente). Tak je k. p. účinok sily koňskej rovný účinku 7mich síl ľudských, a tak môžeme tedy miesto onej, tieto alebo naopak dľa potreby zameniť.

Aby sme si sily, jich veľkosť a jich smer znázorniť, a tak jich pôsobenie ľahšie pochopiť mohli, označujeme smer a veľkosť sily prímkov tak, že 2, 3 . . . n raz dlhšia alebo kratšia

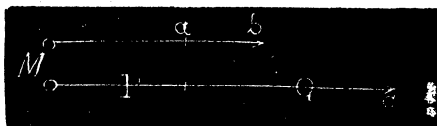
prímka aj 2, 3 n raz väčšiu alebo poťažne menšiu silu predstavuje. Bod, z ktorého silu označujúca prímka vychodí, značí vždy jej pôsobište.

Sily môžu na jedno teleso účinkovať alebo *v prímke*, alebo *pod uhlom*.

V prímke účinkujúce sily môžu pôsobiť :

1. V jednom smere, jako to obr. 20 predstavuje. Na teleso

Obr. 20.

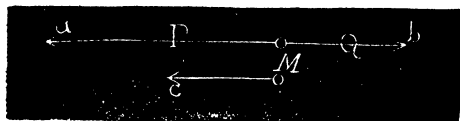


M pôsobí sila Ma , a Mb , jich výslednica bude súčet z oboch = Mc . Volámeli silu $Ma = P$; silu $Mb = Q$, tak bude výslednica $V = P$

+ Q . Toto platí aj o rovnobežných v jednom a tom istom smere s účinkujúcich silách: výslednica rovná sa jich súčtu.

2. Pôsobiali dve sily v protívnom smere, tak rušia sa, keď sú obe rovné, jsúli ale nerovné, pôjde teleso v smere väčšej, silou rovnou rozdielu oboch síl.

Obr. 21.



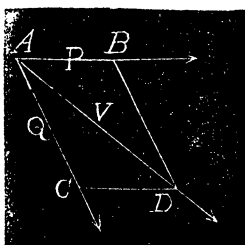
Na teleso M (Obr. 21.) účinkujú sily Ma a Mb v protívnom smere, teleso bude sa pohybovať v smere

Ma , silou výslednice Mc . $V = Ma - Mb$; $V = P - Q$.

Pôsobili viac síl v jednom i v druhom smere, tak hľadáme najprv výslednicu každého smeru, a určíme konečne výslednicu oných výsledníc.

3. *Sily pod uhlom*. Účinkujúli dve sily v rozdielnom smere, voláme to účinkovaním síl *pod uhlom* jako k. p. sila AC a AB

Obr. 22.

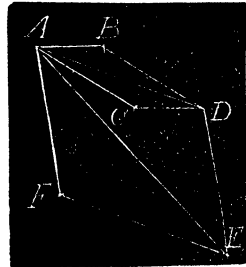


na teleso A (Obr. 22). V takomto páde nemôže sa teleso pohybovať ani za jednu ani za druhou silou. Ono pôjde v smere prostrednom, keď obe sily rovné sú; alebo v smere medzi silami k väčšej sile toľkoráz väčší sa kloniac, koľkoráz je ona väčšia než druhá. Smer a veľkosť výslednice oboch týchto pod uhlom pôsobiacich síl najdeme, keď k obom silám rovnobežné ťaháme a *rovnobežník* (rovnobežník síl, Parallelogramm der Kräfte) utvoríme. Priečnica (Diagonale) jeho AD udáva nie len smer ale i veľkosť výslednice. Jeli uhol pod ktorým sily účinkujú pravý, bude výslednica $V =$

$\sqrt{P^2 + Q^2}$; (keď je uhol ten ale vôbec α , bude $V = \sqrt{P^2 + Q^2 + 2PQ \cos \alpha}$); bo uhol α je výplnok uhlu C , tedy $\cos C = -\cos \alpha$).

Účinkujeli *viac* síl pod uhlom na teleso A , hľadáme najprú výslednicu z ľubovoľných dvoch, potom z výslednice tejto a tretej sily a t. ď. Na teleso A (Obr. 23.)

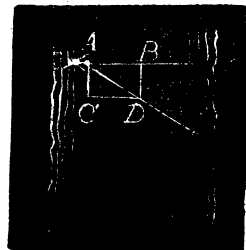
účinkujú tri sily AB , AC a AF , hľadáme tedy najprú výslednicu síl AB a AC pomocou rovnobežníka $ABCD$ — táto je AD ; potom hľadáme ale pomocou rovnobežníka AD EF výslednicu z AD a tretej sily AF , ktorá je AE . Teleso A bude sa tedy pôsobením síl AB , AC a AF v smere a veľkosťou výslednice AE pohybovať.



Obr. 23.

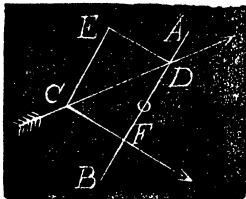
Príklady účinkovania síl pod uhlom podáva nám plavec A , ktorý cez rieku v smere Ax silou AB preplávať chce; rieka ťahá ho v smere AC , a preto znesie ho v smere a silou priečnice AD rovnobežníka $ABCD$ tak, že v y na druhý bok sa dostane.

Z predošlého už známe, že výslednicu myslieť si môžeme rozloženú na viac *složiek* a v skutku mnohokrát účinok sily len pri rozložení na jej složky pochopili, a náležite vysvetliť si môžeme, jako to nasledujúce príklady ukazujú. Účinkujeli vietor v smere kosmom na vetrilo lodné AB , tak sa loď nebude v tomže smere pohybovať, ale v smere jednej zo složiek. Vieme, že vietor úplnou silou len vtedy účinkuje, keď kolmo dopadá; rovnobežne ale s vetrilom idúci vietor ho neťahá. Preto rozdelíme si silu (Obr. 25.) na jednu kolmú CF a jednu rovnobežnú složku CE pomocou rovnobežníka $CBDE$. Loď teda bude sa pohybovať v smere a silou složky kolmej CB ; rovnobežná složka neúčinkuje, tráfi sa. Skrze rozličnú polohu vetrít, dá sa loď v rozličnom smere pohybovať. Účinkovanie kormidla na lodi, ťahanie lodí koňmo hore vodou, hnanie čluka paralom (Obr. 26.) a mnohé druhé pády žiak z predošlého ľahko vysvetlí si. Loď hnaná vetrom križom cez tekúcu rieku podáva nám príklad složenější. —



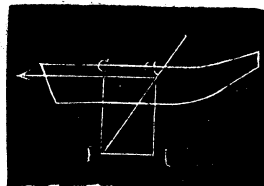
Obr. 24.

Účinkujeli vietor v smere kosmom na vetrilo lodné AB , tak sa loď nebude v tomže smere pohybovať, ale v smere jednej zo složiek. Vieme, že vietor úplnou silou len vtedy účinkuje, keď kolmo dopadá; rovnobežne ale s vetrilom idúci vietor ho neťahá. Preto rozdelíme si silu (Obr. 25.) na jednu kolmú CF a jednu rovnobežnú složku CE pomocou rovnobežníka $CBDE$. Loď teda bude sa pohybovať v smere a silou složky kolmej CB ; rovnobežná složka neúčinkuje, tráfi sa. Skrze rozličnú polohu vetrít, dá sa loď v rozličnom smere pohybovať. Účinkovanie kormidla na lodi, ťahanie lodí koňmo hore vodou, hnanie čluka paralom (Obr. 26.) a mnohé druhé pády žiak z predošlého ľahko vysvetlí si. Loď hnaná vetrom križom cez tekúcu rieku podáva nám príklad složenější. —



Obr. 25.

Účinkovanie kormidla na lodi, ťahanie lodí koňmo hore vodou, hnanie čluka paralom (Obr. 26.) a mnohé druhé pády žiak z predošlého ľahko vysvetlí si. Loď hnaná vetrom križom cez tekúcu rieku podáva nám príklad složenější. —



Obr. 26.

§. 28.

A. O rovnováhe (Statika).

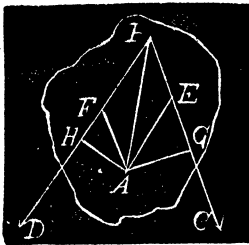
Keď viac síl na jedno teleso účinkuje, výslednica ale zo všetkých rovná sa $= 0$, vtedy vravíme, že sily držia si rovnováhu, teleso nachodí sa v *rovnováhe*. Tá čiastka fyziky, ktorá určuje, kedy a jako rovnováha povstáva, volá sa *statikou* a delí sa na *statiku* zvlášť, *hydrostatiku* a *aërostatiku*, dla toho či určuje rovnováhu telies pevných, tekutých alebo plynných.

§. 29.

a. Rovnováha pevných telies.

Keď na nejaké v jistom bode A upevnené, a okolo neho ľubovolne sa pohybovať dajúco teleso (vegora 27) viac síl k. p. v smere BC , BD atď. účinkuje, budú ho tak okolo bodu A , krútiť, jako keby len jedna jích výslednici rovná sila naň účinkovala. Staneli sa, že výslednica táto je BA , vtedy nemôže žiaden pohyb viacej povstať, bo jej silu pevný bod A mčí. V tomto páde držia si, na teleso účinkujúce sily BC , BD , ... *rovnováhu*, jích účinok je $= 0$, teleso nachodí sa v pokoji.

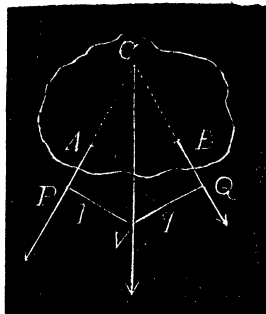
Obr. 27.



Ťahámeľi z A rovnobežné ku smerom síl, tedy $AE \parallel BD$ a $AF \parallel BC$, tak predstavujú prímký BF a BE veľkosť tých síl, z ktorých výslednica BA povstala. (§. 26). Účinok výslednice, tedy účinok oboch síl spolu je $= 0$, preto musí účinok jednej sily rovný byť účinku druhej ($u - \acute{u} = 0$; $u = \acute{u}$). Zpustímeli z A na smer každej sily kolmú AG a AH , tak je $BE \cdot AG = BF \cdot AH$ (bo oba výrazy značia povrch rovnobežníka $AFBE$, t. j. súčin základnej s výškou). Sily tedy držia si rovnováhu, keď na oboch bokoch výslednici, súčin síl a jích vzdialenosti od podpory (A) obapolne rovný je, alebo keď $BF = P$; $BE = Q$; $AG = q$; $AH = p$ postavíme bude $Pp = Qq$. Súčiny tieto voláme *statické momenty*. Považujemeli smer pohybu jednej sily za kladný, druhej ale za záporný, tak musí byť súčet oboch statických momentov $= 0$. ($P \cdot p = - Q \cdot q$; $Pp + Qq = 0$). Bod B môže ľubovolne, a tak aj nekonečne delako od A padnúť, t. j. smer síl môže byť rozdielny, rovnobežný — zákon rovnováhy sa nezmení, algebraický súčet statických momentov musí byť $= 0$, jestliže rovnováha povstať má.

Z pomeru síl dá sa zákon statického momentu nasledovne vyvinúť. Smer výslednice riadi sa dľa veľkosti složiek a kloní sa vždy k väčšej, pri rovných složkách je od smerov oboch síl, rovnak ďaleko vzdialený. Kolkokrát jedna složka, väčšia je než druhá, toľkokrát viac smer výslednice k nej, sa kloní a na opak. Ponevadž ale klonenie toto čili vzdialenosť najkratšou prímkou, kolmou (p , q) meria sa, bude kolmá (p) z niektorého bodu výslednice V na menšiu složku (P) väčšia, na väčšiu (Q) ale menšia a sice pomerne toľkoráz, kolkoráz složka jedna väčšia alebo menšia je než druhá. Z toho nasleduje úmernosť: $P : Q = q : p$, a zákon statického momentu $P \cdot p = Q \cdot q$ (Princíp pohybu virtuellného; jeho prômet, alebo dľa smeru sily určená rýchlosť pohybu virtuellného, vo VIII).

Obr. 28.



§. 30.

Ťažište, rovnováha v polohe.

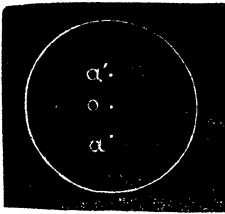
Upevníme teleso v jednom bode tak, že sa okolo neho slobodne pohybovať môže, bude ťarcha častíc teleso toto okolo onoho bodu krútiť, a sice na ten bok, na ktorom statické momenty prevahu majú. Jeli bod tento tak postavený, že statické momenty zo všetkých strán okolo neho rovné sú, vtedy zovieme ho *ťažištom* (Schwerpunkt) toho telesa. Keď teleso v ťažišti podopreme, vtedy v rovnováhe stáť musí. V ťažišti myslíme si aj pôsobíšte výslednici ťarchy všetkých častíc umiestené — odtiaľ i jeho meno.

Výslednica ťarchy ide v smere kolmom, alebo lepšie v smere stredobodu zeme našej. Jeli tedy ťažište alebo výslednica z neho idúca podopretá teleso padať nemôže, bo statické momenty zo všetkých strán rovné sú, rovnováhu si držia. Určovanie ťažišta stáva sa tedy úlohou vážnou. Ono nachádza sa pri pravidelných, rovnohmotných telesách v matematickom stredobodu, jako k. p. pri trojuhelníku, kruhu, gule, válcu, mnohostenoch atď. Ťažište nepravidelných alebo nerovnohmotných telies najdeme, keď teleso na troch rozličných bodoch zavesiac, cez ne kolmé roviny položíme. Priesečný bod týchto troch rovín označuje ťažište toho telesa. Ťažište telies dutých, rúr, nádob, obruče atď. padne mimo hmoty — jako dá sa tedy podopreť?

Môželi sa teleso volne pohybovať, k. p. okolo nejakej podpory, osy, alebo v tekutine, ukazuje rozdielnu polohu, dľa toho,

kde jeho ťažište sa nachodí. Jeli ťažište v podpore, zovieme tú polohu *volnou* (indiferente Lage), jeli ťažište pod podporou *stálou* (stabile L), keď je ale nad podporou *zvratnou* (labile L).

Koleso A z rovnohmotného kovu rovnomerne točené tak, že jeho ťažište do osy padne, predstavuje polohu volnú. Koleso



Obr. 29. také v každom postavení ticho stáť zostane. Jeli to koleso ale na jednom boku oblažené, a ťažište pod osu do a padne, nachodí sa v polohe stálej, bo koľkokrát ho z nej vyvedieme, po viacnásobnom kyvotaní, zase do tej jistej polohy vráti sa. Keď to koleso tak skrútime, že ťažište nad osu do a' príjde tak je v polohe zvratnej, bo v nej neostáva lež do polohy stálej vracia sa.

Z príkladu tohoto vysvitá, že ťažište vždy možno najnižšú polohu dosiahnuť hľadí.

Kosmá väža v Pise a Bologni preto nazrúti sa že kolmá z ťažišťa ešie do podpory padne. Chodiaci človek, tanečník na povraze menia ustavične polohu ťažišťa. Hračky detské stoja pevno na ihle, keď ťažište hlohoko pod podporu padá. Purelik, klamné kocky, plávanie hustomeru, atď.

Stálosť polohy je nie vždy rovná a závisí 1. od veľkosti podstavu, bo výslednica aj pri jistom viklaní ťažko z podpory vyjde. Stól o štyroch nohách stojí pevnejšie než o jednej, štvornohé zviera pevnejšie než človek, človek rozkročuje sa, aby pevnejšie stál, vysokým predmetom dáva sa veľká podstava. 2. Čím hľbšie ťažište padne tým pevnejšie stojí teleso, voz naložený senom skôr prevrhne sa, než s nákladom železa, gemerské hýle, balast na lodiach, lampy sú na spodku olovom naplnené, lodní kompas, lodnia lampa a. j. 3. Čím ťažšie je teleso tým pevnejšie ono stojí bo väčšej sily potrebujeme ku jeho prevráteniu.

§. 31.

Stroje (Maschinen).

Prípravu, pomocou ktorej na nejaký bod istou silou účinkovať možno, voláme strojom (Maschine.). Stroje sú jednoduché a složené. Jednoduchých strojov je sedem 1. *sochor* (Hebel); 2. *hriadel* (das Rad an der Welle); 3. *škripec* abo *čiga* (Rolle); 4. *koleno* a *odvys* (Knie, Seilmaschine); 5. *naklonená rovina* (schiefe Ebene); 6. *klyn* (Keil); 7. *šróba* (Schraube). Složených strojov je veľiké množstvo, do podrobna pojednáva o nich veda *strojnictvo* (Maschinenlehre) zvaná.

My len o niektorých pohovoríme, aby sme ukázali jako složené stroje z jednoduchých povstávajú. Na každom stroji účinkujú najmenej dve sily, z ktorých jedna je váha, odpor; druhá ale váhu, odpor premáhajúca sila, onú značíme obyčajne s Q túto s P . Počas práce stroj v pohybu nachodí sa. Lež v meniacom sa vždy pohybu nenachodíme žiadneho základu, pomocou ktorého by sme pomer váhy a pôsobiacej sily určite označili v stave boli. Preto pozorujú sa stroje v pokoji t. j. keď na ne súčasne váha a sila pôsobia, sa rušia. Rovnováha na strojoch povstáva alebo tým, že výslednica váhy a sily jedným bodom (osou, podporou), alebo celou plochou sa niči. Prvé stroje voláme *sochorové*, druhé stroje *naklonenej roviny*.

§. 32.

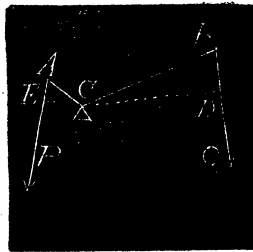
Stroje sochorové.

1. **Sochor** (čes. páka, der Hebel.) je teleso v jednom bode podoprené tak, že sa okolo neho veľmi krútiť môže, obyčajne to býva tyka v jednom bode podoprená, na ktorú dve alebo viac síl pôsobia. Na sochorových strojoch musí výslednica, máli rovnováha povstať cez podporu ísť, čo ale len vtedy stane sa keď statický moment sily rovnať sa bude statickému momentu váhy.

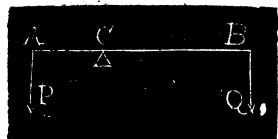
BCA predstavuje pevnú tyku v C poprenú, A je pôsobište sily P , B pôsobište sily Q . Spustímeli z podpory C , jako bodu výslednice, kolmé na smery síl $DC=q$; a $CE=p$, tak je $P \cdot p = Q \cdot q$; a $P : Q = q : p$. t. j. počas rovnováhy na sochore, má sa sila ku váhe tak jako rameno váhy ku ramenu sily, bo kolmú vzdialenosť (CD , CE) smeru síly od podpory jej *mathematickým* ramenom zovieme.

Vzdialenosť od podpory ku pôsobištu volá sa *ramenom* *physickým* BC , AC . Sochor môže byť *lomeno-* a *prímoramenný*, *rovný* a *nerovnoramenný* a *dvój-* a *jednoramenný*, dľa toho či súramenná *physické* v prímku (Obr. 31.), alebo pod uhlom (Obr. 30.), rovné ako na Obr. 32, alebo nerovné (Obr. 31), konečne či sily na oboch bokoch podpory, či len na jednom účinkujú (Obr. 33.). V smyslu *mathematickom* niet *jednoramenného* sochora.

Obr. 30.

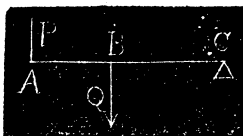


Obr. 31.

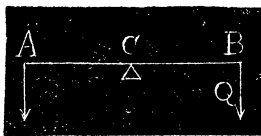


lebo sochor jednoramený Obr. 33 má dve mathematické ramená a síce AC rameno váhy, BC rameno sily.

Obr. 32.



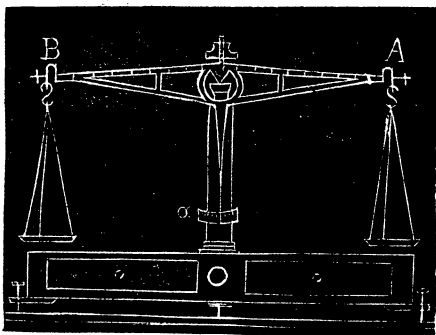
Obr. 33,



Z úmernosti $P : Q_1 = q : p$, vysvitá, že sila P toľko ráz väčšou alebo menšou sa stáva, koľkokrát menšie alebo väčšie je jej mathematické rameno. Čím väčšie tedy rameno sily, tým menšia sila, tej jistej váhe rovnováhu držať môže. Pomocou sochora môžeme tedy malou silou veľké bremeno premôcť. Čo ale na sile usporíme, to tratíme na ceste a čase, bo väčšie rameno aj väčšiu cestu opíše. Práca ale čili účinok síl na oboch stranách rovná zostáva. Ponevadž ale pri tej jistej práci sila väčšiu cestu opisujúca je menšia, a toto zmenšenie sily, keď aj pri dlhšej ceste a čase, mnohokrát výhodným sa stáva, preto upotrebuje sochor ku dvíhaniu rozličných bremien, kameňov, brviem atď. Tak tiež nachodíme sochor upotrebený pri nožniciach, kliešťach, kľuču, krajačke na dohán, sekere drevo štiepajúcej, kladivu klíncec vyťahujúcom atď. Údy ľudské, podnož na brúsu, tokárni, pero keď píšeme, táčka, veslo sú sochore jednoramené.

Jedno z najzvláštnějších upotrebení sochora dvojramenného sú *vážky a minciar*. Tamté sú sochor rovný tento nerovnoramený. Vážky krámske

Obr. 34.



sú vôbec známe, vážky physiko-chemické predstavuje Obr. 34. Váhadlo AB pohybuje sa na ostrej hrane ocelevej c obyčajne v achátovej pavučke, čím trenie veľmi malé stáva aa. Na váhadle do doľa siahajúci jazýček označuje výkyv na stupníku a . Celé vážky, obyčajne v sklenej kasničke spočívajú na troch šrôbach, aby sa dľa potreby postaviť mohli. Majúli vážky byť dobré musia byť 1. pravé t. j. aby sa práve toľko na nich odvážilo, koľko závažie obsahuje a po 2. citlivé, aby nepatrné prievažie už značný výkyv zapričilo. Prvé do cieľi sa keď úplne rovnak dlhé ramená aj bez mysiek v rovnováhe stoja a obe mysiky rovnak ťažké sú; druhé, keď ťažište vážiek len málo pod ťich osu padne. Citlivosť vážiek značí sa zlomkom, ktorého menovateľ

najväčšiu, čitateľ ale najmenšiu na vážkách odvážiť sa dajúcu váhu označuje. Citlivosť vážiek dôkladných má byť =

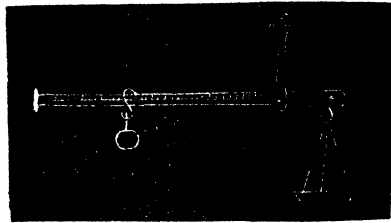
$\frac{1}{6000}$. Obr. 35. predstavuje mincier, ktorého usporiadanie každému dobre známo je.

Stroj pozostávajúci z viacerých sochorov voláme sochorom složeným.

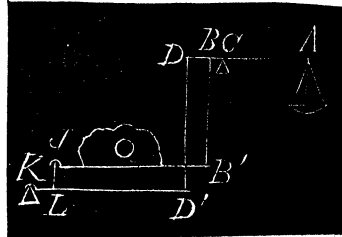
Jednoramený sochor KD' spojený s dvojramenným AD , tak že ťarcha 10 alebo 100 ráz menším závažím odvážiť sa dá, predstavuje tak zvanú deci- alebo centimálnu vážku. Ponevadž je ale nie všetko jedno,

na ktoré miesto sochora KD' ťarchu položíme, preto pripojený je ešte jeden sochor — m ō s t k o m zvaný — JB' , na ktorý sa ťarchy kladú, tak, že $CB:AC = 1:10$, a $KL:KD' = CB:CD$.

Obr. 35.



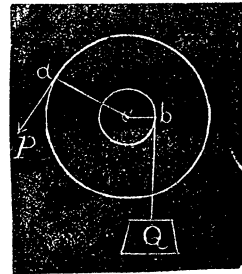
Obr. 36.



§. 33.

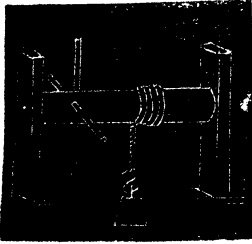
2. **Hriadeľ** je koleso, v ktorého stredu valec upevnený je. Na obvode kolesa účinkuje sila, na obvode valca váha, ktorú obyčajne na povraze zavesenú ťaháme. Hriadeľ predstavuje sa nám ako sochor nerovnoramenný, ktorého jedno rameno polmer kolesa, druhé ale polmer valca tvorí. Čáp, na ktorom sa hriadeľ krúti čili osa jeho je podporou. Dľa statického momentu bude tedy $P \cdot ac = Q \cdot bc$, či sily ronobežne či nerovnobežne účinkujú, bo v každom páde je polmer kolmá vzdialenosť pôsobišťa od stredobodu. Preto bude $P:Q = bc:ac$, t. j. počas rovnováhy na hriadlu má sa sila ku váhe tak, jako polmer valca ku polmeru kolesa. Z toho nasleduje, že sila toľkoráz väčšou alebo menšou stáva sa, koľkoráz je polmer kolesa väčší alebo menší, než polmer valca. Čo ale na sile usporí sa to i tu vynahradiť sa musí cestou a časom.

Obr. 37.

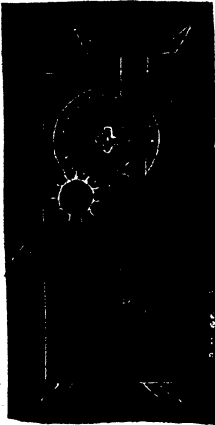


Obyčajne neužíva sa na hriadlu vždy koleso, mnohoráz zastupuje ho jednoduchý križ (veg. 38) kľuka atď. čo pravda na celom nič nemeni.

Obr. 38.



Obr. 39.



V strojnícťve spojuje sa často viac hriadlov buď reťazom, remeňou povrazom, alebo šnúrou v jeden stroj; alebo prenáša sa pohyb z jedného hriadla na druhý pomocou ozubených kolies (Räderwerk, Transmission).

Haviar, pomocou ktorého ľarchy, vozy atď. sa dvíhajú pozostáva zo zúbkovanej týky *ab*, do ktorej zuby hriadla zachytujú, ktorý zase s druhým tiež pomocou zubou spojený je. Pohyb kľukou *c* zapríčinený prenáša sa tedy pomocou ozubených kolies ďalej. V jakom pomere sila *k* váhe stojí každý, dľa horejšieho, keď sú mu polmery známe ľahko najde, ho väčšie koleso ozubené — *hrebenák* — predstavuje koleso hriadlové menšie ale — *vreteno* — valec jeho. Hodiny, mliny, tokárená a vôbec všetky složenejšie stroje podávajú príklady podobných hriadlov.

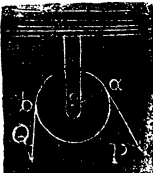
§. 34.

3. **Škripec, čiga** je koliesko v ose podporované, okolo ktorého *pah* (žliebok) nachodí sa, cez ktorý povraz ide. Škripec môže byť dvojaký a) *pevný* a b) *pohyblivý*.

a) *Škripec pevný* je koliesko opísaného spôsobu v stredobode okolo pevnej podpory sa pohybujúco (Obr. 40). Povraz ide cez *pah* tak, že na jednom konci sila *P* na druhom ale váha *Q* účinkuje. Na prvý pohľad vidíme, že škripec pevný je len sochor rovnodvojramený, bo $Oa = Ob$. Tedy $P : Q = Ob : Oa = 1 : 1$; t. j. $P = Q$.

Na pevnom škripci povstáva tedy rovnováha, keď je sila rovná váhe. Úpotrebením pevného škripca na silu nič nezvíši sa, slúži on len ku zmeneniu smeru, čím mnohoráz výhodu poskytuje.

b) *Pohyblivým* stane sa škripec, keď sa i s osou pohybuje (Obr. 41). Škripec takýto predstavuje sochor jednoramený, jehož podpora v *b*, pôsobište váhy v ose *c*, pôsobište sily ale v *a* sa nachodí, a preto bude $P : Q = bc : ab = 1 : 2$. Tento jistý pomer najdeme, keď povážime, že váha *Q* na dvoch povrazoch rovnomerne zavesená visí, a tak každý len $\frac{1}{2}$ nesie. Povraz *b* je



ale upevnený, jeho odporom ničí sa tedy polovica váhy, tak že sila v P účinkujúca len druhej polovici odporovať má. Z toho vidno že je $P = \frac{Q}{2}$ t. j. $P : Q = 1 : 2$.

Nemajúli povrazy smer rovnobežný, je ramenom sily len tetiva povrazom opásaného oblúka, tedy menšia jako priemer, a $P > \frac{1}{2} Q$.

Spojením jednoho alebo viac pevných škripcov. s jedným alebo viac pohyblivých povstávajú čigostroje, obecný (Obr. 42) a Archimedov (Obr. 43).

Čigostroj obecný pozostáva z dvoch čiastok A a B , z ktorých každá z rovného počtu škripcov, a sice hornia z pevných, dolnia z pohyblivých jedným povrazom spojených pozostáva. Hornia čiastka je upevnená, na dolnej visí váha. Pomer sily k váhe závisí od množstva obvytov povraza, tieto ale od množstva škripcov. Pri šiestich škripcoch, troch pevných a troch pohyblivých bude šesť obvytov, každý poniesie $\frac{1}{6} Q$ a tak tedy $P = \frac{1}{6} Q$; pri n škripcoch $P = \frac{1}{n} Q$.

Čigostroj Archimedov pozostáva z viac pohyblivých a jedného pevného škripca. Každý pohyblivý škripec má svoj, jedným koncom na trámce, druhým koncom ale na nasledujúcom škripci upevnený povraz. Jsúli povrazy rovnobežné nesie každý nasledujúci škripec len polovicu ťarchy predošlého, tedy škripec B len $\frac{1}{2} Q$; škripec A $\frac{1}{4} Q$; povraz e tedy len $\frac{1}{8} Q$ a tak $P = \frac{1}{8} Q = (\frac{1}{2})^3 Q$. Všeobecne pri n pohyblivých škripcoch $P = (\frac{1}{2})^n Q$.

Aj na škripci vyrovnáva sa práca, ktorú sila na stroj preniesla práci, ktorú stroj vykonáva. Pri pevnom škripci je sila rovná váhe ale aj cesty sú jedna druhej rovné. Pri škripci pohyblivom je sila, tak jako aj pri čigostrojoch menšia než váha, opisuje ale práve tolko ráz väčšiu cestu.

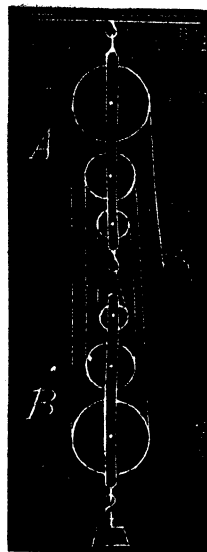
§. 35.

4. Kolono a odvis. Kolono pozostáva z dvoch močných prútov a a b , ktoré

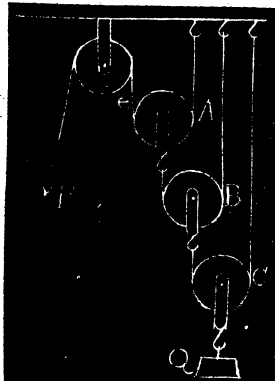
Obr. 41.



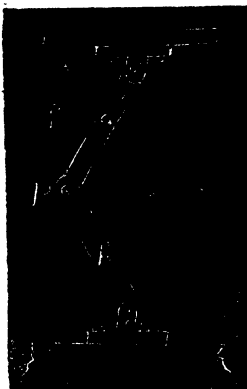
Obr. 42.



Obr. 43.



Obr. 44



Obr. 45.



v bode *o* klúbom spojené v bodoch *c* a *d* podobne klúbami upevnené sú. V *o* účinkuje sila v smere *oe*, rozkladajúc sa na složky *ao* a *bo*, z týchto pripadá na smer kolmý složka *fo* do hora a práve tak veľká do dola. Účinok bude tedy spolu *ab*, a závisí od veľkosti uhla *aob*. Kolená s veľmi tupým uhlom užíva sa prospešne tam, kde s veľkou silou len pohyb malej vzdialenosti vyviešť žiadúco k. p. pri tlačiariských lisoch, strojoch ku razeniu peňazí atď.

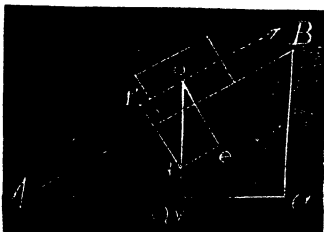
Povraz v dvoch bodoch upevnený s ťarchou na prostriedku predstavuje *odvis* (veľ 45). Z veľkosti ťarchy a uhla *ADB*, ktorý povraz tvorí dá sa napnutie jeho najst pomocou rovnobežníka *aDbc*, keď *cD* ťarchu značí, ktorej složky *aD* a *Db* sú. Čím rovnejšie je povraz natiahnutý, tým väčšie složky, tedy i napnutie.

Preto nedá sa žiadna reťaz, ba ani ťažší a hrubší povraz do prímky vytiahnuť, bo už váha jeho dostačuje, aby ho z toho smeru vyviedla. Povraz, niť, drôt blízko do prímky natiahnutý nepatrným závažím alebo úderom pretrhnúť dá sa. Upotrebenie odvisu nachodíme na refazových mostoch.

§. 36.

5. **Naklonená rovina** čili rovina s vodorovnou jistý uhol — skloňuhol roviny — tvoriaca podáva tiež príklad rozkladu síl. Naklonenú rovinu znázorňujeme si jej prierezom a zovieme *AB* zdlžkou, *BE* výškou a *AC* základom

Obr. 46.



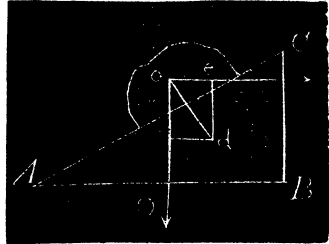
roviny. Sily pôsobiace sú, ťarcha telesa na naklonenej rovine pohybovaného *od*, a sila ťarche tejto odpor staviacá. Táto poslednia môže účinkovať hlavne v dvoch smeroch a síce alebo rovnobežne so zdlžkou (Obr. 47) alebo rovnobežne so základom (Obr. 48). V prvom páde rozkladá sa ťarcha *Q* na složky *of* = *P* rovnobežne a *oe* kolmo na zdlžku roviny. Složka *of* drží rovnováhu sile *P*, složka *oe* ale nič

sa odporom roviny. Ohľadom na pomer sily ku ťarche dostaneme, ponač $\triangle doe \sim ABC$, $de: do = BC: AB$, že ale $de = P$; $do = Q$ tedy $P: Q = BC: AB$.

Účinkujeli teda sila rovnobežne so zdlžkou roviny, povstáva rovnováha, keď sila ku váhe stojí v pomere výšky ku zdlžke.

Pôsebili ale sila zo základom rovnobežne bude po čas rovnováhy stáť sila ku váhe v pomere výšky ku základu. Ťarcha *of* rozkladá sa na kolmú na rovinu *od* a na *oe* $= P$. Tamtá odporom ničí sa, táto odporuje sile. Z podobnosti trojuholníkov $odf \sim ABC$ vysvitá *of*: $fd = BC: AB$ t. j. $P: Q = BC: AB$.

Obr. 47.

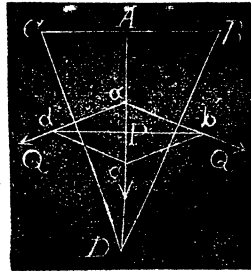


Liehy, pomocou ktorých sudy na voz sa nakladajú, *cesty* cez vrchy, *riečiská riek* predstavujú naklonené roviny. Prečo kopú sa jasky? Jaký cieľ majú kiarové cesty cez vrchy? (Všeobecný vzorec rovnováhy na nakl. rovine je $P: Q = \sin a: \cos b$, kde a sklonuhol, b uhol smeru sily so zdlžkou roviny predstavuje).

§. 37.

6. **Klín** je tiež naklonená rovina, s tým rozdielom, že naklonená rovina stojí, klín ale sa pohybuje, preto platí o ňom to čo o naklonenej rovine. Klín je *jednoduchý* ACD a *dvojný* BCD . Na klínu účinkuje sila úderu P v smere ac rozpadajúc sa na složky ad a ab , ktoré odporu kolmo na strany klínu účinkujúcemu rovnováhu držia. $\triangle abc \sim ADC$ a tedy $ac: ab = BC: BD$ čili $P: Q = BC: BD$ t. j. sila má sa ku každému z odporov tak, jako chrbet klína ku strane. Ponevadž sa pomer strany ku chrbtu jakýkoľvek len chceme urobiť dá, preto môžeme klinom temer každý pomer sily ku ťarche uskutočniť.

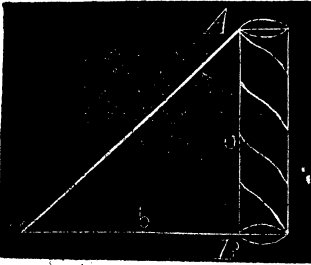
Obr. 48.



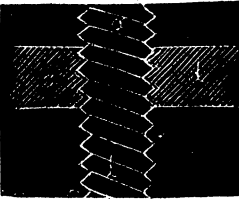
Upotrebenie klínu je veľmi rozšírené, pomocou klína rozdelujú a spájajú sa predmety. Nástroje, sekery, nože, vidličky, ihly, šidlá, motíky, klínce ba i zuby naše sú klíny. Že v praxi theoretická formula pre nerovnosť v rázu a úderu účinkujúcej sily upotrebiť sa nedá je patrné,

§. 38.

6. Šrôba je okolo válcu ovinutá naklonená rovina. Vystrih-
nemeli z papieru prierez naklonenej ro-
viny ABC (Obr. 49.) a obvineme ho
okolo válcu AB , povstane zo zdlžky
roviny AC čiara, ktorú šrôbovnicou alebo
závitnicou (Schraubelinie) zovieme. Jeli
na válcu šrôbovnica táto vrezaná (Obr.
50.) povstáva šrôbové vreteno ab , ktoré
v matke cd na nejž ľarcha účinkuje
chodí. Jedno ovinutie šrôbovnice volá-
me vintom, závytom (vynút), vzdialenosť ale
jednotlivých vintov zovieme jích výškou. Zo
zákona rovnováhy na naklonenej rovine na-
sleduje, že na šrôbe rovnováha pov-
stane, keď sila ku váhe v pomere
výšky závytu ku objemu válcu stojí.
Keď sme nakl. rovinu n ráz okolo válcu ovi-
nuli bude výška závytu $= \frac{v}{n}$, obvod ale $=$
 $\frac{v}{n}$, keď v výška nakl. roviny b ale jej základ značí (Obr 49). Po-
vádž je ale $P : Q = v : b$ bude aj $P : Q = \frac{v}{n} : \frac{v}{n}$.

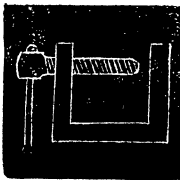


Obr. 50.

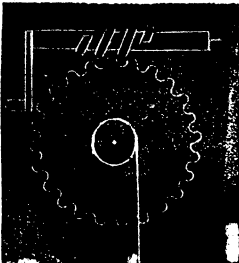


Šrôba spojuje sa obyčajne so sochorom. (Obr. 51)
a vtedy sa sila ku váhe ako výška závytu ku obvodu
pôsobíšom sily opísaného kruhu. Zalapávajúci vinty šrô-
by do ozubeného koleša, povstáva šrôba bez konca,
predstavujuca stroj složený z hriadla a šrôby. (Obr. 52).
Zoviemeli s P silu na kluke účinkujúcu, s Q odpor na
válc, s R polmer pôsobíšom sily, s r polmer pôso-
bíšom váhy opísaného kruhu a s m počť zubov,
bude pre rovnováhu $P : Q = r : mR$. (Šrôba mi-
krometrická §. 2, Obr. 3. Stroj na delenie).

Obr. 51.



Obr. 52.



§. 39.

Keď nejaká sila na stroj účinkuje, musí
moment stalický na celom stroji ten jistý byť,
ponevadž celý stroj jedna a tá jistá sila lý-
be. Z tohoto nasleduje všeobecný zákon pre všetky jednoduché a
složené stroje. Pri každom silou pohybovanom stroji má

sa rýchlosť sily ku rýchlosti váhy tak, jako váha ku sile. Rýchlosti dvoch bodov na sochoru stoja v pomere jích vzdialeností od podpory. Pri kolách ozubených stojí rýchlosť osy na ktorej ťarcha účinkuje, ku rýchlosti osy na než sila pôsobí, v pomere súčinu z polmerov všetkých vretien ku súčinu z polmerov všetkých hrebeniakov. Na tomto zakladajú sa i *hodiny* t. j. spojenie viac ozubených kolies a vretien, ťahaných silou ťarchy závažia, alebo pružnosťou pera a v rovnomernom pohybe kyvadlom alebo nepokojom udržiavaných. Rozličnú rýchlosť kolies upotrebujeme, potom ku meraniu jistých časodielov.

Upotrebenie strojov čím dial tým rozsiahlejším sa stáva, ponevadž 1. strojom ľubovolný pomer sily ku ťarche uskutočniť, teda s ním i seba väčšiu ťarchu a prácu ovládať, ju 2. ľubovolnou rýchlosťou, 3. tak pravidelne a dokonále konať jako žiadna ruka a síce 4. upotrebením síl prírodných možno.

Para kuje, reže, vŕta najhrubšie železo, prádie tlačí, valchuje, hľadí najtensej hodbab. Jak rýchlo šije železná švadlena? — Jak zdĺhavo pobýbuje sa hodinová ručička? — Jak ohromnú ťarchu a s jak veľkou rýchlosťou preváža rušen? a jak ticho a pozvolna prenášajú sa celé domy v Amerike?

§. 40.

6. Rovnováha tekutých *) telies (Hydrostatika). Tekutiny zvlášte tým vyznačujú sa, že jích častice veľmi ľahko jedna od druhej oddeliť sa dajú. Na tom zakladá sa nesmierne ľahká pohyblivosť týchže, ktorú už najmenšie pozorovať sa dajúce sily zapričínajú. Spojivosť tekutín je veľmi malá. Najmenšia sila, ktorá dosku jistej veľkosti ku povrchu tekutiny prilnutú odtrhne, dáva mieru spojivosti tejže tekutiny.

Predmetom hydrostatiky je predne určenie tých podmienok, pri ktorých na tekutiny pôsobiace sily rovnováhu si držia. Preto určíme predne podmienky rovnováhy všeobecne, potom budeme skúmať úkazy rovnováhy tekutín, keď na ne len ťarcha pôsobí, konečne ale určíme podmienky rovnováhy telies pevných do tekutiny zano-

*) Nemecký rozdiel: kapalina a tekutina v slovenčine miesta nemá.

Ohľadom na skupenstvo sú telesá zapričinením spojivosti trojaké: pevné, tekuté a plynné, viď. §. 12.

rených. Úkazy rovnováhy farchou a silami molekulárnymi na tekutinách zapríčinené, ktoré tiež sem patria sme pri silách malekulárnych vysvetlili. (Gulovatosť tekutín, úkazy presiakovosti, ednosmosa.)

Že sú tekutiny stlačiteľné známe už z predešlého (§. 8.) kde sme i prístroj Mitscherlich-ov, pomocou ktorého stlačiteľnosť tekutín dokázat sa dá vyobrazili; čo ale ďalej ohľadom jích stlačiteľnosti, na základe skúšok zo spomenutým strojom, vypátralo sa, je nasledujúco :

1. Všetky tekutiny sú stlačiteľné, a umenšenie objemu rastie pomerne s tlakom.

2. Po prestátom tlaku zaujímajú tekutiny zase pôvodní priestor, sú tedy keď aj len v úzkých hraniciach úplne pružné.

3. Stlačenie je aj pri najväčšom tlaku vždy len malé, preto tekutiy pri účinkovaní obecných síl za nestlačiteľné považovať môžeme.

4. Medzi všetkými tekutinami dá sa rtuť najmenej, aether najviac stlačiť. Pri tlaku 1 atmorphäry zmenší sa pôvodný objem rtuti o 4, vody o 50, aetheru o 183 millioniek.

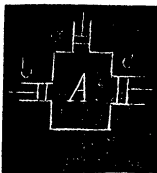
▼ hĺbke morskej 5400 siah pri 1000 athm, tlaku zmenší sa objem vody len o $\frac{1}{20}$ objemu pri 1 athm.

§. 41.

Zákon rovnosti tlaku.

Pri upotrebení Mitscherlichovho stroja sme ač zumlčiac už predpokladali, že tlak piestom zapríčinený na všetky strany rovnomerne zdeluje sa. Zákon tento volá sa *zákonom rovnosti tlaku* (Princip der Gleichheit des Druckes).

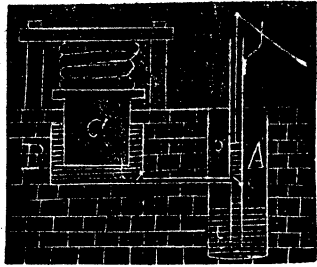
Obr. 53.



Aby sme zdelovanie a postup tlaku zreteľnejšie si predstaviť mohli, myslíme si v nádobe *A* viac sár v jej bokoch s piestami úplne priliehajúcimi. Pôsobením tlaku *p* na piest *a*, shustia sa najbližšie pod ním nachádzajúce sa častice, potom ale chcúť zase do predešlého objemu prísť, tlačia na všetky okolostojáce tým samým tlakom, tieto zdelujú tlak zase ďalej, až konečne odporom stien sa ničí. Každá čiastka steny musí tedy jistý tlak vydržať a síce toľkoráz väčší, kolkoráz je plocha jej väčšia než plocha piesta. Plocha piesta *a* rovná sa ploche piesta *b*, preto bude na piest *b* tlak *p* pôsobiť. Piest *c*, ktorý je k. p. 4 ráz väčší ako *a* musí 4 ráz väčšiemu tlaku odporovať.

Na zákone rovnosti tlaku zakladá sa stroj *vodný lis* (hydraulische Presse 1) zvaný, (Obr. 54). Lis tento pozostáva z dvoch *sár* (rúr) rozličného priemeru *A* a *B*, v ktorých oboch *piesty*

(úplne prilehajúce, hore dolu pohybovať sa dajúce zátky) *a* a *C* sa nachodia. Piest *a* je zodpovedajúc jeho sáre malý k. p. 1 □“ obsahujúci, piest *C* ale aj s jeho sárou mnohokrát k. p. 100 rász väčší. Obe sáry spojené sú trubicou *e*. Pri *d* je *zámyk* (ventil) do sáry *C*, pri *c* ale druhý do sáry *A* sa otvárajúci. Dolný koniec sáry *A* *sosák*



Obr. 54.

zvaný siaha do studni. Dvihanim piesta *a* vystupuje voda podoň otvoriac si zámyk *c*; ideli ale piest dolu, zavre sa zámyk *c* tláčený súc, a voda otvoriac si zámyk *d* ženie sa do sáry *B*. Po dlhšom pracovaní, naplní sa sára *B* vodou úplne. Tlak piestu *a* zdeluje sa na všetky strany tedy aj veľkému piestu *C*, ktorý ponevadž má k. p. 100 rász väčšú plochu, i 100 rász väčším tlakom do hora pôsobí a na ňom nachádzajúcu sa látku stláča. Keď sme na piest *a* tlačili tlakom 1 ž tlačí piest *C* 100 ž atď.

Vodní lis upotrebuva sa v dielňach na papier, súkno, stearin, kartón atď.

§. 42.

Rovnováha tekutín, keď len ťarcha na ne účinkuje.

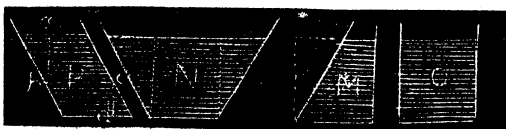
Ponevadž zem každe teleso tedy i tekutiny priťahuje, a smer tej priťazlivosti smer stredobodný je, preto musí byť povrch slobodne na zemi rozťiečť sa mohúcej tekutiny, guľovaty s polmerom zemegule. Pre malé rozprestieranie sa ale takých ploch, považume jich za *obzorné* (horizontálne); ako také, ktoré s kolmým čili stredobodným smerom pravý uhol tvoria. Preto môžeme výrazy *obzorný* a *vodorovný* ztotožniť.

Volný povrch tekutiny voláme *hladinou* alebo *zrkadlom* (niveau = nivó), a každú s hladinou v tekutine rovnobežne myslenú plochu *plochou hladinovou*.

Ponevadž každá častica ťažká súc na častice pod ňou ležiacie tlačí, preto každá plocha hladinová jistý tlak držať musí. Tlak tento volá sa **tlakom na dno**, a rovná sa ťarche kolmého nad dnom sa nachádzajúceho stĺpu tekutiny. Závisí tedy len od podstavy stĺpa čili dna (*d*) od výšky (*v*) a pomernej váhy tekutiny (*s*) a rovná sa, keď ho s *T* značíme $T = d v s$.

Jsúli veľčiny tieto pri rozličnú podobu majúcich nádobách (Obr. 55.) tie jiste, vtedy i tlak na dno ten jistý zostáva bez ohľadu,

Obr. 55.



či viac alebo menej tekutiny v nádobe nachodí sa. Tlak častok von z kolmého stĺpa N sa nachádzajúcich ničí

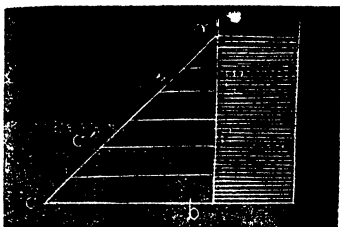
sa bokami, a na dno vlivu nemá. V nádobe M zdeluje sa všetek tlak častíc, dľa zákona rovnosti tlaku, aj na tie častice dna, nad ktorými stĺp nestojí, a preto zostáva tlak na dno ten jistý. I v nádobe P to samé deje sa, lebo tlak na časticu b rozptíl sa rovno na všetky strany, tedy aj na časticu c , tento pôsobí spolu i s tlakom častíc medzi c a d na d , a tak je tlak na celé dno zase ten jistý. Tento výsledok potvrdzujú aj mnohé zkúšky s nádobami, rozličnú podobu majúcimi, na ktorých pohyblivé s vážkami spojené dno sa nachodí.

Tlak na dno zostane tedy aj pri rozličnej podobe stien vždy ten jistý, keď len výška stĺpu, veľkosť dna a kapalina sa nezmenily. Chybne učili starí, ktorí tlak na dno od tlaku tekutiny v nádobe vôbec rozoznávajú neznali a preto aj tlak na dno *hydrostatickým protiúčením* (paradoxon) nazvali.

Tlak na steny je ponevadž od výšky závisí na rozličných miestach rozdielny, a tým väčší čím hlbšie stena pod vodou sa nachodí.

Rozdielnú veľkosť tlaku znázorníme si keď výšku stĺpa tekutiny prenesieme na základniu bc , a c s a spojíme. Prímky bc , $b'c'$ atď, znázor-

Obr. 56.



ňujú postupne ku hladine ubývajúcu veľkosť tlaku na steny. Výslednica jeho ustanovuje sa tak ako ťažisko v trojuhelníku, bude tedy v $\frac{1}{3}ab$ od dna, v b' .

Keď tekutina v pokoji stojí, musí nejaká sila tlaku na dno a steny, rovnováhu držať, sic by tekutina pohybovať sa musela. Silu tú, ktorá tlaku oproti pôsobí voláme *puďnou* (Der Auftrieb), a môžeme sa o nej presvedčiť, keď pohár prevrátene do vody zanoriť chceme. Na trubici sklenenej pripravený a tekutinou naplnený mechúr (Obr. 57) tiež o sile puďnej nás presvedčí, bo čím hlbšie mechúr ten do vody tlačíme tým vyššie tekutina v trubici, tlačená súc na stenách mechúra, vystupuje.

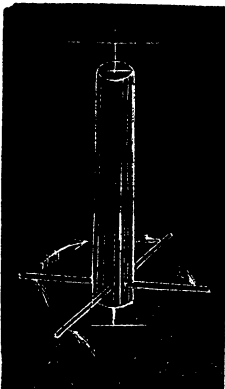
Obr. 57. Zrušimeli tlak na jednu stenu tým, že tekutinu von vytekať dáme, začne javiť sa tlak na protivnú stenu a síce keď je to možné pohybom.



Upotrebenie tlaku na dno nechodíme pri *Real-ovom líse*, prístroju to k robeniu výťahov z rastlinných látok. Prístroj tento (Obr. 58) pozostáva z nádoby riečičkou, na ktorú sa latka k vyťahovaniu určená dá, predelenej a na spodku kohútikom opatrenej. Na vrchnáku úplne priliehajúcom je úzka, vysoká trubica, táto naplní sa vodou,

ktorá látku preniká a rozpustlivé jej čiastky zaberúc dolu sa zbiera.

Obr. 59.



Segnerovo koleso, a turbíny sú dômyslným upotrebením tlaku na jednu stenu. Voda naliata do dutého valca vyteka bočnými otvorami ramien a žene tak kolo v protivnom smeru. Turbíny užívajú sa veľmi prospešne miesto voduých kolies (Harmanceká papiereň).

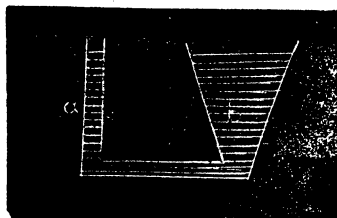
Obr. 58.



§. 43.

