

ŠTUDIJSKA KNJIŽNICA V MARIBORU

21418/
1919

Fizika

za nižje razrede srednjih šol.

Spisal

Andrej Senekovič,

gimnazijski ravnatelj v pokoju.

Četrtri, predelani natisk.

V besedilu so vtisnjene 204 silke.

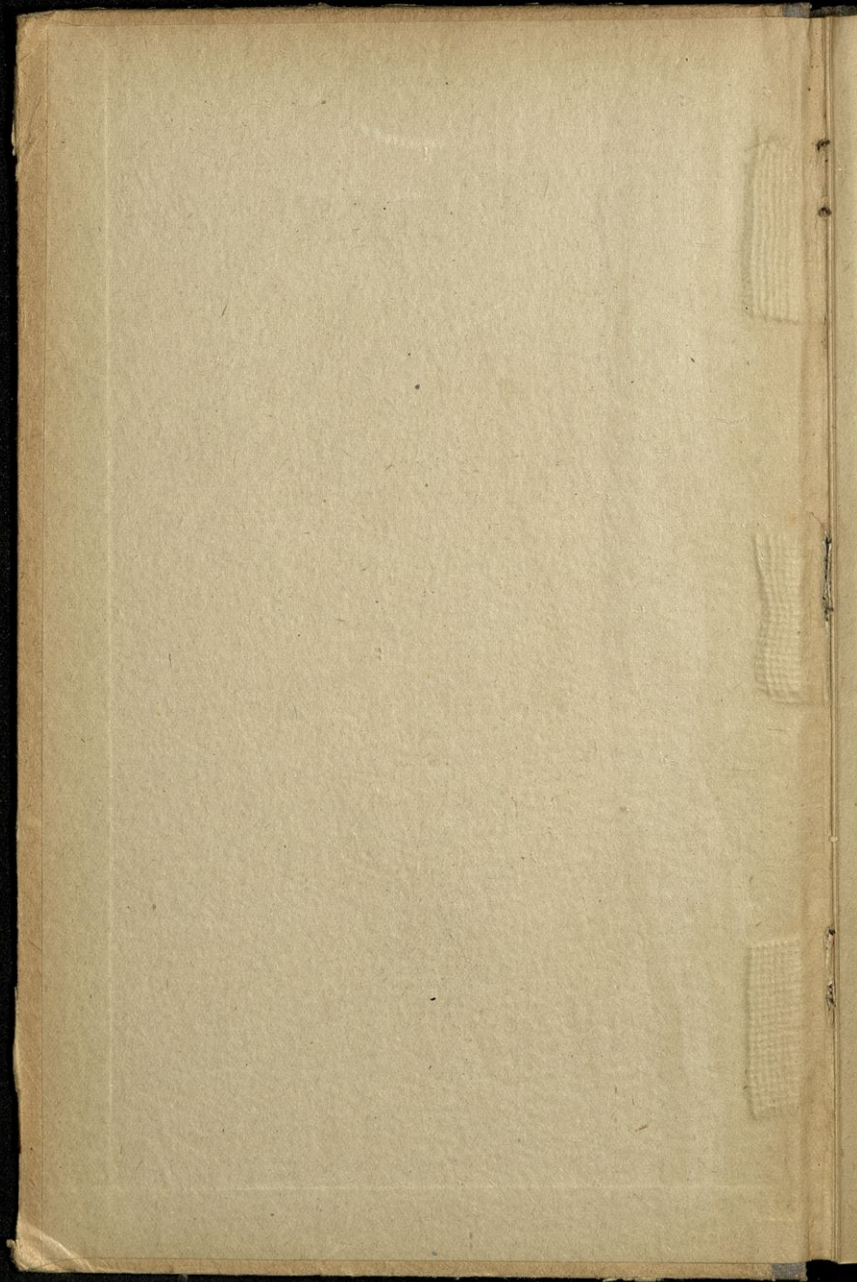
Knjiga se je odobrila z razpisom poverjeničstva za uk in bogočastje
z dne 22. julija 1919, št. 2991.

Cena vezani knjigi 20 K.



V Ljubljani 1919.

Natisnila in založila Ig. pl. Kleinmayr & Fed. Bamberg v Ljubljani.



Fizika

za nižje razrede srednjih šol.

Spisal

Andrej Senekovič,

gimnazijski ravnatelj v pokoju.

Četrtri, predelani natisk.

V besedilu so vtisnjene 204 slike.

Knjiga se je odobrila z razpisom poverjenitva za uk in bogočastje
z dne 22. julija 1919, št. 2991.

Cena vezani knjigi 10 K.



V Ljubljani 1919.

Natisnila in založila Ig. pl. Kleinmayr & Fed. Bamberg v Ljubljani.

21418 / 1919



8.10.273

Vsebina.

I. **Uvod.** (Stran 1. do 5.)

§ 1. Priroda. Telesa. — § 2. Neprodirnost. — § 3. Mehanična deljivost. — § 4. Skupnost. — § 5. Luknjičavost. — § 6. Fizikalni, kemijski pojavi. Prirodni zakoni. Sile.

II. **O težnosti.** (Stran 5. do 8.)

§ 7. Težnost. — § 8. Teža. — § 9. Specifična teža in relativna gostota. — § 10. Zračji pritisk.

III. **Nauk o toploti.** (Stran 8. do 31.)

§ 11. Toplota. Temperatura. — Podelitev toplote. — § 12. Živosrebrni termometer. Termoskop. — § 13. Specifična toplota. — § 14. Raztezanje teles po toploti. — § 15. Kako se razteza voda po toploti. — § 16. Izprememba gostote po toploti. — § 17. Provod toplote. — § 18. Tok toplote v tekočinah in plinih. — § 19. Taljenje. — § 20. Strjenje. — § 21. Vrenje. — § 22. Izhlapevanje. — § 23. Zgoščevanje hlapov in par. — § 24. Prekapanje. Razhlapanje. — § 25. Izpodnebne padavine. — § 26. Izžarjevanje toplote. — § 27. Viri toplote.

IV. **Molekularne sile, njih delovanje in učinki.** (Stran 31. do 35.)

§ 28. Molekularne sile. — § 29. Skupnost trdnih teles. — § 30. Sprejemnost. — § 31. Raztop. — § 32. Vpojnost. — § 33. Mešanje. — § 34. Kristaliziranje.

V. **Nauk o magnetizmu.** (Stran 35. do 42.)

§ 35. Magnetna telesa. — § 36. Magnetni poli in njih vzajemno delovanje. — § 37. Magnetna razdelba ali influenza. — § 38. Magnetenje jeklenih palic. — § 39. Meridijan. Poldnevica. — § 40. Magnetiški odklon. — § 41. Magnetiški naklon. — § 42. Zemlja kot magnet.

VI. **Nauk o elektriki** (Stran 42. do 83.)

a) *Statična elektrika.*

1. Osnovni elektriški pojavi.

§ 43. Elektriški pojavi sploh. — § 44. Elektrenje po podelitvi. — § 45. Dobri in slabi elektrovodi. — § 46. Pozitivna in negativna elektrika. — § 47. Elektroskop. — § 48. Sedež elektrike. Prosta elektrika se razširja le na površju električnih teles. — § 49. Gostota elektrike. Razdelitev elektrike na površju električnih teles. — § 50. Elektrenje po influenci (elektriška razdelba). — § 51. Elektriški potencial. Elektriška kapaciteta.

2. Orodja in priprave za vzbujanje in nabiranje elektrike.

§ 52. Elektrofor. — § 53. Elektriški kolovrat. — § 54. Poizkusi z elektriškim kolovratom. — § 55. Lejdenska steklenica. — § 56. Zgoščujoči ali kondenzacijski elektroskop. — § 57. Elektriški pojavi v ozračju. Strelovod.

b) Kinetična elektrika.

1. Osnovni galvanski pojavi. Galvanski členi.

§ 58. Voltov člen. — § 59. Galvanska baterija. — § 60. Razni galvanski členi.

2. Učinki galvanskega toka.

§ 61. Svetlobni in toplotni učinki galvanskega toka. — § 62. Kemijski učinki galvanskega toka. — § 63. Galvanoplastika. — § 64. Kako merimo jakost toka. Ampère. — § 65. Kako deluje galvanski tok na magnetnico. — § 66. Elektromagneti. — § 67. Elektriški brzojav ali telegraf. — § 68. Elektriški zvonec ali hišni brzojav. — § 69. Inducirani elektriški toki. — § 70. Indukčni aparati. — § 71. Dinamoelektriški stroj. — § 72. Elektromotor. — § 73. Termoelektrika. (Elektrika, vzbujena po toploti.) — § 74. Brezžični brzojav.

VII. Akustika ali nauk o zvoku. (Stran 83. do 99.)

§ 75. Zvok. — § 76. Kako se zvok širi. Hitrost zvoka. — § 77. Višina tonov. — § 78. Skala tonov. — § 79. Zveneče strune. — § 80. Zveneče palice. — § 81. Zveneče plošče. — § 82. Piščali. — § 83. Človeško glasilo. — § 84. Telefon. — § 85. Jakost zvoka. — § 87. Barvenost tonov. — § 88. Odboj zvoka. — § 89. Kako zaznamujemo zvok.

VIII. Optika ali nauk o svetlobi. (Stran 99. do 137.)

1. Splošni pojmi. Kako se svetloba širi. Jakost svetlobe.

§ 90. Svetloba. Svetla telesa. — § 91. Kako se svetloba širi. Hitrost svetlobe. — § 92. Senca. — § 93. Svetilnost. Svetlost. Osvetljenost.

2. Odboj svetlobe.

§ 94. Zakoni, po katerih se svetloba odbija. — § 95. Ravno zrcalo. — § 96. Sferična zrcala. — § 97. Razmet svetlobe.

3. Lom svetlobe.

§ 98. Zakoni, po katerih se svetloba lomi. — § 99. Popolni odboj svetlobe. — § 100. Lom svetlobe v telesih, ki so omejena z vzporednima ploskvama. — § 101. Lom svetlobe v prizmah. — § 102. Sferične ali kroglaste leče.

4. Razklon svetlobe v njene sestavine.

§ 103. Spektrum. — § 104. Barvenost teles. — § 105. Mavrica. — § 106. Kromatični odklon leč.

5. Oko in vid. Optična orodja.

§ 107. Oko in vid. — § 108. Mikroskopi. Skioptikon. — § 109. Daljnogledi.

6. Kemijsko delovanje svetlobe.

§ 110. Osnovni pojmi. Fotografija. Kinematograf.

IX. **Nauk o gibanju in o silah.** (Stran 137. do 185)

§ 111. Gibanje. Mirovanje. Enakomerno gibanje. — § 112. Vztrajnost. — § 113. Razne vrste gibanja. — § 114. Enakomerno pospeševano gibanje. — § 115. Prosti pad. — § 116. O silah in njih merjenju. — § 117. Kako sile gibanje pospešujejo, oziroma ovirajo. — § 118. Sestavljanje gibanja. — § 119. Razstavljanje gibanja v dvoje gibanje. — § 120. Metno gibanje. — § 121. Sestavljanje in razstavljanje sil. — § 122. Gibanje po strmini. — § 123. Ovire gibanja. — § 124. Nihalo. — § 125. Sredobežnost. — § 126. Sestavljanje sil, ki prijemajo v raznih, med seboj nepretrgljivo zvezanih točkah in delujejo vzporedno v isto smer. Postopno in vrtilno gibanje. — § 127. Težišče. — § 128. Ravnotežje teles, na katera deluje le težnost. — § 129. Stalnost položaja teles. Stojnost. — § 130. Vzvod. — § 131. Uporaba vzvodov pri tehtnicah. — § 132. Škripec. — § 133. Kolo na vretenu. — § 134. Strmina. — § 135. Klin ali zagozda. — § 136. Vijak. — § 137. Delo sil. — § 138. Stroji. Delo sil na strojih. — § 139. Udar ali trk trdnih teles.

X. **O tekočinah.** (Stran 186. do 196.)

§ 140. Kakšno obliko ima gladina mirujoče tekočine. — § 141. Kako razvajajo tekočine nanje delujoči pritisk. — § 142. Hidrostatični pritisk. — § 143. Pritisk na dno. — § 144. Pritisk v notranjščini tekočine. — § 145. Pritisk na stranske stene. — § 146. Občujoče posode. — § 147. Arhimedov zakon. — § 148. Plavanje. — § 149. Določevanje gostote trdnih teles in tekočin z hidrostatično tehtnico. — § 150. Gostomeri ali areometri z lestvico. — § 151. Učinki molekularnih sil med tekočinami in trdnimi telesi, kakor tudi med različnimi tekočinami.

XI. **O plinastih telesih.** (Stran 196. do 210.)

§ 152. Značilna svojstva plinastih teles. — § 153. Kako merimo zračji pritisk. — § 154. Barometer. — § 155. Boyle-Mariottov zakon. — § 156. Manometri. — § 157. Nekateri aparati, katerih uporaba temelji na delovanju zračjega pritiska. — § 158. Zračje črpalke. — § 159. Zrakov vzgon ali nosilnost zraka. (Zrakoplovi.) — § 160. Parni stroji.

XII. **Osnovni nauki iz astronomije.** (Stran 210. do 222.)

§ 161. Navidezno vrtenje nebesne krogle. — § 162. Navidezno gibanje Solнца. — § 163. Zemlja, nje oblika in vrtenje. — § 164. Gibanje Zemlje okoli Solнца. — § 165. Letni časi. Dolgost dneva in noči. — § 166. Navidezno gibanje premičnic. — § 167. Mesec in njegovo gibanje.

Slovensko-nemška terminologija. (Stran 223. do 228.)

I. Uvod.

§ 1. **Priroda. Telesa.** Po svojih čutilih (tipu, vidu, sluhu, vonju in okusu) zaznavamo, da se nahaja v prostoru okoli nas mnogo reči, ki so ali druga poleg druge, ali druga nad drugo, ali druga za drugo, in se razprostirajo na dolžino, širino in višino.

Vse vkup, kar po svojih čutilih zaznavamo ali moremo zaznavati, imenujemo **prirodu**, reči v prirodi pa **telesa**. Kolikost prostora, ki ga zavzema kako telo, je njegova **prostornina**. Po načinu, kako je telo v prostoru omejeno, se ravna njegova **vnanja oblika**.

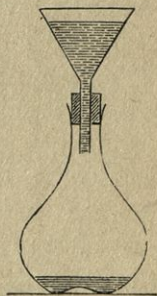
Imenuj več teles in povej, kakšno obliko imajo! — Kakšna merila poznaš za merjenje dolžine, širine in višine? — Kakšna za merjenje ploskev? — Kakšna za merjenje prostornine? — Dve telesi utegneta imeti isto prostornino, pa vendar različno obliko; n. pr. liter vode lahko vliješ ali v plitvo pa bolj široko skledo, ali v valjasto posodo, ali v steklenico čisto drugačne oblike.

§ 2. **Neprodirnost.** Poizkusi: *a)* Če položiš na mizo knjigo, potem na tisti del mize, kjer je knjiga, ne moreš dati ničesar drugega, dokler nisi odstranil knjige. — *b)* Če deneš kako telo v kupico, ki je do vrha polna vode, steče nekoliko vode črez rob kupice. — *c)* Steklenica (slika 1.) ima s pluto zamašeno grlo, v pluti sami pa tiči steklen livnik tako trdno, da mimo njega zrak ne more uhajati. Ako v livnik naliješ vode, ne steče v steklenico, dokler zamaška toliko ne zrahljaš, da zrak lahko uhaja. Voda in zrak torej ne moreta biti obenem v steklenici.

Prostornino vsakega telesa izpolnjuje nekaj, kar zabranjuje, da na istem prostoru v istem času ne moreta biti dve telesi. To, kar prostornino izpolnjuje, imenujemo **tvarino**. Tvarina je **neprodirna**, ali ima svojstvo **neprodirnosti**.

Ako vtakneš suho gobo v vodo, uhajajo iz nje zračji mehurčki; odkod in zakaj? — Kalupi, v katere vlivajo zvonove, imajo ob straneh luknjice, odduške; čemu? — Ako udariš po vodi s pestjo in te zaboli, ali si se prepričal o neprodirnosti vode?

Slika 1.



✚ § 3. **Mehanična deljivost.** S tem, da tolčeš, piliš, žagaš, drgneš, vobče da deluješ na telesa s kakim orodjem, razdeliš lahko vsako telo na več istovrstnih delov, ki jih moreš na isti način zopet deliti na manjše dele.

Kamen lahko zdrobiš na zelo drobne kosce in jih v mlinu zmelješ v prah, droben kakor najboljša moka; vodo lahko razpršiš v tako majhne delce, da jih s svojim očesom niti videti ne moreš.

✚ Vsako telo je deljivo, ali ima svojstvo deljivosti.

✚ Taka deljivost pa mora imeti vendar tudi svoje meje, kajti moramo si misliti, da postanejo delci, ki jih dobimo, nadaljujoč tako delitev, naposled tako majhni in neznatni, da jih z mehaničnimi sredstvi ni mogoče dalje deliti in da jih s svojimi čutili tudi zaznavati ne moremo. Take najmanjše dele teles imenujemo molekule; telesa pa so potem skupine molekul.

V veliki meri deljiva telesa so vsa barvila, dehteče tvarine in drage kovine. Gram mošaka navdaja nam več let sobo s svojo vonjavo, čeravno jo dan za dnevom prevetrujemo. — Od platina moremo vleči tako tanke žice, da doseže vrhica, spletena iz sto takih žic, le debelino pavolnate niti.

✚ § 4. **Skupnost.** Raznovrstna telesa se ne dajo enako lahko deliti. Hočemo li zdrobiti navadni kamen, zlomiti leseno palico ali raztrgati kako nit, treba nam v to večjega ali manjšega napora; v vodi gibljemo prav lahko prst ali celo roko; še laže pa se gibljemo v zraku, ki ga navadno niti ne čutimo.

Iz tega izvajamo, da so molekule različnih teles različno med seboj zvezane. Pri nekaterih telesih so v tako tesni in trdni zvezi, da ima telo svojo posebno obliko in da je treba precejšnjega napora, da jih ločimo ali razdružimo. Taka telesa, n. pr. les, železo, kamen itd., imenujemo trdna telesa.

Pri drugih telesih je zveza med posameznimi molekulami zelo rahla, n. pr. pri vodi, mleku, vinu itd., tako da ta telesa niti nimajo svoje oblike, da jih treba vsled tega hraniti v posodah. V majhnih množinah tvorijo ta telesa majhne kroglice, kapljice imenovane. Taka telesa imenujemo tekočine (kapljevine, kapljivo tekoča telesa).

✚ Pri tretji vrsti teles pa prave zveze med molekulami niti ne najdemo, n. pr. pri zraku, svetilnem plinu i. dr.; molekule teh teles težé na to, da bi se vedno bolj in bolj oddaljile. Taka telesa nimajo svoje oblike, shranjevati jih moramo le v zaprtih posodah; imenujemo jih plinasta (raztezno tekoča) telesa.

Vsled razteznosti pritiskajo molekule plinastih teles na stene posod, v katerih se nahajajo; ta pritisk na stene imenujemo njih **napetost**.

Način, kako se medsebojno vežejo posamezne molekule enega in istega telesa, imenujemo njega **skupnost**.

Imenuj več trdnih, tekočih in plinastih teles! Nekatera telesa, n. pr. voda, svinec, železo, žveplo itd., so lahko po vrsti trdna, kapljivo tekoča in raztezno tekoča.

§ 5. **Luknjičavost.** Na kruhu, gobi, siru, mehkem lesu itd. opazujemo že s prostim očesom veliko število večjih ali manjših luknjic, v katerih je zrak, voda ali kako drugo telo. — Ako stoji kozarec vode nekoliko časa na gorkem, se na steklu nabere veliko število zračjih mehurčkov. Med posameznimi molekulami vode je moral biti torej prostor za ta zrak. — Kakor se prepričamo pri teh telesih, si moramo misliti, da se tudi molekule drugih teles neposredno ne dotikajo, ampak da so med njimi večji ali manjši prostori, luknjice. Telesa so torej **luknjičava**.

Ker se potiš, ali je koža luknjičava? — Kako si pojasnjuješ pojav, da postane les v vodi ležeč tudi znotraj moker?

Luknjice nekaterih teles so tako majhne, da ne more niti zrak skozi nje; da so pa tudi ta telesa luknjičava, sklepamo med drugim iz tega, ker se krčijo in raztezajo.

Skozi les, usnje itd. se dá tudi živo srebro stiskati (stiskalnica za živo srebro).

§ 6. **Fizikalni, kemijski pojavi. Prirodni zakoni. Sile.** Če držiš v roki kamen in ga izpustiš, pade na zemljo; če ga obesiš na nit, jo natezuje, časih tudi pretrga. — Voda zmrzne v mrazu v led, ki se v toploti zopet stali in pretvori v vodo. Solnce vzhaja in zahaja. Nebo je časih oblačno, časih jasno. — Na telesih se dogajajo različne izpremembe.

Vsako izpremembo v stanju kakega telesa in v prirodi sploh imenujemo **pojavn**.

Železo se v velikem ognju razbela in postane samosvetlo, na mrzlem se pa zopet ohladi. Voda se v mrazu strdi v led, pri kuhanju pa se pretvarja v pare.

Goreče poleno polagoma izginja, naposled preostane le nekoliko pepela; pri gorenju pa se razvijajo dim, svetloba in toplota. — Na vlažnem se železo prevleče z rjavo skorjo, z rjo, v kateri železa več ne poznaš.

✂ Pojavi v prirodi so dvojni: a) taki, pri katerih se telesom tvarina ne izpremeni (led, voda, vodene pare so ena in ista tvarina), b) taki, pri katerih se tvarine izpreminjajo (goreče poleno, železo in železna rja); prve imenujemo fizikalne, druge kemijske pojave.

✂ Ako en in isti pojav večkrat opazujemo, najdemo, da je njegov nastop zavisen od gotovih pogojev, t. j. drugih pojavov, ki ga spremljajo ali se pred njim dogajajo, in da pojav izostane, ako nedostajajo le enega spremljajočih pojavov. Izpod neba ne dežuje, če je nebo jasno, ampak le takrat, kadar je oblačno. Zvon zadoni, ako ga poprej nekoliko udariš, da se začne tresti. Groma ni slišati, če se ni zabliskalo itd. Taki pojavi so bistveni pogoji nastopu drugega pojava. Poleg teh opazujemo tudi še pojave, ki kak pojav časih spremljajo, časih pa ne. Kadar dežuje, se časih tudi bliska, treska in grmi, časih ne.

Da zvemo medsebojno zvezo raznih pojavov, kako je kateri pojav bistven ali nebistven pogoj drugemu, treba natančnega opazovanja. Opazovanje pojavov v prirodi je težavno in časih tudi neprilичno. Mnogo pojavov se v prirodi dogaja kaj redko ali pa so z drugimi tako združeni, da je težko določiti njih bistvene pogoje. Zato pa je človek izumil pripomočke, da si posameznik celo vrsto pojavov lahko sam proizvaja, in sicer v okoliščinah, ki so natančnemu opazovanju najbolj ugodne.

✂ Vsako ponavljanje kakega pojava v ta namen, da ga lažje opazujemo in da zvemo njega bistvene in nebistvene pogoje, imenujemo poizkus. Poizkusom pa so potrebni raznovrstni, bolj ali manj umetno sestavljeni stroji in priprave (aparati).

✂ Po opazovanju pojavov, bodisi v prirodi sami, bodisi po poizkusih, dobimo množino pojavov, ki so si med seboj v marsičem podobni; zvemo, kako sledi drug drugemu; zvemo, da se pojavi vršé vedno pravilno in pod istimi pogoji na enak način. Pravilnost v ponavljanju pojavov in njih zavisnost od različnih pogojev imenujemo prirodni zakon.

✂ Ako znamo imenovati prirodni zakon, po katerem se vrši ta ali oni pojav, pravimo, da znamo pojav popisati. To pa še ne zadošča; poznati hočemo tudi vzroke pojavov. Pojav pojasnimo, ako znamo navesti poleg pogojev tudi vzroke njegovega nastopa.

Iščoč vzrokov različnim pojavom, pridemo tako daleč, da moramo jemati kot končni vzrok nekaj, česar ne moremo več čutiti in dalje zaznavati. Take končne vzroke pojavov imenujemo potem sile.

Ako n. pr. obesiš kamen na nit, jo natezuje; ako jo pretrga, pade na zemljo. Ako spustiš kamen iz roke, pade na zemljo; po poševni cesti ali strmini se kota v dol. Vsem tem pojavom iščemo vzroka v medsebojni privlačnosti zemlje in drugih teles ter ga imenujemo težnost. Ako poznamo zakone padanja teles, poznamo tudi način delovanja te sile, katere same ob sebi ne moremo čutiti.

Znanost, ki nas uči, kako se vrše prirodni pojavi in kako delujejo provzročajoče jih sile, se imenuje prirodoznanstvo ali fizika.

II. O težnosti.

§ 7. **Težnost.** Poizkusa: *a)* Vsako telo, ki ga z roko privzdigneš od tal in potem izpustiš, pade na zemljo. *b)* Obesi kamen na nit, da je napeta; poleg niti pa izpusti iz roke drug kamen, da pade na zemljo. Kamen pada vsakikrat vzporedno z nitjo. — Poizkusi kažejo, da vsako sebi prepuščeno telo pada proti zemlji. Vzrok temu gibanju pripisujemo neki sili, s katero vleče zemlja vsa telesa náse. To silo imenujemo težnost; telesa pa so težna. Ker padajo vsa telesa proti zemeljskemu središču, mislimo si ondi tudi sedež težnosti.

Smer prosto padajočega telesa imenujemo vertikalno (navpično).

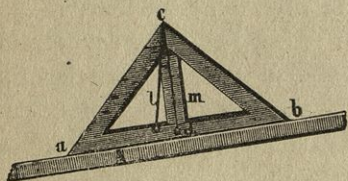
Da jo lahko najdemo, služi nam svinčnica, t. j. valjast in spodaj priostren kos svinca ali kake druge težke kovine, viseč na močni, toda bolj tanki niti. S pomočjo svinčnice moremo vsakovrstne predmete, kakor stebre, stene itd., staviti vertikalno. (Kako se mora to vršiti?)

Poizkus: Ako obesimo svinčnico nad mirno stoječo vodo v veliki posodi, eno kateto pravokotnega trikotnika pa položimo vzporedno z nitjo, vidimo, da stoji nit na površju vode pravokotno. Vsako ravnino, na kateri stoji vertikalna premica pravokotno, imenujemo horizontalno (vodoravno).

↳ Da se prepričamo, stoji li kak predmet horizontalno ali ne, služi nam grebljica (slika 2).

✓ Grebljica je enakokrak trikotnik abc ; osnovnica ab je v d razpolovljena, pri vrhu c pa je obešena svinčnica cl . Od vrha do razpolovišča d je vrezana na lesu črta. Ako postavimo grebljico n. pr. na mizo, in ako pade nit v zarezo, tedaj je trikotnikova višina vertikalna, osnovnica pa horizontalna.

Slika 2.



✓ Kako moreš z grebljico predmete, n. pr. mize, klopi itd., staviti horizontalno? — Na katero stran zareze bo visela nit, ako stoji miza pošev in je desna stran višja nego leva?

Poizkus: Ako izpustiš z iste višine košček papirja in kovan denar v istem hipu, ne dospeta oba v istem hipu do tal; papir potrebuje več časa, da dospe na zemljo.

↳ Ako ponoviš ta poizkus v stekleni cevi, iz katere je odstranjen ves zrak, padajo papir in denar, in sploh vsa telesa, z enako hitrostjo. Zrak zadržuje telesa pri padanju.

✓ Lahka telesa ne morejo zraka tako lahko odstranjevati kakor bolj težka.

Poizkus: Rastolči kamen ali kako drugo telo na majhne kose ter jih izpuščaj iz roke na zemljo — vsi padajo na zemljo.

↳ Težnost deluje na vsako najmanjše delce teles, torej tudi na molekule.

§ 8. **Teža.** Vsled težnosti pritiska vsako telo na podlago, na kateri leži. Ta pritisk na podlago pa je manjši, ako stoji podlaga pošev. Pritisk podloženega telesa na horizontalno mirujočo podlago ali teg obešenega telesa v vertikalno smer imenujemo njega absolutno (nasebno) težo.

✦ Ako priložiš h kamenu v roki še drugega, postane pritisk na roko večji; telesa imajo tem večjo težo, čim večja je množina njih tvarine ali njih masa.

✦ Da moremo težo različnih teles medsebojno primerjati, treba, da vzamemo težo nekega telesa za enoto teže. Taka enota teže je teža kubičnega centimetra čiste vode (pri temperaturi $4^{\circ}C$); imenujemo jo gram.

Orodja, s katerimi določujemo težo teles, imenujemo tehtnice. Težo teles določevati se pravi telesa tehtati. Da postane tehtanje bolj priročno, ne jemljemo vode, ampak telesa iz kovin, imenovana uteži, katerih teža z ozirom na vodo je natančno določena.

Opomela, kar si se v računstvu učil o utežih.

§ 9. **Specifična teža in relativna gostota.** Če iztehtamo po eno železno in srebrno kocko, katerih vsak rob meri en centimeter, najdemo težo železne kocke enako 7.8 g , težo srebrne kocke pa enako 10.5 g .

Prostorno enaka telesa nimajo enake teže, ampak vsako ima svojo posebno težo. Absolutno težo, ki jo ima enota prostornine kakega telesa, imenujemo njegovo specifično (značilno) težo. Za enoto prostornine jemljemo 1 cm^3 ali 1 dm^3 ; specifična teža je potem dana v gramih, oziroma v kilogramih.

Specifična teža železa je 7.8 , specifična teža srebra 10.5 .

Recimo, da ima neka železna palica prostornine 5 cm^3 , potem tehta ta palica tolikokrat 7.8 g , kolikor kubičnih centimetrov znaša njena prostornina, t.j. $5 \times 7.8 = 39.0\text{ g}$.

Iz tega sledi:

Absolutno težo kakega telesa izračunamo, ako pomnožimo njegovo specifično težo z merskim številom njegove prostornine.

Absolutno težo dobimo v gramih, oziroma v kilogramih, ako je prostornina dana v kubičnih centimetrih, oziroma decimetrih.

Kolika je absolutna teža svinca, čigar prostornina je 8 cm^3 , specifična teža 11.4 ?

1 cm^3 vode tehta 1 g , 1 cm^3 srebra 10.5 g ; — torej je 1 cm^3 srebra 10.5 krat težji od 1 cm^3 vode; sploh mora biti vsako srebrno telo 10.5 krat težje nego voda, ki ima s srebrom enako prostornino. V vsakem kubičnem centimetru srebra mora torej biti 10.5 krat več mase, kakor v kubičnem centimetru vode, kajti telo ima tem večjo težo, čim več ima mase.

Število, ki pove, kolikokrat je kako telo težje nego istotoliko telo vode (pri $+4^\circ\text{ C}$), imenujemo relativno gostoto tega telesa.

Relativna gostota čiste vode (pri temperaturi 4° C) je torej enaka enoti, relativna gostota srebra $= 10.5$. Relativno gostoto kakega telesa dobiš potem, kar smo pravkar učili, ako absolutno težo tega telesa deliš z absolutno težo vode, ki ima s tem telesom enako prostornino.

§ 10. **Zračji pritisk.** Zemljo obdaja od vseh strani zrak ali vzduh. Čeravno ga ne vidimo, ga vendar pri vsakem hitrem gibanju čutimo. Zrak nosi oblake; veter ni nič drugega nego gibajoči se zrak. Ves zrak okoli zemlje imenujemo ozračje ali atmosfero.

