

116/5026 VII

# PHYSIKA

čili

# SILOZPYT

pre

slovenské gymnásia, reálky a  
domáco poučenie

dľa

najnovšieho stavu vedy vzdelal

**Dor. Ivan Branislav Zoch,**

ver. riad. učbár Math. a Phys. na slov. ev. a. v. veľgymn.  
vo V. Revúci, a úd viac tu- i cudzozemských učených  
spolkov.

S vyše 200 pôvodcom rezanými obrázcami.

Sošit 2.

(Nákladom pôvodcovým.)

---

**V SKALICI,**

Tlačou Synov Fr. X. Škarniča.

1869.

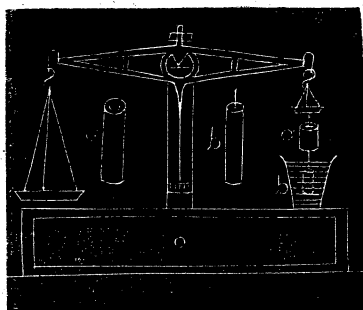
U

Slovenská pedagogická knižnica Bratislava
Sign.
Prír. čís. 153306

H 454(n)(072) - u

visí dutý (a) a pod ním na vlase hmotný (b) do predešlého úplne priliehajúci a ho vyplňujúci mäsadzový válec. Obťažením druhej mysy privedieme vázky 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 vázky zase do rovnováhy na dôkaz, že válec vo vode o toľko obľahčel, koľko ním vytisnutá voda vážila.

Obr. 64.

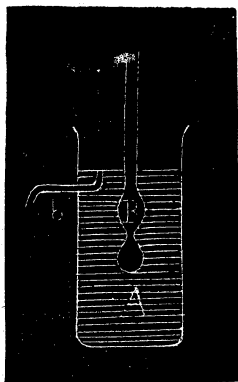


§. 45.

**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.

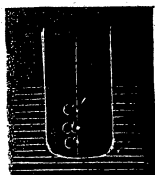
O pravdivosti tohoto presvedčíme sa, keď dutý na vode plávajúci válec B do nádoby A až po otvor trubice b vodou naplnenej položíme. (Obr. 65.). Válec vytlačá vodu, ktorá trubicou b do prázdnej mysy vázkovej vyteká. Nato vytiahneme válec a položíme ho na druhú mysku váziek a hľa, on drží úplnú rovnováhu 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 (lo'le).

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

Obr. 66.



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

Obr. 67.



Zpadomer — libella — (Obr. 67.)

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

stavení stojí bublina na prostriedku.

## §. 46.

**Určovanie objemu nepravidelných telies a špeciálnej váhy na základe zákona Archimedovho pomocou hydrostatických vážiek.** Zákon Archimedov je najjednoduchší spôsob, pomocou ktorého pomernú váhu telies pevných a tekutých, a jich objem určiť možno. — Najprú určíme váhu telesa ( $P$ ), potom zanoríme teleso to na vlase zaväsené do čistej vody a určíme, príkladom 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:  $O : 1^c = p : 56,4$  vynajdeme, bo známe, že  $1^c$  vody  $56,4 \bar{u}$  váži:  $O = (\frac{p}{56,4})^c$  keď  $p$  funty znamená; súli  $p$  loty bude  $O = (\frac{p}{1,044})^c$ , bo  $1^c$  vody  $1,044$  lot. váži.

Špeciálnu váhu pevného telesa najdeme, keď jeho absolútnu váhu ( $P$ ) podelíme absolútnou váhou ( $p$ ) práve tak veľkého kusa vody,  $s = \frac{P}{p}$ .  $P$  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 vyňajst, vezmeme kus nejakého telesa (skla), ktoré ani vo vode ani v určovateľ sa majúcej tekutine lučebne nezmení sa, a hľadáme stratu jeho na váhe vo vode ( $p$ ) a v onej tekutine ( $q$ ). Podiel  $\frac{p}{q}$  udáva pomernú váhu tekutiny.

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

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

Telesa porovateľ obľahnu sa, zavorením do roztopeného neporovateľého te-



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

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

Ponevadž určovanie špecifickej váhy pomocou hydrostatickej vážky niečo obtížne je, preto určúva sa ona obyčajne pomocou malej s dutou zátkou 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  $c - a$ ;

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

Obr. 68.



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, príľahký je ale nebezpečný. Preto je určovanie špecifickej váhy či hustoty v priemysle v kupectve atď. nevyhnutne potrebné.

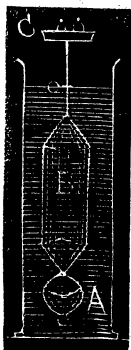
### §. 47.

**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 *araometry* zvané, zakladajú 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 váľca  $B$  (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. Prikladaním 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 odtiahnutím 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 zrejmé. (Upotrebenie hustomera na váhu miesto citlivých vážiek.)

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

Obr. 70.



nutej a obťaženej, stupňskom opatrenej trubice  $A$  (Obr. 70). Bod, 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 shotávajú 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 lubovolne, 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 here 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 horeudanej 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 jednotí 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 percentových miešaniých. Tak ukazujú pri pálenke procenty lehu, pri roztoku sôl: cukru procenty týchto, atď.

Pri meraní hustoty hustomerom na náteplie ohľad brať treba. ( $12^{\circ}$  R;  $15^{\circ}$  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 hľadia 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 ovladuje 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 neznajú 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 teplote rozprostranivosť povetria v tom jistom pomere rastie a padá, v ktorom hustota plynu tlačiacou silou zväčšuje alebo znižuje 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 sľušujú 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  $0^{\circ}$  na bod varu, obnáša prírastok  $\frac{11}{36} = 0,367$  pôvodnej expansivnosti, pre jeden stupeň Cels. tedy  $0,00367 = \alpha$ . ( $E = e + \alpha e = e [1 + \alpha t]$ ). Zákon tento platí aj pre ostatné plyny. Cena prírastku  $\alpha$  — *coëficient rozťažlivosti* — je pri rozličných plynoch len o málo rozdielna.  $H = 0,0036678$ ,  $CO_2 = 0,0036896$ .

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

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

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

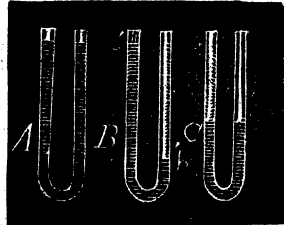
Teploměr povětrný, pyrometer od Pouillet-a.

Expansivnosť dvoch plynov pri rovnjej hustote a teplote je rozdielna, bo závisí ona i od *vlastnej povahy plynu*. Porovnávaním expansivnosti plynov s expansivnosťou povetria pri  $0^{\circ}$  a  $760^{\text{mm}}$  tlakomeru ako jednotou 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, ponevadž povetrie zo všetkých strán rovnako tlačí.

Len zrušením tlaku na jednej strane stává sa patrnými. V ohnutej sklenenej trubici *A* (Obr. 71) stojí rtuť dľa zákona spojených 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 stát 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 odpórnom smere, účinok tedy ničí sa.

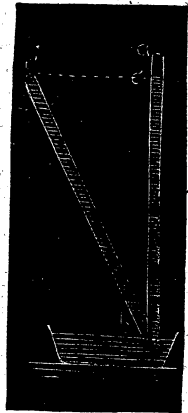


Obr. 71.

Niečo inakší bude výsledok zkušky, keď vezmeme trubicu asi 34" vysokú. Rtuť nezostane v zavretom ramene až po vrch stát, lež klesne až po *c*, tak že výška pozostalého stĺpu rtuťového asi 28" (zákonný stav  $336,9'' = 760^{\text{mm}}$ ) obnášať bude, 28 palcový stĺp rtuťový drží tedy rovnováhu, stĺpu povetrenému výšky ovzdušia.

Obr. 72.

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  $1\text{''}$  čili váha stĺpu povetreného s podstavou  $1\text{''}$  a výškou ovzdušia (atmosfera), rovnať sa tlaku priemerne 28" vysokého stĺpca rtuťového na  $1\text{''}$  alebo váhe jeho  $12\frac{3}{4} \text{ \textit{ř}}$  ( $28'' \times 14\frac{1}{7} \text{ l\acute{o}ta}$ ). Tlak tento volá sa *atmosférov*, t. j. tlak ovzdušia na  $1\text{''}$ . Poznámkať nutno, že na budúce, keď o tlaku reč bude a plocha na ňuž tlak pôsobí sa neudáva vždy plochu  $1\text{''}$  rozumieť treba. Obzremeli 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



prázdniou *Torricelli*-ho (vacuum *Torricellianum*) od pôvodcu zkúšky tejto *Evangelistu Torricelli*-ho, žiaka *Galilei*-ho. † 1647 vo *Florencii*. Naklonímeli trubicu tak, že *bc'* výške stĺpca 28" rovnať sa bude, *torricelliho* prázdniina 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 *ř*, 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 prevrátime. Hnatý a klúby ľudské a zvieracie v paňvičkách len vonkajší tlak povetria udržuje.

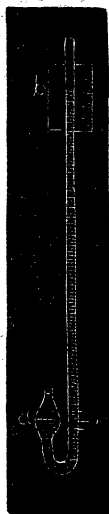
## §. 51.

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

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

Ponevadž padaním a rastením rtuti v trubici hladina v dutine sa mení, mení sa aj počiatočný 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.

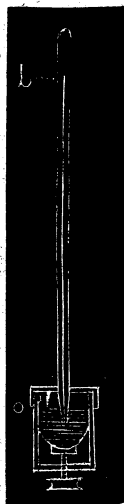
2. *Tlakomer Fortin*-ov (Obr. 74) má nádobku s pohyblivým dnom, tak že hladinu rtuti vždy úplne po končiar *a*, ktorý 0 bod stupníka značí pohybovaním dna upraviť možno. Aby sme výšku tlakomernú dôkladne odčítať mohli nachodí sa na stupníku *nonius*. Chyba tlakomeru obecného je tu odstránená. Pri veľmi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



ních vynajde sa oprava pre tlak 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 hora 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* ľubovolný 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 tlak sama sa ruší. Do trubice možno dostavšie sa povetrie, ulapí sa v pazuche pri *b*.