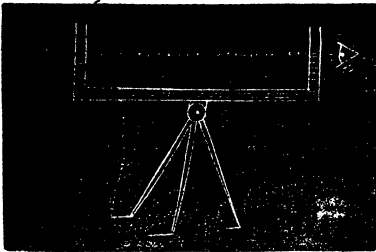
Spojité nádoby. Že tlak nie od množstva tekutiny, ale od výšky, dna a pomernej váhy závisí, dokazujú aj *spojité nádoby* t. j. nádoby pri ktorých tekutina z jednej do druhej volno prechádzať môže, (Obr. 60). V každej z nádob týchto jakejkoľvek by oni podoby boli, stojí tekutina rovnakú výšku. Nachádzali sa ale v jednom ramene tekutina hustejšia, než v druhom, bude toľkoráz nižšie stáť, stáť, koľkoráz jej pomerná váha väčšia je než tamtej. Jeden palec vysoký stĺpec rtuť v trebars jak úzkom ramene (*a*), bude 14 palcom vysokému stĺpu vody jakokoľvek širokého ramena (*b*) rovnováhu držať, bo rtuť je 14 ráz ťažšia než voda.

Obr. 60.



Dľa zákona spojitých nádob upadáva a rastie voda v studniach, vniká do pivníc vytekať z prameňov a tvorí studničky.

Na zákone spojitých nádob zakladá sa *zohomer* (Canalwage), ktorého užíva sa k určeniu vodorovnej roviny a tak k posúdeniu o kolko jedno miesto vyššie sa nachodí než druhé. (Obr. 61).



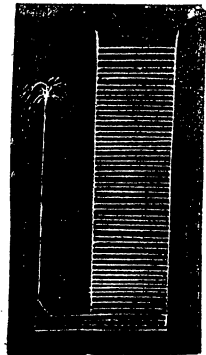
Obr. 62.



Odrežemeli jedno rameno zo spojitých nádob, bude ním tekutina, tlačaná súč tlakom tekutiny v druhom ramene vytekať a vynasnažovať sa výšku pôvodnú dosiahnuť. Vodomet (Obr. 63) a artézska studňa (Obr. 62) vystrekujú na základe tohoto vodu do výšky. Pôvodnú výšku voda striekajúca na vodometu nikdy nedosiahne, príčinou je trenie v trubici a odpor povetria. Pri najlepšie zriadených vodometoch obnáša ztrata táto $\frac{1}{10}$ výšky.

Odrežemeli jedno rameno zo spojitých nádob, bude ním tekutina, tlačaná súč tlakom tekutiny v druhom ramene vytekať a vynasnažovať sa výšku pôvodnú dosiahnuť. Vodomet (Obr. 63) a artézska studňa (Obr. 62) vystrekujú na základe tohoto vodu do výšky. Pôvodnú výšku voda striekajúca na vodometu nikdy nedosiahne, príčinou je trenie v trubici a odpor povetria. Pri najlepšie zriadených vodometoch obnáša ztrata táto $\frac{1}{10}$ výšky.

Odrežemeli jedno rameno zo spojitých nádob, bude ním tekutina, tlačaná súč tlakom tekutiny v druhom ramene vytekať a vynasnažovať sa výšku pôvodnú dosiahnuť. Vodomet (Obr. 63) a artézska studňa (Obr. 62) vystrekujú na základe tohoto vodu do výšky. Pôvodnú výšku voda striekajúca na vodometu nikdy nedosiahne, príčinou je trenie v trubici a odpor povetria. Pri najlepšie zriadených vodometoch obnáša ztrata táto $\frac{1}{10}$ výšky.



§. 44.

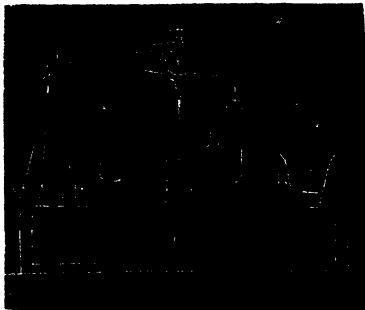
Zákon Archimedov. Pudná sila tlačí každé, v tekutine znorené teleso dohora, a síce jedno viacej druhé menej. Z toho nasleduje že každé teleso v tekutine tolko na váhe ztratí (obľahšie) kolko ním vytisnutá tekutina váži.

Zákon tento vynášiel Archimedes (212 pr. kr.) keď mu kráľ Hieró v Syrakúzach naložil novú 20 funtovú zlatú korunu, ktorú si urobiť dal preskúmať, či v nej striebro primiešané nie je, pri príležitosti kúpania sa, pozorujúc že telo vo vode obľahčelo. Keď mu táto myšlienka zkrsla vyskočil z kúpeľa a kričiac *εὕρηκα, εὕρηκα* bežal ulicami domou, kde hneď ztratu na váhe čistého zlata, striebra a koruny vo vode určoval a z týchto pomerov vypočítal že koruna 1 ℔ $7\frac{1}{2}$ l. striebra obsahovala. Vynálezca zákonu rovnosti tlaku je tiež Archimedes.

Pravdivosť zákona Archimedovho môžeme dokázať aj skutočným vážením pomocou tak zvaných *hydrostatických vážiek*, ktoré od druhých vážiek len kratšou myskou jedného ramena líšia sa (Obr. 64). Na tejto kratšej myske nachodí sa malý hačik, na ňom

visí dutý (a) a pod ním na vlase hmotný (b) do predešlého úplne prilehajúci a ho vyplňujúci mosadzový válec. Obťažným druhou myske privedieme vážky do rovnováhy. Podstavíme pod hmotný válec pohár a nalejeme do neho vody, že celý pod vodu príde, prestáva rovnováha. Válec obľahčel. Keď ale dutý válec vodou naplníme, príjdu vážky zase do rovnováhy na dôkaz, že válec vo vode o toľko obľahčel, koľko ním vytisnutá voda vážila.

Obr. 64.

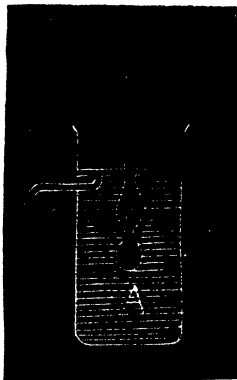


§. 45.

Plávanie. Zo zákona Archimedovho nasleduje, že teleso hustejšie než tekutina, do ktorej ho zanoríme v nej ponorí sa, rovnaké husté v nej a menej husté na nej plávať bude. Keď zanorené teleso na povrch vystupuje a na ňom pláva, musí ponorenou čiastkou telesa vytisnutá tekutina toľko vážiť jako celé teleso váži.

Obr. 65.

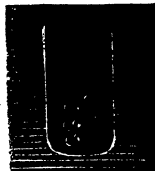
O pravdivosti tohoto presvedčíme sa, keď dutý na vode plávajúci válec *B* do nádoby *A* až po otvor trubice *b* vodou naplnenej položíme. (Obr. 65.). Válec vytláča vodu, ktorá trubicou *b* do prázdnej myske vázkovej vyteká. Nato vytiahneme válec a položíme ho na druhú myske vážiek a hľa, on drží úplnú rovnováhu pri plávaní vytisnutej vode.



Teleso hustejšie než voda môže na nej plávať, keď ho s ľahším spojíme, ktoré ho nesie (plte), alebo keď ho vydujeme tak, že vytisnutá voda toľko vážiť bude čo ono váži (lole).

Ohľadom polohy ťažiska plávajúceho telesa (a), ku ťažisku telesom vytisnutej vody (c, c' Obr. 66) je plávanie *stále* (stabiles Schwimmen), *volné* a *zvrátne* (labiles S.), dľa toho či ťažisko vytisnutej vody nad ťažisko telesa (c') do neho (a), a či pod tože (do c) padne. Aby lode, hustomery stálejšie plávali obťažie-

Obr. 66.



vajú sa tamté balastom tieto rtuťou, brokami. Plávanie rýb, karthe-siánsky potapáč. (Metacentrum, čiara ťažištná).

Obr. 67.



stavení stojí bublina na prostriedku.

Zpadomer — libella — (Obr. 67.)

prístroj ku označeniu vodorovnej roviny, a tak ku meraniu zpadu, pozostáva z trubice liehom naplnenej, uá ktorom bublina pláva. Pri úplne vodorovnom po-

§. 46.

Určovanie objemu nepravidelných telies a špecifičnej váhy na základe zákona Archimedovho pomocou hydrostatických vážiek. Zákon Archimedov je najjednoduchší spôsob, pomocou ktorého pomernú váhu telies pevných a tekutých, a jích objem určiť možno. — Najprú určíme váhu telesa (P), potom zanoríme teleso to na vlase zavášené do čistej vody a určíme, prikladáním závažia na kratšú mysku oblačenie čili váhu telesom vytisnutej vody (p). Objem telesa (O) je práve tak veľký, jako ním vytisnutá voda, a preto tenže z váhy vytisnutej vody (p) pomocou úmernosti: $O : 1^e = p : 56,4$ vynajdeme, bo známe, že 1^e vody 56,4 π váži. $O = (p/56,4)^e$ keď p funty znamená; súli p loty bude $O = (p/1,044)^e$, bo 1^e vody 1,044 lot. váži.

Špecifičnú váhu pevného telesa najdeme, keď jeho absolútnu váhu (P) podelíme absolútnou váhou (p) práve tak veľkého kusa vody, $s = P/p$. P najdeme odvážením toho telesa, p je ale nič inšie, jako váha tým telesom vytisnutej vody, tedy jeho oblačenie vo vode. Kus olova 71,19 gr. ťažký oblačel by vo vode o 6,3 gr. pomerná váha jeho bude tedy $= 71,19 : 6,3 = 11,3$.

Chcemeli pomernú váhu tekutiny pomocou hydrostatických vážiek vynajst, vezneme kus nejakého telesa (skla), ktoré ani vo vode ani v určovať sa majúcej tekutine lučebne nezmení sa, a hľadáme stratu jeho na váhe vo vode (p) a v onej tekutine (q). Podiel q/p udáva pomernú váhu tekutiny.

Jeli teleso, ktorého pomernú váhu určovať máme ľahšie než voda, spojme ho s telesom ťažším aby sa ponorilo. Vážili teleso a , ľahšie teleso vo vode c , obydve spolu vo vode d ; tak váži prvé teleso vo vode $d - c$

jeho oblačenie bude $a - (d - c) = a + c - d$, α špec. váha $= \frac{a}{a + c - d}$.

Telesá porovateľ obťiahnu sa, zauorením do rostopeného neporovateľého te-

lesa, ktorého pomernú váhu známe. Jeli váha telesa a , s obalom b , oboch vo vode c , špecifická váha obalu $= x$; tak váži obal $b - a$, a vytisne $\frac{b - a}{x}$ vody; obe telesá vytisnú $b - c$, tedy teleso samé $b - c - \frac{b - a}{x}$

$$\text{Z toho nasleduje špecifická váha} = \frac{a}{b - c - \frac{b - a}{x}}$$

Ponevadž určovanie špecifickej váhy pomocou hydrostatickej vážky niečo obtížné je, preto určúva sa ona obyčajne pomocou malej s dutou zátchou opatrenej skleničky (Obr. 68) *piknometer* zvanej. Vážili prázdny piknometer a , vodou naplnený b , a jistou tekutinou c , tedy váži voda objemu piknometra $b - a$, tekutina ale tohože objemu $c - a$,

Obr. 68.



a špecifická váha bude $= \frac{c - a}{b - a}$

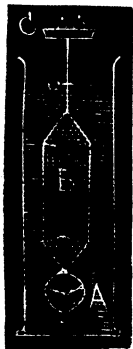
Dobrota a cena mnohých tekutín závisí od ich hustoty čili pomernej váhy. Lieh je tým lepší čím je ľahší, sírová kyselená, roztok cukrový tým drahší čím ľahší. Petrolej len pri jistej hustote cieľu zodpovedajúci, čo príťažký zle horí, príťažký je ale nebezpečný. Preto je určovanie špecifickej váhy či hustoty v priemysle v kupectve atď. nevyhnutne potrebné.

§. 47.

Hustomery. Ponevadž určovanie hustoty čili špecifickej váhy v priemysle neodbytným sa stáva, a hore udané spôsoby drahé, prenášať sa nedajúce hydrostatické vážky, s ktorými zachádzanie zvláštnej cvičenosti požaduje predpokládajú, preto vyskytla sa potreba jednoduchých, keď aj nie tak dôkladných prístrojov. Prístroje takéto *hustomery* čili *araeometry* zvané, zkladajú sa na zákone, že plávajúce telesá tým hlbšie sa ponorujú, čím redšia je tekutina, v ktorej plávajú a na opak.

Obr. 69.

1. *Hustomer na váhu*, pozostáva z blachového v niutri prázdneho valca B (Obr. 69) na jehožto oboch koncoch misočky C a A , hornia na drôte o pripravené sú. Celý prístroj pláva stabilne zanoriac sa asi po dve tretiny. Príkladaním závažia na misočku A určíme váhu, ktorú hustomer až po znak na drôte o zanorený udrží, raz na vždy a napíšeme ju na hustomer. Vložímeli na misočku A teleso, ktorého špecifickú váhu určiť máme



a prikladáme zase závažia, až hustomer po znak o sa ponorí, dostaneme odťiahnutím váhy tejto od predešlej absolútnu váhu telesa (P). Vložímeli teraz teleso na spodniu misočku, hustomer nezanorí sa po znak. Priložená váha označuje obľahčenie telesa čili váhu telesom vytisnutej vody (p); a tak $s = \frac{P}{p}$.

Že pomocou hustomera na váhu, objem telesa a špec. váhu tekutín tak, jako pomocou hydrostatickej vážky určovať možno je zřejmé. (Upotrebenie hustomera na vahu miesto citlivých vážiek.)

2. *Hustomer stupňový* pozostáva zo sklenenej, na spodku vy-

Obr. 70.



na ktorom hustomer vo vode stojí značí sa s 0 , v redšej tekutine potopí sa stroj viac v hustej menej. Ponevadžby ale trubica pri dlhá bola keď by bod 0 v prostriedku sa nachodil, preto shotúvajú sa hustomery pre tekutiny *ľahšie* než voda s bodom 0 na spodku, pre *ťažšie* ale s bodom 0 na vrchu.

Stupník hustomerov týchto delí sa alebo ľubovolne, a význam stupňou určí sa porovnávaním v tekutinách známej špec. váhy, alebo dľa objemu pôvodnieho = 100 (Volumometer) alebo konečne dľa percentov.

Prvého druhu sú hustomery *Baumé-ove*. Pre *hustejšie* tekutiny bere za základ vodu pri $4^{\circ} C$ a značí stav v nej s 0 . K určeniu ďalších stupňou zanorí hustomer do tekutiny z 90 čiaatok vody a 10 morskej soly (dľa váhy) pozostávajúcej, bod po ktorý sa hustomer zanoril značí stupňom 10. Priestor medzi 0 a 10, na 10 čiaatok podelený dáva veľkosť jednotlivých stupňou, ktoré potom po celom hustomere sa označia. Pre *redšie* tekutiny značí stav hustomera v hore danej miešanine s 0 , vo vode ale s 10, delí priestor na desať čiaatok, a označuje stupne. Hustomer takýto je nevedecký a neudáva špec. váhu, len zvykom učíme sa pomocou hustomera tohoto hodnotu tekutín odhádnúť.

Objemomer (volumometer) od Gay-Lussac-a jediný, ktorý má základ vedecký, stojí vo vode vždy na 0 . Vo vode potopenú čiastku považujeme za 100 jednotít objemových = 100 v. Zanorímeli ho do tekutiny, ktorej špec. váhu (s) známe a určíme veľkosť ponorenej čiastky hustomera (V) z rovnice $V = \frac{100}{s}$, známe i veľkosť jednotlivých stupňou. Z čoho $s = \frac{100}{V}$.

Najdôležitejšie hustomery v živote sú tie, ktoré hodnotu tekutiny (miešanin, liehu a vody, cukru a vody) dľa percentov označujú. Jich

stupníky určujú sa zanáraním do tekutín v pomeroch procentových miešaniých. Tak ukazujú pri pálenke procenty lehu, pri roztoku sóľ: cukru procenty týchto, atď.

Pri meraní hustoty hustomerom na náteplie ohľad brať treba. (12° R; 15° C, je obyčajne zákonná teplota.)

Hodnota mlieka, piva, vína nedá sa hustomerom úplne určiť, bo nezávisí len od hustoty týchže tekutín.

Densimeter je stroj k odváženiu malých množstvi tekutín, pomocou zanárania sa.

§. 48.

c) Rovnováha telies plynných (Aërostatika).

Plynné čili *vzdušné* telesá rozoznávajú sa od tekutých hlavne *rozprostranivosťou* (expansitas) a veľkou *stlačiteľnosťou*. Častice plynov hľadajú totiž vždy možno najväčší priestor zaujať, jedna od druhej čo najviacej sa vzdialiť. Zapričiňujú tedy na steny telesa jích uzavierajúceho tlak, *rozprostranivosťou* (expansitas) zvaný, ktorého veľkosť od *hustoty, teploty a vlastnej povahy* plynu závisí. Ťarcha, veľká pohyblivosť, v malej miere prilnavosť a spojivosť sú plynom vlastnosti s tekutinami spoločné. Preto budú aj úkazy plynov na týchto vlastnostiach zakladajúce sa s úkazmi tekutín totožné alebo aspon príbuzné.

Úkazy pri tekutinách ovládala ťarcha, úkazy plynov ovláda rozprostranivosť. Preto prvým predmetom aërostatiky musí byť určenie odvislosti rozprostranivosti čili expansivity od hore udaných činiteľov: hustoty, tepla a povahy plynov.

Plyny sú dvojaké *stále* a *nestále*, prvé neznejú žiadnej hranice expansivity, druhé ale prechádzajú pri jistej veľkosti expansivity, ktorú *shustením* (maximum der Expansität) voláme, do stavu tekutého a volajú sa *parami*. Z tohoto vidno, že zákony pre plyny stále pri parách len niže shustenia platiť môžu, a že pary ohľadom shustenia svoje zvláštne zákony majú. Ponevadž je povetrie najrozširenejší stály, vodnia para ale najrozširenejší nestály plyn, preto temer výlučne len o týchto dvoch hovoriť budeme, rozumejúc, že čo o nich, to i o druhých plynoch platí.

§. 49.

Odvislosť rozprostranivosti. Výtečný prírodoskumateľ *Mariotte* (1650) dokázal pomocou zvláštneho prístroja, že pri ne-

zmenenej teploty rozprostranivosť povetria v tom jistom pomere rastie a padá, v ktorom hustota plynu tlačiacou silou zväčšuje alebo zmenšuje sa, a že objemu v opačnom pomere ubýva. Zákon tento *Mariotte-ovým* zvaný, trojakým spôsobom označiť dá sa: Rozprostranivosť rastie v rovnom pomere s hustotou,

$$E: e = H: h$$

Ponevadž hustota v rovnom pomere s tlačiacou silou stojí, $H: h = T: t$, stojí v tom jistom pomere aj expansita

$$E: e = T: t.$$

Objem (V) stojí ale v opačnom pomere s tlakom $V: v = t: T$; preto stojí aj expansita s objemom v pomere opačnom:

$$E: e = v: V \text{ čili } E: e = \frac{1}{V}: \frac{1}{v}.$$

Natterer a Dr. L. Redtenbacher dokázali, že pri veľmi veľkom tlaku plyny shušujú sa v menšom pomere, než je pomer rastúceho tlaku. *Leslie-ov Stereometer* a *Kopp-ov Volumometer* sú prístroje k meraniu objemu veľmi porovateľných telies slúžiace a na zákone Mariotte-ovom založené.

Chcemeli *odvislosť expansivity od náteplia* určiť, musíme sa starať, aby alebo objem plynu, tedy jeho hustota alebo tlak, pri všetkých zmenách náteplia stály zostal. Dôkladné skúšky *Rudberg-ove*, *Magnus-ove* a *Regnault-ove* viedly k nasledujúcim výsledkom. Zohriatím povetria z 0° na bod varu, obnáša prírastok $\frac{11}{36} = 0,367$ pôvodnej expansivnosti, pre jeden stupeň Cels. tedy $0,00367 = \alpha$. ($E = e + \alpha t = e [1 + \alpha t]$). Zákon tento platí aj pre ostatné plyny. Cena prírastku α — coefficient rozťažlivosti — je pri rozličných plynach len o málo rozdielna. $H = 0,0036678$, $\text{CO}_2 = 0,0036896$.

$$E: E' = (1 + \alpha t) H: (1 + \alpha t') H'; \quad V: V' = \frac{1 + \alpha t}{E}: \frac{1 + \alpha t'}{E'};$$

$$V: V' = \frac{1 + \alpha t}{B}: \frac{1 + \alpha t'}{B'}; \quad V_t: V_0 = \frac{1 + \alpha t}{B}: \frac{1}{760} \text{ z čoho}$$

$$V_0 = \frac{B V_t}{760 (1 + \alpha t)}; \quad V_t = \frac{760}{B} (1 + \alpha t) V_0.$$

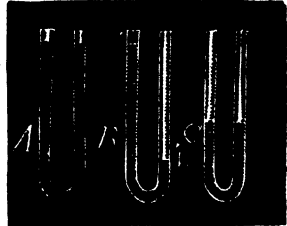
Teploměr poveterný, pyrometer od Pouillet-a.

Expansivnosť dvoch plynov pri rovnej hustote a teploty je rozdielna, bo závisí ona i od *vlastnej povahy plynu*. Porovnávaním expansivnosti plynov s expansivnosťou povetria pri 0° a 760^{mm} tlaku ako jednotostu dostaneme *rozprostranivosť pomernú* (specifische Expansität).

§. 50.

Tlak povetria. Každé teleso, tedy i povetrie má svoju ťarchu, ono tlačí váhou svojou na podstavu. Tlak čili ťarchu povetria v obecnom živote nepozorujeme, ponačádz povetrie zo všetkých strán rovnako tlačí.

Len zrušením tlaku na jednej strane stáva sa patrým. V ohnutej sklenenej trubici *A* (Obr. 71) stojí rtuť dľa zákona spojitých nádob v oboch ramenách rovnako vysoko. Zapcháme otvor *a*, a odlejeme z otvoreného ramena niečo rtuti, uvidíme, že zostalá rtuť nepríde do rovnováhy, lež v jednom ramene vyššie než v druhom stáť bude, *B*. Čo drží rovnováhu stĺpcu rtuťovému *a' b'*? Patrné je, že veľmi vysoký stĺp povetria, ktorý otvoreným ramenom na rtuť tlačí. (Vidz spojité nádoby s rozlično hustými tekutinami §. 43.). Otvoríme zavreté rameno, rtuť klesne a príde do rovnováhy (*C*). Povetrie tlačí teraz v oboch ramenách rovnako v odporom smere, účinok tedy ničí sa.

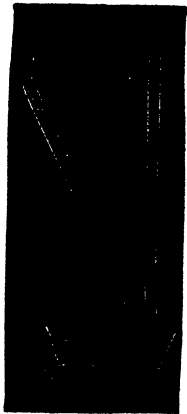


Obr. 71.

Niečo inakší bude výsledok zkúšky, keď vezmeme trubicu asi 34" vysokú. Rtuť nezostane v zavretom ramene až po vrch stáť, lež klesne až po *c*, tak že výška

pozostalého stĺpu rtuťového asi 28" (zákonný stav 336,9" = 760^{mm}) obnášať bude, 28 palcový stĺp rtuťový drží tedy rovnováhu, stĺpu povetrnému výšky ovzdušia. Čím ďalej od stredobodu zeme sa vzdalujeme, t. j. čím vyššie vystupujeme, tým menší je stĺp povetria, tedy i jeho tlak čili váha, preto bude aj rtuťový stĺp zodpovedne padať. Keď trubica (Obr. 72) štvoročný palec v prierezu obnáša bude tlak povetria na 1" čili váha stĺpu povetrného s podstavou 1" a výškou ovzdušia (atmosfera), rovnať sa tlaku priemerne 28" vysokého stĺpca rtuťového na 1" alebo váhe jeho $12\frac{3}{4}$ ž (28^{cm} × 14¹/₇ lóta). Tlak tento volá sa *atmosférov*, t. j. tlak ovzdušia na 1". Poznamenat nutno, že na budúce, keď o tlaku reč bude a plocha na ňuž tlak pôsobí sa neudáva vždy plochu 1" rozumet treba. Obzreli obrazec, napadne nám otázka, čo nachodí sa nad stĺpcom v *a c*? a tu odpovedáme že nič, je to priestor úplne prázdny, a volá sa

Obr. 72.



prázdňinou Torricelli-ho (vacuum Torricellanum) od pôvodcu zkušky tejto Evangelistu Torricelli-ho, žiaka Galilei-ho. † 1647 vo Florencii. Naklonímeli trubicu tak, že *bc'* výške stĺpca 28" rovná sa bude, torricelliho prázdňina sa menší až rtuť úplne prilahne. Keď by trubica tá vodou naplnená povetriu rovnováhu držať mala, musela by asi 14 ráz dlhšia byť (31,5') ponevadž voda 14 ráz ľahšia je než rtuť.

Povrch tela vyrastlého človeka obnáša asi 12□' a preto obnáša tlak naň asi 20,000 ě, ktorý pravda necitíme, ponevadž je zo všetkých strán rovnaký. Flaštička zostane na jazyku vyseť, keď povetrie z nej vysajeme, z pohára vodou naplneného táto nevytečie, keď ho papierom prikryjeme a prevrátíme. Hnatý a klúby ľudské a zvieracie v panvičkách len vonkajší tlak povetria udržuje.

§. 51.

Prístroj na základe Torricelli-ho zkušky shotovený a ku meraniu tlaku, čili tarchy povetria slúžiaci volá sa **tlakomer** — **barometer** (*βαρῆς* = ťažký) a býva dľa zostrojenia trojaký.

1. *Tlakomer obecný* (Birnbrometer) (Obr. 73.) pozostáva zo sklenenej 34" dlhej, 2" širokej, na vrchu zatopenej, dolu ohnutej, otvorenej dutinkou opatrenej trubice. Trubica býva upevnená na doske, na ktorej obyčajne niekoľko palcov od povrchu rtuť v dutinke (*a*) začínajúceho sa stupníka (23—30) naznačeno je.

Ponevadž padaním a rastením rtuť v trubici hladina v dutine sa mení, mení sa aj počiatkový bod stupníka, a tak pri odčítovaní stavu tlakomerného chyba povstáva. Chyba stáva sa tým menšou čím väčšia je dutinka, neodstráni sa ale nikdy, preto tento tlakomer k dokonalému meraniu tlaku užiť nedá sa.

2. *Tlakomer Fortin-ov* (Obr. 74) má nádobku s pohyblivým dnom, tak že hladinu rtuť vždy úplne po končiar *a*, ktorý 0 bod stupníka značí pohybovaním dna upraviť možno. Aby sme výšku tlakomernú dôkladne odčítať mohli nachodí sa na stupníku nonius. Chyba tlakomeru obecného je tu odstránená. Pri veľmi dôkladných prácach musíme brať ešte ohľad na *stlak* rtuť v trubici. Trubice zákonných (normal) tlakomeroz bývajú 6—8" široké, pomocou

ních vynajde sa oprava pre stlak na tlakomeroch v užitku, ktorých trubice 2''' v svetlosti mávajú.

3. Najjednoduchší a najdôkladnejší je *tlakomer násorkový* od *Gay-Lussac*-a. Tu je trubica v *b* ohnutá do tenka vytiahnutá a zase do hore vyhnutá, práve tak široká jako hore. Vzdialenosť hladín rtuťových *ac* je stav tlakomerný. Ponevadž aj bod *a* aj *c* sú merlivé, bere sa asi pri *b* ľubovlný bod za 0 bod. Z *b* číta sa na hor po *a* aj na dol po *c*, súčet $ab + bc$ udáva výšku tlakomernú. Na oboch koncoch pri *a* aj pri *c* pripravené sú noniusi. Oprava pre stlak sama sa ruší. Do trubice možno dostavšie sa povetrie, ulapí sa v pazuche pri *b*.

Shotovovanie dôkladných tlakomerov s mnohými ťažkosťami spojené je. Každý dobrý tlakomer musí mať nasledujúce vlastnosti: Torricelli-ho práznina nech je 4—6'' dlhá a úplne prázdna, čo po dobrom priliehaní rtuti a čistom udieraní teje na vrch, pri uaklonení prístroja poznáme. Rtuť musí byť ľubebne čistá a vyvarená, aby v nej povetrie nebolo. Bublínky v rtuti nesmejú byť. Trubica má byť 2—3''' široká. Stupník musí byť úplne dôkladný a dobrým noniusom opatrený.

Ponevadž pre veľkú rozťažlivosť rtuti výška stĺpu tlakomerného pri rozličnom náteplí, sta teplomer, sa mení, preto ju musíme aby porovnávanie rozličných tlakov možné bolo, na výšku 0° previesť.

$b_0 = b - b\beta t$; β pre 1° R = $\frac{1}{4440}$ pre 1° C = $\frac{1}{5550}$.
Oprava pre rozťažlivosť stupníka $x = b_0 + b_0 c (t - T)$
 c je pre 1° R = $\frac{1}{42640}$ pre 1° C = $\frac{1}{53300}$.

Ponevadž teplota, vietor a vodnie pary expansitu povetria a tak aj stav tlakomeru rýchlo menia, a pohoda od týchto činiteľov hlavne závisí, preto uživa sa tlakomer ku predpovedaniu chvíle. Pri vlažných, vlhkých a daždivých juhozápadných vetroch, pri búrkach padá tlakomer, rastie pri suchých, chladných, severovýchodných. Rastenie tedy tlakomeru ukazuje pravdepodobne na pekné, padanie na špatné počasie.

Že tlakomer pri upotrebovaní kolmo visieť má, samo sebou sa rozumie. Zachádzanie s tlakomermi dôkladnými potrebuje značnej cvičenosti.

Ponevadž je tlak povetria tým menší, čím ďalej od stredobodu

Obr. 74.



Obr. 75.

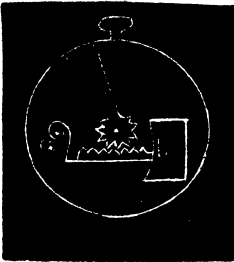


zeme sa vzdalujeme, preto upotrebuje sa tlakomeru ku meraniu výšky vrchov. Návrh tento pochádza od Blaise Pascal-a. Vypočítovanie deje sa dľa vzorca $x = A (1 + 0,0026 \cos 2 \Psi) (1 + \frac{1}{399} [T + t]) (\log b - \log b')$. Keď má byť výška udaná v stopách, vtedy je $A = 58152$, keď je v metroch tak je $A = 18382$. Na Araratu ukazuje tlakomer 16", Gay-Lussac mal v svojom balóne len 11" 10", jaká výška zodpovedá tomu?

Skúsenosť nás učí, že povetrie čím vyššie vystupujeme pomerne redne, preto dá sa, keď známe, že je povetrie pri 0° a 760^{mm} 10467 ráz ľahšie než rtuť, zo stavu tlakomera *výška ovzdušia* vypočítavať. $10467 \times 28" = 4070^{\circ}$, tedy niečo vyše míle. Citlivejšími spôsobmi dokázalo sa, že ovzdušie, keď aj v nesmiernej riedkosti 10 ba 27 míl výšky obnáša.

Mámeli len malý tlak merať, nemusí mať tlakomer výšku 34" palcov. Rtuť pravda potom tak dlho prilieha na zatopenú trubicu, až tlak menší sa stáva, než tlak stĺpca rtuťového. Skrátený tlakomer pod vývevou.

Obr. 76.



Aneroid od Vidi-ho pozostáva z mocnej kovovej nádoby b , ktorej jeden bok tenkou blachou uzavretý je. Povetrie z nádoby sa odstráni, preto vynasnažuje sa tlak povetria tenký pružný bok vtláčil pero a účinkuje oproti. Zmeny tlaku ukazuje pohyblivá rúčka. Samo sebou sa rozumie, že stupník na aneroidu dľa tlakomeru sa určuje a z času na čas, pre vnikuvšie cez póry kovu povetrie opravuje.

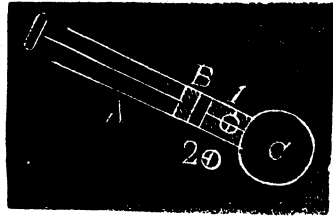
§. 52.

Výveva. Najzvláštnjšia vlastnosť plyných telies po rozprostranivosti je: veľká stlačiteľnosť a rozťažiteľnosť. Na tomto zakladá sa zredovanie a shustovanie povetria. Prístroj k tomuto cieľu slúžiaci volá sa *vývevou* (Luftpumpe).

Vývevu vynášiel Magdeburský (Devínsky) mešťanosta Otto von Quericke. Každá výveva pozostáva hlavne, z dutého valca tak zvanej *sáry* (Stiefel), do nej úplne priliehajúceho *piestu* (Kolben), z nejakej *nádržky*, v ktorej povetrie shustiť alebo zrediť chceme a prípravy pomocou ktorej spojenie sáry s nádržkou sa stáva alebo pretrhuje. Príprava táto môže byť dvojaká a poztáva alebo z *kohútkov* vo dvojo vrtaných, alebo zo *zámykov* (ventil), dľa čoho i vývevy meno *kohútkových* alebo *ventilových* nosia.

Výveva kohútiková (Obr. 77). *A* je sára, *B* piest, *C* nádržka so sárou pomocou trubice spojená, v ktorej kohútik *1* vo dvojo vrtaný nachodí sa. Ťahámeli piest pri polohe kohútka *1* von, rozíde sa, povetrie v nádržke obsažené do sáry, stáva sa tedy redším. Postavímeli teraz kohútek do polohy *2* a tlačímeli piest dnu, vychodí v sáre sa nachádzajúco povetrie von. Opakovaním výkonu tohoto dá sa povetrie značne rozriediť. Ťahaním piesta pri polohe kohútka *2* a stlačením pri polohe *1*, dá sa povetrie v nádržke shustiť.

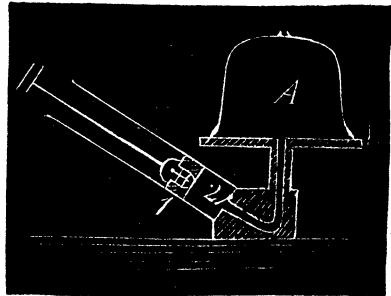
Obr. 77.



Vývevá ventilová rozoznáva sa od predešlej jedine ventilami, z ktorých jeden v piestu (*1*) druhý ale na dne sáry (*2*) do nej sa otvárajúc nachodí sa. Dvihaním piestu rozširuje sa povetrie z nádržky do sáry a otvára ventil *2*.

Obr. 78.

Keď vonkajší tlak ventil *1* zavretý drží. Pri vtlácaní piestu zavre sa ventil *2*. a ventilom *1* uchodí von do sáry z nádržky prejšlá čiastka povetria. Nádržka *A* býva obyčajne pevný sklenený zvon, ktorý na tanier *b* úplne prilieha.



Väčšie vývevy opatrené sú dvoma sárami, ktoré striedavo účinkujú. Babinet-ov kohútik.

Každá výveva musí byť veľmi dôkladne robená. Aby cesta povetriu lepšie zamedzila sa, natiera sa piest, ventili, kohútiky, tanier atď masťou. Výveva Pogendorffova.

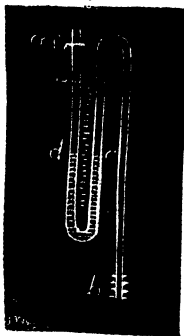
Že povetrie docela z nádržky vyviať sa nedá vyplýva z toho, že vždy len jistú čiastku von vyčerpáme, pozostalé ale povetrie na celý priestor nádržky sa rozprostre; no i druhá okolostojnosť kladie ešte hranicu zredovania a shustovania povetria a to je tak zvaný škodlivý priestor. Pod škodlivým priestorom rozumieme ten priestor, ktorý vždy, čoby výveva jak dôkladne robená bola medzi zatísnutým piestom a kohútkom alebo ventilom sa nachodí. Tento priestor kladie hranicu zredovaniu a shustovaniu povetria, bo keď pod piestom z nádržky vytiahnutý vzduch stačením piestu von vyhnať chceme, zostane v priestore škodlivom povetrie hustoty vonkajšieho, ktoré pri jistom zredení povetria v nádržke, po vytiahnutí piestu

celú sáru zaplní tak, že z nádržky do sáry žiadné povetrie viacej neprejde, bo rovnováha expansivnosti povstala. To jisté deje sa pri shustovaní. Povetrie v sáre sa nachádzajúce, pri stlačení piestu na dno, smestí sa do škodlivého priestoru, kde jeho hustota hustote v nádržke sa rovná, tak že do nádržky viac vnikať nemôže.

$$h: 1 = v: V + v, h = \frac{v}{V+v}; \text{ a } h: 1 = V + v: v, h = \frac{V+v}{v}$$

Velkosť zredenia povetria merá sa pomocou tlakomera (skráteneho)

Obr. 79.



postaveného pod nádržku, alebo na väčších vývevách osobyte pripraveného. Ku meraniu veľkosti stlačenia užívajú sa manometer, (Obr. 79) trubica dvaráz ohnutá, v *b* na nádržke upevnená, v *a* kohútikom opatrená a rtuťou, čiastočne naplnená. Pôvodne stojí rtuť v oboch ramenách rovnak vysoko, pri zvätsenom tlaku shustuje sa povetrie v uzavretom priestore ad dľa Mariotte-ho zákonu. e: E = ad: ae.

Zkúšky s vývevou. 1. Do polovice nafúkaný mechúr naduje sa a praskne. Scvrklé jablko sa vyrovná. Z vajec, orechov, dreva, jablák odchádza povetrie, čo stava sa patrným, keď jich dáme do vody. Z vody vystupujú bublinky, z piva kyselina uhličitá.

2. Tlak povetria javí sa pevným priliehaním nádržky k tanieru. Dámeli miesto nádržky sklený dutý válec, na ktorej drevená miska s rtuťou sa nachodí, prejde táto v drobulinkých kapočkách cez misku. Ten jistý válec

Obr. 80.



pokryjeme dobre priliehajúcou tenšou doskou sklenou, po nedlhom vyvievaní prelomí ju vonkajší tlak povetria.

3. Tlakomer padá pod vývevou — pri najlepších strojoch na 1^{mm}.

4. V trubici, z ktorej sme povetrie vyviali padajú všetky telesá (páper, papier a kov) rovnak chytro.

5. Zvery dochnú, svieca hasne, zvuk prestáva pod prázdnu nádržkou.

6. Asi 30° teplá voda vrie už; nad sírovou kyselinou sa nachádzajúca zamrzne.

7. Nádoba prázdna váži menej než povetrim naplnená. Zkúškou touto vynašlo sa, že je povetrie 770 rász ľahšie než voda.

Výveva užívajú sa s veľkým prospachom v priemysle k. p. v cukrárnách, garbiarňach, pri vzdušnej železnici atd.

Obr. 80. predstavuje vývevu ventilovú k shustovaniu povetria čili tak zvaný tlakostroj, pozostávajúci zo sáry, piestu pevného a

na dne sáry ventilu do nádržky sa otvárajúceho. Povetrie vniká otvorom *b* pod piest, tlačením piestü ale otvoriac si ventil do nádržky. V nádržke zaviera si svojou vlastnou expansitou ventil. Poveterná puška.

§. 53.

Váha vzduchu. Pomerná váha plynov. Vážením určitého objemu nádoby povetrim naplnenej a prázdnej dá sa určiť hustota a pomerná váha jeho. Pri 0° a 760^{mm} je 770 rász redšie než voda. Z čoho vypočtovalo sa, že 1 krýchl. stopa povetria 564 gr. $= 2,35 = 2\frac{1}{3}$ lotov a 1° $0,326 = \frac{1}{3}$ gránu váži.

Z tohoto nasleduje, že Archimedov zákon aj pri plynoch platnosť má. Každé teleso tratí v povetrí tolko na váhe, kolko ním vytisnuté povetrie váži. V obecnom živote nebere sa na túto malú stratu ohľad. Patrné je to ale, keď vážky, na ktorých na jednom ramene sklenená veľká gula, na druhom ale malé kovové závažie rovnováhu si držia, pod nádržku vývevy dáme. Sklenená gula bude pri vyvievaniu prevažovať, tratí tam menej na váhe

Zkúšky dokázaly, že hustota a pomerná váha plynov je rozdielná. Ponevadžby ale, pri základnej hustote vody čísla pomerné váhy udávajúce malé, rýchleho počtovania neschopné zlomky predstavovali, preto beré sa za základ hustoty plynov povetrie $= 1$.
Hustota

O je	$= 1,1057$	NH_3	$= 0,5966$	SO_2	$= 2,2470$
N „	$= 0,9720$	Cl	$= 2,4700$	SH	$= 1,1942$
H „	$= 0,0688$	CH	$= 0,9710$	ClH	$= 1,2471$
CO_2 „	$= 1,5291$	CH_2	$= 0,5589$	Cy	$= 1,8064$
CO „	$= 0,9730$	FH	$= 2,3694$		

Hustota složeného plynu dá sa z hustoty jednoduchých plynov, z nichž pozostáva, aj počtom vynajst.

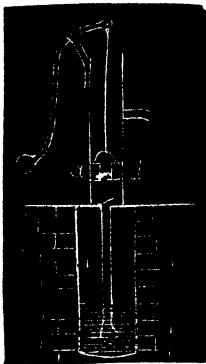
Lahšie telesá než povetrie plávajú v ňom k. p. oblaky, balóny, atď.

Vynalezca balónu bol papiernik francúzsky *Montgolfier* 1783, jeho balón bol z papieru pokostovaného naplnený vyhriatým povetrim. *Charles* naplňoval balón vodíkom, *Green* svitiplynom. Chýrečný *Gay-Lussac* vystúpil temer na mílu vysoko.

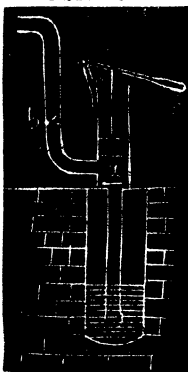
§. 54.

Upotrebenie rozťažlivosti a tlaku povetria. 1. *Výsos na zdviž.* (Saugpumpe) Obr. 81. Zanorímeli trubicu do vody a zre-

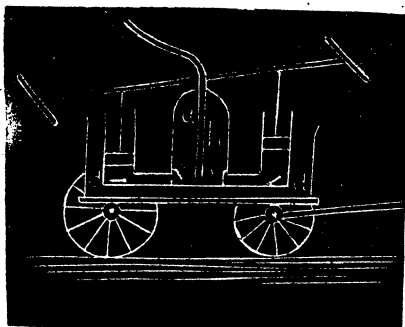
díme v nej, na druhom konci ústami sajúc povetrie, vystúpi v nej
Obr. 81.



Obr. 82.



Obr. 83.



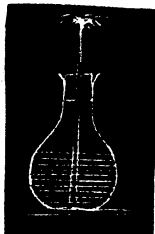
4. *Heronova baňka* (Heron's ball) Obr. 84. je nádoba obyčajne okrúhla, v ktorej až na dno siaha-
júca trubica dobre upevnená je. Nafúkameľi trubicou do nádoby, z polovice vodou naplnenej povetria, alebo dámeľi baňku na

voda, najvyšš až po tlakomernú výšku $31\frac{1}{2}'$, keď by sa povetrie cele odstránilo. Pri výsосу saje piest *a*, pohybovaný do hora, vodu *sosákom b*, ktorý výšku 24' nepresahuje. Pod piest príslú vodu drží ventil *c*, ktorá ventilom *d* nad piest ide a ním vyzdvihnutá von vyteká.

2. *Výsos na tlak* (Druckpumpe) Obr. 82. pozostáva zo sosáka, sáry s celým piestom a trúby, ktorou voda do hora sa tlačí. Pri dvíhaní piesta zreduje sa pod ním povetrie, voda vystupuje nad zámyk *a*, odkiaľ ju dolu zostupujúci piest do bočnej trúby nad zámyk *b* tlačí.

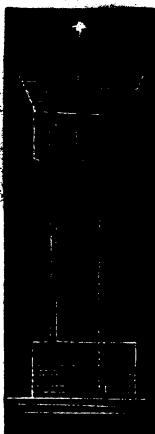
3. *Striekačka* (Feuerspritze) Obr. 83. pozostáva obyčajne z dvoch sár spojených s pevnou veľkou nádobou *a* *veterníkom* zvanou. Na každej sáre nachádzajú sa dva ventily, jeden otvára sa do sáry *d, d*, druhý do *veterníka c, c*. Až blízko na dno siaha do *veterníka* trúba *h*, na ktorej pohyblivý klub, aby sa *papršlek* vody *kamkol'vek* viesť dal, pripravený je. Piesty spojené sú so *sochorom*, všetko ale nachádza sa v *kasni*, do ktorej voda lieva sa. *Ideli ľavý piest* do hora, odtvorí sa ventil *d* a voda žene sa do sáry. Keď piest ten ale zostupuje (toto znázovňuje piest pravý) otvorí si *tlačená voda* ventil *c* a ide do *veterníka*. *Povetrie* vo *veterníku* sa nachádzajúco *stláča* sa *tlakom* vody a *tlačiac* na jej *pvrch*, ženie ju v *stálom* *papršleku* trúbou *h* von. Obr. 84.

Zovňútorné upravenie *striekačky* býva veľmi rozmanité.



teplé miesto, abo pod vývevu, čím expansita vnútorného povetria

Obr. 85.

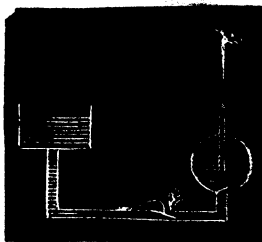


väťší sa, začne voda, vňú-
torným povetřím tlačená, tru-
bicou do hora striekať.

5. *Heronova studňa* a
hydraulický strkomet (Herons-
brunnen, hydr. Widder) Obr.
85 a 86 sú heronové baňky.

v prvej nabýva povätřie väť-
šej expansivnosti tlakom vodného stĺpca, v druhom
strkom vody, ktorý hneď vonkajší ventil, hneď ven-
til do baňky otvára a tak do nej vodu ženie.

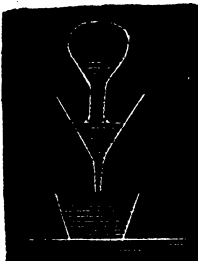
Obr. 86.



6. *Stály výtok* upotrebuje sa pri prácach ve-
deckých mnohoroáz a docieli sa zanorepím hrdla
prevrátenej, vodou naplnenej nádoby do lievika na

ktorom látka
alebo pomocou

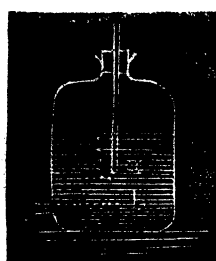
Obr. 87.



Mariotte-ho fľašky (Obr. 88.) ktorá z obecnej boč-
ným otvorom opatrenej fľašky

pozostáva. V hrdle nepriedušne
upevnená je trubica, ktorá hore
dolu pohybovať sa dá. Tárcha
tekutiny nad dolným otvorom tru-
bice na výtok vplyvu nemá, bo
ju expansita zavretého povetria
ruší. Na vytekajúcu vodu účín-
kuje tedy len tlak *ab*, ktorý

Obr. 88.

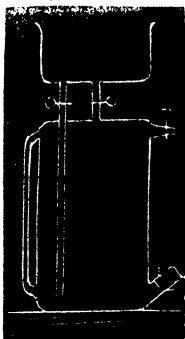


tak dlho stály zostáva, dokial hladina vody až k *a* klesne. Pri vý-
toku vystupujú trubicou bublinky do hora.

Obr. 90.

7. *Nádobka ku napájaniu*
vtákov Obr. 89 a *Pépy-ho plyno-*
jem Obr. 90. sú prístroje na roz-
dielnosti expansity založené. Upo-
trebenie oboch prístrojov znázor-
ňujú pripojené obrazce.

Obr. 89.



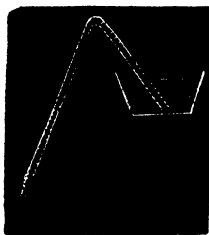
7. *Násorky*, sú prístroje, ktoré k pretáčaniu
tekutín potrebujeme, sú dvojaké *rovné* (lopov) a
krivé. Násorka rovná je nádobka s rúrkou zo skla
alebo z bláču Obr. 91. Otvor *b* dá sa do tekutiny,
otvorom *a* tiahne sa vzduch ústami von. Násled-
kom toho vystupuje tekutina do nádobky. Zavreli sa otvor *a*, dá sa

Obr. 91.



tekutina prenášať. Malé sklenené násorky majú meno *pipetta*. *Násorka krivá* (Obr. 92.) zanorí sa kratším ramenom do tekutiny, na dlhšom ale vysaje sa povetrie a tekutina ženúc sa za ním vyteká tak dlho dokiaľ rameno kratšie v tekutine zanorené je. Aby tekutina k. p. jedovitá do úst neprišla spojuje sa násorka krivá s prostou. Pohár tantalov, padanie vody v jazeru Cirknickom (Obr. 93.) bezpečyby aj výtok v Stracenej vysvetluje sa dľa násorky.

Obr. 92.



§. 55.

O parách.

Pary, čili plyny, ktoré pri sníženej teplote alebo tlaku svoju expansitu tratia a do stavu skupenstva tekutého prechodia, povstávajú vyparovanim sa tekutín, ba i niektorých pevných telies k. p. jod, kafor. Príčina vyparovania je, jako známe, *teplo*, ktoré spojivosť rušiac ju na rozprostranivosť mení.

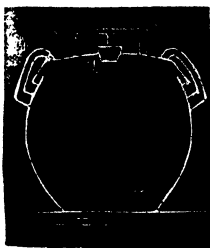


Obr. 93.

Dejeli sa vyparovanie teplom násilne tak, že tekutina z dnúka do stavu plynného prechodí vravíme, že *vrie*. Vrenie

deje sa pri normálnom tlaku vždy pri tom jistom stupni tepla (bod varu). Zmenšili sa tlak, padá, jeli tlak väčší vystupuje bod varu pomerne, bo rozprostranivosť odpor tlaku prekonať musí. Na Mont Blancu vrie voda pri 78°

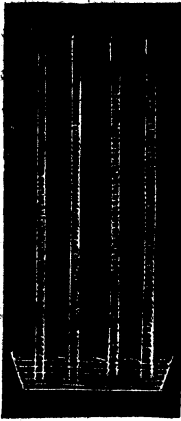
Obr. 94.



C, pod vývevou pri 35°, v *Papínovom hrnci* pri 200 alebo i viac. Hrnec takýto (Obr. 94) obyčajne zo železa, opatrený je nepriedušno priliehajúcim vrchnákom, na ktorom *zámyk bezpečnosti* a pripravený je. Para z vody vystupujúca nachádza odpor väčší než jej expansita, preto svišuje sa táto a s ňou i náteplie, tak ďaleko až to váha zámyku dovoľuje, ktorým zbytočná para nadvyhujúc ho vychádza.

Expansivnosť pár je pri jednom a tom jistom teple najväčšia • práve vtedy, keď stlačené súc už už do stavu tekutého prejsť majú

— v svojom *shustení* (Maximum der Expansivkraft). Veľkosť expansivity v shustení určujeme najjednoduchšie pomocou trubice Torricelli-ho, keď do jej prázdnyiny niečo tekutiny, ktorej paru určovať mienime *zvyšovať*. Na Obr. 95 vidíme štyri také trubice. Trubica *a* predstavuje tlakomer, v trubici *b* nachádza sa na povrchu rtuti voda, v trubici *c* lieh a v trubici *d* aether. Skoro okamihom tvoria sa v trubicach *b*, *c*, *d* pary, stĺpce rtuťové klesajú tak dlho, až *každá* para maximum expansivity dosiahla.



Pomerynaním stĺpcou týchto s tlakomerom *a* a odčítaním tlaku tekutiny, ktorá na povrchu rtuti ostala, ustanoví sa expansita pár tých v ich shustení pri stávajúcom teple. Zmenšili alebo *zväčšili* sa objem prázdnyiny (zanorením alebo *vzdvíhnutím* trubice) zhustí sa časť pár, alebo zparí sa nová časť tekutiny, expansita sa ale nezmení. Až po shustenie pribýva a ubýva expansivity dľa zákonu Mariotte-ovho.

Zmenili sa náteplie, zmení sa aj expansita ale v nerovnom pomere. Vo väčšom pri liehu než pri vode a ešte vo väčšom pri aetheru. Vôbec je maximum expansivnosti pár rozdielne *medzi* pri tých parách, ktorých tekutiny prú vrejú. Pri svojom *shustení* klesne stĺpec rtuťový pri každej pare až po hladinu rtuti v nádobe, a expansita shustenia rovná sa tu expansite povetria.

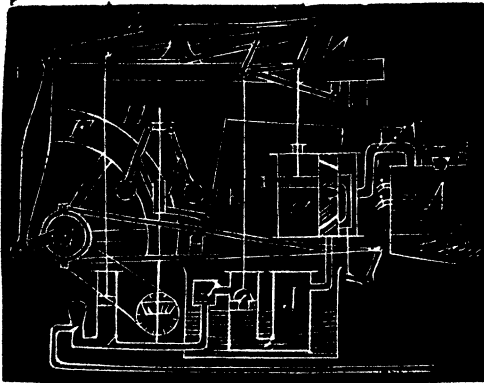
K určeniu expansivity shustenia pár takých tekutín, ktoré pri väčšom náteplí vrejú, jako aj k určovaní rozličnej hustoty a expansivity pár pri rozličnom náteplí nachádzajú sa pristroje od Pouillet-a, Regnaud-a, Dulong-a, Dumas-a, Gay-Lussac-a a j. Hustota pary vodnej je = 0,6219 (povetrie = 1), 1° pary váži tedy 349,68 granov. ($564 \times 0,62$).

§. 56.