Da ima zrak tudi težo, kaže jasno sledeči poizkus: Okroglo stekleno posodo (slika 3.), ki drži 6 do 10 l in se dá zapreti s pipo, iztehtajmo najprej polno zraka; drugikrat jo iztehtajmo, ko smo odstranili iz nje s posebno pripravo (zračjo črpalko) ves zrak. Čisto prazna posoda ima manjšo težo, in izguba na teži je enaka teži zraka, ki smo ga odstranili iz posode. — (Na isti način se prepričamo, da ima tudi vsako drugo plinasto telo svojo težo.) — Ker je zrak težek, sledi neposredno, da mora pritiskati zemljo in sploh vsako telo, katerega se dotika. Pozneje bomo dokazali, da je na površju morja zračji pritisk na vsak kvadratni centimeter enak 1033 g. Tolik pritisk se imenuje pritisk ene atmosfere.

Slika 3.



Slika 4.



Pritisk in gostota zraka sta v višini manjša nego na zemeljskem površju.

Zračji pritisk pojasnjuje tudi tale poizkus:

Napolni kozarec do vrha z vodo ter položi nanj list papirja. Kozarec moreš sedaj počasi vzvratiti (slika 4.), a list ne odpade in voda ne izteka.

III. Nauk o toploti.

§ 11. **Toplota. Temperatura. Podelitev toplote.** Ako se po vrsti dotikamo različnih teles, n. pr. zakurjene peči, mize, stene, ledú itd., sprejemamo posebne občutke, ki jih izražamo s tem, da pravimo: peč je gorka, miza je hladna, led je mrzel itd. Da morejo telesa, ako se jih dotikamo, v nas vzbujati take toplotne občutke, morajo biti v nekem posebnem stanju, ki ga imenujemo toplotnost; vzrok toplotnosti pa zovemo toploto.

Eno in isto telo more biti zaporedoma mrzlo, toplo, vroče, toliko vroče, da se opečemo, če smo se ga dotaknili.

↙ Toplotnost enega in istega telesa je torej izpremenljiva, ali v toplotnosti moramo razločevati stopinje. Stopinjo toplotnosti kakega telesa imenujemo njega temperaturo (toplino).

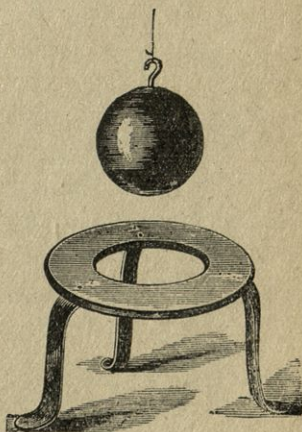
Kadar ima isto telo več toplote v sebi, pravimo, da ima višjo temperaturo ali višjo stopinjo toplotnosti in obratno. Kjer je malo toplote ali je sploh ni, pravimo, da je m r a z.

↖ Razbeljena železna krogla se ohladi, ako jo vržemo v škař vode, voda pa se nekoliko segreje; — naposled imata voda in krogla isto temperaturo. Toplota prehaja torej s telesa na telo, in sicer s toplejšega na mrzlejše. Tak prehod toplote s telesa na telo, prvega se dotikajoče, imenujemo podelitev toplote. Ako se dotaknemo toplejšega telesa nego smo sami, dobimo od njega nekoliko toplote; nasprotno izgubimo toplote, ako se dotaknemo mrzlejšega. S svojimi čutili ne moremo telesom določevati temperature, ker nas naši čuti večkrat varajo; ako pridemo n. pr. v zimskem času z mraza v nezakurjeno sobo, se nam dozdeva toplejša, nego je y resnici; mrzlejša pa se nam dozdeva, ako pridemo vanjo iz druge, prav tople sobe.

↙ Temperaturo dveh teles moremo primerjati torej le po drugih učinkih toplote, in sicer v prvi vrsti po izpremenjavi prostornine teles, ki jo proizvoročuje toplota.

↙ Ako vzameš kovinsko kroglo in tako prirejen obroč, da gre krogla ravno skozi obroč (slika 5.) ter držiš potem kroglo nekoliko časa v plamenu vinskega cveta, se krogla segreje ter postane vroča, istodobno pa se poveča tudi njena prostornina; kajti vroča krogla obtiči na obroču, če jo nanj položiš, in pade skozi njega šele takrat, ko se je zopet ohladila. Izkušnja uči, da se enemu in istemu telesu prostornina tem bolj povečuje, čim višja postaja njega temperatura, obratno pa tem bolj zmanjšuje, čim bolj se telo ohladi. S tem, da opazujemo prostornine istega telesa, ko ima z drugimi telesi enako temperaturo, in da te medsebojno primerjamo, moremo primerjati tudi temperaturo teh teles.

Slika 5.



↳ Vsako orodje, s katerim merimo temperature, imenujemo termometer. Najnavadnejši je živosrebrni termometer.

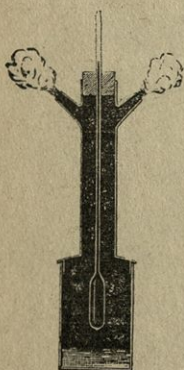
⊥ § 12. Živosrebrni termometer. Termoskop. Živosrebrni termometer se prireja na tale način:

Na tanko in povsod enako široko cev se na enem koncu privari steklena kroglica. To kroglico in nekoliko cevi napolnimo s čistim živim srebrom tako, da cev segrevamo in jo potem z odprtim koncem stavimo v živo srebro. Pri segrevanju se je zrak v cevi in krogli raztegnil ter ga je nekoliko odšlo; pri ohlajenju pa zunanji zrak stisne v cev nekoliko živega srebra. To cev, ki smo jo z živim srebrom približno do polovice napolnili, segrejemo potlej na plamenu vinskega cveta toliko, da odide iz cevi ves zrak in da izstopi na odprtem koncu tudi nekoliko živega srebra; — nato pa cev zavarmimo. V cevi je potem le živo srebro brez vsega zraka. Treba je na cevi še lestvice ali šcale.

⊥ Za to je treba na cevi določiti stanje živega srebra pri dveh temperaturah, ki ji vsakikrat lahko in natančno dobimo. To sta temperatura taléčega se ledú in temperatura vrele vodé. Da določimo živemu srebru stanje pri temperaturi taléčega se ledú, postavimo cev v posodo, polno čistega razdrobljenega ledú. Živo srebro se nekoliko časa krči, naposled pa obstoji pri gotovi točki, od katere se ne premakne, dokler se ni stalil ves led.

⊥ To točko zaznamujemo na cevi ter jo imenujemo ledišče.

Slika 6.



⊥ Ko smo določili ledišče, obesimo termometrovo cev v posebno posodo (slika 6.), v kateri je na dnu nekoliko čiste vode. To vodo segrejemo, da zavre. Vodene pare krožijo okoli cevi in odhajajo po stranskih dveh luknjah. Živo srebro v cevi se dvigne do gotove točke, pri kateri obstoji, dokler voda vre. To točko imenujemo vrelišče. Ledišče in vrelišče sta temelj vsaki delitvi, zato se imenujeta temeljni točki, njuna razdalja pa temeljna razdalja.

⊥ Temeljno razdaljo delimo ali v 80 ali v 100 enakih delov, stopinj imenovanih; potem imamo 80 delne ali termometre z Réaumurjevo, 100 delne ali termometre s Celsijevo delitvijo. Pri ledišču stavimo ničlo; pri

vrelišču imajo potem 80 delni termometri številko 80, 100 delni pa številko 100. Stopinje vnašamo tudi pod lediščem in jih od ledišča proti krogli vnovič štejemo. Stopinje nad lediščem imenujemo stopinje toplote, stopinje pod lediščem pa stopinje mraza, prve zaznamujemo s + (*plus*), druge z — (*minus*). Znak stopinje je 0.

Ako stoji živo srebro v kakem primeru do številke 14 delitve po Réaumurju, pišemo to: $+14^{\circ}R$ in berimo: 14 stopinj Réaumurjevih, in sicer toplote, ako stoji spredaj znak +, ali mraza, ako stoji spredaj znak —.

Enako znači $+14^{\circ}C$ toploto 14 stopinj Celzijevih.

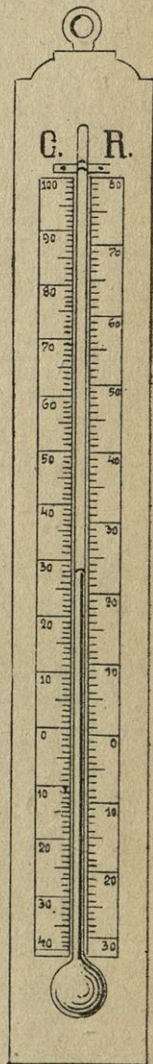
Temperaturo kakega telesa merimo s termometrom tako, da povemo, do katere stopinje stoji živo srebro v cevi, ako ima isto temperaturo kakor dotično telo. Ako hočemo določiti temperaturo kakega telesa, moramo torej termometer spraviti ž njim v dotiko in čakati, da dobita oba isto temperaturo.

Da moremo termometrove stopinje po Celzijevi delitvi preračunati v stopinje po Réaumurjevi in obratno, treba je pomniti, da je $100^{\circ}C = 80^{\circ}R$, ali $5^{\circ}C = 4^{\circ}R$. Torej je $1^{\circ}C = \frac{4}{5}^{\circ}R$ in $1^{\circ}R = \frac{5}{4}^{\circ}C$.

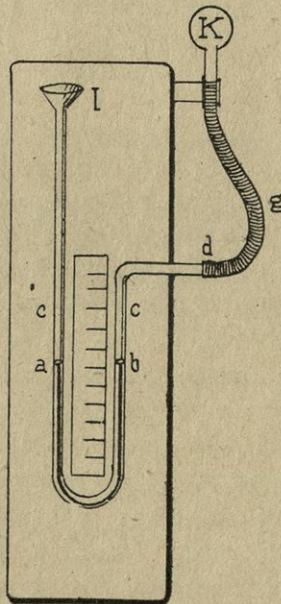
Časih rabimo tudi termometre s Fahrenheitovo delitvijo. Pri teh je temeljna razdalja razdeljena na 180 enakih delov (stopinj), ki so zaznamenovani tudi pod lediščem proti krogli. Stopinje se začnejo šteti 32 delov pod lediščem, tako da stoji pri ledišču število 32, pri vrelišču število 212.

Slika 7. kaže ugotovljen termometer s Celzijevo in z Réaumurjevo delitvijo.

Slika 7.



Slika 8.



Opazovanju majhnih razlik o temperaturi služi termoskop (slika 8.).

— Na pokonci stoječi deščici je pritrjena črki U podobno ukrivljena tenka steklena cevka *cc*, katere levi konec je livniku podobno razširjen, desni konec *d* pa vstran zavit. Na konec *d* je nataknjena drobna gumijeva cev, *g*, v nji tiči na drugem koncu steklena cevka z otlo kroglo *k*. V cev se naliže skozi livnik *l* rdeče ali modro po-barvan alkohol do točk *a* in *b*. Na deski je med obema deloma cevke zarezano dolgotno merilo v centimetrih in milimetrih.

Ako se krogle *k* dotakneš s telesom, ki ima le nekoliko višjo temperaturo kakor zrak v krogli, se krogla in v njej zrak segrejeta; segreti zrak pa se raztegne in pritisne tekočino pri *b* navzdol, pri *a* navzgor. Čim višjo temperaturo dobi zrak v krogli, tem višja postane razlika med gladinama *a* in *b*. Če pa se s kroglo *k* dotakneš mrzlejšega telesa, se tekočina dvigne pri *b*, pade pa pri *a*. (Zakaj?)

☆ § 13. **Specifična toplota.** Poizkus: Vzemi krogle enake teže iz železa, bakra, kositra in svinca ter jih segrej skupno v olju približno do 150° C. Potem položi te krogle na približno 2 cm debelo voščeno ploščo (sl. 9.).

Slika 9.



— Vosek pod krogliami se začne taliti, vsled tega se krogle nekoliko vderó. Najbolj globoko se vdere železna krogla, najmanj pa svinčena. Železna krogla je stalila torej največ voska, svinčena najmanj. — Iz tega sklepamo, da krogle niso

imele v sebi iste množine toplote, akoravno so imele vse isto temperaturo. Železna krogla je morala imeti največ toplote v sebi, svinčena pa najmanj.

— Telesa enake teže potrebujejo različne množine toplote, da se segrejejo do iste temperature. Množina toplote, ki segreje en kilogram težko telo za 1° C, se zove njegova specifična toplota.

Izmed vseh teles ima voda največjo specifično toploto, in to jemljemo splošno za enoto toplotne množine ali kalorijo. Števila, izražujoča specifično toploto drugih teles, so pravi ulomki in povejo, kolikokrat več toplote potrebuje kilogram kakega telesa, da se mu poviša temperatura za 1° C, nego je potrebuje v isto svrhu kilogram vode.

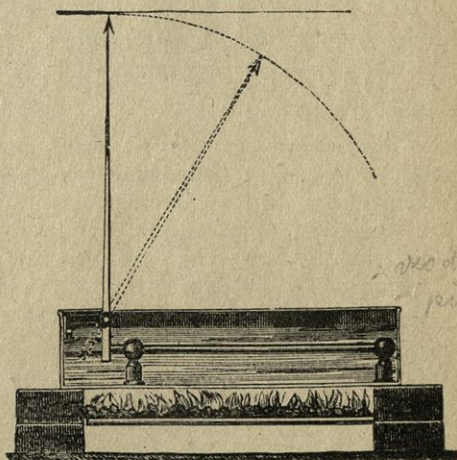
Specifična toplota znaša za:

baker	0.09	steklo	0.18
srebro	0.06	železo	0.114.
suho zemljo .	0.25		

Ker je specifična toplota vode tolika, lahko umejemo, zakaj se voda počasi segreva in počasi ohlaja. Na otokih in morskih obalah je sploh poleti hladneje, pozimi pa topleje nego na suhem pod isto zemljepisno širino. Kako pojasnjuješ veliki vpliv Zalivskega toka na podnebje severo-zapadnih in severnih evropskih obal?

§ 14. **Raztezanje teles po toploti.** Da izmerimo, za koliko se v toploti raztegne kako trdno telo, služi priprava (slika 10.). Palica, katere raztezek hočemo izmeriti, je na enem koncu utrjena; z drugim koncem pa se opira na krajšo ramo dvo-ramnega vzvoda, čigar drugi konec se giblje poleg krožne delitve. Vsa palica tiči v tekočini, ki se odspodaj segreva. Raztezajoča se palica premiče vzvod, in iz kolikosti gibanja tega vzvoda se dá izračunati, za koliko milimetrov se je palica podaljšala.

Slika 10.



Telesa se raztezajo na vse strani; toplota jim daje večje ploskve in večjo prostornino. Telesa, ki so na vse strani enako gosta, se raztezajo na vse strani enakomerno, druga pa ne, n. pr. kristali.

Število, ki pove raztezek dolgotrne enote vsled povišanja temperature za 1° C, imenujemo linearni koeficijent raztezka, kubični koeficijent raztezka pa prirastek kubične enote, če se telesu temperatura poviša za 1° C.

Z raznovrstnimi poizkusi so učenjaki našli tele zakone:

1.) Tvarno različna trdna in kapljivo tekoča telesa se ne raztezajo v enaki meri, če jih za isto število stopinj segrejemo.

+ 2.) Pri temperaturah med 0° in $100^{\circ}C$ je linearni raztezek enega in istega telesa sorazmeren z njega dolžino in z zviškom temperature. Pravtako tudi kubični raztezek. $k = 3\alpha$

+ 3.) Tekočine se raztezajo bolj močno kakor trdna telesa. Pri njih je vpoštevati samo kubični koeficijent raztezka.

+ 4.) Vsa plinasta telesa se raztezajo v enaki meri ter znaša kubični koeficijent raztezka pri vseh $\frac{1}{273} = 0.003665$.

Pri tem pa mora napetost plina ali vnanji pritisk na plin ostati neizpremenjen.

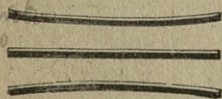
Če pa plinastemu telesu raztezanje oviramo s tem, da mu prostornino obdržimo neizpremenjeno, potem narašča pri povišanju temperature njegova napetost v istem razmerju, v katerem bi sicer naraščala prostornina.

Sila, s katero se telesa po toploti raztezajo ali v mrazu krčijo, je zelo velika ter jo dostikrat tudi uporabljamo. — Kadar kovač nabija obroč na vozno kolo, ga dobro segreje, da potem, ko se je ohladil, prav trdno sedi. — Parnih kotlov ne smemo trdno vzditi, sicer zid razpoči, ko se kotli segrejejo. — Na železnici se tračnice druga druge ne smejo dotikati. (Zakaj?)

Palica, sestavljena iz dveh različnih kovinskih protov (n. pr. iz železa in bakra), se krivi, ako jo segrejemo ali ohladimo (slika 11). Kako se krivi, ako jo segrejemo; kako, ako jo ohladimo?

Na ta pojav se opira uporaba termometrov iz samih trdnih kovin. (Breguetov kovinski termometer.)

Slika 11.



+ Ilovica, les in druge tvarine, ki rade vpijajo vodo, se vsled povišanja temperature krčijo, ker voda iz njihovih luknjic izpariva, ter se morejo molekule bližati. Enostransko segrete deske se krivijo. (Zakaj?)

Linearni koeficijent raztezka znaša za

baker	0.000017	platin	0.000009
cinek	0.000029	srebro	0.000020
medenino	0.000019	železo	0.000012
		navadno steklo	0.000009

Kubični koeficijent raztezka pri živem srebru je = 0.0001815.

Železna palica ima pri temperaturi $10^{\circ}C$ dolžine 3 m; kako dolga je palica pri temperaturi $20^{\circ}C$? — Kako dolgo mora biti merilo iz medi pri $18^{\circ}C$, da je pri $0^{\circ}C$ enako 1 m?

Two silver. se razteza enakomerno, druge telesimo pa vobes tem pice čim višje temperature . . .

Ako zavzema gotova utežna množina zraka pri 14°C prostor 6 l , kolika je prostornina tega zraka, ako ga segrejemo do 50°C , pritiska nanj pa ne izpremenimo?

† § 15. **Kako se razteza voda po toploti.** Poizkus: Majhno steklenico napolni do vrha s čisto vodo, zamaši njej grlo, skozi zamašek pa vtakni termometer in poleg njega na obeh straneh odprto stekleno cev, da moli več centimetrov iz grla in stoji voda v njej približno 3 cm visoko. Pri tem pa pazi, da pod zamaškom ne ostane kaj zraka. Tako pripravljeno steklenico postavi v zmes iz ledu in soli. — Videl boš, da stoji voda v cevi najnižje, ko ima temperaturo $+4^{\circ}\text{C}$; pri kateri koli višji ali nižji temperaturi pa stoji višje.

† Iz tega poizkusa izvajamo, da ima določena množina vode najmanjšo prostornino pri temperaturi $+4^{\circ}\text{C}$, torej pri tej temperaturi tudi največjo gostoto.

† Ako vodo segrevamo od 0° do 4°C , se krči, pri temperaturah nad 4°C pa se razteza, kakor druga telesa. Pri temperaturi 0°C zavzema malo ne isti prostor kakor pri 8°C , pri $+2^{\circ}\text{C}$ isti prostor kakor pri $+6^{\circ}\text{C}$.

† Stoječa voda se ob pričetku mraza ohlaja na površju. Ohlajene zgornje plasti padajo, ker so postale specifično težje, na dno, na površje pa vzhajajo toplejše od spodaj. Tako gibanje traja toliko časa, da se voda ohladi do $+4^{\circ}\text{C}$. Pri nadaljnjem ohlajenju se voda razteza in postaja ob enem specifično lažja. Zato ostane najbolj mrzla na površju, kjer se tvori prvi led. Led plava na vodi in varuje mraza spodnje plasti vode in v vodi živeče živali. — Vodovodne cevi razpočijo, ako v njih voda zmrzne. — Ako voda, ki se je nabrala v razpokah skalovja, v zimskem času zmrzne in se raztegne, poveča te razpoke, ter provzroča, da se skalovje začne krusiti in drobiti, preperevati.

V hitro tekočih potokih se toplejša in mrzlejša voda mehanično mešata, zato nahajamo v takih potokih led tudi na dnu.

† § 16. **Izprememba gostote po toploti.** Ker se telesom s povišanjem temperature sploh povečuje njih prostornina, je razvidno, da se nahaja v kubični enoti istega telesa pri višji temperaturi manj tvarine kakor pri nižji. Torej sledi:

† 1.) Specifična teža telesa se po toploti izpreminja in je pri višji temperaturi manjša in obratno.

† 2.) Gostota teles je prav tako izpremenljiva, pri višji temperaturi je manjša in obratno.

† Edino le voda ima pri temperaturi $+4^{\circ}\text{C}$ največjo specifično težo in gostoto. — Kadar določujemo kakemu telesu njega specifično težo in gostoto, treba se ozirati tudi na njegovo temperaturo.

o bolj naraslen, nego za nižji temperature

✦ § 17. **Provod toplote.** Ako držiš en konec železne paličice v roki, drugega pa vtakneš v ogenj, se najprej segreje konec v ognju, polagoma pa se toplota širi tudi proti drugemu koncu.

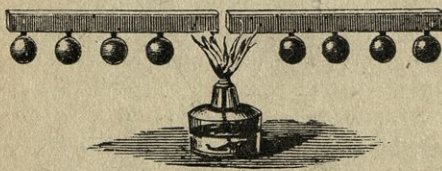
✦ Toplota prehaja v enem in istem telesu od toplejšega mesta proti mrzlejšemu in se tako v telesu širi. Prehod toplote v enem in istem telesu od molekule do molekule imenujemo provod toplote.

✦ Ako držimo dve enako dolgi paličici eno iz železa, drugo iz lesa, z enim koncem v ogenj, se segreje železna paličica tudi do drugega konca, lesena pa ne. Gorečo vžigalico lahko držiš v roki, čeravno je plamen že prav blizu roke.

✦ V različnih telesih se toplota širi z različno hitrostjo. Telesa, v katerih se to vrši hitro, imenujemo dobre provodnike toplote, druga pa slabe provodnike toplote.

✦ Da zvemo, je li katero telo boljši ali slabši provodnik toplote nego drugo, jemljemo enaki palici iz obeh teles in na njih pritrdimo z voskom v enakih razdaljah majhne

Slika 12.



lesene kroglice. — Ako segrevamo potem konca obeh palic na istem plamenu (sl. 12.), odpadejo kroglice na boljšem prevodniku prej in v večjo daljavo od segretega konca nego pri drugem, slabšem prevodniku.

Slika 13.



✦ Izmed trdnih teles so dobri provodniki toplote vse kovine (najboljši je srebro), kamen itd., slabi provodniki so kožuhovine, lasje, led, les, oglje, ptičje perje, pepel, slama, sneg, steklo itd.

✦ **Poizkus a):** Na dno na enem koncu zavarjene steklene cevi daj nekoliko ledu, potem pa cev napolni z vodo in jo postavi na posebnem stojalu nekoliko pošev (slika 13.). — Ako segrevaš s plamenom vinskega cveta vodo na zgornjem koncu cevi, lahko

voda na vrhu že zavre, a led na dnu se ne stali. — Isto lahko ponavljaš z drugimi tekočinami.

Poizkus b): Stekleno cev, ki si jo rabil pri poizkusu a), obrni z odprtim koncem navzdol, zgornjega pa drži v plamen vinskega cveta. V plamenu postanejo steklo in zgornje plasti zraka kaj močno vroče, zrak spodaj proti odprtini pa se kar nič ne segreje.

Tekočine, izvzemši živo srebro, ki spada med kovine, in plinasta telesa so slabi provodniki toplote.

Dobri provodniki toplote odvajajo hitro našo telesno toploto, ako se jih dotaknemo; dozdevajo se nam bolj mrzli nego slabi provodniki toplote, če nas hladijo, t.j. našemu telesu toploto jemljejo; toplejši pa, ko nas grejejo, t.j. našemu telesu toploto privajajo.

Slabi provodniki nam služijo, da telesom toploto dalje časa ohranimo, jih varujemo mraza.

V zimskem času nosimo volneno, sukneno obleko, kožuhe. (Zakaj?) — Kovač ima na kleščah lesena držala. — Železna peč se hitro segreje, pa tudi hitro ohladi. — Zito pod snegom je varno mraza. — Žareče oglje na mrzli kovinski plošči kar hitro ugasne, na deski pa ne. (Zakaj?) — Zakaj ovijamo v zimskem času mlada drevesa in kovinske cevi pri vodnjakih s slamo?

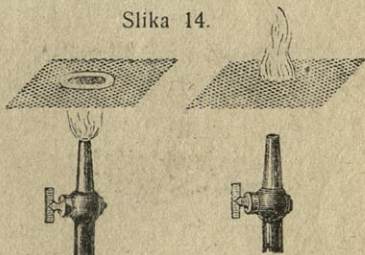
Poizkus: Vzemi tanko žično mrežo in jo drži poprečno čez plamen gorečega plina. Plamen se na mreži pretrga (slika 14.). Žična mreža je dober provodnik toplote in jemlje gorečemu plinu

toliko toplote, da plin nad mrežo ne more več goreti. Da prihaja plin skozi mrežo, prepriča nas dim, ki ga tja pihnemo. Poizkus narediš lahko tudi tako, da pipo plinovodne cevi odpreš in plin nad mrežo užgeš (slika 14. na desni). Potem gori plin nad mrežo, navzdol skozi mrežo pa se ne vžge.

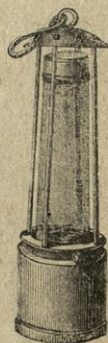
Ta zakon uporabljamo pri Davyjevih svetiljki za rudokope (slika 15.). Oljna svetiljka je povsod obdana s tanko mrežo iz drobnih žic. Ako pride rudokop s to svetiljko v kraj, kjer je treskavi plin, se ta vžge le v svetiljki, zunaj pa ne. Mreža pa vendar ne sme biti razbeljena.

§ 18. Tok toplote v tekočinah in plinih. Poizkus: Stklenico napolni dobri dve tretjini z vodo, ki si ji pri-mešal jantarovega prahu; potem pa jo postavi nad pla-

Slika 14.



Slika 15.



men vinskega cveta (slika 16.). Ko se voda začne segrevati, dviga se jantarov prah nad plamenom proti površju, ob straneh pa pada zopet na dno. Iz tega razvidiš, da je v vodi, ki jo segrevaš od spodaj, nastal dvojen tok; termometer, ki ga vtakneš v vodo, pa ti kaže, da se segreva vsa voda.

Slika 16.



+ Ta dvojni tok je nastal takole: Spodnji del vode nad plamenom se segreje, dotikajoč se stekla. Toplejša voda se raztegne, postane specifično lažja ter splava kvišku. Zgornje plasti vode, ki so bolj mrzle, torej tudi specifično težje, pa padajo ob straneh na dno.

✦ Ako stoji segreti tekočina na mrzlejšem zraku in oddaja toploto na svojem površju, nastane drug tok, ki je ravno nasproten toku pri segrevanju. Tekočina se ohladi najprej na površju (posodo si mislimo pri tem iz slabega prevodnika toplote), postane gostejša in specifično težja ter pada na dno. Od dna navzgor pa vzhaja toplejša in redkejša tekočina.

(Voda ima pri temperaturi $+4^{\circ}\text{C}$ največjo gostoto (glej § 15.); zato mora pri njej, kadar se ohladi do te temperature, nehati gori opisani tok. Pri temperaturah pod $+4^{\circ}\text{C}$ ostanejo najbolj mrzle plasti vode na površju. Vsled tega se tvori prvi led na površju.)

✦ Nadaljnje ohlajenje vode pa napreduje potem zelo počasi, kajti led in voda sta oba slaba prevodnika toplote. V stoječi vodi nahajamo v zimskem času pod ledom temperaturo 0° , niže doli, in sicer prav blizu ledu $+1^{\circ}$, $+2^{\circ}$, $+3^{\circ}\text{C}$ in na dnu $+4^{\circ}\text{C}$.

▽ Morski toki, nastali po toploti. Ob ravniku, sploh v vročem pasu, kjer sonce najbolj pripeka, se morska voda dosti bolj razgreje nego v morjih proti tečajema. Segreta voda se vzdigne nad navadno morsk gladino ter odteka na površju od ravnika proti tečajema. Poleg tega toplega toka se nahaja na dnu morja temu nasproten mrzel tok, kajti na mesto odtekle vode prihaja od tečajev proti ravniku mrzlejša voda. Ako bi voda pokrivala vse zemeljsko površje, in ako bi se zemlja ne vrtela okoli svoje osi, bi imel topli tok natančno smer od ravnika proti tečajema, mrzli tok pa nasprotno smer. Vrtenje zemlje, različna obrežja suhe zemlje in mnogovrstni otoki pa odklanjajo vsakega teh tokov izdatno iz njegove prvobitne smeri.

✦ Za Evropejce posebne važnosti je Zalivski tok. Ta izvira v Mehikanskem zalivu, teče skozi Floridski preliv v severno Atlantsko morje proti Skandinaviji in Izlandiji ter prinaša severo-zapadnim evropskim deželam obilo toplote. Druge velike morske toke nahajamo v Tihem morju.

14. 11. 29.

Tudi plinasta telesa se segrevajo s tem, da nastaja v njih enak tok kakor pri tekočinah. Segreti zrak se razteza in vzhaja kvišku, njegov prostor pa izpolnjuje mrzlejši, ki prihaja ali odstrani ali odspodaj.

Na vse strani zaprte zračje plasti nam služijo kot slabi provodniki toplote; n. pr. dvojna okna, dvojna vrata. — Žaganje, blazine in druga telesa, ki imajo v sebi mnogo zraka, ki se ne more pretakati, so slabi provodniki toplote.

Ako v zimskem času sobna vrata nekoliko odpreš in v odprtino postaviš gorečo svečo, nagne se plamen v sobo, ako stoji sveča na pragu; iz sobe, ako je sveča visoko; ostane pa miren, ako je sveča v polovični višini te odprtine. Kaj kaže ta poizkus? Kako si ga pojasnjuješ?

Vetrovi so zračji toki, ki nastanejo vsled različnih temperatur na zemeljskem površju. Ako se zrak na kakem mestu zelo segreje, se dvigne kvišku ter v višini odteka na stran; na njegovo mesto pa priteka na zemeljskem površju mrzlejši.

Po straneh sveta, odkoder piha, imenujemo veter jug, zahodnik, sever, vzhodnik, jugo-zahodnik itd. Po hitrosti in jakosti imenujemo vetrove: vetrič ali sapico, sapo ali veter, močen veter ali vihar; silno močne vetrove imenujemo tudi orkane.

Po kakovosti morejo biti vetrovi mrzli ali topli, vlažni ali suhi.

Oziraje se na dobe, v katerih pihajo, so vetrovi redni ali neredni. K prvim prištevamo vetrove ob morskih obalah in pasatne vetrove.

1.) Vetrovi ob morskih obalah. Podnevi se suha zemlja hitreje segreje kakor voda. Zrak nad suho zemljo vzhaja kvišku, na njegovo mesto pa prihaja zrak od morja (mornik). Ponoči pa se suha zemlja zopet hitreje ohladi nego morska voda. Zrak nad morjem se dviga, veter piha od suhega na morje (sušnik).