Obr. 74.



Shotovovanie dôkladných tlakomerov s mnohými ťažkosťami spojené je. Každý dobrý tlakomer musí mať nasledujúce vlastnosti: Torricelliho prázdina nech je 4—6'' dlhá a úplne prázdna, čo po dobrom priliehaní rtuti a čistom udieraní teže na vrch, pri uaklonení prístroja poznáme. Rtuť musí byť ľubecne čistá a vyvarená, aby v nej povetrie neholo. Bublinky v rtuti nesmú 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.

Obr. 75.

$b_0 = b - b\beta t$ ;  $\beta$  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 užíva sa tlakomer ku predpovedaniu chvíle. Pri vlažných, vlhkých a daždivých juhozápadných vetroch, pri búrkach páda 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

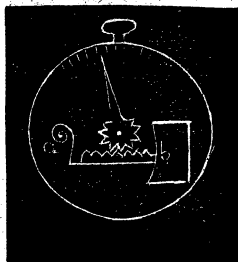


zeme sa vzdalujeme, preto upotrebuje sa tlakomeru ku meraniu výšky vrchov. Návrh tento pochádza od Blaise Páscala. Vypočítanie deje sa dľa vzorca  $x = A (1 + 0,0026 \cos 2 \Psi) (1 + \frac{1}{399} [T + t])$  ( $\log b - \log b'$ ). Keď má byť výška udaná v stopách, vtedy je  $A = 58152$ , keď je v metroch 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<sup>mm</sup> 10467 ráz ľahšie než rtuť, zo stavu tlakomera *výška ovzdušia* vypočítavať.  $10467 \times 28'' = 4070''$ , 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. Skráteneý 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 vtlačíť pero *a* účinkuje oproti. Zmeny tlaku ukazuje pohybliva rúčka. Samo sebou sa rozumie, že stupník na aneroidu dľa tlakomeru sa určuje a z času na čas, pre vnikúšie cez póry kovu povetrie opravuje.

## §. 52.

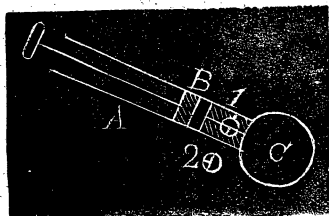
**Výveva.** Najzvláštniešia vlastnosť plynných telies po rozpranivosti je: veľká stlačiteľnosť a rozťažiteľnosť. Na tomto zakladá sa zredovanie a shustovanie povetria. Prístroj k tomuto cieľu slúžiaci volá sa *vývevou* (Luftpumpe).

Vývevu vynášiel Magdeburský (Devínsky) mešťanosta Otto von Q u e r i c k e. Každá výveva pozostáva hlavne, z dutého válcá 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 pozstáva alebo z *kohútkov* vo dvojo víťaných, alebo zo *zámykov* (ventil), dľa čoho i vývevu 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 vŕtaný nachodí sa. Ťaháme piest pri polohe kohútika *1* von, rozide sa, povetrie v nádržke obsažené do sáry, stáva sa tedy redším. Postavíme teraz kohútek do polohy *2* a tlačíme piest dnu, vychodí v sáre sa nachádzajúco povetrie von.

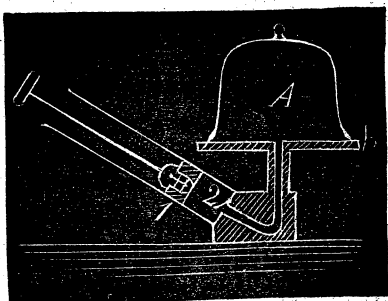
Obr. 77.



Opakovaním výkonu tohoto dá sa povetrie značne rozriediť. Ťahaním piesta pri polohe kohútika *2* a stlačením pri polohe *1*, dá sa povetrie v nádržke shustiť.

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. Dviháním piestu rozširuje sa povetrie z nádržky do sáry a otvára ventil *2*. Keď vonkajší tlak ventil *1* zavretý drží. Pri vtláčaní 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.

Obr. 78.



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.

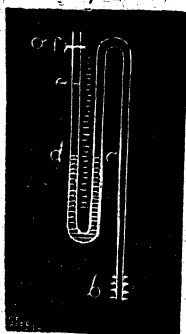
Že povetrie docela z nádržky vyviať sa nedá vyplýva z toho, že vždy len jistú čiastku von vyčerpáme, pozostalé ale povetrie na celý priestor nádržky sa rozprostre; no i druhá okolostojnosť kladie ešte hranicu zredovania a shustovania povetria a to je tak zvaný *škodlivý priestor*. Pod škodlivým priestorom 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 vyhnat 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 piesta na dno, smesť sa do škodlivého priestoru, kde jeho hustota hustote v nádržke sa rovná, tak že do nádržky viac vnikať nemôže.

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

Veľkosť zredenia povetria merá sa pomocou tlakomera (skráteneho)

Obr. 79.



postaveného pod nádržku, alebo na väčších vývevách osobyte pripraveného. Ku meraniu veľkosti stlačenia užíva 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 zákona.  $e : E = ad : ae$ .

**Zkúšky s vývevou.** 1. Do polovice nafúkaný mechur 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 valec, na ktorej drévená miska s rtuťou sa nachodí, prejde táto v drobulinkých kapočkách cez misku. Ten jistý valec pokryjeme dobre priliehajúcou tenšou doskou sklenou, po nedlhom vyvievaní prelomí ju vonkajší tlak povetria.

Obr. 80.



3. Tlakomier padá pod vývevou — pri najlepších strojoch na 1<sup>mm</sup>.

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

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

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

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

Výveva užíva sa s veľkým prospechom v priemysle k. p. v cukrárnách, garbiarnách, pri vzdušnej železnici atď.

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, tlačení piestu 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  $0^{\circ}$  a  $760^{\text{mm}}$  je 770 ráz redšie než voda. Z čoho vypočtovalo sa, že 1 krýchl. stopa povetria 564 gr. = 2,35 =  $2\frac{1}{3}$  lotov a  $1^{\circ}$  0,326 =  $\frac{1}{3}$  gránu váži.

Z tohoto nasleduje, že Archimedov zákon aj pri plynoch platnosť má. Každé teleso trati v povetří toľko na váhe, koľko 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 vyvíevaniu prevažovať, trati 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 bere sa za základ hustoty plynov povetrie = 1.

Hustota

O je = 1,1057	NH <sub>3</sub> = 0,5966	SO <sub>2</sub> = 2,2470
N „ = 0,9720	Cl = 2,4700	SH = 1,1942
H „ = 0,0688	CH = 0,9710	ClH = 1,2471
CO <sub>2</sub> „ = 1,5291	CH <sub>2</sub> = 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.

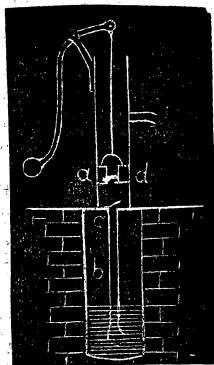
Vynalezca balónu bol papiernik francúzsky *Montgolfier* 1783, jeho balón bol z papieru pokostovaného naplnený vyhriatým povetrim. *Charles* naplnoval balón vodíkom, *Green* svitíplynom. Chýrečný *Gay-Lussac* vystúpil temer na mílu vysoko.

### §. 54.

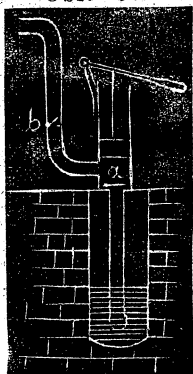
**Upotrebenie rozťažlivosti a tlaku povetria.** 1. *Výsos na zdviž.* (Saugpumpe) Obr. 81, Zanorímeli trubicu do vody a zre-

díme v nej, na druhom konci ústami sajúc povetrie, vystúpi v nej voda, najvyš až po tlakomernú výšku  $31\frac{1}{2}'$ , keď by sa povetrie cele odstránilo. Pri výsosu saje piest *a*, pohybovaný do hora, vodu *sosákom b*, ktorý výšku 24' nepresahuje. Pod piest prišlú vodu drží ventil *c*, ktorá ventilom *d* nad piest ide a ním vyzdvihnutá von vyteká.

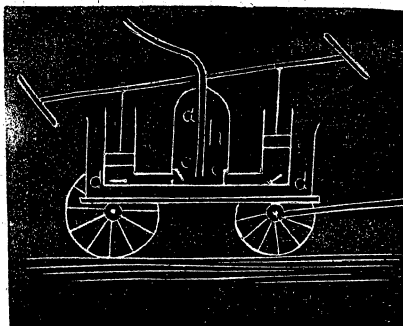
Obr. 81.



Obr. 82.



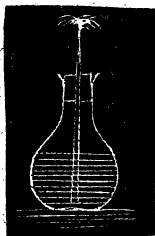
Obr. 83.



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 zreďuje 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 kamkoľvek 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 tlačaná voda ventil *c* a ide do veterníka. Povetrie vo veterníku sa nachádzajúco stláča sa tlakom vody a tlačiac na jej povrch, ženie ju v stálom papršleku trúbou *h* von. Obr. 84.

Zovnútorne upravenie striekačky býva veľmi rozmanité.