Parostroj. Zohrievaním uzavretej pary rastie nie len jej teplota ale aj jej expansivnosť, ktorá na steny nádoby tlak tvorí. Tlak tento upotrebuje sa k vyvíňovaniu pohybu pomocou tak zvaného *parostroja*. Parostroj pozostáva predne z kotla *A*, v ktorom sa para z vody hriatím vyvíňuje. *Kotol* je obyčajne válcovitej podoby z pevného, hrubého bláchu shotovený. Aby sa voda rýchlejšie hriala idú cezeň trúby, ktorými pál tiahne. Na kotlu pripravené sú manometer, ktorý expansitu pary udáva, dva kohútky (*b*, *c*) medzi ktoré

hladina vody padne alebo sklenená vpustená trubica, aby sme výšku vody v kotlu pozorovať mohli, a kohútik bezpečnosti (*a*). Trúbou *f* vedie sa

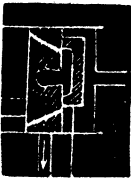
Obr. 96.



para do *striedáča* (Steuerung *B*, prístroja totiž, pomocou ktorého para hneď nad, hneď pod *piest* *D* vo *válcu* *C* sa ženie. Stojili *striedáč* v *polohe* obrazca 97 ženie sa para pod *piest* a tlačí ho do hora, keď *striedáč* prejde do polohy, Obr. 98. rúti sa para nad *piest* a tlačí ho dolu, para ale pod *piestom* sa nachádzajúca ide cez

viútrok *striedáča*, jako to šípky označujú, pri strojoch o vysokom tlaku bočnou trúbou (Obr. 101.) do povetria, pri strojoch ale o nízkom tlaku do *hustiča* (Condensator) *I*, kde sa so studenou, výsosom *K*. tahanou vodou styká, zhusťuje a vodu čiastočne zahrieva. Takto zahriata voda vedie sa, keď je treba, pomocou výsosa na tlak *L* do kotla, ale bo užíva sa ku jiným prácam. V mnohých dielnach upotrebujú parostrojom užitú paru ešte ku kúreniu miestností. *Piest* takto *striedavo* parou hnaný prenáša svoj pohyb na *váhadlo* *E* pomocou *Wattovho rovnobežníka* *N*, ktorý k tomu slúži, aby týka na *piestu* kolmo chodiť mohla, kde jako známo, keď by priamo s *vahadlom* spojená bola sem i tam by sa *kyvotala* a tak nepridušne vo *válcu* chodiť nemohla. Pohyb *váhadla* v *prostriedku* podporovaného, zdeluje sa pomocou *kluky veľkého kolesu* tak zvanému *honu* *F* (Schwungrad), z ktorého pomocou *remeňou* a *ozubených kolies* ďalej, dľa potreby sa prenáša. Z dosavádneho opisu vidno, že *striedáčom* niekto sem i tam pohybovať musí. Pri prvých pokusoch parostroja robyl to k tomu určený *delník* otvárajúc a zavierajúc *striedave* dva *kohútiky*, ktorými para hneď pod, hneď nad *piest* išla a tak ho *pohybovala*, až jeden *chlapec*, (Humphrey Potter) k podobnej práci určený, pohyb stroja skúmajúcej pohybovanie *striedáča* jemu samému sveril. Ťažký *hon* dostane pohybom *jistú sotrváčnosť*, ktorou sa ďalej *ženie* a tak *striedáč* pohybuje. Ponevadž ale *striedáč* temer v úplne *protivnom smere*

Obr. 97.



Obr. 98.

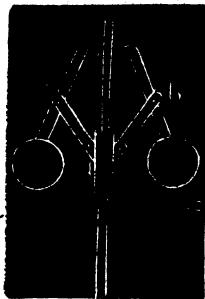


piestu pohybovať sa musí, preto nachodí sa na ose honu pripevnený *výstredník* G Obr. 96 a Obr. 99 (Excentrik), a s ním spojená tyka H , ktorá striedač v zodpovedajúcom smere pomocou sochorov pohybuje. Tento výstredník je pevný s týkov, H , spojený a okolo výstredne vytočenej osy opätý kruh. Keď sa osa krúti pohybuje sa výstredník sem i tam v zodpovedajúcom, protivnom smeru kluky. Z obrázcov 86 a 87 vysvitá, že striedač behom svojho pohybu aj oba do válca idúce zavre a tak pare prístup do válca zamedzuje. Postavenie toto voláme *mrtvé miesto*. Že striedač behom pohybu na mrtvom mieste stáť neostane, tomu prekáža sotrváčnosť honu; aby ale pri začiatku pohybu skrze zastania striedača na mrtvom mieste stroj škodu netrpel, obťažuje sa hon na jednom boku ohvodu tak, že do stálej polohy príjde, keď striedač hore alebo dolu nachodí sa. Pri parovozoch a parolodiach nachádzajú sa dva válce, ktoré striedave účinkujú, tak že nikdy razom oba na mrtvom mieste stáť nemôžu. Aby sa stroj rovnomerne pohyboval a para, ktorá v kotli nerovnomerne sa vyvíja, rovnomerne účinkovala, upotrebuje sa *rovnateľa odstredivého* (Centrifugalregulator) M , ktorý pomocou remeňa, s osou honu spojený, sa otáča (Obr. 100). Gule na týkach upevnené v a zavesené, spojené sú týkami v b a c sklúbenými s pošvou d , ktorá na ose hore dolu pohybovať sa dá a so sochorom, ktorý na ventil g (Obr. 96) pôsobí spojená je. Ideli stroj pri strmo, dostávajú gule rovnateľa väčšiu odstredivosť, rozširujú sa, ťahajú pošvu aj so sochorom do hora, čím ventil g niečo uzavre sa, ideli stroj pri volno, klesnú gule, ventil otvorí sa väčmejš a stroj prichodí do pohybu rýchlejšie.

Obr. 99.



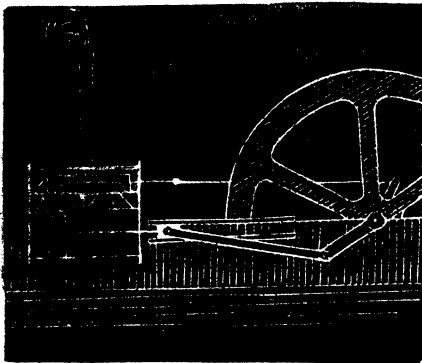
Obr. 100.



Parostroj je vynálezok anglický, ačpráve už *Hero Alexandrínsky* (r. 150 pr. Kr.) o nejakej parou huanej guli známost má; a *Anthemios* na jakomsi *Zenouvi* sa vypomstil, keď mu parou dom *zatriasol*. *Blasco de Garay* Španielčan pohyboval loď parou, *Marquis z Worcestru* a *Savery* hualí vodu pomocou pary, tak jako pri *Heronovej* baňke do hora. *Newcomen* a *Papin* užili prvni válca s piestom, onen hnal piest parou do hora a zraziac paru pod ním čakal až tlak povetria piest na zad vtisnul, tento užil piest dvojčinný ženúc ho z oboch strán, paru pomocou dvojne prevrätaného kohútka striedave pod a nad piest púšťajúc. Všetky této predpráce

použil *James Watt* (r. 1736 v Greenocku v Škotsku nar.) a spojac sa s *Bultonom* zostavil parostroj tak jako ho až dosial užívame (Obr. 85). *Juraj Stefnson* (nar. r. 1783 vo Wylamu v Anglii) upravil parostroj ku

Obr. 101.



pohybovaniu vozov (rušeň, locomotiv, locomobil) a *Robert Fulton* Američan ku pohybovaniu lodí. Ač-práve parostroj sám len v málom sa zmeňil predca v novejšom čase

shotovujú sa parostroje ohľadom na miestnosti, potrebu atď. v odchylnej podobe od parostroja Wattohovo. Tak upotrebuujú sa na lodiach válcce kývajúce sa, aby sa pohyb bez váhadla prenášal atď. Vegora 101 ukazuje parostroj s ležatým válcem,

bez váhadla o vysokom tlaku, na pohľad zdá sa byť od Wattohovo rozdielny v podstate je ale ten jisty, Rozdelovateľ expansivny. Miesto pary hľadeli za hybnú silu upotrebiť: *Lenoir* svitiplyn, ktorý zapálený s kyslíkom piest stroja žene; *Erikson* teplo (stroj kalorický) a *Belou* povetrie, stroje této ale dosial málo upotrebené sú.

§. 57.

Vlhkosť povetria. Povetrie obsahuje vždy viac menej pary v sebe, ktorá ale nenachodí sa vždy na shustení. Shustenie pár v povetří môže povstať: 1. ďalším pribývaním pár, 2. znížením teploty, 3. zväčšením tlaku na ne. Dosiahnúli pary v povetriu svoje shustenie, vidíme jich jako *oblaky* keď v drobulinkých kvapočkách v jistej výške sa vznášajú, alebo jako *hmlu* keď nízko ležia. V zíme vidíme náš dych, paru z polievky atď. Množstvo pár čili *vlhkosti* v povetriu je veľmi rozličné a určujeme ho *absolútne*, keď určíme len vôbec množstvo pary v jistom priestore (absolútna vlhkosť), alebo pomerne (relatívne), keď hustotu alebo expansitu pary s jej maximum expansivnosti pri tejže teplote porovnávame.

V lete je viac pár v povetří než v zíme a predca je v lete povetrie suchšie, ponevadž sú pary v zíme pre nízku teplotu blízko shustenia, v lete ale ďaleko. Ten jisty dych z úst našich v lete neviditeľny, tvorí v zíme hmlu.

K určení vlhkosti, čili množstva pár v povetriu máme viac prístrojov, ktoré meno *vlhomery* (Hygroskop, Hygrometer, Psychrometer) nosia.

Niektoré telesá majú tú vlastnosť, že z povetria vlhkosť pomerne priľabujú a pružnosť tratia, zväčšujú alebo rozpúšťajú sa. Telesá takéto zovieme *hygroskopické*, *vlhkoznačné*. Sú to vlasy, struny, remen, sol atď.

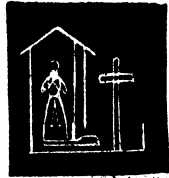
Na Slovensku vôbec užívaný vlhomer je tak zvaný *mních* (Obr. 102). V malý búdek na strune huslovej zavesená figúra krúti sa do kola. Keď je vlhko struna rozkrúca sa, mních ide do búdek, jeli sucho struna sa skrúca a mních ide pod kríž. Že mních len vlhkosť povetria a nie dážď ukazuje je patrné.

Dôkladné stroje k meraniu vlhkosti povetria sú hygrometer *Daniell-ov*, *Regnault-ov* a psychrometer *Augustov*.

Zrazili sa para na pevných telesách povstáva *rosa*, ktorá keď sa teplota až pod 0° zníži na *mraz*, *osuhel*, *jinovat* zamrzne. V oblakoch shustená voda padá jako *dážď*, keď zmrzne pozvolna jako *sneh*, *krúpa*, keď ale rýchlo a v nižšej vrstve povetria jako *ľadovec* (Daždomer, Ombrometer).

Výparovanie má veľký vplyv na pohyb tekutín a štiav v ústrojoch zvieracích a rastlinných.

Obr. 102.



B. O pohybu (Dynamika).

§. 58.

Nachodili sa teleso postupne, v nasledujúcich časodieloch na rozličných miestach, vravíme, že sa *pohybuje*, a úkaz ten voláme *pohybom*. Príčinou pohybu je vždy nejaká sila, ktorá je buď *okamžitá* (ráz, úder, strk, momentane Kraft) buď *stála* (tiahnuca, *continuirliche K.*). Poslednia môže byť zase *nezmentivá* (Konstante K.) keď za dlhší čas rovným účinkom pôsobí, alebo *mentivá*, keď behom účinku sa mení. Pôsobením týchto síl býva pohyb *rovnomerný*, keď teleso behom rovných časodielov rovnou rychlostou alebo *nerovnomerný*, keď nerovnou sa pohybuje, Súli prejdené cesty v nasledujúcich časodieloch väčšie než v predešlých volá sa pohyb *zrýchleným* (*beschleunigte Bewegung*) v opačnom páde *zpozdeným* (*verzögerte B.*) oba pohyby môžu zase byť *rovno-* alebo *nerovnomerné* dľa toho, či rýchlosť v nasledujúcich časodieloch rovnomerne alebo nerovnomerne rastie alebo padá. Ohľadom na smer cesty môže byť pohyb *prímo* alebo *krivočiarný*. Tá čiastka physicsy, ktorá určuje úkazy pohybu volá sa *dynamikou* vôbec, a delí sa na *dynamiku* zvlášť čili o pohybu telies pevných, *hydrodynamiku* tekutých a *aërody-*

namiku o pohybu plyných telies. Celá dynamika zakladá sa podstatne na dvoch zákonoch a síce :

1. Cesta rastie s časom v rovnom pomere ($s: s' = t: t'$) a
2. Rýchlosť na konci časodielov rastie a padá s časom pomerne ($v: v' = t: t'$).

a. Pohyb telies pevných (Dynamika).

§. 59.

Zákony pohybu rovnomerného. Teleso silou okamžitou pohnuté zostáva, (neberúc ohľad na trenie a odpor povetria) dľa sotrváčnosti v pohybu rovnomernom. *Pomocou prejdenej cesty (s) ku času (t) zovieme rýchlosťou (c)* čili $c = \frac{s}{t}$, z toho nasleduje $s = ct$, a $t = \frac{s}{c}$. Za jednotu času bere sa sekunda, rýchlosť ale a cestu označujeme stopami. Pri pohybu rovnomernom sa tedy rýchlosť nemení.

Pomocou hore uvedených rovníc možno veličiny s , t a c pri pohybu rovnomernom vypočítavať, jako to nasledujúce príklady objasňujú.

- a. Jak veľká je rýchlosť rušňa, ktorý za hodinu 4 míle dorazi? —

$$c = \frac{4 \times 24000}{3600} = 26,6 \text{ stóp.}$$

- b. Jak veľká je cesta, ktorú peši človek za 10 hodín prejde, keď je jeho rýchlosť 2,5'? — $s = 2,5 \times 10 \times 60 \times 60 = 90000' = 3\frac{3}{4}$ míle.

- c. Jak veľký čas potrebuje zvuk, aby 63000' prešiel, keď jeho rýchlosť 1050' obnáša? — $t = \frac{63000}{1050} = 60 \text{ sec.} = 1 \text{ min.}$

Okamžitou silou zapríčinený pohyb je vždy priamočiarný, stáva sa ale krivočiarným, keď na pohybujúce sa teleso jiná ešte sila pôsobí a s primého smeru ho vyvedie. K. p. hodené teleso atď.

§. 60.

Zákony pohybu rovnomerne zrýchleného. Volný pád. Rovnomerne zrýchlený pohyb povstáva, keď na pohnuté teleso stála sila, rovnakým účinkom, neprestajne pôsobí tak, že prírastok na rýchlosti v každom nasledujúcom časodiele ten jistý zostáva. Prírastok tento na rýchlosti zovieme *zrýchlením* (acceleratio) a značíme ho vôbec s g . Rýchlosť vôbec značíme s c , rýchlosť na konci niektorého časodielu (t) s c_t .

Počiatočná rýchlosť volno padajúceho telesa je $= 0$. Rýchlosť táto rastie vždy a vždy viac. Na konci prvej sekundy bude $c_1 = g$

t. j. keď by účinkujúca sila pôsobiť prestala, pohybovalo by sa teleso ďalej s rovnomernou rýchlosťou g . Čili zrýchlenie. Na počiatku druhej sekundy je rýchlosť $= g$, behom sekundy druhej ale zase o g prirastie, bude tedy na konci druhej sekundy $c_2 = 2g$, na konci tretej $c_3 = 3g$, bo zase o g sriastla. atď. na konci času t ale $ct = tg$. t. j. Rýchlosť konečná rastie v pomere časodielov. ($c_t : ct = t : \tau$).

Mnohými primými zkúškami jako aj zkúškami s kyvadlom najšlo sa, že prírastok na rýchlosti, pri voľno padajúcom telese, čili zrýchlenie g pre Viednu $31'$ čili $9,809^m$ obnáša. Keď je tedy rýchlosť voľno padajúceho telesa na počiatku prvej sekundy $= 0$, bude na konci druhej $2 \times 31' = 62'$; na konci tretej $3 \times 31 = 93'$; na konci štvrtej $4 \times 31 = 124'$ atď.

Cesta, ktorú teleso s rovnomerne zrýchlenou rýchlosťou prejde je práve tak veľká, jakú by prešlo so strednou rýchlosťou, t. j. priemernou rýchlosťou počiatkovej a konečnej rýchlosti. Strednia rýchlosť je ale $= \frac{0 + tg}{2}$ bo na počiatku pádu bola $= 0$, na konci ale jako z predvedeného vysvitá $= tg$. Cesta ale rovná sa; času násobenému rýchlosťou ($s = et$), preto bude za čas t prejdená cesta (c_t) rovná sa súčinu z času t a strednej rýchlosti $\frac{0 + tg}{2}$

$s_t = t \cdot \frac{0 + tg}{2} = \frac{t^2g}{2}$ t. j. prejdenej cesty stoja v pomere soštvorčených časov ($s_t : s\tau = t^2 : \tau^2$).

Rýchlosť na počiatku prvej sekundy je 0 na konci tretej 3×31 , behom troch sekund bude tedy priemerná rýchlosť $= \frac{0 + 3 \times 31}{2} = 3 \times 15,5$ a prejdená cesta $s_3 = 3 \times (3 \times 15,5) = 9 \times 15,5$. Za 4 sekundy prejdená cesta ale $s_4 = 4 (4 \times 15,5) = 16 \times 15,5$ a tedy $16 \times 15,5 : 9 \times 15,5 = 4^2 : 3^2$; t. j. za 2, 3, 4, n sekund prejde voľno padajúce teleso 4, 9, 16, n^2 ráz väčší priestor a naopak.

Aby sme za prvú sekundu prešlú cestu našli musíme do vzorca $s_t = \frac{t^2g}{2}$ miesto $t = 1$ dosadiť, a tak bude $s_1 = \frac{1}{2} t$. j. Priestor čili cesta za prvú sekundu prejdenej je polovica zrýchlenia, pri voľnom páde $= 15,5'$.

Za jednotlivé sekundy prejdenej priestor (σ) najdeme, keď priestor za $(t - 1)$ sekund prejdenej od priestoru za t sekund

odtiahneme. Potom je $\sigma_t = \frac{t^2 g}{2} - \frac{(t-1)^2 g}{2} = (2t-1) \frac{g}{2}$; —
 ($2t-1$) je vždy číslo liché, preto stoja za jednotlivé sekundy prejdené cesty v pomere lichých čísel:
 $\sigma_1 : \sigma_2 = (2 \cdot 1 - 1) : (2 \cdot 2 - 1)$.

Priestor prejdený za jednu sekundu obnáša $15,5'$ za dve $= 2^2 \times 15,5 = 4 \times 15,5'$; za tri $= 3^2 \times 15,5' = 9 \times 15,5'$; za štyri $= 4^2 \times 15,5 = 16 \times 15,5'$ atď. Od'iahnemeli priestor za prvú sekundu od priestoru za dve sekundy prejdený dostaneme priestor za druhú sekundu $= 4 \times 15,5 - 15,5 = 3 \times 15,5'$; priestor prejdený za tretiu sekundu je $= 9 \times 15,5 - 4 \times 15,5 = 5 \times 15,5'$; priestor za štvrtú sekundu je $= 7 \times 15,5'$ atď. —

Nasledujúca tabuľka obsahuje prehľadne všetky zákony volného pádu.

Čas.	Rýchlosť c_t .	Strednia rýchlosť.	Cesta s_t .	Cesta σ_t .
1. sek.	$C_0 = 0$ $C_1 = 31'$	$\frac{0+31}{2} = 15,5'$	$s_1 = 15,5'$	$15,5'$
2. sek.	$C_2 = 2 \times 31'$	$\frac{0+2 \times 31}{2} = 2 \times 15,5'$	$s_2 = 4 \times 15,5'$	$3 \times 15,5'$
3. sek.	$C_3 = 3 \times 31'$	$\frac{0+3 \times 31}{2} = 3 \times 15,5'$	$s_3 = 9 \times 15,5'$	$5 \times 15,5'$
4. sek.	$C_4 = 4 \times 31'$	$\frac{0+4 \times 31}{2} = 4 \times 15,5'$	$s_4 = 16 \times 15,5'$	$7 \times 15,5'$
	atď.			

(Z rovníc $c_t = tg$ a $s_t = \frac{t^2 g}{2}$ vyplýva konečná rýchlosť (c_t) ktorú teleso po prejdení priestoru (s_t) dosiahne $c_t = \sqrt{2gs_t}$; čas

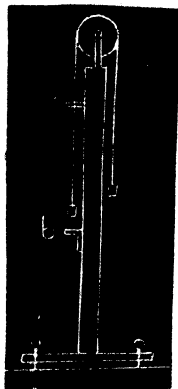
t k tomu potrebný $t = \sqrt{\frac{2s_t}{g}}$; a behom času t prejdenný priestor $s_t = \frac{c^2 t}{2g}$. Označovateľ sa obyčajne vynaháva a tak dostaneme pre pohyb rovnomerne zrýchlený vzorce: $c = tg$; $s = \frac{c^2}{2g}$; a z týchto $c = \sqrt{2gs}$; $s = \frac{c^2}{2g}$; a $t = \sqrt{\frac{2s}{g}}$. vo VIII tr.)

Pohyb rovnomerný a rovnomerne zrýchlený v prírode nikde cele úplne neuskutočňuje sa. Volno padajúce teleso v prázdnom priestore riadi sa dľa zákonov rovnomerne zrýchleného pohybu.

§. 61.

Atwood-ov padostroj. Pre veľké zrýchlenie tarchy (31') nemožno volno padajúce telesá v pohybe ľahko sledovať. Preto umierňuje sa zrýchlenie umele jako to na padostroji *Atwood*-ovom vidíme. Je to asi 8' vysoký na palce rozdelený stĺp s kolieskom volno sa pohybujúcim, okolo ktorého tenká hodbabná šnúra na oboch koncoch rovnými závažiami opatrená ide. Dámeli na jedno z tých závaží malé prievažie, bude o mnoho pomalšie padať nežli pri volnom páde. Čas meriame pripojeným kyvadlom, ktoré sekundy udáva. Na stĺpeu vidíme dva mostky a a b . Vrchní s otvorom slúži k tomu, aby sa padajúce prievažie samo, keddy to chceme, dolu sňalo a tak pomocou sotrváčnosti závažia konečná rýchlosť toho časodielu určiť ša dala. Aby padostroj do kolmej polohy doviest sa môhol stojí na troch šrôbach.

Obr. 103.



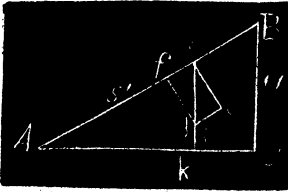
Súli závažia a a a , prievažie $= m$, pohybuje sa spolu $(2a + m)$ a dosiahne na konci prvej sekundy jistú rýchlosť γ (menšú než g). Mechanický účinok je tedy $(2a + m)\gamma$. Volno padajúce malo by m za prvú sekundu účinok mg , tedy je $mg = (2a + m)\gamma$, a zrýchlenie γ na padostroji bude $\gamma = \frac{m}{2a + m} g$.

§. 62.

Pád na naklonenej rovine. Už *Galilei* († 1642) upotrcbil pádu na naklonenej rovine, kde len jedna složka tarchy (*of*) pôsobí,

a tak pohyb pomalšie ta deje, ku dokázaniu zákonov voľného pádu hore uvedených. Voľno padajúci bod o išiel by so zrýchlením g .

Obr. 104.



dĺžky roviny.

(Konečná rýchlosť (c') po prejdenu celej cesty ($s' = oA$) bude dľa predošlého $c' = \sqrt{2g's'}$; konečná rýchlosť toho jistého telesa voľno padajúceho až po HC bola by $c = \sqrt{2gs}$; keď cestu $ok = s$ položíme; $g' = g \sin \alpha$; $\triangle AOK \sim ABC$ tedy $s' : s = d : v$, a $s' = s \frac{d}{v}$, preto je $c' = \sqrt{2g \sin \alpha s \frac{d}{v}} = \sqrt{2gs} = c$, t.j. bod kosmo padajúci dosiahne tú istú konečnú rýchlosť, ktorú by k tej jistej obzornej prímkou voľno padajúc dosiahol. Tú istú rýchlosť dosiahne tiež, keď po stále ohnutej ceste padá. Rovnčasne (isochron) cesty. vo VIII).

§. 63.

Pohyb telies hodených. Teleso môžeme hodiť v štvorakom spôsobe, kolmo do dola, do hora, vodorovno a kosom. Krem okamžitej sily, ktorou sme teleso hodili účinkuje ešte ťarcha, preto ide pohyb vždy vo výslednici oboch síl. Hodené teleso volá sa *projectil*, krivá hodeným telesom opísaná cesta *hodenica* (trajectorie).

1. Teleso *kolmo na dol* hodené bude sa pohybovať rýchlostou, ktorú okamžitá na teleso pôsobiaca sila a ťarcha zapríčinily. Jeli c rýchlosť zapríčinená hodením bude rýchlosť po t sekundách $v = c$

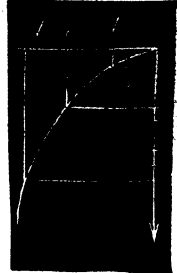
+ gt , a vykonaná cesta $s = ct + \frac{t^2g}{2}$.

2. Teleso hodené *kolmo do hora* bude sa tak dlho pohybovať, až sila ťarchy silu hodenia zruší, na to obráti sa teleso a bude dľa zákonov voľného pádu nazad padať. Pohyb do hora je rovnomerne zpozdený. Rýchlostou c hodené teleso bude po t sekundách mať rýchlosť $v = c - gt$; pri $c = gt$ obráti sa teleso nazad; výška dosiahnutá bude $s = ct - \frac{t^2g}{2}$.

3. Na teleso *vodorovne* hodené účinkuje okamžitá sila dľa so-trváčnosti v každej sekunde rovnako, (ab, bc, cd); ťarcha kolmo

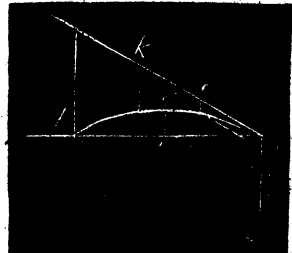
na dol účinkuje ale rovnomerne zrýchlene. Teleso tedy bude sa polybovať vo výslednici, ktorá ale ponevadž ťarcha neprestajne účinkuje krivočiarnou sa stáva. Krivočiarna táto cesta je rameno *paraboly*, ktorej vrchol v bode *a* sa nachodí. Vyvedením rovnobežníkov pre každú sekundu dostaneme jednotlivé body cesty, ktoré spojené parabolickou cestu telesa označujú. Z rúry vytekajúca voda podáva príklad hodenia tohoto.

Obr. 105.



4. Cestu telesa *šikmo hodeného* najdeme podobne jako v predešlom páde, bo ona pôjde tiež vo výslednici, okamžitej sily (*ae, ek . . .*) a ťarchy (*ag, gh . . .*) a je takže parabola s vrcholom v *d*. Uhol smeru hodenia s obzornou volá sa *uhlom hodenia* (Elevationswinkel) *kab*, vzdialenosť na obzornej *ab* *dialkou*, vzdialenosť ale najvyššieho bodu cesty *d* od obzornej *dc* *výškou hodenia*.

Obr. 106.

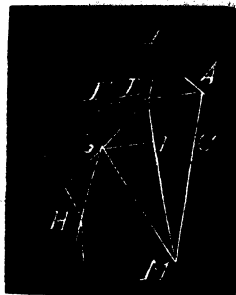


Teleso pod uhlom 45° hodené ide najďalej. Vplyv povetria na hodené teleso je veľký, preto je druhé rameno opísanej paraboly kratšie, a najväčšia dialka docieľi sa hodením pod uhlom 30° . Čiastka o pohybu hodených telies robí zvláštnu nauku, dôležitú pre delostrelcov *balistikou* zvaú.

§. 64.

Pohyb stredobežný (Centralbewegung) povstáva, keď na bod *A* (Obr. 107) trvanlive sila *k* bodu *M* ho priťahujúca (sila dostredivá, Centripetalkraft) drubá ale sila v smere tangentsnom *SA* (sila odstredivá, Centrifugalkraft) pôsobí. Za časojednosť prejšiel by bod *A* len silou dostredivou ťahaný do *c*, za túže jednosť ale do *B*, keďby len odstredivá sila pôsobila. Pôsobením oboch síl pôjde v smere výslednice *AD*. Teraz polyboval by sa bod ten ďalej do *E*, sila dostredivá *DF*, účinkuje ale neprestajne, tak že bod zase vo výslednici do *G*, potom do *H* atď. pôjde. Všetky tieto výslednice (*AD, DG, GH*) tvoria cestu krivočiarnu, ponevadž obe sily, neprestajne účinkujú. Jeli dostredivá sila

Obr. 107.



k. p. pevná niť rovnakej dĺžky bude cesta kruh, menili sa bude elipsa, hyperbola alebo parabola.

Veľkosť odstredivosti v kruhu značíme vzorcom $F = \frac{m \cdot v^2}{g \cdot r}$, kde m teleso, v rýchlosť pohybu, r polmer a g zrýchlenie (31') značí. Z tohoto vysvitá, že odstredivosti pribýva s masou telesa, a v štvoročnom pomere s rýchlosťou. Keď sa dve rovnaké massy majúce telesá okolo tejže osy s rovnou uhľovou rýchlosťou pohybujú, rastie odstredivosť v pomere polmerov oboch telies, bo $V : v = R : r$.

Odstredivosť javí sa na praku; blato na kolesách, voda na brúse striekajú v smere tangenty. Odstredivý stroj žmíkačí, odsredtvé mechy.

Zákony odstredivosti dajú ľahko dokázať sa pomocou stroja odstredivého (Obr 108), on pozostáva z väčšieho kolesa, (A), ktorého pohyb

Obr. 108.



pomocou šnúry menšiemu kolesu B, zdelduje sa. Na koliesko B. pripravujú sa predmety, k. pr. dve nerovné gule na drôte nastročené a šnôrkou spojené. Súli od stredobodu rovnako ďaleko vzdialené, ztialne pri jistej rýchlosti ľahšia ľahšú za sebou, na dôkaz, že odstredivosť od massy závisí. Pri väčšej vzdialenosti ľahšej guly od stredobodu prevládze odstredivosť tejto. V rúrach šikmo postavených vystupuje voda do výšky. V nádobe gulatej umiesti sa ľahká

Obr. 109.



rtuľ na prostriedku, ľahšia voda ďalej ku krajom. Moadsadný kruh (Obr. 109) rýchle krútený sploští sa a tvorí elipsoid znázorňujúc tak sploštenie zeme našej.

Planéty pohybujú sa v pohybu stredobežnom.

Keppler našiel pre pohyb planét nasledujúce zákony:

1. Každá planeta pohybuje sa v elipse okolo slnca, ktoré v ohnisku sa nachodí.

2. Výsečiny tejže elipsy prebehnuté v rovných dobách sú rovné.

3. Obežné doby dvoch planet v štvorcú stoja v kockovom pomere jích strednej vzdialenosti od slnca. $O^2 : o^2 = R^3 : r^3$.

Newton (+ 1729)) dokázal, že zákonov *Kepplerových* (+ 1630) pôved v zákona ťarchy spočíva.

(O pravdivosť prvého zákona presvedčime sa, keď do roka zo dňa na deň vzdialenosť zeme našej od slnca z jeho zdánlivého polmeru určujeme a kreslíme. Druhý zákon vyplýva z Obr. 107. Ťahámeli *EM*, (Obr.

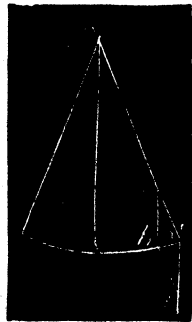
107) bude $\triangle ADM = DEM$, $\triangle DEM = DGM$, tedy sú výsečiny ADM a DGM , ktoré k oblúkom za rovné časy prejdeňm AD a DG patria rovné.)

§. 65.

Kyvadlo, Nejaká hmota a zavesená na pevnej tyčke b , tak že okolo bodu o pohybovať sa môže predstavuje kyvadlo (Obr. 110). Ono je jednoduché čili mathematické a physické.

Mathematické kyvadlo, ktoré si len myslieť môžeme je neohebná prímká (b), ktorá okolo pevného bodu (o) sa pohybuje, ťažký bod (a) nesie. Kyvadlo je v pokoji keď oba body (a a o) kolmo jedno nad druhým sa nachodia. Vyšiniemeli kyvadlo z tohoto smeru, bude sa pohybovať, čo kývaním voláme. Na bod a do a' vyšinutý účinkujú dve sily, ťarcha $a'd$ a pevnosť tyčky $a'e$ ako vidíme pod uhlom, preto bude sa bod a' pohybovať vo výslednici $a'h$, ktorá ponevadž tyčka b je pevná v oblúk prechadza jehož stredobod je o . Veľkosť výslednice padá, pohyb deje sa tedy od a' do a zrýchlenie ale nie rovnomerne. V a je výlednica $= 0$, dla sotrváčnosti pohybuje sa ale kyvadlo ďalej do a'' , a ponevadž ťarcha oproti účinkuje, nerovnomerne zpozodne. V a'' je rýchlosť $= 0$, kyvadlo ale v polohe tejto zostať nemôže a preto nazad sa vracajúc zrýchlenie ide do a , odtiaľ zpozdene do a' , atď. Pohyb tento trvalby nekonečne, keby odpor povetria a trenie konečne ho nezničily. Vzdialenosť ťažkého bodu a od bodu o voláme *zdĺžkou kyvadla* (l). Pohyb z [a' cez a , do a'' alebo naopak volá sa *kyvom* (Schwingung); z a' do a , alebo z a do a'' *polkyvom* (vo francúzsku ráta sa na jeden kyv pohyb semotamný; čas, ktorý kyvadlo k jednému kyvu potrebuje *kyvočasom* (Schwingungsdauer); uhol $a'oa$ *výkovom*, rovina ale, v ktorej sa kyvadlo pohybuje *rovinou kyvovou*.

Obr. 110.



(Rychlost kyvadla označuje vzorec: $v = \sqrt{2gl(\cos\beta - \cos\alpha)}$; kyvočas t vypočítujeme dla vzorca: $t = \pi \sqrt{l/g}$; zdĺžka sekundového kyvadla je 3,144'.)

Zákony kyvadla sú:

1. Súli ubly kyvov malé, je jich kyvočas rovný. Pri väčších uhloch je cesta väčšia, zato je ale aj rýchlosť väčšia a tak rozdiel v kyvočasoch len veľmi nepatrný.

2. Dlhšie kyvadlo potrebuje väčší kyvočas, a síce rastie zdĺžka kyvadla v štvoročnom pomere kyvočasu. Kyvadlo 2^2 , 3^2 , 4^2 ... ráz dlhšie pohybuje sa 2, 3 4 ... ráz pomalšie a na opak, tedy $t : t' = \sqrt{l} : \sqrt{l'}$ alebo $t^2 : t'^2 = l : l'$.

Ponevadž je zem naša na točnách sploštená, a tak na rovníku ľarcha menšia, bude i zdĺžka sekundového kyvadla na rovníku menšia než na točnách. Zdĺžka kyvadla obnáša na rovníku $0,^m991$ pri $45^\circ = 0,^m993$ na točne $0,^m996$. Pomocou kyvadla dá sa zrýchlenie g vynajši, toto je na rovníku $9,^m780$, pri $45^\circ = 9,^m805$; na točne $9,^m831$.

Dôležitosť kyvadla vysvitá z nasledujúceho. Ponevadž sa kyvočas na jednom a tom meste nikdy nemení, dokiaľ sa ľarcha nezmenila je ľarcha na jednom a tomže meste nepremenná. Látka, z ktorej kyvadlo je urobené nemá vlivu na kyvočas, preto padajú v prázdnom priestore všetky telesá rovnak rýchlo. Kyvadlom bezprostredne sa dokázalo, že sa zem naša okolo svojej osy točí. Foucault-ova zkuška (r. 1851) záleži v tom, že kyvadlo dľa svojej setrvačnosti zostáva v tej rovine v ktorej kýva sa počalo a že sa otáčaním zeme z roviny tejto zdánlivo vyšiuje. Kyvadlo na točne vyřinuto by sa za hodinu o 15° k západu, úchylok tento je u nás $11\frac{1}{4}^\circ$ na rovníku mizne. Kyvadlo uživa sa ku meraniu času na hodinách, ktoré v behu riadi. Vplyv tepla a zimy na kyvadlo, c o m p e n s a č u é kyvadlo (viď o teple). B a l l i s t i c k é kyvadlo slúži ku meraniu rýchlosti vystreľnej guľky. V hudbe slúži kyvadlo ku meraniu taktu — *metronom*.

§. 66.

Strk a odraz. Strk povstane, keď sa v behu dve telesá srazia. Keď sú smery, v ktorých sa telesá srazia kolmé na plochu rázu volá sa strk *prímý*, inak je *šikmý*. Dejeli sa strk s smere ťažišť oboch telies volá sa *stredovým* v opačnom páde *výstredným*. Ponevadž zákony strku složitými sa stávajú budeme predpokladať telesá úplne nepružné a úplne pružné a pozorovať len strk prímý.

Vrazili nepružná guľa do nepružnej plochy, stlačí sa a celá jej hybnosť (mc. viď § 26) sa zruší, keď bol smer kolmý, pri šikmom smere bude sa pohybovať teleso ďalej rovnobežne po pri ploche, patričnou složkou.

Vrazili nepružná guľa A , jež massa (hmotnosť) je M , rýchlosťou C do nepružnej guly B , ktorej massa je m a rýchlosť c , budú po strku spolu obe rovnakou rýchlosťou pohybovať sa, jich hybnosti MC a mc rozdelia sa rovnomerne na obe massy, a jich spoločná rýchlosť bude $x = \frac{MC + mc}{M + m}$,

keď obe gule v jednom a tom istom smere sa pohybovali; $x = \frac{Mc - mc}{M + m}$,

keď bol smer odporný; $a x = \frac{Mc}{M + m}$ keď guľa B pred strikom žiadnej rýchlosti nemala.

Pri striku nepružných telies povstáva vždy strata hybnosti.

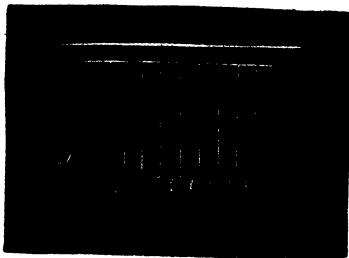
Keď vrazí guľa pružná, kolmým smerom do pevnej steny, stlačuje sa až celú svoju hybnosť stratí. Stlačením ale zpruží sa a odskakuje v smeru protivnom, tou silou a rýchlosťou, ktorú prá mala. Úkaz tento voláme *odrazom*. Vrazili guľa tá kosmo do steny (Obr. 111) silou mn , pôsobí na stenu a stlačuje sa len složkou ma , složka ale mk ženie ju rovneže po pri stene. Obr. 111.

Zpružená guľa *odráža* sa tou jistou silou $nk = ma$; poneváďž ale na ňu súčasne složka $na = mk$ pôsobí dostane sa výslednicou $nm' = mn$ do m' . Kolmú na stenu, nk voláme *kolmicou* (Einfallslot), uhol kolmice so smerom dopadu, ($\sphericalangle mnk$) *uhlom dopadu*, uhol ale kolmice so smerom odrazu tedy $\sphericalangle knm'$ *uhlom odrazu*. Z toho nasleduje vážny zákon: Pružné telesá odrážajú sa v tej jistej ploche, tou jistou rýchlosťou a pod tým jistým uhlom. Uhol do padu rovná sa uhlu odrazu. Odrazostroj.



Vrazili pružná guľa A priamo do inej rovnak veľkej B . zdelí jej polovicu svojej rýchlosti, pri čom sa ale obe gule rovnou mierou stlačia a tým aj rovnak zpružia. Teraz začne účinkovať pružnosť oboch. Stlačená B opiera sa o A a dostane zpružením ešte ráz toľko rýchlosti, než prv dostala, pohybuje sa tedy rýchlosťou ktorou guľa A pred strikom mala ďalej; guľa A ale zpružiac sa v opačnom smere, trati tým aj druhú polovicu svojej rýchlosti a zostane stáť. Srazili sa rovnak veľké pružné gule priamo ale v protivnom smere, vymenia si po striku svoje rýchlosti a pohybujú sa v smeroch protivných. Úkazy tieto znázorníme si na pružných slonokostových guľách na kuželníku alebo na *strkoströji* (Obr. 112), ktorý z viacej pružných na nitkách povešaných guľiek pozostáva. Guľa z hora spustená zostáva stáť, a na druhej strane odskočí jedna, keď sme spustili dve odskakujú dve atď. Strednie gule sa pritom nehýbajú. Keď sú guľa nerovnovelké, pravidelnosť táto sa zruší v pomere massy.

Obr. 112.



§. 67.

Prekážky v pohybu sú trenie a odpor povetria. Odpor, ktorý vždy viac menej porovateľ a nerovný povrch plochy, na ktorej sa teleso pohybuje tvorí, volá sa trením. Trenie je ohľadom na postup látky dvojaké, trenie *vlačné* pri vlečení a trenie *valné* pri válaní, krútení sa postupujúceho telesa.

Trenie *valné* dá sa jedine pomocou zkušky ustanoviť. Zo zkušok tých vysvitly nasledujúce zákony: 1. Trenia (F , f) pribýva a ubýva pomerne s kolmým tlakom (Q a q) na trúce sa plochy. F : $f = Q$: q . 2. Rýchlosť pohybu nemení veľkosť trenia. 3. Veľkosť trených ploch nemá vlivu na trenie, bo čím väčšie sú trúce sa plochy tým menší stáva sa tlak na jednotlivé čiastky plochy. Preto je trenie $F = \frac{f}{q} Q$. Zlomok $\frac{f}{q} = n$ voláme koeficientom trenia, o ň označuje tá čiastku tlaku Q , ktorá sa trením trati.

Koeficient tento obnáša pri trení:

drevo na drevo ročníky // na sucho	$\frac{2}{5}$
" " " " " s vodu	$\frac{1}{4}$
" " " " " s mydlom	$\frac{1}{7}$
" " " " " s lojom	$\frac{7}{100}$
drevo na kov na sucho	$\frac{2}{5}$
" " " " " s lojom	$\frac{1}{12}$
" " " " " s kolomažou	$\frac{1}{10}$
kov na kov na sucho	$\frac{1}{5}$
" " " " " s lojom	$\frac{1}{10}$
" " " " " s kolomažou	$\frac{3}{20}$
železo na železe (liatina)	0,16
bronz na bronz	0,20
liatina na bronz	0,15.

Trenie *valné* závisí od tlaku a od polmeru vála, alebo kolesa, a stáva sa tým menšie čím väčší je polmer.

Tedy F : $f = \frac{Q}{R}$: $\frac{q}{r}$; $F = \frac{f}{q} \frac{Q}{R} = n' \frac{Q}{R}$;

Koeficient $\frac{f}{q} = n'$ pri trení valnom býva veľmi malý; označujú sa R palcami obnáša asi $\frac{1}{30}$.

Pri prechádzaní pohybu pomocou remeňou, povrazov účinkuje trenie valné. Trenie má veľkú významnosť v živote a zvlášť v strojnictve. Bez trenia nemohli by sme v rukách nič držať, na naklonených plochách ani stáť ani chodiť, klince, šróby by nedržali, husle, basa nehraly atď. Upotrebovanie mazadiel, kolomaže, púšťane vody na čapy, kladenie válcov,

alebo gúl pod ťažké telesá, ktoré z mesta na mesto pohybujeme (vozy, podstavok sochy Petra veľkého) zakladá sa na hore uvedených zákonoch.

b. Pohyb telies tekutých (Hydrodynamika).

§. 68.

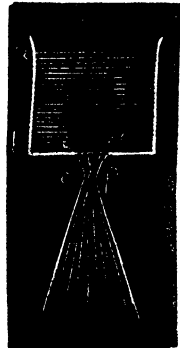
Tekutiny pohybujú sa vôbec, dľa týchže zákonov, dľa ktorých sa pohybujú telesá pevné. Tak padá kvapka dažďová dľa zákona voľného pádu, voda vyteká z rúry dľa zákona o hodení atď. Následkom ale nesmierne veľkej pohyblivosti častíc tekutých, povstávajú vo vnútorke tekutín zvláštne pohyby, ktoré hydrodynamika vysvetľuje a určuje.

§. 69.

Zákon Torricelli-ho. Keď na dne nejakej nádoby (Obr. 113) malý otvor urobíme, že vytečením malej čiastky v nej sa nachádzajúcej tekutiny povrch značne nezmení sa, vyteká tekutina tou rýchlosťou, ktorú by bola dosiahla od hladiny až po otvor, dľa zákona voľného pádu. ($c = \sqrt{2gs}$. §. 60.)

padajúc; tedy $c' = \sqrt{2g \times ab}$. Vzdialenosť hladiny od otvoru (ab) volá sa *výškou tlaku* (v) (Druckhöhe). Rýchlosť výtočná nezávisí teda od hustoty tekutiny. Tlak stĺpa rtuťového je 13,6 ráz väčší než tlak práve tak vysokého vodového, massa rtuti ale je tiež 13,6 ráz väčšia, potrebuje tedy i 13,6 ráz väčšiu hybnú silu.

Obr. 113.



Množstvo vytečenej tekutiny (M) najdeme, keď veľkosť otvoru a , násobíme rýchlosťou a časom (t) tedy $M = at \sqrt{2gv}$, váhu ale keď M násobíme špecifickou váhou tedy $P = ats \sqrt{2gv}$.

Zkúšky ukazujú, že množstvo skutočne vytečenej vody od množstva vypočítovaného odchyľuje sa. Príčina odchylu tohoto je *stiahnutie* sa vytekajúceho paprška poníže otvoru cd . Veľčinu označujúcu pomer stiahnutia sa vytekajúceho paprška voláme *coefficientom stiahnutia*, on závisí od podoby otvoru a obnáša priemerne pri okrúhlych a štvorhranných otvoroch $\mu = 0,62$ -- 0,64, pri kužlovitých $= 0,84$.

Skutočne vytečené množstvo najdeme tedy dľa vzorca $M = \mu a t \sqrt{2gv}$.

Jeli otvor na boku a pomerne len malý, závisí rýchlosť vytekajúcej vody od výšky stĺpca nad otvorom. Jeli otvor väčší, nádoba na jednom boku cele otvorená, alebo tečieli voda žlebom, výpustom atď., bude rýchlosť vody tým väčšia, čím hlbšie pod hladinou vytekajúce častice sa nachodia. Ponevadž ale výslednica tlaku na steny (vidz str. 40) v $\frac{2}{3}$ výšky sa nachodý, bude priemerná rýchlosť výtoku $c' = \frac{2}{3} c = \frac{2}{3} \sqrt{2gv}$. a množstvo vytečenej tekutiny $m = \frac{2}{3} \mu$ a $t \sqrt{2gv}$.

Rúrami tečie voda dľa zákonov pádu na naklonenej rovine, ponevadž ale tečúca voda trením o steny, prilnavosťou, strkom

Obr. 114.



značný odpor premáhať musí rýchlosť značne mení sa. Odpor, ktorý voda cez trúbky tečúca prevládať musí, pozná sa na trubyciach a , b , c do rúry ac osadených. Čím väčší oný odpor tým vyššie v trubiciach voda vystu-

puje. Rúra ac , rovnako hrubá prepúšťa všade to jisé množstvo vody, odporom ale rýchlosť tratiť sa, preto tlačí rýchlejšie pohubujúca sa voda na prekážanú a vystupuje do hora. Pri c vyteká voda len rýchlosťou výške dg zodpovedajúcou.

Rýchlosť rečištom tečúcej vody dá sa dľa zákonov pádu na naklonenej rovine počtom určiť. Pre mnohé ale nepravidelné odpory určúva sa obyčajne zkusmo, a sice tým, že pozorujeme jak rýchlo sa na vode plávajúce teleso pohybuje. Pre rýchlosť strednú násobí sa najdená rýchlosť s 0,82. Rýchlosť vody v riekach je asi $\frac{3}{4}$ 5', v priplavoch (kanáloch) 8...12". Množstvo rečištom tečúcej vody určuje sa hore udaným spôsobom.

§. 70.

Vodnia sila. Sila vodnia zakladá sa len na jej váhe. Jej účinok ale určuje sa librostopami, tým spôsobom, že spád čili výšku povrchu vody hornej nad povrchom vody dolnej, váhov vody (vo funtoch ustanovenej), ktorá spádom za sekundu prejšla násobíme. Spád najde sa z rýchlosti c dľa vzorcu volného pádu $s = \frac{c^2}{2g}$.

Účinok vody prenáša sa vodnými kolesami a túrbínami v rozličnej miere a sice od 20—90%, čo od veľkosti spádu, sriadenia kolesa, žlebu atď. závisí.

Kolesá bývajú upravené na *vrchnú vodu*, keď voda z hora do korcoe

padajúc koleso ťarchou svojou k pohybu náti, na *strednú vodu*, keď voda len od poli kolesa do korcov vteká, a na *dolnú vodu*, kde sa koleso jedine strkom pohýna. Kolesá prvého druhu sú najvýdatnejšie a účinok vody obnáša pri nich 50—75%; pri kolesách na dolnú vodu obnáša účinok 20—30%. Výnosnosť turbin je najväčšia a obnáša 80... 90%.

§. 71.

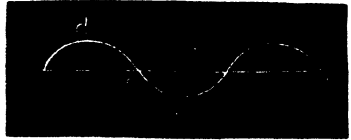
Vlnenie vody. Hodímeli kameň do ticho stojáceho jazera, vyšinie on jisté častice z rovnováhy, této vynasnažujú sa prísť do rovnováhy, dla sotrvácnosti ale prekročia hranicu túto. Tým stáva sa, že i najbližšie častice rovnováhu stratia a do pohybu prejdú, ktorý zase ďalej zdelujú, a síce v kruhu ôkol pôvodne pohnutého mesta. Pohyb tento známy volá sa *vlnením* (*Wellenbewegung*).

Vlnenie najlepšie pozorovať možno v dlhej sklenenými rovnobežnými bokami opatrenej nádobe (Obr. 115), keď sa do vody rozdrobeného jantáru dá, ktorý s vodou

Obr. 115.

rovnakú hustosť majú v nej pláva a tak pohyb častíc viditeľným robí.

Po čas dvíhania (*vrch vlny a, d*) a padania (*dol vlny b*) vody pohybujú sa



jej častice pod hladinou v kruhu, nižšie v elipse, v prímke, až konečne ticho stoja. Vrch a dol vlny stáva sa pri postupe vždy menší bez toho ale aby zdĺžka vlny *fc* sa umenšovala. Pri vlnení postupuje len pohyb, nie ale tekutina. Zdánlivý tento pohyb vidíme pri vlniacom sa zboží, alebo hadiacom sa povraze. Na vlnách plávajúci predmet pohybuje sa len hore a dolu. (Obširnejšie viď o zvuku.)

c. Pohyb telies plyných (aërodynamika).

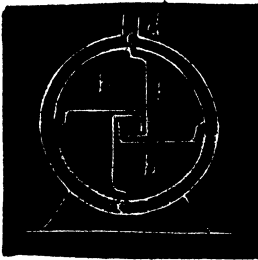
§. 72.

Zákony výtoku plynov. Zničímeli rovnosť tlaku v plyne nejakým spôsobom, povstáva pohyb. Toto stáva sa: 1. zmenením teploty na jednom mieste plynu, čoho následkom rozprostranivosť sa mení a pritekanie plynu (vietor) povstáva; 2. pohybovaním jiného telesa, ktoré povetrie pred sebou ženie a za sebou prázdny priestor neháva, do ktorého susednie povetrie následkom rozprostranivosti sa rúti; 3. zredením a shustením povetria pomocou sania alebo stlačenia na jednom mieste (mechy); 4. prítokom nového plynu (pary), čoho následkom rozprostranivosť rastie, alebo zrazením sa pary vo vzduchu čím rozprostranivosť klesá.

Z uzavrenej nádoby vyteká plyn len vtedy, keď je expansita vnútorného plynu väčšia nežli zovňútorného. Jeli e rozdiel medzi vnútornou a zovňútornou expansitou, bude plyn vytekať, jako keď by stĺpec výšky v , ktorý tlak e zapríčiniť v stave je tlačil. Rýchlosť výtočná bude tedy $c = \sqrt{2gv}$. Že rýchlosť výtočná s náteplím a pomernou váhou plynu mení sa vysvitá z hore uvedených pochopov o rozprostranivosti. I pri výtoku plynov potrebné sú mnohé opravy theoretične vypočítovaného množstva plynu, to isté platí o toku plynov rúrami.

Ku meraniu výtečeného plynu, dla objemu uživa sa obyčajne prístroj *plynomer* (gasometer) zvaný. Je to nádoba v podobe bubna (Obr. 116),

Obr. 116.



majúca vo vnútru na pohyblivej vodorovnej ose štyri korce (b, b, b, b) ktoré až po osu v vode sa ponárajú. Pri ose vychádza plyn a ženú sa ohnutým otvorom do korca dviha ho z vody. Plynom naplnený korec vystúpi nad vodu, a ponevadž plyn do nasledujúceho tečúc, korce krúty vychodí plyn z horních naplnených korcev otvorami c do bubna a tak trúbou d k svietelniam. Ponevadž objem korcev známy je a množstvo oto-

čení korcev, pomocou šróby bez konca a ozubených koliesok na pripojených ciferníkoch odčítat sa dá, je hneď aj objem výtečeného plynu známy.

Silný prúd povetria dá sa docieliť pomocou *mechou*. Jedno-

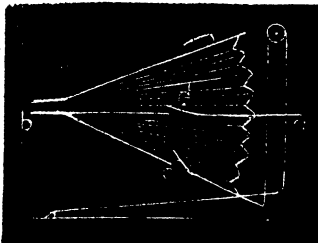
Obr. 117.



duchý mech (Obr. 117) pozostáva z z dvoch dosák a remeného boku. V spodnej doske nachodí sa ventil a , ktorý sa, keď mech rozťahujeme, otvorí a tak povetrie dnu vchodí. Stlačení mech zavre sa ventil a prúd ide, rých-

losťou tlaku zodpovedajúcou, v hlavie b upevnenou trubicou. Prúd takýto je niestály, ponevadž po čas dvihania mecha prestáva. Spojením dvoch jednoduchých mechov na

Obr. 118.