2.) Pasatni vetrovi. Kakor morska voda, segreje se tudi zrak na ravniku zelo močno. Segreti zrak se razteza, vzhaja kvišku in odteka v višavah od ravnika proti tečajema. Na zemeljskem površju pa teče mrzli tok od tečajev proti ravniku. To kroženje zraka imenujemo pasatne vetrove. Ker se zemlja vrti, pasatni vetrovi nimajo natančne smeri proti tečajema; na severni poluti je polarni veter (ki veje od tečaja proti ravniku) severovzhodnik, ravniški veter pa jugozahodnik. Gorovje odklanja na posameznih mestih tudi te vetrove od navedenih smeri.

Raznovrstna menjava med suho zemljo in vodo, gorovja, ki so raznovrstna po obliki in višini, povzročujejo nam raznovrstne vetrove.

V naših krajih se prav pogosto javljata burja (*Bora*) in jug (*Scirocco*), prvi je suh, mrzel in časih zelo močan veter ter prihaja iz severovzhoda od Julijskih Alp, drugi je gorak in prihaja iz Italije.

✚ Ako se v vročem poletnem dnevu sprehajaš mimo senčnatega gozda in ti iz tega nasproti pihlja prijetna hladna sapica, kako si to pojasnjuješ? — Pri vsakem večjem požaru nastane nekak majhen vetrič; zakaj?

2 § 19. **Taljenje.** Poizkus a): Ako v kaki posodi segrevaš vosek, obenem pa opazuješ njegovo temperaturo, opaziš, da se pri temperaturi $68^{\circ} C$ začne pretvarjati v tekočino, se taliti. Enak pojav je pri svincu, bakru, železu itd.; treba le ta telesa segreti do dokaj višje temperature.

✚ Pretvorbo trdnih teles v tekočine imenujemo taljenje; temperaturo, pri kateri se kako telo tali, pa tališče. Vsa trdna telesa niso taljiva, ker se mnoga pri segrevanju razkrajajo v druga telesa, n. pr. les, ki zgori.

Vsaka taljiva tvarina ima svoje tališče.

Tališče nekaterih tvarin: bakra $1050^{\circ} C$, ledú $0^{\circ} C$, srebra $1000^{\circ} C$, svinca $325^{\circ} C$, voska $68^{\circ} C$, živega srebra $-39^{\circ} C$, kovnega železa 1600 do $2000^{\circ} C$, litega železa 1100 do $1200^{\circ} C$.

Tališče zlitin je sploh nižje, nego so tališča njih sestavin. Zlitina 4 delov bismuta, 1 dela svinca, 2 delov kositra se tali že pri $94^{\circ} C$.

Poizkus b): Ako na topel kraj postavimo posodo z razdrobljenim ledom in vanj termometer, vidimo, da kaže termometer od hipa, ko se začne led taliti, do hipa, ko se je stalil ves led, eno in isto temperaturo, namreč $0^{\circ} C$. — Ko v posodi ni več ledu, se začne voda segrevati do višje temperature.

Sploh opazujemo pri vseh taljivih telesih, da se jim za časa taljenja temperatura ne zviša nad tališče, dasiravno dobivajo od zunaj toplote.

✚ Da se tvarina začne taliti, mora dobivati toplote, vendar ta privedena toplota ne more zvišati njene temperature. Toplota, ki jo talečemu se telesu privajamo, služi le za to, da zrahlja zvezo med posameznimi molekulami.

✚ Toploto, ki jo privajamo telesu, ki pa njegove temperature ne poviša, imenujemo utajeno ali skupnostno toploto (latentno toploto). Nasprotno se zove toplota prosta ali občutna, ako temperaturo povišuje in je po termometru čutljiva.

✚ Taleča se telesa utajajo toploto. Utajena toplota se uporablja za to, da zrahlja zvezo med posameznimi molekulami.

Poizkus: c) Ako zmešaš en kilogram vode s temperaturo 80°C z enim kilogramom snega, ki ima ravno temperaturo 0°C , se stopí v njej ves sneg, in potem dobiš 2 kg vode s temperaturo 0°C . Pri talitvi enega kilograma snega ali ledú se utaji prav toliko toplote, kolikor je odda en kilogram vode, kadar se ji temperatura zniža od 80°C do 0°C , namreč 80 kalorij.

Množino toplote, ki se pri talitvi enega kilograma kakega telesa utaji, imenujemo njega talilno toploto.

Talilna toplota znaša pri ledu 80, pri železu po njega kakovosti 20 do 30, pri cinku 28·1, pri srebru 21 kalorij.

Poizkus: d) V vodi raztopi precej veliko soli ter pospešuj raztop s tem, da mešaš vodo. Obenem pa opazuj temperaturo vode, ko si ji primešal soli, in pozneje, ko se je malo ne vsa sol raztopila. Opazil boš, da se je temperatura raztopine znižala za 3° do 5°C .

Toplota se tudi takrat utaja, ako se trdna telesa topé; utajeno toploto jemlje raztopina sama sebi.

Nekatere raztopine utajajo posebno veliko toplote; take se zovejo mrazotvorne zmesi.

Zmes 3 delov snega, 1 dela kuhinjske soli zniža temperaturo od 0°C do -16°C ; 6 delov Glauberjeve soli, 4 deli salmijaka, 2 dela soliterja, 4 deli razredčene žveplove kisline tvorijo zmes, ki daje mraz do -33°C . — Še večji mraz daje zmes êtra in trdne ogljikove kisline (do -79°C). S pomočjo mrazotvornih zmesi moremo na umeten način delati led.

Spomladi ostane zrak hladen, dokler se led in sneg talita. (Zakaj?)

§ 20. **Strjenje.** Poizkus: Ako se staljeni in nad tališče segreti vosek ohlaja, ostane tekoč, dokler se ne ohladi do tališča (64°C). Ko se mu je temperatura znižala do tališča, — se tekočina polagoma pretvarja v trden vosek; temperatura pa se toliko časa ne izpremeni, dokler se ni strdil ves vosek; potem pa zopet pada.

Pretvorbo tekočin v trdna telesa imenujemo strjenje; temperaturo, pri kateri se tekočina strjuje, pa strjevališče ali zmrzišče, če je 0° ali še niže.

Tekočine se strjujejo pri tisti temperaturi, pri kateri se taliyo.

Iz dejstva, da ima staljeno telo med strjevanjem ves čas temperaturo strjevališča, dasiravno oddaja toploto svoji mrzlejši okolici, moramo sklepati, da proizvaja strjajoče se telo samo neko toploto, ali pa postaja v njem prosta neka toplota, ki je bila poprej utajena.

✓ Poizkus: V zaprti posodi moreš vodo, iz katere si s segrevanjem izgnal ves zrak, v mrazotvorni zmesi ohladiti do -10°C , ne da bi se strdila, zmrznila.

✓ Ako pa tako podhlajeno vodo nekoliko streseš, se takoj strdi; njena temperatura pa poskoči na 0°C . Iz tega izvajaj, da tekočine toploto, ki so jo utajile pri taljenju, pri strjenju zopet izpuščajo, da postane prosta ali občutna.

✓ S poizkusi je dokazano, da postane pri taljenju kakega telesa utajena toplota vsa prosta, kadar se tekočina zopet strdi.

✓ Raztopine imajo nižje strjevališče nego čista voda; morska voda zmrzne šele pri -2°C . (Zakaj?) — Vobče se telesom pri taljenju prostornina poveča, pri strjenju pa zmanjša; izjemo delajo led, lito železo, bismut in nekatera druga telesa. Zato plava led na vodi.

✓ § 21. Vrenje. Poizkus: Steklenico, v kateri sta približno $\frac{2}{3}$ čiste vode, postavi nad plamen vinskega cveta; v vodo pa obesi termometer. — Ko se voda nekoliko segreje, se tvorijo na dnu in ob steni drobni zračji mehurčki, ki vzhajajo na površje. Pri nekoliko višji temperaturi vzhajajo od dna majhni mehurčki, ki pa poprej izginejo, nego dospo do površja vode. Pri temperaturi 100°C od dna vzhajajoči mehurčki proti površju vedno bolj naraščajo, na površju pa razpokajo. Ti mehurčki spravijo vodo v neko kipeče gibanje; pravimo, da voda vre. Od hipa, ko je voda zavrela, kaže termometer vedno isto temperaturo, dokler je v steklenici še kaj vode.

✓ Vrenje je pretvorba tekočine v plinasto telo v notranjščini in na površju. — Pri vrenju nastala plinasta telesa imenujemo pare. Temperatura, pri kateri kaka tekočina zavre, se imenuje nje vrelišče.

✓ Pojav vrenja je tale:

Izprva odhaja zrak iz tekočine, ker dobiva z večjo temperaturo tudi večjo napetost. Kmalu za tem se tvorijo prve pare na dnu posode, kjer je tekočina v dotiki z izvorom toplote. Vzhajajoče te pare pridejo v mrzlejšje plasti in se tam zgoščujejo zopet v tekočino. Ko pa je tekočina dobila zadosti visoko temperaturo, se tvorijo pare, silne dovolj, da zmagujejo zračji pritisk in pritisk tekočine. Toplota, ki jo odslej tekočina dobiva, se uporablja za to, da zvezo med molekulami popolnoma pretrga in premaga zračji pritisk na tekočino. Zato obdrži vrela tekočina eno in isto temperaturo. Čim več toplote dobiva v istem času, tem bolj živahno vre. — Pri vrenju nastale pare imajo isto temperaturo kakor vrela tekočina.

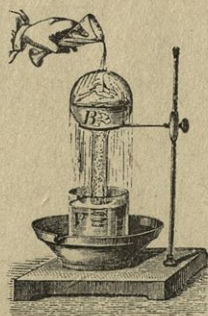
Množino toplote, ki jo potrebuje 1 kg do vrelišča segrete tekočine, da se vsa izpari ali pretvori v pare, imenujemo njeno izparilno toploto.

Vsaka tekočina ima svoje posebno vrelišče.

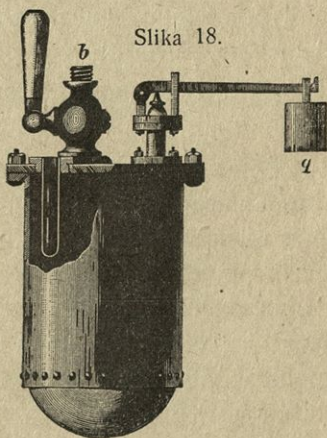
Pod navadnim zračnim pritiskom zavre: alkohol pri 87.5°C , bencin pri 90 do 110°C , laneno olje pri 316°C , petrolej (očiščen) pri 150°C , živo srebro pri 357°C , žveplov eter pri 34.5°C itd.

Poizkus: a) Pod poveznikom zračje črpalke zavre voda že pri temperaturi 60 do 70°C , ako odstraniš zrak iz poveznika. — b) V steklenici s precej dolgim grlom pusti vodo toliko časa vreti, da iztirajo vodene pare ves zrak iz nje; potem pa vzemi steklenico od izvora toplote, jo dobro zamaši in postavi vzvrnjeno na posebno držalo (slika 17.). Voda neha vreti; zavre pa takoj vnovič, ako poliješ steklenico z mrzlo vodo. To moreš nekolikokrat ponoviti. Mrzla voda zgosti vsakikrat vodene pare v vodo, pritisk na vodo se zmanjša in voda zavre vnovič.

Slika 17.



Slika 18.



Vrelišče iste tekočine zavisi od pritiska na tekočino, se znižuje s pomanjšanjem pritiska in povišuje s povečanjem pritiska na tekočino.

Na Sv. Gotthardu (višina 2075 m) zavre voda pri 92.9°C , na Montblanku (višina 4800 m) pri 84°C .

Da povišamo vrelišče vode, služi nam Papinov lonec (slika 18.). To je močan železen lonec s privitim železnim pokrivalom. Na pokrivalu je pritrjena cev *a* do malega polna živega srebra, v katero se vtakne termometer za merjenje temperature v loncu. Na pokrivalu je tudi varovalna zaklopnica, ki jo zapira utež *q*. Ko doseže napetost par gotovo mejo, se zaklopnica odpre in izpusti nekoliko par, s čimer se pritisk v loncu zmanjša.

✕ Voda zavre pod pritiskom ene atmosfere pri 100°C , pod pritiskom dveh atmosfer pri 120°C , pod pritiskom 16 atmosfer pri 200°C .

✕ Zakaj pokrivajo kuharice lonce s pokrovi? — Zakaj se je treba pri do-
ločevanju vrelišča na termometru ozirati tudi na zračni pritisk? — Ako je na
štedilniku voda začela vreti, ali ti kaj koristi, če naložiš mnogo kuriva in s tem
ogenj povečaš?

— Ako voda ni čista, ako ima n. pr. v sebi raztopljene kake soli, zavre šele
pri višji temperaturi.

✕ § 22. **Izhlapovanje.** Poizkus: Ako vliješ v plitvo in odprto
posodo žveplovega etra, vinskega cveta ali vode, izgine tekočina
čez nekoliko časa, posoda se posuši. Tekočina se je pretvorila v
plinasto telo, v hlapne, ali je izhlapela.

✕ Pretvorbo tekočin pri navadnih temperaturah v plinasta te-
lesa imenujemo izhlapevanje. Izhlapovanje se vrši pri vsaki
temperaturi, pa le na površju tekočine.

✕ Tudi nekatera trdna telesa izhlapevajo, n. pr. kafa, jod, led
(zmrzlo mokro perilo se tudi počasi suši).

✕ Hlapna telesa so taka, ki že pri navadni temperaturi
jako izhlapevajo. Žveplov eter, vinski cvet itd. so hlapna telesa.

Poizkusi: *a)* Ista množina vode izhlapeva hitreje v plitvi in
široki posodi, nego v ozki in dolgi cevi. — *b)* Mokro perilo obešamo
na sonce ali toplo peč, da se hitreje posuši. — *c)* Na tintno liso
na papirju pihamo, da se tinta hitreje usuši. — *d)* Ako postavimo
izmed dveh skledic eno pod poveznik zračje črpalke, drugo pa pu-
stimo v sobi nepokrito, se voda iz skledice pod poveznikom zračje
črpalke hitreje usuši, ako odstranjujemo iz poveznika zrak in ob-
nem tudi nastale hlapne.

Hlapanje se dá torej pospeševati s tem, da

1.) povečamo površje hlapne tekočine, 2.) povi-
šamo temperaturo, 3.) s preprihom odstranjujemo
nastale hlapne in 4.) zmanjšamo pritisk na tekočino.

✕ Poizkus: *a)* Termometrovo kroglo omotaj s platnom ali pre-
divom in jo pomoči v vinski cvet. Vinski cvet izhlapeva, in sicer tem
hitreje, ako mahaš s kroglo po zraku; termometer pa pada za pre-
cejšnje število stopinj. — *b)* V livkasto stekleno posodo nalij žveplo-
vega etra; v eter pa postavi tanko stekleno cev, v kateri je
nekoliko vode.

S pomočjo meha pihaj potem zrak v žveplov eter (slika 19.). Črez nekoliko časa zmrzne voda v stekleni cevi.

Tekočine pretvarjajoče se v plinasta telesa, utajajo toploto; ta utajena toplota se uporablja v to, da popolnoma pretrga zvezo med posameznimi molekulami.

Slika 19.

Hlapeča telesa jemljejo utajeno toploto sebi in svoji okolici.

Množino toplote, ki se utaji ali porabi pri pretvorbi enega kilograma kake tekočine v hlape, imenujemo hlapilno toploto.

Zakaj nas mrazi, ko pridemo iz kopeli, posebno takrat, če je vetrovno?

— Zakaj čutimo mraz, če na roko vlijemo nekoliko vinskega cveta? — Zakaj je ta mraz manj občuten, če vlijemo vode? (Voda je manj hlapna.) — Zakaj nas hladi, če stojimo v prepihu ali si pahljamo zrak?



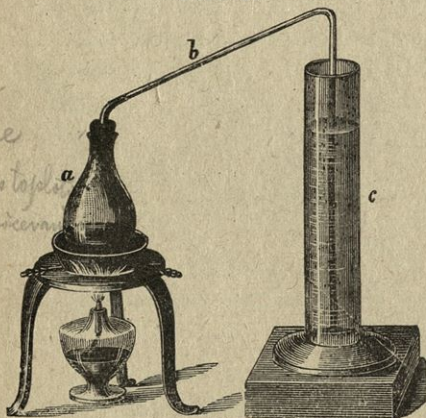
§ 23. **Zgoščevanje hlapov in par.** Poizkusa: *a*) Mrzla steklena plošča, ki jo držiš nad vrelo vodo, se orosi in postane mokra. Nad vrelo vodo vzhajajo beli megleni mehurčki. Vzhajajoče vodene pare se ohladi in postanejo zopet kapljivo tekoče. — *b*) Vzemi na enem koncu zatvorjeno stekleno cev polno vodenih par in jo potisni v drugo širšo cev z živim srebrom. Ako prvo cev v drugo pogrezneš in tako vodene pare v njej zadosti stisneš, pretvori se jih nekoliko v vodo. — Iz teh poizkusov sledi: Pare in hlapi se pretvarjajo zopet v tekočine, ako jih zadosti ohladimo ali pa stisnemo.

Pretvorbo par in hlapov v kapljevine imenujemo njih zgoščevanje.

Poizkus: V posodi *a* (slika 20.) vre voda, njene pare morejo odhajati skozi cev *b*. Najprej počakaj, da vodene pare iztirajo iz posode *a* ves zrak, potem pa postavi pod cev *b* posodo *c*, v kateri je do posebnega znamenja mrzla voda določene temperature.

Pare vrele vode se v mrzli zgoščujejo v tekočo vodo, v posodi *c* se zbira vedno več vode in njena temperatura poskoči za nekoliko stopinj. Temperaturo segrete vode določi in si jo zapomni.

Slika 20.



Potem izprazni posodo *c*, napolni jo vdrugeč z mrzlo vodo do iste višine, kakor vprvič ter prilij toliko vrele vode, kolikor se je je prej zgoštilo. Termometer te sedaj uči, da se voda ni za toliko stopinj segrela, kakor vprvič z zgoščevanjem par. Torej sledi:

✦ Ako se pare ali hlapi zgoščujejo v tekočine, izpuščajo prej utajeno toploto ter jo oproščujejo.

Natančni poizkusi uče, da izpuščajo pare pri zgoščevanju prav toliko toplote, kolikor se je je utajilo, ko se je tekočina pretvarjala v pare.

✦ Nekatera plinasta telesa se zgoščujejo, ako njim v razmeroma mali meri temperaturo znižamo ali pa pritisk nanje povišamo. Taka imenujemo običajno pare ali hlapne. Druga plinasta telesa, n. pr. zrak, pa se zgoščujejo le pri zelo nizki temperaturi in pod zelo visokim pritiskom. To so plini ali gazi.

✦ § 24. **Prekapanje. Razhlapanje.** Ako tekočine iz kateregakoli vzroka pretvarjamo v pare in te pare zopet zgoščujemo, imenujemo tako postopanje destilacijo ali prekapanje.

✦ Navadno prekapamo tekočine raditega, da jih očistimo njim primešanih ali v njih raztopljenih trdnih teles ali primešanih manj hlapnih tekočin. S prekapanjem lahko ločimo alkohol od vode (kuhanje žganja), žveplovo kislino od vode itd. Prekapana voda je kemijsko čista. — Nekatera trdna telesa se dado takoj pretvoriti v pare, ki jih lahko zopet zgostimo. Z izparivanjem moremo torej tudi iz kake zmesi trdnih teles ločiti bolj hlapna od manj hlapnih. Tako postopanje imenujemo sublimacijo ali razhlapanje. Zgoščene pare razhlapnih teles so sublimat ali razhlapina; dobivamo jih sploh kakor droben prah, n. pr. žveplov cvet.

✦ § 25. **Izpodnebne padavine.** Ako v zimskem času odpremo okno dobro zakurjene sobe, pada v sobo megla. V zraku nahajajoči se nevidni vodeni hlapi, ki se nahajajo v sobi, se po vpadajočem mrzlem

zraku ohlade, pretvorijo v drobne vodene kapljice, katerih skupino imenujemo meglo. Šipe na oknih gorkih stanovanj se orosijo, ako se temperatura zunanjemu zraku naglo zniža, n. pr. če potegne mrzel veter. Če nastane večji mraz, pa ta rosa tudi zmrzne ter dobimo potem na šipah lepe ledene cvetice.

✓ V zraku se nahaja vedno več ali manj vodenih hlapov. Če jih je toliko, da se že pri majhnem znižanju temperature zgoščujejo v vodene kapljice, imenujemo zrak „vlažen“. Temperaturo, pri kateri se vodeni hlapi v zraku začnejo zgoščevati v tekočino, imenujemo rosišče.

✓ Zemeljska telesa se ponoči bolj ali manj ohlajajo in ž njimi vred tudi zračje plasti, ki se teh teles dotikajo. Če se telesa ohladijo do rosišča ali še do nižje temperature, tedaj se nekoliko vodenih hlapov zgosti v drobne vodene kapljice, ki se kot rosa vsedajo na telesa. Kadar vsled daljšega znižanja temperature rosa zmrzne, dobimo slano.

✓ V ozračju se vodeni hlapi lahko zgoščujejo tudi takrat, kadar se precej vlažen pa topel in mrzel zrak mešata, ali kadar se zrak izdatno (do rosišča) ohladi. V tem slučaju se tvorijo drobne vodene kroglice, ki v zraku plavajo. Skupino takih drobnih vodenih kroglic imenujemo oblak, če plava precej visoko v ozračju, ali pa meglo, če se razprostira ob zemeljskem površju. Ako se te vodene kroglice bolj ohladijo, ali ako pritisne nanje mrzel zrak, se jih združuje več v debelejšje kapljice, ki padajo na zemljo kakor dež. Kadar se zgoščevanje vodenih hlapov vrši pri temperaturi pod ničlo, se tvorijo igličasti kristali, ki padajo na tla kot snežinke. Pri nagli izpremembi temperature se več snežink kaj rado sklopi v okroglasta telesa, sodro ali babje pšeno. — Toča so zmrzle vodene kaplje, ki imajo v sredini sodro. Toča pada v poletnem, redkokdaj v zimskem času.

✓ Nekaterе tvarine, n. pr. strune iz čreves, les, lasje itd., vsrkavajo vodene hlapе iz zraka in izpreminjajo pri tem bolj ali manj svojo obliko. Če pritrdiš 3 do 4 cm dolgo struno iz črevesa na enem koncu tako, da visi struna navzdol, in če na drugi konec strune natakneš papirnat kazalec, si naredil vlagoka z (*higroskop*), t. j. pripravo, ki kaže, je li zrak bolj vlažen ali suh.

Kadar se struna nasrka zračje vlage, se odvija; obratno pa se zavija, kadar se bolj posuši. Da izveš, za koliko se struna zasuče, postavi pod struno v kote razdeljeno krožnino tako, da struna visi nad njenim središčem.

✓ Ako dihamo v mrzlem zraku, prihaja megla iz naših ust. (Zakaj?) — V močvirnatih krajih je več megle in rose nego v drugih. — Kako je to, da

majhni oblaki dostikrat kar izginejo, ako jih solnce obsije? — Kako pojasniš, da prinašata južni in jugozahodni veter deževno, vzhodni in severovzhodni veter pa jasno vreme?

† § 26. **Izžarjevanje toplote.** Ako se obrneš proti prostemu ognju, čutiš v obrazu vročino, ki je tem večja, čim močnejši je ogenj. — Ta vročina pa takoj neha, če postaviš predse kak zaslon. — Iz tega razvidiš, da vročina ne prihaja od zraka okoli tebe, marveč neposredno od ognja skozi zrak, ne da bi se ta segrel. — Če v zimskem času stopiš na solnce, čutiš takoj izdatno toploto na tistih delih telesa, ki jih zadenejo solnčni žarki, dočim je zrak okoli tebe ostal mrzel.

† Grejoča moč solnca pa neha, ako stopiš v senco, ali ako kak oblak zakrije solnce.

† Iz teh opazovanj sklepamo, da toplota dostikrat prehaja s toplejšega telesa na mrzlejše skozi kako tretje telo, ki se pri tem izdatno ne segreje. Toploto, ki se na tak način v prostoru širi, imenujemo izžarjeno toploto.

† Opazovanja nas učé, da topla telesa izžarivajo toploto v mrzlejšo okolico v premih smerih ali da se izžarjena toplota širi premočrtno. Preme črte, ki kažejo smeri v prostoru se šireče izžarjene toplote, imenujemo toplotne trakove ali toplotne žarke. Iz dejstva, da pri solnčnih žarkih obenem s svetlobo čutimo tudi toploto, sklepamo, da se svetloba in izžarjena toplota širita z isto hitrostjo.

† Izkušnja uči, da izmed teles iste temperature nekatera v istem času izžarivajo več toplote nego druga; — telesa imajo torej različno izžarilnost.

† Največjo izžarilnost imajo črna in na površju hrapava telesa; najmanjšo pa svetla in uglajena.

† Ako toplotni žarki zadenejo ob površje kakega telesa, se na tem deloma odbijajo, deloma pa prodirajo v notranjščino telesa, ki jih potem več ali manj propušča skozi svojo tvarino, ali pa jih vsrkava ter se tako segreva. Neprozorna telesa jih vobče odbijajo, prozorna pa več ali manj propuščajo.

† Telesa, ki jih izžarjena toplota segreje, imenujemo pregrevna (aterman); telesa pa, ki izžarjeno toploto propuščajo, so nepregrevna (diaterman). Najbolj nepregrevni telesi sta zrak in kamena sol.

nepregrevna telesa.

Poizkus: Dve enako veliki stekleni posodi, katerih ena je zunaj s sajami prevlečena, napolni z vodo ter ji potem izpostavi solnčnim žarkom. V istem času se segreje voda v počrnjeni posodi do višje temperature nego v drugi.

Telesa vsrkavajo izžarjeno, nanje vpadajočo toploto v različni meri; največ je vsrkavajo taka telesa, ki imajo tudi večjo izžarilnost.

Saje vsrkavajo malone vso nanje vpadajočo toploto; telesa temne barve, posebno če so na površju hrapava, vsrkavajo dosti več toplote nego svetla in gladka.

V poletnem času nosimo obleko bolj svetle, v zimskem času bolj temne barve. — Sneg skopni hitreje nego sicer, če ga posujemo s pepelom ali sajami. — V belih in leskečih posodah ostajajo jedila dalje časa gorka nego v temnobarvanih ali sajastih. — Listje in drugi deli rastlin so na strani, proti nebu obrnjeni, gladki, spodaj pa bolj hrapavi. To jih varuje podnevi prevelike vročine, ponoči, ko toploto izžarivajo, pa mraza. (Zakaj?) — S čim varujemo pozimi pohišstvo blizu peči, da od prevelike vročine ne razpoka? — V starih, zunaj sajastih ponvah zavre voda hitreje kakor v novih, zunaj svetlih. (Zakaj?)

§ 27. **Viri toplote.** 1.) Največji vir toplote nam je Solnce, ki nam pošilja v enem letu toliko toplote, da bi mogla ista staliti ledeno plast, ki bi obdajala zemljo kroginkrog 30 m visoko.

Solnčni žarki prihajajo na zemljo skozi zrak, ne da bi ga neposredno kaj segreli. To nam pričajo visoke gore, ki so leto in dan pokrite s snegom in ledom; to so dokazali tudi zrakoplovci, ki so našli v ozračju tem večji mraz, čim više so splavali.

Zemlja vsrkava od solнца prihajajočo toploto in se tako segreva. Svojo toploto podeljuje zračnim plastem, ki se je neposredno dotikajo. Ko se te segrejejo, se razredčijo ter vzhajajo kvišku; na njih mesto pa prihajajo druge, mrzlejšje, ki se istotako segrejejo.

Eno in isto telo se po solnčni toploti tem bolj segreje: a) čim več solnčnih žarkov ga v istem času zadeva, b) čim več časa prejema toploto in c) čim manjša je njegova specifična toplota.

Ker je Solnce v primeri z našimi zemeljskimi daljavami od nas zelo, zelo oddaljeno, smatramo solnčne žarke medsebojno vzporedne. Posledek tega pa je ta, da zadeva isto ploskev največ žarkov takrat, ako vpadajo nanjo pravokotno, tem manj pa, čim bolj je proti smeri vpadajočih žarkov naklonjena. Na strehah in rebrih proti solncu obrnjenih skopni sneg prej nego drugod, v pri-sojnih krajih dozoreva sadje hitreje nego v osojnih. Tudi kakovost zemeljskega površja vpliva zelo na to, ali se zemlja bolj ali manj segreje. — Gola, peščena tla se v istem času in na istem kraju dosti bolj segrejejo kakor s travo prarastla.

Na ravniku solčni žarki sploh ne vpadajo tako pošev, kakor na krajih proti tečajema, torej je ob ravniku sploh tudi višja temperatura nego v krajih proti tečajema. — Na enem in istem kraju zadevajo solčni žarki zemljo v poletnem času v manj poševni smeri nego pozimi, torej povzročujejo poleti tudi višjo temperaturo.

Od solčnega vzhoda do poldne narašča temperatura, od poldne naprej pa pojema. Najnižja temperatura je ob času solčnega vzhoda, najvišja pa v zimskem času ob 14., v poletnem času pa med 15. in 16. uro.

2.) Zemlja. Zemeljske tvarine so sploh slabi provodniki toplote; v poletnem času ne prodere toplota globoko v Zemljo in istotako ne mraz v zimskem času. V globočini približno 20 *m* nahajamo poleti in pozimi stalno temperaturo; do sem ne sega torej niti mraz niti vročina na zemeljskem površju. Ako od te plasti stalne temperature kopljemo 25 do 30 *m* globokeje, najdemo za 1° C višjo temperaturo nego je v plasti stalne temperature. V globočini 50 do 60 *m* pod plastjo stalne temperature se temperatura poviša že za 2° C itd. Ta okoliščina, dalje ognjeniki in toplice opravičujejo misel, da je Zemlja znotraj zelo vroča, in sicer tako vroča, da je v globočini kakih 75 *km* že vse kamenje raztaljeno.

V kletéh pariške zvezdarne, globokih 27.5 *m*, kaže termometer od leta 1783. neprenehoma 11.8° C. — Pozimi so kleti toplejše, poleti hladnejše nego je zunaj. — Kmetovalci čuvajo repo, krompir itd. mraza s tem, da ga zakopljejo precej globoko v zemljo. — Izmed toplic omenjamo: Karlovi vari imajo temperaturo +75° C, wiesbadenske pa +70° C itd.

Slika 21.



3.) Mehanični viri toplote. a) Razvoj toplote z drgnjenjem. Ako drgnemo dva kosa lesa enega ob drugega, se oba segrejeta, časih celó toliko, da se vžgeta. Svedri, pile, žage se z drgnjenjem bolj ali manj segrejejo. Vžigalice vžigamo s tem, da jih ob hrpavi ploskvi drgnemo.

b) Razvoj toplote z udarom in s pritiskom. Ako kovač železo dolgo enakomerno kuje, se mu segreje; more ga na ta način celó razbeliti. — Pod konjskimi kopiti se iskri, ako udarjajo s podkvami ob kamenje. — Slika 21. kaže stekleno cev, ki je spodaj dobro zadelana, znotraj povsod enako široka in v kateri se dá zrakotesno premikati bat. Na spodnji del bata pritrdi kosček kresilne gobe. Ako bat prav naglo potisneš v cev in s tem zrak hitro in močno stisneš, se pri tem toliko segreje, da se kresilna goba vžge. Taka priprava se imenuje zračje (pnevmatično) vžigalo.