4. *Heronova baňka* (Heronball) Obr. 84. je nádoba obyčajne okrúhla, v ktorej až na dno siahajúca trubica dobre upevnená je. Nafúkameľi trubicou do nádoby, z polovice vodou naplnenej povetria, alebo dámeľi baňku na

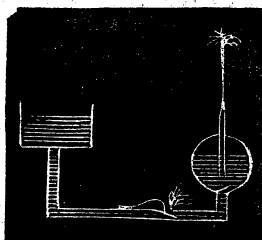
teplé miesto, abo pod vývevu, čím expansita vnútorného povetria  
Obr. 85. väčší sa, začne voda, vnú-



torným povetrim tlačená, trubicou do hora striekať.

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

v prvej nabýva povättrie väčšej expansivnosti tlakom vodného stĺpca, v druhom strkom vody, ktorý hneď vonkajší ventil, hneď ventil do baňky otvára a tak do nej vodu ťenie.



Obr. 86.

6. *Stály výtok* upotrebuje sa pri prácach ve-deckých mnohorož a docieli sa zanorením hrdla prevrátenej, vodou naplnenej nádoby do lievika na ktorom látka k presrkovaniu (filtriren) sa nachodí (Obr. 87.) alebo pomocou *Mariotte-ho fiašky* (Obr. 88.) ktorá z. obecnej boč-

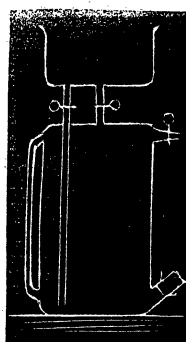
ktorom látka  
alebo pomocou  
Obr. 87.

ným otvorom opatrenej fiašky

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

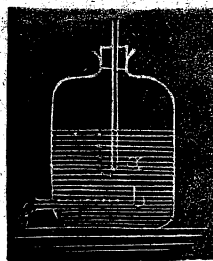
tak dlho stály zostáva, dokial hladina vody až k *a* klesne. Pri vý-toku vystupujú trubicou bublinky do hora.

Obr. 87.



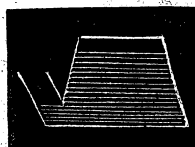
7. *Nádobka ku napájaniu vtákov* Obr. 89 a *Pepy-ho plyno-jem* Obr. 90. sú prístroje na roz-dielnosti expansity založené. Upo-trebenie oboch prístrojov znázor-ňujú pripojené obrazce.

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 bláchu Obr. 91. Otvor *b* dá sa do tekutiny, otvorom *a* tiahne sa vzduch ústami von. Následkom toho vystupuje tekutina do nádobky. Zavreli sa otvor *a*, dá sa



Obr. 88.

Obr. 89.

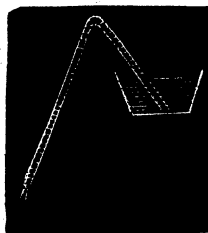


Obr. 91.



tekutina prenášať. Malé sklené 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 tautalov, padanie vody v jazeru Cirknickom (Obr. 93.) bezpochyby aj výtok v Stracenej vysvetľuje sa dľa násorky.

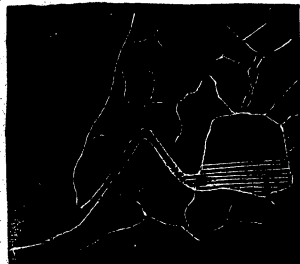
Obr. 92.



## §. 55.

### O parách.

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

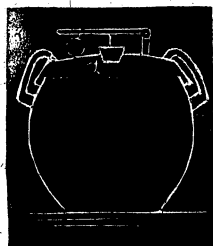


Obr. 93.

Dejeli sa vyparovanie teplom násilne tak, že tekutina z dnuká 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 rozprostranivost odpor tlaku prekonať musí. Na Mont Blancu vrie voda pri 78°

Obr. 94.



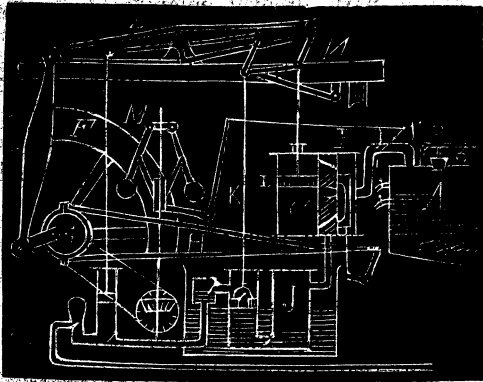
C, pod vývevou pri 35°, v *Papínovom hrnci* pri 200 alebo i viac. Hrnec takýto (Obr. 94) obyčajne zo železa, opatrený je nepriedušno priliehajúcim vrchnákom, na ktorom *zámyk bezpočnosti* a pripravený je. Para z vody vystupujúca nachádza odpor väčší než jej expansita, preto svisuje sa táto a s ňou i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

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



hladina vody padne alebo sklenená vpustená trúbica, aby sme výšku vody v kotli pozorovať mohli, a kohútok bezpečnosti (*a*). Trúbou *f* vedie sa

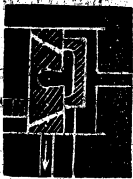
Obr. 96.



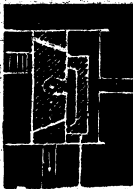
para do *striedača* (*Steu-  
rung B*, pomocou kluky *g*,  
pomocou kluky *h* a *i* a  
hneď nad, hneď pod piest  
*D* vo *váľci* *C* sa odde-  
ľuje. Stojili *striedač* v polohe  
obrazca 97, ženie sa para  
pod piest a tlačí ho do  
hora, keď *striedač* prejde  
do polohy Obr. 98, tlačí sa  
para nad piest a tlačí ho  
dolu, para ale pod piestom  
sa nachádzajúca ide cez

vnútrok *striedača*, jako to šípky označujú, pri strojach o vysokom tlaku bočnou trúbou (Obr. 101.) do povetria, pri strojach ale o níz-

Obr. 97.



Obr. 98.



kom tlaku do *hustiča* (*Condensator*) *I*, kde sa so stu-  
denou 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  
bô uživa sa ku jiným prácam. V mnohých dielnach upo-  
trebujú parostrojom užitú paru ešte ku kúreniu miestno-  
stí. Piest takto *striedavo* parou hnaný prenáša svoj pohyb  
na *váhadlo E* pomocou *Wattovho rovnobežníka N*, kto-  
rý k tomu slúži, aby týka na piestu koľmo chodiť mo-  
hla, kde jako známo, keď by priamo s váhadlom spo-  
jená bola sem i tam by sa kyvotala a tak nepridušne  
vo váľci chodiť nemohla. Pohyb váhadla v prostried-  
ku podporovaného, zdeluje sa pomocou kluky veľkú u  
kolesu tak zvanému *honu F* (*Schwungrad*), z ktorého

pomocou remeňou a ozubených kolies ďalej, dľa potreby sa pre-  
náša. Z dosavádneho opisu vidno, že *striedačom* niekto sem i tam  
pohybovať musí. Pri prvých pokusoch parostroja robyl to k tomu ur-  
čeny 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 skúmajúc,  
aj pohybovanie *striedača* jemu samému sveril. Ťažký hon dostane  
pohybom jistú sotrváčnosť, ktorou sa ďalej ženie a tak *striedač*  
pohybuje. Ponevadž ale *striedač* temer v úplne protivnom smere



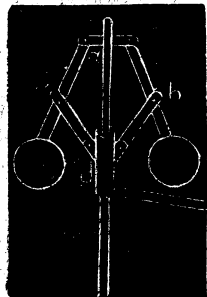
piestu pohybovať sa musí, preto nachodí sa na ose honu pripevnený *výstredník G* (Obr. 96 a Obr. 99 (Excentrik), a s ním spojená tyka *H*, ktorá striedač v zodpovedajúcom smere pomocou sochorov pohybuje. Tento výstredník je pevný s

Obr. 99.

tykov, *H*, spojený a okolo výstredne vytočenej osy opätý kruh. Keď sa osa krúti pohybuje sa výstredník sem i tam v zodpovedajúcom, protivnom smeru kluky. Zobrazení 86 a 87 vysvitá, že striedač behom svojho pohybu aj oba do válcu idúce otvory zavre a tak prístup do válcu zamedzuje. Dôvodom tohto *mrtvé miesto*. Že striedač keď sa obráti na mŕtvom mieste stáť neostane, tomu príčinou je, že striedač aby ale pri začiatku pohybu sa zastavil, striedač na mŕtvom mieste stroj sa zastavil, a keď sa potom z ľavého boku ohvodu tak, že do striedača príde, alebo doľu nachodí sa. Pri parovožoznačeniach nachádzajú sa dva válce, ktoré striedave účinkujú, tak že nikdy razom oba na mŕtvom mieste stáť nemôžu. Aby sa stroj rovnomerne pohyboval a para, ktorá v kotli nerovnomerne sa vyvíja, rovnomerne účinkovala,

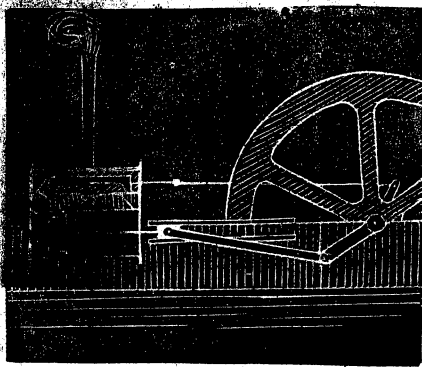
Obr. 100.

upotrebuje sa *rovnateľ odstredivého* (Centrifugalregulator) *M*, ktorý pomocou remeňa, s osou honu spojený, sa otáča (Obr. 100). Gule na tykách upevnené v *a* zavesené, spojené sú tykami 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 väčšej a stroj prichodí do pohybu rýchlejšie.