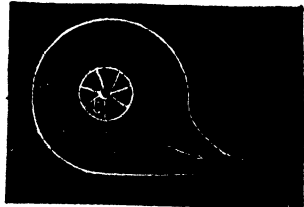


složený docieli sa prúd stály. Prostrednia doska mechu a, b (Obr. 118) je upevnená, nad ňou aj pod ňou sú mechy jednoduché s ventilami c a d , do svojho mecha sa otvárajúcimi. Rozťahnemeli dolní mech, otvorí sa ventil c , povetrie ženie sa dnu a ide keď ho stlačíme ventilom d do hornieho

mecha, odtiaľto ženie sa povetrie hlavou *b* cez trubicu von, keď medzitým dolní mech nové povetrie chlípe a do hornieho ženie, čím prúd stály povstáva. Aby pravidelnosť prúdu ešte úplnejšia bola uživa sa niekedy mech trojitý. *Mechy válcovité* tvoria prúd povetria vo veľkom k. p. pri vysokých peciach. Sú to duté válce s piestom, na oboch koncoch s rúrami, ktorými sa povetrie do ohňa vedie spojené. Medzitým čo sa valec na jednom boku povetrím naplňuje, ženie piesé povetrie z druhej čiastky do nádržky alebo do ohňa.

Mechy odstredivé (Obr. 119) zapričiňujú prúd povetria rýchlym otáčaním sa ohnutých lopát v bubnu, ktoré popri ose otvorom *b* dnu vchodiac, ďalej sa ženie. Mechy takéto upotrebávajú sa ku vyvieneniu nezdravých plynov z baní obyčajne na kamené uhlie.

Obr. 119.



§. 73.

Viator. Tečenie povetria v jistom smere, následkom zmeny náteplia a krútenia sa zeme našej povstávajúco voláme *vetrom*. Pri každom vetru rozoznávame predne jeho *smere*, dľa sveta strán tedy južní, západní, severní a východní jako hlavné, juhovýchodní, juhovýchodní atď. jako bočné vetry. Ďalej jeho *rýchlosť*, ktorú prístrojmi *vetromer* (anemometer) zvanými meriame. Na polnočnej pologuli postupuje zmena vetrov z juhu na západ, sever, východ a tak na juh, nikdy nie na opak. Pravidelné a nepravidelné vetry (passat), morský a nábrežný viator. Strední viator má rýchlosť 12—15' za 1 sek., výchor aj vyše 32', najväčšie výchre volajú sa orkány.

Sila vetra závisí od jeho rýchlosti, a býva tak veľká, že nie len pohodlne veterné mlíny, lode atď. ženie ale aj dachy, hory, múry, prenáša a rúca.

Pravidelný vlnovitý pohyb povetria pri zvuku pod záhlavím vlnenie obširne pojednáme.

Odpor povetria, ktorý každému pohybu prekáža je známa vec. V prázdnom priestore padajú všetky telesá rovnakou rýchlosťou a v rovnom čase, nie tak vo vzduchu. Odpor vzduchu rastie v štvoročnom pomere s rýchlosťou padajúceho telesa, preto dopadajú dažďové kvapky pomerne len malou rýchlosťou. Padák balónový zakladá sa na tomto zákone. Francúz Blanchard jeho vynálezca zpusťil sa s ním najprú z veľkej výšky. Najprú padal nesmiernou rýchlosťou, ktorá sa ale tak umiernila, že sa šťastne dolu dostal. Vták v letku opiera sa na povetrie a pláva v ňom.

IV. Oddiel.

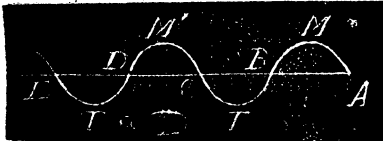
O zvuku (Akustika).

§. 74.

Vlnenie (Wellenbewegung).

Známa podoba vlny je tá, ktorú nám pohnutá tekutina predstavuje. Keď tekutinu sklenenými, kolmými, rovnobežnými bokami ohraničenú (Obr. 120) pohneme, povstáva *vlna*, ktorá po celej tekutine *postupuje*, (*postupujúca vlna*, fortschreitende Welle).

Obr. 120.



Najväčšie vyzdvížanie povrchu (M, M') nad polohu v rovnováhe ($A E$) voláme *vrchom vlnovým* (Wellenberg), najväčšie zníženie *dolom vlnovým* (Wellenthal). T, T' . Rozličné postavenia ostatných častiek ku rovnováhe volajú sa *údobia vlnové* (Wellenphase), vzdialenosť medzi dvoma rovnými údobiami *zdĺžkou vlnovou* (Wellenlänge) k. p. AC, BD, CE , polovica toho ale *polvlnou* k. p. ED, DC .

Pri pokračujúcej vlne nepostupuje tekutina, lež jedine podoba vlny. Pri postupu tomto, opisuje každá častica tekutiny asi eliptičnú cestu (a), ktorú každá nasledujúca častica, pravda pozdejšie nasleduje. Pohyb tento sdeluje sa aj časticám na dol, elipsy stávajú sa ale vždy ploskejšie a kratšie, až konečne tekutina ticho stojí. Nerovné postavenie jednotlivých častíc v tom jistom čase tvorí vlnový povrch tekutiny. Zdĺžka vlny nemá žiadneho vplyvu na veľkosť vodorovného priemeru eliptických ciest jednotlivých častíc: naproti tomu je výška vlny rovná kolmému priemeru najvyššej elipsy. Po ukončení jedného obehu v elipse robí tá istá častica druhý, pri čom výška vlny síce vždy a vždy menšou sa stáva, rýchlosť ale postupu skoro nič nemení sa. Ostatne závisí rýchlosť vlny spolu od jej zdĺžky a výšky. Cesty jednotlivých častíc len tak dlho elipsami zostávajú, dokiaľ vlna rovnobodná je, v opačnom páde stávajú sa viac menej pravidelnými slimačnicami.

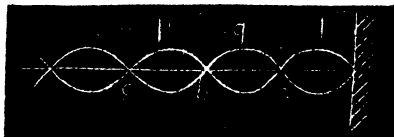
Vystupujúci častice na bok smeru rovnováhy volá sa vlna *popriečnou* (transversal) k. p. hadiaci sa povraz, struna, vlniaca sa tekutina. Pri *pozdlžnej* (longitudinal) vlne (k. p. v trúbe povetrím naplnenej) pohybujú sa častice semotamne v smere rovnováhy tak,

že po zdĺž trúby shušťovanie a zreďovanie povetria práve tak postupuje, jako prv dvihanie sa a padanie.

Vlna v jednom bode roviny povstala postupuje v sústredných kruhoch, vlna v priestore z bodu sa pohybujúca v sústredných vrstvách guľových. V smere každého polmeru tejto gule (papršlek) postupujú ďalej (popriečné alebo pozdĺžné) *vlny základnie* (Elementarwellen).

Keď dve jedno za druhým povstale o sudý násobok polvln rozdielne vlny sa stýknú, splynú v rovnakých údobiach a smočujú sa. Súli ale o liché násobné polvln rozdielne, splynú v údobiach odporých, tedy dol na vrch, a ničia sa, pri jiných rozdieloch nasleduje čiastočné smočovanie alebo ničenie sa. Účinok tento voláme *križlením* — *interferentio*.

Dopadali vlna na hladkú stenu, povstane *odráz vln* (reflexio), a síce tak, že smer dopadajúcej a odrazenej vlny s *kolmicou* (Einfallslot) t. j. v bode dopadu na ploche kolmo stojúcou prímkou rovný uhol (v tej istej rovine) tvorí. Vydutosť vlny mení sa pri tom na poddutosť a naopak. Postupujeli odrazená vlna v tej istej prímkke čo dopadajúca (Obr. 121) a presekávajújú sa obe v polohe rovnováhy, povstáva *stála vlna*. Body *a*, *b*, *c*, zostávajú vždy v rovnováhe a volajú sa *uzle* (Knoten), kde naproti body *d*, *p*, *q*, stále hore dolu sa pohybujú a *bruchami* (Bäuche) sa volajú.



Obr. 121.

Postupujújú vlny popri ostrej hrane alebo cez škaru, idú čiastočne nezmenené ďalej, čiastočne ale povstávajú na hranách nové vlny, ktoré s predešlými sa križujú, dľa rozdielu pol vln sasilujú alebo ničia sa, tak že za škarou úkaz *križlenia* povstáva, úkaz tento volá sa *ohybom* (*diffraction*).

Transversálne vlny povstávajú otriasaním sa častíc z boka na bok pôvodnej rovnováhy, teda vo všetkých kolmo na smer postupu vlny stojacich smeroch. Dejeli sa otriasanie toto len v jednom kolmom smere, voláme to *polarisovaním* (polarisatio).

Prechádzajújú otrasy z látky redšej do hustejšej, alebo naopak, menia rýchlosť svoju a odchýlia sa od pôvodnej cesty sľa by sa na dopadajúcej ploche zlomily, preto voláme úkaz tento *lomom* (Brechung, fractio).

§. 75.

Zvuk. Všetko čo sa počut dá je zvuk. Zvuk povstáva jistým otrasaním sa povetria. Jeden jediný otras, ktorý uhom pojímáme volá sa *tresk*, *plesk*, *buch*, viac takých otrasov *buchot*,

š u s t, š u c h o t, š u m atď. viac pravidelných otrasov, ktoré jistou rýchlosťou postupujú *znením* (Klang), ktoré dľa dĺžky vln a množstva otrasov za časojednosť (sekundu) *tónom* sa zovie. Za sekundu vykonaný počet otrasov udáva *absolútnu výšku* tónu a valá sa *číslo* otrasovým *absolútnym*. Výška tónu ohľadom na druhý nižší volá sa *pomernou* (relative Tonhöhe) a značí sa podielom otrasových čísel oboch tónov. Jeli n otrasové číslo vyššieho, N ale otrasové číslo nižšieho tónu tak je $\frac{n}{N}$ pomerná výška prvého tónu.

Pri úkazoch zvuku troje do ohľadu vziať nádobno, dojmy na ucho, pôvod jeho a teleso, v ktorom zvuk postupuje. Každé pružné teleso privedené do stálych otrasov, ktoré v hranici jeho pružnosti sa dejú, zapričiňuje úkaz zvuku, keď za sekundu najmenej 16 a nie vyše 24000 otrasov robí. Dľa Despretza má byť najvyšší tón so 73700 otrasami za sekundu.

Zvuk potrebuje k svojmu postupu pružnej látky (zvukovodič; povetrie, voda, pevné pružné telesa atď.) nepostupuje tedy v priestore prázdnom alebo telese nepružnom, otrasov neschopnom (peria, pavlna, rez atď). Rýchlosť postupu v povetrí, ktorý pri zvuku vždy v pozdĺžnych vlnach sa deje, najdeme keď na dvoch staniaciach, ktorých vzdialenosť je s , striedave delá vystrelíme, a obapolne rozdiel času (t) medzi videním a počutím výstrelu pozorujeme. Známy vzorec $c = \frac{s}{t}$ udáva rýchlosť zvuku, ktorá je úplne rovnomorná. Týmto spôsobom určili rýchlosť zvuku v povetrí Humbold, Gay Lussac, Bouvard, Arago, Mathieu a Prony na 332^m2, čili 1038' za sekundu pri 0° C. Jednoduchšie spôsoby ku meraniu rýchlosti zvuku v plynch vôbec vynajšli Dulong, Wertheim a Zoch. *) Rýchlosť postupu zvuku je v rozličných telesách rozdielna. Značímeli rýchlosť zvuku v povetrí = 1, tedy je rýchlosť

vo vode = 4,3		v železe = 15
v olove = 4,3		„ skle = 17
„ hline pálenej = 10—12		„ vodíku = 3,87
„ dreve = 11—17		„ uhličitej kyseliny = 0,85

Že všetky tóny rovnakou rýchlosťou postupujú dokazuje tá okolnosť že hudba aj vo veľkej vzdialenosti harmoničnou zostáva.

Intensita čili ostrosť zvuku ubýva a rastie v štvoročnom pomere vzdilenosti. V noci, v zime a počas vlhkého povetria počujeme zvuk lepšie a ďalej, na vrchoch slabšie.

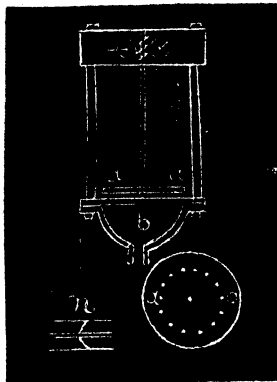
*) Vidz Poggendorff Annalen roč. 1866.

§. 76.

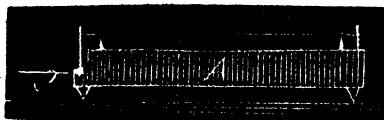
Najjistejšie prostriedky k určovaniu čísla otrasového sú *siréna* od Cagniard-Latour-a a *samostrun* čili *monochord*.

Sirena, pozostáva z plosky kruhovej (Kreisscheibe) *a* (Obr. 122) mosdzaovej, ktorá okolo kolmej na horňom konci šrôbou bez konca opatrenej ose, v rámci (*c, c*) voľno krútiť dá sa. Ploska táto je v obvode okolo osy tiahanejú kruhu, v rovných vzdialenostiach kosom poprevrtovaná. Takže poprevrtované je i hornie dno nádoby *b*, do ktorej mehom povetrie ženie sa, s tým rozdielom, že dierky v opačnom smere kosom stojac s predešými pravý uhol tvoria, ale jedna na druhú padnú. Ženieli sa povetrie do nádoby, musí sa následkom povstalej složky ploska krútiť, čím prúd pretrhuje sa a síce pri jednom obkrutu plosky toľko ráz, koľko dierok má. Na šrôbe pripravený čítací stroj udáva množstvo otočení za sekundu a tak i číslo práve povstávajúci tón tvoriacich rázov čili otrasov. *Savartova* siréna ozubená. *Accordova* siréna *Opelt-ova*.

Obr. 122.

**Monochord-samostrun.**

Obr. 123.



Nachodíli sa natiahnutá struna v stálych transversálnych otrasoch, vydáva tón svoj základní. Dĺžka struny rovná sa polvne tónu. Okolnosti od ktorých výška tónu závisí dajú ukázať sa na *samostrune*, prístroji z asi 1^m dlhej, úzkej, z tenkých doštičiek urobenej kasničke *A*, na ktorej struna pomocou zlomeného sochora *a* a na ňom, stá na minciери zavesenej hruške, tiaháť sa dá. Dĺžka struny mení sa pomocou kobyľky, ktorá na podelenej kolaji hore dolu pohybovať sa dá.

Na samostrune pozorujeme nasledujúce zákony:

- Pri ostatne rovných okolnostiach stoja otrasové čísla dvoch tónov v pomere druhých koreňov z natiahnutia, $N: n = \sqrt{p}$; $\sqrt{P, a}$.
- v opačnom pomere zdĺžok jich strún, $N: n = L: l$. Pri zmene strún ale stoja otrasové čísla dvoch tónov:
- v opačnom pomere priemerov strún, $N: n = r: R, a$.

d. v opačnom pomere druhých koreňov z jích špeciálnych váh, N
 $n = \sqrt{s} : \sqrt{S}$.

Pomocou určitej hláskovice \bar{c} a samostruna (diaspason) určuje sa číslo otrasové absolútne dľa: $256 : n = l : L$, pomerná výška tónov ale dľa $n : N = l : L$.

§. 77.

Diatonická stupnica. Z predešlého vysvitá, že tónov nezčíselné množstvo jestvuje. Porovnáme tóny medzi sebou, najdeme, že niektoré z nich spoluzvučiac uchu nášmu lahodia, *súzvučia* (súzvuk, Consonanz), druhé zase dojem viac menej neprijemný tvoria (*nesúzvučia*, Disonanz). Viac súzvučných tónov spolu voláme *accordom*. Najsúzvučnejší accord už od nepamäti známy povstáva, keď čísla otrasové v pomere $1 : \frac{5}{4} : \frac{3}{2} : 2$ stoja, prvý volá sa tónom základným, druhý terciou, tretí quintou a štvrtý oktávou, pomery tieto vždy ďalej opakujú sa tak, že oktáva zase za základ sa berúc svoju terciu, quintu a oktávu má. Známosť týchto pomerov viedla ku zostavení *diatonickej stupnice*, ktorá 8 tónov obsahuje; bo keď vezmeme tón $\frac{5}{4}$ za základ a hľadáme k nemu quintu z úmernosti $1 : \frac{3}{2} = \frac{5}{4} : x$ dostaneme tón $\frac{15}{8}$ septimu. Hľadáme accord ku tónu $\frac{3}{2}$, bude vynajdený tón $\frac{15}{8}$ čili septima jeho terciou a ($1 : \frac{3}{2} = \frac{3}{2} : x$; $x = \frac{9}{4}$) $\frac{9}{4}$ jeho quintou; znížimeli pomer $\frac{9}{4}$ do našej oktavy dostaneme tón $\frac{9}{8}$ čili sekundu. Hľadáme accord, v ktorom octáva 2, čo quinta prichodí dostaneme za základní tón quartu stupnice $\frac{4}{3}$ ($x : 2 = 1 : \frac{3}{2}$); hľadáme ku tónu $\frac{4}{3}$ terciu dostaneme ($\frac{4}{3} : x = 1 : \frac{5}{4}$) tón $\frac{5}{3}$ čili sextu stupnice. Týmto spôsobom vyvinula sa nasledujúca rāda tónov čili tak zvaná *diatonická stupnica*:

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

Vzdialenosť jedného tónu od druhého volá sa *intervalom* a dá sa najst, keď pomerné číslo vyššieho tónu nižším delíme tedy:

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

$$\text{intervalla } \frac{9}{8} - \frac{10}{9} - \frac{16}{15} - \frac{9}{8} - \frac{10}{9} - \frac{9}{8} - \frac{16}{15}$$

Intervalla $\frac{9}{8}$ a $\frac{10}{9}$ voláme intervalla celých, intervall $\frac{16}{15}$ ale intervallom pol tóna. Len toto postupovanie tónov poskytuje uchu úplné uspokojenie. Z tohoto vidno, že voľba tónov stupnice diatonickej neni ľubovoľná. Všetky pomery, ktoré vyše 2 a pod 1 padnú sú len opakovanie hore-udanej stupnice vyššieho alebo nižšieho stupňa.

Pri vyvíňovaní stupnice diatonickej dostali sme tri accordy $\frac{5}{4} : \frac{3}{2} : \frac{15}{8}$ — $\frac{3}{2} : \frac{15}{8} : \frac{9}{4}$ a $\frac{4}{3} : \frac{5}{3} : 2$. V prvom z nich je tón $\frac{3}{2}$ terciou ku tónu $\frac{5}{4}$, hľadáme pomer týchto tónov, dostaneme $\frac{6}{5}$ ($\frac{3}{2} : \frac{5}{4} = \frac{6}{5}$), ktorý pomer *malou* terciou zovieme. Hore uvedenú stupnicu zovieme *durnou* (Durscala) naproti stupnici *molnej* (Mollscala), v ktorej miesto veľkej tercie $\frac{5}{4}$ malá tercia $\frac{6}{5}$ prichodí; accord $\frac{5}{4} : \frac{3}{2} : \frac{15}{8}$ je tedy molný, ostatnie sú durné.

Bereme postupne každý tón stupnice diatonickej za základný a hľadáme k nemu zodpovedajúci durný a molný accord, potrebujeme ešte päť tónov, ktoré medzi hore udané padnú a poltónami sa zovú. Tým činom dostaneme *stupnicu chromatickú*

$$1 : \frac{16}{15} : \frac{9}{8} : \frac{6}{5} : \frac{5}{4} : \frac{4}{3} : \frac{64}{45} : \frac{3}{2} : \frac{8}{5} : \frac{5}{3} : \frac{16}{9} : \frac{15}{8} : 2$$

c cis d dis e f fis g gis a ais h c, a pomenúvame tóny té pod nimi napísanými písmenami. V hudbe značia sa celé tóny bodkami (notami) dľa polohy na notovej sústave, ktorá z piatich rovnobežných primok pozostáva, sa lišiacimi. Poltóny označujú sa predloženým krížikom alebo *b* dľa toho či tón zvišuje alebo znižuje sa Cis volá sa aj malou sekundou, dis malou terciou atď. Vsúvame medzi celé tóny po dva štvrttóny k. p. medzi c a d, cis a des, medzi d a e, dis a es atď. dostaneme *stupnicu enharmonicnú*, pomocou ktorej accordy z každého tónu úplnejšie brať možno.

Ponevadž na znižone a hudbe vo viac oktávach sa pohybujúcej, keď ku základnému tónu C (contra c) 12 quint

$$\underline{C}, \underline{G}, \underline{D}, \underline{A}, e, h, \overline{\text{fis}}, \overline{\text{cis}}, \overline{\text{gis}}, \overline{\text{dis}}, \overline{\text{ais}}, \overline{\text{f}}, \overline{\text{c}};$$

dľa *quintového* pomeru $\frac{3}{2}$ hľadáme, 12-ta quinta so 7. oktávovou splynie, v skutku ale 12 quinta $(\frac{3}{2})^{12} = 129,98$, 7-ma ale oktáva $2^7 = 128$ otrasov robia a tak tedy rozdiel 129,98 : 128 (pythagorovo komma) povstáva, zavrhla praxis oné prirodzené pomery, z ktorých rozdiel ten povstal, a rozdelila intervalla na 12 čiastok rovnomerne (*temperovanie tónov*), tak že

$$c \quad cis \quad d \quad dis \quad e \quad f \quad fis \quad g \quad gis \quad a \quad ais \quad h \quad \overline{c}$$

$$1 \quad 2^{\frac{1}{12}} \quad 2^{\frac{2}{12}} \quad 2^{\frac{3}{12}} \quad 2^{\frac{4}{12}} \quad 2^{\frac{5}{12}} \quad 2^{\frac{6}{12}} \quad 2^{\frac{7}{12}} \quad 2^{\frac{8}{12}} \quad 2^{\frac{9}{12}} \quad 2^{\frac{10}{12}} \quad 2^{\frac{11}{12}} \quad 2^{\frac{12}{12}}$$

otrasov robia. Kde k. p. f by prirodzene 1,3 otrasov robiť malo robí pri rovnomernom temperovaní 1,3348... otrasov. atď. Mojm' zdaním odchyl tento prirodzený 12-tej quinty od 7-mej oktávy prírode za chybu pokladať nemožno, no nemožno i prírodu do uzunkých hraníc temperovania bez straty na účinku vmiestniť. Dľa môjho presvedčenia slúži pythagorovo komma ku označeniu rázu jednotlivých melodií, ktoré tým na viac

tried sa rozpadajú a, že komma toto hneď na jeden, hneď na druhý tón (ale nikdy nie na všetky, a rovnomerne) sa prenáša ráz svoj podávajú. Pre túto príčinu fortepian pre každý druh melodie, ktorých hlavních asi 10—12 bude inak ladiť nádobno.

V každej melodii panuje v postupe tónov aj jistý poriadok ohľadom jich trvania k. p, 2, 1, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$ sekundy, ktorý *taktom* zovieme. Spojenie taktov dáva *rhythmus* melodii. Najhlbši v hudbe prichádzajúci tón je nízke C s otrasovým číslom = 16, potom tedy contra C = 32; C na

violoncello = 64; c = 128; $\overset{\equiv}{c}$ = 2048. Najvyšší tón na znione je $\overset{\equiv}{a}$ = 3072. Struny violona sú E, A, D, G; violoncella C, G, d, a; violy c, g, \bar{d} , \bar{a} ; husiel g, \bar{d} , \bar{a} , \bar{e} . Objem hlasu spevaveho $3\frac{1}{2}$ oktávy, bass od F — c, tenor od c — f; alt od g — \bar{d} ; sopran od c — \bar{g} .

Pomery diatomickej stupnice dobre na *samostrune* pozorovať možno, ponačť čísla otrasové v opačnom pomere ku dĺžke struny stojí. Polstruna dáva oktávu celej čili základného tónu, $\frac{2}{3}$ struny quintu $\frac{3}{2}$; $\frac{4}{5}$ struny terciu $\frac{5}{4}$ atď.

Najobyčajnejšie tvoríme tóny skrze stále otrasy pružných telies, ktoré keď len v jednom rozmere hlavne sa rozprestierajú *strunami*, *týkami*, keď ale vo dvoch *zvonami*, *bubnami* atď. sa zovú.

§. 78.

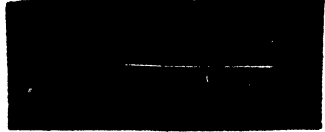
Otrasy strún u pružných prútov. Struna a pružný prút môže otrásť sa popriečne, ako sa to obyčajne deje, ale i pozdĺžne keď k. p. pozdĺž struny kliešťami ťaháme, alebo sklenenú, drevenú trubicu po zdĺžine kolofoniou natretým súknom ťucháme. Tieto otrasy vydávajú neprijemný, škripavý zvuk. Struna natiahnutá otriasa sa z boka na bok, no otrasy tieto môžeme považovať za výsledok kríženia sa z jedného i z druhého konca idúcich vln, pri čom dva *uzle* v bodoch upevnenia struny povstávajú.

Podeltmeli strunu (na monochorde) na niekoľiké (aliquot) diele a v prvom ju priláčajac čiastku tú do otrasov dovedieme zdeluje sa vlna aj ostatným čiastkam, a na druhom konci sa odraziac privede celú strunu do stálych otrasov, pri čom sa struna na čiastky delí a *uzle* povstávajú. Tóny takýmto delením povstale volajú sa tóny harmonické vyššie čili *flageoletné*. O uzloch presvedčíme sa na monochorde, keď pozdĺž celej struny, tenké zohnuté papieriky navešiame. Na bruchách poodskakujú zosťanú naproti tomu na tichostojacich uzloch. Harmonické tóny vyššie dá každá hrubšia struna k. p. G na husloch pri odzníevaní; počujeme totiž nie len jej

tón ale i jej oktávu, quintu a druhú oktávu, struna tá odznievajúc samovolne na niekoľikaté čiastky podelila sa. Aeolova harfa. Zmena náteplia mení dĺžku struny a tak i tón; na drobové struny aj vlhkosť vplýva, ponevadž sa pri rastúcej vlhkosti sťahujú.

Pružné transversálne otriasajúce sa prúty, môžu byť na oboch koncoch slobodné, na jednom alebo na oboch koncoch upevnené. Na oboch koncoch slobodný prút musí najmenej dva uzle mať, bo by bez uzlov nebol upevnený, a okolo jedného by sa točil. Konce otriasajúce sa sú asi polovic tak dlhé, ako vzdialenosť uzlov (Obr. 124).

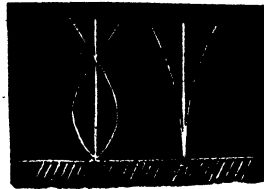
Obr. 124.



Na jednom konci upevnené prúty otriasajú sa bez a z uzlami dávajúc v poslednom páde tóny harmonické vyššie (Obr. 125).

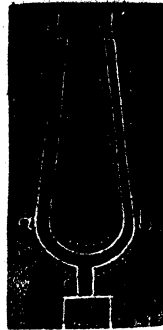
Obr. 125.

Číslo otrasovie rastie v tej miere, v ktorej štvorec zdĺžky prúta ubýva (hracie stroje). Kaleidophon, Lissajous-ove obrazce. Longitudinálne otrasy prútov dávajú tóny neharmonické.



Hláskovica (Stimmgabel) je ohnutý na oboch koncoch voľný prút ocelový (Obr. 126). *a* a *b* sú uzle, ktoré pre ohnutosť bližšie stoja, než pri prútoch primých. Hláskovica uživa sa ku udaniu jedného a tohože tónu, v hudbe tónu \bar{a} , ktorý v Berlinskej opere 437, v Parížskej 424, dľa nového zjednotenia ale 440 otrasov za sekundu robí. Pri ladení, čili uvádzaní nástroja hudobného v zodpovedajúci pomer tónov, pri prácach akustických vôbec hláskovice s veľkým prospechom sa npotrebujú.

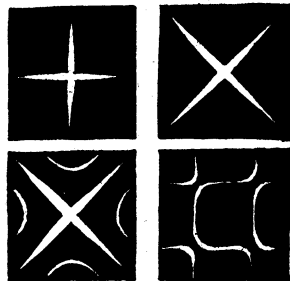
Obr. 126.



§. 79.

Zvučiace plosky tvoria takže uzle. Upevni-
meli plosku sklenenú alebo mosadzovú na jistom mieste, na druhom ale zatiahneme bičkom, bude znieť. Keď sme ju prv ale posypali drobným pieskom shrnie sa tento na úzle čím *obrazce zvukové Chladny*-ho (Obr. 127) povstávajú. Bod v ktorom je ploska upevnená musí pravda v uzelnici ležať, naproti tomu tvorí miesto, kde sme bičkom ťahali brucho.

Obr. 127.



Rozličným tónom zodpovedajú rozličné zvukové obrazce. Čím tón vyšší, tým je obrazec složenejší a na opak. Semenom lycopodia posypané obrázce ukazujú opak predešlého, bo toto násľadkom vlivu povetria na bruchách shromažďuje sa.

Zvony otriasajú sa tak jako kruhové plosky, uzle tvoria sa v sústredných kruhoch alebo delí sa zvon na výsečiny. Kože (bubon) môžu sa uzľami alebo bez uzľov otriasať sa.

§. 80.

Povetrie dá sa k otriasaniu doviest, keď je v priestore uzavreté. Otrasy povetria sú longitudinálne a povstávajú postupným shustovaním a zredovaním sa povetria. Toto ale zapričiňuje sa 1. otrasaním nejakého pevného telesa (jazyčok v piskoru, hláskovica pred trubicom), 2. horením plameňa v trubici, ktorý vlivom povstaleho prievanu do otrasov prichádza (chemická harmonika *), 3. lomením sa ostreho prúdu povetria na ostrej hrane (pišťale organové, flauta), 4. vhodným duchaním povetria do trubice (truby, rohy) atď.

Nástroje piskorové. Podstatné čiastky týchto nástrojov sú Obr. 128. piskor *a* (Obr. 128) malá to pružným jazyčkom opatrená trubica, *a* truba samá *b*, v ktorej piskorom do otrasov privedené povetrie sa otriasa. Povsalý tón je nie ani tón piskoru ani tón trube zodpovedajúci lež skladá sa z oboch. Krátka truba len málo mení tón piskora. Keď sa truba dľži níži sa tón, nízenie deje sa až po oktávu, keď je truba postupne až na zdľžku zodpovedajúcej vlny dlhá, potom skočí tón na tón pôvodný, pri ďalšom dľžení zníži sa tón o quartu, skočí zas na pôvodný, pri ešte ďalšom dľžení zníži sa o terciu. Z toho vidno, že tón menej nížuje sa než truba rastie. Sem patriace nástroje sú, klarinet, hobe, gäjdy, atď. Chemická harmonika vo všetkom zákony piskorových píšťal nasleduje.

Ústroj hlasový zodpovedá vcele píšťale piskovovej, ktorej jazýček, hlasovými páskami v hrtane zastúpený je. Tého pásky môže človek viac menej natiahnuť a tak rozličné tóny vydávať. Isté základné tóny dávajú súzvučiac so svojimi harmonickými vyššími tónami harmonickými samohlásky, pri čom dutina ústna svoj vlastný ton má (pre u má f, pre

*) Vidz Poggenau. CXXVII S. 583 Zoch: Zur Kenntisz der Cch. Harmonika.

o — b¹, pre a — b² atď. Samohlásky dávajú s nezvučným v dutine ústnej povstávajúcím šuchotom spoluhlásky. Helmholtz-ov vokalaparát.

Píšťale obecné (Obr. 129) pozostávajú z trubice ústami a hrklom opatrenej. Prúd povetria ženie sa na ostrú hranu a zapričiňuje otriasania sa povetria v trubici. Výška tónu závisí hlavne od zdĺžky píšťali, keď síce aj hrúbka ba aj látka, ktorá ale neotriasa sa vplyv má. Zakrytá pyštel dáva oktávu otvorenej, bo vlna na dne sa odrážajúca dvaráz dlhšou stáva sa. Na flaute mení sa dĺžka otriasajúceho sa povettrného stĺpu klapkami a dierkami.

Aj tekutiny dajú sa pomocou sirény do otrasov zvuk vydávajúcich doviesť.

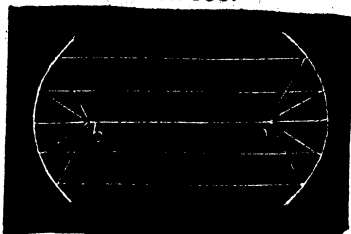
Chytrá zmena náteplia privádza telesá takže do zvučiacich otrasov. Trevelijan-ov teploznej. Meamonov stĺp.

Mnohé telesá alebo tenkými stenami uzavreté povetrie zne uím druhých telies k zneniu priviesť sa dajú, soslilňujúc (hlavne vtedy, keď by zaejúc sami ten istý tón vydávali) tón týchže telies. Úkaz tento voláme *parmením* (Resonanz) a nachodíme ho temer pri všetkých hudobných nástrojoch upotrebený.

§. 81.

Odraz zvuku. Zvuk odráža sa dľa zákonov odrazu. Nachodíme Obr. 130.

díli sa zvučiaco teleso v ohnisku zrkadla (vidz svetlo) a odrážajú sa papršky rovnobežne. Zrkadlo protivné sbiera jích zase v ohnisku b, kde dojem zvuku je najväčší. Pomocou odrazu opakujúci sa zvuk zovieme *ozvukom*, keď s pôvodným zvukom splýva, naproti tomu *ozvenou* (echo), keď sa

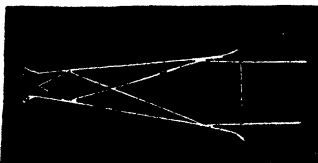


zvuk v jednej alebo viac sylabách opakuje. Ucho naše pojíma za sekundu len 8—9 dojmov zvukových. Cesta zvuku za $\frac{1}{9}$ sekundy je $1038:9 = 115'$, a ponevadž odrazený zvuk cestu k odražacej stene a nazad koná, musí stena aspon $58'$ od ucha vzdialená byť. Pri stenách bližšie postavených povstáva ozvuk. Ozvena pri štrbskom plese, na zámku Muráňskom, v Adersbachu v Čechách (7 sylab) atď. Dyonysovo ucho. Petrova kaplica.

Zvuk odráža sa aj na oblakoch, odtial ono opakujúco sa dunenie a rachotonie hromu.

Na odraze zvuku zakladá sa *hlásna iruba* (Obr. 131) (Sprachrohr).

Obr. 131.



Vlny zvuku odrážajú sa od stien a vychádzajú po hromade v smeru temer rovnobežnom pôsobia do veľkej dialky. *Stuchadlo* (Obr. 132) *sostredňuje* naň dopadajúce vlny zvukové, aby tieto v uchu väčší dojem urobili.

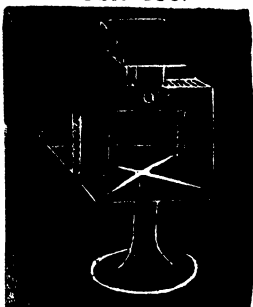
Obr. 132.



§. 82.

Križlenie čili interferenciu vln zvukových dokážeme pomocou dvojramenej na vrchu širšej mechúrom potiahnutej trúby *a* (Obr. 133). Držíme trúbu túto nad rovnotodne otriasajúce sa bruchá plošky *b*, povstane v trúbe *sosilnenie* sa vln cez obe ramená idúcich a na hornom mechúre *nasypáný piesok* bude sa *otriasati*. Keď ale ramená trúby nad *protivodobno* *otrasajúcimi bruchami* sa *nachodia*, *piesok* zostane *ticho*, *protivné vlny* v ramenách *zničily sa*.

Obr. 133.



Dopadajúci do ucha dva tóny, z ktorých jeden *m*, druhý *n* *otrasov* robí, *splynie každý mty* *otras* prvého s *ntým* druhého a tak počujeme v *jistých časodieloch* *tón am*, a zase *an* *otrasový*. Keď ale *počet splynov (a)* je *dostatočne veľký* počujeme ešte i *tón a* *otrasový (kombinačný)*, v *opačnompáde* ale *len jednotlivé dorazy oných splynov*.

§. 83.

Ucho. *Ponímanie*, a *pozorovanie zvuku stáva sa uchom*. *Zovnútorne* *ucho* *zdeľuje* *otrasy* *bubienku* *odkiaľ* *cez* *viac* *ušných* *prázdnych* *kostí* (*kladivo*, *nákova*, *strmeň*) *k* *oválnemu* *oblôčku* *bludišta* *idú*, *v* *ktorom* *hlavne* *v* *slimačnici* *ušní* *čuv* *sa* *rozprestiera*. *Krem* *toho* *ide* *druhý* *zvukod* *cez* *okruhly* *oblok* *v* *bludištu*, *pomocou* *ktorého* *aj* *vtedy* *ešte* *počuť* *možno*, *keď* *by* *prvá* *cesta* *porúchaná* *bola*. *Bludište* *je* *naplnené* *sluchovou* *vedou*, *v* *ktorej* *konce* *čuvu* *slaby* *plávaly*.

V. Oddiel.

O svetle (Optika).

§. 84.

Pôvod svetla. Vysvetľovanie úkazov svetla zakladá sa na podmienkach, pokiaľ dosiaľ pravých príčin vypátrať možné nebolo. Dve podmienky významu si dobyly, prvá *theoria výronu* (Emissions—, Emanationstheorie) tvrdí že je svetlo jisté vyplývanie a rozširovanie sa drobných častíc nejakej svetlej látky, ktorú svietiace teleso v sebe má, na spôsob rozširovania sa vône. Druhá ale *theoria vlnenia* (Undulationstheorie) hľadá pôvod v otrásavom a vlniacom sa pohybu, nejakej podmienočnej *etherom* zvanej látky, ktorú svietiace teleso pohybuje. Ether je dľa tejto theorie látka *nesmierne pružná, rozširovateľná, jemná, nevažiteľná, v celom vesmíru a vo všetkých telesách rozšírená*, ona *lne* ku časticiam telies a pozbýva tak veľkej svojej pružnosti čím pohyb opožďuje sa. Pohyb tento vlnový postupuje i do oka a pôsobí na sieťnicu jistý dojem, ktorý videním voláme. Svietiace telesá zapríčínujú svojím pohybom, pohyb etheru. Častice jeho otriasajú sa *popriečne (transversal)* t. j. kolmo na smer postupu. Jich otrasy pozdĺžne sú nepatrné a nepríjda do ohľadu.

Telesá *osvetlené* privádzajú ether len vtedy do otrasov, keď sa v nich ether následkom dopadania na ne otrasov z telesa svietiaceho pohybovať začal. *Priezračné* telesá dovolujú etheru aj v svojich póroch otriasať sa a pohyb skrze ne ďalej zdelovať. Dejeli sa zdelovanie to zkrze teleso len čiastočne, voláme ho *priesvitavým* (durchscheinend). Ostatnie telesá ale ničia pohyb otrasový etheru v póroch, pokiaľ následkom veľkej prilnavosti pružnosť jeho mizne a volajú sa *nepriezračné*. Kde nieto otrasov etherových, t. j. kde ether v pokoji sa nachodí, tam je *tma*; keď pohyb ten je malý *šero, tieň, tvoňa*. Smer postupu je *primočiarný* a volá sa *papršlek, lúč*. Keď je ether na všetky strany okolo svietiaceho telesa rovnomerne hustý a pružný, postupuje pohyb *rovnomerne*, v opačnom páde *nerovnomerne*.

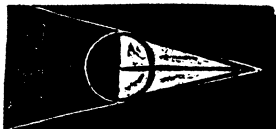
Pôvodca theorie výronu bol *Descartes* (r. 1640) a prišiel na ňu následkom odrazu, mysliac, že hmotné svietiace častice v rýchlom pohybu stojac odražajú sa. Ďalej vyvinul theoriu tú slávny *Newton* (1704). Lež theoria táto nebola vstave všetky úkazy dostatočne vysvetlíť, čoho násled-

kom padla a theoria undalacie nastúpila, ktorá nie len, že všetky úkazy matematický vysvetlila, no i nové ešte neznáme počtom vynajšla a tak pravdivosť svoju potvrdila. Zastupovatelia theorie výronu boli *Biot* (1816) a *Laplace* (1809). Na základe názoru *Aristotelesa*, že videnie povstáva pohybom priezračného prostredia medzi okom a viditeľným telesom, vyvinul Holanďan *Huyghens* (* 1629 † 1695) *theoriu vlnenia*. *Euler*, *Young* (1800—1803), *Fresnel* (1815—1822), *Cauchy* (1836), *Fraunhofer*, *Herschel*, *Airy*, *Arago* a. j. vyvinuli *theoriu vlnenia úplne*. *Enke* pripisuje ubývanie *tangentnej síly* na ním objavenej *vlasatici odporu étheru*. *Chvost vlasatic* takže odporom étheru povstáva, ktorý veľmo jemnú látku *vlasatic hatí*. Účinky chemické svetla dlho *theoriou undulácie vysvetloval nedaly sa*, no *Arago* ukázal, že na miestach, kde *križliace vlny ničia sa chlorid striebornatý* (Ag Cl.) *nezčerneje*.

§. 85.

Postup a rýchlosť svetla. V prostred úplne rovnomorej látky postupuje svetlo *primočiarnne*. Videnie deje sa tedy tiež *primočiarnne*. Cez ohnutú trubicu navidíme.

Obr. 134.



Cez tri malé otvory vidíme svetlo len vtedy, keď v prímkke stoja. Ponevadž svetlo *primočiarnne* postupuje, nemôže *vniknúť do priestoru za telesom* nedostatok svetla úplný (tma), alebo *čiasťotčný* — *plný a polotien* (tvoňa). Vychodiloli svetlo z jedného bodu povstane *tieň plný* (obr. 134), keď ale svetlo z viac bodov vychodilo povstane *v o a s tieň plný*, okolo ale *polotieň* (Obr. 135).

Obr. 135.



$$\text{Zdĺžka tieňu} \left(l = \frac{E r}{R - r} \right)$$

zeme našej = 185760 mil. ($R = 112r$, $r = 860$ mil, $E = 23984$ r).
Zatmenie sluca a mesiaca. Obrazy tieňové. Tieň vo výkresoch a obrazoch.

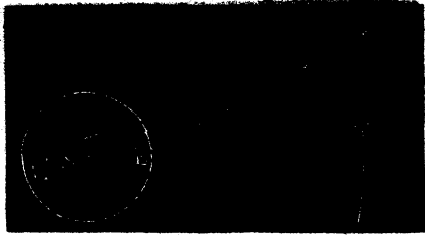
Rýchlosť svetla je tak veľká, že ju dlho ani merať vstave neboli. Dnes máme trojaký spôsob ku meraniu rýchlosti svetla. Dánsky hvezdár *Olof Römer* (1675) vypočtoval prvý rýchlosť svetla z opozdievania sa zatmení mesiacov Jupiterových.

Každý z mesiacov Jupiterových (Obr. 136), musí po čas svojho obehu raz do tieňu Jupiterovho prísť, tedy zatmiť sa. Jeli zem práve medzi slncom *S* a Jupiterom *J* v *E*, stáva sa *zatmenie me-*

siaca M o 16 minút 26 sekúnd *prv*, než keď je slnce medzi zemou E' a Jupiterom. V prvom páde je zem najbližšie, v druhom najďalej od Jupitera. Rozdiel medzi touto a onou vzdialenosťou

Obr. 136.

obnáša 41364000 míl. Olof Römer vysvetloval, že oné opozdenie $16' 26'' = 986''$ tým povstáva, že svetlo k prejdeniu vzdialenosti EE' istý čas potrebuje, t. j. že prv dorazí, keď



sa zem v E a pozdejšie keď sa v E' nachodí. Delením rozdielu tejto vzdialenosti časom opozdenia ($41364000 : 986 = 41951$) dostaneme rýchlosť svetla, bez mála 42000 míl za sekundu. Čím bližšie stojí zem k Jupiterovi, tým menšie je opozdenie zatmenia, t. j. tým skorej príjde svetlo, z toho vysvitá, že svetlo postupuje *rovnomernou* rýchlosťou. Zo slnca potrebuje svetlo k nám $8' 13''$.

Druhý spôsob určovania rýchlosti svetla zakláda sa na *aberrácii* (úchylku) súhvezdí, ktoré zdánlivé (pre pohyb zeme našej) do roka pravidelne v elipse sa pohybujú. Tretí spôsob je pozemský, dômyselným *Fizeau*-om vynajdený. Týmže spôsobom aj rýchlosť postupu svetla vo vode merať sa dá. Rýchlosť svetla vo vode má sa ku rýchlosti v ovzduchu jako 3 : 4, čím výrazstvo *theorie* vlnenia rozhodnuté bolo. *Fizeau* obdržal priemernú rýchlosť ovzduchu 41674 míl za sekundu.

§. 86.

Svetlosť. Myslíme si zo svietiaceho bodu vlny vystupovať, rozdeľuje sa svetlosť vždy na väčšiu a väčšiu plochu guľovú a preto bude jich svetlosť tým menšia čím väčšie oni, a tak $S : s = 4r^2 \pi : 4R^2 \pi$, $S : s = r^2 : R^2$ t. j. svetlosti ubýva v štvoročnom pomere vzdialeností od svietiaceho bodu.

Dopadajúci paprsky na plochu kolmo, má ona najväčšiu svetlosť, bo každá druhá týmito paprškami osvietená a naklonená plocha je väčšia, to isté svetlo na väčšiu plochu rozdelené a tak svetlosť menšia. Čím menší uhol dopadajúcich paprškov (φ) na plochu, tým slabšia svetlosť. ($S = s \sin \varphi$).

Obr. 137.

Zákon že svetlosti v štvoročnom pomere vzdialenosti ubýva, uživa sa ku meraniu *ostrosti svetla* (Lichtintensitact). Prístroje ku meraniu ostrosti svetla vola-

jú sa *svetlomery* (photometer). Najjednoduchjší je svetlomer *Bun-senov*, pozostávajúci z rozdelenej kobiliny, na ktorej krúžok papie-

Obr. 138.



rový *a* s masťou tedy prievitavou škrvnou sa nachodí. Svetlá, ktorých pomer ostro-
stí určiť chceme stojá na o-
boch koncoch kobiliny (Obr.
138). Krúžok pohybujeme na

kobiline medzi svetlami tak dlho, až škrvnu nevidíme, t. j. až cez
ňu prechádzajúce a na ňu dopadajúce svetlo je rovnej ostro-
sti.

Z pomeru štvorcov vzdialeností svetiel od krúžka vynajdeme
pomer, alebo keď sme jedno svetlo za jednosť vzali, veľkosť estro-
sti daných svetiel. Počas zkušky každé iné svetlo zamedziť nutno,
Slniečne svetlo rovná sa 600 voskoviciam, horiacim vo vzdialenosti 1'.
Horčikové svetlo je 525 ráz slabšie než slnečné. Svetlomery *Rumfordov*
a *Ritchieov*. Na onom porovnáva sa ostrosť dľa plošti tieňu, na tomto
dľa osvetlenia zrkadla.

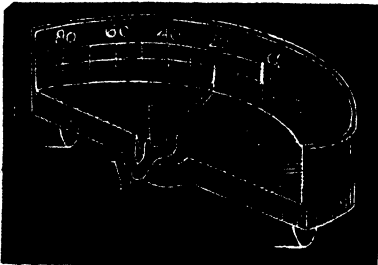
§. 87.

Odras svetla (Katoptrika).

Keď papršlek na nejaké teleso dopadá, prechádza cezeň, (prie-
zračnosť) stráca sa vňom (pohlcovanie svetla) a odráža sa na hrani-
čiacej ploche. Odras svetla deje sa ceľe dľa zákonov vlnenia t. j.
uhol dopadu rovná sa uhlu odrazu. Jeli plocha hladká, lesklá odr-
ráža papršleky vo veľkej miere a volá sa *zrkadlom*. Každým odrá-
žaním tratí sa istá čiastka svetla vnikajúce do telesa. Keď je povrch
telesa nepravidelný odráža sa i svetlo nepravidelne.

Bez odrazu nevideli by sme len telesá svietiace lebo osvetlené len
lým objavujú sa oku nášmu, že odra-
žené papršleky do neho dopadajú.

Obr. 136.



Ku dokázaniu zákona odrazu slú-
ži prístroj (Obr. 139) pozostávajúci z
ľubu polkruhového, v ktorom škára *a*
sa nachádza, cez túto dopadá svetlo
na zrkadielco *f* ktoré na pohyblivej v
stredobodu oblúka upevnenej rafike
B stojí. Ukazujeli rafika na stupeň 20,
vidíme obraz škáry na 40°.

Uhol dopadu je *a f* 20: odrazu 20 *f* 40.

§. 88.

Zrkadlá. Zrkadlom zovieme možno čo najhladšú plochu telesa (skla, tekutiny, kovu atď.). Ponevadž ale úplne hladkej plochy urobiť nemôžeme aj zrkadlo úplne paprškeky odrazaúco je zrkadlo

Zrkadlá sú buď *ploské* alebo *krivé*, z ostatných jedine *parabolické* (podduté a vyduté) do ohľadu padnú. Aby sme obraz svietiaceho bodu určiť mohli, značíme bod svietiaci (Obr. 140) s S , bod tento vysiela paprškeky na všetky strany, niektoré z nich dopadajú na zrkadlo AB , odrazia sa do oka nášho O . Oko prenáša polohu bodu S priamočiarne za zrkadlo do s a vidí tam zdánlive bod S . Obraz takýto volá sa *geometrickým*.

Spojímeli obraz s s bodom svietiacim S priamkou sS , uvidíme že je v ploskom zrkadle obraz tak ďaleko za zrkadlom ako je predmet pred zrkadlom, lebo $\triangle scA \cong ASC$, rovina dopadu a odrazu je tá istá, $\sphericalangle SCA = scA$, $\sphericalangle SAC = SAC$ pravý a AC spoločná. Obr. 141.

Aby sme polohu obrazu predmetu SS' (Obr. 141) určili, potrebujeme len obrazy hraničiacich bodov S a S' určiť. Tieto padnú do s a s' , obraz bude tedy tak ďaleko za zrkadlom, ako predmet pred zrkadlom, obraz bude priamy, ohľadom prava a ľava ale obrátený.

Zbližujeli sa zrkadlo rovnobežne ku predmetu, pohybuje sa obraz dvaráz rýchlejšie než ono.

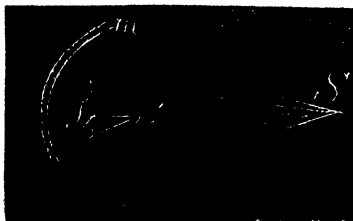
Krútimeli zrkadlo kolo osy v ploche zrkadla ležiacej, bude uhol, o ktorý sa obraz pohl dvaráz väčší než uhol, o ktorý sa zrkadlo otočilo. Na tomto zakladá sa *Hadley-ov sextant*, prístroj pomocou ktorého sa uhol dvoch predmetov k. p. hviezd určuje, keď je podstava, ako k. p. na lodi, pohyblivá. Medzi dvoma pod uhlom naklonenými zrkadlami ukáže sa jeden predmet viacrás. *Krasohlád* (Kaleidoskop). *Helioskop* je prístroj pomocou ktorého sa svetlo odrazom v ľubovoľnom smere viesť dá.

§. 89.

Zrkadlá guľovate sú buď *podduté* (concav) keď je vnútorná plocha, buď *vyduté* (convex), keď je vonkajšia plocha guľoviny zrcadliacou. Krem guľových zrkadiel majú zrkadlá *parabolické*, *valcovité* a *kuželovité* nejaké upotrebenie.

Pri zrkadle poddutom **rozoznávame stredobod geometrický c** ,
čili stredobod guľovosti, **osu optickú** t. j. prímku co , ktorá geo-

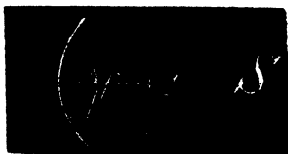
Obr. 142.



metrický stredobod s **optickým stredobodom o** , t. j. bodom v prostriedku zrkadla ležiacim spojuje, **otvor zrkadla**, t. j. veľkosť oblúku mn , **priemer zrkadla čili tetivu mn** .

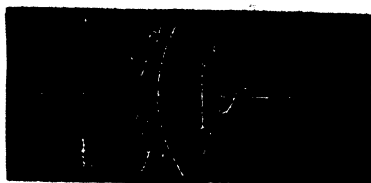
Aj pri poddutých zrkadlách odráža sa svetlo dľa zákona: uhol dopadu rovná sa uhlu odrazu, bo bod, v kto: **om** papršlek dopadá môžeme si myslieť za rovnu, polmer zrkadla je tedy **kolmicou** (Einfallslot). Papršlek dopadajúci v smere polmeru, tedy cez geometrický bod idúci dopadá kolmo. odráža sa tedy sám v sebe a volá sa **hlavním**, k. p. so. Dopadajúci papršky rovnobežne, za jaké papršky sľečné pre nesmierne veľkú vzdialenosť slnca a maličkosť zrkadiel považujeme, schádzajú sa v bode f (Obr. 143), ktorý **ohniskom** (Focus, Brennpunkt) voláme. Vzdialenosť ohniska od zrkadla rovná sa pol polmeru oc a volá sa **dialkou ohniskovou** (Focus - Brennweite). Na proti tomu z ohniska vychádzajúce papršky odrážajú sa rovnobežne. Zrkadlá podduté volajú sa i **spojnými** alebo **páliacími**, (Brennspiegel).

Obr. 143.



Ohľadom na odraz máme pri zrkadle poddutom tri pády a síce následkom nachádzania sa predmetu medzi zrkadlom a ohniskom, medzi ohniskom a geometrickým stredobodom a pred geom. stredobodom. $\left(\frac{1}{a} = \frac{1}{p} + \frac{1}{a}; \frac{ab}{AB} = -\frac{p}{p-a} \text{ vo VIII} \right)$. Obraz predmetu vynajdeme, keď z hraničiacich bodov hlavné a rovnobežné papršky ťaháme, kde tieto po odraze sa presekly tam povstáva jých obraz.