✓ Kadar se plinasta telesa razpenjajo, se ohlajajo; n. pr. vodene pare velike napetosti, ki odhajajo skozi ozko cev, se zunaj izdatno ohladi.

4.) Kemijski viri toplote. Ako žgano vapno poliješ z vodo (ga gasiš), se močno segreje; istotako se močno segreje čista žveplova kislina, če ji priliješ vode. Sploh se toplota razvija vsakokrat, kadar se tvarine kemijsko spajajo, in sicer največ pri gorjenju.

✓ 5.) Životna toplota. Vsako živo človeško ali živalsko bitje dobiva po kemijskih presnovah, ki se vršijo v njegovem ustroju, toliko toplote, da ima svojo stalno temperaturo.

6.) Končno imamo kot vir toplote omeniti tudi elektriko.

IV. Molekularne sile, njih delovanje in učinki.

✓ § 28. **Molekularne sile.** Če hočemo zvezo posameznih molekul pretrgati, treba za to večjega ali manjšega napora. Istotako čutimo neki upor, če poskušamo kako telo stisniti ali mu zmanjšati prostornino.

+ Med posameznimi molekulami delujejo torej sile, ki molekule v medsebojni leži vežejo in se vsaki izpremibi medsebojne razdalje molekul upirajo. Te sile so zvezne sile ali zveznost (kohezija); ker delujejo le med molekulami, se zovejo tudi molekularne sile, in sicer so dvojne: a) privlačne, ki branijo molekulam oddaljevati se, in ki jih vzbujamo, ako hočemo telo pretrgati; b) odbijalne, ki molekule pri stiskanju odbijajo. Oboje delujejo le v neskončno majhno daljavo, kajti če si kako telo pretrgal in potem posamezne dele še tako natančno pritisnil drugega k drugemu, vendar se nikoli ne poprimejo tako trdno, kakor so se držali poprej.

✓ Toplota zmanjšuje privlačne, a povekšuje odbijalne sile, kar razvidimo iz tega, da se telesa v toploti raztezajo, v mrazu pa krčijo.

✓ Pri trdnih telesih prevladujejo privlačne, pri raztezno tekočih pa odbijalne sile; pri tekočinah so v notranjščini privlačne sile le za nekoliko jačje od odbijalnih, na površju pa že prevladujejo odbijalne.

§ 29. **Skupnost trdnih teles.** Nekatera trdna telesa moremo mehničnim pótém precej lahko deliti ali jim dajati drugo obliko, nekatera pa bolj težko. Trda telesa so ona, ki se izdatno upirajo, ko jim hočemo delce odtrgati; — nasprotna so mehka.

Oba pojma sta le relativna, kajti govorimo n. pr. o trdem in mehkem lesu, kruhu, železu itd. Izmed dveh tvarin je ona trša, s katero moremo drugo rezati ali praskati. Eno in isto telo more biti ali trdo ali pa mehko. Trdota zavisi od marsikaterih okoliščin. V toploti se tvarine sploh mehčajo, v mrazu pa trdijo; tudi način ohlajevanja vpliva na trdoto. Steklo in jeklo postaneta z naglim ohlajenjem zelo trda; baker in med pa mehka. Čiste kovine so sploh mehkejše nego njih zmesi. Zato se primeša zlatu in srebru bakra, da postaneta trša.

✚ **Krhka telesa** so tista, ki se zdrobijo, ako se pretrga zveza le med nekaterimi molekulami.

Steklena plošča se razleti v mnogo kosov, ako jo upogibljemo ali zvijamo. Steklenice z debelimi stenami, ki so hitro ohlajene (bolonjske steklenice), se razprše v prah, ako jih s kremencem malo prasnemo. Steklena kaplje, t. j. kaplje, ki jih dobimo, če izpustimo nekoliko tekoče steklovine v vodo, se razprše v prah, ako jim odtrgamo ost.

✚ Iz železa, srebra, zlata se dajo vleči dolge, poljubno tanke žice; iz voska delamo raznovrstne podobe; iz ilovice dela lončar lonce. Telesa, ki se dajo iz ene oblike stalno pretvoriti v drugo, ne da bi se zveznost pretrgala, so vlečna ali raztezna.

✚ Vosek in smola sta v mrazu trda in krhka; po toploti pa postaneta mehka in raztezna. Zelo raztezno n. pr. je zlato.

✚ Kroglo iz kavčuka moreš tako stisniti, da dobi popolnoma drugačno obliko; ko nehaš pritiskati, postane zopet okrogla, kakršna je bila. Jekleno pero smeš precej zavijati; ko ga izpustiš, dobi svojo prejšnjo obliko.

✚ Telesa, ki menjajo svojo obliko in časih tudi prostornino, ako deluje nanje sila, a dobé svojo prejšnjo obliko in prostornino, ko sila neha, so prožna. Vzrok, ki v prožnem telesu spravlja telesne molekule v njih naravno lego, imenujemo prožno silo ali skratka prožnost.

✚ Ako kriviš jekleno palico, dobi svojo prejšnjo obliko le takrat, ako nanjo delujoči pritisk ni prekoračil gotove meje. Ako je pritisk prevelik, se palica ali stare ali pa ostane nekoliko ukrivljena. Telesa so torej prožna le do gotove meje.

✚ Popolnoma prožna telesa so plinasta telesa, tekočine le pri tlačenju; nekoliko prožna pa so vsa telesa. Toplota in način obdelovanja vplivata močno na prožnost. Če razbeljeno jeklo naglo ohladimo, postane trdo in krhko;

trdo jeklo do gotove meje segreto pa postane prožno. — Baker, med, srebro postanejo prožni, ako jih polagoma kujemo.

Prožna telesa rabimo: 1.) za obleko, da se telesu dobro prilegajo in ga v gibanju ne ovirajo, 2.) kot gibajočo silo (pri urah itd.), 3.) da zmanjšujemo udarce ali sunke, n. pr. peresa pri kočijah, ali če krehke reči zavijamo v slamo, da se pri pošiljatvi ne potarejo, 4.) da dve ali več reči drugo k drugi pritiskamo (pri ključavnicah, nožih itd.); 5.) da merimo sile in določujemo teže (silomeri, tehtnice na peresa).

Upor, ki ga čutimo, ako skušamo telesu pretrgati zvezo njegovih molekul, imenujemo trdnost. — Pavolnato nit laže raztrgaš kakor svilnato iste debelosti. Po kamenu moraš s kladivom ali kakim drugim orodjem tolči, da ga zdrobiš. Telesa imajo različno trdnost.

§ 30. **Sprijemnost.** Poizkusi: *a)* Stekleno ploščo potrosi z moko ali drugim prahom. Na plošči obvisi nekoliko moke ali prahu, četudi jo vzvrneš. — *b)* Če položiš dve na površju prav gladki plošči drugo na drugo, se tako sprimeta, da ji težko ločiš. — *c)* Vtakni v vodo prst; iz vode potegneš mokrega. — Ako se dotikata dve telesi v več točkah, se tako sprimeta, da jih more ločiti le večja ali manjša sila. Ta pojav imenujemo **sprijemnost**; silo pri njej delujočo pa **sprijemno silo** ali **izkratka sprijemnost** (adhezijo).

Sprijemnost med dvema telesoma je večja, ako se v več točkah dotikata in zavisi od tvarine dotikajočih se teles ter deluje le v neskončno majhne daljave; med trdnimi in kapljivimi, ali trdnimi in plinastimi telesi je večja nego med trdnimi. Poizkus *c)* uči, da je sprijemnost med roko in vodo večja nego zveznost vode. Z oljem ali tolščo pomazano steklo se v vodi ne omoči, torej je sprijemnost manjša nego zveznost vode. Sprijemnost med dvema telesoma povečamo, ako spravimo med nju tekočino, ki se sčasoma strdi. Mizar maže deske s klejem, da se dobro sprimejo itd. — Pisanje s črnilom, kredo itd. so pojavi sprijemnosti. — Zakaj je perje povodnih ptic mastno?

§ 31. **Raztop.** Poizkus: Sladkor, ki ga vržeš v vodo, začne kmalu razpadati v majhne kosce, ti zopet v manjše itd., da končno sladkorja ni več videti. Voda pa dobi sladek okus.

Sprijemnost med trdnim in kapljivo tekočim telesom more biti večja nego je zveznost trdnega telesa; trdno telo razpada v tekočini ali, kakor pravimo, telo se topi. Tekočino, ki ima v sebi kako raztopljeno telo, imenujemo **raztopino**.

Kamen se ne topi ne v vodi ne v vinskem cvetu; pečatni vosek se ne topi v vodi, ponekoliko pa v vinskem cvetu.

Vsa telesa niso raztopljiva; eno in isto telo je v nekaterih tekočinah raztopljivo, v drugih pa ne. V določeni množini iste tekočine se more raztopiti le določena množina trdnega telesa, drugo ostane neraztopljeno.

Poizkus: V stekleno posodo daj kuhinjske soli in vode, soli primeroma dve tretjini. Nekoliko soli se raztopi, druga pa ostane na dnu. Ako posodo z vodo segrevaš, se raztaplja vedno več soli.

Čim toplejša je torej tekočina, tem večje množine enega in istega telesa more topiti.

Raztop se dá pospešiti s tem, da a) trdno telo mehanično zdrobimo, b) tekočino mešamo in c) raztopino segrevamo.

§ 32. **Vpojnost.** Oblačila, viseča v prostorih, polnih tobakovega dima, se navzamejo vonja po tobaku. — Voda ima vedno nekoliko zraka v sebi.

Trdna telesa in tekočine imajo svojstvo, da vsrkavajo prva tekočine in plinasta telesa, druga pa plinasta telesa v svoje luknjice in jih tam obdržé. Ta pojav imenujemo vpojnost (absorpcijo).

Mrzla voda vpija velike množine ogljikove kisline, posebno takrat, kadar se ta vanjo pritiska. Oglje od lesa ali kosti vpija različne pline, barvila in dehteče tvarine. Smrdljiva voda izgubi svoj smrad, če jo precedimo skoz sveže žgano oglje.

§ 33. **Mešanje.** Ako v kozarec vode prilijemo nekoliko vina, recimo črnega, se vino v vodi tako razdeli, da ga ne moremo več ločiti od vode. Tekočina dobi nekoliko rdečkasto barvo, vonj in okus po vinu. Vino se je zmešalo z vodo in obratno. Ta pojav imenujemo mešanje tekočin.

Olje se ne meša z vodo; četudi posodo prav krepko stresemo, se zbere vendar kmalu vse olje zopet na površju vode. Vse tekočine se ne mešajo; tiste pa, ki se mešajo, lahko mešamo v katerikoli meri.

✦ Dve ali več zmešanih tekočin imenujemo njih zmes.

✦ Kovine se dajo mešati, ako so staljene, n. pr. baker in cink, zlato in srebro itd.; zmesi kovin imenujemo zlitine.

§ 34. **Kristaliziranje.** Poizkus: a) V plitvi posodi raztopi kuhinjske soli, kolikor je moreš, potem postavi posodo na toplo mesto. Voda polagoma izhlapeva, sol pa se nabira v trdni skupnosti

na dnu v majhnih kockah. — *b)* V posodi raztali nekoliko žvepla, potem postavi posodo na hladno mesto. Ko se žveplo zadosti ohladi, se na njegovem površju naredi trdna skorja. Ako to predereš in izliješ tekoče žveplo pod njo, najdeš pod skorjo veliko žveplovih iglic.

Nekatere tvarine dobivajo, ako postajajo iz tekočin zopet trdne, posebne like s pravilnimi ogli in sijajnimi ploskvami. Take like imenujemo kristale (ledce); pojav pa kristaliziranje.

Tvarine kristalizirajo le takrat, ako so bile raztopljene ali po toploti raztaljene. Nekatere tvarine se pretvarjajo takoj iz trdnih v plinasta telesa, n. pr. jod, kafa; ako se taka plinasta telesa z ohladom zopet strjujejo, tudi časih kristalizirajo. Tako kristaliziranje imenujemo prehlapovanje (sublimacijo) ali kristaliziranje po suhem potu.

Kristali so sploh bolj trdi in krhki nego so iste tvarine ne-kristalizirane. Tudi so bolj prozorni, imajo drugo barvo in tališče ter kažejo sploh v različnih smerih razna svojstva.

Posebno radi se vlegajo na trdna telesa. Tudi voda kristalizira, n. pr. v snežinkah ali pa v ledu na šipah. — Kristali imajo sploh nekoliko vode v sebi (kristalna voda).

✓ Tvarine so brezlične, ako nikdar ne kristalizirajo.

V. Nauk o magnetizmu.

§ 35. **Magnetna telesa.** Nekatere železne rude, posebno magnetovec, magnetni kršec in magnetit, privlačijo železo in jeklo nase, da na njih obvisi. Isto svojstvo dobivata na umeten način tudi železo in jeklo. Taka telesa imenujemo magnete, njih svojstvo in stanje magnetnost, vzrok magnetnosti pa magnetizem.

Magneti so dobili svoje ime po mestu Magnezija, kjer so že v starodavnih časih opazovali magnetnost nekaterih rud.

Poleg železa in jekla privlačujejo magneti tudi nikelj, vendar ne tako krepko.

Telesa, ki imajo že v prirodi svojstvo magnetnosti, so prirodni magneti, vsi drugi magneti so narejeni ali umetni.

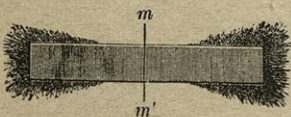
Poizkus: Ako na niti visečemu magnetu bližoš kos železa, se magnet bližoš železu, privlaka med železom in magnetom pa postaja tem večja, čim bližoš sta prišla. Iz neke razdalje priskoči magnet k železu ter obvisi na njem. — Bližoš li visečemu železu magnet, tedaj priskoči železo k magnetu ter obvisi na njem.

Med magneti in železom ali jeklom opazuješ privlačnost tudi takrat, če so med njimi druga telesa, n. pr. les, steklo, papir itd., na katera magnet ne deluje.

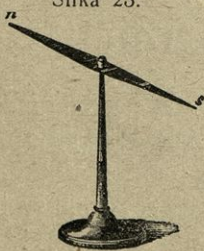
† Magnetizem deluje tudi v daljave in skoz druga telesa.

§ 36. Magnetiški poli in njih vzajemno delovanje. Poizkus: Magnetno palico posuj z železnimi opilki. Opilki obvisi na njej, toda ne povsod v enaki množini: na koncih jih obvisi največ, v sredi pa nobeni (slika 22.). — Magnetnost torej ni po vsem magnetu enaka; največja je v skrajnih točkah, ki jih imenujemo magnetiška pola, najmanjša pa v sredi magneta, v *mm*. To mesto imenujemo magnetiško razmejo (indiferentni pas); prema, ki veže oba pola, je magnetiška os.

Slika 22.



Slika 23.



Poizkus: Drobnost magnetno palico obesi na tenko svileni nit ali pa jo natakni na priostreno vertikalno os, da se more v horizontalni ravnini zlahkoma vrteti (slika 23.). Ako zavrtiš ta magnet okoli njegove osi, se po daljšem vrtenju ustavi v taki smeri, da kaže en pol proti severu, drugi proti jugu. V to lego se vrača magnet vsakokrat, kadarkoli ga spraviš iz njegove ravnotežne lege. Pol, ki kaže proti severu, imenujemo severni (severokazni) pol; pol, ki kaže proti jugu, pa južni (jugokazni) pol.

Za te poizkuse uporabljamo navadno tenke magnetne palice, na koncih priostrene in s kapico iz ahata, s katero jih polagamo na jekleno ost (slika 23.). Take magnetne imenujemo magnetnice.

Poizkus: Ako severnemu polu magnetnice bližoš severni pol drugega magneta, se magnetnica odklanja, kar kaže, da se pola odbijata. — Ako istemu polu magnetnice bližoš južni pol drugega magneta, se magnetnica začne bližati drugemu magnetu.

Istoimenski magnetiški poli se odbijajo, raznoimenski pa privlačijo.

Kako moreš preiskovati, ali je kak kos železa ali jekla magneten ali ne?

Poizkusa: *a)* Dva magneta, ki ležita z istoimenskimi poli drug na drugem, nosita večjo utež nego en sam. — *b)* Ako obesiš na severni pol kakega magneta toliko utež, da jo še nosi, potem pa položiš na ta magnetni pol južni pol drugega magneta, odpade utež; — privlačna sila se je zmanjšala. Iz tega izvajaj: Magnetizem na obeh polovicah magneta mora biti različen. Magnetizem na strani severnega pola imenujemo severni, magnetizem na strani južnega pola južni. Istoimenska magnetizma se ojačujeta ali v učinkih podpirata, raznoimenska se slabita ter eden uničuje učinke drugega.

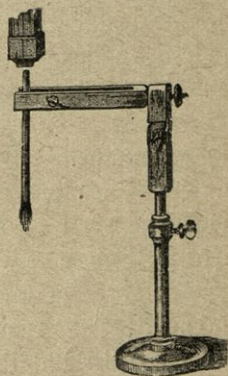
Čim bolj sta magnetiška pola drug od drugega oddaljena, tem manjša je sila, s katero se istoimenska odbijata in raznoimenska privlačujeta.

Prostor okoli magneta, v katerem se javi njegovo delovanje na drug magnet, železo ali jeklo, imenujemo njegovo magnetiško polje.

§ 37. **Magnetiška razdelba ali influenza.** Poizkus. Ako se s polom krepkega magneta dotakneš paličice iz mehkega železa, da na njem obvisi, se paličica omagnetni ter privlači drugo, ta zopet tretjo. Od magneta bolj oddaljene paličice so slabejši magneti. Z magnetnico se prepričaš, da imajo konci omagnetene železne paličice, ki so obrnjeni proti magnetu, raznoimenske, drugi, od magneta obrnjeni, pa istoimenske pole. — Odstraniš li magnet od prve paličice, izgubijo takoj vse svojo magnetnost.

Da se železo na ta način omagnetni, ni treba, da bi se magneta neposredno dotikalo, marveč zadošča, da je le blizu krepkega magneta (slika 24.). Jemlješ li za ta poizkus namesto mehkega železa jeklo, se tudi jeklo v bližini magneta omagnetni; vendar ostane jeklo potem trajen magnet, čeravno ga od magneta odstraniš. — Iz tega izvajaj:

Slika 24.



† Jeklo in mehko železo postajata v bližini magnetov magnetna, in sicer jeklo trajno, mehko železo pa le začasno. Raznoimenski pol je na strani, obrnjeni proti magnetu, istoimenski pol pa na strani, ki je od magneta obrnjena v stran. Tako magnetenje imenujemo magnetiško razdelbo ali influenco.

Poizkus: Ako magnetno palico v sredini prelomiš, sta obe polovici popolna magneta. Na prelomišču sta nastala dva pola; središče vsake polovice, ki je bilo poprej magnetno, pa je izgubilo svojo magnetnost.

† Prelomiš li to polovico v dva dela, dobiš zopet dva magneta, od katerih ima vsak svoj južni in severni pol. Sploh se kaže vsak najmanjši del kakega magneta kot popoln magnet sam zase. — Združiš li vse kose istega magneta v onem redu, kakor so bili poprej, in jih precej močno stiskaš, dobiš iz vseh zopet samo en magnet.

† Ker sestoji vsako telo iz molekul, si mislimo, da so pri magnetu posamezne molekule že popolni magneti, ki imajo svoje severne pole obrnjene na ono stran, kjer ima magnet svoj severni pol, južne pa na nasprotno stran.

† Poizkus: Tanko stekleno cev napolni z jeklenimi opilki ter potezaj ob njej s krepkim magnetom. Jekleni opilki se omagnetijo; vsak opilek zase postane magnet, istoimenski poli vseh merijo na isto stran; vsa cev kaže svojstva magnetne palice. Ako pa te magnetne opilke v cevi streseš, da se dobro pomešajo, cev ni več magnetna, posamezni opilki so vendar še magnetni vsak zase. — Tudi pri nemagnetnem železu in jeklu so molekule magnetne, vendar so njihovi poli na različne strani obrnjeni tako, da se učinki njih delovanja na zunaj uničujejo. — Magnetiško influenco pojasnjujemo takole:

† Če se približa magnet jeklu ali železu, zavrti v njem molekularne magnete tako, da se njih raznoimenski poli obrnejo proti magnetu, istoimenski pa od magneta. Takemu vrtenju pa stavijo molekule večji ali manjši upor nasproti (magnetiško upornost). Železo se v bližini magneta takoj omagnetni, izgubi pa svojo magnetnost, če ga od magneta odstranimo. † Železo ima majhno magnetiško upornost; jeklo pa veliko, ker ostane magnetno, če ga od magneta oddaljimo.

† Iz povedanega izvajamo, da pri magnetenju ne prehaja nobena sila z magneta, ki ga omagnetujemo. Novi magnet je z magnetizmom nasičen, ako so vsi njegovi molekularni magneti uvrščeni v isto smer.

✓ Kako pojasnjuješ, da postane jeklena palica jačji magnet: *a)* ako z magnetom po njej večkrat potezaš, *b)* ako je bolj debela?

✓ § 38. **Magnetenje jeklenih palic.** Magnete si prirejamo iz posod enako gostega in trdega jekla, navadno v obliki palic, ki jih omagnetujemo s tem, da potezamo po njih z drugimi magneti.

✓ Jekleno palico, ki jo hočeš omagnetiti, položi na mizo, in sicer njena konca na podstavi iz mehkega železa; po palici pa potezaj od njenega središča proti enemu koncu magnet s katerimkoli polom. Magnet je treba pri tem nekoliko na palico pritiskati in držati pošev. Na koncu palice odvzdiguuj magnet ter ga v precej velikem loku postavljalj zopet v središče palice. Potem potezaj še z drugim magnetiškim polom na isti način po drugi polovici palice.

✓ Polovica palice, po kateri si potezal z južnim magnetiškim polom, postane severno magnetna, druga polovica pa, po kateri si potezal s severnim polom, postane južno magnetna.

✓ Po debelejših palicah je treba z magnetom potezati ob vseh straneh.

✓ Jakost v novem magnetu vzbujenega magnetizma je zavisna od jakosti magneta, s katerim se poteza, od velikosti in kakovosti jekla in od števila potezov. Izkušnja uči, da najdemo pri vsakem magnetu mejo, čez katero njegova magnetnost ne more rasti, četudi potezamo po njem prav dolgo z drugim magnetom. To mejo imenujemo *sitišče*.

✓ Jakost različnih magnetov primerjamo s tem, da določujemo največje uteži, ki jih more magnet nositi; te jemljemo potem za mero njih nosilnosti.

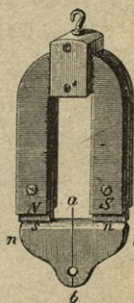
✓ Magnete večje nosilnosti dobimo, ako damo magnetom obliko podkve ter več enakih magnetov zvežemo v magnetno baterijo, položivši jih z istoimenskimi poli drugega na drugega (slika 25.). Navadno je v sredini ležeči magnet nekoliko daljši nego drugi.

✓ Vsak magnet, ki ne nosi uteži, oslabi sčasoma. Da mu njegovo magnetnost ohranimo, polagamo mu na pole kose iz mehkega železa, kotvice.

V sliki 25. je *mn* taka kotvica, na katero se obešajo še uteži na kljukico pri *b*.

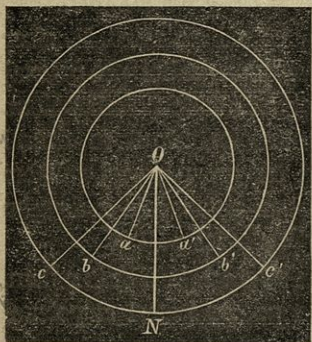
✓ Silni udarci, večkratno odtrgavanje kotvice in velika toplota zmanjšujejo magnetnost. V ognju razbeljen magnet izgubi svojo magnetnost. — Nasprotno se jeklena orodja, žage, pile i. dr. časih z drgnjenjem in mnogoštevilnimi slabimi udarci nekoliko omagnetijo.

Slika 25.



§ 39. **Meridijan. Poldnevica.** Ako položimo ravnino skozi svoje bivališče in zemeljsko os, seče ta ravnina površje naše Zemlje v

Slika 26.



krugu, ki ga imenujemo meridijan svojega bivališča. Ta seče horizontalno ravnino, položeno skozi naše bivališče, v premi črti, poldnevnicami imenovani. Senca vsakega vertikalnega in od Solнца obsevanega predmeta je opoldne, ko gre Solnce skozi poldnevnicu, najkrajša in kaže natančno proti severu.

Prav natančno poldnevno črto dobiš na ta način, da načrtaš na horizontalni deski več koncentričnih krogov (slika 26.) in postaviš v njih skupnem središču kratko palico vertikalno ali navpično na desko. Ako desko in palico obseva Solnce, opazuj dopoldne točke a, b, c , v

katerih se palična senca zaporedoma dotika raznih krogov. Prav tako opazuj popoldne točke a', b', c' , v katerih se palična senca dotika ravno istih krogov. Razpoloviš li potem po vrsti kote aOa', bOb', cOc' , se prepričaš, da imajo vsi eno in isto razpolovnico ON ; ta je poldnevna črta, v to smer kaže palična senca točno opoldne.

§ 40. **Magnetiški odklon.** Ako na kaki mizi ali drugem horizontalnem predmetu zarišeš poldnevnicu in nanjo postaviš okoli vertikalne osi vrtljivo magnetnico, opazuješ, da njeni severni pol ne kaže točno proti severu, marveč nekoliko vstran na zahodno stran, južni pa nekoliko proti vzhodni strani.

Poldnevnicu in magnetiška os se ne ujemata, marveč oklepata kot, ki ga imenujemo magnetiški odklon ali deklinacija.

Ravnino, ki jo položimo skozi os mirujoče magnetnice in zemeljsko središče, zovemo magnetiški meridijan.

Magnetiški odklon je torej kot, ki ga oklepata astronomijski in magnetiški meridijan.

Magnetnica, ki se lahko vrti okoli vertikalne osi v horizontalni ravnini, se zove odklonica ali deklinacijska igla.

Magnetiški odklon je na raznih krajih različen; na nekaterih krajih je zahoden, na drugih vzhoden, t. j. ponekod kaže severni pol odklonice nekoliko proti zahodu, ponekod proti vzhodu.

Črta, ki vsejese vse kraji isto deklinacijo se imenujejo isogone

Tudi na enem in istem kraju se magnetiški odklon nekoliko izpreminja. V naših krajih imamo sedaj zapadni magnetiški odklon približno 8° , ki od leta do leta malo pojema.

S pomočjo odklonice določujemo strani sveta, ter imenujemo nalašč v ta namen prirejene priprave busole, če so bolj majhne, ali pa kompase, če so bolj velike. Pri obojih je magnetnica spravljena v posebni medeni s stekleno ploščo pokriti škatlici. Pod magnetnico je načrtana vetrovnica, časih pa tudi v stopinje razdeljen krog, čigar središče se ujema z iglino osjo.

Kitajci so poznali kompas že leta 1100. pr. Kr.; Evropejci so ga začeli rabiti šele v 12. stoletju po Kr. Kompas je neobhodno potrebno orodje mornarjem in rudokopom; pa tudi na kopnem, posebno v tujini, bi ga težko pogrešali.

§ 41. **Magnetiški naklon.** Poizkus: Jekleno iglo, ki se v medenih vilicah lahko vrti okoli horizontalne, skozi njeno središče (težišče) idoče osi, obesi na tanko svilnato nit (slika 27.). Dokler igla ni magnetna, ostane mirna, spravi jo v katerokoli lego.

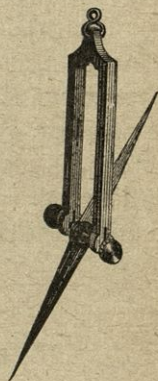
Če pa jo omagnetiš, se sama ob sebi le tedaj umiri, kadar je njena os v smeri odklonice in njen severni pol nekoliko navzdol naklonjen. Spraviš li iglo iz te ravnotežne lege, se vrne vsakikrat v to lego nazaj.

Kot, ki ga oklepa os take mirujoče igle s horizontalno ravnino, imenujemo magnetiški naklon ali inklinacijo, na opisani način prirejene magnetne igle pa naklonice ali inklinacijske igle.

Na severni poluti je severni pol naklonice naklonjen proti Zemlji, na južni poluti pa južni pol. Magnetiški naklon je na različnih krajih različen, blizu ravnika je enak ničli, odtod proti tečajema pa narašča; blizu polov znaša 90° . V Ljubljani znaša $61^\circ 20'$ in se vsako leto zmanjšuje za $1\text{--}8'$.

§ 42. **Zemlja kot magnet.** Poizkusa: a) Na mizo položi magnetno palico, nad njo pa premikaj naklonico tako, da stoji os, okoli katere se vrti, pravokotno na magnetiški osi palice. Ako držiš naklonico nad središčem magnetne palice, se magnetnica postavi horizontalno; njen južni pol pa se naklanja proti severnemu polu magnetne palice, ako naklonico premičeš proti severnemu polu palice, in sicer tem bolj, čim bliže prihajaš koncu palice. Nad severnim polom palice se naklonica postavi v vertikalno smer. — Na južno-

Slika 27.



magnetni strani magnetne palice se naklanja proti njej severni pol naklonice ter se postavi nad polom v vertikalno smer. — b) Dolgi železni drogi, ležeči v smeri mirujoče naklonice, se nekoliko omagnetijo, o čemer se prav lahko prepričaš z občutljivo magnetnico.

Primerjamo li ta dva poizkusa s pojavoma magnetiškega odklona in naklona, pridemo do zaključka, da ima Zemlja svojstvo magnetnega telesa, da je torej velik magnet. Njena magnetiška pola se nahajata v tistih dveh točkah, koder je magnetiški naklon enak 90° , njena magnetiška razmeja pa je blizu ravnika, kjer je magnetiški naklon enak 0. Zemlja kot magnet deluje na jeklo, železo in magnetna telesa kakor vsak drug magnet.

VI. Nauk o elektriki.

a) Statična elektrika.

1. Osnovni elektriški pojavi.

§ 43. Elektriški pojavi sploh. Poizkus: Ako dobro obrisano stekleno palico drgneš (tereš) s svilnato ali volnato tkanino ali z amalgamiranim* usnjem in jo potem približaš lahkim telesom, n. pr. kroglicam iz bezgovega stržena, priskočijo ta telesa k palici; ko so se je dotaknila, pa odskočijo zopet na vse strani. V temi opazuješ iskrice, ki preskakujejo z malim praskom s palice na bližajoča se telesa. Blizu take palice se začnejo lasje ježiti, pri čemer dobiš občut, kakor bi bil s pajčevino prepreden.

Steklena palica je dobila s trenjem neka svojstva, katerih poprej ni imela; s trenjem si jo spravil v stanje, ki mu pravimo električnost.

Telesa, ki se nahajajo v elektriškem stanju, imenujemo električna; vzbujanje električnosti v kateremkoli telesu imenujemo elektrenje, vzrok električnosti pa elektriko.

Elektrika, ki jo vzbujamo s trenjem, je torna elektrika.

* Amalgam je zlitina z enim delom cinka, enim delom kositra in dvema deloma živega srebra. S takim v prah stolčenim amalgamom namazano usnje imenujemo amalgamirano.

Staj je amalgam

Enaka svojstva kakor steklo dobivajo s trenjem še mnogotera druga telesa. V ta namen najbolj porabna telesa so: pečatni vosek, ebonit, jantar, kavčuk, smola, svila i. dr.