Parostroj je vynálezok anglický, ačpráve už *Hero Alexandrínsky* (r. 150 pr. Kr.) o nejakej parou hnanej guli známosť má; a *Anthemios* na jakomsi *Zenonovi* sa vypomstil, keď mu parou dom zatriasol. *Blasco de Garay* Španielčan pohyboval loď parou, *Marquis z Worcestru* a *Savery* hnali 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 prevrátaného kohútka striedave pod a nad piest púšťajúc. Všetky tieto 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 (rušen, loco-  
motiv, locomobil) a *Robert Fulton*  
Američan ku pohybovaniu lodí. Ač-  
práve parostroj sám len v málom  
sa zmenil predca v novejšom. Dase  
shotovujú sa parostroje ohľadom na  
miestnosť, potrebu atď. v odchyľnej  
podobe od parostroja Wattovho.  
Tak upotrěbujú sa na lodiach váh-  
ce kývajúce sa, aby sa pohyb bez  
váhadla prenášal atď. Vegera 101  
ukazuje parostroj s ležatým váhcom,

bez váhadla o vysokom tlaku, na pohľad zdá sa byť od Wattovho roz-  
dielny v podstate je ale ten jistý, Rozdelovateľ expansívny.

Miesto pary hľadeli za hybnú silu upotrěbil: *Lenoir* svitplyn, ktorý  
zapálený s kyslíkom piest stroja žene; *Erikson* teplo (stroj kalorický) a  
*Belou* povetrie, stroje této ale dosial málo upotrěbené sú.

## §. 57.

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

V lete je viac pár v povetrie než v zime a predca je v lete povetrie  
suchšie, poněvadž sú pary v zime pre nízku teplotu blízko shustenia, v  
lete ale ďaleko. Ten jistý dych z úst našich v lete neviditeľný, tvorí v  
zime hmlu.

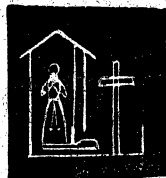
K určení vlhkosti, čili množstvá pár v povetrie máme viac  
prístrojov, ktoré meno *vlhomery* (Hygroskop, Hygrométer, Psychro-  
meter) nosia.

Niektoré telesá majú tú vlastnosť, že z povetria vlhkosť pomerne priťahujú 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.

Obr. 102.

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



Zrazilí sa para na pevných telesách povstáva *rosa*, ktorá keď sa teplota až pod  $0^{\circ}$  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.

## B. O pohybu (Dynamika).

### §. 58.

Nachodíli 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* (ťahnúca, kontinuierliche K). Poslednia môže byť zase *nezmenlivá* (Konstante K.) keď za dlhší čas rovným účinkom pôsobí, alebo *menlivá*, 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 *zpozdenným* (verzögerte B.) oba pohyby môžu zase byť *rovné* 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 physiky, ktorá určuje úkazy pohybu volá sa *dynamikou* vôbec, a delí sa na *dynamiku* zvlášť čili o pohybu telies pevných, *hydrodynamiku* tekutých a *aerody-*

*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. *Pomer 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 jednotú 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? —

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

- b. Jak veľká je cesta, ktorú peší 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 zapričinený pohyb je vždy prímočiarň, stáva sa ale krivočiarňm, 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  $= a$ . 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 zrýchlením. 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  $c^t = tg$ . t. j. Rýchlosť konečná rastie v pomere časodielov. ( $c_t : c_r = t : r$ ).

Mnohými príjmými zkuškami jako aj zkuškami s kyvadlom našlo sa, že prirastok na rýchlosti, pri volno padajúcom telese, čili zrýchlenie  $g$  pre Vieden 31' čili 9,809<sup>m</sup> obnáša! Keď je tedy rýchlosť volno 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  $4 \times 31 = 124'$  atd.

Cesta, ktorú teleso s rovnomerne zrýchlenou rýchlosťou prejde je práve tak veľká, jakú by prešlo so stredňou rýchlosťou, t. j. priemernou rýchlosťou počiatocnej a konečnej rýchlosti. Strednia rýchlosť je ale  $= \frac{0 + tg}{2}$  bo na počiatku pádu bola  $= 0$ , na konci ale jako z predúvedeného vysvitá  $= tg$ . Cesta ale rovná sa; času násobenému rýchlosťou ( $s = et$ ), preto bude za čas  $t$  prejdená cesta ( $c_t$ ) rovnat 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. prejdené cesty stoja v pomere soštvorčených časov ( $s_t : s_r = t^2 : r^2$ ).

Rýchlosť na počiatku prvej sekundy je 0 na konci tretej  $3 \times 31$ , 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  $16 \times 15,5 : 9 \times 15,5 = 4^2 : 3^2$ ; i. j. za 2, 3, 4, n sekund prejde volno padajúce teleso 4, 9, 16,  $n^2$  ráz väčší priestor a na opak.

Aby sme za prvú sekundu prešli cestu najšli 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 sekunku prejdený je polovica zrýchlenia, pri volnom páde  $= 15,5'$ .

Za jednotlivé sekundy prejdený priestor ( $\sigma$ ) najdeme, keď priestor za  $(t - 1)$  sekund prejdený 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'iahneme 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 priehľadne všetky zákony volného pádu.

Čas.	Rýchlosť $c_t$	Strednia rýchlosť.	Cesta $s_t$	Cesta $\sigma_t$
1. sek.	$C_0 = 0$ $C_1 = 31'$	$\frac{0+31}{2} = 15,5'$	$s_1 = 15,5'$	$15,5'$
2. sek.	$C_2 = 2 \times 31'$	$\frac{0+2 \times 31}{2} = 2 \times 15,5'$	$s_2 = 4 \times 15,5'$	$3 \times 15,5'$
		$\frac{0+3 \times 31}{2} = 3 \times 15,5'$	$s_3 = 9 \times 15,5'$	
3. sek.	$C_3 = 3 \times 31'$	$\frac{0+4 \times 31}{2} = 4 \times 15,5'$	$s_4 = 16 \times 15,5'$	$7 \times 15,5'$
4. sek.	$C_4 = 4 \times 31'$	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  $t = \sqrt{\frac{2 \cdot s_b}{g}}$ ; a behom času  $t$  prejdenný priestor  $s_t = \frac{c^2 t}{2g}$ . Označovateľ sa obyčajne vynaháva a tak dostaneme

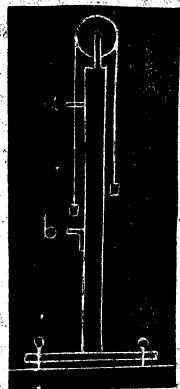
pre pohyb rovnomerne zrýchlený vzorce:  $c = \frac{2s}{t}$ ;  $s = \frac{c^2 t}{2g}$ ; týchto  $c = \sqrt{2gs}$ ;  $s = \frac{c^2}{2g}$ ; a  $t = \sqrt{\frac{2s}{g}}$ .

Pohyb rovnomerný a rovnomerne zrýchlený v prípade, ak telo padá vo voľnom priestore, neuskutočňuje sa. Voľno padajúce teleso v prázdnom priestore riadi sa dľa zákonov rovnomerne zrýchleného pohybu.

## §. 61.

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

Obr. 103.

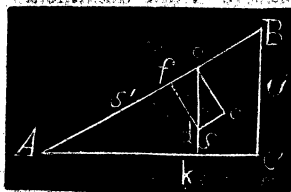


Súli závažia  $a$  a  $a$ , prievažie  $= m$ , pohybuje sa spolu  $(2a + m)$  a dosiahne na konci prvej sekundy jistú rýchlosť  $\gamma$  (menšú než  $g$ ). Mechanický účinok je tedy  $(2a + m) \gamma$ . Voľno padajúce malo by  $m$  za prvú sekundu účinok  $mg$ , tedy je  $mg = (2a + m) \gamma$ , a zrýchlenie  $\gamma$  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 sa 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  $s' = s \sin \alpha$ , preto je  $c = \sqrt{2g \sin \alpha} \cdot s \sin \alpha = \sqrt{2gs} = c$ , t.j. bod košmo padajúci dosiahne tú istú konečnú rýchlosť, ktorú by k tej jistej obzornej prímkke voľno padajúci dosiahnul. Tú istú rýchlosť dosieha tiež, keď košmo padajúci bod  $o$  v tej ceste padá. Rovnčasne (isochron) cesty, vo VIII).

### §. 63.

**Pohyb telies hodených.** Teleso môžeme hodit v štvorakom spôsobe, kolmo do dola, do hora, vodorovno a kšom. 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 rýchlosťou, 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  $s = ct + \frac{t^2g}{2}$ .

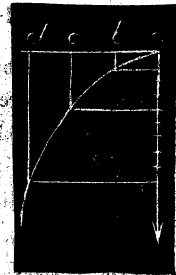
2. Teleso hodené *kolmo do hora* bude sa tak dlho pohybovať, až sila ťarchy silu hodenia zruší, na to obráti sa teleso a bude dľa zákonov voľného pádu nazad padať. Pohyb do hora je rovnomerne zpozdený. Rýchlosťou  $c$  hodené teleso bude po  $t$  sekundách mať rýchlosť  $v = c - gt$ ; pri  $c = gt$ 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



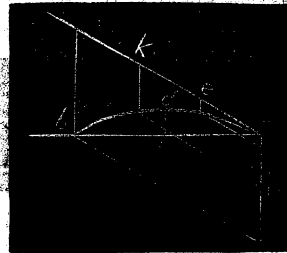
na dol účinkuje ale rovnomerne zrýchlene. Teleso tedy bude sa polybovať vo výslednici, ktorá ale pnevádzž tarcha neprestajne účinkuje krivočiarnou sa stáva. Krivočiarna táto cesta je rameno *paraboly*, ktorej vrchol v bode *a* sa nachodí. Vyvedením rovnobežníkov pre každú sekundu dostaneme jednotlivé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

Obr. 105.



4. Cestu telesa *šikmo hodeného* najdemé podobne jako v predešlom páde, bo ona pôjde tiež vo výslednici, okamížnej sily (*ae, ek . . .*) a tarchy (*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 *de* *výškou hodenia*.