Obr. 144.



lom, geometrický, primý a zväšený.

a. Predmet nachodí sa medzi zrkadlom a ohniskom v AB (Obr. 144). Hlavné papršky AA' a BB' odrazia sa sami v sebe, rovnobežné AM a BN ale do ohniska, ponevadž sa ale rozbiehajú, preseknu sa len predĺžené v a a b , obraz ab bude tedy za zrkad-

b. Nachodili sa predmet medzi ohniskom a geometrickým stredobo-

dom AB (Obr. 145.) bude obraz *skutočný* (physický, ktorý na bielej ploche ulapiť možno) v ab , zväčšený, prevrátený, pred geometrickým stredobodom sa nachádzajúci.

Obr. 145.

c. Jeli predmet pred stredobodom geometrickým, bude obraz medzi ohniskom a geometrickým stredobodom, zmenšený, takže skutočný a prevrátený (Obr. 146).

Kde α jaký bude obraz keď je predmet v geom. stredobodu? Kedy bude obraz rovný predmetu? Kde je obraz, keď sa predmet v ohnisku nachodí?

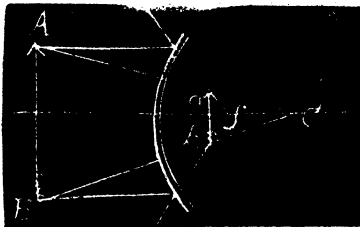
Obr. 146.

Podduté zrkadlá upotrebovávajú sa často v domácnosti, inak upotrebovávajú sa pri drobnohľadoch, ďalekohľadoch, k zapalovaniu a osvetľovaniu. Bývajú oni zo skla a kovu.

Vydaté zrkadlá tiež dľa týchže zákonov tvoria obraz, no ohnisko je tu len geometrické, a paprsky zdánlive z neho vychodiac rozptyľujú sa, preto nazýva sa zrkadlo vydaté aj *rozptilovacím*. Pri zrkadle vydutom býva obraz vždy za zrkadlom, tedy geometrický, prímý, a zmenšený, kde koľvek

Obr. 147.

by sa predmet nachodil, jako to (Obr. 147) znázorňuje. AB je predmet, c geom. stredobod, f ohnisko. Paprsky rozptilujú sa tvoria geometrický zmenšený, prímý obraz ab . Gule v zahradkách, hodinkové sklá sú zrkadlá vydaté.



Zrkadlá valcovité, kuželovité dávajú obrazy zpotvorené, zdĺžené rozšírené atď, môžu byť tiež pod- a vydaté. Obraz v novej lesklej ližici podáva podobný príklad. $\left(\frac{1}{\alpha} = -\left(\frac{1}{p} + \frac{1}{a}\right)\right)$, $\frac{ab}{AB} = \frac{p}{\alpha+p}$ vo VIII.)

Obyčajné zrkadlá sú zo skla na zadnej ploche amalgamou natreté (rtuť, cín a zinok), kovové zrkadlá robia sa zo striebra, a sliatin miedni, niklu, arsenu, cínu atď. Liebigove postriebrené zrkadlá.

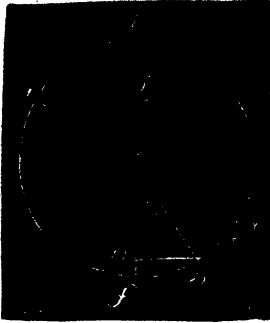
§. 90.

Lom svetla. (Dioptrika).

Keď paprsek svetlový z jedného prostredia do druhého prechádza, v ktorom má éther inú hustotu a tak i prúžnosť, mení sa

na hraničiacей ploche jeho rýchlosť, čím papršlek od pôvodného smeru sa uhne, uchýli. Toto uchýlenie voláme *lomením svetla*. O lomu

Obr. 148.



svetla presvedčíme sa pomocou nasledujúceho prístroja. Obr. 148 predstavuje blachový na prednej a zadnej ploche v chytovaným sklom opatrený bubník, do polovice vodou naplnený. Malým otvorom a , ktorý hore dolu na obvodě pohybovať dá sa vchodí papršlek, ktorý tak riadime aby do stredobodu padal. Bolali voda drobným kriedovým práškom zamútená, vidíme papršlek ďalej vo vode postupovať no nie v pôvodnom smere ale v odchýlenom, zlome-

nom *ob.* Lomený papršlek pohybuje sa v hustejšej látke pomalšie, v redšej rýchlejšie. Svetlo lomí sa tedy pri priechodu z látky redšej do hustejšej ku kolmici df , pri priechodu z látky hustejšej od redšej od kolmici. Uhol acd volá sa uhlom dopadu, uhol bcf ale uhlom lomu. Uhly tieto stojá pri dvoch a tých istých látkách vždy v nepremenniteľnom pomere. Pomer tento udávajú kolmé z a a b na kolmicu df zrušené primky keď sme vzdialenosti $ac = cb$ urobili t. j. za 1 vzali. Pomer tento volá sa *indexom lomu*, a značí sa s n , kolmé ai a bh volajú

sa *sínusy* uhlu dopadu α a uhlu lomu β , tedy je $n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$. (Vy-

vyňovanie vzorcú tohoto dľa theorie undulačnej vo VIII.) Pri pre-

chodu svetla z látky hustejšej do redšej platí vzorec $\frac{1}{n} = \frac{\sin \beta}{\sin \alpha}$.

Dopadali papršlek kolmo, je uhol dopadu = 0, a tak tedy i lomu 0, t. j. papršlek nelomí sa.

Už *Ptolemeus* v II stoloťi zaoberal sa lomením svetla, *Snell* (1615) pozoroval nepremennivosť indexu lomu pre tie isté látky.

Na lomu svetla zakladajú sa mnohé úkazy denieho života k. p.

Obr. 149.



Peniaz m v nádobe prázdnej na dne tak položený, (Obr. 149) že ho pre kraj vidieť nemožno, stane sa viditeľným keď do nádoby vody nalejeme. Papršleky ic lomiac sa, idu k peniazu m , oko naše v c ale prenáša jích do smeru prímociarneho n .

Peniaz ukáže sa zdánlive väčš

a vyššie. Len keď kolmo do vody hľadíme vidíme predmety na opravdovom jích mieste. Palica kosmo do vody zanorená ukáže sa hrubšia a zlomená. Strielanie a na osť lapanie rýb.

Ponevadž povetrie čím vyššie tým redšie je lámu sa papršky každej hviezdy a my vidíme hviezdu sblíženú nepravom mieste. Úkaz tento volá sa *hvezdárskym lomením svetla* (Obr. 150.) Keď hviezda nachodí sa v zenitu, vidíme ju na jej pravom mieste. Skákanie trblietanie hviezd zakladá sa na nerovnomernom lomení svetla následkom zmenenia sa vrstiev povetria.

Pri priechode svetla, trebars i cez tú najprieračnejšiu látku, odráza sa jedna čiastka na prednej a zadnej ploche, jistá čiastka ale tratí sa následkom prilnavosti étheru k časticiam telesa v ňom samom.

Pri priechode svetla z látky hustejšej do redšej (Obr. 151.) stane sa, keď uhol dopadu rastie, že uhol lomu bude 90° , papršlek lomený tedy v ploche hraničiacej zostane. V tomto páde volá sa uhol dopadu, *medzným uhlom* a obnáša pri priechode paprška z vody do povetria $48^\circ 27' 40''$.

Staneli sa uhol dopadu *fc b* väčším než je uhol medzný, nevychádza papršlek von ale lomí sa v látke, uhol lomu bude *h c d*. Úkaz tento volá sa, ponevadž papršlek v úplnej sile sa lomí neprave *úplným odrazom* (totale Reflexion).

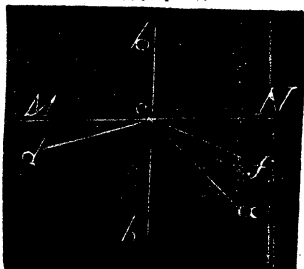
Úkaz úplného odrazu pozoroval najprú *Kepler* (1604). Vidíme ho, keď na hladinu vody v poháru kosmo zo spodku hľadíme, plocha ukáže sa jakoby kovového lesku bola. Na úkazu úplného odrazu zakladá sa mnoho úkazov, ako fata morgana, súženie obzoru potapáčovho, brieždenie a mrkanie a t. d.

Svetlo dopadajúco na teleso rovnobežnými plochami ohraničené prechodí jakoby sa nelomilo v tom jistom ale pôvodnému rovnobežnom smere (Obr. 152). Papršlek lomí sa v *b* ku kolmici, o toľko ale v *c* od kolmici a vychádza s pôvodným rovnobežne. Bolali doska, cez ktorú papršlek išiel len nepatrnej hrúbky vidíme predmet temer na tom jistom mieste, kde skutočne je.

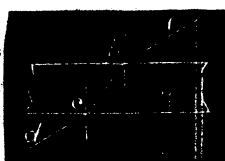
Obr. 150.



Obr. 151.



Obr. 152.



§. 91.

Lom svetla v hranolu trojstennom. Keď svetlo cez hranol trojstenný, ktorého prierez (Obr. 153) predstavuje, prechodí spatrujeme dva úkazy, predne *odchyl svetla*

Obr. 153.



a ďalej *rozklad svetla* (dispersio lucis), aby sme lom v hranolu lepšie si znázornili, považujeme každý úkaz osobyte.

Odchyl svetla. Na plochu CF hranola dopadajúci papršlek SA láme sa na rozhraní ku kolmici AD a prechodí do A , tu zase na rozhraní lomí sa prechodiac do redšej látky od kolmice v smere BS' , tak že oko v S' postavené svietiaci bod v S uvidí. Odchyl pôvodného smeru Ss a lomeného sS' tedy uhol $s'HS$ volá sa uhlom odchylu. Veľkosť odchylu závisí od veľkosti *lomiaceho uhla* φ , t. j. uhla, ktorý lomiacce plochy hranola tvoria; od lámavosti látky, z ktorej hranol urobený je, teda od indexu lomu a konečne od uhlu dopadu ρ . Odchyl tento je najmenší (minimum deviacie), keď prechádza papršlek smerom AB , vtedy sú i uhly na oboch rozhraniach rovné $\rho = \sigma$, $\alpha = \beta$. Jeli lomiaci uhol hranola na dol obrátený, lomí sa papršlek do hora, v opačnom páde naopak.

Index lomu dá sa v hranolu z uhla odchylu určiť. $\left(n = \frac{\sin \rho}{\sin \alpha} = \frac{\sin \frac{d + \varphi}{2}}{\sin \frac{\varphi}{2}} \right)$; ako určuje sa n dľa *Fraunhofer* $n = \frac{\sin \frac{\lambda + \mu}{2}}{\sin \frac{\varphi}{2}}$ vo VIII.)

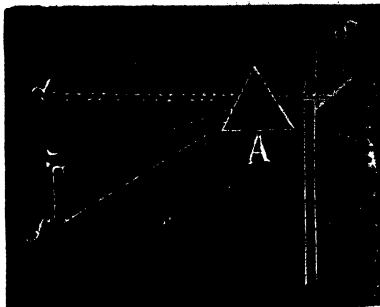
Index lomu tekutín a plynov určuje sa v hranoloch dutých, tenkými rovnobežnými sklennými ploškami ohraničených, ktoré na lom dľa §. 90. vlivu nemajú.

§. 92.

Rozklad svetla. Vpustíme malým okrúhlým otvorom b (Obr. 154). papršlek slnečný do tmavej izby, objaví sa na protivnej bielej stene, biely obraz otvoru d . Dopadáli ale papršlek ten na hranol A , ktorého lomiaci uhol je do hora obrátený, vidíme predne odchyl svetla, bo papršky v hranole sa lomiac utvoria dolu v ef obraz otvoru podlhý a čo viacej barevný. Tento barevný obraz voláme *vidmom hranolovým*. (Spectrum) Má on šírku obrazu prvotné-

ho, no zdĺžka jeho je vätšia a závisí od látky, z ktorej hranol pozostáva, jeho polohy a vzdialenosti steny. Vo vidmu vidíme z hora barvy: červenú, oranžovú, žltú, zelenú, jasno a tmavo belasú a fialovú. Barvy tieto volajú sa hranolovými, nasledujú vždy v tom istom poriadku, nie sú prísno ohraničené ale prechodia jedna do druhej a tvoria tak nekonečné množstvo bariev. Zachytíme barvy tieto pod dutým zrkadlom alebo spojnu čočkou tak, že v ohnisku spolu jedna na druhú padnú, dostaneme obraz biely. Prepustíme barvu niektorú ešte raz cez hranol, odchýli sa síce ale nezmení. Cely tento úkaz voláme rozkladom svetla.

Obr. 154.



Postavíme za hranol práve taký hranol ako bol prvý, ale lomiacim uhlom do dola spájajú sa barvy a papršlek vychádza ako by nelomený a biely.

Rozdelíme kruh biely na šesť častok a síce v tom pomere v jakom barvy vo vidme sa nachodia, tedy pre červenú 45° , pre oranžovú 27° , žltú 48° , zelenú 60° , belasú 100° , a fialovú 80° , zabarvime výsože príslušnými farbami a točíme onú kruh rýchle, aby dojmy v oku chytrý jeden na druhý nasledovali, vznikne následkom miešania sa bariev v oku dojem bieleho svetla, kruh vidíme biely.

Z povedaného vyplýva: že je svetlo slnečné složené z papršlekov rozličnej barvy, ktoré hranol vždy v tej istej rovine rozkladá. Papršky rozličných bariev majú rozličnú lomivosť, najmenej lomí sa červené najviac fialové. Barvy hranolové sú jednoduché, a dávajú spolu zase bielo svetlo.

Vidmo složené je z nesčíselných barevných obrazov slnca a preto je na stranách rovnobežné, hore i dolu zaokrúhlené. Bielo svetlo skladá sa z nesčíselných bariev. Bielo je tedy tak málo barva ako čierno, prvé je svetlo, druhé ale nedostatok svetla, ktorý povstáva tým, že teleso papršky pohlcuje a neodráža.

Hľadíme hranolom na predmet spadávajú vidmá bodov jedno na druhé a tvoria tak zase bielo svetlo, preto vidíme predmet cez hranol nebarevný, len jeho kraje sú barvisté.

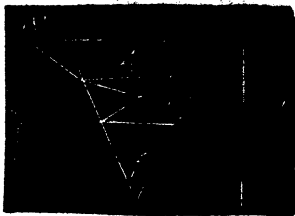
Jako vznikanie tónu z otrasov, tak aj vznikanie bariev z otrasov vysvetľujeme. Čím kratšie sú otrasy, tým kratšie i vlny svetlo fialové najkratšie, svetlo červené ale najdlhšie vlny, oné môžeme porovnať s vy-

sóky, toto s nízkymi tónami. Svetlo, ktorého vlny sú dlhšie, než červené alebo kratšie, než fialové oko naše nevidí, práve tak, jako ucho nečuje veľmy hlboké a veľmy vysoké tóny. Prechodom cez hranol a jiné látky mení sa rýchlosť svetla červeného jinak, než fialového, preto sa oné menej, toto viac odchýli, rýchlosť postupu červených papršlekov je najväčšia, fialových najmenšia.

Máli byť vidmo zreteľné musí byť hranol z čistého skla, jeho lomiaci uhol ale aspon 60° . Obyčajne sa svetlo najpru spojnu čočkou spojí a len tak na hranol pusti.

Zdĺžka vidma závisí hlavne od látky z ktorej hranol urobény je. Vidmo povstale hranolom z flintového skla je dlhšie, než povstale hranolom zo skla obecného, korunového. Majúli obe vidmá tú istú zdĺžku mať, musí byť lomiaci uhol flintového hranola menší, a síce keď bol lomiaci uhol hranola korunového 25° , musí hranol flintový mať $11\frac{1}{2}^\circ$ ový lomiaci uhol. Spojímeli takéto hranole v pre-

Obr. 155.



vrátenej polohe spolu (Obr. 155.) tak, že je hranol *A* korunový, hranol *B* ale flintový, ruší tento rozklad onoho, ponačádz v protivnom smere tou jistou silou pôsobí, papršleky vychádzajú rovnobežne, tedy nebarevné, predca odchýlené od pôvodného smeru a síce zodpovedne lomiacemu uhlu složeného hranola *g*. Takýto složený hranol volá sa *bezbarvivým*, *achromatickým*. Bezbarvnosť ale nie je úplná, tak že povstáva veľmi nepatrné vidmo druhého stupňa. — prečo? — Prvý čo rozklad svetla pozoroval bol *Newton*.

Chcemeli dostať len jednu z jednoduchých bariev vidma, urobíme na doske, ktorou vidmo ulapujeme malý otvor, cez ktorý prepustíme tú barvu, ktorú chceme. Rovnorodé žlté svetlo dáva plameň liehu s vodou miešaného a solou nasáčeného. Miešaním jednoduchých vidmových bariev dostaneme *složené* barvy. Tak dáva k. p. belasá a žltá zelenú, červená a žltá oranžovú, belasá a červená fialovú atď. Tieto složené barvy dajú sa hranolom zase rozložiť na pôvodné, kdežto oranžová, zelená a fialová vidmová rozložiť nedajú sa a práve týmto od oných rozoznávajú sa. *Doplňujúce* barvy sú té složené barvy, ktoré spolu bielo svetlo dávajú, takéto sú k. p. červená a zelená, oranžová a belasá, žltá a fialová a t. d. Každá barva má príslušnú doplňovacú. Jeli jedna z nich jednoduchá musí druhá byť složená so všetkých ostatných, bo len tak spolu bielo svetlo dajú. Modré sklo na lampe oranžové svetlo vydávajúcej robí úkaz svetla bieleho.

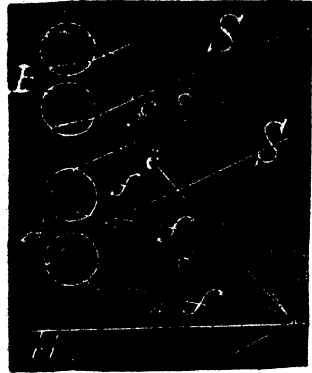
§. 93.

Barvy telies. Barva telesa nepriezračného povstáva odrážaním svetla. Odrážali teleso všetky papršky je bielo, odrážali ale len papršky istých vln k. p. červené a pohlcuje ostatné zjaví sa oku nášmu v barve červenej atď. Barva telies priezračných povstáva tiež odrazom, alebo lomom svetla. Červené sklo odráža a prepúšťa papršky červené v rovnej miere, bo ukazuje tú istú barvu v odrazenom i lomenom svetle. Blankytná barva neba povstáva odrážaním sa belasých, zore pohlcovaním modrých a odrážaním červeno-oranžovo-žltých papršlekov.

Dúha povstáva lomením a rozkladaním sa papršlekov v drobných kvapkách dažďových a javí sa ako oblúk hranolobarevný na spodku fialový na vrchu červený. Dúha povstáva, keď na jednej strane prší a na druhej slnko svieti, tedy ráno na západe večer na východe a síce len vtedy, keď výška slnca $42^{\circ} 2'$ nepresahuje, o poludniu je tedy dúha nemožná. Papršky slnečné (rovnobežné) *S* (Obr. 156) vnúkajú do padajúcich kvapôk, lomí sa v nich a odrážajú (raz alebo dvaráz) a vychodiac rozkladajú sa.

Obr. 156.

Na kapky *A* dopadajúce papršky lomiac sa na vňútornej ploche odrážajú sa, pri východe ale zase lomí a rozkladajú sa. Z najnižšej kvapky môže oko naše len fialová z najvyššej červená a z ostatných medzi nimi postavených ostatnie barvy oko naše trafiť. Ponevadž toto z úkol vúkol sa deje vidíme barevný oblúk, a keď by to obzor dovoľoval celý kruh. Dúha táto sa volá prvotnou je $2^{\circ} 16'$

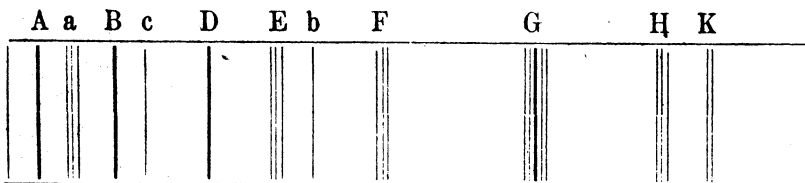


široká a skvelá. — $8^{\circ} 56'$ výše tejto prvotnej dúh povstáva v kvapkách *B* lomením a dvojným odrazom dúha vtorá, na spodku červená na vrchu fialová, o veľa slabšia a $3^{\circ} 42'$ široká. Že kvapky dažďové husto a stále padajú, nahrádzajú sa rýchle, a ukaz splýva v celok stály. Niekdý povstáva dúha odrážaním sa slnca vo vode a tak dopadaním na dažďovú stenu. Mesiac tvorí tak zvanú mesačnú dúhu, ktorá v podstate od slnečnej neliší sa. Že každý pozorovateľ inú dúhu a na inom mieste vidí, vysvitá z určitého pomeru uhlu dopadu a lomu.

§. 94.

Fraunhoferove čiary a rozbor vidmový. Zväčšmeli vidmo náležite, ukáže sa, že barvy nesplývajú ale že medzi nimi nachodia sa tmavé čiary (do 3000), ktoré, po jích prvom pozorovateľovi, čiarami Fraunhoferovými sa volajú. Najdôležitejšie z nich značia sa s *A, B, C, D, E, F, G, H*, a *a, b, c*, nepatrnejšie s α, β, γ .

Obr. 157.



Červená. | Or. | Žltá. | Zelená. | Belasá. | Fialová.

Čiary tieto zostávajú vždy v tej istej barve, z akej kolvek látky by hranol pozostával. Lámeli sa ale v hranole jiné svetlo, mení sa vidmo aj čiary tak, že jedny miznú druhé svetlými sa stávajú atď. Čiary Fraunhoferove slúžia za základ určovania indexu lomu.

Vyparujú sa v plameni kov alebo jeho slúbenina ukázu sa vo vidmu plameňa zvláštne jasné čiary na mieste tmavých Fraunhoferových. Z prítomnosti takýchto jasných čiar súdime na dotýčný kov v plameni. Ponevadž kovy zväčša len plameň určitej barvy mávajú, bude jích vidmo zväčša len z niekoľko čiar pozostávať. Tak vidíme v sodíkovom vidme len čiaru *D* svetlú, v draslíkovom čiaru *A*, a *H*. atď.

Žeravé, pevné alebo tekuté teleso dáva vidmo nepretržité bez Fraunhoferových čiar. Takéto vidmo dáva svetlo Drumodovo, do biela žeravá platina, sklo a p. Prechádzali svetlo také cez plameň, v ktorom sa k. p. sodík vyparuje povstane tmavá čiara *D*. Z tohoto úkazu súdi sa, že je slnce žeravé teleso, v ktorom žeraveje: draslík, sodík, vápnik, železo, horčík, chrom, baryum, nikl, meď, zinok atď. Zlata, striebra, olova, rtuti, cínu, arsenu, lithia a hliníka niet v slnci.

§. 95.

Lom svetla v čočkách.

Priehľadné guľovými úsekami ohraničené teleso zovieme *čočkou* (Linse). Čočky môžu byť dla toho jako jích plochy ohnuté sú 1, ploskovydaté *a* (Obr. 158), 2, dvojvydaté *b*; 3. poddutyvydaté *c*; 4. ploskopodduté *d*, 5, dvojpodduté *e* a 6. vydutopodduté *f*. Prvé tri volajú sa vydutými alebo spojnými, dru-

lé tri poddutými alebo rozptilujúcimi. Stred čočky volá sa *optickým stredobodom*. Prímka stredobody ~~gť čo-~~ **Obr. 158.**
čkáam patriaciach (geometricke stredobody) spojujúca volá sa *optickou osou*. Čočky robia sa z korunového, flintového skla a drahých kameňov k. p. diamantu, tekutín rovnobežnými guľovými úsekami skla ohraničených a t. d.

Čočky vyduté. Ponevác úkazy čočiek dvoj-plosko- a poddu-
tovydutých dla týchže zákonov povstávajú, budeme len úkazy na
dvojvydutej čočke (Obr. 159) pozorovať. *S* je optický stredobod, *C*,
C' geom. stredobody, *B B'* optická osa.

Obr. 159.

Papršleky dopadajú zo svietiaceho bodu *B*. Každý papršlek, ktorý cez optický
stredobod ide volá sa *hlavním* a nelomí sa (prečo?). Papršlek *B B'* prechádza
tedy nelomený. Ostatnie papršleky lomí sa na prednej ploche ku, na zadnej pri výcho-
de z čočky od kolmi-
ci, a síce zúkol vúkol pravidelne, ponevadž čočka je pravidelná a
schádzajú sa v *B'*. Bod tento je obraz bodu *B*, fyzický a volá
sa *spojištom*. Vzdalujeli sa svetlý bod *B*, od čočky sblízuje sa
obraz *B'* ku nej, a dosiahne najmenšú vzdialenosť, keď bod *B* je
nekonečne ďaleko, tedy papršleky na čočku rovnobežne dopadajú.

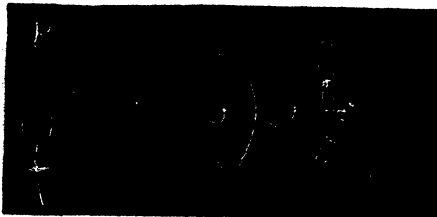
Obr. 160.

Ponevadž sa v bodu tomto nie len svet-
lo ale aj teplo slnečných papršlekov so-
streďuje, volá sa *ohniskom* (*focus*) *f* (Obr.
160), vzdialenosť ale *Sf* jeho *diulkou*
(*Brennweite*). Naopak vychádzajú pa-
pršleky svietiaceho bodu v *f* sa nachá-
dzajúceho rovnobežne. Nachodili sa svietiaci bod medzi ohniskom
a čočkou, vychodia papršleky rozbežne a dávajú spojište geometricke.

$$\left[\frac{1}{a} + \frac{1}{a} = (n-1) \left(\frac{1}{r} + \frac{1}{R} \right), \frac{1}{p} = (n-1) \left(\frac{1}{r} + \frac{1}{R} \right); \right. \\ \left. \frac{1}{a} + \frac{1}{a} = \frac{1}{p} \right]$$

Obraz predmetu najdeme keď hľadáme spojištia hraničiacich bodov.
Toto docieli sa ľaháním rovnobežného a hlavného papršleku. Stojili k. p.
predmet pred stredobodom geometrickým *AB* (Obr. 161) najdeme jeho
obraz, keď z *A* i *B* rovnobežné papršleky *Am* a *Bn* a hlavnie *AS* a *BS*

Obr. 161.



Obr. 162.



ďalšieho (sostrojí!). Keď predmet medzi čočkou a ohniskom v AB (Obr. 162) stojí, povstane obraz geometrický, priamy zväčšený $a b$. Stojili predmet v dvojnásobnej diaľke ohniskovej pred čočkou, povstane obraz práve tak veľký, a tak

ďalšieho za čočkou ale prevrátený. Čím väčší blíži sa predmet ohnisku, tým viac vzdaluje sa zväčšený, prevrátený obraz. Predmet v nekonečnej diaľke má obraz v ohnisku; predmet v ohnisku nemá žiadneho obrazu, p-pršleky vystupujú rovnobežne. $\left(\frac{ab}{AB} = \frac{\alpha}{a} = \frac{p}{a-p}\right)$.

Čočky spojné užívajú sa k osvetľovaniu predmetov, k rozličným optickým nástrojom. Obyčajné zväčšujúce a zapalovacie sklá sú čočky vyduté. V ohnisku zapaluje sa práchno, síra, a t. d.

Čočky podduté, čili rozptilovacie majú len geometrické ohnisko f (Obr. 163), z ktorého papršky zdánlivo vychodia a rozptilujú

Obr. 163.



Obr. 164.



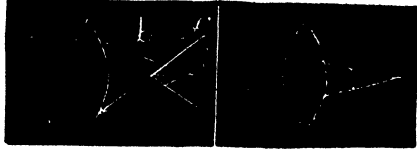
sa. Predmet AB dáva geometrický, zmenšený obraz ab (Obr. 163), ktorý vedením rovnobežných a hlavných papršlekov zostrojíme.

Čočka rozptilovacia dáva vždy obraz priamy, geometrický a zmenšený, ktorý je medzi geometrickým ohniskom a čočkou na tej strane, na ktorej sa predmet nachádza. Keď sa predmet ku čočke blíži alebo vzdaluje, blíži alebo vzdaluje sa i obraz a padá do ohniska, keď je predmet v nekonečnej diaľke. $\left[\frac{1}{\alpha} + \frac{1}{a} = -(n-1) \left(\frac{1}{r} + \frac{1}{R}\right)\right]$

$$= -\frac{1}{p}; \frac{ab}{AB} = \frac{\alpha}{a} = -\frac{p}{a+p}.$$

§. 96.

Vady čočiek. Všetky čочки majú dve vady, 1 *vadu pre guľovatosť čочки* (sphaerische Abweichung) a 2 *vadu barvivosti*, (chromatische Ab.) Prvá čili sphaerická vada povstáva tým že papršky *stredové*, t. j. blízko okolo stredu čочки dopadajúce menej sa lámu, než *krajné* (Obr. 165 a).



Každú totižto čочku môžeme si myslieť složenú z nekonečného množstva hranolov (Obr. 166), ktorým čím ďalej od stredu čочки ideme väčší lomiaci uhol φ zodpoveda, preto lomí vzdialenejšie od stredu miesta väčšími, než stredové. Vade tejto odpomáhame predložením *clonky*, t. j. na čierno farbenej otvorom opatrenej ploštičky, ktorá krajné papršky zachycuje a pohlcuje. (Blende, diafragma). Čím väčšími je čочka zakrivená, tým väčší odchyl a na opak. Čочки ploskovydaté a ploskopodduté majú veľmi malý odchyl sphaerický, keď zakrivenou plochou k predmetu obrátené sú, preto volajú sa i čочkami najlepšej podoby.

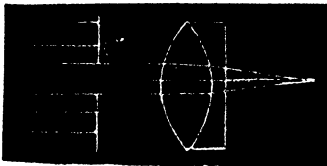
Obr. 166.



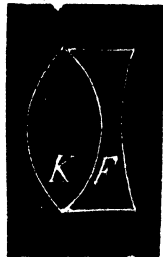
Ponevadž čочka z hranolov pozostáva a tak vlastne hranol s plochami guľovatými tvorí, rozkladá svetlo, (Obr. 165. b) a preto ukazujú sa predmety s farbvistými krajinami. Vadu túto voláme *vadou barvivosti*. Dá sa zamedziť podobným spôsobom ako pri hranolu a

Obr. 167.

Obr. 168.



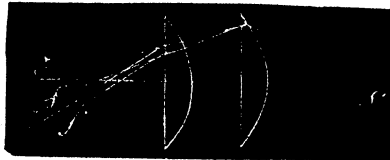
síce spojením viac čočiek z rozlične rozkladajúcich látok na čочku *nebarvivú, achromatickú*. Spojné achromatické čочки pozostávajú zo spojných čočiek korunových a rozptilujúcich flintových, čочки achromatické roz-



ptilujúce ale z rozptilujúcich korunových a spojnych flintových jako to Obr. 167 ukazuje. Čочka na ktorej obe vady odstránené sú va-

Obr. 169.

lá sa *aplanatickou* (Obr. 168. Čочka *dialytická* od *Litrova* a *Ploessla*.



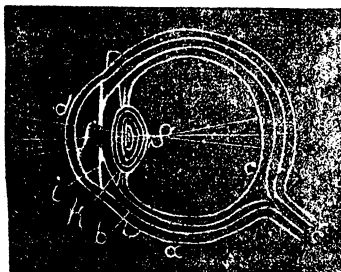
Vada chromatická da sa i istým postavením čočiek z tej istej látky docieľiť, na základe poučky že krajné papršky viac než stredové sa lomí, ako to vegora 169 znázorňuje.

§. 97.

Oko a nástroje optické.

Oko je nástroj k videniu, bez neho nemali by sme žiadnej vedomosti o svetle. Cítiacim ústrojom v oku je čuv, ktorý sa vnútru oka rozkladá. Oko samo je dutá viac menej rohovatá guľa umiestená v očnej dutine, ktorá pomocou šiestich svalkov otáčať sa dá.

Obr. 170.



Guľa táto pozostáva z bielej *tvrdkej kvory* (sclerotica) *a* (Obr. 170), ktorej prednia priehľadná čiastka *rohovkou* (cornea) *a* sa volá. Druhá čiastka je *žilovica* (choroidea) *b*, pretkávaná krevnými žilami a z vnútra čiernou farvou, ktorá ku pohlcovaniu bočných papršiekov slúži, pokrytá. Na jej predných koncoch nachodí sa *dúhovka* (iris) *i*,

ktorá je na predku pri rozličných ľudoch rozlične, na zadku ale na čierne zabarvená, v prostriedku má otvor *zorničkou* (pupilla) zvanú *f*, *c* je *sietnica* (retina) čili blankovité rozšírenie čuvu *č* z mozgu (vystupujúceho. *) Za zorničkou visí na tenkých cievach *čočka očnia* (lens cristallina) *k*, ktorá je na prednej ploche eliptický, na zadnej parabolický vydutá. Ona pozostáva z tenkých kožičiek, ktoré čím ďalej do stredu, tým hustejšie sú. Čočkou predelené je oko na dva oddiele, prední vyplnený je *tekutinou vodnatej*, v ktorej *dúhovka* volne pláva, druhý ale, *tekutinou sklovou*, ktorá tenkými priezračnými blánkami (membrana hyaloidea) na viac skliepkov rozdelená je. Svetlo láme sa v rohovke, tekutine vodnatej, čočke a tekutine sklovej a síce v čočke najsilnejšie v tekutine vodnatej najslabšie. Oko predstavuje nám tedy *čočku* složenú spojnú, achromatickú a clonkou (iris) opatrenou, ktorej optický stredobod niečo málo za *čočku* do s padne preto povstáva z každého nie

*) Najspodnejšia vrstva sietnice pozostáva z koncov jednotlivých čuvov, z ktorých každý súčasne len jeden dojem pozorovať vstave je. Končiare tieto sú $\frac{1}{3}$ okolo *očnej osy* najhustejšie sriadené, tedá tento priestor (žltý) najcitlivejší. Miesto, na ktorom čuv do oka vnika je temer necitlivé a preto volá sa *punctum coecum*.

príliš blízko sa nachádzajúceho predmetu obraz zmenšený, prevrátený, physický. Obraz tento dopadáva na sietnicu a pôsobiac na čuv prichádza ku vedomiu nášmu (Obr. 171). A tak potrebné je ku videniu aby obraz vzniknul na sietnici, a aby sietnica a čuv byly dost citlivé. Na otvorenom volovom oku alebo na oku bieleho zajáčka zreteľne vidieť dá sa povstaly obraz. Chorobou stáva sa, že sa čočka zakalí, nemoc táto volá sa *zákal* alebo *oblak šedý* a odstráni sa vynatím



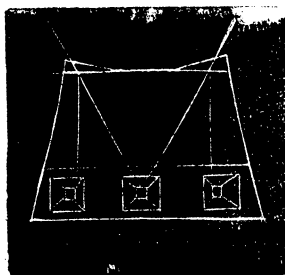
Obr. 171.

čočky, ktorá sa potom okuliarom vynahradzuje. Keď sietnica citlivosť svoju stratí povstáva choroba *oblakom čiernym* zvaná. Zatemnenie rohovky nejakým výrostkom volá sa *belmo*.

Ačpráve obraz v oku je prevrátený predca vidíme predmety priamo, toto deje sa tým že oko obraz necíti, lež jeho dojmy tam hľadá odkiaľ prichodia. Najde tedy hornie body obrazu dolu a dolnie hore.

Ponevadž sa dívame na predmet oboma očima, a v každom oku jeden obraz povstáva myslieť by mohlo sa, že dva predmety vidíme, čo ale nestáva sa, bo obrazy na súmerne položené miestá oboch sietnic padajú, a teda obe oči predmet na tom istom mieste hľadajú. Vyšiniemeli jedno oko zo zákonej polohy pritlačením, vidíme dva obrazy, bo obrazy padly na miestá neúmerané. Šilhanie. Ponevadž vo dvoch očiach dva obrazy, dvoch rozlíšených poloh predmetu máme, z ktorých jeden väčšiu časťku pravej, druhý väčšiu časťku ľavej strany predmetu ukazuje vystupuje v dojmu telesnosť predmetu. Preto potrebujeme k posúdeniu vzdialenosti obe oči. (Do prsteňa v smeru očnej osy zaveseného netrafíme pomocou jedneho oka). Naopak predstaví sa malovaný predmet telesne, keď je vo dvoje vymalovaný, raz tak, ako ho pravé, druhýraz tak, ako ľavé oko vidí (Obr. 172) a keď dojem oboch obrazov spolu splynú. Toto docieli sa pomocou prístroja *stereoskop* (telesohľad) zvaného. Je to nevelká kasnička z dreva alebo lepenky, v ktorej vo vzdialenosti očí dva hranole tak pripravené sú, že následkom lomenia oba obrazy v jeden telesný splynú.

Obr. 172.



Hranole majú plochy vyduté, tak že zväčšujú, čím dojem zväčšuje sa
Wheaton (1832) zostrojil stereoskop z dvoch pod pravým uhlom slože-

ných zrkadiel. Fotografie stereoskopické. Stereoskop užíva sa k poznaniu padeláných bankoviek.

Podmienky jasného videnia sú subjektívne a objektívne t. j. len v jednotlivých pádoch alebo všeobecne platiace. Podmienky všeobecné sú, aby obraz v oku povstaly bol dosť jasný, dosť veľký a aby jeho dojem určitú chvíľu trval. Podmienky subjektívne sú aby obraz na sietnicu padnul, keď predmet v istej vzdialenosti sa nachodí.

Známe z predešlého (§. 95.), že čím ďalej predmet od čočky sa vzdaluje, tým viac ku čočke na druhom boku obraz blíží sa. Oko naše ale má i blízke i vzdialené predmety zreteľne vidieť teda, obraz blízky i vzdialených predmetov na sietnicu padnúť. Dľa mnohých skúmaní ukázalo sa, že sa čočka môže na oboch plochách viac alebo menej vyduť a tak pre rozličné vzdialenosti upraviť, toto upravovanie volá sa *accomodáciou* čočky. Zreteľne vidí zdravé oko záko-
ne (normalne) vo vzdialenosti 8—10", ktorú vsdialenosť *zvrňou dialkou* (Sehweite) zovieme. Oko ktorého zornia dialka je menšia, než 8—10" volá sa *krátkozrakým*, naproti tomu oko väčšej zornej dialky *dlhozrakým*.

Obydve vady sú alebo prirodzené alebo následkom zlého upotrebenia oka, výstrednosti atď. povstale. Oko krátkozrakého má alebo od prirodzy (male deti do 3 mesiaca sú krátkozraké) alebo zkazením oka (výstupnosť, prílišné mnoho čítania a písania) čočku pri vypuklú, tak že pri jej všetkej accomodácii obraz vzdialenejšieho predmetu pred sietnicu padne. Dlhozraké oko je opak predešlého, čočka je pri ploská, obraz bližších predmetov padne na sietnicu, (stari ľudia, polovníci, roľníci bývajú dlhozrakí,) Obom týmto vadám odpomáha sa čočkami pred oči položenými, ktoré *okuliarami* zovieme. Krátkozraci upotrebuujú čočiek poddutých, ktoré papršky rozptilajú a tak pred sietnicou povstaly obraz na ňu hádžu; dlhozrakí naproti tomu čočky spojné, ktoré za sietnicou povstaly obraz na ňu dovedú. Okuliare užívajú sa od r. 1370, jich výhody a vady. Jaké? jako? a kedy? máme okuliare užívať. Okuliare barevné, sklá jedno-
ošie, *periskopické*. *Schreinerova* zkuška.

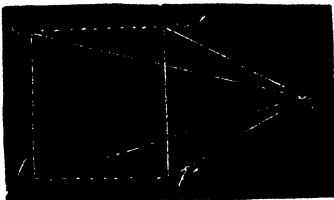
Obraz musí byť *primerane jasný*, tak aby ani pri veľmi ani pri málo osvetlení nebol. Zornička rozširuje sa pri menšej, sťahuje pri väčšej jasnosti. Pri svetle veľmi ostrom jako aj v šeru víčka mimovolne zatvárajú sa aby oko neprúžilo sa. V temnej komore vidíme zreteľne len po istom čase, keď odtiaľ vindeme na denie svetlo mračí nás. Zornička nočných dravcov.

Obraz musí byť *dostatočne veľký*. Veľkosť túto označujeme

zorným uhlom, ktorý tvoria krajné do oka padajúce papršky $\angle aob$ (Obr. 173). Zorný uhol je pre jeden a ten istý predmet tým väčší čím bližšie predmet ku oku stojí.

Ponevadž uhol zorní nezávisí len od veľkosti ale i od vzdialenosti predmetu, môžeme skutočnú veľkosť zo zdánlivej posúdiť, keď je skutočná vzdialenosť známa a na opak. Čím jasnejší je predmet, tým bližšie zdá sa, ponevadž obraz tým jasnejší je, čím bližšie predmet. Stalice, svetlá v tme, hmle atď. Predmet, ktorého veľkosť známe, zdá sa byť vzdialenejší čím menší sa ukazuje. Vo veľkej vzdialenosti zdajú sa všetky predmety rovnak vzdialené. Čím viac predmetov medzi okom a telesom, tým ďalej zdá sa ono byť. Najmenší zorný uhol, pri ktorom ešte predmet zreteľne pozorovať možno je $\frac{1}{2}$ minuty, jeli uhol menší splyne predmet s druhým, k. p. stromy vo vzdialenej hore, len stalice a svetlé predmety na tmavom pozadí vidíme aj pod menším uhlom.

Obr. 173.



Aby sa obraz určitý a jasný vytvorit mohol, musí dojem svetla najmenej 0,4 sec. obnášať. Nasledujúci dojmy rýchlejšie jedno za druhým splynú v dojem jeden. Žeravý uhol rýchlo krútený robí dojem ohnivého kruhu. Vystrelená guľa, šanzovanie, elektrická iskra a duhobarevný kruh. *Thaumatrope* je doštička, na ktorej na jednom boku k. p. vták na druhom klietka vykreslené sú, krútimeli rýchlo vidíme vtáka v klietke. *Stroboskop*. *Anorthoskop*, *Kinesiskop* *Purkyňov*. *Chromatrop*.

Vady čočiek barevnosť a odchyl pre guľovatosť odstránené sú v oku temer úplne. Prvá zvláštnym ustrojením čocky a rozlične lomiacimi látkami v oku, druhá dúhovkov a vydutím sietnice. Ponevadž oko je nie úplne achromatické stáva sa že svetlý predmet na tmavom pozadí širší vidíme než je v skutočnosti, ukaz tento volá sa *irradiation*; a dá sa pekne na rastúcom alebo padajúcom mesiaci pozorovať. Rožok osvetlený zda sa väčšej gule prináležať, než je ostatnia len slabo viditeľná guľa mesiaca.

Dívameli sa na červený bod postavený na bielom pozadí uprene a odchýlime razom zrak na bok vidíme na bielom pozadí práve tak veľký bod zelený. Úkaz tento vysvetľuje sa tým že čúvy sietnice červenú barvu vnímajúce, ostrým dojomom sa otupily a tak ostatné čúvy z vnikajúceho do oka bieleho svetla len ostatnie barvy cítia, ktoré dojem *doplňujúcej* tedy zelenej barvy zapričiňujú. Pri zložitejšej večernej zore zdajú sa byť biele steny, tvone atď. nabe-

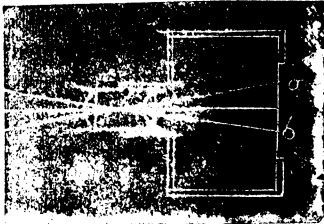
lasté. Na nepriehľadné teleso dopadajúce červené a z druhého boku biele papršky tvoria na bielej stene dve tvone toho telesa, jednu červenú, druhú zelenú. Každéj farve zodpovedajú v sietnici isté čuy, ktoré hlavne dojem tejže farvy pocitujú. Jsúli čuy jednej farvy v oku zoslábnuté ukazuje sa biely predmet v farve doplnujúcej. Niektorí ľudia nevidia jistú farvu, jiní nerozoznávajú k. p. belasú a zelenú.

O pohybu predmetu súdime z pohybu obrazu na sietnici. Obraz ale pohybuje sa alebo keď sa predmet, alebo keď sa my pohybujeme, preto sme mnohokrát neistý či predmet stojí a či sa pohybuje. Zdánlivý pohyb slnca, poľa stromov, keď sa my rýchle pohybujeme atď. Parállosa.

§. 92.

Temnica. (Camera obscura), je v podstate tak sriadená jako oko. Pozostáva z truhličky z dnuká na čierno zabarvenej, do

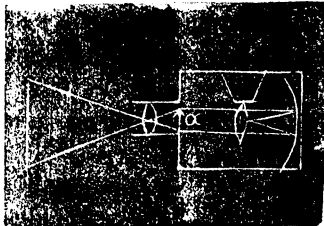
Obr. 174.



ktorej je zasadená trúba, v ktorej druhej spojnu čočku majúca pohybovať dá sa (Obr. 174). Obraz povstane na zadnej stene truhličky, ktorá z jemne brúseného polopriehľadného skla pozostáva. Physičný, zmenšený prevrátený obraz dopadá na toto sklo tak, jako v oku na sietnicu, a dá sa zvonku zreteľne vidieť, keď ostatnie svetlo zamedzíme. Temnicu s čočkami aplanatickými užívajú svetlopisci.

Podobne zriadená je i **čarovná lampa** (laterna magica). Je to bláňová truhlička (Obr. 175) na jež prednej strane trúba so spojnu

Obr. 175.

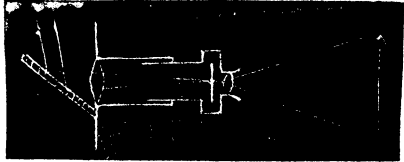


čočkou, na zadnej ale podduté zrkadlo, v ktorého ohnisku lampa horí, sa nachodí. Papršky zrkadlom odrážané dopadajú rovnobežne na predmet na skle olejovými farbami maľovaný, ktorý medzi ohniskom a geometr. stredobodom sa nachádzajúc na protistojacej stene zväčšený prevrátený obraz dáva. Aby obraz na stene bol primý musí sa predmet prevrátene položiť. Upotrebením dvoch väčších a ostrým (Dru-modovým) svetlom opatrených čarovných lamp vyvádzajú sa tak zvané *hmlové obrazy*.

Sľečný a plynový drobnohľad sú tiež tak jako čarovná lampa sriadeae. Pri prvom osvetľuje sa malý predmet svetlom sľečným

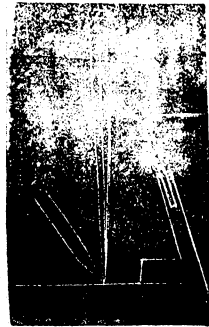
heliostátom odrazeným a spojnu čočkou spojeným, pri druhom ale svetlom Drumodovým. V ohnisku onej čočky nachodí sa predmet, ktorý medzi stredobod a ohnisko druhej malej značne vydutej čočky padne a a na protipostavenej bielej stene zvätsený prevrátený obraz ukáže. (Obr. 176).

Obr. 176.



Svetlica. (Camera lucida), zakladá sa na úplnom odraze a slúži k tomu, aby z nejakého predmetu vytvoril sa zretelný obraz na papieri, kde sa nakresliť dá. Svetlica pozostáva z malého štvorhraného hranola. (Obr. 177), ktorého jeden uhol je pravý, protiležiaci 135° a oba ostatnie po $67\frac{1}{2}^\circ$ obnášajú. Dopadajúce papršleky vchodia do hranolu, odrážajú sa dva ráz úplne a prichádzajú do oka. Oko vidí obraz v prímkke na papieri, ktorý dá sa ľahko kresliť, ponačádz oko po pri hrane hranola aj prámo na papier hľadí.

Obr. 177.



§. 99.

Drobnohľady, (Microskop) sú prístroje, pomocou ktorých veľmi drobné predmety zskúmame.

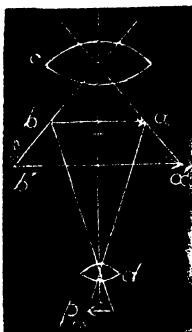
Jednoduchý drobnohľad je každá vydutá čočka s malou ohniskovou diaľkou. Predmet kladie sa medzi čočku a ohnisko a v zornej dialke ukáže sa zvätsený, primý geometrický obraz (§ 95). Čočka s ohniskovou diaľkou $\frac{1}{2} - 2''$ volá sa *lupa*. Jednoduchý drobnohľad čili lupa býva i z viac spojných jedno na druhú priliehajúcich čočiek spojená, ktoré ako jedna čočka krátkej diaľky ohniskovej účinkujú. Zvätsenie $m = \frac{a}{p} + 1$. Kvapky vodné zavesené v dierke z blachy účinkujú ako drobnohľad.

Drobnohľad složený pozostáva z dvoch spojnych čočiek, a síce, malej čočky d obrátenej ku predmetu (predmetnice objectiv.) ktorý pred jej ohniskom sa nachodí a väčšej C (očnice, okular), tak postavenej, že prvou čočkou vytvorený prevrátený obraz $a b$ medzi ňu a jej ohnisko padne, a obraz $a' b'$ vytvorí. (Obr. 178).

$$\left[\text{Zvätsenie } m = \frac{\alpha}{a} \left(\frac{h}{p} + 1 \right) \text{ Zdĺžka prístroja } = \alpha + p'. \right]$$

Aj predmetnica aj očnica bývajú čočky achromatické a složené. Celý prístroj býva obyčajne kolmo na ľazkej podkove upevnený. Pod strojom

Obr. 178.

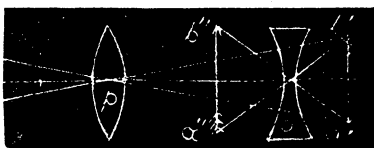


nachodí sa stolíček, opatrený rozličnými clonkami, na ktorý predmet klade sa. Pod stolíkom upevnené je zrkadlo podduté, pomocou ktorého predmet osvetlí sa zo spodku. Nepriehľadné predmety osvetľujú sa z vrchu pomocou čočky spojnej. Na niektorých drobnohľadoch je stolík, na druhých samá trubica pomocou šróby pohyblivá, aby sa tak prisluchajúca vzdialenosť medzi predmetom a čočkou docieliť dala. Prvý složený drobnohľad zostrojil Jansen (1590). Drobnohľad dá sa docieliť zvätsenie 1500 ráz v prímké.

§. 100.

Ďalekohľady (Teleskop) sú prístroje optické, pomocou ktorých veľmi vzdialené predmety zreteľne vidieť možno. Delia sa na *dioptrické* pozostávajúce z čočiek a *katoptrické*, pozostávajúce zo zrkadiel a čočiek, (Refractor, reflector).

a. Ďalekohľad holandský alebo *Galileov* (Obr. 179) má za predmetnicu čočku vydutú veľkej ohniskovej dialky, ktorá by v



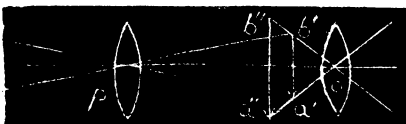
Obr. 179.

$a' b'$ prevrátený, fyzický obraz utvorila, keby na rozptíľujúcu očnícu nepadal. Lež papršleky dopadajúce prv na rozptíľujúcu očnícu, vychádzajú rozbiehave a tvoria geometrický, ohľadom predmetu prí-

smý obraz $a'' b''$. Ďalekohľad tento zostrojil prvý: holanďan Jansen (1600), potom ale Galilei (1609). Užíva sa len na menšie vzdialenosti, zvätsa dve trúbky pre obe oči. Vada jeho je že má malé zorné pole.

$$\left(m = \frac{p}{p'} ; L = p - p' \right).$$

b. Ďalekohľad hviezdársky čili Keplerov (Obr. 180) pozostáva z aplanatickej spojnej predmetnice, ktorá utvori prevrátený, fyzický obraz $a' b'$. Očníca takže aplanatická a tak postavená, že obraz $a' b'$ medzi



Obr. 180.

ňu a jej ohnisko padne tvorí zvätsený obraz geometrický $a'' b''$, ktorý je ohľadom na predmet prevrátený

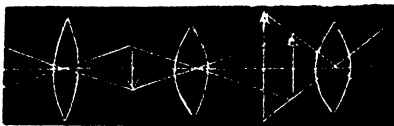
$$\left[m = \frac{p}{p'} ; L = p + p' \right].$$

Křížna niť (Fadenkreuz) je v $a' b'$ křížom napnutá nitočka z pa-

vučiny alebo z platínového drôtu, ktorej priesečník do osy ďalekohľadu padá.

Aby ďalekohľad Keplerov obraz primý dal vkladá sa medzi predmetnicu a očnícu spojná čočka, ktorá obraz predmetnice prevracia, tak že sa cez očnícu ohľadom na predmet pramo ukáže. Ďalekohľad takto upravený (Obr. 181) volá sa *pozemským*, a vyznamenáva sa veľkou zdĺžkou. (prečo?).

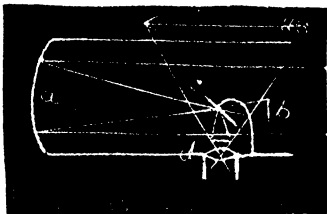
Obr. 181.



c. Ďalekohľady katoptrické pozostávajú z veľkého poddutého obyčajne kovového na dne veľkej trúby upevneného zrkadla *a*, ktorým utvorený obraz *b* pomocou malého zrkadielka *c* na spojnú čočku *d* sa odráža a tak v *a'b'* zväčšený obraz predmetu povstáva. (Obr. 182 je ďalekohľad Herschelov). Ďalekohľad *Gregoryho*, *Cassegrainov*, *Newtonov* a *Foucaultov*.