Ako poprej popisani poizkus večkrat ponavljaš, in stekleno palico časih bolj močno, časih le bolj slabo tereš ali drgneš, opazuješ, da iste kroglice iz bezgovega stržena ne priskakujejo in nato ne odskakujejo vsakikrat z isto živahnostjo; tudi iskrice ne boš vsakikrat opazil. — Iz tega moreš sklepati, da je električnost steklene palice časih jačja (kadar priskakujejo kroglice z večjo silo in iz večje daljave), časih slabša; pravimo, da ima steklena palica časih večjo, časih manjšo elektrenino. Pri električnosti teles moramo torej razločevati razne stopinje kakor razločujemo tudi pri toplotnosti ali temperaturi teles razne stopinje.

Električnost so že stari Grki opazovali na jantaru, ki so ga imenovali elektron. Odtod izvirajo izrazi: električen, elekrika, električnost.

§ 44. **Elektrenje po podelitvi.** Poizkus: Na dvakrat zaviti stekleni cevi (slika 28.) visi na svilnati niti kroglica iz bezgovega stržena. Taka priprava se zove elektriško nihalo. Ako se z električno stekleno palico te kroglice dotakneš in ji potem bližaš drugo prav tako visečo kroglico, priskočita druga k drugi, potem pa se odbijeta.

Slika 28.



Prva kroglica, dotaknivši se električnega telesa, je prišla v elektriško stanje, postala je električna.

Telesa postanejo tudi električna ali se oelektrijo, ako so se dotaknila kakega električnega telesa.

Tako elektrenje imenujemo podelitveno ali elektrenje po podelitvi in pravimo, da električna telesa svojo električnost podeljujejo telesom, ki pridejo z njimi v dotiko.

Natančni poizkusi učé, da izgubi električno telo pri tem toliko elektrenine, kolikor je dobi telo, ki se ga je dotaknilo.

Kakšen razloček opazuješ med magnetnimi in električnimi tesli?

§ 45. **Dobri in slabi elektrovodi.** Poizkusi: a) Kroglica iz bezgovega stržena a (slika 29.) visi kakor pri elektriškem nihalu na svilnati niti; pod njo pa kroglica b na pavolnati niti. — Ako krog-

lico *a* naelektriš s kakim električnim telesom, postane električna tudi kroglica *b*, kajti pritegne k sebi in potem odbije tretjo kroglico, ki jo ji približaš.

Električnost kroglice *a* se je torej razširila po pavolnati niti tudi na kroglico *b*. — Kadar pa kroglica *b* visi na svilnati niti, ne postane nikakor električna, če oelektriš kroglico *a* slabo ali bolj močno. — *b*) Kovinsko kroglo obesi na svilnato nit ter se je dotakni z električnim telesom. Krogla postane takoj na vsem površju električna. Če ta poizkus ponoviš na stekleni krogli, nahajaš jo električno edino le v tisti točki, v kateri si se je dotaknil z električnim telesom. — *c*) Ako se električne kovinske krogle s prstom dotakneš, izgubi takoj po vsem površju svojo električnost, steklena pa edinole na onem mestu, kjer se je s prstom dotakneš.

Slika 29.



Na nekaterih telesih se elektriško stanje izlahka širi na vse strani, na nekaterih pa ne, ali: nekatera telesa provajajo elektriko, nekatera pa ne. Telesa prve vrste imenujemo dobre, telesa druge vrste slabe elektrovode.

Razlika med dobrimi in slabimi elektrovodi je v tem, da telesa razširjanju elektrike stavijo manjše ali večje ovire ali upor, ki se zove elektriški provodni upor; čim večji je ta upor kakega telesa, tem slabši elektrovod je to telo.

Dobri elektrovodi so: vse kovine, oglje, voda, Zemlja, človeško in živalsko telo, vlažen zrak itd. Slabi elektrovodi so: steklo, smola, ebonit, kavčuk, jantar, suh zrak, mastna olja, alkohol itd.

Slabe elektrovode imenujemo tudi izolatorje (osamila).

Ako se pri poizkusu *c*) električne krogle dotakneš s prstom, se kroglica elektrika razširi po prstu, dalje po tvojem telesu, s tega po sobi in tako naprej po vsej Zemlji, torej po tako velikem prostoru, da se v njem kar izgubi; navadno pravimo, da steče elektrika po našem telesu v Zemljo in se ondi izgubi. O krogli pravimo, da se je razelektrila.

Da električna telesa ne izgube svoje električnosti, treba jih je od vseh strani obdati s slabimi elektrovodi — ali jih izolirati. Najboljšim izolatorjem pripadajo: šelak, ebonit, suho steklo, suh zrak in svila.

V vlažnem zraku se elektriški poizkusi slabo obnašajo. (Zakaj?) — Primerjaj to, kar si se učil o dobrih in slabih provodnikih toplote.

§ 45. **Pozitivna in negativna elektrika.** Poizkusa: *a)* Kroglici dveh elektriških nihalo oelektri z električno stekleno palico. Bližaš li potem kroglici drugo proti drugi, se odbijata in druga drugi umikata. — Iste pojave opazuješ, ako kroglicama podeliš elektriko s palico od pečatnega voska ali ebonita, ki si jo trl z lisičjim repom. — *b)* Ako oelektriš kroglico enega nihala s stekleno palico, kroglico drugega nihala pa s palico iz pečatnega voska ali ebonita ter bližaš potem drugo drugi, se že izdaleč privlačujeta.

Poizkusa učita, da mora biti električnost steklene palice, ki si jo trl s svilnato tkanino, različna od električnosti na pečatnem vosku ali ebonitu, ki si ga trl z lisičjim repom, — da moramo razločevati torej dve vrsti elektrike. — Elektriko, vzbujeno s trenjem na steklu, imenujemo **pozitivno**, elektriko pečatnega voska ali ebonita, ki jo vzbujamo, teroč ga z lisičjim repom, pa **negativno**. Pozitivno elektriko zaznamujemo običajno s $+E$, negativno z $-E$.

Istoimensko električna telesa se odbijajo, raznoimensko električna pa privlačujejo.

§ 47. **Elektroskop** se imenuje vsako orodje, s katerim lahko izvemo, ali je kako telo sploh električno in, če je električno, katere vrste elektriko ima. Najbolj enostavni elektroskop je elektriško nihalo (slika 28.), ki pa je precej slabo občutljivo. — Prav občuten elektroskop kaže slika 30. V grlu suhe steklenice tiči kovinska palica, ki gre skozi stekleno, v stekleničnem grlu s pečatnim voskom utrjeno cev. Ta palica ima na zunanjem koncu kovinsko ploščo p , na notranjem koncu pa dva tanka listka iz zlata ali aluminija.

Če se plošče p dotakneš z električnim telesom, ji podeliš torej nekoliko elektrike, ki steče po kovinski palici in listkih. Listka postaneta istoimensko električna ter se odbijata in razhajata, in sicer tem bolj, čim višja je stopinja njune električnosti ali čim večjo imata elektrenino.

Z jako električnimi telesi pa se plošče p ne smemo dotakniti, ker se sicer listka vsled velike odbojne sile lahko odtrgata. — Da se temu izognemo, se poslužujemo poizkusne kroglice, t. j. majhne kovinske kroglice,

Slika 30.



ki je pritrjena na palico iz ebonita ali kakega drugega slabega elektro-
voda. Če vzamemo konec te palice v roko in se s kroglico dotaknemo kakega
električnega telesa, preide nekoliko elektrike na kroglico: to elektriko pa lahko
potem prenesemo na elektroskop. Čim več elektrike je bilo v točki, ki smo se
je s poizkusno kroglico dotaknili, tem več je prenesemo na elektroskop, tem
večji razhod kažeta listka na elektroskopu. Elektroskop nam služi torej tudi
za merilo stopinje električnosti onega telesa, ki se ga dotika, ali s katerim je
po dobrem elektrovodu zvezan.

✓ *Poizkus a)*: Izmed dveh enako velikih in si podobnih elektro-
skopov oelektri enega s pozitivno električno stekleno palico, dru-
zega pa z negativno električno ebonitno palico, in sicer vsakega
toliko, da kažejo listki na obeh precej močan, vendar enako velik
razhod. Potem se dotakni ploščic obeh elektroskopov z drobno žico,
ki jo držiš z izolujočim držalom. V hipu, ko tako zvežeš oba elektro-
skopa, upadejo vsi listki, elektroskopa izgubita svojo električnost.
— Pozitivna elektrika se je po žici kot dobrem elektrovodu razširila s
prvega elektroskopa na drugega in obratno. Ker sta elektroskopa
enako velika in sta izprva kazala isti razhod listkov, smemo sklepati,
da je imel prvi prav toliko pozitivne elektrenine, kolikor je imel drugi
negativne, in da je po dotiki z žico z vsakega elektroskopa prešla
polovica njegove elektrenine na drugega. Ker pa elektroskopa po
medsebojni zvezi izgubita svojo električnost, moramo dalje sklepati,
da se na enem in istem telesu enaki množini pozitivne in negativne
elektrike uničujeta.

✓ *Poizkus b)* Enemu izmed elektroskopov, ki jih rabiš pri po-
izkusu *a)*, podeli pozitivne elektrike, da kažeta listka krepek razhod,
potem prenašaj nanj s poizkusno kroglico z negativno električne
ebonitne palice polagoma vedno več negativne elektrike. Izprva upa-
data listka, v nekem trenutku upadeta popolnoma, da visita vzpo-
redno, potem pa se začneta vnovič razhajati in postaneta negativno
električna. — Iz teh poizkusov izvajamo:

Pozitivna in negativna elektrika sta si v učin-
kih protivni, tako da ena uničuje učinke druge.
Telo, ki dobi istotoliko pozitivne elektrenine, koli-
kor ima negativne, izgubi svojo električnost.

Kako moreš na elektroskopu natančno preiskovati, ali je kako telo dober
ali slab elektrovod? Kako moreš z elektroskopom dognati, katero izmed dveh
električnih teles ima višjo stopinjo električnosti?

Z elektroskopom tudi lahko dokažemo, da pri trenju dveh teles postaneta
obe telesi električni, in sicer eno pozitivno, drugo negativno električno; v to
svrhu treba skrbeti, da sta pri trenju obe telesi izolirani. Če drgnemo n. pr.

steklo s svilnato tkanino, se na tkanini vzbujena negativna električna steka po našem telesu v zemljo, dočim ostane pozitivna na steklu, ki je slab elektrovod.

✦ § 48. **Sedež elektrike. Prosta električna se razširja le na površju električnih teles.** Resničnost tega izreka dokažeš s temle poizkusom: Na izolirano kovinsko ploščo postavi elektroskop, ki smo ga popisali v prejšnjem paragrafu, črezenj pa povezni drobno žično mrežo zvončeve oblike, da stoji na plošči in da se obenem tudi dotika na elektroskopu ploščice. Na vnanji strani mreže pa obesi na več mestih na pavolnatih nitih lahke kroglice (elektriška nihala). Če podeliš žični mreži katerekoli elektrike, odskočijo nihala, listka na elektroskopu pa se ne razhajata. Mreži podeljena električna se razprostira torej le na zunanjem površju, na elektroskop pa ne prehaja, dasiravno se mreže dotika, sicer bi se morala listka odbijati.

✦ § 49. **Gostota elektrike. Razdelitev elektrike na površju električnih teles.** Kakor smo že poprej omenili, more elektriško stanje enega in istega telesa časih biti jačje, časih slabše, ali kakor tudi pravimo, eno in isto telo je časih z elektriko bolj napolnjeno ali ima večjo elektrenino. ✦ Na enem in istem telesu more biti električna torej časih bolj, časih manj gosta.

Množino elektrike ali elektrenino na ploskovni enoti na površju električnega telesa (n. pr. na kvadratnem milimetru površja) jemljemo za mero elektriške gostote na dotičnem mestu.

Poizkus: a) Ako se izolirane električne kroglice dotikaš s poizkusno kroglico zaporedoma na različnih mestih in tam prejeta elektriko prenašaš na občutljiv elektroskop, kažeta listka isti razhod, naj se dotakneš katerekoli točke kroglinega površja. Pri tem pa moraš paziti, da je krogla dobro izolirana in da elektroskopu pred vsako novo dotiko s poizkusno kroglo odvzameš poprej podeljeno elektriko.

✦ Poizkus: b) Na izoliran kovinski valj obesi na različnih mestih po več parov kroglic iz bezgovega stržena na pavolnate niti. Če podeliš temu valju katerekoli elektrike, kažejo največji razhod tiste kroglice, ki visijo na koncih valja, najmanjši razhod pa kroglici v sredini.

✦ Na kroglastih telesih se električna razširja po vsem površju v enaki meri, tako da je elektriška gostota povsod enaka; na telesih drugačne oblike je elektriška gostota večja v onih točkah, ki so od sredine telesa bolj oddaljene, največja pa ob robih in ostenh.

✕ Ker se istoimenske elektrike odbijajo, izvajamo, da elektrika teži na to, da bi odšla z električnega telesa, in da mora biti ta težnja tem večja, čim večja je elektriška gostota. Ta težnja se javi kot elektriški pritisk, ki je ob robih in osteh največji.

Kjer je mnogo elektrike nakopičene na majhnem prostoru, začne prehajati v zrak. Najbližji zračji molekuli dobijo po podelitvi istoimensko elektriko ter se odbijajo, na njih mesto prihaja odstrani drug zrak. Ta postane zopet električen ter se odbija. S tem nastane elektriški veter; električno telo pa izgublja vedno več svoje elektrike.

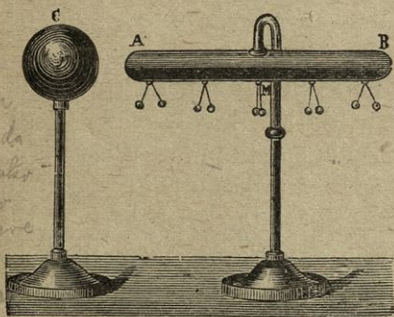
✕ Telesa morajo biti kroglasto obrobljena, ako hočemo njih električnost dalje časa obdržati. (Zakaj?) — Na katerih telesih moreš več elektrike nakopičiti, na otljih ali na masivnih? — Ali morajo biti telesa, na katerih hočemo elektriko hraniti, vsa iz dobrih elektrovodov, ali zadostuje tudi, če so iz slabih elektrovodov, a na površju oblepljena s štanijolom?

§ 50. Elektrenje po influenci (Elektriška razdelba). Poizkus:

a) Ukrivljena steklena palica nosi na koncih kroglasto obrobljen kovinski valj *AB* (slika 31.); na valju visita na več mestih po dve

kroglici iz bezgovega stržena na pavolnatih nitih. Temu valju se da poljubno približevati ali od njega oddaljevati na stekleni palici izolirana kovinska krogla *C*. Ako podeliš krogli *C* katerekoli elektrike, ter jo približaš valju *AB* toliko, da ne preskoči nanj elektriška iskra, kažejo kroglice na valju razhod. Največji razhod kažejo kroglice, na koncih viseče; kroglici v sredini *M* ne kaže nobenega razhoda.

Slika 31.



Kovinski valj *AB* je postal torej električen, ko biva električna krogla *C* v njegovi bližini; in sicer je gostota njegove elektrike na koncih največja, v sredini *M* pa najmanjša.

Valj *AB* pa izgubi svojo električnost, če odstraniš elektriko krogla *C* ali s tem, da kroglo odstraniš, ali da se je s prstom dotakneš.

✕ Poizkus: b) Ako je krogla *C* pozitivno električna in ako bližaš valju *AB* pozitivno električno kroglico, visečo na svilnati niti, jo

polovica AM privlači, polovica MB pa odbija. Krogli C bližnja polovica valja je torej negativno, od nje oddaljena polovica pa pozitivno električna.

✓ Poizkus: c) Ako se s prstom dotakneš valja AB , dokler je blizu njega pozitivno električna krogla C , upadejo kroglice polovice MB , ostale kažejo pa še nekoliko večji razhod. Pozitivna elektrika valja AB je torej odvodna ali prosta, negativna pa ni odvodna, ampak vezana.

✓ Poizkus: $č$) Valja AB se dotakni s prstom, t. j. odvzemi mu prosto pozitivno elektriko, dokler je krogla C blizu njega. Potem pa odstrani kroglo C ali pa jo razelektri. Sedaj kažejo vse kroglice na valju AB razhod. S pomočjo elektroskopa se lahko prepričaš, da ima valj odvodno ali prosto negativno elektriko.

✓ Ako bi za navedene poizkuse krogli C podelil negativne elektrike, bi se prepričal, da je polovica valja AM pozitivno, druga polovica MB negativno električna. Pozitivna elektrika bi bila vezana, negativna pa prosta in odvodna.

Valj AB postane tudi takrat električen, kadar stoji med njim in kroglo steklena plošča ali sploh plošča iz slabega elektrovoda.

✓ Iz navedenih poizkusov izvajamo te zakone: Na vsakem telesu se nahajata obe elektrenini, pozitivna in negativna, v enaki množini, tako da se njuni učinki na zunanost uničujejo ali nevtralizirajo... 1.)

✓ Vsako električno telo deluje že iz daljave na izolirane dobre elektrovode tako, da razsebuje obe elektrenini ter raznoimensko privlači, istoimensko pa odbija na najbolj oddaljene točke... 2.)

✓ Ta pojav imenujemo elektriško influenco (elektriško razdelbo) ali elektrenje po influenci ali razdelbi.

✓ Po influenci vzbujena istoimenska elektrika je prosta in odvodna, raznoimenska pa vezana ter postane prosta, ako razdelilno delujoče električno telo odstranimo... 3.)

✓ Ali moreš elektrenje po influenci pokazati tudi na elektroskopu? — Ali je potrebno potrebno dotakniti se elektroskopa, da zveš, je li katero telo električno ali ne? — Kakšen razloček je med magnetenjem in elektrenjem po influenci?

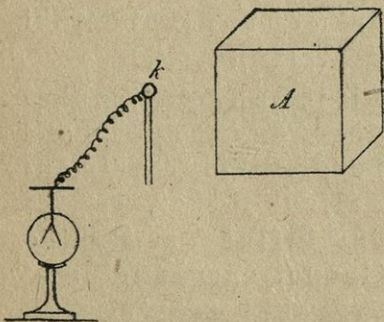
† Poizkus *d*): Ako izolirani pozitivni električni krogli *A* bližaj drugo tudi izolirano, pa neelektrično kroglo *B*, skoči pri neki razdalji s krogle *A* iskra na kroglo *B*. Krogla *A* izgubi pri tem nekoliko elektrenine, krogla *B* pa je prav toliko dobi.

† Krogla *A*, bližajoča se krogli *B*, vzbuja v tej elektriko po influenci, istoimensko odbija v oddaljene točke, raznoimensko pa privlačuje. Ko doseže razdalja obeh krogel gotovo mejo, se združita raznoimenski elektrenini obeh krogel skoz zrak v obliki elektriške iskre. Na krogli *B* ostane po influenci vzbujena pozitivna elektrenina, krogla *A* pa je iste nekoliko izgubila, namreč toliko, kolikor se je uničilo z negativno elektrenino krogle *B*. Navadno pravimo, da smo krogli *B* elektrike podelili; v resnici pa elektrenje po podelitvi ni drugzega kakor elektrenje po influenci. Elektriška iskra je plod združitve raznoimenskih elektrik skoz zrak ali druge slabe elektrovode.

† Kako pojasnjuješ pojav, da električno telo drugo neelektrično izprva privlačuje, a potem zopet odbija, ko sta se telesi dotaknili?

§ 51. Elektriški potencijal. Elektriška kapaciteta. Poizkus: *a*) Kocko iz lepenke s 25 do 30 *cm* dolgim robom, ki je na eni strani odprta, zunaj in znotraj pa prevlečena s staniolom, postavi na podlogo iz slabega elektrovoda, n. pr. na ebonitno ploščo. V daljavi najmanj enega metra od kocke postavi občutljiv elektroskop in ga zveži s tanko žico s poizkusno kroglico *k* (slika 32.).

Slika 32.



Podeliš li kocki katerekoli elektrike, razširi se le na vnanjem površju (§ 48) ter ima ob robih in oglih največjo gostoto (§ 49).

Ako pa se z izolirano poizkusno kroglico dotikaš električne kocke na raznih mestih, opazuješ na elektroskopu vedno eden in isti razhod listkov, in sicer tudi takrat, kadar se kocke dotikaš v njeni notranjščini.

Razhod listkov se poveča, če kocki podeliš več elektrike, da dobi večjo elektrenino. Iz tega poizkusa sklepamo:

† Stopinja električnosti enega in istega telesa, ki se javi po razhodu listkov na nekoliko oddaljenem in s tem telesom vodilno zvezanem elektro-

skopu, je na vsem površju zunaj in znotraj enaka, postane pa večja, ako ima telo večjo elektrenino.

Stopinjo električnosti kakega telesa imenujemo njegov elektriški potencial, merimo ga po razhodu listkov na elektroskopu, ki je iz večje daljave po tanki žici s tem telesom vodilno zvezan.

Poizkus: *b*) Dvema izoliranima, enako velikima kockama *A* in *B* (slika 33.), od katerih je vsaka kakor pri poizkusu *a*) zvezana z enakim elektroskopom, podeli pozitivne elektrike, in sicer toliko, da dobiš pri obeh isti razhod listkov. Iz enakih razhodov listkov smeš sklepati, da imata obe kocki isti potencial. Ako potem kocki zvežeš s tanko izolirano žico, se razhod listkov na nobenem elektroskopu ne izpremeni.

Če pa podeliš *A* toliko elektrike, da kaže z njo zvezani elektroskop večji razhod listkov kakor

drugi, in potem kocki kakor poprej zvežeš, upadeta nekoliko listka levega elektroskopa, listka desnega, s kocko *B* zvezanega, pa se nekoliko bolj razideta; končno kažeta oba elektroskopa enak razhod.

Iz tega poizkusa izvajamo:

1.) Ako dve telesi enakih potencialov zvežemo po tankem elektrovodu ali ji spravimo v dotiko, se njun potencial ne izpremeni.

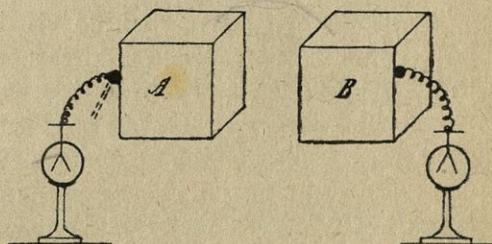
2.) Ako dve telesi raznih potencialov zvežemo, steče s telesa, ki ima višji potencial, toliko elektrike na telo z nižjim potencialom, da dobita obe isti potencial.

Kar smo doslej dokazali pri pozitivno električnih telesih, velja tudi za telesa, ki so oelektrena z negativno elektriko.

Potencial pozitivno električnih teles imenujemo pozitiven, potencial negativno električnih teles pa negativen.

Poizkus: *c*) Kocki *A* (slika 33.) podeli pozitivne elektrike, kocki *B* pa toliko negativne, da dobita obe isti potencial. Zvežeš li obe kocki, kakor pri poizkusu *b*), upadejo listki na obeh elektroskopih; potenciala sta se uničila, kocki sta izgubili vso svojo prosto

Slika 33.



elektriko. — Ako pa kocki *A* podeliš negativne elektrike, kocki *B* pa toliko pozitivne, da ima višji potencial kakor kocka *A*, javljata oba elektroskopa, ko si kocki zvezal, pozitivni potencial, — obratno bi našel skupni potencial negativen, ko bi pred medsebojno zvezo negativno električna kocka imela višji potencial. Pozitivni in negativni potencial se obnašata prav tako, kakor v številni vrsti pozitivna in negativna števila. — O telesu, ki na elektroskopu ne povzroči nobenega razhoda listkov, pravimo, da je njegov potencial enak ničli, ali da nima nobenega potenciala.

Kadar dve telesi raznih potencialov vodilno zvežemo, se vrši izravnava potencialov tako, da prehaja pozitivna elektrika s telesa z višjim potencialom na telo z nižjim.

Poizkus: *d*) Dve različno veliki kocki zveži kakor pri poizkusu *b*) z dvema enakima elektroskopoma, potem podeli eni pozitivne, drugi pa toliko negativne elektrike, da dobiš na obeh elektroskopih isti razhod, da imata obe kocki isti potencial. Ako zvežeš nato obe kocki z izolirano žico, ne upadeta elektroskopa, marveč javljata oba en in isti potencial, in sicer iste vrste, katere je potencial večje kocke. — Ker vemo, da se enake množine raznoimenskih elektrik uničujejo, moramo iz tega poizkusa sklepati, da se nahajajo na telesih, ki imajo isti električni potencial, pa različno velikost, različne množine elektrike.

Telesa različne velikosti potrebujejo različnih množin elektrike, da dobijo potencial iste višine.

O telesih, ki potrebujejo za isto višino potenciala različnih množin elektrike, pravimo, da imajo različno kapaciteto.*

Poizkus: *e*) Kocko *A* (slika 32.) postavi na ploščo iz ebonita, zveži jo po izolirani žici z elektroskopom in ji podeli elektrike, da dobiš na elektroskopu krepek razhod listkov. Ako potem kovinsko

* Potential pomeni pri električnem telesu nekaj sličnega kakor temperatura glede toplotnosti kakega telesa, namreč neko stopinjo njegovega dotičnega stanja. — Čim več toplote ima eno in isto telo, tem višja je njegova temperatura — čim več ima telo elektrike, tem višji je njegov potencial. Temperaturo teles merimo s termometrom, ki ga spravimo s telesom v dotiko. Čim više se vzdiguje živo srebro v termometru, tem višjo temperaturo pripisujemo telesu, ki se ga dotika. Prav tako sklepamo pri električnem telesu iz velikosti razhoda listkov na elektroskopu na stopinjo električnosti telesa, ki je z njim zvezano. Prav tako, kakor ne sme biti termometer v primeri s telesom, katerega temperaturo hočemo meriti, prevelik, ker bi mu sicer odvezel preveč toplote in s

ploščo, ki je vodilno zvezana z Zemljo, kocki oddaleč polagoma bližajš, vendar ne tako daleč, da bi preskočila električna iskra, upadeta listka bolj in bolj, čim bližje pride plošča kocki; razideta pa se do prejšnje višine, če ploščo popolnoma odstraniš. Ako hočeš takrat, kadar je plošča v bližini kocke, na elektroskopu dobiti isti razhod kakor poprej, moraš kocki podeliti več elektrike. — Kocka dobi večjo kapaciteto, kadar se nahaja v bližini dobrega, z Zemljo vodilno zvezanega elektrovoda.

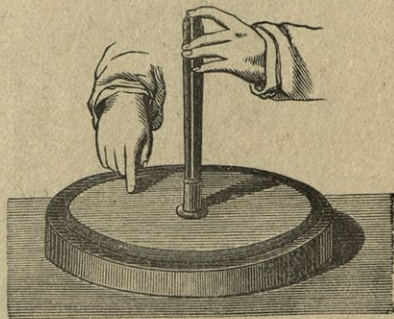
Kapaciteta kakega telesa je zavisna v prvi vrsti od njegove površine (čim večja je površina, tem večja je kapaciteta), potem pa od kakovosti teles v njegovi bližini. Dobri elektrovodi, ki so z Zemljo vodilno zvezani, povišajo v svoji bližini vsakemu telesu njegovo elektriško kapaciteto.

2. Orodja in priprave za vzbujanje in nabiranje elektrike.

§ 52. Elektrofor sestoji iz ebonitne plošče, pritrjene na nekoliko širji krožnik iz kovine, ali pa iz zmesi kolofonija, terpentina in šelaka, ki je vlita v okroglo plitvo posodo iz kovine, in iz nekoliko manjšega okroglega pokrova s steklenim držalom (slika 34.).

Tepeš li ebonitno ploščo z lisičjim repom ali s kako kožuhovino, postane negativno električna. Ako položiš potem na ploščo pokrov, deluje elektrika plošče razdelilno na obe elektrenini, ki se nahajata v pokrovu, raznoimensko privlačuje na

Slika 34.



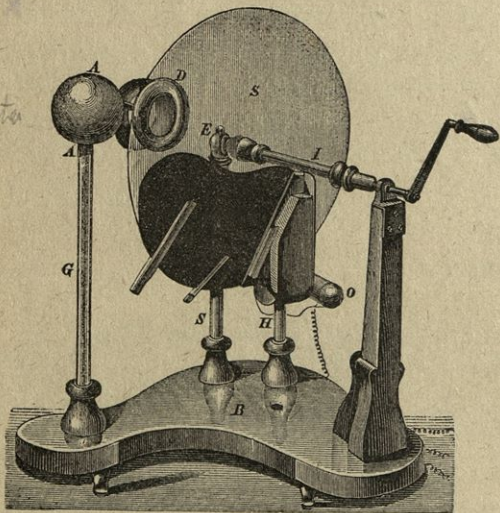
tem znižal njegovo temperaturo, mora imeti tudi elektroskop majhne dimenzije v primeri s telesom, katerega potencial hočemo preiskovati, da mu ne odtegne preveč elektrike] — Elektriška kapaciteta in specifična toplota sta tudi slična pojma. Različna telesa zahtevajo različne množine toplote, da dobijo isto temperaturo, prav tako, kakor moramo podeliti različnim telesom različne množine elektrike, da dobijo potencialne iste višine. Razlika med obema pa obstoji v tem, da je specifična toplota odvisna le od tvarine, iz katere obstoji telo, dočim je elektriška kapaciteta od tvarine popolnoma nezavisna in odvisna le od telesnega površja in od tega, kakšna telesa se nahajajo v njegovi bližini.

spodnjo stran ter jo veže, istoimensko odbija na gornjo stran pokrova. Negativno prosto električno odvedeš, če se pokrova s prstom dotakneš. Vezano pozitivno pa oprostiš, če pokrov s steklenim držalom odvdigneš. Nato jo lahko preneseš na druga telesa. Ker s tem postopanjem ebonitni plošči ne jemlješ njene negativne elektrike, moreš pokrov na ploščo večkrat z istim uspehom kakor prvokrat položiti in zopet odvdigniti.

Pokrov pa ni električen, če ga s steklenim držalom odvdigneš, ne da bi se ga s prstom dotaknil. (Zakaj?)

§ 53. Elektriški kolovrat (slika 35.) ima tri glavne dele: 1.) drgač, 2.) drgalo, 3.) vodilo ali konduktor. — 1.) Drgač

Slika 35.



je velika okrogla steklena plošča *S*, ki se dá vrteti okoli horizontalne osi. 2.) Drgalo *H* sestoji iz dveh z amalgamiranim usnjem prevlečenih deščic, ki jih pritiskata dve prožni peresi od obeh strani k drgaču. Drgalo je kovinsko zvezano s kroglasto obróbljenim kovinskim valjem *O* (negativnim konduktorjem [vodilom]), stoječim na stekleni palici. 3.) Konduktor (vodilo) *A* je medena krogla na stek-

lenem stebru *G*. S tem konduktorjem sta kovinsko zvezana lesena obroča *D*, sesalnika imenovana, ki imata na straneh proti drgaču več kovinskih, iglam podobnih osti. Konduktor *A* se imenuje pozitivni konduktor.