Obr. 106.

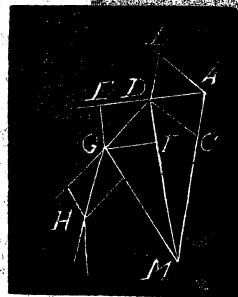


Teleso pod uhlom  $45^\circ$  hodené ide najďalej. Vplyv povetria na hodené teleso je veľký, preto je druhé rameno opisanej paraboly kratšie, a najväčšia dialka docieli sa hodením pod uhlom  $30^\circ$ . Čiastka o pohybu hodených telies robí zvláštnu nauku, dôležitú pre delostrelcov *balistikou* zvanú.

## §. 64.

**Pohyb stredobežný (Cetralbewegung)** povstáva, keď na bod *A* (Obr. 107) trvanlive sila *k* bodu *M* ho prítahujúca (sila dostredivá, Centripetalkraft) druhá ale sila v smere tangentsnom *SA* (sila odstredivá, Centrifugalkraft) pôsobí. Za časojednosť prešiel by bod *A* len silou dostredivou ľahaný do *c*, za túže jednosť ale do *B*, keďby len odstredivá sila pôsobila. Pôsobením oboch síl pôjde v smere výslednice *AD*. Teraz pohyboval 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, pnevádzž obe sily, neprestajne účinkujú. Jeli dostredivá sila

Obr. 107.

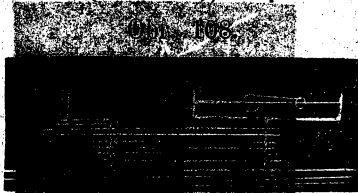


k. p. pevná niť rovnakej dĺžky bude, cesta kruh, menší sa bude elipsa, hyperbola alebo parabola.

Veľkosť odstredivosti v kruhu známe 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 vzťahu sa odstredivosť pribýva s masou telesa, a v štvorcovom pomere s rýchlosťou. Keď sa dve rovnaké massy majúce telesá okolo tejže osy a rovnou uhlovou rýchlosťou pohybujú, rastie odstredivosť v pomere polmerov týchto teles, bo  $V: v = R: r$ .

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

Zákony odstredivosti dajú ľahko dokázať sa pomocou stroja odstredivého (Obr. 108), on pozostáva z väčšieho kolesa, (A), ktorého pohyb pomocou šnúry menšiemu kolesu B zdeluje sa. Na koliesko B pripravujú sa predmety, k. pr. dve nerovné gule na drôte nastrečené a šnôrkou spojené. Sňit od stredobodu rovnako ďaleko vzdialené, ztialne pri jistej rýchlosti ťažšia ľahšia za



s ťažšou. Odstredivosť od massy závisí. Pri väčšej vzdialenosti ľahšej guly od stredobodu prevláda odstredivosť tejto. V rúrach šikmo postavených vystupuje voda do výšky. V nádobe guľatej umiesti sa ťažká

Obr. 109.



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

Planéty pohybujú sa v pohybu stredobežnom. *Keppler* našiel pre pohyb planét nasledujúce zákony:

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

2. Výsečiny tejto elipsy prebehnuté v rovných obdách sú rovné.

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

Newton (+ 1729) dokázal, že zákonov *Kepplerových* (+ 1630) pôvod v zákone ťažby spočíva.

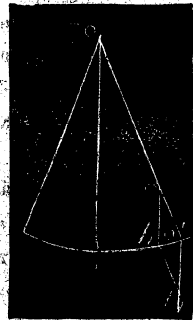
(O pravdivosti prvého zákona presvedčíme sa, keď do roka zo dňa na deň vzdialenosť zeme našej od slnca z jeho zdánlivého polmeru určíme a kreslíme. Druhý zákon vyplýva z Obr. 107. Ťaháme *EM*, (Obr.

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

### §. 65.

**Kyvadlo.** Nejaká hmota  $a$  zavesená na pevnej tyke  $b$ , 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  $o$ ) kólmio jedno nad druhým sa nachodia. Vyšimemeli kyvadlo z tohoto smeru, bude sa pohybovať, čo kývaním voláme. Na bod  $a$  do  $a'$  vysunutý účinkujú dve sily, ťarcha  $a'd$  a pevnosť tyky  $a'c$  ako vidíme pod uhlom, preto bude sa bod  $a'$  pohybovať vo výslednici  $a'h$ , ktorá pónevádz tyka  $b$  je pevná v oblúk prechadza jehož stredobod je  $o$ . Veľkosť výslednice padá, pohyb deje sa teď od  $a'$  do  $a$  zrýchlenie ale nie rovnomerne. V  $a$  je výslednica  $= o$ , dľa sotračnosti pohybuje sa ale kyvadlo ďalej do  $a''$ , a pónevádz ťarcha opróti účinkuje, nerovnomerne zpozodne. V  $a''$  je rýchlosť  $= o$ , kyvadlo ale v polohe tejto zostať nemôže a preto nazad sa vracajúc zrýchlenie ide do  $a$ , odtial zpozdene do  $a'$ , atď. Pohyb tento trvalby nekonečne, keby odpor povetria a trenie konečne ho nezničily. Vzdialenosť ťažkého bodu  $a$  od bodu  $o$  voláme *zdlžkou 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 kyvouu*.



Obr. 110.

(Rýchlosť kyvadla označuje vzorec:  $v = \sqrt{2gl(\cos\beta - \cos\alpha)}$ ; kyvočas  $t$  vypočítujeme dľa vzorca:  $t = \pi \sqrt{l/g}$ ; zdlžka sekundového kyvadla je 3,144.)

Zákony kyvadla sú:

1. Súli uhly 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 napatrný.

2. Dlhšie kyvadlo potrebuje väčší kyvočas, a síce rastie zdĺžka kyvadla v štvoročnom pomere kyvočasov. 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  $t^2: t_1^2 = l: l_1$ .

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 aa rovníku  $0,^m991$  pri  $45^\circ = 0,^m993$  na točne  $0,^m996$ . Pomocou kyvadla dá sa zrýchlenie  $g$  vynajsi, toto je na rovníku  $9,^m780$ , pri  $45^\circ = 9,^m805$ ; na točne  $9,^m831$ .

Dôležitosť kyvadla vysvitá z nasledujúceho. Ponevadž sa kyvočas na rovníku a na točnách nikdy nemení, dokiaľ sa ľarcha nezmenila je ľarcha na rovníku a na točnách rovnaká. Látka, z ktorej kyvadlo je urobené nemá vplyv na kyvočas, preto padajú v prázdnom priestore všetky telesá rovnako rýchlo. Kyvadlom bezprostredne sa dokázalo, že sa zem naša okolo svojej osy kotá. Foucault-ova zkuška (r. 1851) zaleži v tom, že kyvadlo v rovine pohybu zostáva v tej rovine v ktorej kýval sa počalo a keď sa otáča zem z roviny tejto zdánlivo vyšihuje. Kyvadlo na točne vychýli sa za hodinu o  $15^\circ$  k západu, úchylok tento je u nás  $11\frac{1}{4}^\circ$  na rovníku nulle. Kyvadlo uživa sa ku meraniu času na hodinách, ktoré v behu riadi. Vplyv tepla a zimy na kyvadlo, *compensated* kyvadlo (viď o teple). *Ballisticke* kyvadlo slúži ku meraniu rýchlosti vystrelnej 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, stlať 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  $A$ , jejž massa (hmotnosť) je  $M$ , rýchlosťou  $C$  do nepružnej guľy  $B$ , ktorej massa je  $m$  a rýchlosť  $c$ , budú po strku spolu obe rovnakou rýchlosťou pohybovať sa, jich hybnosť  $MC$  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;  $x = \frac{Mc - mc}{M + m}$ ,

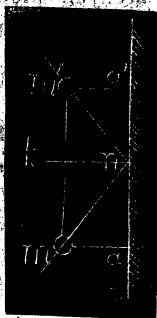
keď bol smer odporný; a  $x = \frac{Mc}{M + m}$  keď guľa  $B$  pred strikom žiadnej rýchlosti nemala.

Pri striku nepružných telies povstáva vždy strata hybnosti.

Keď vrazí guľa pružná, kolným smerom do pevnej steny, stlačuje sa až celú svoju hybnosť stratí. Stlačením ale zpruží sa a odskakuje v smere protivnom, tou silou a rýchlosťou, ktorú prijala. Úkaz tento voláme *odrazom*. Vrazili guľa tá kosmo do steny (Obr. 111) silou  $mn$ , pôsobí na stenu a stlačuje sa len silou  $ma$ , silou ale  $mk$  ženie ju rovnežne po prstene.

Obr. 111.

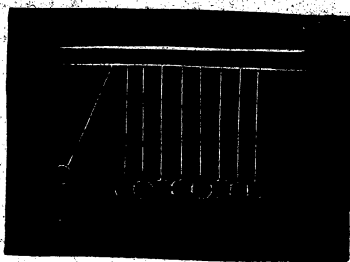
Zpružená guľa *odráža* sa tou istou silou  $nk = ma$ ; pokiaľ ale na ňu súčasne silou  $na = mk$  pôsobí dostane sa výslednicou  $nm = mn$  do  $n$ . Kolmú na stenu,  $nk$  voláme *kolmicou* (Einfallslóth), uhol kolmice so smerom dopadu, ( $\angle mnk$ ) *uhlom dopadu*; uhol ale kolmice so smerom odrazu teda  $\angle knm$  *uhlom odrazu*. Z toho nasleduje vážny zákon: Pružné telesá odrážajú sa v tej istej ploche, tou istou rýchlosťou a pod tým istým uhlom. Uhol dopadu rovná sa uhlu odrazu. Odrážostroj.