Obr. 182.

Katoptrické ďalekohľady majú prednosť pred dioptrickými, pretože pri nich barvivosti nieta a vada pre guľovatosť mnoho menšia je, než pri čočkách tohože otvoru. Dôkladne vyvedenie závisí tu len od jednej plochy, no svetlosť a pohodlnosť pri upotrebení, trvácnosť, je pri dioptrických väčšia, bo kovové zrkadlá katoptrických ďalekohľadov ľahko hrdzavejú. Obrovský ďalekohľad *Rosseho* mal 53' zdĺžky a vážil okolo 300 centov, samé zrkadlo vážilo 76 centov a malo 6' priemeru.



§. 101.

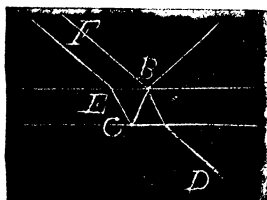
Križenie a ohyb svetla.

[Interferenz & Beugung (Diffractio) des Lichtes]

Prechádzajúci cez clonku dvoma maličkými okrúhlými otvorami papršky, ktorých obrazy na stene čiastočne kryjú sa, vidno že hranice spoločnej plochy obrazu sú tmavé (*Grimaldi*). Dopadali papršok na dve pod veľmi tupým uhlom naklonené zrkadla (*Fresnelova* zkúška), alebo lámeli sa v hranole, ktorý veľmi tupý uhol má tak, že oba vychádzajúce papršky pod veľmi ostrým uhlom sa križujú, pozorujeme na bielej v križujúcom bode postavenej stene čierne čiary. Pri zkúškach týchto schádzajú sa vlny o liché násobné pol vln rozdielne a preto rušiac sa zapričinujú oné tmavé čiary,

medzi nimi povstávajú svetlé priestory, v ktorých o sudé násobné pol vln rozdielne vlny sa stykajú tedy soslňujú. Keď boly dopadajúce papršky biele, uzrieme medzi čiernymi čiarami duhobarevné pásiky, poneváz na každom mieste postupne len vlny zodpovednej zdlžky ničť sa môžu. Úkaz križenia pozorujeme na tenulinkých telesách (bubliny mydlove, masná plácha na vode) a predstavíme

Obr. 183.



si ho následovne. Obr. 183 predstavuje tenké teleso, naň dopaduje papršlek FE kosom. Jedna čiastka z neho odráža sa na prednej ploche do G , druhá vnika lomiac sa, odráža sa na zadnej ploche a schádza sa v B , s priamo odrážajúcim sa papršlekom FB . Jích cesta je o ECB rozdielna.

Obnášali rozdiel ciest liché násobné pol vln, ničia sa papršky v BA , jeli rozdiel sudé násobné pol vln soslňujú sa. Pri bielom svetle ničia sa len papršky zodpovedajúcich vln a preto ukaže sa teleso v meniacich duhových farbách (dúhovie, irisatio). Pri priechode križuje sa priamo lomený, papršlek FBD , a papršlek $FECBD$, ktorý dvaráz sa odraziac s prvým splynie. *Newtonove* barvokruhy.

Prechodili svetlo cez úzku škáru, odchyľuje sa na jej hranách a križujúc sa s prvotným svetlom, podáva na proti položenej stene obraz svetlý škáry a na oboch jeho bokoch striedave čierne a svetlé čiary, ktoré poslednie dúhové farby ukazujú, keď svetlo bielo dopadalo. Úkaz tento voláme *ohybom svetla*, a obraz škáry *vydmom ohybovým* (Diffractionsspectrum). Jeli CD (Obr 184) škára, cez ktorú

Obr. 184.



svetlo prechodí ukáže sa v M biely obraz škáry. Papršlek na hrane ale ohne sa a styká sa v G s druhým CD , ktorého cesta je o CF rozdielua. Dľa toho či rozdiel cesty liché abo sudé násobné pol vln obnášal, bude i bod G tmavý alebo osvetlený.

Úkaz ohybu javí sa i keď svetlo zo škáry okolo tenkého telesa k. p. drótu ide. Okolo jeho tóni vidíme po oboch bokoch ohybové vidmá.

Pri rovnorodom svetle sú úkazy križenia a ohybu najzreteľnejšie. Podoba škáry mení vidmá. Okrhléj škáre zodpovedajú svetlé a tmavé sústredné kruhy. Jednou škárou idúce papršky, môžu s paprškami cez pobočné škáry idúcimi sa križovať. Vidmo sieťové. Ohradenie mesiaca, paslnica a dvory slnečné, dúhové farby svieci za zarosenou doskou sklenou postavenej, pri prižmúrených zvlášte slzavých očiach zakládajú sa na ohybu svetla.

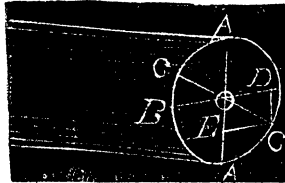
Pomocou ukazov križenia možno zdĺžku vlnovú rozlične barevného svetla vynajsi. Najkrajnejšie červené svetlo má zdĺžku vlnovú $\lambda = 0,0007\ 064\text{mm}$; najkrajnejšie ultrafialové $\lambda = 0,000\ 354\text{mm}$, vzdialenosť táto obnáša tedy úplnú octávu. Zdĺžka vlny svetla pre čiarn B je $\lambda = 0,000\ 688\text{mm}$; pre D , $\lambda = 0,000\ 589\text{mm}$; pre H , $\lambda = 0,000\ 393\text{mm}$. Z rovnjej pre všetky barvy rýchlosti a zdĺžky vlnovej vysvitá že v po-
vetri červené svetlo za sekundu 450, žlté 526 a fialové 790 billionov
otrasov robí.

§. 102.

Polarisacia a dvojlom.

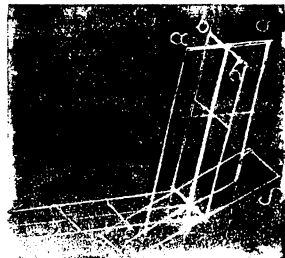
Polarisacia. Obecný papršlek (k. p. valcovitý Obr. 185) pozostáva z vln, v ktorých častice etherové vo všetkých možných rovinách (AA' , BB' , CC' ...) okolo stredobodu O sa otriasajú. Ponevadž ale každý otras k. p. CO na dva kolmo jedno nadruhom stojace pohyby rozložiť možno OD , a OE , môžeme povedať, že: v obecnom papršleku častice etherové v dvoch kolmo jedno na druhú stojacích rovinách AA' a BB' sa otriasajú a síce rovnakou veľkosťou t. j. ostrosť účinkov jich je rovnak veľká. Zapričinímeli nejakým spôsobom, že sa papršlek obecný tak rozdelí, že sa častice etherové v jednej polovici len v rovine AA' v druhej polovici ale len v rovine BB' otriasať budú dostaneme svetlo polarizované, Polarisacia možná je len pri otrasoch popriečných. Úkazy polarizacie sú tedy dôkazom, že svetlové vlny v popriečných otrasoch sa pohybujú.

Obr. 185.



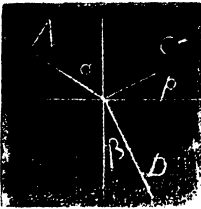
Malus vynašiel, že obecný papršlek na hladenej ploche SS neodráža sa úplne a, že keď papršlek pod istým od látky odvyslym uhlom (*uhol polarisačný* pre sklo $= 35\frac{1}{2}^\circ$) dopadá len tie vlny bb sa odrazia, ktorých otrasová rovina bb' na rovine odrazovej aa' kolmo stojí. Rovinu odrazovu, na obrázcu 186 ro-
nu papieru voláme rovinou polarizačnou, odrazený papršlek je polarizovaný. Polarizačný uhol je vždy uhol p keď papršlek A na teleso tak dopadá že odrazený papršlek C s lomeným D pravy uhol tvorí. (Obr. 187.)

Obr. 186.



Pomocou tohoto určuje sa pri priezračných látkách polarizačný uhol, bo $\alpha = R - p$, $\beta = p$; $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \cotang p$.

Jeli zrkadlo SS (Obr. 186) priezračné, prejde čiastka odrazeného polarizovaného papršku bb spolu i s paprškom kolmo na polarizačnú plochu dopadajúcim aa . Po-



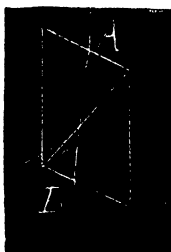
Obr. 187. zostávali ale zrkadlo SS z viac jedno na druhú položených sklenených plosiek, odráža sa papršek bb na každej čiastočne tak, že pri 10—12 ploskách z neho nič nezostane a len papršek aa prechádza, ktorý takže polarizovaný je, otrasy jeho ale dejú sa rovnobežne s rovinou polarizačnou, no kolmo s otrasami odrazom povstaleho polarizovaného svetla. Niektoré nerasty, obzvlášte turmalín, a herapathit polarizuju lomené svetlo.

Aby sme polarisovaný papršek od obecného rozoznávajú mohli, dáme mu zase dopadať na zrkadlo pod uhlom polarizačným naklonené, alebo prepustíme ho cez vrstvu plosiek sklenených, alebo cez turmalín. Splynú rovina polarizačná tohoto prístroja (analyzátor) s rovinou polarizačnou prvého (polarisátor), odráža alebo prechádza papršek úplne. Keď ale oné roviny jedna na druhej kolmo stoja, stáva sa papršek neviditeľným, pri inom postavení odráža alebo prechádza papršek čiastočne. Polarizačný prístroj *Nörrembergov*.

Dvojlom. Prechádzali obecný papršek cez beztvárnu, alebo pravidelne hlatenú látku (sklo, soľ kuchynská) postupujú oba druhy svetla rovnou rýchlosťou a lomí sa rovno. To jisté deje sa, keď papršek v smere krystallografickej osy v ihlancovej a klenčovej sústave sa hlatiacich telies (Cirkon, vápenec, kremeň atď.) prechodí. V hlatiach spomenutých sústav je pružnosť étheru v smere hlatopisnej osy inakšia, než v druhých smeroch. Kolmo na osu hlatopisnú (čili optickú osu) je pružnosť étheru všade rovnomerná, v smere osy najväčšia alebo najmenšia, následkom rôzneho sriadenia častíc telesa. Dopadajúci tedy papršek obecný kosom k optickej ose, lomí sa tie vlny, ktorých častice kolmo na rovinu, cez dopadajúci papršek a osu optickú položenú, sa otriasajú, vždy dľa známých zákonov lomu, vlny ale, ktorých častice etherové rovnobežne s onou rovinou sa otriasajú, lomí sa hneď väčší hneď menej, dľa toho, jaký uhol papršek dopadajúci s osou optickou tvoril. Oba druhy svetla sa tedy po lomu delia. Úkaz tento volá sa *dvojlomom*. Prvý, riadne sa lomiaci papršek volá sa *riadnym*, druhý *mimoriad-*

nym. Úkaz tento najlepšie pozoruje sa na islandickom vápen-
cu dvojloznom (isl. Doppelspath).

Hlate označených sústav volajú sa optické jednoosími a
síce zápornými, keď je pružnosť étheru v smere osy najväčšia a
kladnými keď je najmenšia. V záporných hlatiach (vápenec) postu-
puje tedy riadny papršlek pomalšie, lomí sa väčšmi, než mimoriad-
ny. V kladných (Cirkon, quarc) naopak. Pri vapencu je index lomu
pre riadny = 1,654, pre mimoriadny medzi 1,654 a 1,483. V quarc-
u pre riadny = 1,548, pre mimoriadny medzi 1,548 a 1,558. Po-
neváďz vápenec obecný papršlek na dva polarizované rozkladá, možno
ho za prístroj polarizačný (polarisator alebo analysator) upotrebiť.
Aby ale z oboch papršlekov len jeden vychodil sestrojí sa z dvoch
kusov. Taký prístroj je *Nicolsov* hranol (Obr. 188). Pozostáva on
z dvoch kanadským balsamom slepených vápencových Obr. 188.
hranolov. Papršlek *A* lomí sa vo dvoje, mimoriadny
papršlek *B* prechádza cez hranol, riadny ale odra-
ža sa dľa zákona úplného odrazu na ploche *C* a
tráť sa.



Hlate nepatriace do udaných sústav nemajú osy, oko-
lo ktorej by pružnosť etheru rovnaká bola, preto lomia
papršlek vo dvoje síce ale ani jeden riadne. Hlate této
(Sanitra, aragonit, cukor, sádra atď.) volajú sa *optické*
dvojosé, poneváďz obecný papršlek v dvoch smeroch (osách) sa nelomí, a
tak obe druhy svetla rovnou rýchlosťou sa pohybujú.

Niektoré hlate pohlcujú každý druh svetla inak, a preto zdajú sa v
jednom smere svetlejšie než v druhom, keď sú barvisté ukazujú rozličné
barvy (Dichroismus).

Kolmo jedno na druhý polarizované papršleky nemôžu sa kri-
žovať; len v jednej rovine polarizované križujú sa. Prechádzali po-
larizovaný papršlek cez tenkú plošku dvojloznej hlati, k. p. cez
gyps, rozloží sa na dva druhy vln, ktorých častice kolmo jedno na
druhom sa otriasajúce vlny majú. Pri východe nachádzajú sa vlny
v rozdielnom údobí, nemôžu sa ale križovať, poneváďz sa neotria-
sajú v tej istej rovine. Keď ale prechodia ďalej cez polarizujúcu
látku (analysator), rozkladá sa zase každý papršlek na dvoje, a v
tej istej rovine otriasajúce vlny križujú sa. Ploska ukáže sa tedy
pri jednobarevnom svetle dľa polohy analysatora svetlá alebo tmavá,
pri bielom svetle ale barevná. Krútímeli ju mení sa barva, ktorá od
hrúbky plosky závisí, pri ďalšom krútení myzne a prechodí na bar-
vu doplňujúcu.

Prechádzajúci polarisované papršky cez hlate jednoosie, k ose rovnobežne brúsené, prejde kolmý z nich nelomený stredom, preto ukáže sa stred cez analysator tmavý, keď krížom na polarisator stojí; svetlý, keď s ním rovnobežne postavený je. Všetky ostatnie papršky ale lomí sa dvojne a prechádzajúc cez polarisator krížia sa. Preto vidíme množstvo sústredných, tmavých a svetlých, pri bielom svetle tmavých a barvistých kruhov okolo tmavej osy, krížom ale vidíme čierny kríž, zodpovedný tým miestam, na ktorých otrasy s otrasovými rovinami krížom postaveného polarisatora a analysatora splývajú. Stojali polarisator a analysator rovnobežne povstane úkaz v dopĺňujúcich farbách (Obr 189 a).

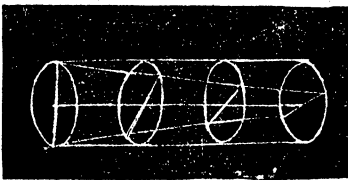
Obr. 189.



Dvojosé hlate ukazujú podobné úkazy, ktorých ale podoba dľa skloňu brúsenej plochy ku optickej ose sa mení. (Obr. 189, b). Rýchlo chladené alebo stlačené tedy nerovnohusté sklo, podáva tieže úkazy, pretože pružnosť étheru v rozličnom smere je rozdielna.

Dva polarisované o štvrt vlny posunuté papršky, vytvoria otrasy kruhové, ktoré v behu šrôbovnícu opisujú. Takýto papršok volá sa *kruhovite polarisovaným*. A volá sa *pravým*, keď sa na pravo, *ľavým* keď sa v ľavo točí. Quarc, cukrový, vinokamený

Obr. 190.



roztok, terpentýnový olej sú látky kruhovite polarizujúce. Trstinový cukor krúti v pravo, (Obr. 190), broznový v ľavo. Ponevadž roztok cukrový tým viac papršok krúti, čím viac cukru obsahuje, zakladá sa na tomto úkaze *sacharomer* (Saccharimeter).

Jeli rozdiel polarizovaných vln menší, než štvrt vlnovej dĺžky, povstávajú otrasy eliptické a papršok krúti sa v šrôbovníci eliptickej. (Polarisacia eliptická).

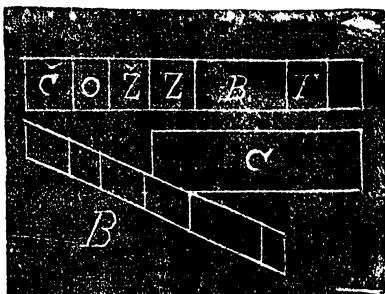
§. 103.

Fluorescencia a phosphorescencia.

Vedielmeľi farvy hranolové postupne od červenej farvy cez roztok sírana chininového, alebo uranové sklo atď. nepozorujeme z počiatku nič zvláštneho, každá farva prechodí nezmenená. Za fialovou ale farvou objaví sa v onom roztoku alebo uranovom skle

slabé modravé svetlo, ktoré je ku kraji vidma vždy silnejšie a ešte za fialovými paprškami sa nachádza. Svetlo toto obyčajne neviditeľné stáva sa len dopadom na spomenuté látky, viditeľným a javí sa v účinkoch lučebných tým, že jisté látky rozkladá, ktorú vlastnosť svetlo červené, oranžové, zelené a žlté nemá. Papršky tieto volajú sa *chemicko-účinkujúcimi* alebo *ultrafialovými*, a úkaz opísaný *fluorescenciou*. Vlny paprškov ultrafialových sú tak krátke, že jich oko naše nevníma. Látky fluorujúce zdĺžia oné vlny a zmenia veľmi lomivé svetlo neviditeľné na menej lomivé viditeľné. Pozeráme-li vidmo hranolové dopadajúce na fluorujúcu látku, atedy ultrafialovými paprškami predĺžené *A* (Obr. 161.) druhým hranolom, ktorého lomiaca hrana rovnobežne s vidmom ide, vidíme obecné vidmo kosom v *B*, v *C* ale ultravioletové svetlo fluorujúce. Plameň liehový vodíkový a eloktrická iskra (poslednia v dažďových oblakoch a Geisslerových trubiciach) fluorujú silne, majú tedy mnoho chemične účinkujúcich paprškov. Úkazy tieto volajú sa fluorovaním, ponevadž na fluoridu vápenatom (kazivec) po prvé pozorované boly

Obr. 191.



Fluorescencia vysvetľuje sn dľa *Eisenlohra* križením vln nerovnej zdĺžky čím povstáva vlna dlhšia než obe, tak jako pri tóne kombinačnom.

Mnohé látky stávajú sa vo tme svietiacimi, keď v nich deje chemické dejstvá, alebo keď nane za istý čas slnečné svetlo dopadalo. Úkaz tento volá sa *phosphorescenciou* (svetluškovanie). Vidíme ho v prvej forme na hnjúcich látkach, na ústrojoch jistých živočíchov (svatojanska muška), fosforu atď. v druhej ale na diamantu, ktorý osvetlený byvše, v tme červenožlto, na chlorophanu, ktorý zeleno svetlúškuje. Umelé svetlúškujúce kamene, bononsky a osannský pozostávajú z vypáleného ľazivca, tragantu alebo z ustricových škrupín a síruika antimonového.

§. 104.

Chemické účinky svetla

Svetlom podporuje alebo ruší sa slúčivosť mnohých látok. No papršky rozličných bariev majú rozličné chemické účinky. Vo vidme sú účinky chemické barvy červenej až ku zelenej nepatrné, od zelenej barvy ale javia sa čím dial tým patrnejšie a najväčšie sú za fialovou barvou v svetle neviditeľnom. Chlor a vodík slučujú sa na

svetle, zrastliny vydávajú kyslík, dusičná kyselina sa rozkladá atď. Některé slúčeniny javia svetlom zapríčinený účinok tým, že rozkladajú sa farbu menia. Takéto telesá sú chlorid, jodid, bromid a dusičnan striebornatý, z ktorých striebro čo drobný čierny prášok sa vylučuje, oni teda zčernajú. Jodid olovnatý stáva sa takže čiernym. Farby odevu blednú. Bielenie plátna, vosku atď.

Svetlo sviece a lúčaví javí len nepatrné účinky chemické, ponač nemá paprsky ultrafialové. Elektrické, drumodovo a horčíkové svetlo majú mnoho chemických paprskov. Chemické účinky svetla vysvetľujeme tým, že otrasy éterové, častice látok do otrasy privedú, ktoré následkom pohybu toho slučujú alebo rozlučujú sa.

Farvy rastlín a živočíchov vyvíňujú sa len vlivom svetla (Chlorophyll), pri ďalšom účinkovaní svetla za zase menia alebo tratia.

Nová doba upotrebila opísaných úkazov ku ustáleniu obrazov temnice drobnohľadov a kuzelnej lampy. Spôsob tento volá sa *svetlopisectvom* (photographiou.) *Doguerre* ustaloval obrazy na leštenej striebornej ploche, vystavenej vo tme jodovým parám. Na povrchu utvoril sa svetlocitlivý jodid striebornatý. Plocha taká vystavená v temnici a potom parám rtuťovým, podržala obraz predmetu, keď sme v sirnatanu sodnatom nerozložený jodid striebornatý odstránili. Pozdejšie vyvíňoval *Niepece* obrazy na papieri zväčškovou napustenom a potom v dusičnatej striebornatej zvláženom. Povstávajú chlorid striebornatý sa v temnici rozložil. Obraz ale vyvinul sa úplne len zmočením v roztoku strana železnatej alebo kyseliny pyrogalovej, a zostal ustálený, keď sa nerozložený chlorid striebornatý sirnatanom sodnatým alebo cyanidom draselnatým odstránil. Obraz takýto bol opačný (negatívny) t. j. svetlá boli tmavé, tieň svetlé. Opakovaním výkonu povstal obraz pozitívny t. j. s predmetom súhlasiaci. Uvedenie colloidu a mnohých druhých látok stal sa dej fotolithografie složeným, no výsledky tak znamenité sú, že sotva viac žiadať možno. Photographia. Upotrebenie photographie pri samopisných meteorologických nástrojoch.

VI. Oddiel.

O Teple (Thermika).

§. 105.

Theoria tepla. Prad vyvinutím theorie vlnenia držali učenci teplo za jistu veľmi jemnú, pružnú, neťažkú látku, ktorá do telies vniká, s nimi sa spojuje a jich otepluje. No zo všetkých úkazov tepla, ktoré ďalej viviňovať budeme, vysvitá, že teplo má pôvod svoj vo vlnení étheru a vlnení častíc telies samých.

Prepúšťameli slnečné papršky cez hranol, spozorujeme zvláštnymi prístrojmi níže červenej farby, papršky, ktoré pre jich predĺhé vlny oku nášmu neviditeľné zostávajú. Sú to papršky teplové, ktoré i v červenej, oranžovej, žltej a zelenej farbe sa nachodia. Podobne pozorujeme, že pri spojnej čočke alebo poddutom zrkadle v ohnisku so svetlovými paprškami spolu i teplové sa sbiehajú. Tého a podobné úkazy priviedly učencov na tú myšlienku, že teplo sú otrasy étherové, ktoré svojím pohybom častice telies do otrasového pohybu prevádzajú a tak telesá oteplujú. Trením, rýchlym pohybom atď. prechádzajú častice telies do otrasov teplových, a tak otepluje sa teleso. Postup otrasov teplových v telese voláme *rozvádzaním tepla* (die Leitung), postup otrasov teplových v étheru *sálaním, žiarením* (die Wärmestrahlung.) Čím širšie otrasy teleso robí, tým je teplejšie. Úzke otrasy zapríčiňujú pocit zimy. Úplná zima je dľa výpočtu asi 273°C. Pri tomto náteplí nachádzaly by sa častice telesa v úplnom pokoji. Veľkosť, rýchlosť, smer a iné pomery otrasov teplových nie sú ešte úplne preskúmané, ačpráve teplo so svetlom mnoho analogie obsahuje, a všetky úkazy tepla z theorie vlnenia úplne vysvetliť dajú sa. Stav, v ktorom sa teleso ohľadom tepla, tedy otrasov teplových nachádza, volá sa *teplotou* alebo *náteplím* (temperatura).

§. 106.

Rozvádzanie tepla. Otrasy teplého telesa zdelujú sa telesu menej teplému, ktorého otrasy sú slabšie, tak dlho, až sa otrasy v oboch vyrovnajú, t. j. teplota oboch sa vyrovná. Zahrievameli teleso na jednom konci, rozvádza sa teplota ďalej, a síce v rozličných telesách rozličnou rýchlosťou. Telesá, v ktorých teplota rýchle postu-

pujúc častice v rýchlom postupe vo všetkých smeroch zahrieva, volajú sa *dobrymi teplovodičmi* (kovy); telesá, v ktorých teplota pomaly zdeluje sa, volajú sa *zlými teplovodičmi* (sklo, hlina, drevo, slama, uhlie, pohol, zem, vlna, vlasy, sneh a ľad, všetky tekutiny vyjmúc rtuť, a všetky plyny; šaty, drevené rukoväte; ohňopevné kassy, ľadôvne, železné a hlinené kachle podávajú príklady upotrebenia zlých teplovodičov.) Mnohé zkúšky *Despretz*-ove a jiných ukázaly, že teplo postupujúce pri rozvádzaníu ubýva v rade geometrickej, keď vzdialenosti v rade aritmetickej pribýva.

Zahrievali sa tekutina v nádobe, od spodku vystupujú zahriate, tedy redšie a tak i ľahšie čiastky do hora, tekutina mieša sa až rovnú teplotu dosiahla. Zahrievameli tekutinu z hora, postupuje ona vo štvorcoch vzdialenosti od studnice tepla. Ten jistý ukaz spatrujeme pri plynoch. Pri ochladzovaní chladnú častice z hora v tom jistom pomere postupe, chladná tekutina stáva sa hustejšou, padá dolu, až celá tekutina rovnak ochladila sa. Výnimku tvorí voda, ktorá je pri 3⁰R najhustejšia, ďalším ochladením sa rozšahuje, až konečne na ľahší ľad prechodí. Prúdenie plynov v komíne, prievan atď. sú úkazy sem patriace. Meissnerovo kúrenie. Vietor pri požiaru.

§. 107.

Sálanie tepla (Wärmestrahlung)

Otriasali sa éther v priestore následkom otrasov teplových nejakého telesa, podáva teplo úkazy, so svetlovými a zvukovými analogické. Postupovanie tepla v otrasoch étherových od jedného telesa k druhému bez toho, aby sa teleso prostredujúco (povetrie) zahrialo, voláme *sálaním* alebo *žiarením* tepla. Ku dokázaniu a preskúmaniu úkazov sáľajúceho čili žiariaceho tepla, užívajú sa veľmi citlivé teplomery alebo stíp thermoelektrický, jaký *Melloni* (1833) na jeho prístroji k ukázaniu a skúmaniu úkazov žiariaceho tepla upotrebil. Pomocou tohoto prístroja vypátrali sa nasledujúce zákony:

Sáľajúce čili žiariace teplo postupuje bez toho, aby prostredujúcu látku zahrialo, tak jako svetlo prímočiarne, asi 3.400 mil za sekundu.

Na slnci, pri zahriatých kachlách atď. cítíme žiariace teplo aj vtedy, keď povetrie ešte nebolo zahriato sa, a zamedzujeme ho slnečnikom, bránidami, keď nás oblažuje. Pečienka z ražna len vtedy býva dobrá, keď len následkom žiariaceho tepla sa upiekla. Kvety, révy etc. pokrývame na

noc, aby následkom vysáovania nezmrzly. Priestor svetovy medzi slncom a zemou je studený.

Sálavosť je pri rozličných telesách rozličná, a je tým väčšia, čím je teleso teplejšie, čím menšia hustota telesa a čím väčší vysálujúci povrch.

Kopt a beloba majú rovnú sálavosť, voda menšú, liatina väčšiu než kované železo.

Telesá vysálujú teplotu vždy tak dlho, až je teplota telies, teplotu sálaním prijímajúcich, rovná teplote telesa, teplotu vysálajúceho. Čím väčší rozdiel teplôt oboch telies, tým rýchlejšie deje sa sálanie (Newton 1687). Telesá tmavé, s povrchom drsným rýchlejšie vysálujú teplo, než telesá svetlé a leštené. Preto vychladneme prv v čiernom, než v svetlom obleku.

Opak sálania tepla je *pohlcovanie*. Papršky teplové dopadajúce na teleso, od ktorého neodrážajú sa, ani cezeň neprechodia, zostávajú následkom zmeny étherovej pružnosti, molekulami telesa zapríčinennej, v ňom. Rozličné telesá pohlčujú teplo v rozličnej miere. Až po 100°C pribýva pohlčovania v tej miere, v ktorej sálavosť, t. j. telesá, majúce veľkú sálavosť majú aj veľkú pohlčovavosť. Sadzou začiernený sneh prú taje, než biely.

Papršky teplové odrážajú sa práve tak, jako svetlové. Dámely do ohniska veľkého poddutého zrkadla *A* (Obr. 192) sviecu,

Obr. 192.

zapáli sa v ohnisku oproti postaveného zrkadla *B* púšny prach, trebars zrkadlá aj viac stóp jedno od druhého vzdialené boly.

Telesá, ktoré papršky teplové prepúšťajú vo veľkej miere, volajú sa *prietepľavými* (diatherman), teplotu neprepúšťajúce ale *neprietepľavými* (atherman).

Najprietepľavejšie teleso je *z v á n o v k a*, potom *pôvretie*. Prietepľavosť nezávisí ani od priehľadnosti ani od farvy telies. Priehľadný liadok je neprietepľavý. Hrubé čierne sklo je prietepľavé, priezračný liad a voda temer neprietepľavé. Cez nasátený roztok jodu v sírouhliku prechádzajú všetky teplové papršky, no nie svetlové. Roztok liadkový prepúšťa svetlo, no teplo nie.

Teplové papršky *lomia a rozkladajú* sa v prietepľavých látkach, dľa zákonov lomu a rozkladu svetla. Vidmo teplové rozprostiera sa od zelených paprškov až po níže červené; z toho nasleduje, že aj teplové papršky rozličnú lomivosť majú.

Práve ako barvivé telesá neprepúšťajú všetky papršky svetla, tak neprepúšťajú aj všetky prietepľavé látky všetky teplové papršky; máme tedy *teplo rozličnej barvy*. Podobne prepúšťa to jisté te- so teplové papršky rozličných telies v rozličnej miere.

Tak k. p. prepúšťa povetrie zo 100 papršiekov teplových lampy s červeným knôtom 100; zvánovka 92; sklo 39, vápenec 39, liadok 9, ľad 6; zo 100 papršiekov žeravého platinového drôtu, povetrie 100, zvánovka 92, sklo 28, vápenec 28, liadok 2, ľad 0; zo 100 papršiekov medenej, na 400°C zahriatej dosky povetrie 100, zvánovka 92, sklo 6, vápenec 6, liadok 0, ľad 0; zo 100 papršiekov začiernenej mosadzovej dosky, zahriatej na 100°C, povetrie 100, zvánovka 92, sklo 0, vápenec 0, ľad 0. Kovy rozptilujú každé teplo rovnou mierou. Kopt pohlcuje každé teplo rovnou mierou, beloba olovená rozličnou.

Fluorescentia, križlenie, ohyb, dvojlom a polarisatia teplových papršiekov deje sa dľa najnovších, ačprave ešte nie úplne prevedených badaní *Kuochblaucha*, *Seebeck*, *Foucaulta* a. j. dľa týchže zákonov čo pri svetle. Miesto skla zastupuje tu zvánovka a slieda, čo najprietepľavejšie látky.

§. 108.

Pramene tepla.

Najhlavnejší prameň tepla je *slnce*, ktorého papršky tým silnejšie hrejú, čím viac jích na túže plochu dopadá, čím kolmejšie a čím dlhšie na teleso dopadajú, konečne čím viac jích teleso pohlcuje.

Zrkadlá zapalujúce, teplomer s čiernou guľôčkou, heliothermometry. Pôvod tepla slnečného hľadajú učenici v žeravom povrchu slnca. Ráno, večer, v zime dopadajú papršky kosom, hrejú tedy menej. Vysálovaním tepla zemou, zahrieva sa ovzdušie po jistú čiaru — snáhovú hranicu. Dľa *Pouilleta* vysiela na zem slnce toľko tepla, žeby sa nim do roka 98' hruhá kôra ľadu okolo zeme obložená stopila. Čiastky roka. Teplota denia je najväčšia medzi 2—3 hod. popol. najmenšia pol hodiny pred východom slnka. Strednia teplota denia a ročná. (Vo V. Revúci priem. teplota je 7,5°R). Január je najchladnejší, Jún najteplejší. *Isothermy* sú čiary na zemí našej, ktoré spájajú miesta, rovnú strednú teplotu majúce. *Isothermy* sú čiary na zemi, spojujúce miesta, ktoré majú rovnú teplotu letniú; *Isouchimeny*, ktoré spájajú miesta rovnjej teploty zimnej. Rovník teplový. *Vetry* povstávajú následkom nerovnomerne zahriateho povetria, ktoré sa potom prúdi. *Vetry* pravidelné, pobrežné, passatné, bezvetrie. Rýchlosť vetru meria sa prístrojmi, *vetromermy* (anemometer) zvanými.

Slncom zahrieva sa len vrchnia čiastka zeme. V hĺbke 60 – 80' zostáva teplota zeme vždy rovná. V hlbších vrstvách pribýva tepla, a síce na každých 95' hĺbky o 1°C. Z toho nutno zavierať, že v hĺbke 8–10 míl je naša zem úplne žeravá alebo už tekutá.

V pivnici parížskej hviezdárni 27,5^m hĺbokej, ukazuje teplomer od roku 1783 vždy 11, 826°. Zem bola volakedy žeravá tekutá gula. Jako vysvetľuje sa vznik horúcich prameňov, zemetrasenia a sopky?

Mechanické pramene tepla sú: tlak, uder, prilnavosť, pohlcovanie a trenie. Kresanie ocielky o kremeň. Pílniky, nebožie- ce, čápy atď. trením zahrievajú sa. Zápalky, kapslíky atď.

Chemické slučovania telies zapríčiňuje teplotu. Hase- nie vápna, horenie, hnitie, kysnutie a výkony životné podávajú to- ho príklady. Teplo horením zplodené, je pomerné ku množstvu spo- trebovaného za ten čas kyslíka. Živé telo ľudské má teplotu 37°C, v horúčke 40–42°C. Ptáci majú teplotu 32,2°–43,9°; obojživelníci 28°–32°, ryby 25°–25,5° hmizy 25°C. Teplota zvierat teplokrev- ných je stála, chladnokrevných nestála. Prvé su proti prílišnému vysálovaniu tepla chránené zlými teplovodičmi: srstou, vlasami, vlnou atď. Vyparovaním potu telo sa ochladzuje, a len týmto umožnené je človekovi vykonávanie ťažkých prác i v najhorúcejšom pásme. Roz- ličný pokrm v lete a v zime, v horúcom a studenom pásme.

§. 109.

Účinky tepla.

1. **Rozťahovanie telies**, deje sa teplom v jednom, vo dvoch alebo vo troch smeroch; prvé volá sa *podialnym*, *lineárnym*, druhé v *ploche*, tretie v *objemu*. Pri pevných telesách určuje sa hlavne rozťahovanie podialné pri tekutých a plyných objemov.

Rozťažlivosť deje sa až do 100°, pri niektorých telesách aj výše, zväčša pravidelne. Prírastok na zdĺžke alebo objeme, zohriatim o jeden stupeň povstaly, volá sa *koeficientom rozťažlivosti v dialke* alebo v *objemu*. Pevné telesá majú najmenšú, tekuté väčšú, plyn- né najväčšú rozťažlivosť.

Koeficienty rozťažlivosti sú pre:

sklo	0,000 008613	rtuť	0,000 18153
platinu	0,000 008 842	pliny	0,00 3665
ocel	0,000 010 788		
železo	0,000 011 250		
meď	0,0000 17 182		

Voda rozťahuje sa nepravidelne, je pri 4°C najhustejšia. Beremeli jej

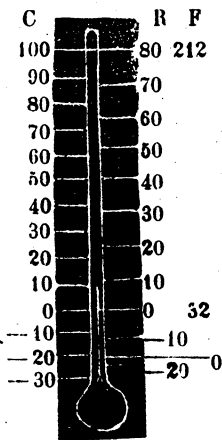
mosadz . . . 0,0000 18 782 objem pri 0° za jednot, obnáša on
 striebro . . . 0,0000 190 97 pri 4°C = 0,999 88.
 zinok . . . 0,0000 29417 (Spôsoby, ktorými určuje sa koeficient rozťažlivosti telies, vo VIII tr.).

Účinok tepla, že ono telesá rozťahuje, upotrebuje sa k jeho meraniu. Prístroj k meraniu tepla volá sa **teplomér** (thermometer).

Najstaršie teploměry (od Galilaeiho, Drebbela) pozostávaly z trubice guľôčkou opatrenej, v ktorej povetrie rtuťou uzavrené bolo. Rozťahovanie sa povetria zapríčiňovalo pohyb tekutiny, z ktorého sa náteplie posudzovalo.

Aby teplomer porovnávať sa dal, musia aspon dva body na ňom označené byť, ktoré vždy určiť možno. Tieto body určoval *Fahrenheit* nasledovne: Zimu miešanejiny snehu, zvánovky a salmiaku v jistom pomere vzal za jeden, teplotu ľudského tela za druhý pevný bod, a naplniac sklenenú, na spodku guľôčkou opatrenú trubicu rtuťou, označil stav rtuti v miešanine s 0, stav druhej s 96°. Pozdejšie vynajšlo sa, že je náteplie topiaceho sa ľadu ako aj vriacej vody stále; preto vzali *Reaumur* a *Celsius* tieto body za základné. Prvý podelil priestor medzi nimi (zakladný priestor) na 80, druhý na 100

Obr. 193.

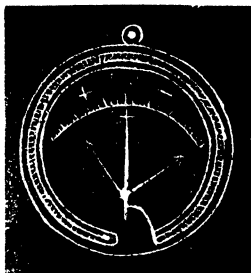


stupňov. Dolný bod volá sa *bod ľadu*, horný *bod varu*. Fahrenheitov teplomer má na bode ľadu 23°, na bode varu 212°. Z toho vysvitá že 4°R = 5°C = 9°F. Niže bodu ľadu označujú sa stupne také jako výše, a značia sa s —. (Obr. 193) Najvhodnejšia teplomerná látka je rtuť. Teplomery pre nízku teplotu plnia sa lichom. Maximum a minimum teploměry. Thermometrograph. Teplomery povelrné sú najdôkladnejšie. Sotovovanie, plnenie teplomerov a určovanie bodu ľadu a varu. Určovanie veľmi vysokého tepla pomocou sliatin, pálenej hlíny, pyrometrov. Určovanie tepla v neprístupnej hĺbke. Teplomér rozdielový.

Nerovné rozťahovanie sa kovov upotrebuje sa tiež k meraniu tepla. Spojímeli dva prúžky rozdielne sa rozťahujúcich kovov, zohnú sa zahriate alebo ochladené na jeden alebo na druhý bok. *Holzmannov* kovový teplomer pozostáva (Obr. 194) z dvojitého prúžka zo železa sbo platiny, a z mosadze alebo medi. Jeden koniec je upevnený, druhý ale spojený je s kratším ramenom ručičky. Príbývali tepla, rozťahuje sa prúžka a ručička ukazuje stupne v smere —;

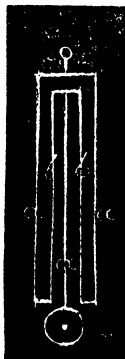
ubývali tepla, zakrivuje sa prúžka a ručička ide v smere —. Na ručke je kolmý nitok, ktorý posúva ručičky v pravo a ľavo, ktoré potom najviššú a najnižšú teplotu deňnú ukazujú. *Breguetov* teplomer pozostáva z prúžky z troch, jedno na druhý pospájaných kovov, striebra, zlata a platiny. Prúžka svinutá je spirálne, striebrom do vnútra. Poneváď sa striebro dvaráz viacej rozľahuje, než platina, bude sa pri rastení tepla prúžok roztvárať, pri padaní sťahovať. Ručička na koncy spirály upevnená, ukazuje stupne tepla na stupníku, skusmo ustanovenom.

Obr. 194.



Kotle, rúry železné nesmejú byť tesno zamurované. Železničné koľaje nesmejú priliehať. Sklo rýchlo zahriate práska. Pri dôkladnom meraní (tlakomer) nutno na rozľazlivosť ohľad brať. Kývadlo na hodinách sa teplom zdľužuje, hodiny idú pomalšie, v zime rýchlejšie. Aby vada táto odstránila sa, užíva sa *kompensačné kývadlo*, pozostávajúce z týchčok železových *a*, a mosadzových *b*: (Obr. 195). Následkom rozličného rozľahovania sa železa a mosadze, zostáva ťažište kývadla vždy v rovnakej výške. Pohyb bude tedy úplne pravidelný aj pri zmene náteplia. Podobným spôsobom vyrovnáva sa pohyb nepokoja na chronometroch.

Obr. 195.



§. 110.

2. Premena stavu skupenstva teplom.

a. Topenie čili tanie. Mnohé pevné telesá, primerane zahriate, prechádzajú zo stavu skupenstva pevného do tekutého; úkaz tento voláme *topením* (česky taním.) Až po bod topenia vystupuje teplota; dokiaľ ale teleso topí sa, zostáva teplota vždy tá istá. Rozličné telesá topia sa pri rozličnom nátepliu.

Teplomer vložený do nádoby, v ktorej ľad alebo sneh topí sa, padá na bod null, a zostane tak dlho stáť, až všetek ľad nestopil sa.

Následujúca tabuľka udáva body topenia sa niektorých látok.

alkohol čistý	—78 °C	bismút	264° C
rtuť	—40	olovo	335
terpetinová silica	—10	zinok	412
ľad	0	antimon	430
loj	40	striebro	916
stearin	49	zlato	1040

vosk	64	liatina	1100
phosphor	44	meď	1200
síra (živý oheň)	115	železo kujné	1600
cín	235	ocel	1800

Uhlie nedalo sa dosiaľ roztopiť. Mnohé telesá nedajú sa topiť, ponevadž už prv chemične slučujú alebo rozlučujú sa; niektoré ale, k. p. káfor, jód z pevného stavu hneď do plynného prechodia. Hall (1850) roztopil mramor.

Zvyšímeli tlak na teleso, topí sa pri vyššej teplote; ľad robí výnimku a topí sa pri nižšej. Sliatiny kovov topia sa pri nižšej teplote, než je tá, pri ktorej sa v nej obsažené kovy topia. Sliatina z 5 čiastok olova, 3 cínu a 5 bismutu topí sa pri 100°C.

Dokiaľ teleso topí sa, ukazuje vždy tú jistú teplotu, čoby sme ho jak veľmi zahrievali. Topenie sa sdeleným teplom zrýchluje ale ponevadž teplotu túto teleso pohlcuje, bez toho žeby sa viac zahrialo, voláme ju *viazanou, utajenou* (latente, gebundene Wärme).

V papiery možno olovo roztopiť. Topením snehu, ľadu ochladzuje sa povetrie značne.

Keď pevné teleso v tekutine sa rozpúšťa, viaže sa tiež teplo. Tak ochladí sa miešanina.

3 čiastok salmiaku, 5 č. sanitry a 16 č. vody z 10° na -10°R	
3 čiast. Glauberovej soly a 3 čst. kys. dusičnej z 10° „ -12°	
1 č. snehu. 1 č. zvánovky z 0° „ -14°	
3 č. chloridu vápenatého a 4 č. snehu z 0° „ -36°	
1 č. snehu a 1 č. kys. sírovej z -5° „ -41°	

Pri roztekaniu niektorých pevných telies v tekutinách, zvyšuje sa teplota, ponevadž chemickým slučovaním sa tekutiny s pevným telesom viac tepla vyvíňuje, než viaže sa. (Hasenie vápna).

Keď tekutinu až po jistý stupeň ochladíme, stuhne. Toto stuhnutie deje sa pravidelne pri teplote topenia tohože telesa. Ľad topí sa pri 0°, rtuť pri -40°C. Voda ztuhne pri 0° rtuť pri -40°C.

Teleso, prechádzajúco takto zo stavu tekutého do pevného, púšťa teplotu, ktorú bolo pri topení viazalo. Voda v jazerách mrzne pomalí, bo vypúšťa mnoho viazaného tepla. Cínový tanier, naplnený snehom posoleným, primrzne na mokrom stole i v zakúrenej izbe. Dve topiace sa kryhy primrznú jedno na druhú položené. Že ľad 0° viac objemu zaujíma, a tedy ľahší je než 0° voda, vysvetluje sa hladením častíc, ktoré tým viac priestoru zaujímajú. Ten istý úkaz javí liatina a bismut. Ľad štiepa skaly, trhá sudy, nádoby atď.

§. 111.

b. Výpar a var. Prechádzali tekuté teleso z povrchu do stavu plynného, voláme to *vyparovaním*, a plyn povstalý *parou*. Prechádzali ale tekutina do stavu plynného z vnútra, voláme to *varom*, *vrením*. Čím viac teleso zahrievame, tým viac rastie jeho teplota a tým rýchlejšie sa vyparuje. Pri jistej teplote začne vriieť, a podržuje ju stále, trebársby sme teleso jakokolvek zahrievali. Všetku ostatnú teplotu *viaže*. Teplota varu je pri rozličných tekutinách rozdielna, a ponevadž vrením povstale pary tlak povetria prekonať musia, jestliže z vnútra tekutiny vystupovať majú, závisí teplota varu i od tlaku. A síce čím väčší tlak, tým vyšší je bod varu.

Prí zákonom tlaku vrú:

kyselina uhličítá pri	— 98°C	alkohol	78°
„ „ síričitá „	— 10°	voda	100°
éter	+ 35°	„ morská	103,7°
sírouhľík	+ 47°	fosfor	290
kyselina sírová	+ 310°	rtuť	360°
lanový olej	+ 316°	síra	420°.

Na vysokých vrchoch, kde je tlak menší, vie voda pri menej než 100°C, pod vývevou pri 30°C; naproti tomu v Papinovom hrnci pri teplote vyše sto stupňov. Aj látka nádoby, v ktorej sa voda varí, má vlyv na teplotu varu, nie ale na teplotu vyvíňujúcej sa pary. V sklenených nádobách požaduje voda vyššieho tepla k vretiu, než v nádobách železných.

Tekutiny, ktoré pri obyčajnej teplote veľmi rýchlo sa vyparujú, voláme *vyvetrivé* (flüchtig, rusky: letúčny, čes: tékavý) ako k. p. alkohol, éter, lieh, kyselina síričitá, tekutá kyselina uhličítá. Pevné vyvetrivé telesá sú káfor, jód. Voda vyparuje sa aj pri teplote —40°C, éter pri —51°C.

Vyparovanie zrýchluje sa zvýšením teploty, zväčšením povrchu tekutiny, zredením povetria nad povrchom tekutiny, a odstraňovaním vyvinutých pár.

Ohľadom viazaného tepla pri vyparovaní, t. j. prechádzaní tekutín do stavu plynného, vieme, že pary vyvíňujúce sa tým viac tepla viažu, čím rýchlejšie sa vyvíňujú, t. j. čím menšia teplota k jích varu je potrebná. Pri veľmi rýchlom výparu zmrzne čiastka tekutiny. Odtiaľto vysvetľujeme cit zimy po vypotení alebo premoknutí, kúpaní. V lete kropí sa pre ochladenie. Po daždi chladí sa povetrie. Alkarazza. Gemerské džbány. Robenie ľadu v Bengalsku.

Wollastonov *kryofor*, *Carré*-ho (1859) stroj ku robeniu ľadu. Pri vretí viažu pary všetkú ďalšú teplotu. Preto nezohreje sa voda v otvorenom hrnku výšej, než na 100° V nádobách cínových a olovených, ba i v papieri možno vodu variť.

Keď pary prechádzajú do stavu tekutého, vypúšťajú viazané teplo. Horúca para zahrieva, vovedená do vody, túto viec, než by ju smiešaním zahriať mala. Pod dažďom býva horúce, pretože vodné pary zrážajú sa, viazané teplo pustily. Keď sneh padá, býva teplejšie. Množstvo teploty, ktorá sa pri topení viaže, vynajdeme miešaním ako nasleduje. k. p. 1 \mathcal{K} vody 0 stupňovej a 1 \mathcal{K} vody 79° , dajú 2 \mathcal{K} vody $39\frac{1}{2}^{\circ}$; ale 1 \mathcal{K} ľadu (0°) a 1 \mathcal{K} vody 79° dajú 2 \mathcal{K} vody 0° . Pri roztopení sa 1 \mathcal{K} ľadu viaže sa 79° tepla. Miešame s ľadom sol, viaže sa ešte viac. Pri vrení vody viaže sa 540° , bo 1 \mathcal{K} pary 100° , môže 9 \mathcal{K} vody z 0° na 64° zahriať; dostaneme tedy 10 \mathcal{K} vody 64 stupňovej.

Mnohým plynom možno viazanú teplotu len veľmi veľkým ochladením, a veľkým tlakom odobrať. *Natterer* sestrojil zvláštny tlakostroj, pomocou ktorého sa uhličitá kyselina ku ztekuteniu privedie dá.

Na umelom ochladiení pár zakladá sa *triebene* (destillatio). Tekutiny sú často pevnými látkami zanečistené, alebo s druhými tekutinami smiešané. Pri zahrievaní vyvíňujú sa najprv pary tej tekutiny, ktorá pri najnižšom stupni vrie. Zahrievame ľah smiešaný s vodou, budú jeho pary už pri 79°C uchádzať, a teplota sa ďalej nezvyší, vodnej pary len málo sa tvorí. Pary vedú sa rúrami, v ktorých sa ochladzujú a zraziac sa do nádoby odtekajú. Soly, zeminy a druhé vyparovania neschopné látky zostanú, a čistá tekutina prejde. Destilovanie vody.

§. 112.

Kvapka Leidenfrostova. Zohrejeme téglik platinový do žerava, a vpustíme do neho pár kvapiek vody: utvoria kvapky guľočku, ktorá sa síce ustavične pohybuje, ale nevre a len málo sa vyparuje. Len keď téglik sa ochladil, začne voda síčať a veľmi sa variť. Úkaz tento pozoroval prvý *Eller*, *Leidenfrost* ho prvý opísal. Úkaz vysvetľuje sa tým, že vrstva pary zabraňuje vode prístup ku kovu, ju odpudzujú.

Zo žeravého otvoru parného kotla nevychádza ani voda ani para. Keď v parnom kotlu niet dostatočného množstva vody, rozžeraveje sa, po ochladiení vyvíňuje sa mnoho pary, ktorá kotol roztrhne. V salmiakovej vode namočenú ruku môžeme bez úrazu do tekutého olova alebo železa za-

noril. V žeravom platinovom tégliku zamrzne rtuť, s étherom u pevnou uhyčtitou kyselinou smiešaná. Žeravé železo za čas pod vodou žeraveje a nesiči, vodné kvapky po žeravom sporáku behajú ticho.

§. 113.

Určovanie množstva tepla. Zo skúsenosti známe, že vždy rovné množstvo tepla potrebujeme, aby sme jisté teleso, jistej váhy, na jistý stupeň sohriali. Preto bereme za *jednosť tepla* (Calorie) to teplo, ktoré je v stave 1 ě vody z 0° na 1°C zahriať. Množstvo tepla, t. j. počet jednotí tepla, potrebné ku zahriatiu jednoty váhy volá sa teplom *pomerným* (Specifische Wärme). A schopnosť telesa pohlcovať jisté množstvo tepla, aby sa jeho teplota o 1°C zvýšila, volá sa *ponímanosťou* (capacitas). Špecifická teplota a ponímanosť značia sa tým jistým číslom; lebo koľkoráz je väčšia alebo menšia pomerná teplota, toľkoráz je i ponímanosť väčšia alebo menšia. Špecifická teplota a ponímanosť stoja v tom jistom pomere, čo špecifická váha a hustota.

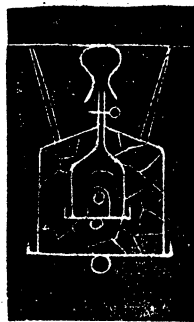
Špecifická teplota železa je 0,1138, rtuťi 0,0333, skla 0,177; t. j. železo potrebuje 0,1138, rtuť 0,0333, sklo 0,177 jednotí tepla, aby o 1° sa zahrielo. Smiešameli 1 ě vody 7°C teplej s 1 ě rtuťi 109°C teplej: má miešanina teplotu = 10°C. Voda prijala zo rtuťi 99° tepla a sohriala sa tým na 3°, ponevadž je jej ponímanosť 33 ráz väčšia než rtuťi.

Relatívna teplota je to množstvo tepla, ktoré je potrebné aby jednotá objemu o 1°C sa zvýšila.

K určovaniu špecifickej teploty užívajú sa tri spôsoby: 1. Topením od *Lavoisier*-a. Do nádoby (Obr. 196) ľadom naplnenej, a v druhej, taktiež ľad obsahujúcej, dá sa v drôtovom košíku teleso, ktoré svoju teplotu ľadu zdeľ a čiastku z neho roztopí. Z množstva povstalej vody určuje sa jeho špecifická teplota.

2. Druhý spôsob miešaním zakladá sa na tom, že teleso pri ochladení inú teplotu oddá, než je tá, o ktorú zteplí tekutinu, v ktorej sa ochladzuje.

Tretí spôsob ochladením, od *Dulonga* a *Petit*-a, zakladá sa na tom, že nejaké teleso tým menej sa ochladza, čím väčšia jeho špecifická teplota.



Dulong a Neumann vynajšli, že súčin zo špecifickej teploty a aequivalentného čísla telesa, stály zostáva pre slúčeniny, podobné vlastnosti chemické majúce.

Špecificčná teplota niektorých telies je ;

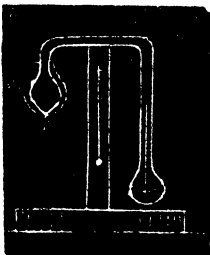
voda	1,0000	železo	0,1138
lieh	0,7000	zinok	0,0955
ľad	0,5130	meď	0,0951
uhol	0,2411	striebro	0,0570
zvánovka	0,2300	cín	0,0562
sfra	0,2026	rtuť	0,0333
sklo	0,1974	zlato	0,0324

§. 114.