S tem strojem vzbujamo električno na tale način: Ako vrtimo drgač z ročico okoli njegove osi, tere se ob amalgamiranem usnju; steklo postane pozitivno električno, usnje pa negativno. Negativna elektrika usnja se nabira na negativnem konduktorju *O* in odhaja navadno v Zemljo po verižici, vežoč konduktor *O* z Zemljo. Pozitivno električna plošča se vrti do sesalnikov *D*; tam oelektri pozitivni

konduktor *A* po influenci, negativna elektrika je vezana in se nabira v sesalnikovih oseh, pozitivna je odvodna ter se nabira na konduktorju *A*. Vezana negativna elektrika ima v oseh toliko gostoto in tolik pritisk, da prehaja skozi zrak na drgač in uničuje njegovo pozitivno elektriko. Odtod naprej se vrti steklena plošča do drgala neelektrična; teroča se ob drgalu se zopet pozitivno oelektri. Vsled tega se navedeni pojavi ponavljajo. — Ako vrtimo drgač okoli njegove osi, dobimo na konduktorju večjo množino pozitivne elektrike. Njena gostota narašča le do gotove meje, ki je zavisna od kakovosti elektriškega stroja in od tega, je li zrak bolj ali manj suh.

Ako pozitivnemu konduktorju postavimo nasproti kovinsko kroglo, ki je vodilno zvezana z negativnim konduktorjem, preskakujejo elektriške iskre, dokler vrtimo drgač in razdalja med kroglo in konduktorjem ni prevelika.

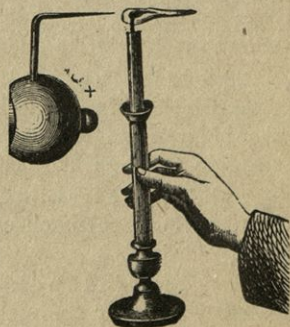
S pozitivnega konduktorja ne moreš zvabiti nobene iskre, če ga po kovinski verižici ali sploh vodilno zvežeš z negativnim. Pozitivna in negativna elektrika se po dobrem elektrovodu — verižici — združujeta in nevtralizirata; s tem pa nastane elektriški tok. Govorimo o pozitivnem in negativnem elektriškem toku, prvi teče s pozitivnega konduktorja proti negativnemu, drugi temu nasprotno. Navadno govorimo le o smeri pozitivnega toka.

Prvi elektriški kolovrat je izumil Oton pl. Guerike (leta 1672.).

§ 54. Poizkusi z elektriškim kolovratom. Učinki elektrike so: 1.) mehanični, 2.) svetlobni in toplotni, 3.) fizijologijski, 4.) magnetiški, 5.) kemijski.

1.) Mehanični učinki. Steklen valj brez dna postavi na kovinsko ploščo, v valj vsiplji precej veliko kroglic iz bezgovega stržena, na valj pa položi drugo kovinsko ploščo. Zvežeš li z izoliranim dobrim elektroviškom zgornjo ploščo s pozitivnim konduktorjem, spodnjo pa z negativnim, skačejo kroglice v valju med ploščama gori in doli, ako vrtiš drgač (elektriška toča). — Podobne pojave opazuješ pri elektriškem zvonce in drugih elektriških igračah. — Človeku, stoječemu na stolcu, ki ima steklene noge, in dotikajočemu se pozitivnega konduktorja, vstajajo lasje pokonci, ako vrtiš drgač. (Zakaj?) — Elektriški veter. Ako postaviš na pozitivni konduktor ukrivljeno in priostreno kovinsko palico (slika 36.) in blizu

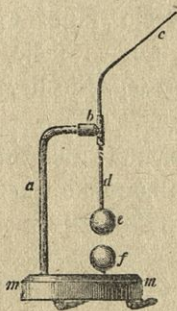
Slika 36.



Slika 37.



Slika 38.



osti gorečo svečo, se plamen sveče upogne vstran, ako vrtili drgač in vzbujáš elektriko; s konduktorja pa ne moreš izvabiti nobene večje iskre. (Zakaj?)

2.) Svetlobni in toplotni učinki elektrike. Na dobre elektrode, ki so blizu konduktorja in odvodno zvezani z Zemljo, preskakujejo s konduktorja iskre.

V majhnih daljavah so te iskre bolj ali manj vijoličaste, v večjih daljavah pa svetlobele, posebno ako ima elektrika veliko gostoto. Čim redkejši je zrak, v tem večje daljave more preskočiti elektriška iskra z enega dobrega elektroda na drugega. V zelo redkem zraku ne vidimo več pravih isker, ampak le vijoličaste proge. Take proge lahko opazujemo v elektriškem jajcu (slika 37.), t. j. jajcu podobni stekleni posodi, ki je povsod zrakotesno zaprta. V notranjščino molita kovinski kroglici *a* in *b*, pritrjeni na kovinskih paličicah. Podnožje je dobro obrušeno; od

njega pa vodi v notranjščino tenka cev, ki jo zapira pipa *h*. Ako je zrak v jajcu zelo razredčen, in ako zvežeš podnožje z negativnim, obroč *c* pa s pozitivnim vodilom elektriškega kolovrata, vidiš med kroglama *a* in *b* lepe vijoličaste proge. — Geisslerjeve steklene cevi. — Elektriška iskra vžiga lahko gorljive reči, n. pr. segret vinski cvet, pokalni plin, žveplov eter itd. (Elektriška pištola.) — Svetlobni pojavi na osteh. Ako pritrliš kovinsko ost na pozitivni konduktor (slika 36.), vidiš v temi na njej lep vijoličast šopek. Če postaviš isto ost na negativni konduktor, vidiš v temi na njej le svetlo točko. Slika 38. kaže pripravo, sestoječo iz kovinske paličice *cd*, pri *b* pritrjene na stekleno palico. Paličica *cd* je pri *c* priostrena, pri *e* pa ima majhno kroglo. Na stojalu *mm* tiči krogla *f*; razdalja med kroglama *f* in *d* se dá nekoliko premenjevati, ker je *cd* pri *b* nekoliko premerična. Ako zvežeš kroglo *f* z negativnim konduktorjem, ost *c* pa držiš proti pozitivnemu konduktorju, opazuješ v osti *c* svetlo točko, med kroglama *e* in *f* pa preskakujejo iskre; konduktor pa izgubiva polagoma svojo električnost. — Navidezno vsrkava ost *c* elektriko s konduktorja nase.

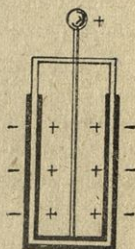
3.) Fizijologijski učinki elektrike. Vsaka elektriška iskra, ki preskoči z električnega telesa na človeški člen, povzroči v človeku poseben čut, kakor bi ga kdo z iglo pičil. Krepke elektriške iskre pa človeka za hip krepko stresejo, zelo velike ga tudi usmrte.

4.) Magnetiški učinki. Železen valj, ovit z dolgo, tenko in dobro osamljeno žico, se nekoliko omagnetni, ako teče skoz žico več časa krepk elektriški tok.

5.) Kemijski učinki. Blizu elektriškega kolovrata opazujemo neki poseben vonj kakor po žveplu, to je vonj po ozonu, ki je nastal po pretvorbi kisika.

§ 55. **Lejdenska steklenica.** Lejdenska ali Kleistova steklenica (slika 39.) je steklena posoda, ki je zunaj in znotraj dobre tri četrtine svoje višine oblepljena s štaniolom, na neoblepljenem robu pa pomazana s pečatnim voskom ali s šelakom, raztopljenim v vinskem cvetu. V posodi stoji, utrjena z lepenko ali kako drugo tvarino, palica iz medenine, ki se z enim koncem dotika dna, na drugem pa nosi kroglo iz medenine. Ta steklenica služi temu, da v njej nabiramo večje množine elektrike nego je sicer moremo nabrati na konduktorju elektriškega kolovrata.

Slika 39.



Ako vzamemo lejdensko steklenico na spodnjem delu v roko in se s kroglo dotaknemo pozitivnega konduktorja na delujočem elektriškem kolovratu, steče na kroglo in notranjo oblogo toliko pozitivne elektrike, da dobita konduktor in notranja obloga potencial iste višine. Ker se notranja obloga nahaja v neposrednji bližini vnanje z Zemljo vodilno zvezane obloge, ima večjo kapaciteto. Da dobi elektrika na njej isti potencial, kakor je na pozitivnem konduktorju, je treba več elektrike, nego bi je bilo treba, ko bi obloga bila sama zase. (Primerjaj poizkus e v § 51.).

V čem obstaja povečanje kapacitete na notranji oblogi, uči nas tole razmotrivanje. S pozitivnega konduktorja na oblogo prišla elektrika deluje razdelilno na vnanjo oblogo. Po influenci vzbujena istoimenska elektrika je prosta in odteče takoj v Zemljo, raznoimenska ($-E$) pa je na oblogi vezana ter teži proti pozitivni elektriki na notranji oblogi. Vsled te svoje težnje veže en del pozitivne elektrike; radi česar se potencial proste elektrike na notranji oblogi zmanjša. Ko se to zgodi, steče s konduktorja toliko pozitivne elektrike na oblogo, da se ji poviša potencial zopet do višine, ki se nahaja na konduktorju. Ta iznova na oblogo prešla elektrika deluje zopet razdelilno na vnanjo oblogo ter vzbuja nekoliko proste elektrike, ki odteče takoj v Zemljo, in nekoliko vezane, ki pa tudi s svoje strani veže en del pozitivne na notranji oblogi. Na ta način se potencial notranje obloge vdručič nekoliko zmanjša, in obloga dobi zopet nekoliko elektrike s konduktorja.

Lejdenska steklenica je napolnjena ali naelektrena, kadar je na njeni s konduktorjem zvezani notranji oblogi elektriški potencial prav iste višine kakor na konduktorju.

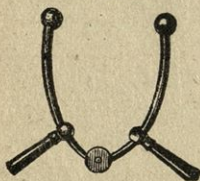
Raznoimenski vežoč se elektriki na obeh oblogah težita, da bi se združili; združenje pa brani slabi provodnik, steklo. Ako zvežemo obe oblogi z dobrim elektrovodom, se elektriki združita; steklenica se izprazni ali izgubi svojo električnost.

Kako se steklenica izprazni?

Lejdensko steklenico moremo izprazniti tudi skozi svoje telo, treba le, da vzamemo napolnjeno steklenico v eno roko, s prstom druge roke pa se dotaknemo krogle. V hipu, ko se s prstom dovolj približamo krogli, preskoči z nje iskra z glasnim pokom, in po svojih udih čutimo elektriški udarec. Sila tega udarca je zavisna od množine v steklenici nabrane elektrike. Ako si poda več oseb roke in ako vzame prva oseba napolnjeno steklenico v roko, zadnja pa se dotakne krogle, čutijo vse osebe udarec istočasno.

Močni elektriški udarci postanejo človeku lahko škodljivi ali celo smrtni. Da se taki nevarnosti izognemo, poslužujemo se za izpraznjevanje lejdenske steklenice posebne priprave, izpraznjevalca (slika 40.). Ta se stoji iz dveh medenih žic, kateri sta zvezani v zglobec, da se dasta pri-makniti in odmakniti. Na vsako žico je pritrjeno stekleno držalo. Da izpraznimo z izpraznjevalcem lejdensko steklenico, položimo eno kroglo izpraznjevalca na zunanjo oblogo lejdenske steklenice, z drugo pa se dotaknemo njene krogle.

Slika 40.



Večkrat se tudi pripeti, da se združita elektriki skozi steklo ali čez rob; v prvem primeru dobi steklo majhno luknjico in steklenica ni več za rabo.

Poizkusi, ki jih moremo delati z elektriko, nabrano na konduktorju elektriškega kolovrata, se dajo ponavljati z lejdensko steklenico z boljšim uspehom. N. pr. moremo vžigati žveplov eter, smodnik; topiti tanke železne žice itd.

Lejdensko steklenico sta izumila Kunäus v Lejdenu in Kleist v Kamínu (l. 1745.).

§ 56. **Zgoščujoči ali kondenzacijski elektroskop** (slika 41.) se razločuje od navadnega elektroskopa z dvema listkoma edino le v tem, da leži na prvi plošči še druga enako velika plošča s steklenim držalom. Ta plošča je na spodnji strani pomazana s šelakom, ki je raztopljen v vinskem cvetu.

Slika 41.



Ta elektroskop rabimo, da zaznavamo električnost teles, ki imajo zelo nizek potencial. V to svrhu se spodnje plošče dotaknemo s telesom, ki ga hočemo preiskati glede električnosti, zgornje pa s prstom; potem pa to telo odstranimo in zgornjo ploščo odvdignemo z držalom. Obe plošči in tanka izolujoča plast šelaka tvorijo pravzaprav lejdensko steklenico, pri kateri nadomešča spodnja

plošča notranjo, zgornja pa vnanjo oblogo. Ko odvdignemo zgornjo ploščo, postane na spodnji plošči poprej vezana električna prosta in povzroči z elektriko, ki je bila prosta že poprej, ter imela isti potencial, kakor telo, ki ga preiskujemo, večji razhod listkov.

§ 57. Elektriški pojavi v ozračju. Strelovod. Učinki in pojavi bliska in močne elektriške iskre so si v vsem podobni. Opazovanje nas uči, da je zrak v višjih plasteh vsak čas, in sicer o jasnem vremenu pozitivno, o deževnem časih pozitivno, največkrat pa negativno električen. Navadni oblaki so negativno, hudourni pa časih negativno, časih pozitivno električni, in sicer je na teh največ proste elektrike. Elektrike polni oblaki delujejo po influenci na bližnje neelektrične oblake in na bližnje pozemeljske predmete; raznoimensko elektriko privlačujejo in vežejo, istoimensko pa odbijajo. Ako je privlačna sila med oblačno in po influenci vzbujeno raznoimensko elektriko dovolj velika, preskoči z oblaka elektriška iskra, — blisk ali strela. Preskoči li ta elektriška iskra na Zemljo, pravimo, da trešči ali strela udari. Blisk spremljajoči zvok imenujemo grom. Grom in blisk nastajata istočasno, a zvok se širi dosti bolj počasi kakor svetloba: od bolj oddaljenih točk bliskove poti ga slišimo pozneje kakor od bližnjih.

Bobnenje groma nastane s tem, ker se zvok na gorah, oblakih in drugih predmetih odbija.

Učinki bliska so dosti silnejši nego učinki elektriške iskre na elektriškem kolovratu, ker se v blisku združujejo ogromne množine elektrike. Strela ubije ljudi in živali, ki jih zadene, dobre elektrovođe segreje ali jih celó stali, slabe elektrovođe razdene, gorljive reči pa vžge.

Železni predmeti, v katere je udarila strela, postanejo časih magnetni.

Hudourni oblaki so lahko od nas toliko oddaljeni, da jih ne vidimo in da groma ne slišimo, ampak da vidimo le odsev bliskov v zraku. Tako bliskanje imenujemo potem svetlikanje ali bliskavico.

Časih opazujemo učinke elektriškega udarca, čeravno ni z oblaka preskočila nobena elektriška iskra. Recimo, da visi pozitivno električen oblak prav blizu Zemlje. Njegova električna veže primerno množino po influenci vzbujene negativne elektrike na predmetih, ki so mu najbližnji. Ako izgubi oblak svojo elektriko s tem, da preskoči z njega elektriška iskra v drug oblak, ali pa v bolj oddaljen predmet na Zemljo, postane na zemeljskih predmetih poprej

vezana električna v hipu prosta ter steče nazaj v zemljo. Tak odtok elektrike se imenuje elektriški odskok ali vodena strela. Neposredno iz oblakov prihajajočo strela imenujemo, razločujoč jo od vodene strele, ognjeno strela. Elektriški odskok more usmrtiti ljudi in živali, ali ne vžiga nikoli.

Strela udarja v najvišje predmete, ki so dobri elektrovodi, posebno če imajo osti, n. pr. v drevje, stolpe, dimnike itd. V ravninah rada udarja v močvirnata tla.

✕ Kako se moreš ob času hude ure čuvati, da te ne zadene strela?

Da strela našim stanovanjem in poslopjem ne more škodovati, postavljamo nanje strelovode. Na najvišjem mestu poslopja stoji 2 do 3 m dolg železen drog, ki je na zgornjem koncu priostren in pozlačen ali platiniran, prestrezalo. S tem je zvezano žično vože, odvodnik, ki je od poslopja nekoliko oddaljeno in napeljeno v vlažno zemljo ali kak vodnjak. — Dolgo poslopje mora imeti več prestrezal in več odvodnikov, ki so med seboj vodilno zvezani. Če se nahaja na kakem mestu poslopja posebno veliko kovin, treba jih z odvodnikom kovinsko zvezati.

Strelovodi učinkujejo na dvojni način: 1.) Oblakom zmanjšujejo njih električnost. V prestrezalu po influenci vzbujena nasprotno imenska električna uhaja polagoma v zrak ter nevtralizira enako množino elektrike v oblakih. — 2.) Ako trešči strela v strelovod, steče po najkrajši poti v Zemljo ter poslopju ne stori škode.

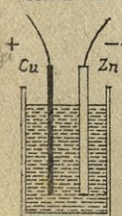
V temnih nočeh opazujemo časih, da se svetijo prestrezala strelovodov in osti dobrih elektrovodov, ki molé precej visoko v zrak. (Ogenj sv. Elija.)

Ali bo strelovod kaj koristil, ako je kje pretrgan? — Strelovode sta izumila malone istočasno Benjamin Franklin (l. 1753.) in Prokop Diviš iz Znojma (l. 1754.).

b) Kinetična električna.

1. Osnovni galvanski pojavi. Galvanski členi.

Slika 42.



§ 58. Voltov člen. V stekleno posodo, ki je do tri četrtine napolnjena z razredčeno žveplovo kislino, postavi po eno ploščo iz cinka (Zn) in bakra (Cu) tako, da se nikjer ne dotikata (slika 42.); na vsako teh plošč pa še pritrudi bakreno žico, kakor kaže slika. — To priprava

2. ✕ Poizkusi: a) Ako spraviš konca bakrenih žic v dotiko in ju potem hitro potegneš narazen, zapaziš malo

se je vzbudila po dotikanju žveplene kisline s cinkom in bakrom. E. se tresel tudi vabnja

iskrico. — *b*) Položiš li konec ene žice na jezik, konec druge pa pod jezik, dobiš nek poseben okus. — *c*) Drobna magnetnica se iz svoje ravnotežne lege nekoliko odkloni, ako konca obeh žic zvežeš, potem pa daljši del žice prav blizu magnetnice držiš vzporedno z njeno ravnotežno smerjo. — *d*) S pomočjo občutljivega zgoščujočega elektroskopa lahko dokazeš, da se nahajata izvun kapljevine moleča konca bakra in svinca v elektriškem stanju, in sicer baker v pozitivnem, cink v negativnem; da ima torej baker pozitiven elektriški potencial, cink pa negativen.

✦ Gori popisano pripravo imenujemo Voltov člen (element), ali vobče galvanski člen; iz tekočine moleča konca kovin pa pola, in sicer baker pozitivni, cink pa negativni pol.

Raznovrstni poizkusi učijo, da se vzbuja vsakokrat, kadar se dotikata dve različni kovini ali ena kovina in oglje kake elektrovodne tekočine, na teh telesih elektriški potencial, ki je na enem pozitiven, na drugem negativen.

✦ Po dotiki dveh teles vzbujeno elektriko imenujemo galvansko (tično ali časih tudi voltovsko) elektriko; vzrok električnosti dotikajočih se teles zovemo elektrobudno (elektromotorno) silo. Čim večja je diferenca potencialov na dotikajočih se telesih, tem jačjo si moramo misliti elektrobudno silo.

✦ Ako pri Voltovem členu (slika 42.) zvežemo žici, ki sta pritrjeni na baker in cink, teče po tej pozitivna električna z bakra proti cinku, negativna pa nasprotno s cinka proti bakru in se pri tem enake množine raznoimenskih elektrik nevtralizujejo. Dokler ima elektrobudna sila isto jakost, nadomešča takoj odteklo elektriko; raditega teče nepretrgoma pozitivna električna z bakra proti cinku in nasprotno negativna, in sicer toliko časa, dokler se na kovinah in tekočini ne izvrše take izpremembe, ki elektrobudno silo ali oslabe ali pa popolnoma uničijo.

✦ Tako gibanje elektrike imenujemo galvanski tok. Iz povedanega je razvidno, da imamo dvojni tok, pozitivni in negativni. Navadno govorimo le o smeri pozitivnega toka.

✦ Vsako pripravo, v kateri zlagamo dve kovini ali sploh dva trdna dobra elektrovoda z eno ali dvema elektrovodnima tekočinama v ta namen, da dobivamo galvanski tok, imenujemo galvanski člen (element).

6. Iz tekočine moleči del trdnega telesa, ki ima pozitiven potencial, imenujemo pozitivni pol, drugega, ki ima negativen potencial, pa negativni pol.

Galvanski člen je sklenjen, ako sta oba pola zvezana po dobrem elektrovodu, sicer pa odprt ali prekinjen. Žica, ki veže oba pola, se zove polarna žica.

Galvanska elektrika je bistveno ista kakor torna, razločuje se nekoliko po svojih učinkih. Viri torne elektrike dajejo razmeroma malo elektrike, pa z visokim potencialom; viri galvanske elektrike dajejo množine elektrike, ki pa ima nizek potencial.

Galvani je (l. 1789.) prvi opazoval, da se pri dotikanju teles vzbuja elektrika, vendar je domneval, da to elektriko vzbuja živalsko življenje, a ne samo dotikanje. Volta je (l. 1793.) opazoval, da se vzbuja elektrika, kadar se dotikata dva dobra elektrovoda.

§ 59. Galvanska baterija. Ako več galvanskih členov tako spojimo, da je pozitiven pol prvega člena vodilno zvezan z negativnim drugega, pozitiven pol drugega z negativnim tretjega itd., dobimo galvansko baterijo. Ako za to sestavo vzamemo Voltove člene, jo imenujemo tudi voltovsko baterijo. Slika 43. kaže tako baterijo, sestavljeno iz štirih členov. Cinek prvega člena je negativni, baker zadnjega člena pozitiven pol baterije.



$-e + e$	$+e + e$	$+e + e$	$+e + e$
$-e - e$	$-e + e$	$+e + e$	$+e + e$
$-e - e$	$-e - e$	$-e + e$	$+e + e$
$-e - e$	$-e - e$	$-e - e$	$-e + e$
$-4e - 2e$	$-2e 0$	$0 + 2e$	$+2e + 4e$

Ako zaznamujemo vrednost potenciala na bakreni plošči odprtega člena s $+e$, vrednost potenciala na cinkovi plošči z $-e$, potem je jasno, da morajo vse plošče členov II, III in IV imeti potencial $+e$, ker so vodilno zvezane z bakreno ploščo člena I. (Prva vrsta razkazka pod sliko 43.)

Prav tako dobita obe plošči člena I, ki sta zvezani s cinkom člena II, od istega potencial $-e$, plošče člena III in IV pa od bakra v drugem členu potencial $+e$. (Druga vrsta razkazka.) Od cinka v

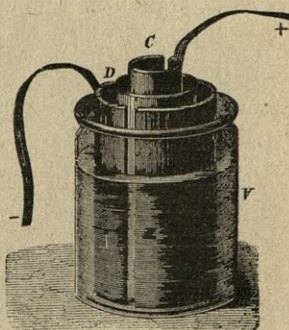
tretjem členu dobijo plošče spredaj stoječih členov potencial $-e$, plošče v členu IV pa potencial $+e$. Od cinka v členu IV. dobijo vse spredaj stoječe plošče potencial $-e$; baker v členu IV pa ima potencial $+e$. (Tretja in četrta vrsta razkazka.) Ako potencialne vrednosti na baterijinih polih seštejemo (poizkus e) v § 51), dobimo na vsakem polu baterije štirikrat večji potencial kakor je na polu posameznega člena.

✚ Ako zvežemo pola galvanske baterije z žico, kroži po njej dokaj jačji tok, nego je tok pri enem samem členu.

✚ § 60. Razni galvanski členi. Poleg opisanega Voltovega člena imamo še celo vrsto drugih členov. Ti se razločujejo po svoji vnanji obliki in velikosti, po jakosti elektrobdne sile in v tem, da elektrobdna sila pri nekaterih hitro pojema, pri nekaterih pa ostane več časa stalna. Najbolj običajni členi so:

✚ 1.) Daniellov člen (slika 44.). V stekleni posodi V stoji odprt cinkov valj Z , v njem luknjičast prsten lonec (diafragma D), v loncu samem pa odprt bakren valj C . V prstenem loncu je nasičena raztopina modre galice, v stekleni posodi pa z vodo razredčena žveplova kislina. Baker je pozitivni, cink pa negativni pol.

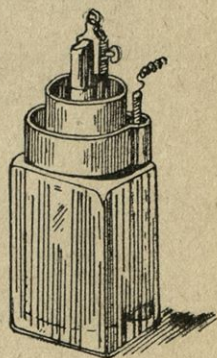
Slika 44.



2.) Bunsenov člen se razločuje od Daniellovega v tem, da se nahaja v prstenem loncu nasičena soliturna kislina in v njej valj iz oglja.

✚ 3.) Leclanchéjev člen (slika 45.) V stekleni posodi stoji luknjičast in valjast prsten lonec, v njem pa ogljena plošča v zmesi ogljenega prahu in rjavega manganovca. Zunaj prstenege lonca stoji cinkova palica. Posoda se napolni s salmijakovo raztopino. Ogelj je pozitivni, cink pa negativni pol. *delj. Reizner str. 281*

Slika 45.



4.) Grenetov steklenični člen ali člen s kromovo kislino. Trebušnata steklenica s širokim grlom je pokrita z ebonitnim pokrovom, na katerem sta pritrjeni dve vzporedni ogljeni plošči. Sredi pokrova je vdelana medena

cev, po kateri se gori in doli premika medena paličica. Na nje spodnjem koncu je cinkova plošča tako pritrjena, da biva vedno sredi ogljenih plošč in vzporedno z njima. Z majhnim sklopnim vijakom se dá cinkova plošča v poljubni višini utrditi. Steklenica je do polovice napolnjena z raztopino iz enega utežnega dela dvojnokromovokislega kalija v treh delih vode in v dveh delih žveplove kisline. — Kadar se člen ne rabi, se cink privzdigne tako visoko, da se tekočine več ne dotika.

V vsakem galvanskem členu je cink amalgamiran z živim srebrom. — Iz posameznih členov sestavljamo baterije, kakor smo pokazali pri Voltovem členu.

2. Učinki galvanskega toka.

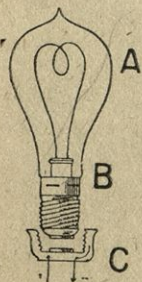
§ 61. Svetlobni in toplotni učinki galvanskega toka. Poizkus:

a) Ako galvanski tok sklenjene galvanske baterije prekineš s tem, da ločiš polarni žici, zapaziš v tem hipu med njunima koncema majhno iskrico. Ta iskrica je bolj živahna, ako postaviš eno žico v živo srebro, drugo pa vanj vtikaš, a zopet izvlačiš. — Če pritrdiš eno žico na pilo, z drugo pa vlačiš po njej, siplje pila iskre.

Poizkus: b) Ako zvežeš polarni žici s tenko in kratko železno žico, se razgreje in razbela in tudi stali, ako teče po njej dokaj jak galvanski tok. Isto opazuješ tudi na drugih kovinah. Čim slabši elektrovod je kovina, čim tanjša in krajša je, čim jačji je po njej krožeči galvanski tok, tem bolj se segreje.

Elektriške žarnice. Slika 46. kaže elektriško žarnico v obliki, kakor jo je izumil Edison. V stekleni posodi A, ki ima obliko hruške in iz katere je zrak kolikor moči odstranjen ali pa nadomeščen z dušikom, se nahaja tenka zogljenjena nitka od bambusovih ali pavolnatih vlaken. Ta nitka je privarjena na dve žici iz platine, ki sta v spodnjem delu v steklo vtopljeni. Hruška ima nastavek B, s katerim se dá priviti v okov C. Pristavljene puščice kažejo smer, v kateri teče elektriški tok po ogljeni niti. Kadar po tej niti kroži zadosti jak galvanski tok, zažari nit in daje lepo prijetno luč, ki je tem bolj svetlobela, čim višja je temperatura niti.

Slika 46.



*Ljeto po me morje v hruški
prostoru*

V novejšem času nadomeščajo pri žarnicah ogljene niti s tenkimi a precej dolgimi žicami iz tantala, osmija ali volframa, to je kovin, ki se tale šele pri zelo visokih temperaturah.

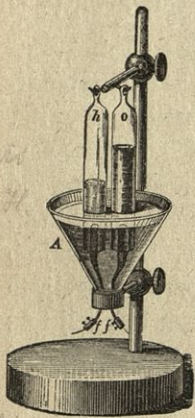
Elektriške obločnice. Poizkus: Na konca polarnih žic močne galvanske baterije pritrdi dva priostrena oglja. Ako spraviš njuni osti v dotiko in potem zopet nekoliko razmakneš, nastane med njima zelo svetel plamen, ki šviga od osti do osti. Oglja se pri tem razbelita in obenem tudi krajšata. Elektriški tok odtrguje namreč ogljene delke, ki prevajajo potem elektriko z osti na ost. Najhitreje se krajša pozitivni ogelj, to je ogelj, s katerega teče pozitivna elektrika na drugega; ta ogelj ima tudi višjo temperaturo kot drugi. V plamenu med ogljema se talé vse kovine. Plamen ugasne sam ob sebi, če je razdalja med ogljema prekoračila gotovo mejo. Da ga zopet vžgemo, moramo oglja spraviti v dotiko a potem zopet nekoliko razmakniti. — Luč, ki jo daje plamen med ogljema, je za solčno lučjo najbolj intenzivna in se imenuje elektriška obločna luč.

Aparate, s katerimi prirejamo elektriško obločno luč, imenujemo elektriške obločnice. Bistven del vsake obločnice je mehanizem, ki spravi oglja v dotiko, kadar obločnico prižgemo, potem ju malo razmakne in ju drži ves čas v isti razdalji, ju torej v tem razmerju približuje, v katerem se vsled gorenja krajšata.

Da v y je l. 1813. prvi prirejal elektriško obločno luč z 2000 Daniellovimi členi. — Elektriške žarnice imajo pred drugo lučjo mnogo ugodnosti; ne delajo saj, ne kvarijo zraka, se dajo izlahka prižgati in ugasniti. — Zakaj mora biti iz žarnice zrak kolikor moči odstranjen? — Zakaj žarnica ugasne, ako steklo razpoči? — Ako žarnico obviješ s črnim papirjem, se papir, ko žarnica gori, v kratkem toliko segreje, da se vžge. — Črni papir vsrkava temne toplotne žarke, ki prihajajo skoz steklo in se tako segreje. — Raditega utegne tudi žarnica povzročiti požar, če se nahaja v bližini temnih in lahko gorljivih reči.

§ 62. Kemijski učinki galvanskega toka. Poizkus: a) Skozi dno steklene posode A (slika 47.) sta napeljana dva listka iz platina, ki imata na zunanjih koncih sklopna vijaka *ff*. V posodi je voda, kateri je primešano nekoliko žveplove kisline. Nad platinova listka sta poveznjeni dve stekleni cevi *h* in *o*, polni vode. Ako pritrdiš polarni žici galvanske baterije v vijakih *ff*, da kroži galvanski tok skozi okisano vodo, vzhajajo nad listkoma plinovi mehurčki, ki izpodrivajo vodo iz cevi. V cevi nad listkom, kjer vstopa pozitivni tok v vodo (nad pozitivnim polom), se razvija le polovica toliko

Slika 47.



plina, kakor v cevi, kjer vstopa negativni tok (nad negativnim polom).