Vrazili pružná guľa  $A$  přímo do inej rovnak veľkej  $B$ , zdeli jej polovicu svojej rýchlosti, pri čom sa ale obe gule rovnou mierou stlačia a tým aj rovnak zpružia. Teraz začne účinkovať pružnosť oboch. Silačená  $B$  opiera sa o  $A$  a dostane zpružením ešte ráz toľko rýchlosti, než prv dostala, pohybuje sa teda 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 přímo ale v protivnom smere, vymenia si po striku svoje rýchlosti a pohybujú sa v smeroch protivných. Úkazy tieto znázorníme si na pružných šlo-

Obr. 112.

nokostových guľách na kužeľku alebo na *strkostroji* (Obr. 112), ktorý z viacej pružných na nitkách povešaných guľiek pozostáva. Guľa zhora spustená zostáva stáť, a na druhej strane odskočí jedna, keď sme spustili dve odskakujú dve atď. Strednie gule sa pritom nehýbajú. Keď sú guľe nerovnovážne, pravidelnosť táto sa zruší v pomere massy:



**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 ploh nemá vlivu na trenie, bo čím väčšie sú trúce sa

menší stáva sa tlak na jednotlivé čiastky plochy. Preto je  $f = \frac{1}{q} Q$ . Zlomok  $\frac{1}{q} = n$  voláme koeficientom trenia, on čiastku tlaku  $Q$ , ktorá sa trením trati.

Koeficient tento obnáša pri trení:

dreva na drevo ročníky // na sucho	$\frac{2}{5}$
„ „ „ „ s vodou	$\frac{1}{4}$
„ „ „ „ s mydlom	$\frac{1}{7}$
„ „ „ „ s lojom	$\frac{7}{100}$
dreva 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	$\frac{3}{20}$
čelovec na čelovec (siatina)	0,16
čelovec na čelovec	0,20
čelovec na čelovec	0,15

Ohľadom na veľkosť tlaku a od polmeru vála, alebo kolesa, väčší je polmer.

Ohľadom na veľkosť tlaku a od polmeru vála, alebo kolesa, väčší je polmer.  $F = \frac{1}{q} Q$ ;  $F = \frac{1}{q} \frac{Q}{R} = n^2 \frac{Q}{R}$ ;  $n = \frac{1}{q}$ . pri trení valnom býva veľmi malý; označujú sa  $R$  palcami obnáša asi  $\frac{1}{30}$ .

Pri preušíaní pohybu pomocou remeňou, povrazov účinkuje trenie valné. Trenie má veľkú významnosť v živote a zvlášť v strojárstve. Bez trenia nemohli by sme v rukách nič držať, na naklonených plochách ani stáť ani chodiť, klince, srôby by udržaly, ľudie, bása nehraly vď. Uпотреbovanie mazadiel, kolomaže, pušlane 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.

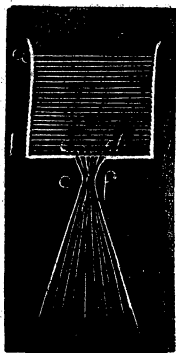
Tekutiny pohybujú sa vôbec, dľa týchže zákonov, dľa ktorých sa pohybujú telesá pevné. Tak padá kvapka dažďová dľa zákona voľného pádu, voda vyteká z rúry dľa zákona o hodení atď. Následkom ale nesmierne veľkej pohyblivosti častíc tekutých, povstávajú vo vnútorke tekutín zvláštne pohyby, ktoré hydrodynamika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



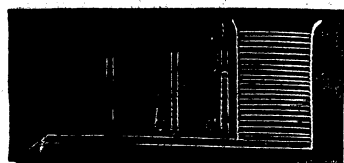
Množstvo vytečenej tekutiny ( $M$ ) najdeme, keď veľkosť otvoru  $a$ , násobíme rýchlosťou a časom ( $t$ ) tedy  $M = at \sqrt{2gv}$ , váhu ale keď  $M$  násobíme špecifickou váhou tedy  $P = ats \sqrt{2gv}$ .

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 okruhlých 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 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 vystupuje. 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 prieplavoch (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 vzorcú 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 *erchšú vodu*, keď voda z hora do *keršov*



peňajšie koleso ľarchou svojou k pohybu núti, na *strednú vodu*, keď voda len od poľi 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<sup>0</sup>/<sub>0</sub>; pri kolesách na dolnú vodu obnáša účinnok 20—30<sup>0</sup>/<sub>0</sub>. Výnosnosť turbin je najväčšia a obnáša 80 ... 90<sup>0</sup>/<sub>0</sub>.

### §. 71.

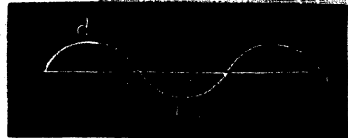
**Vlnenie vody.** Hodímeli kameň do ticho stojáceho jazera, vyšinie on jisté častice z rovnováhy, této vynasnažujú sa prísť do rovnováhy, dľa sotrváčnosti ale prekročia hranicu túto. Tým stáva sa, že i najbližšie častice rovnováhu stratia a do pohybu prejdú, ktorý zase ďalej zdelajú, a sice v kruhu ôkol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

Vlnenie najlepšie pozorovať možno v dlhej sklenenými rovnoběžnými bokami opatrenej nádobe (Obr. 115), keď sa do vody roz-

Obr. 115.

drobeného jantáru dá, ktorý s vodou rovnakú hustosť majúv 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 prímku, až konečne ticho stoja. Vrch a dol vlny, stáva sa pri postupu vždy menší bez toho ale aby zdĺžka vlny *f<sub>c</sub>* 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. (Obšírnejšie viď o zvuku.)



### c. Pohyb telies plyných (aerodynamika).

### §. 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.

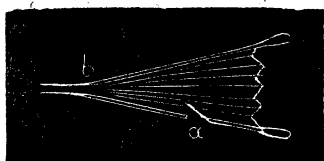
Z uzavrenej nádoby vyteká plyn len vtedy, keď je expansita vňútorneho plynu väčšia nežli zovňútorneho. Jeli  $e$  rozdiel medzi vňútornou a zovňútornou expansitou, bude plyn vytekať, jako keď by stĺpec výšky  $e$ , ktorý tlak  $e$  zapríčiniť v stave je tlačil. Rýchlosť výtočná bude tedy  $c = \sqrt{2gv}$ . 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 theoreticne vypočítovaného množstva plynu, to isté platí o toku plynov rúrami.

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

Obr. 116. majúca vo vňútru na pohyblivej vodorovnej ose štyri korce ( $b, b, b, b$ ) ktoré až po osu vo vode sa ponárajú. Pri ose vychádza plyn a ženú sa ohnutým otvorom do korca dvíhajú z vody. Plynom naplnený korec vystúpi nad vodu, a ponevadž plyn do nasledujúceho tečú, korce krúty vychodi plyn z horních naplnených korcov otvorami  $c$  do bubna a tak trúbou  $d$  k svietelniam. Ponevadž objem korcov známy je a množstvo otočení korcov, pomocou šróby bez konca a ozubených koliesok na pripojených ciferníkoch odčítat sa dá, je hneď aj objem výtečeného plynu známy.

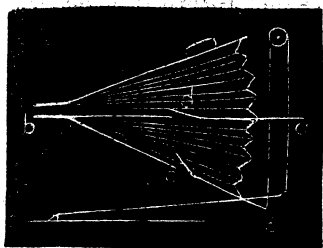
Silný prúd povetria dá sa docieliť pomocou *mechou*. Jedno-

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 roztiahneme, otvorí a tak povetrie dnu vchodí. Stlačení mechou zavre sa ventil a prúd ide, rýchlosťou tlaku zodpovedajúcou, v hlave  $b$  upevnenu trubicou. Prúd takýto je niestály, ponevadž

Obr. 118.

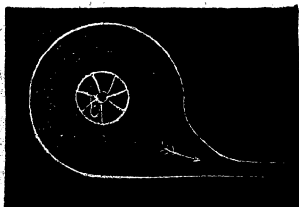


po čas dvíhania mecha prestáva. Spojením dvoch jednoduchých mechov na *složený* docieli sa prúd stály. Prostrednia doska mechu  $a, b$  (Obr. 118) je upevnená, nad ňou aj pod ňou sú mechú jednoduché s ventilami  $c$  a  $d$ , do svojho mecha sa otvárajúcimi. Roztiahnemeli dolný mech, otvorí sa ventil  $c$ , povetrie ženú 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 užíva 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 pieseť povetrie z druhej čiastky do nádržky alebo do ohňa.

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

Obr. 119.



### §. 73.

**Vietor.** Tečenie povetria v jistom smere, následkom zmeny náteplia a krútenia sa zeme našej povstávajúco voláme *vetrom*. Pri každom vetru rozoznávame predne jeho *směr*, dľa sveta strán tedy južní, západní, severní a východní jako hlavné, juhovýchodní, juhovýchodní atď. jako bočné vetry. Ďalej jeho *rýchlost*, 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 vietor. Strední vietor má rýchlosť 12—15' za 1 sek., výchor aj vyše 32', najväčšie výchre volajú sa *orkány*.

Síla 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 obšírne 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 zpusil 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.

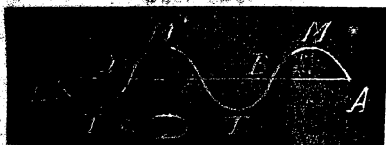
## IV. Oddiel.

## O zvuku (Akustika).

## §. 74.

## Vlnenie (Wellenbewegung).

Známa podoba vlny je tá, ktorú nám pohnutá tekutina predstavuje. Keď tekutinu sklenenými, kolnými, rovnobežnými bokami **obranícenú** (Obr. 120) pohneme, povstáva *vlna*, ktorá po celej tekutine *postupuje*, (*postupujúca vlna*, fortschreitende Welle). 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 častok ku rovnováhe volajú sa *údobia vlnové* (Wellenphase), vzdialenosť medzi dvoma rovnými údobiami *zdĺžkou vlnovou* (Wellenlänge) k. p. AC, BD, CE, polovica toho ale *pol-vlnou* k. p. EB, DC.