Na základe viazaného tepla máme viac prístrojov, slúžiacich k meraniu vlhkosti povetria (vidz § 57). Sem patrí:

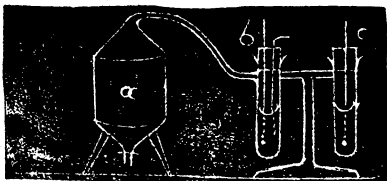
1. *Vlhomer Daniellov*; on pozostáva z ohnutej, na podstavku podoprenej a na nerovných koncoch guľôčkami opatrenej sklennej trubice (Obr. 197). Guľôčka *a* je do $\frac{2}{3}$ étherom naplnená, do ktorého zasahuje vnútru nachádzajúci sa teplomer, z vonka je guľôčka

Obr. 179.



a zväčša pozlátaná. Druhá guľôčka *b* je v mušlienku zaobalená. Celá trubica je vnútru vzduchoprázdna a obsahuje len éterové pary. Kapne-li sa étheru na mušlienu, vyparuje sa táto a viažúc teplotu ochladzuje guľku *b*, v ktorej sa éterové pary srážajú. Tým vživujú sa v guľôčke *a* nové pary, čím sa zase teplota viaže a éther, vnútorný teplomer a guľôčka ochladzujú sa, až konečne zarsí sa pozlacená čiastka, následkom zrazenia sa pár v povetrí obsažených. V okamihu zarosenia pozorujeme teplomer vniutorny (*t*) aj zovniutorny (*T*) na podstavku, a určíme vlhkosť *V*, keď v tabulkách vyhľadáme maxima expansivnosti pre obe teploty (*t* a *T*). *e* a *E*,

Obr. 198.



tak je $V = \frac{e}{E}$; alebo v procentoch

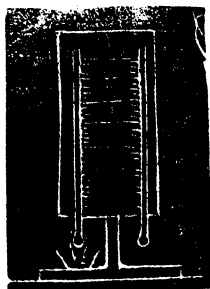
$$V = \frac{100e}{E}$$

2 *Vlhomer Regnaultov* (Obr. 198) pozostáva z dvoch sklených, na spodku postriebrených nádobiek *b*, *c*, v nich nachádzajú sa osa-

dzené teplomery. Obe nádobky naplnené sú asi do polovice étherom, ktorý sa rýchle vyparuje, keď nádobku *b* spojíme s vodou naplneným aspiratorom *A*. Tu klesá teplota v nádobke *b*, ktorej povrch sa zarosí. V tomto okamihu určíme teploty oboch teplomerov *t* a *T* a vypočítujeme vlhkosť dľa predešlého. Obydva tieto vlhomery majú rozličné vady a ťažkú manipuláciu.

3. *Psychrometer Augustov* (Obr. 199) pozostáva zo dvoch teplomerov, jeden má guľočku zaobalenú mušlienom, z ktorého visí do nádobky vodou naplnennj knôt, po ktorom voda hore vystupujúc guľočku vše vlhkú udržuje. Keď je povetrie vodnými parami nie nasitené, vyparuje sa voda z guľočky mokrej, a viažúc tým teplo padá rtuť tak dlho, až povetrie okolo guľočky sa parou nasíti. Z teploty vlhkého *t* a suchého teplomeru *T*, ktorých rozdiel psychrometrickou diferenciou zovieme, určí sa dľa rovnice $e = e' - k \cdot b (T - t)$, expansita pár vodných, práve v povetří obsažených. *e'* je expansita príslušná teplote *t*, *b* tlak povetria, a *k* určitá, obyčajne na 0,0006246 ustanovená veličina.

Obr. 199.



Psychrometrom možno každý okamih vlhkosť povetria bez všetkých priprav predbežných určiť. Len o to sa starať treba, aby nádobka, do ktorej je knôt vlhkého teplomera zanorený, vždy dostatočne vodou naplnená bola.

Z pozorovaní, pomocou psychrometrov konaných ukázalo sa, že je v lete povetrie najvlhšie o 9 hod. ráno. Od 9—4 hod. po pol. ubýva vlhkosti, o 4 hod. je povetrie najsuchšie, o 9 hod. večer, je povetrie zase najvlhšie, a k ránu zase najsuchšie.

§. 115.

Rovnomocnina tepla.

Každý mechanický účinok čili práca vzbudzuje teplo, a síce: množstvo tepla vzbudeného činnosťou mechanickou, je pomerné účinkom mechanickým, keď oni druhej práce nekonajú. K meraniu tepla, mechanickými účinkami povstaleho, uživa sa koleso, ktoré vo vode sa trie a túto zabrieva. A tu ukázalo sa, že 423,55 kilogrammometrov zplodzujú trením jednu jednotu tepla, t. j. povstale teplo zahreje 1 kilogramm

vody o 1°C. Práca 423,55 kilogrammometrov volá sa *rovnomocnou* tepla. Naopak možno teplo premeniť na prácu mechanickú, ako sa to pri parostrojoch deje, a síce zodpovedá každej jednotke tepla 423,55 kilogrammová práca. Tak vidíme, že teplo premieňa sa na prácu, keď z teplejšieho telesa prechodí teplo do studenejšieho, tak ale že sa z neho nič neztratí.

Podobný výjav máme pri mlune. Mluno pôsobí teplo, svetlo a chemické účinky. Keď spojíme pajkov rozdielne kovy a na spojnom mieste jích zahrejeme, povstane mluno, ktoré vodu na kyslík a vodík rozloží. Hľadáme-li spálením vyvinutého plynu povstale množstvo tepla, nájdeme, že rovná sa teplu prvotnému.

Z tohoto vidíme múdre usporiadanie síl v prírode, ktoré veľmi spolu súvisia a s látkou spojené sú. Ponevadž ale látka nemôže sa ztratíť, lež len premeníť; preto i sily ztratíť nemôžu sa, a sú tedy tak jako i látka stále.

VII. Oddiel.

O mlune. (Electricitas).

§. 116.

1. Mluno vzbudené trením.

Tremeli telesá k. p. sklo, vosk, gutaperču atď. amalgamovanou kožou, vlasami atď. stáva sa, že ľahké kúsky papiera pierä a j. priťahujú a po jistom čase odstrkujú. Tieto telesá voláme mlunnými, električnými, a príčinu úkazu toho *mlunom, električinou* (electricitas). Električné telesa zdelujú mluno svoje druhým, ktoré ju alebo ďalej odvádzajú a preto *mlunovodičmi* sa volajú, alebo toto odvádzanie zamedzujú *nevodiči* (isolator). Mlunovodiči musia byť, jestliže jích mluno pozorovať chceme nevodičmi ohraňčený. Dobrý mlunovodiči sú predovšetkým, kovy, ústroje, soly, zlý vodiči (nevodiči, izolatory), sklo, smoly, hodbáb, suché povetrie, srst vlasy, síra atď.

Zavesímeli guľočku z duše chabzdovej na hodbábnú (nevodič) nitku, a priblížime k nej električnú sklenenú týku, pritiahne táto guľočku, akonáhle sa ale guľočka stala dotknutím o električnú týku električinou odstrkuje ju týka. Guľočku túto električnú ale ešte vo väčšej miere priťahuje električná týka vosková. Preto uznávame dvojaké protivné mlúno, jedno voláme kladným a značíme ho s +, druhé záporným a značíme ho s —. Sklo má kladné, smola, vosk záporné mluno. Z popísaného úkazu tedy vyplýva zákon: rovnorodé mluna odstrkujú nerovnorodé priťahujú sa.

Všetky telesa možno do jistej rády zostaviť, v ktorej každé nasledujúcim trené dá kladnú, prechádzajúcim trené ale zápornú električinu. Rádu túto voláme *mlunovzbuďnou radou trením*: vlasy (srst mačacia, liščia), leštené sklo, vlna, papier, hodbáb, smoly, jantár, síra, kovy.

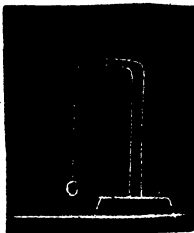
Má-li telesa obe mluna, v rovnakom množstve je neelektričné. Trením rozdelí sa toto mluno, jedno ujde do náteru, druhé zostane v telesa a zapričiňuje mlúnný stav toho telesa.

Električnosť usadzuje sa len na povrchu telesa, vo vnútru je telesa neelektričné o čom sa presvedčíme, keď zelektrizujeme guľu kovovú a izolovanú, dvoma úplne priliehajúcimi pologulami zakrytú. Po odobratí pologuľ ukáže sa byť guľa neelektričnou, pologule elek-

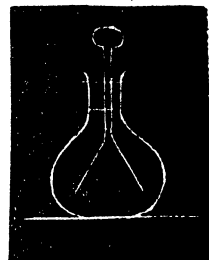
tričné, ale len na vonkajšom povrchu. Kovový mešec zelektrizovaný je len zvonku električný, prevratimeli ho pomocou hodbabnej vňútru upevnenej nitky, bude zase len vonkajšia strana električná.

Ku poznaniu mluného stavu telesa užívajú sa prístroje *elektroskop* a *condensator* (viď ďalej).

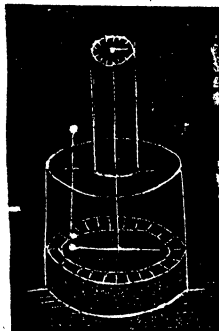
Elektroskop guľočkový, pozostáva z guľočky z duše chabz-dovej zavesenej na hodbabnej nítke, ktorá na sklenenom podstavcu upevnená je. Keď nektoré teleso guľočku priťahuje, a po dotknutí odstrkuje, tedy je električné. (Obr. 200).



Obr. 201.



Obr. 202.



Elektroskop s tyčinkami (Obr. 201) pozostáva z dvoch tyčínok steblových alebo pozlátkových, ktoré na pevnom guľočkou alebo ploškou končiacom sa drôte upevnené, a aby od porúchania chránené boly vo fľaške upravené sú. Dotknemeli sa plošky alebo guľočky telesom električným rozídu sa kolmo spolu vysiace tyčinky následkom odstrkovania sa mluna rôznorodého.

Pomocou elektroskopa môžeme aj určovať jakú električinu teleso malo, keď sklenenú alebo voskovú električnú tyčku k nemu blížime.

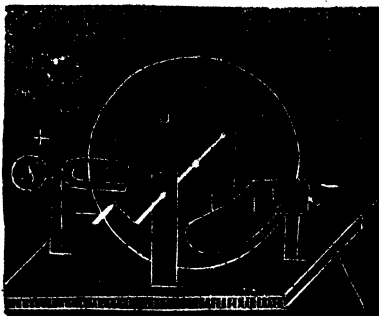
K meraniu množstva mluna slouží *Coulombova vážka*. (Obr. 202). Na nekrútenej coconovej nitke vysí šelaková ihlica vodorovne s malou mosadzovou guľočkou na jednom konci. Tejto guľočke priblíži sa druhá guľočka, ktorej merat sa majúce mluno sdelíme, čím ihlica odchyluje sa. Teraz krútime niť tak dlho nazad, až síla okrútenia rovná sa veľkosti mluna, čo vtedy stane sa, keď ihlica do predešlej polohy prišla. Veľkosť mluna stojí so silou okrútenia v rovnom pomere.

Mluno rozteká sa vo všetkých telesách do najkrajnejších vrstiev povrchu, ponačť rovnomlné častice sa odstrkujú. Týmto odstrkovaním postáva jisté ustavičné, *mlunné snaženie* (electrische Spannung). Výslednice tohoto snaženia sú v smere ostrých končiarov a rohov najväčšie, preto vyteka na týchto mluno najväčmi. Preto musia mať i stroje mlunné, na ktorých vytekanie mluna možno najúplnejšie zabrániť sa má všade na rohoch do okrúhla zakončené. Aj vnikanie mluna deje sa končiarami najrýchlejšie.

§. 117.

K vzbudeniu väčšieho množstva mluna upotrebuje sa elektri-
ka obecná (Obr. 203). Ona pozostáva, predne z látky, ktorá sa
trie, obyčajne zo sklenenej alebo kaučukovej okruhlej na izolova-
nej ose upevnenej ploske *a*; ďalej z náteru, *b* čili vankúšikou pruž-
ných, pomedzi ktoré ona ploska
idúc sa trie. Vankúšiky natreté sú
pri elektrike so sklenenou ploskou
amalganom. Na náteru pripravené
sú tafetové uši *c*, ktoré zabraňu-
jú aby vyvinuté mluno do povetria
tak rýchlo neušlo.

Obr. 203.



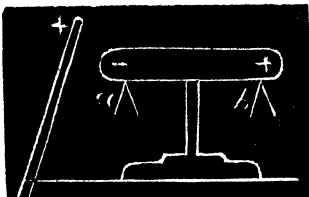
Trením povstalo mluno je
dvojaké. Na ploske sklenej povsta-
lo mluno kladné v náteru záporné.
Z plosky zvädza sa mluno pomo-
cou *sosiča* do *svodiča* (Konduktora). *S* osič je vidlica z oboch bo-
kou plosky položená a drobnými klinčekami, ktoré mluno vnímajú
opatrená. Svodič je obyčajne veľká mosadzoblachová guľa, na kto-
rej sa vyvinuté mluno zbiera. Aby sa mluno kladné na ploske a
záporné v svodiču na náteru nerušily odvádza sa záporné pomocou
retiazky do zeme. Čím suchšie je povetrie okolo elektriky, tým
lepšie dejú sa zkušky s ňou. Za vynalezcu elektriky pokladá sa vô-
bec Otto Querické.

Pomocou elektriky môžeme úkazy mluna veľmi patrne pozor-
ovať. Účinky tieto delia sa 1. *účinky mechanické*. Elektrická mu-
cha, kladivo, ruža, tanec, dážď, zvonky, koleso, prerážanie papiera,
skla, ježenie sa vlasov na človekovi izolovanom. 2. *Účinky svetla*
elektrická iskra má v povetrí farvu pobelavú v zriedenom barvu
fialovú, vo vodíku červenú, kyseline uhličitej zelenú, v kyslíku fia-
lobelasú, v parách vodných žltú. Elektrické osvetlenie, Geisslerových
trubic fluorovanie. Vytekajúce kladné mluno svieti v paprškovitej
kycke, mluno záporné ako lesklý bod. 3. *Účinky tepla*, zapalovanie
éteru, streľnej vlny, a strelného prachu, fosforu, síry, traskavé-
ho plynu, elektrická puška, eudiometer. 4. *Účinky chemické*, vylučo-
vanie jódu, ozónu. 5. *Účinky fyziologické*. Zatrásenie a bolesť účin-
kom iskry povstalo. Pociť nakyslý keď + koniec drôtu na jazyk,
- pod jazyk dáme.

§. 118.

Mluno vzburené rozkladom. Priblížimeli sa silne kladno elektrickou sklenenou týkou *A* (Obr. 204.) izolovanému válcu kovovému *B*, na ktorom na oboch koncoch stebielka, alebo tyčinky *a*, *b* zavesené sú, vidíme nasledujúce úkazy:

Obr. 204.



Tyčinky, ktoré predtým kolmo dolu vysely, rozstupujú sa, dôkazom, že valec kovový mlyným sa stal. Tá čiastka válca, ktorá je k týke obrátena má

električinu zápornú, druhá ale kladnú, dôkaz, že elektricina z týky sa nezdelila, bo keď týku vzdialime mizne mluno vo válcu, a tyčinky klesnú. Dotknemeli sa válca pri *b*, dokiaľ týka zblížená bola, klesnú tyčinky pri *b*, dôkazom, že kladné mluno z válca cez palec preč odišlo. Vzdialimeli teraz týku, zostane na válcu volná záporná elektricina, ktorá zase rozstupovanie tyčíniek zapríčiňuje.

Z úkazov týchto, ktoré elektrickým rozkladom zovieme vyplýva: že valec kovový musel mať v sebe kladné i záporné mluno viazané, ktoré práve preto sa nejavilo. Neelektrický stav telesa považuje sa tedy za výsledok viazania, čili miešania sa oboch elektricit. Priblížením kladnomlunej týky, rozložilo sa viazané mluno, záporné shromaždilo sa priťahované súc na koniec válca *a* ku týke, kladné ale odstrkované na koniec *b*. Dotknutím sa válca u *b*, odišla odstrkovaná kladná elektricina, a po vzdialení týky zostala na válcu elektricina záporná volná. Keď bola týka záporne elektrická, stal sa valec po vyvedení opísanej zkúšky kladno v opačnom páde záporne elektrickým. Úkaz tento zovie sa i *elektrizovaním návodným* (Inductio). *Franklín* a *Aepinus* úkazom rozkladu vedení považovali mluno za jemnú nevažiteľnú látku, ktorej častice medzi sebou sa odstrkujú, od častíc druhých telies ale priťahované bývajú. Keď je v telese viac tej látky, než to rovnováha vyžaduje volá sa kladnou, keď jej je menej zápornou. *Symmer*, vykladá úkazy mlúna z dvoch látok jemných nevažiteľných, a síce kladnej a zápornej, ktoré viazané neučinkujú, oddelené ale istú napnutosť majú, a aby sa vyrovnali mohli keď sú odporne sa priťahujú, keď ale totožné odstrkujú. Nasledovníci prvého učenia volajú sa *unitari*, druhého ale *dualiste*. V novom čase nad každú pochybnosť sa uznáva, že príčina úkazov mlynových jisté otrasy budú.

Účinok mluna rastie a ubýva vo štvorcú vzdialenosti práve tak, jako pri svetle, teplé, zvuku. Celý priestor, v ktorom jisté mluné teleso účinky svoje javí volá sa *mlunočinným oborom*.

Električiny protivné priťahujú a viažu sa v obore mlunočinnom aj vtedy, keď medzi nimi izolator čili nevodič sa nachodí.

Na rozklade mlúna zakladajú sa nasledujúce prístroje:

Elektrophor, mlunonos (Obr, 205.) pozostáva predne z blačovej nádoby *a*, v ktorej kabáč smolový alebo kaučukový *b* sa nachádza, a z kovovej alebo drevenej staniolom polepenej pokryvky, ktorú na troch hod-

habných tedy izolujúcich nitkách *o*, zodvihnúť možno. Vezmemeli pokryvku' dolu a pereme kabáč chvostom líščím, stáva sa kabáč záporno električným. Položímeli naň pokryvku zostane skoro neelektričnou, ponevadž mluno, cez plošky sa rezdelduje. Dotknemeli sa ale pokryvky palcom, stane sa rozkladom kladneelektričnou; po každom zodvihnutí pokryvky možno z nej kladnú iskrú električnú vyňať.

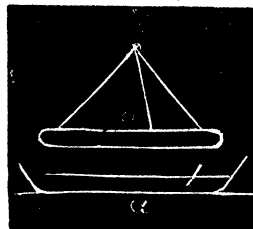
Veľmo dobre, aj počas vlhkého povetria účinkujúce električky zakladajúce sa na rozklade shotovili *Holtz* a *Töpler* (1865).

Franklínova doska je ploska sklenená na oboch bokoch staniolom tak polepená, že 1 – 3" široké kraje slobodné zostanú a pokostom sa natrú. Zdelímeli obkladu *a* (Obr. 206.) kladné mluno, rozkladá sa v obkladu *b* viazané

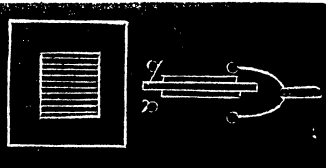
mluno, odvedemeli nato odstrkované mlúno spojením so zemou, viažu sa protivné v *a* a *b* obsažené mlúna, tak, že do obkladu *a* zase nové mlúno prísť môže, ktoré sa znovu viaže.

Jeli viazanie ukončené vravíme, že je doska nabitá. Spojímeli obklady *a* a *b*, dobrým vodičom (vybijač), vyrovnajú sa obe mluna preskočením iskrý, a doska zostane vybitá. Staneli sa vybíjanie údom ľudským, pocítíme mocné trhnutie v klúboch.

Leiden-ova čili Kleistova flaška je sklenená z vniutra a z vonka až po kraj staniolom obložená flaška, na vrchu pokrykov zo zlého vodiča urobenou pokrytá, v ktorej drôt až na dno flašky siahajúci sa nachodí a na vrchu guľkou opatrený je

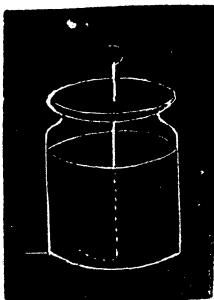


Obr. 205.



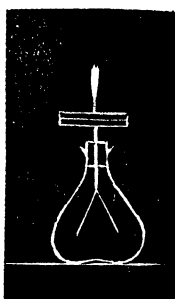
Obr. 206.

Obr. 207. (Obr. 207.). Účinok a cieľ, totižto viazanie a nasbieranie väčšieho množstva mluna, je ten istý čo pri Franklínovej ploske, len je fľaška pohodlnejšia k zkuškam. Viac takýchto fiaš vonkajšími a vnútornými obkladami spojených voláme *električnou vatrenou*.



Laneho fľaška slúži ku meraniu množstva mlúna z počtu za jistý čas vydaných iskier a je cele tak upravená jako Leiden-ova.

Hustič, condensator, je prístroj s elektroskopom spojený, pomocou ktorého najslabšie množstva mlúna pozorujeme (Obr. 208.).



Obr. 208. Elektroskop opatrený je na vrchu ploskou, na ktorú druhá na spodku pokostovaná a na vrchu izolovanou rukoväťou opatrená ploska prilieha. Na dolnú priložíme teleso, o ktorom presvedčiť sa chceme či je električné. V hornej rozkladá sa a viaže mluno ako náhle sa vrchnej plosky vodivo dotkne-
me, a z telesa prechodí vždy viac a viac mluna do dolnej plosky. Nato vzdialime vrchnú plosku, rozstúpenie tyčiniek ukazuje, že teleso bolo električné.

§. 119.

Ďalšie úkazy. Vo vodičovi, zkrze ktorého vybíjanie sa deje vyvíja sa *teplo*. Toto vzbudzovanie tepla mlunom stojí dľa Riess-a v rovnom pomere so zdĺžkou, v rovnom štvoročnom s vybitým množstvom mluna, a v opačnom pomere s prierezom a povrchom vodiča. Krem toho rastie množstvo vyvinutého tepla s opozdievaním postupu mlunového, ktorý látka vodiča samého zapríčiňuje. Najsamprv topí sa prúdom električným, argentan, potom železo, platina, mosadz, striebro, mied. Riess založil na vyvyňovaní tepla mlunom zvláštny *mlunoteplomer* (elektrothermometer).

Stáva-li sa vybitie nie úplným uzavretím, lež len zblížením vodiča, preskočí medzi obkladami fľašky Leidenovej *iskra*. Najväčšia vzdialenosť vodiča, pri ktorej ešte iskra preskočí volá sa *dialkou výbojnou* (Schlagweite). Pri väčšom zblížení vodiča deje sa vybíjanie čiastočne. Aj pri úplnom uzavretí, zostáva vo fľaške ešte niečo mluna, ktoré elektrizovaním sa izolátora povstalo.

Ukaz svetla pri mlune je zčiasťky zvláštny, tak že svetlo z kladnomlumných telies v kytkách zo zápornomlumných ale v hrčkách a sústredných páskach vychádza; z čiastky povstáva žeravením čatíc električných telies, tak že na leštenom kovovom valcu aj najmenšia iskierka škvrrnu zanecháva. Vo vzduchoriedkom priestore je úkaz svetla silnejší, ponevadž povetrie postup menej hatí. Zkúška s elektrickým vajcom. Na viditeľnosti ~~sv~~ iskrami zapríčinených založil Siemens spôsob merania rýchlosti vystrelenej guľky.

Stávali sa vybitie pomocou ústroja ľudského alebo zvieracieho, k. p. cez ruku, nohu, zapríčiňuje mluno ostré účinky fyziologické trhaním sprevádzané. Preskakujúca iskra trhá tenký drôt, papier, sklo, zapaluje vodík, tráskavý plyn, strelnú vlnu, púšny prach. Elektrická puška, zapolovanie nábojov pri trhaní a strielanií skál.

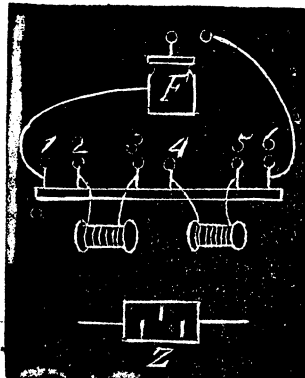
Podobné úkazy jako pri vybíjaní ukazujú sa aj pri nabíjaní flašky, keď sa to rýchlo deje. Spojímeli vonkajšie obklady dvoch fliaš, nabíjeme jednu z nich, a spojíme vňútorne obklady oboch, nabije sa vybitím prvej druhá pri preskočení iskry okamychom.

Trvanie iskry je dľa *Doveho* tak malé, že sa rýchlo pohybujúci a iskrou osvetlený dúhový barvokruh nie biely, lež barvistý, jakoby v pokoju stál ukáže. Jeli cesta, ktorú mluno prejšla dlhá, trvá iskra niečo málo dlhšie, tak že v rýchlo točiacom sa zrkadle nie jako bod, lež jako krátka čiarka sa ukáže.

§. 120.

Rýchlosť mluna. Wheatstone (1833) vynajšiel rýchlosť postupu mluna nasledujúcim dômyslným spôsobom. Na izolujúcom podstavku *a* (Obr. 209.) postavil šesť kovových guľočiek tak, že prvá bola s vonkajším obkladom flašky, druhá s treťou pomocou $\frac{1}{4}$ anglickej míle dlhého drôtu, štvrtá s piatou tiež pomocou $\frac{1}{4}$ angl. míle dlhého drôtu spojená. V okamychu spojenia guľočky šesť s vňútorným obkladom flašky preskočili medzi 1 a 2, 5 a 6 a 3 a 4 iskry zdánlivo súčasne. Pozorujemeli iskry tieto v rýchlo krutiacom sa zrkadle *z* (800 obrkurov v sekunde), vidíme strednú iskru o niečo pošinutú, dôkazom, že neskoršie povstala, ponevadž mluno z oboch bokov cestu $\frac{1}{4}$ míle konať muselo. Z pošinutia iskry v zr-

Obr. 209.



kadle, rýchlosti, ktorou zrkadlo sa točilo a veľkosti cesty vypočítaval Wheatstone rýchlosť mluna za sekundu na 288000 angl. čili 61000 zemepisných míl.

§. 121.

Hydroelektrika, od Armstronga (1840) zakladá sa na tom, že vodnie častice na stenách drevených trené + E, dostávajú. Ona pozostáva z parného 3' dlhého a 1, 5' širokého na sklenených nohách postaveného kotla, v ktorom sa para 6—7 atmosfér rozprostranivosti majúca vyvíňuje, a rúrami cez vodu vedie, kde častice vodnie uchvacujú rúramy drevom vyloženými násilne sa ženie. Trením povstale kladné mluno prechodí do svodiča, kotol ale stáva sa zápornomlunným. Vyvinuté množstvo mluna býva značné. Úkaz tento pozoroval r. 1840 istý topič, ktorý dotknúc sa kotla jednou rukou, majúc druhú náhodou v prúdiacej sa z trúby pare, silné trhnutie pocítil. Úkaz tento vysvetlil Faraday trením, predca zdá sa, že pri zmene stavu skupenstva mluno istú úlohu hrá, čo potvrdzuje sa tým, že voda v izolovanej nádobe pomalšie, než vo vodivo spojenej sa vyparuje.

§. 122.

Mluno v povetrí. Blesk je to jisté čo iskra električná, len že vo väčšej miere. Zo zkúšek *Franklín-ových*, *Diviš-ových*, *Richmann-ových* a *Romas-ových* vyplýva, že vo vyšších vrstvach povetria vždy volná električina sa nachodí. Obyčajné oblaky majú zápornú, mraky hneď kladnú hneď zápornú električnosť. O pôvodu mluna v povetrí nič istého neznáme. Pouillet myslí že sa vyvíňuje vyparovaním, iní že horením, dýchaním a rasteším, iní zase že trením častíc parných pri prúdení sa povetria atď.

Eliášov oheň (Kastor & Pollux) je žiarenie končiarov vážových, stažňových a druhých predmetov a vykladá sa vytékaním mluna do povetria. Množstvo mluna vo vzduchu meriame zvláštnymi *elektromermy*, a ukázalo sa, že dolejšie vrstvy povetria majú menej, hornie viac mluna a síce pri daždivom záporné, pri jasnom počasi kladné; najviac mluna je v povetrí ráno a večer, najmenej na poľudnie; v decembri je povetrie najsilnejšie v junii najslabšie električné.

V mrakoch je mluno kladné a záporné rozdelené. Sblížiali sa mraky rôznomluné spojí sa mluno bleskom, čili množstvom iskier električných, ktoré v povetrí rýchlo sa pohybujú odporom

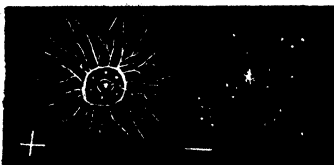
povetria hatené v lomenej prímkе postupujú. Priblížili sa mrak k zemi, spojí sa mluno jeho s mlunom zemským, rozkladom povstalým, a úkaz ten voláme: *udretím blesku alebo hromu*. Ponevadž na miestach vysokých najviac mluna sa shuštuje, udre hrom najradšej do predmetov vysokých. Niekdy zabíje hrom i ľudí ďaleko od mesta, do ktorého udrel postavených, úkaz ten voláme *zpiatočným udrením*, a povstáva rýchlym vyrovnaním sa zemského mluna, ktoré mlúnym oblakom rozložené bolo. Hrom je pri blesku povstávajúci a odrazom o mraky, hory, vrchy soslilený zvuk. Vo veľkej výške vyrovnáva sa mluno bez prekážky a tak bez hromu a zovie sa *blískaním na chvíľu alebo z čista jasna*.

Zkazonosné zborením, pálením a usmrcovaním sprevádzané účinky blesku odstraňujú sa hromosvodom *Franklínom* (1760) vo Filadelfii a *Diviš-om* Čechom (1754) vynajdeným. Hromosvod pozostáva zo železnej 9' dlhej na dachu kolmo postavenej a na vrchu pozlátaným medeným hrotom opatrenej týky, ktorá železnými týkami alebo medeným povrazom so zemou spojená je. Zkúšenosť dokazuje, že hromosvod chráni priestor štvornásobnej dialke týky zodpovedajúci.

§. 123.

Utvorimeli zo sklenej plosky, pod ňu položenej kovovej platni a na ňu vloženého peniaza Franklínovu dosku, ktorú tak nabíjame, že sa cez kraj vybíja, povstane po prečvzatiu peniaza a pochúknutiu miesta, na ktorom ležal, obraz peniaza na kovovej a sklenej ploske. Karstenove dychové obrázce. Podobný obraz (Moser-ov) povstane, keď peniaz na ploske hladenej leží, alebo keď ju zahrejeme (Knorr-ove obrázky).

Keď izolovanej ploske mlunú iskru zdelíme a na to ju prachom posypeme, povstane okolo bodu, v ktorom sme mluno zdelili hvezdovitopaprškový obrazec, keď bolo zdelené mluno kladné, kruhovitý ale, keď bolo záporné. Obrazce tieto volajú sa *Lichtenberg-ove* (Obr. 210.). Keď bol prach Obr. 210. smiešaný zo síry a minium, ukáže sa kladný obrazec žltý záporný červený, ponevadž síra zápornou, minium kladným sa stáva. Vplyvom mlúna dostáva kyslík zvláštne vlastnosti, stáva sa činejším a dostane zvláštny zápach. Tento allotropický stav kyslí-



ka voláme **ozon-om**, a dostaneme ho elektrisovaním. Ozon zkúmal najprv *Schönbein* (1839). Ozonometer.

§. 124.

Pyroelektricitá. Niektoré hlate stanú sa zahriatím električnými, ukazujúc kladný a záporný pól. Úkaz tento voláme pyroelektricitou. Pri ochladení obrátia sa poly. Prímka cez póly ťahaná volá sa mlunovou osou, jej poloha závisí od podoby hlati. Dva protívne póly dostáva Turmalín, Borazit atď., dva rovnorodé póly ale Topas, Prehmit atď.

§. 125.

b. Mluno zbudené dotýkaním.

(Galvanismus).

Galvani professor pitvy v Bologni pozoroval roku 1789, že, keď sval žabej nohy s jedným, čuv ale s druhým kovom spojíme a kovy sa dotknú, sval sa stiahne a nohou trhá. Úkaz tento prívlastňoval zvieraciemu mlunu. *Volta* professor v Pávil, opakoval zkúšky tieto, a ukázal že pôvod mluna tohoto nemožno hľadať v tele zvieracom, lež že ono povstáva dotýkaním sa dvoch rozdielných kovov. Vezmemeli dve sklenenými rukoväťami opatrené dosky, jednu miedenú, druhú ale zinkovú, a vložíme jich jedno na druhú, stanú sa týmto dotýkaním električnými, a síce ukáže miedená ploska — e, zinková ale + e. Mluno takto povstale volá sa *galvanismom*.

Keď sa tedy vodiči dotýkajú, stáva sa jeden kladno, druhý záporo mlunným, no mluna tieto nespojujú sa a na oboch bokoch povstáva isté napnutie, ktoré od prírody dotýkajúcich sa vodičov, ale nie od veľkosti dotýčnej plochy závisí. Sila ktorá tento električný rozdiel stále udržuje volá sa *mlunopudnou, elektromotorickou silou*.

Vodiči delia sa na dva druhy, a síce *kovy* či *li vodiči prvej* a *tekutiny, nekovy vodiči druhej* triedy. Vodiči prvej triedy dajú sa tak sriadiť že každý vo styku s nasledujúcim kladné, s predchádzajúcim záporné mluno dáva. Ráda táto, *mlunopudnou* zvaná je: draslík, amalgamovaný zínok, zínok, olovo, cín, železo, mied, rtuť, striebro, zlato, platina, uhol, kysličníky a sírniky kovové. Složímeli viac členov rády tejto do styku, rovná sa algebraický

súčet mlunopudných síl, mlunopudnej sile oboch krajných členov. Kp. $Zn / Cu + Cu / Pt = Zn / Pt$. Napnutosť čili električný rozdiel je tým väčší, čím ďalej dotýkajúce sa členy v mlunopudnej rade sa nachodia.

Nachádzajúli sa medzi vodičmi prvej triedy vodiči druhej triedy, rovná sa spoločná mlunopudná sila tiež algebraickému súčtu jednotlivých mlunopudných síl, ale je nie rovná mlunopudnej sile oboch krajných členov, ona je väčšia keď členy v tom istom poriadku, menšia, keď v protivnom nasledovali. Vodiči druhej triedy nedajú sa vrátiť do mlunopudnej rady, ponačťž kp. sírová kyselina so zinkom kladné s platinou záporné mluno dáva, a tak v prvom páde pred zinkom, v druhom po platine by stáť mala.

§. 126.

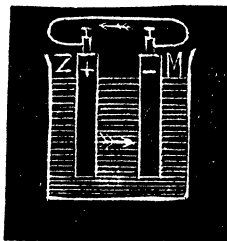
Jednoduchá reťaz. K vyvádzaniu väčšieho množstva mluna vzbudeného dotýkaním, čili galvanizmu, spájajú sa dva vodiči prvej triedy s jedným alebo dvoma vodičmi druhej triedy. Spojenie toto volá sa *jednoduchou reťazou* alebo *článkom Voltovým*. Za kladnú časť bráva sa obyčajne amalgamovaný zinok, za negatívnu meď, železo, platina abo uhol. Z tekutín berávajú sa roztoky solí (zváňovky, modrej skalice atď.) a kyseliny (sírová, dusičná).

Keď sú vodiči prvej triedy spojení len hore drôtom alebo len dolu tekutinou (Obr. 211.) volá sa článok, otvoreným. Takýmto spojením rozloží sa mluno, zbiera sa na

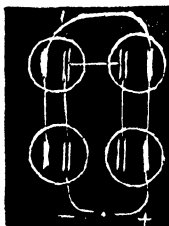
Obr. 211.

oboch protivách, pólach zvaných k. p. zinku a miedi, a bude v jistom napnutí. Spojili sa vodiči prvej triedy súčasne na vrchu drôtom a dolu tekutinou, bude článok zavretý a povstale napnutie vyrovnáva sa. Súčasne ale povstáva nové napnutie, ktoré zase ďalej vyrovnáva sa, čo ustavične dialoby sa, keby rozlučovanie látok povstálým mlunom zapríčinené po istom čase medzi nerobilo. Toto stále vyrovnávanie volá sa *galvanickým prúdom*, a deje sa tak, že prúd kladný v kapaline od zinku k miedi a drôtom k zinku ide. Preto volá sa zinok polom kladným. Naproti tomu ide záporný prúd v tekutine od miedi k zinku, a drôtom zase k miedi, ktorá záporný pol tvorí. Poly tieto spájajú sa obyčajne drôtom, ktorý sa *polárnym* drôtom volá.

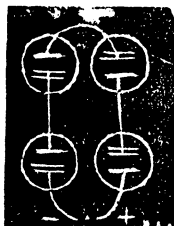
Z jednoduchých takýchto článkov povstáva **vatrena**, čili **reťaz složená**. Čím väčšie sú plochy pólové, tým viac mluna vy-



Obr. 212.

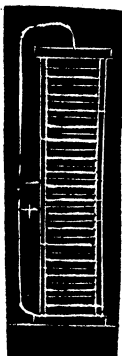


Obr. 213.

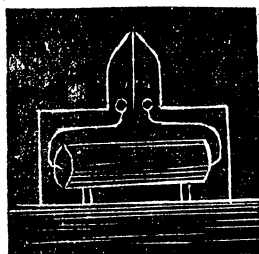


viňuje sa, preto robia sa články z veľkých dosiek alebo spojuje sa viac článkov spolu. Spojenie môže byť dvojaké alebo všetky rovné polly spolu (Obr. 212.) alebo vždy polnegatívny článku jedného, s polomkladným článku druhého (Obr. 213.)

Voltova vatrena (Obr. 214) pozostáva z väčšieho množstva párov zinkových a miedených plosiek, medzi ktoré plstené v slanej alebo nakyslej vode namočené kusy súkna sa pokladú. Spojenie stáva sa pomocou drôtu od zinkovej najvrchnejšej ku miedenej najnižšej ploske vedeného. Prúd stáva sa tým silnejší čím viac článkov sa vezme. Vatrena táto má tú vadu, že hornie články tlačiac na dolnie tekutinu v plstených ploškách obsadenú vytlačia, a tieto uschnú, čím účinkovanie prestáva. Preto uživa sa radšej vatreny *Smeeovej* (Obr. 215.) pozostávajúcej z viac nádob, naplnených rozredenou sírovou kyselinou, do ktorej sa na doske upevnené a drôtami pospájané články, zo zinkových a platinových plosiek pozostávajúce, zanoria. Suchá vatrena



Obr. 216.



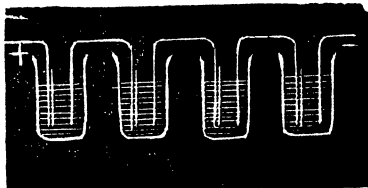
Zamboni - ho

(Obr. 216.)

pozostáva z kolečiek asi $1 \frac{1}{2}$ " v priemere majúcich z nepra-

vého zlatého a strieborného papiera (tedy z miedi a cíu) vystrihovaných. Kolečká slepia sa papierovou stranou a kladú sa tak jedno na druhé, aby na striebornú stranu miedená prišla. Papier má vždy jistú vlhkosť a tvorí tak vodiča druhej triedy. Aby účinok týchto článkov zrejmy sa stal, stlačí sa 500 . . . 2000 takých článkov do sklenenej trúbky, konce ale spoja sa drôtami, na ktorých napnutie za viac rokov trvá. Dámeli medzi konce pólov izolovaný pások pozlátky, kýva sa bez prestania sem i tam za viac rokov. Vatrena táto volá sa i stĺpom suchým naproti Voltovmu mokrému alebo i elektrické perpetuum mobile.

Obr. 215.



§. 127.

Odpor vodičov. Keď sa drôt polárny značne predĺži, pozorujeme, že sa prúd oslabil, keď sa skrátí stáva sa prúd silnejším. Z toho patrno, že vodič prúdu istý odpor stavia. Odpor tento stojí so zdĺžkou drôtu v prímom, s prierezom drôtu a jeho špecifičnou vodivosťou ale v opačnom pomere. Za jednotu odporu bere *Jacobi* odpor medeného valcovitého 1 metr dlhého a 1 □ mm. v prierezu majúceho drôtu; *Siemens* odpor stĺpa rtuového 1 metr dlhého a 1 □ mm. v prierezu majúceho; anglická „*British Association*“ drôt spomenutých rozmerov zo sliatiny platiny a striebra, nazovúc jednotu túto *Ohmadou*, ku cti *Ohm*-ovi, ktorý zákony odporu mlunového vyskúmal. Jednotu určená je vždy pri 0°. Pri väčšom teple je odpor vodičov prvej triedy väčší, druhej menší.

Vodivosť niektorých telies dľa *Siemensa* je:

rtuť	1.	olovo	5
platina	8.	železo	8
mosadz	13.	zlato	46
mied	59.	striebro	64

rozriedená sírová kyselina (1 čiast. kys. a 1 vody) . . . 0,0001

roztok sírana miednatého nasýtený 0,0000043

roztok sírana zinočnatého „ 0,0000046

Rheostat je prístroj ku meraniu odporu, a býva rozlične zostrojený.

Sila prúdu (*I*) čili to množstvo mlúna, ktoré za časovej jednoty cez vodidlo istého prierezu prejde stojí s mlunopudnou silou vatreny (*E*) v prímom s odporom (*O*) ale v opačnom pomere (*Ohm*-ov zákon $I = \frac{E}{O}$). Mlunopudná sila závisí ako známe od látky vodičov, a nie od jích rozmerov; odpór ale pozostáva z odporu v článku alebo vatreny (vnútorný odpor = *R*) a z odporu vo vodidle, drôtu (vonkajší odpor = *r*); tedy

$I = \frac{E}{R+r}$ Hustosť prúdu (*H*) je pomer sily prúdu ku prierezu (*Q*) vodičla na patričnom mieste tedy $H = \frac{I}{Q}$.

V tom páde, že je vatrena vodidlom krátkym a širokým, tedy vodidlom veľmi malého odporu spojená, trati sa *r* ohľadom na *R* a sila prúdu je $I = \frac{E}{R}$. Upotrebením *n* členovej vatreny sa tedy sila prúdu nerozmnoží bo $I = \frac{nE}{nR} = \frac{E}{R}$; no rozmnoží sa zmenšením odporu *R*, čo sa docieli upotrebením možno najväčších ploch na článku, alebo spojením všetkých kladných polov spolu a všetkých záporných spolu (velkoplosky člen). Keď je ale vatrena spojená vodidlom, ktorého odpor *r* je

značný, zväčší sa sila prúdu množstvom článkov, bo $I = \frac{nE}{nR+r} = \frac{E}{R+r/n}$

v tomto páde upotrebuje viacčlenú reťaz a spájame záporný pol článku jedného s kladným druhého atď. Najväčší účinok sa docíli pri $nR = r$.

§. 128.

Účinky prúdu galvanického, sú tie isté, ktoré Leidenova fľaška podáva. *Physiologické* účinky pozoroval už Galvani na stehienkach žabacích, ktoré pri každom zavretí a otvorení prúdu sebou trhly. Podobné trhanie svalov ukazujú všetky živočíšne údy po smrti. Tak tiež pocítime trhnutie v údoch, koľkokrát údamy alebo telom našim prúd zavreme alebo otvoríme, a síce je trhnutie čili rana pri otváraní prúdu *silnejšia* než pri zavieraní. Prúd môže tak soslilniť sa, že menšie zvieratá usmrčuje, alebo aspon na miestach, kde vchádza ostrú, nesnesiteľnú páľčivosť zapríčiňuje, ktorá je tým citlivejšia čím rýchlejšie a nepravidelnejšie rany nasledujú. Prúd pustený cez oko, zapríčiňuje isté žiarenie v oku, cez ucho pustený zvučenie, na jazyku ale kladný pol kyslú, záporný žieravú chuť. Upotrebenie prúdu galvanického v lekárstve.

Účinky svetla a tepla. Pri každom otvorení a uzavretí prúdu preskakuje na mieste, v ktorom sa prúd uzaviera a otvára *iskra*, tým silnejšia a ostrejšia, čím je prúd silnejší a drôt čistejší. Končiali sa polárne drôty silnej vatreny končiarmi uhlovými tak, že medzi nimi malá medzera povstáva, preskakujú iskry neprestajne z jedného končiara k druhému, zapríčiňujú silné žeravenie uhla až do biela a veľmi ostré elektrické svetlo. Medzi končiare položené striebro áno i platina topí sa okamihom. Ponevadž končiare uhlové shoria musíme jích vše sblížovať. V priestore vzduchoprázdnom je svetlo ostrejšie, uhol nespája sa. Elektrické svetlo užíva sa na svetlárniach, pod vodou, a k fotografii.

Spojímeli póly vatreny tenkým krátkym platinovým alebo železným drôtom, rozžeraveje a topí sa. Teplu galvanické stojí dla mnohých zkušok v prímom pomere s odporom vodiča a v štvoročnom so silou prúdu. Užívanie prúdu k zapalovaniu nábojov pri trhaní skál, v ranhojičstve k vypalovaní rán, (galvano-kaustika) odrezavaní žeravým drôtom chorých údov atď.

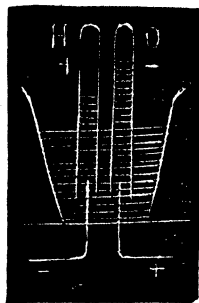
Účinky chemické. Prúd galvanický rozkladá slúčeniny. Tá čiastka vodidla, z ktorej prúd do *elektrolyta* t. j. do slúčeniny,

ktorú rozkladá vchodí, volá sa *elektrodou*, jedna spojená s kladným polom volá sa *anodou*, druhá so záporným pólom spojená *kathodou*. Mlnným rozborom (*elektrolysou*) vylúčené telesá (iony) shromažďujú sa na elektrodách. Na anode shromažďujúco sa záporné teleso volá sa *anion*, na kathode sa shromažďujúco kladné teleso ale *kathion*. Kladné ióny sú: kovy a vodík, záporné kyseliny a kyslík. Soly rozkladajú sa na kov a na kyselinu a kyslík (kp. CuOSO_3 , na + pole: SO_3aO ; na — pole Cu; SO_3 a O sú —, Cu +).

Nemôželi vylúčený kov vo vode sotrvávať, oksyľčuje sa na úkor kyslíka vo vode obsaženého a vodík sa vylučuje. (k. p. z KOSO_3 vylučuje sa na kathode K a H, na anode SO_3 a O.)

Rozklad mlnnový najlepšie pozorujeme pri vode. V nádobe, (Obr. 217.) do ktorej drôty polárne vchodia

nachodí sa voda, nad každou elektrodou vodou naplnená nádobka. Vedemeli prúd, rozkladá sa voda; kyslík ako záporný ion (anion) sbiera sa na kladnom pólu (anode) a vystupuje do nádobky, vodík ale kladný ion (kathion) shromažďuje sa na kathode t. j. zápornom pólu. Vylučovanie deje sa vždy v pomere lučebných rovnomocnín, v našom páde $\text{O} : \text{H} = 8 : 1$ alebo ohľadom na objem $\text{O} : \text{H} = 1 : 2$.



Obr. 217.

Účinok mlnovorozborný stojí v pomere priamom so silou prúdu. V rovnom čase vylučuje ten istý prúd aequivalentné množstva ionov. Preto upotrebil Volta za istú časojednosť vylúčený ion čo mieru sily prúdu (Voltameter).

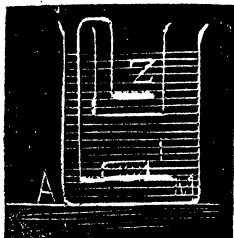
Keď sa pri mlnnovom rozbore kovy vylučujú, usedajú sa na elektrode alebo v podobe stromu (olovo, striebro) alebo čo súvyslé plosky, ktoré z elektrody zlúpiť sa dajú (k. p. miedň), alebo konečne čo pevno sediaci obal (k. p. zlato). Na týchto účinkoch zakladá sa *galvanotvarie* (galvanoplastika) a galvanické pomiedovanie, postriebrovanie a pozlacovanie. Jeli vylúčená vrstva ionu veľmi tenká, možno na nej úkazy križenia svetla pozorovať. (Nobiliho barvokruhy).

§. 129.

Galvanotvarie (galvanoplastika). Jako povedané vylučuje sa kov patričnej soly na zápornom póle, po istom čase v tolkejmie, že ho čo plosku dolu zlúpiť možno. Týmto spôsobom možno robiť odlíky, rytín, peniazov, medaľí, pečatí, sošiek, ozdobených ve-

cí, tlačiaršských písmen, stereotypov, listov a plodou rastlinných z miede. Spomenuté telesá očistia sa, a keď nie sú vodivé jako listy, gypsovú výtvarí natierajú sa jemne rozdrobenou tuhú, aby vodivosti nabyly, na tých miestach, kde sa mied zraziť nemá potru sa voskom alebo lakom, a pripravia sa vodive na záporný pol, ktorý v nasýtenom roztoku modrej skalice zanorený je. Keď bol prúd slabý, stáva sa zrážanie pomalšie ale jemnejšie. Po istom čase vymne sa predmet a z neho zlúpi sa odlik *opačný* (negatívny), z ktorého potom opakovaním výkonu *kladný* odlik sa vyhotoví.

Najjednoduchší galvanotvarný prístroj (Obr. 218.) pozostáva zo sklenenej nádoby *A*, v ktorej druhá bezodná, na



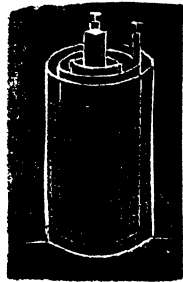
zpodku mechúrom zaviazaná nádoba *B* upevnená je. Nádoba *A*, v ktorej miedená ploska *M* záporný pol vatreny tvorí, naplnená je nasýteným roztokom sírana miednatého, nádoba *B* s kladným ziukovým polom *Z* ale sírovou rozriedenou kyselinou. Predmet *P* vloží sa na záporný pol *M*. Po istom čase je odlik hotový. Upotrebímeli miesto roztoku sírana miednatého roztok 1 čiastky chloridu zlatového a 8 čiastok kyanidu draselnatého v 100 č. vody, pozlátí sa predmet. K postriebreniu upotrebuva sa 1 č. AgCl , 6 č. KCy v 100 č. vody, k poplatinovaniu 1 č. PtCy , 10 č. krevnej soľy a 100 č. vody. Predmet k pozlacovaniu určený treba dobre očistiť, po čas deju viac ráz von vyňať a keľou práškom z víneho kameňa trieť. Galvanokaustika a galvanographia.

§. 130.

Lučebný dej vo vatrene. Keď dve plosky toho istého kovu čo elektrody slúžily, javia medzi sebou vlastnosť rozdielnych kovov, t. j. dávajú pri styknutí mlúno, a síce stane sa bývalá anoda záporne, kathoda kladne mlunnou. Úkaz tento voláme *polarisatiou*, a elektrody tie *polarisovanými*. Príčina polarisatie je mlunopudná sila na elektrodach prilnuvších plynov, preto tratí sa polarisatia po istom čase. Len amalgovaný zinok v roztoku nasýtenom sírana zinočnatého nepolarizuje sa.

Polarisatia plosiek vo vatrene prekáža prúdu, ponevadž sa následkom chemičného rozkladu na kladnom zinku záporný kyslík vyvínuje, ktorý zinok okysličuje, a so sírovou kyselinou, v ktorej zinok nachodí sa síran zinočnatý tvorí. Prúd galvanický ale rozkladá povstalý síran zinočnatý a kladný zinok vylučuje sa na zá-

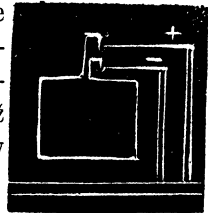
pornej miedi, tak že časom táto zinkom obklúčená, čo kladný pol účinkovať začne, čím prúd slabne, cele prestáva ba i v protivný sa mení. Vade tejto odpomáha sa **stálymi vatreňami**, v ktorých amalgamovaný zínok čo kladný pol v rozriedenej Obr. 218. kyseline sírovej slúži. Čo záporný pol upotrebil *Daniell* mied v roztoku sírana miednatého, *Grove* platinu, *Callan* železo a *Bunsen* uhol všetko v ostrej dusičnej kyseline zanorené. Tekutiny, v ktorých kladný a záporný pol zanorené sú, rozdeluje porovatá priehradka obyčajne z pálenej negliedenej hlíny. Vysvetli z predešlého lučebný dej stlálej vatreň!



§. 131.

Vzájomné účinkovanie prúdov na seba.

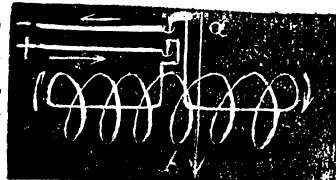
Zavesíme dva drôty, (Obr. 219.) cez ktoré prúdy idú tak, že sa voľne pohybovať môžu, priťahujú sa, keď Obr. 219. prúdy išli v tom istom smere, naproti tomu ale odstrkujú sa, keď bol jích smer protivný. (Ampère 1812). Jeli jeden z oných prúdov pevný, druhý ale pohyblivý, pohybuje sa tento tak dlho, až s oným do rovnobežnej polohy príde, a prúdy v rovnom smere kolujú.



Kolmo postavený a okolo kolmej osy pohyblivý prúd, postaví sa vždy do smeru východňozápadnieho. Z toho zavierá sa, že okolo zeme v smere východňozápadnom mohutný električný prúd koluje.