↳ Ako čez nekoliko časa galvanski tok prekišeš, cevko *o* obrneš in vanjo podržiš tlečo trsko, vzplamti ta s svetlim plamenom. Če pa isto storiš s cevko *h*, se uhajajoči plin sam vžge in zgori z malo svetečim plamenom. Plin v cevki *o* je kisik, v cevki *h* pa vodik; to sta tista plina, iz katerih je sestavljena voda.

⊕ Galvanski tok, tekoč skozi vodo, jo razkraja v njeni sestavini: v kisik in vodik.

↳ Mesto, kjer vstopa pozitivni tok v vodo, imenujemo anodo (vhod); kjer izstopa pozitivni tok, pa je katoda (izhod).

Poizkus: *b*) Stekлено posodo napolni z raztopino modre galice; v to raztopino obesi dve bakreni plošči toliko vsaksebi, da se nikjer ne dotikata, in zveži potem eno teh ploščic s pozitivnim, drugo z negativnim polom galvanske baterije. — Ko je galvanski tok nekoliko časa krožil skozi raztopino, postane negativna plošča debelejša, ker se na njej izločuje čist baker, pozitivna bakrena ploščica pa postaja vedno drobnejša; raztopina poleg pozitivne plošče obdrži svojo temnomodro barvo, poleg negativne ploščice pa postaja bolj svetla.

⊕ Galvanski tok razkraja tudi modro galico tako, da se čisti baker izločuje na onem trdnem telesu, po katerem izstopa galvanski tok iz raztopine.

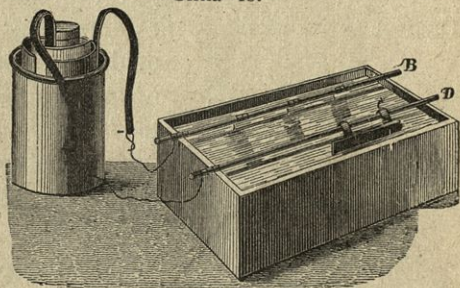
↳ Iz teh poizkusov razvidimo, da galvanski tok, tekoč skozi nekatera telesa, ista razkraja v tvarno nove dele ali sestavine. Takšne učinke galvanskega toka imenujemo kemijske; razkroj teles po galvanskem toku pa elektrolizo.

↳ Telesa, ki so po galvanskem toku razkrojna, se zovejo elektroliti. Vobče se dajo po galvanskem toku razkrajati le tista sestavljena telesa, ki so dobri elektrovodi in ali sama ob sebi tekoča ali pa raztopljeni ali staljena.

⊕ § 63. Galvanoplastika. Na poizkus *b*), opisan v poprejšnjem paragrafu, se opira galvanoplastika, to je ponarejanje

plastičnih predmetov v bakru s pomočjo galvanskega toka. To se vrši takole: Od predmeta, katerega hočemo v bakru ponarediti, si napravimo najprej negativni odtis iz voska ali druge plastične tvarine s tem, da predmet prav močno nanjo pritiskamo. Površje tega odtisa posujemo s kovinskim prahom ali grafitom, da postane provodno. Tako pripravljeni odtis obesimo potem v kadičko od slabega elektrovida na drog *B* (slika 48), kadičko pa napolnimo z nasičeno raztopino modre galice. Na drugi drog *D* obesimo v raztopino večjo bakreno ploščo. Drog *B* zvežemo potem z negativnim, drog *D* pa s pozitivnim polom galvanske baterije. Na negativnem odtisu se izločuje čist baker v obliki skorje, ki je tem debelejša, čim dalje časa kroži galvanski tok. Ta skorja se dá odluščiti ter je predmetu v vsem podobna; zove se pozitivni odtis.

Slika 48.



Z enim in istim negativnim odtisom si moremo narejati po več pozitivnih odtisov.

Galvanoplastiko sta leta 1838. izumila Jakob i v Petrogradu in Anglež Spencer. — Kovinske predmete moremo na podoben način s pomočjo galvanskega toka pozlatiti, posrebriti ali ponikljati. V ta namen je treba namesto raztopine modre galice vzeti raztopine soli, ki imajo v sebi zlato, oziroma srebro in nikelj. Tako poštopenje se imenuje galvanostegija.

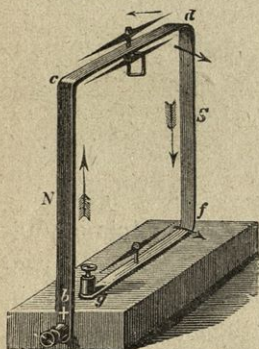
§ 64. **Kako merimo jakost toka. Ampère.** Elektroliza nam služi v to, da med seboj primerjamo in merimo jakost različnih galvanskih tokov. Očividno je, da je oni tok jačji, ki v istem času razkroji več vode v njeni sestavini: kisik in vodik. Za enoto tokove jakosti so določili jakost tistega toka, ki krožeč skozi vodo v eni minuti razvija 10·4 kubičnih centimetrov pokalnega plina, t. j. zmesi kisika in vodika pri temperaturi 0° C in pod pritiskom ene atmosfere. To enoto imenujemo ampère, na čast fiziku Andreju Mariji Ampère (roj. v Lyonu l. 1775., umrlemu v Marzelju l. 1836.).

Aparate, s katerimi merimo jakost toka, imenujemo vobče voltametre. Če merimo jakost toka po razkroju vode, imenujemo take voltametre vodne voltametre. Pri teh je nad katodo in anodo poveznjen en sam cilinder.

✕ Tok z jakostjo enega ampera izločuje v eni sekundi iz modre galice 0.328 mg bakra, iz raztopine srebrovega nitrata (peklenškega kamna) 1.118 mg srebra. *glej zvezek*

§ 65. Kako deluje galvanski tok na magnetnico. Poizkus: Bakren pravokotnik $bcdf$ (slika 49.), na katerem se nahajajo tri odklonice, postavi tako, da se ujema njegova ravnina z magnetiškim meridijanom in da kaže stranica n proti severu; potem pritrdi polarni žici galvanske baterije v sklopna vijaka b in g , in sicer pozitivno pri b .

Slika 49.



in da kaže stranica n proti severu; potem pritrdi polarni žici galvanske baterije v sklopna vijaka b in g , in sicer pozitivno pri b .

↳ Dokler po pravokotniku ne kroži galvanski tok, so severni poli magnetnic obrnjeni proti severu, magnetnice same ležijo natančno nad stranico cd , oziroma gf .

Ko pa galvanski tok skleneš, se odklonijo vse tri magnetnice iz svoje poprejšnje lege v smeri pristavljenih puščic. Ko se po nekoliko njihajih umirijo, kaže južni pol magnetnice na vrhu pravokotnika nekoliko proti levi, južna pola drugih dveh magnetnic pa nekoliko proti desni.

✕ Če tok prekineš, se magnetnice vrnejo v svojo poprejšnjo lego (magnetiški meridijan).

✕ Galvanski tok, ki kroži v bližini magnetnice, odklanja jo iz njene ravnotežne lege.

✕ Fizik Ampère je (l. 1825.) z mnogovrstnimi poizkusi dokazal, da dobimo smer, v katero se magnetnica odkloni, po temle pravilu:

✕ Ako si mislimo človeka, ki plava v smeri pozitivnega toka in gleda proti severnemu polu magnetnice, tedaj se odklanja ta pol v ono stran, kamor kaže plavačeva levica. *(Ampèrovo plavaško pravilo)*

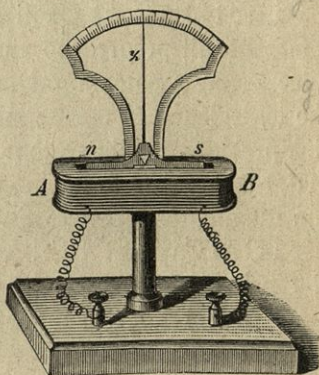
Poizkusi kažejo dalje: 1.) Isti galvanski tok deluje na magnetnico z manjšo silo, ako ga od nje bolj oddaljimo, in obratno. — 2.) Pri enakih razdaljah delujejo jačji toki na magnetnico z večjo silo nego slabejši. — 3.) Galvanski tok teži na to, da magnetnico postavi pravokotno na svojo smer.

*no pravilo. Če položim na žico desni roko, da gre mi
okoli od zaplestja do prstov, obrnem prste igli dlan*

Galvanoskopi. Delovanje galvanskega toka na magnetnico uporabljamo pri galvanoskopih, t. j. pripravah, s katerimi zremo prisotnost, smer kateregakoli galvanskega toka. Najbolj enostavni galvanoskop dobimo, ako pod magnetnico v sliki 49. postavimo v stopinje razdeljeno krožnico, na kateri beremo, za koliko ločnih stopinj se magnetnica iz svoje ravnotežne lege odkloni. Galvanoskopi, ki so tako urejeni, da se meri z njimi tudi jakost toka, se imenujejo galvanometri.

Galvanoskop, ki služi pri merjenju prav slabih ali šibkih galvanskih tokov, kaže slika 50. Ta galvanoskop je sestavljen iz otlega, lesenega, podolgastega okvirčka *AB*, okoli katerega je s svilo omotana bakrena žica v horizontalnih ovojih ovita 50- do 100- ali še večkrat, in iz magnetne palice *ns*, ki se v notranjem delu okvirčka lahko vrti okoli horizontalne, skozi njeno težišče idoče osi. Na magnetnici je pravokotno pritrjen kazalec *z*, ki se s svojim koncem giblje pred delom na ločne stopinje razdeljene krožnice.

Slika 50.



Ako izpustimo po bakreni žici galvanski tok, se magnetnica iz svoje horizontalne lege bolj ali manj odkloni; število stopinj tega odklona javi kazalec *z*.

Opisani galvanoskop, ki ga imenujemo tudi multiplikator, je zelo občutljiv, kajti tokov učinek na magnetnico se s tem pomnoži, da tok kroži v veliki bližini in mnogokrat okoli magnetnice.

Galvanometri nam kažejo, da vsak galvanski tok polagoma pojema, in da stavijo elektrovodi galvanskemu toku neki poseben upor. Ta upor imenujemo *provodni upor*. Čim večji je provodni upor kakega elektrovoda, tem manjšo elektriško prevodljivost ima telo in obratno. Izmed kovin je srebro najboljši elektrovod, baker boljši kakor železo itd. Tekočine pa so vobče slabi elektrovodi. Elektrovodi iz iste tvarine imajo tem manjši upor, čim so krajši in debelejši.

Za enoto upora jemljemo upor, ki ga ima živosrebrni steber, ki je 106 cm dolg in ima 1 mm² preseka ter temperaturo 0° C. To enoto imenujemo *ohm* (izgov. om), na čast fiziku Juriju Simonu Ohm-u, ki je bil rojen v Erlangenu l. 1787. in umrl v Monakovem l. 1854.

§ 66. **Elektromagneti.** Poizkus: a) Bakreno žico, po kateri kroži galvanski tok, položi v železne opilke. Če jo privzdigneš, obvisi nekoliko opilkov na njej, kakor na magnetu; opilki pa odpadejo, ko prekineš tok.

Poizkus: b) Okoli železnega valja ovij bakreno in s svilo omotano ali prepredeno žico v isto smer 20- do 50 krat. Ako konca žice zvežeš s poloma galvanske baterije, se železo v hipu omagnet, ko tok skleneš, in ostane magnetno, dokler tok kroži okoli njega. Če tok prekineš, izgubi svojo magnetnost, a jo zopet dobi, če tok skleneš. Tudi jeklo se na ta način omagnet, ostane pa po prekidu toka trajno magnetno.

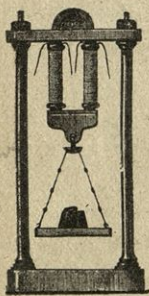
Galvanski tok, ki kroži okoli železa ali jekla, ju pretvori v magnete, elektromagnete imenovane.

Jekleni elektromagneti obdržijo svojo magnetnost trajno, železni pa le začasno, dokler kroži okoli njih galvanski tok.

Čim jačji je galvanski tok, čim večkrat kroži okoli železa in čim debelejšje je železo, tem krepkejši postane elektromagnet; vendar se da pri vsakem elektromagnetu njegova magnetnost z ojačenjem toka in s pomnožitvijo žičnih ovojev povišati le do gotove meje — do sitišča.

Elektromagnetom dajemo navadno podkovasto obliko ter žice navijemo na leseno tuljavo, ki jo potem natakemo na elektromagnet (slika 51.).

Slika 51.



Kadar ima elektromagnet iz železa na svojih koncih kotvico, obdrži tudi po prekidu toka nekoliko magnetnosti, ki pa izgine, če kotvico odtrgamo.

Legó polov pri elektromagnetu lahko določimo po Amperovem pravilu, namreč: Če si mislimo človeka, ki plava v smeri pozitivnega toka in gleda proti elektromagnetu, potem je severni pol na onem koncu, kamor kaže plavačeva levica. Pole najdemo pa tudi po tem pravilu: Ako gledamo proti koncu elektromagneta, potem je severni pol na tistem koncu, okoli katerega kroži pozitivni tok v nasprotnem zmislu kakor kazalec na uri, južni pol na tistem koncu, okoli katerega kroži tok v zmislu kakor kazalec na uri.

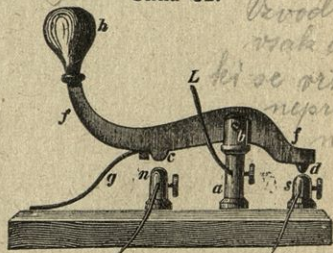
§ 67. **Elektriški brzojav ali telegraf.** Brzojav imenujemo vobče vsako pripravo, s katero dajemo s posebnimi znaki poro-

čila v daljavo. Morsejev pisalni elektriški brzojav, ki je sedaj po vsem svetu razširjen, je sestavljen iz treh delov:

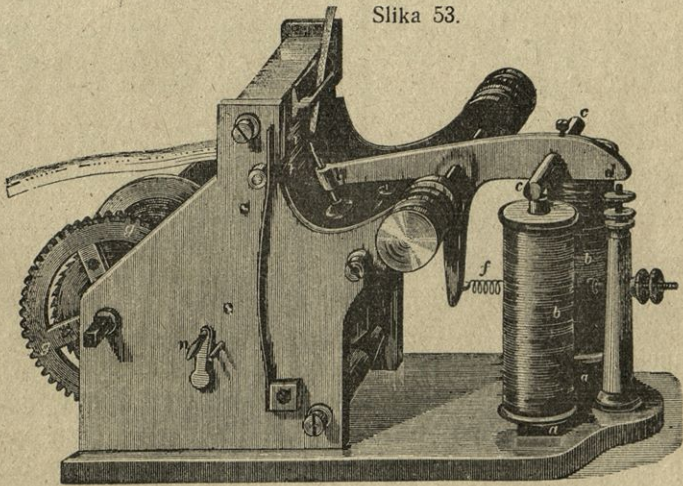
1.) iz galvanske baterije, 2.) iz ključa, s katerim galvanski tok sklepamo in prekinjamo, 3.) iz prejemala ali pisalnega stroja.

1.) Ključ (slika 52.). Na leseni podstavi stoječ meden steber *ab* nosi dvoročen meden vzvod *ff*, ki ga prožno pero *g* pritiska tako, da se njegov prednji konec naslanja na meden stožec *s*. Pri *c* ima vzvod nekoliko navzdol moleč nos, ki se dotakne kovinskega stebrička *n*, kadar vzvod pri gumbi *h* pritisneš navzdol. Pri *n*, *a* in *s* so luknjice, v katerih z vijaki pritrjujemo elektrovodne žice.

Slika 52.



Slika 53.



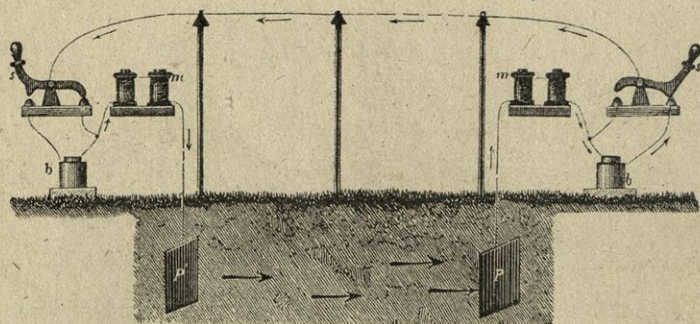
2.) Prejemalo ali pisalni stroj (slika 53.). Na leseni podlagi stoji dvokrak elektromagnet *bb*; njemu nasproti na vzvodu *dd* železna kotvica *cc*. Na drugem koncu vzvoda se nahaja šiljast in pošev stoječ klinček. Prožno pero *f* nateguje vzvod tako, da je kotvica od elektromagneta nekoliko oddaljena, dokler po ovojih ne kroži tok. Na levi strani se nahaja še kolesje, ki vrti valja *h* in *n*, med katerima drsi 1 cm širok papirnat trak.

X

Ako spustimo okoli elektromagneta galvanski tok, se železo omagneti, pritegne kotvico nase, klinček *d* pa pritisne na papir. Prekinemo li tok, izgubi železo svojo magnetnost, pero *f* pa potegne vzvod *dd* v poprejšnjo lego. Klinček *d* naredi na počasi drsajočem papirju piko ali črto, če je galvanski tok sklenjen le za hip ali pa nekoliko časa. Iz takih pik in črt je sestavljena vsa abeceda in iz te se zlagajo besede.

Na vsaki postaji je treba ključa, prejemala in stalne galvanske baterije. Obe postaji, med katerima hočemo brzojaviti, morata biti zvezani po dobrem elektrovodu, da more galvanski tok krožiti od ene do druge in nazaj. V to svrhu zadošča že ena, med postajama izolirano, navadno na lesenih drogih razpeta žica, brzojavna žica, ker more galvanski tok od druge postaje do prve nazaj teči tudi v zemlji.

Slika 54.



Slika 54. kaže, kako je treba na dveh postajah med seboj zvezati posamezne brzojavne aparate. V sliki zaznamenuje *s* ključ, *m* prejemalo, *b* galvansko baterijo, *P* kovinsko ploščo, zakopano v vlažno zemljo. Ključ na desni strani ima tako lego, da je galvanska baterija na tej postaji sklenjena. Pristavljene puščice kažejo smer krožečega toka. Ako pritisk na ključ pri *s* poneha, se vzvod vrne v svojo ravnotežno lego.

Za zaznamenovanje črk in številk služijo znaki:

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

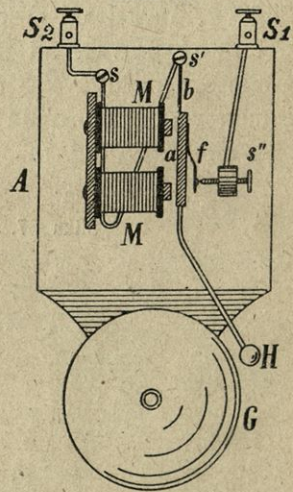
1	6	pika	klinček
2	7	dvopičje	vprašaj
3	8	podpičje	klicaj
4	9		
5	0		

Anglež *Hughes* je izumil brzovaj, pri katerem prejemalo črke kar tiska na papirnati trak. — Pri prekmorskih brzovajih služijo kot prejemala občutljivi galvanometri. Ako galvanski tok premenoma pošiljamo okoli magnetnice enkrat v tej, enkrat v drugi smeri, se magnetnica odklanja na različni strani. Iz odklonov magnetnice na dve različni strani se dá sestaviti abeceda na podoben način kakor iz črk in pik. — Za provajanje galvanskega toka pri prekmorskih brzovajih jemljemo kablje, ki leže na morskem dnu in so takole narejeni: z gutaperho izolirane bakrene žice, ki služijo kot elektrovi, so ovite s pokatranjeno juto; okoli tega ovoja je svinčen plašč, ki je zopet ovit s pokatranjenim predivom iz konopelj.

§ 68. **Elektriški zvonec ali hišni brzovaj** je sestavljen takole: Na leseni deski *A* (slika 55.) je pritrjen elektromagnet *MM*; konca njegovih žičnih ovojev sta pritrjena z vijakoma *s* in *s'*. Magnetovima poloma nasproti visi na prožnem peresu *b* kotvica *a*, ki ima na svojem podaljšku kroglo *H*. Na kotvico pritrjeno lahko pero *f* se naslanja na ost vijaka *s''*; *S₁* in *S₂* sta sklopna vijaka ter je *S₂* po žici zvezan z vijakom *s*, *S₁* pa s stebričkom, skozi katerega gre vijak *s''*.

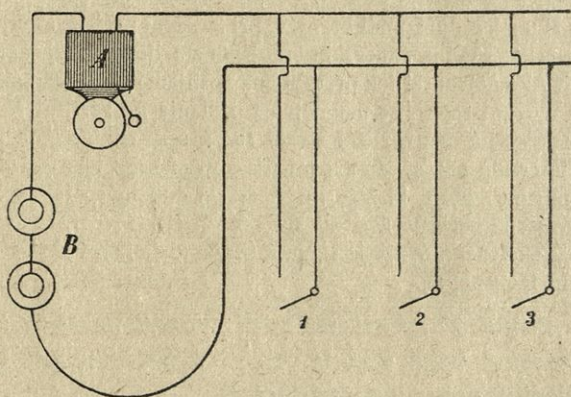
Ako pritrdimo polarni žici galvanske baterije v sklopna vijaka *S₁* in *S₂*, je galvanski tok sklenjen, železo elektromagneta se omagnetni ter pritegne kotvico nase. Obenem pa udari krogla *H* na zvonec *G*. Ko se kotvica nasloni na magnetova pola, se pero *f* ne dotika več vijaka *s''* in se zato tok na tem mestu prekine. Po prekinjenju toka izgubi elektromagnet svojo magnetnost, pero *b* odtrga kotvico od magneta in jo nasloni na vijak *s''* — tok se vnovič sklene in poprejšnji pojav se ponovi. Ako elektriškega toka na kakem drugem mestu ne prekinemo, udarja krogla nepretrgoma ob zvonec. Hočemo li z zvoncec dajati ob gotovih časih znamenja, moramo v tokovem krogu imeti pripravo — stikalo —, s katerim tok, kadar hočemo, sklenemo in prekinemo.

Slika 55.



Slika 56. kaže, kako je treba zvonec *A*, baterijo *B* zvezati z več stikali 1, 2, 3 . . . , ki se lahko nahajajo v različnih prostorih.

Slika 56.



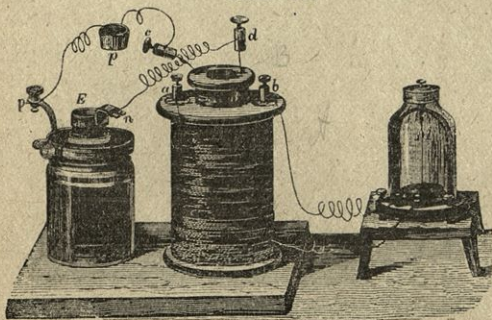
§ 69. Inducirani elektriški toki.

I. Voltovska ali galvanska indukcija. Poizkus: Na otlo cev ali tuljavo *B* (slika 57.) je navita s svilo prepredena, več metrov dolga bakrena žica, ki nosi na svojih koncih sklopna vijaka *c* in *d*. Ta tuljava tiči v otlini druge tuljave *A*, na katero je

ovita izolirana, tanka, 50 do 100 *m* dolga žica na koncih s sklopnicama vijakoma *a* in *b*.

Od teh vijakov sta napeljani dve žici do galvanoskopa *M*. Sklopni vijak *d* je zvezan z enim polom galvanskega člana *E*; od sklopnega vijaka *c* je napeljana žica v posodico z živim srebrom.

Slika 57.



Ako polarno žico drugega pola *p* vtakneš v posodico z živim srebrom, ter s tem skleneš galvanski tok, se magnetnica na galvanoskopu za hip odkloni vstran, a se po nekoliko nihajih vrne v svojo ravnotežno lego. Če tok prekineš, se magnetnica zopet za hip odkloni, pa na drugo stran kakor pri sklepu toka.

Isti pojav opaziš tudi takrat, kadar polarni žici galvan-skega člana stalno pritrdiš v sklopna vijaka c in d , potem pa tuljavo B vtakneš v votlino tuljave A , in potem zopet vun potegneš.

Hipni odklon magnetnice javi, da se je v tuljavi A vzbudil le hip trajajoči elektriški tok.

Iz teh poizkusov izvajamo:

Galvanski tok, ki kroži v bližini sklenjenega dobrega elektrovoda, vzbuja v tem pri vsakem sklepu in prekinjenju trenoten ali hipen elektriški tok. Tak elektriški tok se v sklenjenem elektrovodu vzbudi tudi vsakokrat, če mu galvanski tok približamo ali od njega odmaknemo ali če se galvanskemu toku jakost hipno poveča ali zmanjša.

Tako vzbujanje elektriških tokov imenujemo voltovsko ali galvansko indukcijo (elektriški navod); vzbujene toke pa inducirane ali sekundarne (navedene). Elektriški toki, ki vzbujajo inducirane toke, so inducirajoči ali primarni.

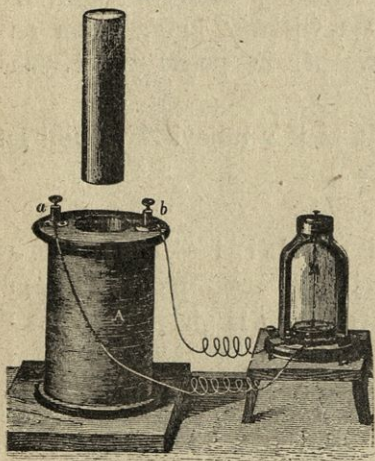
Tuljava B je primarna ali glavna; tuljava A sekundarna stranska ali indukčna.

Pri sklepanju ali bližanju primarnega toka inducirani tok ima nasprotno smer kakor primarni; pri prekinjenju ali odmaknjenju inducirani tok pa steče v isti smeri kakor primarni.

Inducirani toki so tem jačji, čim jačji je primarni tok in čim večkrat sta žici na obeh tuljavah naviti.

II. Magnetiška indukcija. Poizkus: a) Na leseno cev A (slika 58.) je navita dolga, tenka in s svilo prepredena žica na koncih s sklopnima vijakoma a in b . Tako cev imenujemo indukčno (navodno) tuljavo. Od vijakov a in b sta napeljani žici do galvanoskopa M . — Če vtakneš magnetno palico v votlino tuljave, se magnetnica na galvanometru za hip odkloni ter javi s tem, da se je v žici na indukčni tuljavi vzbudil le za hip trajajoč elektriški tok. Drugi hipen odklon magnetnice — toda v nasprotno stran — opaziš, ako magnet potegneš iz cevi. — Ako magnetiška pola zameniš, se magnetnica odklanja na nasprotni strani.

Slika 58.



Poizkus: *b*) V tuljavo vtakni palico iz mehkega železa. Ako tej palici približaš krepak magnet, se železo po indukciji omagnetni, magnetnica pa se prav tako odkloni, kakor če bi v tuljavo vtaknil magnet.

Če magnet odstraniš, izgubi železo svojo magnetnost, magnetnica pa se zopet za hip odkloni, kakor če bi magnet potegnil iz tuljave.

Iz teh poizkusov izvajamo:

+ Kadar se v bližini sklenjenega elektrovođa iz-

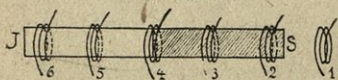
premeni položaj ali jakost kakega magneta, se v tem elektrovođu vsakikrat vzbudi hip trajajoč inducirani tok.

Ta pojav imenujemo magnetniško indukcijo; inducirani toki so magnetoelektriški ali po magnetih navedeni.

Magnetoelektriški toki so tem jačji, *a*) čim večkrat je žica ovita, *b*) čim jačji je magnet, *c*) čim hitreje se vrše izpremembe v položaju jakosti magneta.

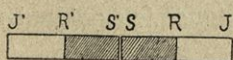
Poizkus: *c*) Zelo kratko indukčno tuljavo, ki je zvezana s prav občutljivim galvanoskopom, premikaj skokoma od desne proti levi čez dolgo magnetno palico *JS* (slika 59.), tako da pride za-

Slika 59.



poredoma v točke 1, 2, 3, do 6. Dokler se tuljava premika od točke 1 do sredine magneta, do točke 4, se magnetnica pri vsakem premaknjenju tuljave odkloni na eno in isto stran, ko pa se tuljava premika po južnem delu magneta od točke 4 do točke 6, se magnetnica pri vsakem premaknjenju tuljave odkloni na nasprotno stran kakor poprej. Odklon magnetnice, torej tudi inducirani tok, je najjačji, ko pride tuljava na magnetni pol.

Slika 60.



Poizkus: *č*) Dve magnetni palici *JS* in *J'S'* zveži v eno palico tako, da se stikata istoimenska pola *SS'* (slika 60.).

Ako premikaš tuljavo, ki si jo rabil pri poizkusu *c*), od desne proti levi čez obe palici, dobivaš inducirane toke, ki menjajo svojo smer v točkah *R* in *R'* na magnetiških razmejah, in so najjačji, ko pride indukčna tuljava nad magnetiške pole.

Učinki induciranih tokov so sploh enaki kakor učinki galvanske elektrike; vendar se inducirani toki posebno odlikujejo po svojih fizioloških, toplotnih in kemijskih učinkih.

§ 70. **Indukčni aparati.** Aparate, pri katerih vzbujamo s sklepanjem in prekinjevanjem galvanskega toka in z elektromagneti inducirane toke, imenujemo indukčne aparate ali induktorje. Induktor, ki ga je izumil Ruhmkorff, predstavlja slika 61.

Na lesenem podstavku je pritrjena indukčna tuljava *A*, na katero je ovita zelo tenka, kolikor moči dobro izolirana, 100 do 1000 in časih tudi več tisoč metrov dolga bakrena žica, katere konca sta

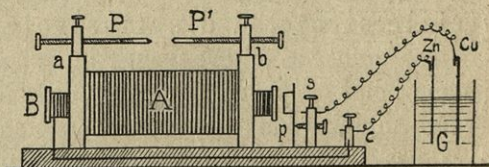
pritrjena na stebričkih *a* in *b*. V votlini te tuljave tiči primarna tuljava *B*, ki je ovita z debelejšo in dosti krajšo izolirano bakreno žico. En konec te žice je zvezan s sklopnim vijakom *c*, drugi pa s prožnim peresom *p*. Votlina te tuljave je napolnjena s tankimi palicami iz mehkega železa, katerih konci molé na desni strani nekoliko iz tuljave.

Pero *p* ima na zgornjem koncu malo železno kotvico, ter se naslanja na ost vijaka, ki gre skozi stebriček *s*. Pri *a* in *b* sta dve palici *P* in *P'*, ki jih lahko spravimo v dotiko ali potegnemo bolj ali manj vsaksebi. Stebrička *s* in *c* sta z bakreno žico zvezana s poloma galvanske baterije *G*.

Pero *p* služi v to, da galvanski tok vrstoma sklepa in prekinja. Kadar se naslanja na vijak v stebričku *s*, je galvanski tok sklenjen. Tedaj se železo v tuljavi omagnetí ter potegne kotvico nase; potem pa se pero ne dotika več vijaka in je galvanski tok prekinjen. (Primerjaj elektriški zvonec.)

Pri vsakem sklepu in prekinjenju galvanskega toka dobimo dva (po galvanskem toku in po magnetu) inducirana toka, ki stečeta po žici v isto smer in se ojačujeta.

Slika 61.