Pri pokračujúcej vlně nepostupuje tekutina, lež jedine podoba vlny. Pri postupu tohto, opisuje každá častica tekutiny asi eliptičnú cestu ( $a$ ), ktorú každá nasledujúca častica, pravda pozdejšie nasleduje. Pohyb tento sdeľuje sa aj časticám na dol, elipsy stávajú sa ale vždy ploškejšie 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 kolnému priemeru najvyššej elipsy*. Po ukončení jedného obehu v ellipse 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.

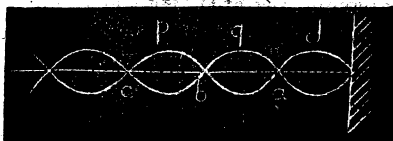
Vystupujúci častice na bok smeru rovnováhy volá sa *vlna popriečnou* (transversal) k. p. hodiaci sa povraz, struna, vlniaca sa tekutina. Pri *podĺžnej* (longitudinal) vlně (k. p. v trúbě povetrím naplnenej) pohybujú sa častice semotamne v smere rovnováhy tak,

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 pohybuje v sústredných vrstvách guľových. V smere každého polmeru tejto gule (papršiek) postupujú ďalej (popriečné alebo pozdĺžne) *vlny základne* (Elementarwellen).

Keď dve jedno za druhým povstale o sudý násobok polvln rozdielne vlny sa stýknú, splynú v rovnakých údobiach a sľoňujú sa. Súli ale o liché násobné polvln rozdielne, splynú v údobiach odporých, tedy dol na vrch, a ničia sa, pri jiných rozdieloch nasleduje čiastočné sľoňovanie alebo ničenje 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 prímkou čo dopadajúca (Obr. 121) a presekujúeli 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.

Postupujúeli vlny popri ostrej hrane alebo cez škaru, idú čiastočne nezmenené ďalej, čiastočne ale povstávajú na hranách nové vlny, ktoré s predešlymi sa križujú, dľa rozdielu pol vln soslujú alebo ničia sa, tak že za škarou úkaz *križlenia* povstáva, úkaz tento volá sa *ohybo* (*diffraetio*).

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).

Prechádzajúeli otrasy z látky redšej do hustejšej, alebo naopak, menia rýchlosť svoju a odchýli 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 ucho

pojmmáme volá sa tresk, plesk, buch, viac takých otrasov buchot,

šust, šuchot, šum atď. viac pravidelných otrasov, ktoré jistou rýchlosťou postupujú *znením* (Klang), ktoré dľa zdĺžky vln a množstva otrasov za časojednosť (sekundu) *tónom* sa zovie. Za sekundu vykonaný počet otrasov udáva *absolútnu výšku* tónu a valá sa *číslom otrasovým absolútným*. Výška tónu ohľadom na druhý nižší volá sa *pomerou* (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 stanicich, 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<sup>m2</sup>, 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 olove = 4,3

„ hline pálenej = 10—12

„ dreve = 11—17

v železe = 15

„ skle = 17

„ vodíku = 3,87

„ 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.

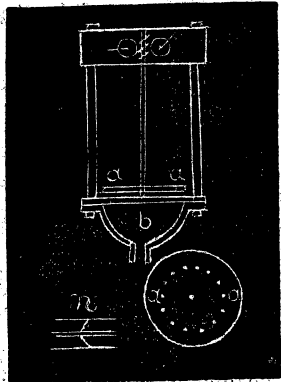
\*) Vidz Poggendorff Annalen roč. 1866.

## §. 76.

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

**Sirena**, pozostáva z plošky kruhovej (Kreisscheibe) *a* (Obr. 122) mosdzaovej, ktorá okolo kolmej na hornom konci šrôbou bez konca opatrenej ose, v rámci (*c, c*) voľno krútiť dá sa. Ploska táto je v obvode okolo osy tiahaneho kruhu, v rovných vzdialenostiach kosom poprevrtovaná. Takže poprevrtované je i hornie dno nádoby *b*, do ktorej mechom povetrie ženie sa, s tým rozdielom, že dierky v opačnom smere kosom stojac s predešlými pravý uhol tvoria, ale jedna na druhú padnú. Ženie sa povetrie do nádoby, musí sa následkom povstalej složky ploska krútiť, čím prúd pretrhuje sa a síce pri jednom obratu 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.



Nachodili 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<sup>m</sup> dlhej, úzkej, z tenkých doštičiek urobenej kasničke *A*, na ktorej struna pomocou zlomeného sochora *a* a na ňom, sťa na minciери zavesenej hruške, tiahat 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 jich špeciálnych váh,  $N$   
 $n = \sqrt{s} : \sqrt{S}$ .

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

### §. 77.

**Diatonická stupnica.** Z predešlého vysvitá, že tónov nez-  
 číselné množstvo jestvuje. Porovnáme tóny medzi sebou, najdeme,  
 že niektoré z nich spoluzvučiac uchu nášmu lahodia, *súzvucia*  
 (súzvuk, Consonanz), druhé zase dojem viac menej neprijemný tvo-  
 ria (*nesúzvucia*, Dissonanz). 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; znížime-li pomer  $\frac{9}{4}$  do našej ok-  
 tavy dostaneme tón  $\frac{9}{8}$  čili sekundu. Hľadáme-li accord, v ktorom  
 octáva 2, čo quinta prichodí dostaneme za základný tón quartu  
 stupnice  $\frac{4}{3}$  ( $x : 2 = 1 : \frac{3}{2}$ ); hľadáme-li ku tónu  $\frac{4}{3}$  terciu dostane-  
 me ( $\frac{4}{3} : x = 1 : \frac{5}{4}$ ) tón  $\frac{5}{3}$  čili sextu stupnice. Týmto spôso-  
 bom 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 *intervallom* 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 diato-  
 nickej 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  $\frac{5}{4} : \frac{3}{4} : \frac{15}{8}$  —  $\frac{3}{2} : \frac{15}{8} : \frac{9}{4}$  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 terciá  $\frac{6}{5}$  prichodí; accord  $\frac{5}{4} : \frac{3}{4} : \frac{15}{8}$  je tedy molný, ostatné sú durné.

Bereme postupne každý tón stupnice diatonickej za základní 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 prímok 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 štvrtitóny k. p. medzi *c* a *d*, cis a dis, medzi *d* a *e*, dis a es atď. dostaneme stupnicu *enharmonickú*, pomocou ktorej accordy z každého tónu úplnejšie brať možno.

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

C, G, D, A, e, h, fis, cis, gis, dis, ais, f, 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 častok rovnomerne (*temperované tónov*), tak že

c cis d dis e f fis g gis a ais h c  
 1 2  $\frac{1}{12}$  2  $\frac{2}{12}$  2  $\frac{3}{12}$  2  $\frac{4}{12}$  2  $\frac{5}{12}$  2  $\frac{6}{12}$  2  $\frac{7}{12}$  2  $\frac{8}{12}$  2  $\frac{9}{12}$  2  $\frac{10}{12}$  2  $\frac{11}{12}$  2  $\frac{12}{12}$

otrasov robia. Kde k. p. f by prirodzene 1,3 otrasov robiť malo robí pri rovnomernom temperovaní 1,348... otrasov. atď. Mojm' sdním odchyli tento prirodzený 12-tej quinty od 7-mej oktávy prírode sa chybu pokladať *nemôžno*, to nemožno i prírodu do uzunkých *hessic* temperovani bez straty na účinku vmasitní. Dľa môjho presvedčenia sldži pythagorovo komma ku označeniu rézu jednotlivých melodij, 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 40—12 bude inak ladiť nádobno.

V každej melodii panuje v postupe tónov aj jistý poriadok obŕadom tých trvania k. p. 2, 1,  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{4}$  sekundy, ktorý *taktom* zovieme. Spojenie taktov dáva *rhythmus* melodii. Najhlbší v hudbe prichádzajúci tón je nízke C s otrasovým číslom = 16, potom tedy contra C = 32; C na violoncello = 64; c. = 128; c = 2048. Najvyšší tón na znione je a = 3072. Struny violona sú E, A, D, G; violoncella C, G, d, a; violy c, g, d, a; husiel g, d, a, e. Objem hlasu spevaveho  $3\frac{1}{2}$  oktávy, bass od F — c, tenor od c — f; alt od g — d; sopran od c — g.

Pomery diatomickej stupnice dobre na *samostrune* pozorovať možno, ponevadž číslo 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.

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

## §. 78.

**Otrasy strún u pružných prútoch.** Struna a pružný prút môže otrasť sa popriečne, ako sa to obyčajne deje, ale i pozdĺžne keď k. p. pozdĺž struny klieštami ťaháme, alebo sklenenú, drevenú trubicu po zdlžine 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.

Podelíme-li strunu (na monochorde) na niekoľké (aliquot) diela a v prvom ju pritlačiac 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 povstávajú volajú sa tóny harmonické vyššie čili *flageoletné*. O uzloch presvedčíme sa na monochorde, keď pozdĺž celej struny, tenké zohnuté papieriky navešíame. Na bruchách poodskakujú zostávajú naproti tomu na tichostojacích uzloch. Harmonické tóny vyššie dá každá hrubšia struna k. p. G na husloch pri odznievaní; počujeme totiž nie len jej

tón ale i jej oktávu, kvintu a druhú oktávu, struna tá odznievajúce samovolne na niekoľkáté 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

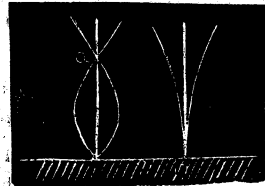


Obr. 124.