V závytoch skrútený a pohyblivý Obr. 220.

prúd (Obr. 220.) tak zvaný *solenoid*, postaví sa kolmo na pevný prúd *ab*, ponevadž, len pri tomto postavení oba prúdy rovnobežne kolujú. Z tej príčiny postaví sa solenoid v smere severojužnom; keď cezeň prúd ide a jiný prúd, krem prúdu kolozemného naň neúčinkuje. Prúd v závytoch ide rovnobežne s prúdom kolozemným.



To isté snaženie, kolmo na pevný prúd sa postaví, ukazuje i týka **magnetická**. Dľa Ampéra vysvetluje sa úkaz magnetizmu nasledovne.

Physika.

Každý magnet pozostáva z častíc, okolo ktorých elektrické prúdy kolujú, a prúdy tieto ohľadom na seba rovnobežne a v tom istom smere idú. Ohľadom prúdu zemného vynasnažujú sa oné časticové prúdy do rovnobežnej polohy prísť, tak že magnetická osa, čili priamka kolmo na časticových prúdoch stojaca, do polohy sblíženo severojužnej príjde.

V magnetovej rude (Magnetit) sriadené sú časticové prúdy do rovnobežnej polohy od prírody (prirodzený magnet). V nemagnetickom železe alebo oceli sú nesriadené. Sriadением týchto časticových prúdov, povstáva magnet umelý. (Magnetická vatreňa, jej sosilovanie, kotva). Toto sriadenie deje sa pri oceli natieraním magnetom; ocel podrží sriadenie časticových prúdov čí vlastnosť magnetičnosti stále. Pri mäkom železe stane sa sriadenie priložením alebo sblížením ku magnetu (navedený magnet). Pri vzdialení železa od magnetu mizne v ňom vlastnosť magnetičnosti, prúdy stratia zriadenosť svoju. Ponevadž v železe magnetu sblíženom prúdy rovnobežne s prúdami v magnetu kolujú, preto prilahuje magnet železo. Železo a ocel stávajú sa magnetickými tiež, keď prúd elektrický okolo neho koluje a síce železo len na čas trvania prúdu, ocel stále. Magnet týmto spôsobom povstaly volá sa *elektromagnetom*. Prúd okolo zeme našej idúci udržuje ju stále magnetickou. Sila, ktorá prúdy v oceli v sriadenosti udržuje zovie sa *silou bránivou* (Coërcivkraft).

Úkazy magnetičnosti pozorovali už starí gréci na železovcu osmistennom, ktorý pri meste Magnesia vo väčšom množstve sa nachodil, a volali ho preto *magnes, magnet*. Vlastnosť magnetičnosti prijíma len železo a ocel. Tie telesá, ktoré síce magnet prilahuje, sami ale magnetičnými sa nestanú volajú sa *paramagnetičnými*, k. p. nikl, kobalt, chrom, mangan, platina, hliník, kremik atď.

Okolo kolmej osy pohyblivý magnet, volá sa magnetickou ihlou (kompas, bussola); (Obr. 221.) Smerom ihly okolo zeme myslený najväčší kruh magnetickým meridianom toho miesta; jeho sklon uhol so skutočným meridianom: odchylom magnetickej ihly (deklinacia). Odchyl tento mení sa s miestom pozorovania, rokom a dňom (pravidelný, dení, ročný a storočný, nepravidelný pri búrke, zemetrasení, severnej žiare atď.). Čiary spojením rovných odchyl majúcih miest povstaly volajú sa rovnoodchylné

Obr. 221.



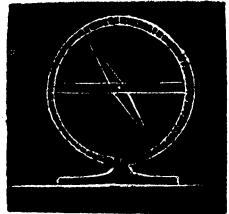
(isogonické), medzi nimi je jedna čiara bezodchylná deliaca zem na dve polovice.

Odchyl je pre Berlín $16,05$ záp. Mnichov $16,02$ záp. Londýn $22,05$ z. Manilla 0° . Odchyl bol u nás predtým východní od r. 1663 je západní a dosiahol maximum r. 1814, od toho času zasá ubýva, a síce o $\frac{1}{4}^{\circ}$ ročne, teraz je 13° zap. Declinatorium.

Ten koniec magneta, ktorý ukazuje na sever volá sa kladným polom, druhý záporným. Rovnorodé poly sa odstrkujú, nerovnorodé priťahujú, ponevadž časticové prúdy tamtych v protivnom, týchto v tom istom smere idú. Pri elektromagnéte povstáva kladný pol tam, kde do v pravokrútiaceho sa drôtu prúd vchodí. Postavenie ihly odchylovej môžeme si tiež tak znázorniť, keď si zem čo magnet so záporným polom na severu, s kladným ale na juhu predstavíme. Magnetické póly ale nesplynú úplne so hviezdárskymi.

Ihla magnetická tak upevnená, že v rovine magnetického meridiánu okolo vodorovnej v ťažištu sa nachádzajúcej osy točiť sa dá, volá sa ihlou skloňovou (Obr. 122.) (inclinationsnadel, inclinatorium). Postavíme i ihlu takúto na rovníku zemskom, priťahujú oba póly zemné oba konce rovnako, ihla bude stáť obzorne, na severnej pologuli škloní sa kladný pol ihly do dola, na južnej južný, ponevadž ihla v smeru výslednice oboch príťažlivostí sa postaví. Uhol, ktorý tvorí ihla s obzornou volá sa *skloňom* miesta toho (inklinacia); spojenie miest rovného skloňu *isoklinou*; isoklina 0° volá sa *magnetickým rovníkom*. Keď sa skloňová ihla len kolmo na magnetičny meridian pohybovať dá, stojí na severnej pologuli kladným polom kolmo do dola, na južnej záporným.

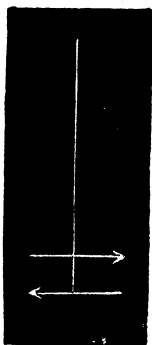
Obr. 222.



Skloň je pre Berlín $67,05$ sev. Mnichov $65,04$ s. Spitzbergi $81,02$ sev. Sv. Tomáš 0° . Viedeň 66° sev.

V smeru skloňovej ihly ležiaca týka železná stáva sa vplyvom kolozemného prúdu magnetičnou. Účinok tento sosliluje sa trase-ním. Týmto spôsobom povstajú magnetičnosť voláme magnetičnosťou polohy (pílniky, nebožiece atď. stávajú sa magnetičnými).

Magnetická ihla, ktorá len okolo osy v smeru inklinácie le-
 Obr. 223. žiacej točiť sa dá, nemá žiadneho snaženia, pretože sa v rovine prúdu nachodí. Takáto ihla volá sa *astatickou*. Podobne nemajú žiadneho snaženia dve rovnaké silné v protívnom smere pevno spojené magnetické ihly (Obr. 223.) a volajú sa *astatickým sújmom*.



§. 132.

Sila čili intensita magnetického pôsobenia stojí v opačnom štvoročnom pomere vzdialenosti.

Meranie sily magnetickej deje sa určením tej váhy železa, ktorú magnet v určitej vzdialenosti drží. V mäkom železe galvanickým prúdom zbudovaný magnetismus rastie pomerne so silou magnetisujúceho prúdu, a množstvom závitov. Nosivosť magnetu závisí i od podoby jeho a veľkosti a podoby kotvy. Nosivosť stojí v pomere tretích koreňov štvorca váh.

Meranie sily magnetickej zeme našej deje sa kývaním magnetu.
 Obr. 224. Sila magnetická zeme T' dá sa na obzornú složku T a



kolmú T rozdeliť (Obr. 234.). $T' = \frac{T}{\cos i}$ kde i skloň miesta značí. Složka T účinkuje na odchylovú ihlu jako ľarcha na kyvadlo; preto slúži počet kyvov, ktoré z polohy vyvedená odchylová ihla za vtorinu urobí čo mieru sily magnetickej. Čiary spojujúce body rovnú silu magnetickú majúce volajú sa *isodynamy*. Gaussov magnetometer.

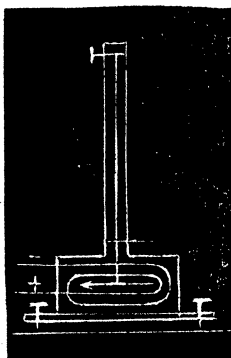
Sila magnetičnosti je pre Berlín 1,78, Mnichov 1,92, Paris 1,85, Londýn 1,74, Spitzberg 0,84; severne od zálivu Hudsonovho je sila magnetičnosti najväčšia.

§. 133.

Odehly ihlice magnetickej prúdom (najprú od *Oersted*-a pozorovaný) deje sa tak, že sa kladný pol vždy v ľavo, s prúdom plávajúcej osoby, ktorá na podporný bod ihly hľadí odchýli. Aby odchyľujúca sila sa zväčšila, vedie sa prúdy v mnohých závitoch

okolo ihly (Multiplier Obr. 225.). Keď sa prúd pomocou prúdozmeňa (gyrotrop, commutator) zmení, bude i odchyl ihly v protivnom smere. Multiplikátor s astatickým sújom spojený volá sa *galvanometrom*, a slúži ku meraniu sily prúda, ktorá s odchylným uhlom rastie.

Obr. 225.



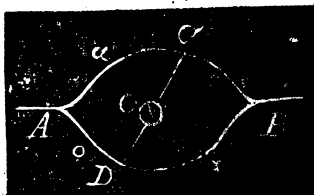
Tangenta odchylového uhlu ihlice stojí so silou odchyľujúceho prúda v primom pomere. *Bussola tangentová*. $I = m \tan \alpha$. Pomernosť tangenty a sily prúdu je pri väčších odchyloch pravá len vtedy, keď veľkosť ihly oproti multiplikátoru sa trati, preto užívajú sa obyčajne malé odchyly, ktoré pomocou zrkadielka na ihlici upevneného, v ktorom obraz vzdialenej škály ďalekohľadom pozorujeme značnými urobíme. Multiplikátor dostane mnoho alebo málo zavrtov, dla toho, či prúd veľky alebo malý odpor prenášať má.

Odchylimeli prúdom ihlu a krútime prúd okolo osy ihlice tak dlho, dokial smer ihlice nedosiahol, je sinus uhlu obrútenia pomerný so silou prúdu. *Bussola sinusová*. $I = m \sin \alpha$.

Pomocou týchto prístrojov možno zo sily prúdu mluhopudnú silu vatreňy a odpor vynajst. Rheostat.

K meraniu odporu uživa sa tak zvaného odporového môtsku. Rozdelímeli prúd pri *A* (Obr. 226.) odpormi *a* a *b* a spojime ho odpormi *c* a *x* pri *B*, bude galvanometer *O* v spojujúcom drôte *CD* umiestený ticho stáť, keď bude $a : b = c : x$. Spojímeli *DB*, vodičom, ktorého odpor vynajst chceme, musíme, odpor *c* tak dlho menit až galvanometer do pokoja prijde, z udanej úmernosti vypočíta sa odpor *x*.

Obr. 226.



§. 134.

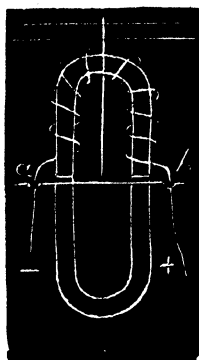
Paramagnetické teleso medzi poly mocného magnetu v ťažištu volne zavesené stavia sa od pólu k polu, druhé telesa diamagnetickými zvaná (k. p. bismut) ale kolmo na smer tento. Prvé postavenie voláme *osovým* (axial), druhé *rovníkovým* (aequatorial). V telesách nerovnomernú hustotu majúcich (hlate) je diamagnetismus v smere najväčšej hustoty najväčší. Medzi plynami je kyslík najparamagnetičnejší. Keď kruhovite polarisovaný papršlek cez dia-

magnetickú látku (kp. Boraxové sklo) prúdom obtočenú prechodí, mení sa krutenie polarizačnej roviny. Prúd má tedy vliv na sriedenie častíc.

§. 135.

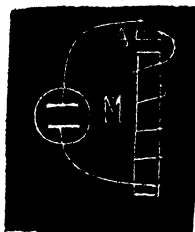
Elektromagnetické prístroje.

Postavímeli dva magnety, z ktorých je jeden pohyblivý rovnými polami oproti, odstrkujú sa oba póly na obe strany rovno, a pohyb sa ničí. Vyšiniemeli ale pohyblivý magnet z polohy, točí sa tak dlho, až nerovnorodé poly jedno nad druhý prídu. Keď ale miesto magneta pohyblivého upotrebíme pohyblivý elektromagnet *A* (Obr. 227.) a tak ho pripravíme,



že po obrútení o 180° prúd sa zmení, vyjde vlyvom sotrváčnosti vždy niečo z polohy rovnováhy, a krúti sa pred pólami pevného magnetu *B*. Zmenenie prúdu stáva sa zanáraním koncov okolo elektromagnétu obvynutého drôtu do rtuťou naplnených nádobôk *a* a *b*, do ktorých polárne drôty z vatreny vchádzajú.

Účinok tento dá sa upotrebiť k pohybovaniu rozličných strojov ako *Ritchieov*, *Pohlov* stroj otačivý, *Barlovo* kolečko, stroj *Jacobiho*, *Page-ov* atď.



Samokryv od *Wagnera* a *Neefa* (i *Neefov* mlatok zvaný) pozostáva (Obr. 228.) z elektromagneta *M*, ktorý jak náhle sa prúd uzavre kotvu *A* na pružnej čiastke vodiča pripravenú priťahuje. Tým pretrhuje sa prúd, elektromagnet prestane účinkovať, kotva sa vzdiali a uzavre zase prúd, tak že kotva do semotamného pohybu prechodí.

Ďalekopis (telegraph). Najdôležitejší elektromagnetický prístroj je ďalekopis.

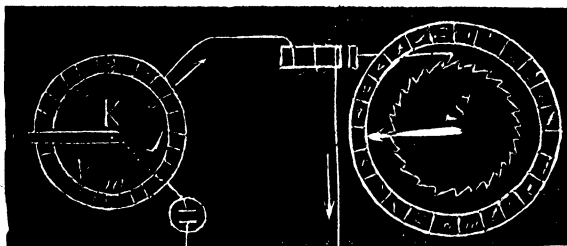
Telegraphov máme mnoho druhov, všetky ale shodujú sa v tom, že sa vedie galvanický prúd, od zeme izolovaný, z vatreny jedného miesta pomocou *klúča*, t. j. prístroja, ktorým prúd ľubovoľne pretrhovať a púšťať možno, a drôtu na druhé miesto, kde do *hlasateľa* (signal), ktorým sa pozornosť telegrafistova budí a do *stroja*, kde sa silou prúdu umluvené znaky zrejmy robia, prechodí. Odtiaľ

nevedie sa prúd drôtom nazad do vatreny, no prúd ide k medenej v zemi zakopanej doske, a tak zemou k druhému pólu vatreny, z ktorého taktiež na drôte doska medená do zemi zakopaná je.

Najdôležitejšie telegraphické stroje sú:

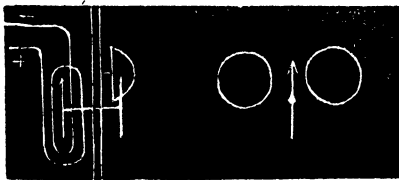
1. Ukazovací telegraph *Wheatstone*-ov (Obr. 229.). Na spôsob hodinového ciferníka, nachádzajú sa na okrúhlej ploške *S* v kruhu všetky litery, ručička spojená je s ozubeným kolieskom, do ktorého háčik z kotvy zasahuje: Klúč *K* pozostáva takže z plosky, na ktorej takže do kola písmeny poznačené sú. Ploska je kovová, medzi každou písmenou ale izolujúci vkladok zo slonovej kosti. Kľučka, z ktorej drôt ku stroju na druhú stanicu vedie, pohybujú sa po ploške, s ktorou vatrena spojená je, pretrhuje pri každej písmene prúd, následkom toho pohne sa rúčka na druhej stanici *S* o toľko zúbkov, o koľko písmen sa kľučka otočila, a ukáže tú jistú písmenu, na ktorú kľučku pohneme.

Obr. 229.



2. *Bain*-ov telegraph pozostáva z dvoch zvonkov a medzi nimi pohyblivou týčkou s magnetickou ihlou spojenou (Obr. 230.). Po

Obr. 230.



močou menenia prúdu odchyľ sa ihla, a tak i týčka dľa ľúbosti v pravo alebo v ľavo a preto udre týčka dľa ľúbosti na pravý alebo ľavý zvonok. Množstvom úderov a rozličným spojovaním úderov na oba rozdielne zvonky označujú sa písmeny.

3. *Gauss*-ov a *Weber*-ov telegraph pozostáva z dvoch magnetických ihiel, ktoré menením dvoch prúdov v pravo alebo vľavo odchyliť možno. Počet odchylov jednej alebo oboch ihál a smer odchylu udáva písmeny.

4. *Morse*-ov telegraph, (r. 1837) pozostáva z jednoduchého mosadzového a sklenenou rukoväťou opatreného kľúča *k*, ktorý, keď

stroj pozostávajúci z malého elektromagnetu a ľahkej kotvy, ktorá miestnu vatrenu zavrie a tak účinok prenáša, (Obráz 232.) znázorňuje dve stanice morseho telegraphu s prenášačmi.

5. *Hugh-ov telegraph* pozostáva z kolieska tlačiarškými písmenami obsadeného, tak že zodpovedajúce písmeny hneď na pásik tlačí.

6. *Pantelegraph* čili *autotelegraph Casseliho*, je stroj složený, dosial len medzi Parížom a Lyonom uvedený, ktorý chemickým vplyvom prúdu vlastnoručné písmo prenáša.

Elektrické hodiny, elektromagnetické chronometry a chronography.

§. 136.

c. Mluno navedené (inductio).

Vedielmi galvanický prúd v blízkosti medeného drôtu, ktorého konce spojené sú, povstane v okamžení uzavretia alebo zblíženia sa prúdu ku drôtu, v drôte okamžitý prúd smeru protivného, v okamžení ale pretrhnutia prúdu alebo jeho vzdialenia od drôtu, okamžitý prúd smeru pôvodného prúdu. Prúd týmto spôsobom zbudovaný nazval vynálezca *Faraday navedeným, indukovaným*. Prvý prúd volá sa *stálym, hlavním, druhý paprúdom*.

Opísaný úkaz zmocňuje sa, keď drôty znásobíme t. j. miesto jednoduchých drôtov celé návoje drôtové upotrebíme (Obr. 233), z ktorých prvý *hlavním*, druhý ale *vtorým* návojom zovieme.

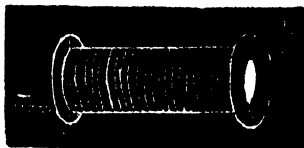
Účinky navedeného prúdu javia sa zvlášte mocne na telesach ústraných, zapríčiňujúc trhanie v údoch. Účinok paprúdu pri uzavieraní prúdu hlavného je slabší nežli pri prerušení.

Nachádzali sa v návoju hlavňom železo (železné týčky), nadvádzajú molekulárne prúdy v železe, pri zmagnetovaní sa sriadujúce, prúd v návoji vtorom, a šosilujú tak prúdy hlavním prúdom navedené.

Keď hlavný prúd pomocou samokvy v rýchle pretrhujeme a vtorý návoj značný počet izolovaných obvytov drôtových má, dá sa účinok velmo. značne zväčšiť. Prístroje takto sriadené sostrajili *Ruhmkorff, du Bois-Reymond* atď.

Keď konce drôtov vtorého navoja nespojime, rastie mlunné napnutie, z jedného pólu na druhý preskakujú iskry, a podávajú úkazy mluna opi-

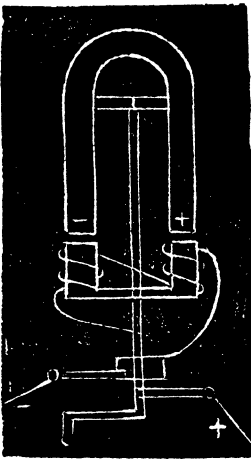
Obr. 233.



sané. Postavímeli konce oných drôtov vo vzduchoprázdnom priestore oproti, vyteká prúd z konca kladného v kystkách šarlachovej barvy, záporný pol ale svieti belavým svetlom. Malé množstva plynov do vzduchoprázdného priestoru pustené, zmenia farvu električného svetla a zapríčinia kolmo na póly stojace pásy, ktoré mocne fluvrujú. Električné vajo, Geisslerove trubice.

Miesto hlavného návoju a v ňom sa nachádzajúceho železa, možno do vtoreho návoja, ocelový umelý magnet vložiť. Pri každom vytiahnutí a vstrčení do návoja, povstáva v návoju navedený prúd, ukazujúci úkazy práve opísané.

To isté stáva sa keď do návoja mákne železo vložíme a pólom pevne stojaceho ocelového magnetu ho sblížujeme a vzdalujeme, Obr. 234.



čím železo v návojach striedave magnetickým sa stáva. Najjednoduchší stroj tohoto druhu znázorňuje Obr. 234. Pred pólami magnetu koluje železná návojmy opatrená kotva. Z návojev vedie sa prúd po perách, z ktorých jedno na kovovej ose, druhé ale na izolovanom okolo osy pripravenom mosadznom prsteňu, sa trie a tak navedený prúd ku stĺpcom odvádza, do ktorých drôt polárny sa upevňuje.

Prúdy takto povstávajúce sú striedave protívne, a vyvádzajú mocné fisiologické účinky.

Chcemeli navedené, protivné prúdy v jeden spojiť užívame prudovratu, pomocou ktorého jeden prúd smer svoj v opačný, s druhým prúdom totožný mení.

Točímeli kovovú plošku, nad ktorou voľne pohyblivá magnetická ihla sa nachodí, prejde ihla do točivého pohybu v smere pohybu plošky. Faraday vysvetľuje úkaz tento (Rotationsmagnetismus) z vplyvu prúdov magnetových na prúdy v ploške navedené. Týmto spôsobom návodu vysvetľuje sa i kyvy magnetickej ihly slabiaci vplyv hrubých kovových plošiek, keď ju medzi ne voľno zavesíme.

§. 137.

d. Mluno vzbudené teplom.

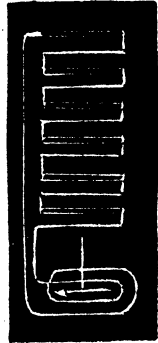
(Thermoëlectricität.)

Keď sú dva rozličné kovy jeden s druhým sletované, a zahrejeme alebo ochladíme jích na mieste, kde sletované sú, stanú sa

oba protivno elektrickými, bo spojímeli kovy té s galvanometrom, dostaneme odchyl ihlice. Všetky kovy možno do rády doniesť, v ktorej každý s nasledujúcim spojený kladným sa stáva. Najhlavnejšie kovy rády tejto sú: antimon, železo, zinok, striebro, zlato, mied, olovo, platina, bismut, miedený kyz. Mluno toto nazval vynálezca jeho *Seebeck st. thermoëlectričinou*.

Aby sa účinok dvoch kovov zmocnil, spojuje sa viac párov antimonových a bismútových týček tak, že súčasne miesta kde sletované sú rozličným teplotám vystaviť možno. Tým činom dostaneme *Mellonim* udaný *Thermomultiplikator*, (Obr. 235.) ktorý spojený s galvanometrom za najcitlivejší teplomer obzvlášte k poznaniu úkazov žiariaceho tepla slúži (vidz §. 107).

Obr. 235.



Keď cez vatrenu thermoëlectrickú prúd vedieme, pozorujeme jisté ochladenie miest, kde kovy sletované sú.

Thermoëlectricita javí všetky účinky galvanického prúdu ač len v malej miere.

Povážímeli, že zem. naša striedaním dňa a noci, leta a zimy na rozličných miestach rozlične zahrieva a ochladzuje sa a tým stále thermoëlectrické prúdy vznikajú, vidí sa domnienka, že prúdy elektrické kolozemné, ktoré ako už známo od východu na západ v smere zdánlivého pohybu slnca zem obtekajú len následkom tepla vznikajú, a že je magnetičnosť zeme našej len následok thermoëlectrických prúdov, zcela prirodzenou. *Severnia žiara* zdá sa byť svetlovým úkazom, zapríčineným značným sošilením oných prúdov, čo počas severnej žiary na ihle magnetickej pozorovať možno. Pravidelné pohyby a odchyl magnetickej ihly poukazujú tiež na pravidelné zmeny sily kolozemných prúdov, ktoré s postavením zeme ku slncu súvisia.

§. 138.

e. Mluno živočíšne.

Nielen pri žabe, ale i pri ostatných živočíchoch pozorovaná bola v svaloch a nervoch električina. Spojímeli citlivý galvanometer s rukama alebo nohama, ukazuje sa poznenáhla prúd v istom smere stály. I ohybovanie prstu dostačuje, aby činnosť jeho svalu prúd elektrický vzbudila.

Najznačnejšie javí sa električnosť pri niektorých rybách. Už starí znali že *elektrický rajnok* zvláštne rany dáva, elektrický prúd pri *elektrickom sumcovi* pozoroval prvý *Adamson* (r. 1752), a pri *elektrickom úhorovi Richers* (r. 1762).

Ústroje rýb, kde električina vzniká, podobajú sa galvanickej vatrene. Ryby elektrické môžu rany ľubovoľne silné a i do istej vzdialenosti dávať a síce v smere ľubovoľnom. Po rýchlom posebnom vybití, ochabuje električnosť, no zmáha sa zase po odýchnutí ryby.

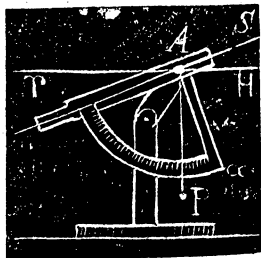
VIII. Oddiel.

Úkazy vo všemíre.

§. 139.

Úvod. Tá čiastka physiky, ktorá zaoberá sa vysvetlovaním a určovaním úkazov vo všemíre volá sa *hvezdárstvom* (astronomia) a je veda veľmi stará. Poverou a bludami povstala z nej *astrologia* (hviezdoprava). Najdôležitejšie otázky hvezdárske pohybujú sa v oboroch priestoru, času a počtu, preto opiera sa hvezdárstvo podstatne na veľvedu, podávajúc tie najrozmanitejšie, no i najťažšie príklady upotrebenia veľvedeckých zákonov a poučiek. Ponevadž známosti veľvedecké v hvezdárstve predpokladať nutno, preto chcem predne, keď aj len veľmi na krátko, o hvezdárskych pomôckach prehovoriti.

1. Uhlomer tej najrozdielnejšej úpravy, spojený s ďalekohľadom a zpadomerom (*limbus*) obyčajne upotrebuje sa štvrt kruhu, *quadrant*. (Obr. 237). A je ďalekohľad s quadrantom stupňovaným okolo osy A točiť sa dajúci; z A visí kolmo závažie P . Povstalo pri postavení ďalekohľadu uhol aAP rovná sa uhlu SAH , t. j. uhlu, pod ktorým hviezdu nad obzorom vidíme. Limbus má úpravu dvojakú, alebo kolmú ako na obrázku alebo vodorovnú, obyčajne pripravenú je ďalekohľad na kolmom quadrante ktorý na vodorovnom limbusu sa pohybuje.

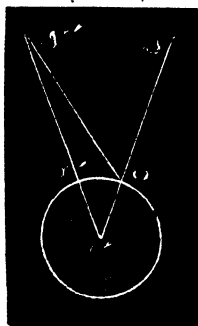


Obr. 237

2. Trigonometria, čili tá čiastka merby, pomocou ktorej, z ktorých koľvek dvoch alebo troch daných kusov trojuhuľníka, pomocou istých prímok (trigonometrických funkcií), ktoré pomer uhlu ku strane označujú, ostatné kusy vynajst možno. Tak k. p. vynajde sa vzdialenosť a veľkosť telies nebeských nasledovne: Po-

nevádz v hvezdárstve za jednot miery polmer zeme sa bere, ukážeme spôsob jeho vyperania. Kruh na obr. 238. znázorňuje

Obr. 238. zem, a a a' dvoch o vyperaný oblúk aa' vzdialených pozorovateľov, (k. p. $aa' = 30$ míl). Obaja pozorovatelia hľadajú súčasne na isté stalice, ktoré sa jím práve kolmo nad hlavami nachodia, a ktorých predĺžené prímkou sa a $s'a$ v stredobode zeme c preseknúť sa musia. Uhol pri c nemožno merať, no vzdialenosť stálic je tak veľká, že nielo rozdielu v uhlu zoriom, či jích z povrchu zeme, či zo stredobodu pozorujeme. Preto meriame uhol sas' mesto uhlu sas' . Jeli uhol ten k. p. 2° vypočítuje sa z úmernosti $30 : x = 2^\circ : 360^\circ$; obvod zeme $= 5400$ míl, z čoho polmer $= 1719$ míl urobí.



Hľadali dve osoby súčasne z rozličných stanovísk a a b

Obr. 239.



(Obr. 239) zeme na nejakú stalicu s , tak že pozorovateľ v a ju obzorne v b ale kolmo vidí, tvoria smery videnia *parallaktický* uhol (mimohľadný) asb , t. j. uhol, pod ktorým by oko v s sa nachádzajúco polmer zeme ac videlo. Oblúk ab možno vyperať, z toho určí sa uhol asc , a tak z uhla asc a polmeru ac , trigonometrickým spôsobom strana cs , čili vzdialenosť stálice. Parallaxa ($\angle asc$) mesiaca obnáša $56' 58''$ a tedy vzdialenosť mesiaca ($cs = \frac{ac}{\sin asc}$) $= 51600$ míl. Parallaxa slnca je $8,6''$, z toho vzdialenosť, 21 milionov míl.

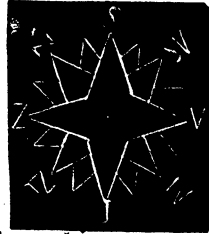
§. 140.

Základné pojmy hvezdárske. Pozeráme vókol seba, zdá sa byť povrch zeme rovinou okrúhloú, ktorú *obzorom zdánlivým* (horizont) a jej obvod kruhový *zdánlivým obzorútkom* (horizontlinie) zovieme. Rovina cez stredobod zeme rovnobežne so zdánlivým obzorom myslená zovie sa *skutočným čili hvezdárskym obzorom*.

Miesto na obzore, kde slnce zdánlive vychodí volá sa *východ*, obrátený tvarou k východu má za sebou *západ*, v pravo *juh*, v ľavo *sever*. Len dňa 21 marca a 23 septembra vychodí slnce v určitom bode východu (V.); 90 stupňov od východu je sever (S)

a juh (J); 180° západ (Z). Vetrná ruža (Obr. 240.). Všetky telesá nebeské robia spoločne za 24 hodín raz *zdánlivý pohyb* okolo zeme, od východu na západ.

Obr. 240.



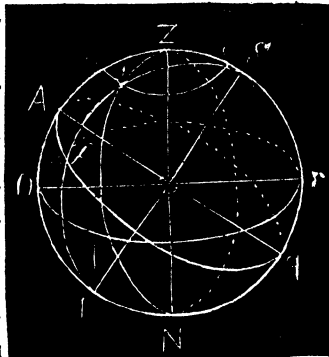
Rozdelenie telies nebeských. Najväčšia čiastka hviezd zaujíma ohľadom seba vždy to isté miesto a volá sa preto *stalicami*. Už starí znali viac skupení stálic a volali jích *súhviezdím*. Niektoré takéto skupeniny ukazujú sa i ďalekohľadom len ako biele obláčky a volajú sa *mlhovinami*. Mliečna cesta. Niektoré hviezdy zaujímajú každý deň zdánlive nepravidelne jiné miesto a volajú sa *obežnicami* (planety). Hviezdy v plynom stave, nasledkom rýchleho pohybu dlhý žiariaci chvost majúce volajú sa *vlasaticami*, (kometry).

Stalice majú svetlo trpitivé, jako slnce, polárna kviezda atď. Obežnic známe vyše 100, z ktorých 5 holým okom vidíme. Merkur, Venus, Mars, Zem, Asteroidy, Jupiter, Saturn, Uran, Neptun. Komét známe do 500.

Určovanie polohy hviezd na neby deje sa dľa obzoru a dľa rovníka. Bod kolmo nad pozorovateľom volá sa *nadhlavník* (zenit), pod nohami *podnožník* (nadir). Prímka zenit *Z* a nadir *N* spájajúca ide cez stredobod zeme. Menšie kruhy rovnobežné s obzorom volajú sa kruhy *výškové* (*asca*), cez nadir a zenit vedené ale *kruhy kolmé* *ZpNZ*. Výška hviezdy je tedy *ps*. Meranie výšky slnca dľa tône; *gnomon*; *slnečné hodiny*.

Obr. 241.

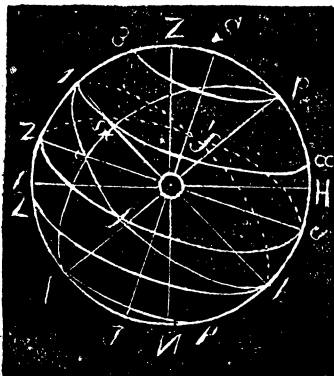
Kolmý kruh, ktorý bod severní a južní pretína *ZcrNOZ* volá sa *poludníkom* (meridian). Uhol, ktorý značí vzdialenosť kolmého kruhu od rovníka (*OZp*) volá sa *azimut* hviezdy, a meria sa oblúkom *Op*. Výškou a azimutom možno tedy polohu hviezdy určiť.



Určovanie polohy dľa rovníka. Všetky telesá nebeské pohybujú sa zdánlive v rovnobežných kruhoch okolo *osy svetovej*, ktorej pol nad obzorom, severným (S), pod obzorom južným (J) sa zове. Najväčší kruh od pólů o 90° vzdialený volá sa *rovníkom svetovým* (*æquator*) *Aq*. Najväčší kruh cez svetové poly a nejakú hviezdu vedený volá sa kruhom *odchylovým* *SsfJS* (deklináčny). *Odchyl*

je tedy oblúk patričného odchylového kruhu medzi hviezdou a rovníkom (*sf*). Uhol *ASf*, ktorý tvorí kruh odchylový *SsfJS* s poludníkom, meraný oblúkom *Af* volá sa *uhlom hodinovým*. Vzďialenosť oblúku odchylového od jarnieho bodu volá sa *rectascensiou* (vzostup). Odchylom a vzostupom je teda poloha hviezd tiež určená.

Zdánlivý pohyb slnca. (Obr. 242.) Od 21 marca odchyľuje sa bod, v ktorom slnce vychodí k severu, 21 júna je odchyl ten $23\frac{1}{2}^{\circ}$, nato zmeňšuje sa odchyl a je 23 sept. = 0. Od 23 sept. odchyľuje sa bod východu k juhu, rastie až do 21 dec. kde odchyl $23\frac{1}{2}^{\circ}$ obnáša, nato ale zase padá až do 21 marca, kde zase so skutočným bodom východným splynie, a slnce zdánlivý pohyb roční dokončí. Zdánlivá cesta slnca je šrôbovnica. Denia cesta každého závitú volá sa oblúkom dením, nočnia nočným. Oblúk dení a noční sú len 21 marca a 23 sept. rovné. Máme tedy



21 marca a 23 sept. rovnaké dlhé dni a noci. Dňa 21 marca počína sa jar a preto sa deň tento volá jarným rovnodením, a bod, v ktorom 21 marca slnce vychodí *jarným bodom f*; 23 sept. volá sa jaseňím rovnodením, bo vtedy jaseň začína sa. Od 21 marca do 21 júna rastie deň oblúk, dni dľžia sa, 21 júna je deň najdlhší, tu začína sa leto. Bod *a*, v ktorom slnce vychádza volá sa *letným slncovratom* (solstitium) a kruh cez bod ten položený obratníkom raka *a1*. Od 21 júna do 21 dec. ubývajú dni. 21 dec. (počiatok zimy) je deň najkratší, bod *b*, v ktorom slnce vtedy vychodí volá sa *slncovrat zimný*, a cezeň s rovníkom rovnobežne položený kruh obratníkom kozorožca *b2*. Od 21 dec. do 21 marca dľžia sa denie oblúky, dňa 21 marca sú zase rovné s nočnými.

Ekliptika. Dňa 21 júna na poludnie nachodí sa slnce v bodu *1*, dňa 21 dec. o polnoci v bodu *b*. Kruh spojujúci body *1* a *b* je ročnia zdánlivá cesta slncová a volá sa *ekliptikou 1fd1*. Rovina ekliptiky pretína rovinu rovníkovú pod $23\frac{1}{2}^{\circ}$ p, p sú tedy póly ekliptiky. Rovnobežné kruhy *p3*, *p4*, ktoré poly ekliptiky opisujú volajú sa *polárnymi* (sev. a juž.).

Ohľadom na ekliptiku možno polohu hviezdy nasledovne určiť. Ekliptika pretína rovník v dvoch bodoch f a f' (body rovnodenie čili, bod jarný a jaseň). Kruh cez poly pp a hviezdu vedený volá sa kruhom šírkovým a oblúk jeho medzi hviezdou a ekliptikou šírkou hviezdy sc . Vzdialenosť šírkového oblúku od bodu jarného volá sa diaľkou hviezdy cf . Šírkou a diaľkou je tedy poloha hviezdy úplne určená. Obe veličiny nepozorujú sa sa pramo, ale vypočítávajú sa z odchylu a vzostupu hviezdy.

Máli viac hviezd, tú istú alebo o 90° alebo o 180° rozdielnu polohu, vraví sa o nich, že sú v *konjunkcii*, *quadrature* alebo *opposicii*.

Ako z predešlého vidno, musí každá hviezda deňne dvaráz cez poludník prejsť, raz nad, druhýraz pod obzorom, prvý priechod, pri ktorom hviezda najvyššiu polohu dosiahne volá sa *vrcholením*, (*culminatio*) druhý *hlbočením*. Pri hviezdách obtočňových, ktorých cesty pod obzor neprijdú, možno oba priechody pozorovať. Slnce vrcholí na poludnie, hlbočí o pol noci.

Hviezdy ležiace v ekliptike, boly už za starodávna na 12 súhviezdí rozdelené, a *zvieratníkom* (*zodiacus*) nazvané, pokiaľ sú hviezdia zväčša dľa zvierat pomenované sú. Súhviezdia tieto v smere od západu k východu sú: škop Υ , býk δ , blíženci Π , rak \textcircled{C} , lev \textcircled{L} , panna \textcircled{M} , váhy \textcircled{S} , štir \textcircled{M} , strelec \textcircled{Z} , kozorožec \textcircled{Z} , vodnár \textcircled{Z} a ryby \textcircled{Z} .

Súhviezdia zvieratníka postupujú, každoročne o 50 vtorín od východu na západ, čím zdánlive i jarný bod postupuje, ukaz tento zovie sa *praececiou*. Nasledkom toho musí jarný bod za 2600 rokov cez celý zvieratník prejsť. Pred asi 2000 rokmi nachádzal sa jarný bod v súhviezdí škopca, a ažpráve dnes už v súhviezdí rýb sa nachádza, vraví sa predca že 21 marca vstupuje slnce do znamenia škopca.

Meriameli zdánlivý polmer slnca denne, pozorujeme, že od 1 júla do 1 jan. rastie, od 1 jan. do 1 júla ubýva. Z toho súdime že slnce zdánlive, hneď približuje hneď vzdaluje sa. Kreslímeli dľa pomeru zmeny polmerovej, prievodičov so zodpovedajúcim slnečnému pohybu uhľom, zo dňa na deň, ukáže sa, že povstala zdánlivá cesta slnca: ekliptika je elipsou, v ktorej ohnisku zem sa nachodí.

§. 141.

O zemi a jej pohyboch. Zem je guľa o 5,6 míl sploštená, okolo slnca sa točiaca. Bod kolmo ležiaci pod severným polom

nebeským volá sa severným pólom zemským, protivný bod ale južným. Prímka poly spojujúca *osou* (1713 míl).

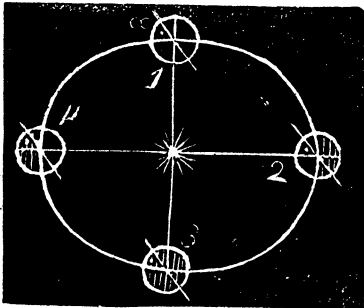
Guľovatosť zeme dosvedčila sa: z okružlosti obzoru; keď cestujeme od severu k juhu zapadajú hviezdy známe a vychádzajú neznáme; keď sa loď ku brehu blíži, vidno najprú vrcholce sťažňov, tak postupne sťažne už konečne celú loď; tóna zeme je okrúhla; plavci oplavili zem v tom istom smere sa plaviac; všetky telesá nebeské vidíme ďalekohľadom čo gule.

Zdánlivý pohyb telies nebeských okolo zeme našej behom 24 hodín, možno vysvetlíť len z otáčania sa zeme okolo osy svojej, v smere od západu na východ, raz za 24 hodín. Otáčanie zeme okolo osy dosvedčujú: zákony pohybu stredobežného (§. 64); zkuška Foucaultova (§. 65); passátne vetry (§. 73); padanie telies z veľkej výšky v smere na východ od kolmej odchylnom; sploštenie zeme na točnách; otáčanie sa ostatních obežnic kolo osy.

Okolo slnca pohybuje sa zem v ellipse. V jednom ohnisku *e* ellipsy tej stojí slnce pevno len okolo svojej osy sa točiac. Ekliptika je tedy cesta zemská a nie slnečná. Pri ročnom pohybu je zem stále pod uhlom $66\frac{1}{2}^{\circ}$ k ekliptike naklonená, lebo ekliptika s rovníkom $23\frac{1}{2}^{\circ}$ tvorí. Eliptičný pohyb zeme okolo slnca dosvedčuje eliptičnosť ekliptiky, aberracia svetla (§. 85) a zákony gravitacie.

Z naklonenia osy zemskej k ekliptike možno beh štyroch ročných čiastok vysvetliť. Obr. 241 predstavuje zem v štyroch pólohách ku slncu. Bod *a* má v

Obr. 241.



polohe 1. jaro, v polohe 2 leto, v polohe 3, jaseň a v polohe 4 zimu; bo zrejme je že slnce len jednu polovicu zeme zahrieva. Obyvatelia medzi obratníkmi majú len malú zmenu v kolmnom dopadovaní papršlekov (horúce pásno); naproti tomu obyvatelia za kruhami polárnymi dostávajú vždy len kosom dopadajúce papršleky (studené pásno). V pásme medzi obratníkmi a polár. kruhami (mierne pásno) je rozdiel čiastok ročných najzrejmejší.

Uhol, ktorý polmer miesta s rovníkom tvorí, volá sa *zemepisnou šírkou*, ktorá je buď severnia +, buď južná —.

Kruhy cez póly zemské položené volajú sa poludníkami. Vzdialenosť poludníka istého miesta od pevného bodu (Ferro, Paríž, Greenwich, Pulkova, Washington) ale *zdĺžkou zemepisnou*. Zeme pisnou šírkou a zdĺžkou určuje sa poloha miesta na zemi.

§. 142.

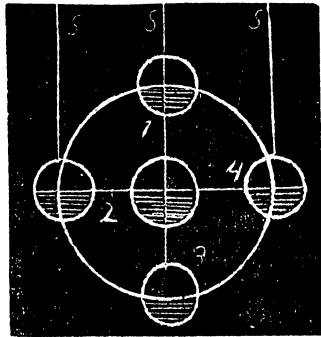
Mesiac. Mesiac je asi 51000 míľ vzdialený, má podobu gule nesploštenej, a sprevádza zem, okolo nej raz za 27 dní, 7 hod. 43 menš 11 1/2 vtorín (siderický mesiac) sa točiac. Zdánlivý priemer mesiaca obnáša 31' 3, 4"; skutočný = 469, 2 míľ. Cesta mesiaca okolo zeme je ellipse, okolo slnca cykloida. Rovina cesty mesačnej naklonená je pod 5° 8' 40, 21" ku ceste zemskej, body kde sa obe pretínajú volajú sa *uzlami* a priamka jích spojujúca *uzolnicou*. Mesiac ukazuje nám vždy túže stranu, z čoho zavierá sa na totožnosť jeho pohybu okolo osy s pohybom zeme okolo osy svojej.

Ponevadž je mesiac teleso tmavé, nabýva zkrze osvetlenie slnečné pri rozličných svojich polohách k zemi rozličné *premeny* (Obr. 244.).

Pre veľkú vzdialenosť zeme a mesiaca od zeme, možno paprsky slnečné za rovnobežné považovať, a tu ukáže sa, keď *a* zem a *b* mesiac predstavuje, že, keď je mesiac so slncom v *konjunktii*, t. j. v polohe 1. mesiac tmavou stranou (nový mesiac ☉) k zemi obrátený je; po niekoľko dní, objavuje sa osvetlený srp mesiaca, ktorý v *quadrature*, poloha 2. čo prvá štvrť (☾) sa ukáže. V *opposícii*, poloha 3, splň (☽) ukáže sa nám osvetlená celá strana, a v druhej *quadrature* (poloha 4) *poslednia štvrť* (☾) polovica strany.

Mesiac priťahuje následkom gravitácie bližšie častky zeme našej viac, než ďalšie. Toto priťahovanie javí sa na vode morskej, ktorá najväčšiu časť zeme pokrýva. Mesiac *M* (Obr. 245) vyzdvihuje vodu na strane k mesiacu obrátenej, čím *prílív mora* na tejže strane povstáva. Na protivej strane, na ktorej mesiac menšou silou vodu priťahuje povstáva takže *prílív*, na stranách ale o 90° vzdialených upadovanie vody, tak zvaný *odlív*. Z toho patrno že, prílív na tom istom mieste za 24 hodín dva ráz povstava

Obr. 244.



Obr. 245.

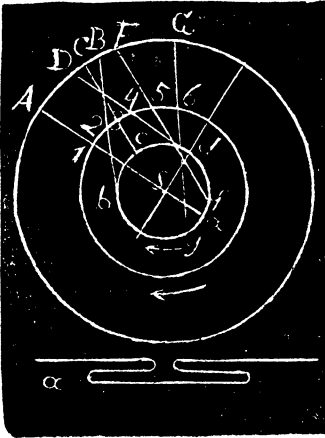


V novejšom čase ukázalo sa že aj ovzdušie podobnému prilahovaniu podrobené je, a svoj priliv a odliv na tlakomeru ukazuje.

§. 143.

Obežnice. Zdánlivý pohyb obežníc je nejzamotanejší. Porovnávali jích pohyb so stalicami, zdajú sa po istý čas postupovať od západu k východu, najprú rýchlo, potom pomalšie, potom stoja za istý čas, nato pohybujú sa zdánlive nazad, zastanú a zase idú od západu na východ. Tento zdánlivý pohyb (Obr. 246) a vysvetluje sa nasledovne. Myslíme si v

Obr. 246.



S slnce; *Z* zem so svojou cestou v smeru šípá sa pohybujúcu, *P* obežnicu s jej cestou vtom istom smere sa pohybujúcu, *Q* ale prierez nebeskej gule nesmierne vzdialenej. Keď je zem v *a* je obežnica v *1* a ukáže sa v *A*. Keď zem postupovala ďalej, vykonala obežnicu cestu *12*, a ukázala sa v *B*; pri postupe zeme do *c*, postúpila obežnica do *3*, a ukázala sa v *C*, zdánlive postúpila tedy nazad; keď prišla zem do *d*, prejšla obežnica do *4*, ukázala sa ale v *D* vždy ešte zdánlive na zad; pri ďalšom postupe zeme do *f* a ďalej postupovala obežnica zase rýchlo v prvotnom smere, až zase zastala, smer smenila atď.

Krem zeme našej, ktorá jeden mesiac má majú ešte jupiter 4, saturn 7 a zvláštny kruh, a uranus 6 mesiacov.

Ptolomaeus a s ním celý svet tehďajší kládol za stred vesmíru mýlne zem. Len slavný Mikuláš *Koperník* (slavian) pojal myšlienku pravej sústavy obežníc a položil do prostriedku slnce. *Kepler* vyvinul dôkladne zákony pohybu obežníc (§. 64), a len 60 rokov pozdejšie odvodil *Newton* (1682) zákony Keplerove zo zakonu gravitácie: *Všetky nebeské telesá priťahujú sa spoločne silami, ktoré v rovnom pomere s jich súčínami hmotnosti a v opačnom pomere štvoročnom jich vzdialenosti stoja.*

Poriadok obežníc dľa vzdialenosti od slnce, jich veľkosť, čas obehu a skloň jich cesty ukazuje nasledujúca tabuľka:

Obež- nica	Skloň cesty k ekliptike	Č a s o b e h u		P r i e m e r		Priemerná vzdialenosť millionov mil	
		okolo osy	okolo slnca	skutočný	zdánlivý	od zeme	od slnca
Merkur	7°0'14"	24 h 5'	87 d 23 h 16'	671 mil	12,6" — 4,4"	10 — 30	8
Venuša	3°23'32"	23 h 21' 22"	224 d 16 h 49'	1694 "	66" — 10"	5 — 35	15
Zem		23 h 56' 4"	365 d 5 h 48' 48"	1718 "			20
Mars	1°58'42"	24 h 37' 23"	686 d 23 h 31'	938 "	25" — 3,5"	7 — 54	32

104

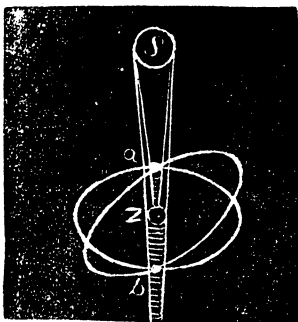
a s t e r o i d y

Jupiter	1° 18' 42"	9 h 55' 26"	11 r. 312 d. 20 h 14'	rovn: 10018 osy: 18524 16290	rovnika; osy 38, 4" 35, 6"	81 — 124	107
Saturn	2° 29' 29"	10 h 30'	29 r. 166 d. 23 h 16'		rovnika; osy 17,05" 15,28"	165 — 299	197
Uranus	46' 30"		84 r. 5 d 19 h. 14'	7500	4,3" — 3,5"		396
Neptun			164 r. 215 d.	7653	2,6" — 3"	594 — 648	621

§. 144.

Zatmenie. Eliptická cesta mesiaca pretína, ako povedano, ekliptiku v dvoch *uzloch a* a *b* (Obr. 247). Keď mesiac do týchto

Obr. 247.



uzlov príde stane sa, že alebo mesiac tónu svoju na zem, (zatmenie slnka, vlastne zeme) alebo zem na mesiac (zatmenie mesiaca) hádže. Keby uzlov nebolo muselo by zatmenie mesiaca pri každom úplnku, a zatmenia zeme, pri každom novu povstávať.

Ponevadž je mesiac menší nežli zem; zakrýva jeho tóna len čiastku zeme. Keď je mesiac alebo slnce úplne zatmené voláme to zatmením úplným v opačnom páde čiastočným. Zo známej polohy, vzdialenosti, veľkosti, a času obchového, dá sa čas a veľkosť zatmenia napred vypočítavať.

§. 145.

Vlasatice, povetrone, čistenie hviezd. Vlasatine (komety) sú hmlové telesá, s jasným jadrom, pohybujúce sa vo vesmíre, obyčajne vo veľmi dlhých elipsach. Stávajú sa viditeľnými, keď k slncu, ktoré v ohnisku jích ciest stojí, sa priblížia. Následkom rýchleho pohybu a odporu etherom zapríčineného, zdĺžuje sa hmlová jích látka, a preto povstávajú dlhé vlasaté chvosty za skvelým jadrom.

Počet vlasatic je neurčitý, pozorovano bolo dosiaľ asi 500, od r. 1500 vyše 50. Chvost vlasatice z r. 1811 obnášal do 15 milionov mil. V oktobru 1858 ukázala sa vlasatica Donatová.

Padajúce hviezdy sú bezpochyby malé telesa planetárne, tmavé a preto neviditeľné. Keď sblížia sa k zemi, rozohnia sa trením o povetrie a nabývajú veľkej jasnosti; keď ale dlhšie do ovzdušenia vnikly ochladzujú sa a myznú zraku, ďalej sa pohybujú. Niekdy stáva sa, že takéto telesá na svojej ceste tak k zemi sblížia sa, že na ňu padnú, vtedy voláme jích povetroňmi (meteor).

§. 146.

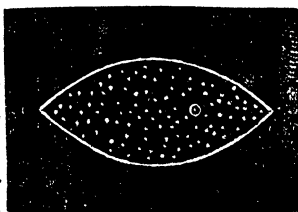
Sústava svetová. Ponevadž na nebeských telesách nikde stálosti nevidíme, ľahko domýšľať sa možno, že slnce i so svojou

sústavou tiež postupný pohyb koná, čo v novejších časoch i do-
svedčilo sa. Ďalším zrkúmaním ukázalo sa že podobných sústav
slnecných nekonečné množstvo jesto, ktoré mnohoráz len z dvoch
okolo seba sa točiacich hviezd (*dvojhviezdy*), indy zase z viac po-
zostávajú, a spoločne okolo nejakého slnca sa pohybujú.

John Herschel vysvetluje svetovú sústavu nasledovne. My
nachodíme sa asi v prostriedku svetového priestoru, a (Obr. 248)

naplneného sústavami slnečnými. Keď od-
tiaľ hľadíme na hor a na dol je nebo
menej hviezdami naplnené nežli v smere
v právo a v ľavo. V druhom páde splyva
to nekonečné množstvo hviezd spolu a
tvorí hustý svetlý pás „*mliečna cesta*“
zvaný. Vysvetlovanie toto ale nedošlo vše-
obecného uznania. Množstvo hviezd krem

Obr. 248.



mliečnej cesty spolu splyvajúco podáva úkaz hmlových fliačkov
mlhovin, ktoré tak vzdialené sú, že svetlo z nich 25000 rokov po-
trebuje, až k nám prenikne, tak že jích vzdialenosť vyše 33000
billionov míl obnáša!

Laskavý čitateľu! V dielcu tomto podal som Ti výsledky
prác bystroumného človečenstva v jednom oboru prírodnej vedy,
obdivuj vytrvalosť, bystrošť a snaženie rozumu jeho, no pokor
sa do prachu nicoty pred Tvojim a všeho míra tvorcom živým
BOHOM našim!



MUZ. 100.57