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, jako vzdialenosť uzlov (Obr. 124). Na jednom konci upevnené

Obr. 125.

prúty otriasajú sa bez a z uzlami dávajú v poslednom páde tóny harmonické vyššie (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 volný prút ocelový (Obr. 126). *a* a *b* sú uzle, ktoré pre ohnutosť bližšie stoja, než pri prútoch priamých. Hláskovica uživa sa ku udaniu jedného a tohože tónu, v hudbe tónu  $\bar{a}$ , ktorý v Berlínskej opere 437, v Parížskej 424, dľa nového zjednotenia ale 440 otrasov za sekundu robí. Pri ladení, čili uvádzaní nástroja hudebného v zodpovedajúci pomer tónov, pri prácach akustických vôbec hláskovice s veľkým prospechom sa npotrebujú.

Obr. 126.

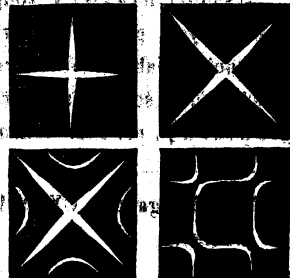


## §. 79.

**Zvučiace plošky** tvoria takže uzle. Upevníme-li plošku sklenenú alebo mosadzovú na jistom mieste, na druhom ale zatiahneme bičikom, bude znieť. Keď sme ju prv ale posypali drobným pieskom shrnie sa tento na úzle čím

Obr. 127.

obrazce zvukové Chladny-ho (Obr. 127) povstávajú. Bod v ktorom je ploška upevnená musí pravda v uzelnici ležať, naproti tomu tvorí miesto, kde sme bičikom ťahali brucho.



Rozličným tónom zodpovedajú rozličné zvukové obrazce. Čím tón vyšší, tým je obrazec složenější a na opak. Semená lycopodia posypané obrázce ukazujú opak predešlého, bo toto následkom 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 uhlasiť alebo bez udier otriasať sa.

### §. 30.

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 zapríčiňuje sa 1. otrasaním nejakého pevného telesa (jazyčok v piskoru, hláskovica pred trubiceu), 2. horením plameňa v trubici, ktorý vlivom povstaleho prívodu do otrasy prichádza (chemická harmonika \*), 3. lomením sa ostrého prúdu povetria na ostrej hrane (pišťale organové, flauta), 4. vhadzím do hrdla povetria do trubice (truby, rohy) atd.

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 otrasy 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 dlží niží sa tón, niženie deje sa až po oktávu, keď je truba postupne až na zdĺžku zodpovedajúcej vlny dlhá, potom skočí tón na tón pôvodní, pri ďalšom dlžení zníži sa tón o quartu, skočí zas na pôvodní, pri ešte ďalšom dlžení zníži sa o terciu. Z toho vidno, že tón menej znižuje sa než truba rastie. Sem patriace nástroje sú, klarinet, hoboje, gajdy, atd. Chemická harmonika vo všetkom zákony piskorových pišťal nasleduje.

Ústroj hlasový zodpovedá vcele pišťale piskorovej, ktorej jazyček, hlasový pískaním v hrtane zastúpený je. Táto pásky môže človek viac menej uhlasiť a tak rozličné tóny vydávať. Iste základné tóny dávajú zároveň so svojimi harmonickými vyššími tónami harmonickými s a mohlésky, pri čom dutina ústna svoj vlastný ton má (pre u má f, pre

\*) Vids Fuggenm. CXXVII S. 583 Zoch: Zur Kenntisz der Cch. Harmonika.

$o - b^1$ , pre  $a - b^2$  atď. Samohlásky dávajú s nezvonným v dutine ústnej povstávajúcím šuchotom spoluhlásky. Helmholtz-ov vokálaparat.

Píšťale obecné (Obr. 129) pozostávajú z trubice ústami a hrklom opatrenej. Prúd povetria ženie sa na ostrú Obr. 129. 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 doviest.

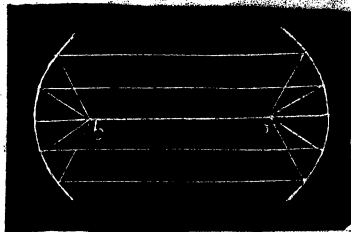
Chytrá zmena náteplia privádza telesá takže do zvučiacich otrasov. Trevelijan-ov teploznáč. Memmonov stĺp.

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

## §. 81.

**Odras zvuku.** Zvuk odráža sa dľa zákonov odrazu. Nacho-  
Obr. 130.

dľli 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 splyva, naproti tomu *ozvenou* (echo), keď sa

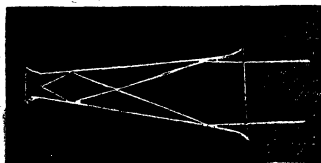


zvuk v jednej alebo viac sylabách opakuje. Ucho naše pojíma za sekundu len 8—9 dojmov zvukových. Cesta zvuku za  $\frac{1}{9}$  sekundy je  $1038 : 9 = 115'$ , a ponevadž odrazený zvuk cestu k odrazačej stene a nazad koná, musí stena aspon  $58'$  od ucha vzdialená byť. Pri stenách bližšie postavených 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 rachotenie hromu.

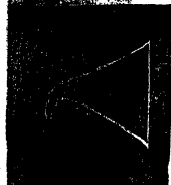
Na odraze zvuku zakladá sa *hlásna iruba* (Obr. 131) (Sprachrohr).

Obr. 131.



Vlny zvuku odražajú sa od stien a vychádzajúc pohromade v smeru temer rovnobežnom pôsobia do veľkej dialky. *Sluchadlo* (Obr. 132) sossredňuje naň dopadajúce vlny zvukové, aby této v uchu väčší dojem urobii.

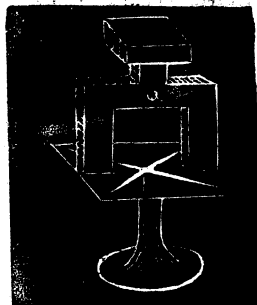
132.



## §. 82.

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

Obr. 133.



Dopadajúli do ucha dva tóny, z ktorých jeden *m*, druhý *n* otrasov robi, splynie každý *m*ý otras prvého s *n*ým 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 (combiáčny), v opačnompáde ale len jednotlivé dorazy oných splynov.

## §. 83.

**Ucho.** Ponímanie, a pozorovanie zvuku stáva sa *uchom*. Zovňútorné ucho zberáje otrasy *bubienku* odkial cez viac ušných prázdnych kostí (kladivo, nákovca, strmeň) k oválnemu oblôčku bludišta idú, v ktorom *hlavne* v slmatnici usni čuv sa rozprestiera. Krem toho ide druhý zvukovod cez okrúhly oblok v bludištu, pomocou ktorého aj vtedy ešte počut možno, keď by prvá cesta porúchaná bola. Bludište je naplnené sluchovou vedou, v ktorej konce čuvu slaby plávaly.

# SLOVENSKÝ SION.

## K a z a t e l s k ý   č a s o p i s .

vychodí mesačne vo 4 hárkových sošitoch.

### Predplatnia cena :

na celý rok (s poštou . . . . 6 zl.

na pol roka . . . . . 3 zl. 30 kr.

Predplatky posielajú sa franko výlučne na vydavateľa a nakladateľa do Uhorskej Skalice (via Gödig).

---

**Epištoly a Evanjelia**, (evanj.) na každau Neděly a Neyhlavnejší Svátky přes celý rok; k tomu i Pašie P. našeho Ježiše Krysta. hr. 8. 10 Ar. 20 kr. na velín pap. 52.

**Obět srdce vraucyho**, aneb: Modlitby každodenní, sváteční, k rozličným případnostem života přiměřené (evanj.) ve verších. Svázané, hr. 12. 6 Ar. 10 kr.

**První začátkové**, učení křest. evanj. Malý 12. 1. Arch. od Šuleka. 2 kr.

**Nový Slabikář**, (ev.) pro mládež slovenskau. Velk. 8. 3 Ar. 4 kr.

**Dar**, pro mládež evanj. při Konfirmaci. Velký 16. Svázaný 10 kr.

**Slabikář**, (evanj.) kniha na písacým pap. 45 kr. Ten istý na tisk. pap. 35 kr.

**A, B, C**, Tabulka pro ev. začátečníků. Kniha 45 kr.

**Porádek svaté Pašie** (evanj.) 3<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Ar. 8 kr.

**Katechismus Lutherův**, malý. Velký 12. 3 Arch. 6 kr. Ten istý na velín. pap. 8 kr.

**Krátká Hystória křestanských Svátků**. Sepsal: Em. Vil. Šimko. Hr. 12. 2 Ar. 10 kr.

---

# 153306

## Počet dostal

Z Oravy	21
„ Báčky	10
„ Tekova	6
„ Ostrihomu	2
Zo Zvolena	56
Z Novohradu	10
„ Nitrianskej	18
„ Gemerskej	35
„ Debrecína	1
„ Trenčianskej	4
„ Malohontu	1
„ Prešova	7
„ Bánheďu 2, Sarvašu 5	7
„ Liptova	11

všeho vsudy spolu 189

Tretí sošit dá sa do tlače kadenáhle hore udaní 189 odberatelia všeci za prvý a tento sošit zaplatia, aby tak tlačiar zas ďalej, vykontentovaný súc, ochotne tlačil, bo „bez ochoty zlé roboty.“ Teda z ochotnosti páni odberatelia! Nože sa sduplujte. Inak pri najlepšej vóly spisovateľov tak prepotrebných školských kníh mat nebudeme. Komu to bude na ujmu? — starsim? — nie tak, lež nadejplnému zárodku lepšej budúcnosti. Preto pospolu, aby som z kopy ležiacich výtiskov dlho nemusel prach stierať!

*Dov. I. B. Zoch.*

# 153306



J153306