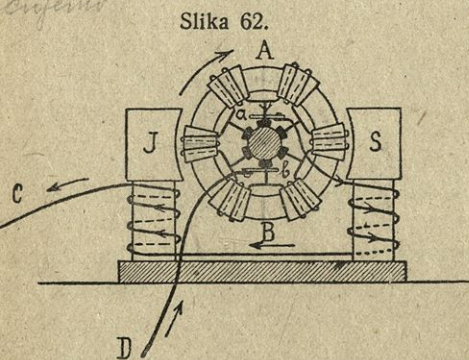
Ako palici P in P' zadosti približamo, švigajo z druge na drugo elektriške iskre, ki so najbolj močne pri prekinjenju galvan-skega toka.

Pri malih induktorjih preskočijo te iskre komaj daljavo par milimetrov, pri velikih pa daljavo več centimetrov do enega metra.

Kadar stečejo inducirani toki po živem človeškem ali živalskem telesu, povzroči vsak tok elektriški udarec, ki utegne postati celo smrtnonevaren.

Male induktorje rabijo zdravniki v zdravilne namene, veliki induktorji pa se rabijo pri brezžičnem brzojavljenju, za proizvodnjanje Röntgenovih žarkov itd.

§ 71. Dinamoelektriški stroji. Stroje, s katerimi proizvajamo po magnetih inducirane elektriške toke, imenujemo dinamoelektriške stroje ali dinamostroje. Pri vsakem dinamostroju imamo indukčne tuljave z mehkim železom v votlini, ki jih vrtimo mimo polov krepkih magnetov. Glede na to, ali inducirani toki v vnanjem tokovodu svojo smer vrstoma menjavajo, ali pa tečejo ves čas v eni in isti smeri, razločujemo dinamostroje za izmenične toke in stroje za istosmerne toke. Princip dinamostroja za istosmerne toke z Grammejevim obročem predočuje slika 62.



Bistveni del tega stroja je obroč iz mehkega železa, na katerem je več indukčnih tuljav. Ta obroč je pritrjen na horizontalni osi in se da hitro vrteti med poloma J in S krepkega elektromagneta. Konca žic dveh sosednjih tuljav sta med seboj zvezana; od vsakega zvežišča pa je napeljana izolirana žica do bakrene ploščice, ki se nahaja na osi. Vse te ploščice so izolirane druga od druge in tudi od osi.

Pri a in b sta dve bakreni peresi (krtači imenovani), ki drsata ob ploščicah, kadar se obroč vrti. Od krtače a je žica napeljana okoli elektromagneta S , odtod okoli elektromagneta J in dalje proti C v vnanji tokovod, od peresa b gre žica proti vnanjemu tokovodu D .

S tem strojem dobivamo inducirane toke na nastopni način:

Vsak elektromagnet obdrži nekoliko magnetizma tudi še potem, ko prekinemo galvanski tok. Magnetiška pola J in S omagnetita obroč po indukciji, da postane leva polovica severnomagnetna s polom nasproti J , desna polovica južnomagnetna s polom nasproti S . Železni obroč potem lahko smatramo za dva v polukrog zavita magneta, ki se nasproti J stikata s severnima, nasproti S z južnima poloma ter imata svoji razmeji pri A in B . Četudi obroč vrtimo, ostaneta inducirana magnetiška pola v prostoru na istem mestu. Ako žici C in D zvežemo v sklenjen tokovod in potem obroč vrtimo v zmislu pristavljene puščice, dobimo isti pojav, ki smo ga popisali pri poizkusu č) v 69. paragrafu. V vseh tuljavah, ki niso na magnetiških razmejah, se vzbujajo inducirani toki, ki imajo na levi polovici obroča nasprotno smer s toki na desni polovici (zakaj?). Pozitivni toki obeh polovic se stekajo pri a v en sam tok, negativni pri b . Od a teče pozitivni tok okoli desnega elektromagneta, inducira v njem severni magnetiški pol, potem okoli levega magneta, v katerem inducira južni magnetiški pol, potem proti C in D . Tako se ojačita magnetiška pola, ki vzbujata zopet jačje inducirane toke.

Ako se obroč vrti nepretrgoma, nastajajo inducirani toki hipoma drug za drugim, tako da teče okoli elektromagnetov in po vnanjem tokovodu med C in D elektriški tok brez presledka in v isti smeri. Ojačenje elektromagnetov in ojačenje induciranih tokov se more le toliko časa vršiti, da se elektromagneta omagnetita do sitišča.

Jakost na dinamoestroju induciranih elektriških tokov je zavisna od jakosti inducirajočih elektromagnetov, od števila tuljav, od števila ovojev na vsaki tuljavi in od hitrosti, s katero se tuljave vrte mimo elektromagnetov. Gonilno silo pri velikih dinamoestrojih dajo razni parni stroji, turbine ali drugi motorji.

§ 72. **Elektromotor.** Če napeljemo v dinamoestroj krepak elektriški tok bodisi iz galvanske baterije ali iz drugega dinamoostroja, da teče okoli elektromagnetov v isti smeri, kakor kažejo puščice v sliki 62., se Grammejev obroč vrti v nasprotni smeri, kakor ga moramo vrteti, kadar s tem strojem proizvajamo inducirane toke. Vrteči se obroč lahko služi kot gonilna sila ali kot motor za druge stroje. Dinamoestroj, ki ga goni od zunaj napeljeni elektriški tok in ki služi kot motor za druge stroje, imenujemo **elektromotor**.

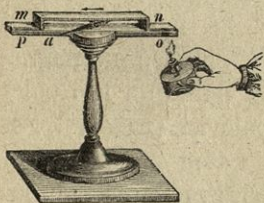
Ko napeljemo v dinamoestroj od zunaj elektriški tok v označeni smeri, nastane na elektromagnetih pri S severni, pri J južni pol, v obroču pa na-

staneta pri *A* južna, pri *B* severna pola. Ker se istoimenski magnetiški poli odbijajo, raznoimenski pa privlačijo, se obroč vrti na zgornjem delu od desne proti levi.

Elektromotorje rabimo kot gonilne stroje v raznih obrtih, pri elektriški cestni železnici itd.

§ 73. **Termoelektrika. (Elektrika, vzbujena po toploti.)** Poizkus: Na bismutovo palico *op* (slika 63.) je privarjena v točkah *m* in *n* dvakrat pravokotno ukrivljena antimonova žica; v pravokotniku pa se nahaja magnetnica. Ta pravokotnik postavi v ravnino magnetiškega meridijana, potem pa segrevaj spojišče *o* s plamenom vinskega cveta. Magnetnica se iz pravokotnikove ravnine nekoliko odkloni ter kaže s tem prisotnost elektriškega toka, ki kroži v smer *onmao*, torej na segretem spojišču od bismuta proti antimonu. — Magnetnica pa se vrne v svojo prvobitno

Slika 63.



lego, če se spojišče *o* do tiste temperature ohladi, ki jo ima spojišče *p*.

Antimon in bismut lahko nadomestiš tudi z dvema drugima kovinama.

Elektriški tok, ki ga vzbuja toplota, imenujemo termoelektriški tok; opisano pripravo pa termoelektriški člen.

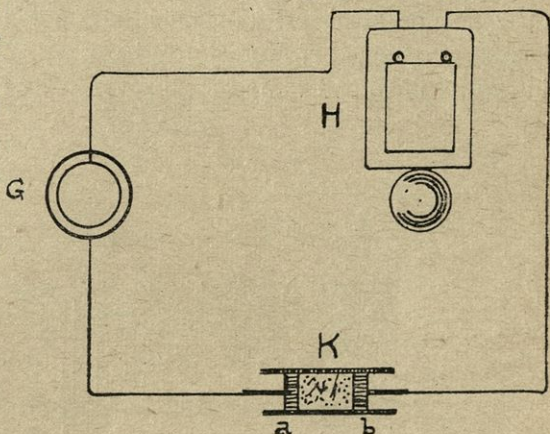
§ 74. **Brezžični brzojav.** Poizkus: V kratki stekleni cevki s približno 5 mm svetlobe se nahajata dva preična kovinska batička, vsak s pritrjeno bakreno žico kot držalom. Prostor med tema batičkoma napolni z drobnimi opilki od bakra, niklja ali srebra! — Tako pripravljena cevka se imenuje koherer.

Koherer zveži z galvansko baterijo in elektriškim zvoncem kakor kaže slika 64., v kateri znači *G* baterijo, *H* zvonec in *K* koherer. V kohererju sta *a* in *b* kovinska batička, med njima pa kovinski opilki.

Ako z batičkoma opilke skupaj stisneš, zvoni zvonec neprenehoma; začne pa bolj tiho zvoniti, ako batička polagoma razmikaš in s tem opilke rahljaš, utihne pa popolnoma, če so opilki do gotove meje zrahljani. Z rahljanjem opilkov se povečuje njihov elektriški provodni upor in postane naposled tolik, da se prekine galvanski tok.

Ako potem v bližini tako zrahljanega kohererja izprazniš z elektriko napolnjeno lejdensko steklenico tako, da se pojavi krepka elektriška iskra, zazvoni elektriški zvonec in zvoni toliko časa, dokler v kohererju opilkov z lahkim udarcem na cevko vnovič ne zrahljaš. — Isto opazuješ, ako v bližini kohererja za kratek hip skleneš indukčni aparat (slika 61.), da se med paličkama P in P' pojavijo krepke elektriške iskre.

Slika 64.



Pri opisanem poizkusu lahko elektriški zvonec nadomestiš s pisalnim strojem Morsejevega brzojava. Kadar koherer propušča galvanski tok dalje časa, zariše pisalni klinček na drsajočem papirju črto, če pa po izprožitvi elektriške iskre takoj izlahka udariš na koherer in s tem sklenjeni galvanski tok takoj prekineš, dobiš na papirju piko.

Pojave pri kohererju si pojasnjujemo takole: Dokler so opilki zrahljani, se ne dotikajo neposredno, ker je vsak obdan z zelo tenko zračjo plastjo; zaradi tega je provodni upor med njimi zelo velik. Po krepki elektriški iskri, ki jo sprožimo v bližini kohererja, se po indukciji pojavijo med opilki neznatno majhne iskrice, ki prederejo zračje plasti ter opilke na površju nekako zvarijo. Po vsakem udarcu se opilki nekoliko potresejo ter se zveza med njimi pretrga. Zaradi tega se provodni upor toliko poveča, da se galvanski tok prekine.

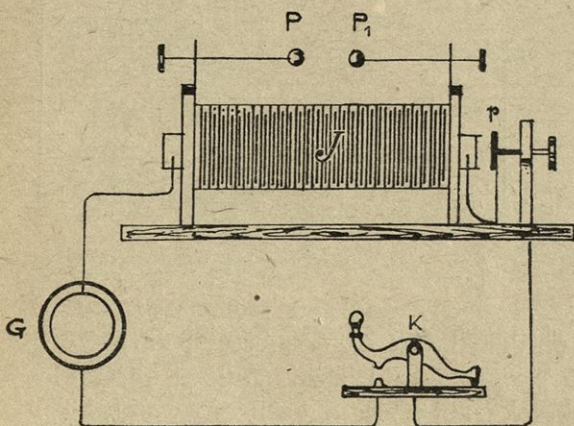
Fizik Hertz je z mnogovrstnimi poizkusi dokazal, da se učinkovanje elektriške iskre v prostoru širi na vse strani prav po istih zakonih, po katerih se širita zvok in svetloba. Prenašalec teh učinkov je neka neskončno lahka, prožna snov, ki jo imenujemo svetlobni eter. Ta je razširjen povsod v svetovnem prostoru in tudi v vsakem telesu.

Elektriška iskra spravi eter v tresno gibanje, ki se potem kot elektriški valovi širi v prostoru na vse strani, prav tako kakor se v stoječi vodi, v katero si vrgel kamen, od tega mesta širijo v o d n i v a l o v i. Kadar zadenejo elektriški valovi ob koherer, zmanjša se mu po indukciji provodni upor, kakor smo zgoraj pojasnili.

Pri brezžičnem brzojavu imamo, kakor pri Morsejevem brzojavu, dve postaji: o d d a j n o, iz katere brzojavimo, in p r e j e m n o, ki poročilo prejema.

Na oddajni postaji vzbujamo elektriške tresaje z velikim indukčnim aparatom, pri katerem primarni tok sklepamo s ključem, kakršnega imamo pri Morsejevem brzojavu. Žica na sekundarni ali indukčni tuljavi pa ima na koncih kovinski krogli. Slika 65. predočuje

Slika 65.



ureditev oddajne postaje. *J* je indukčni aparat, *K* ključ in *G* galvanska baterija. Ako pritisnemo ključ na levi navzdol, sklenemo galvanski tok, ki ga potem pero *p* vrstoma prekinja in zopet sklepa; medtem pa švigajo elektriške iskre med kroglama *P* in *P*₁.

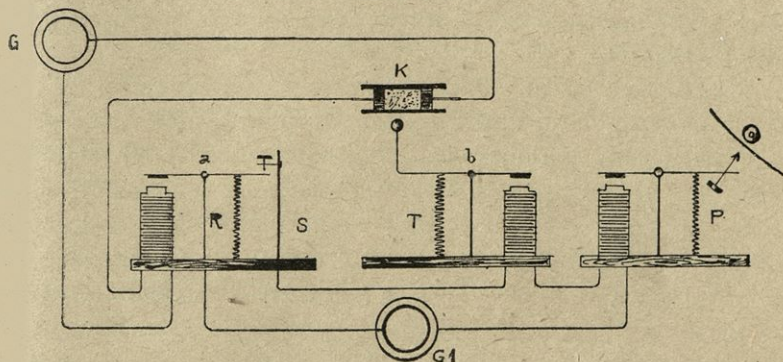
Na prejemni postaji morajo biti najmanj nastopni aparati: *a*) koherer, *b*) galvanska baterija, *c*) pisalni aparat kakor pri Morsejevem brzojavu in *č*) priprava, s katero dobi koherer po vsakokratnem sklepu majhen udarec, da se opilki zrahljajo (trkač).

Kadar sta oddajna in prejemna postaja bolj oddaljeni, je učinek elektriškega vala na koherer zelo slab, ter dobi koherer le malo provodljivost. V tem slučaju koherer ni neposredno zvezan s pisalnim aparatom, ampak s takozvanim relêjem.

Slika 66. predočuje aparate in njih medsebojno zvezo na prejemni postaji. *K* je koherer, *R* pa relê ali priprega. Ta je takole sestavljen: na leseni deščici stoji elektromagnet, temu nasproti je kotvica na dvoročičnem vzvodu, ki se vrti okoli osi *a*. Na drugi strani vzvoda stoji zgoraj pravokotno ukrivljen stebriček *s* iz mendenine. *T* je trkač, to je elektromagnet, ki ima okoli *b* vrtljivo kotvico v obliki dvoročičnega vzvoda. *P* je pisalni aparat, *G* in *G*₁

sta dve galvanski bateriji. Baterija G je zvezana z elektromagnetom reléja R in s kohererjem; baterija G_1 pa z elektromagnetom na pisalnem aparatu in trkaču ter s stebričkoma a in s na reléju.

Slika 66.



Ko dobi koherer toliko provodljivost, da sklence baterijo G , potem potegne elektromagnet na reléju kotvico nase, s tem pa spravi desni del kotvice v dotiko s stebričkom s . V tem hipu je sklenjena tudi baterija G_1 . S sklepom te baterije udari klinček na pisalnem aparatu na papir, trkač pa na koherer. Z udarcem izgubi koherer svojo provodljivost, galvanski tok baterije G se prekine in istotako tudi oni baterije G_1 .

Ako na oddajni postaji indukčni aparat s ključem sklenemo le za hip, dobimo na prejemni postaji na papirju piko; več časa trajajoči sklep indukčnega aparata dá na pisalnem aparatu vrsto pik, ki leže tesno druga poleg druge ter tvorijo črto. — Iz pik in črk pa se sestavi abeceda kakor pri Morsejevem aparatu.

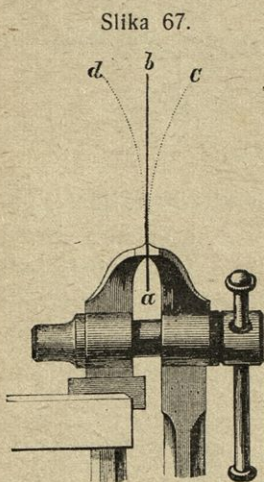
VII. Akustika ali nauk o zvoku.

§ 75. **Zvok.** Vse, kar zaznavamo s svojimi ušesi ali vse, kar slišimo, imenujemo **zvok**.

— Vsakikrat, kadar slišimo kakršenkoli zvok, se izlahka prepričamo, da se telo, od katerega prihaja zvok, na neki določen način giblje.

Dokler voz na cesti mirno stoji, ne slišiš od njega nobenega ropota, marveč šele potem, ko se začne gibati. — Ako hočeš z bičem pokati, moraš z njim s primerno silo in hitrostjo po zraku mahati. — Nabasana puška počí, ko se smodnik vžge in plini, ki se pri tem razvijejo, naboj iz cevi potisnejo ter zrak močno stresejo. — Ako udariš ob zvon, slišiš poseben zvenk; položiš li prst ob zveneči zvon, čutiš, da se tresе.

Poizkus: Jeklen, 30 do 40 cm dolg prot *ab* (slika 67.) je pri *a* v primožu vklenjen, pri *b* prost. Upogneš li prot v lego *ac* in ga potem spustiš, se giblje vsled vzbujene prožnosti proti svoji prvi legi. Dospevši v lego *ab*, se ne ustavi, marveč se giblje na nasprotno stran do lege *ad*. Odtod se vrne zopet čez *ab* približno do *ac*. Tako se giblje več časa okoli svoje prve lege *ab* v vedno manjših razmahih, in se polagoma umiri. O tako gibajočem se protu pravimo, da se tresе ali nihá.



Pot prota od *ac* do *ad* in nazaj, ali kar je isto, pot od *ab* do *ac*, od *ac* do *ad* in od *ad* nazaj do *ab*, imenujemo tresaj (nihaj).

Če je prot precej dolg, moreš njegovo tresenje z očmi opazovati, če ga bolj in bolj krajšaš, se tresе hitreje, da tresenja z očmi morebiti več ne vidiš, zato pa zaslišiš šum in pri prav hitrem tresenju neko zvenenje.

Nekaj podobnega opazuješ pri napeti struni. Če je precej dolga in slabo napeta, se tresе tako počasi, da tresaje lahko šteješ. Čim bolj jo napneš, tem hitreje se tresе in nareja neki šum. Zadosti hitro in krepko tresoča se pa zazveni.

† Vzrok zvoku je tresenje zvočečih teles. Opisujoč nastanek zvoka, govorimo o poku, šumu, ropotu, zvenku itd.

† Pok nastane z enim samim hitrim in močnim udarcem, n. pr. pok puške, pok biča. Neredno ponavljajoči se tresi provzročujejo: šum, ropot, krik itd. Po pravilnih in redno ponavljajočih se tresih nastali zvok imenujemo zvenk. V glasbi se zvenk imenuje ton in se je pri njem treba ozirati na višino ali globočino in na jakost.

Šum in ropot sta tudi zvoka, ki trajata več časa in dostikrat nastaneta po rednih tresajih, vendar imamo pri njih občutek, da se jakost in višina menjavata.

Telesa, ki provzročujejo zvok, morajo biti prožna, imenujemo jih zvočila.

§ 76. Kako se zvok širi. Hitrost zvoka. Zvonenje s kakega cerkvenega stolpa slišimo na vse strani, v dolini in na hribu, tudi skoz zaprta okna, v gotovih mejah tudi skoz zidovje. V veliki oddaljenosti ga pa ne slišimo.

Zvok se v prostoru širi na vse strani, vendar njegova jakost v daljavi pojema.

Z različnimi poizkusi pa je dokazano, da se zvok v popolnoma praznem prostoru ne more širiti.

Da moremo zvok slišati, morajo med zvočili in nami posredovati prožna telesa, zvokovodi. Navadni zvokovod je zrak.

Če položiš na en konec klopi žepno uro, na drugi konec pa nastaviš uho, slišiš tikanje ure prav razločno, ki ga po zraku morda več ne slišiš.

Telesa, ki služijo kot zvokovodi, morajo biti sposobna, da gibanje (tresenje) zvočila sprejemajo in potem vodijo do našega ušesa.

Kot zvočilo lahko služi vsako telo katerekoli skupnosti, vendar mora biti prožno.

Pri poizkusu, ki je opisan v poprejšnjem paragrafu, smo omenili, da gibanje prota *ab* (slika 67.) provzročuje njegova prožnost. Ko se prot giblje od desne proti levi, pritiska na zrak pred seboj in ga spričo tega nekoliko zgoščuje. Najprej se zgosti zračja plast, ki leži neposredno ob protu, od te se zgoščevanje širi naprej od plasti do plasti. Zadaj za protom pa nastane prazen prostor, v katerega vstopi zrak od prve zadnje plasti. V razredčeni prostor te plasti vstopi zrak od tretje plasti.

Tako zgoščevanje in razredčevanje zraka se širi od tresočega se prota na vse strani od plasti do plasti. Pravimo, da zrak okoli prota postopno valuje ter imenujemo dve sosednji zračji plasti, v katerih eni je zrak zgoščen, v drugi pa razredčen, en val.

Lep in poučen pojav postopnega valovanja vidimo na žitnem polju, če preko njega zapiha bolj rahel veter. Vsak klas se nagne naprej v smeri vetra, pa se vzdigne in vzravna ter nagne še nekoliko nazaj čez mirovno lego, ko neha pritisk vetra. Klasovje se giblje v tem zmislu po vrsti, kakor ga veter kesneje zadene. Kjer se gibljejo klasi drug proti drugemu, nastane zgostitev polja; razredčitev pa tam, kjer se klasi drug od drugega oddaljujejo.

Ako gledamo na tako žitno polje s kakega hribčka, se nam dozdeva, da se v smeri vetra širijo celi valovi s poviški in ponižki.

Drug pojav postopnega valovanja vidimo, ako v mirno stoječo vodo vržemo kamen. Okoli točke, v kateri je padel kamen, se širijo koncentrični krogi z vrstečimi se poviški in ponižki. Na vodo na različnih mestih položeni koščki lesa se na istem mestu vzdigujejo navzgor in navzdol. Voda torej ne steče naprej. Čim večji postanejo krogi, tem manjši postanejo poviški in ponižki.

Klasje na žitnem polju, ki ga spravi veter v valovanje, se giblje v smeri, v kateri se valovanje širi, vodni molekuli pri vodnih valovih pravokotno na preme, v katerih se valovanje širi. Prvo valovanje imenujemo *podolžno* (*longitudinalno*), drugo *povprečno* (*transversalno*).

Črte, ki kažejo smeri, v katere se zvok v zvokovodu širi, imenujemo *zvočje trake*. V enem in istem zvokovodu so zvočji traki preme črte, ako je zvokovod povsod enako gost.

Ako opazuješ iz daljave streljanje s topovi, vidiš najprej smodnikov dim, čez nekoliko časa šele slišiš pok. Zvok potrebuje torej časa, da se razširi v prostoru v različne daljave; daljavo, ki jo preleti v eni sekundi, imenujemo njegovo *hitrost*.

Zvočjo hitrost najlažje določimo tako, da sprožimo na enem kraju top, na drugem pa opazujemo trenutek, ko se smodnik vžge, in trenutek, ko se zasliši pok. Razloček teh časov je čas, ki ga je potreboval zvok, da je preletel razdaljo obeh krajev. Zvočja hitrost je potem enaka kvocijentu iz merskega števila te razdalje in števila sekund, v katerih je zvok to razdaljo preletel. — Na takšen način so določili zvočjo hitrost v suhem zraku pri $0^{\circ}C$ na $333\ m$.

2 V trdnih telesih in tekočinah je zvočja hitrost večja nego v zraku.

Razno visoki toni ali zvoki se širijo v prostoru z enako hitrostjo; to nam kaže izkušnja, kajti godbo slišimo blizu nje ali daleč od nje vedno harmonično.

V toplejšem zraku se širi zvok hitreje; veter, pihajoč v smeri razširjajočega se zvoka, pospešuje nekoliko njegovo hitrost.

Kako moreš določiti oddaljenost hudournih oblakov, ako opazuješ čas med bliskom in gromom?

§ 77. **Višina tonov.** Da zvemo, od česa je zavisna višina tonov, rabimo navadno Seebeckovo sireno, t. j. okroglo ploščo, ki ima osem koncentričnih vrst lukenj, drugo od druge enako oddaljenih. V prvi vrsti je 24, v drugi 27, v naslednjih po vrsti: 30, 32, 36, 40, 45 in 48 lukenj. Na ploščo je nasajena os, ki gre pravokotno skozi njeno središče. Ako to ploščo vrtiš enakomerno okoli njene osi ter skozi stekleno cev pihaš zdaj na eno zdaj na drugo vrsto lukenj, slišiš zvenk različnih višin — različne tone. Čim več lukenj je v vrsti, na katero pihaš, tem višji je nastali ton.

Ton nastane po zračjih udarih na ploščo. Zrak, ki ga pihaš skozi cev proti plošči, odhaja skozi ploščo, kadar pride pod cev luknja; udarja pa na ploščo ter se ondi zgoščuje, kadar pride pod cev neprevrtan del plošče. Ko se plošča zavrti enkrat, udarja in zgoščuje se zrak tolikokrat, kolikor lukenj je v oni vrsti, ki se giblje pod cevjo. Če se plošča zavrti v eni sekundi 5 krat, in če je v vrsti pod cevjo 24 lukenj, udarja zrak na ploščo $24 \times 5 = 120$ krat, istotolikokrat pa uhaja tudi skozi ploščo. Vsak takšen udar povzročuje v obkrožnem zraku tresenje, ki se postopno razširja na vse strani. Ker imajo luknje na isti vrsti enako razdaljo, se zračji tresi pravilno vrstijo drug za drugim, če se plošča enakomerno vrti. — Iz poizkusa izvajamo:

Višina tonov je zavisna od števila tresajev v eni sekundi.

Število tresajev v eni sekundi imenujemo absolutno višino tona.

§ 78. **Skala tonov.** Ako sireno enakomerno vrtiš in pri tem pihaš skoz stekleno cev zaporedoma na vseh osem vrst lukenj, počenši od notranje s 24 luknjami, slišiš vrsto 8 tonov, ki, sledeč drug drugemu, ušesu prijajo in se rabijo v glasbi. Vrsta teh tonov se imenuje skala (lestvica) tonov. Tone te skale štejemo od najglobokejšega do najvišjega ter jih imenujemo po vrsti primo, sekundo, terco, kvarto, kvinto, seksto, septimo in oktavo, ali 1., 2., 3., 4., 5., 6., 7. in 8. ton. Prvi ton skale se imenuje tudi osnovni ton. — Kvocijent števil, ki značita absolutno višino dveh tonov, imenujemo relativno višino teh tonov.

Deleč število lukenj vsake vrste s številom lukenj (24) notranje vrste, dobimo kvocijente, ki zaznamujejo relativne višine vseh tonov glede osnovnega tona. — Torej imajo:

osnovni ton, sekunda, terca, kvarta, kvinta, seksta, septima, oktava,
 1 $\frac{9}{8}$ $\frac{5}{4}$ $\frac{4}{3}$ $\frac{3}{2}$ $\frac{5}{3}$ $\frac{15}{8}$ 2
 za relativne višine.

Iz tega spoznamo, da stori sekunda devet tresajev, ko stori prima ali osnovni ton osem tresajev; terca stori v istem času pet tresajev, ko stori prima štiri itd. Ako znamo relativno višino dveh tonov in absolutno višino enega teh tonov, lahko izračunamo tudi absolutno višino drugega. Ako je na primer absolutna višina osnovnega tona 260, potem je absolutna višina kvinte $260 \times \frac{3}{2} = 390$, absolutna višina sekste $260 \times \frac{5}{3} = 433$ itd.

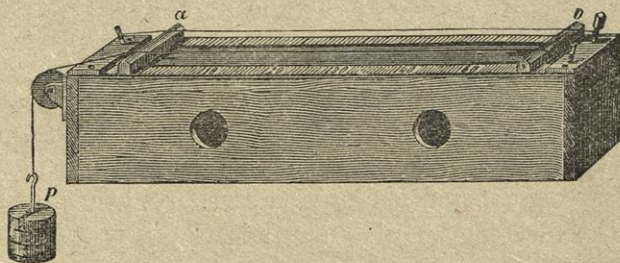
V fiziki zaznamujemo posamezne tone skale tonov s črkami *C, D, E, F, G, A, H* in *c*. Ton *c* more biti zopet osnovni ton druge višje skale tonov, ki jo zaznamujemo potem s črkami *c, d, e, f, g, a, h, c'*. Oktava tona *c'* je *c''* itd.

Od tona *C* globokejše oktave imajo znake: *C₁, C₂* itd.

Da moremo katerikoli ton navedene skale jemati za osnovni ton nove skale, je treba, da nekatere tone nekoliko znižamo ali pa zvišamo. Ti novo dobljeni toni se imenujejo poltoni. Dva tona imenujemo zglasna (konsonančna), ako istočasna ušesu prijata, nasprotno sta nezglasna (disonančna). — Več zglasnih in istočasnih tonov tvori akord.

§ 79. Zveneče strune. Na klavirju imamo strune iz jeklenih žic razne dolžine in debeline, na goslih so strune iz čreves in svilnatoga sukanca. Tanjše in krajše strune dajo vobče višje tone.

Slika 68.



Za proučevanje zakonov zvenceh strun služi ota skrinjica iz prožnega lesa, čez katero lahko napnemo eno ali tudi več strun (slika 68.) En konec strune je pri *b* privezan, drugi pa se vije čez škripec in nosi večjo ali manjšo utež, ki struno nateguje. Pri *a* in *b* se struna opira na kobilici ali sedli; tretjo tako kobilico pa lahko postavimo med *a* in *b* na kateremkoli mestu ter tako skrajšamo zveneči del strune.

Poizkusi: *a)* Z lokom potezaj ob struno tako, da se vsa tresi in zveni, ter določi višino njenega tona! — Potem postavi premično kobilico v središče med *a* in *b*, potezaj z lokom ob prvo polovico ter določi zopet višino tona! — Isto ponavljaj za tretjino, četrtno strune! Našel boš, da je drugi ton dvakrat, tretji trikrat, četrta štirikrat višji od prvega.

b) Dve struni iz iste tvarine in enake dolžine, od katerih pa je ena dvakrat debelejša, napni z istimi utežmi! — Debelejša struna daje za oktavo (dvakrat) nižji ton.

c) Ako na isto struno obesi štirikrat večjo utež, torej jo štirikrat močneje napneš, dobiš za oktavo (dvakrat) višji ton.

Strune iz iste tvarine dajo 2-, 3-, 4-... krat višje tone, 1.) če so 2-, 3-, 4-...krat krajše, 2.) če so 2-, 3-, 4-...krat tanjše, 3.) če so 4-, 9-, 16-...krat bolj napete. S poizkusi se je tudi dokazalo: 4.) Izmed dveh enako dolgih, enako debelih in enako napetih strun iz različnih tvarin daje višji ton tista, ki ima manjšo gostoto.

Poizkusi: *a)* Struno *ab* razdeli s kobilico na dva enaka dela; na eno polovico obesi papirne odrezke kot jahalce; ob drugo pa potezaj z lokom! Skakljajoči papirčki na drugi polovici ti kažejo, da se tudi ona tresi. — *b)* Struno razdeli v tri enake dele, kobilico postavi v prvo razdelišče, na drugi dve tretjini pa obesi zopet papirne jahalce, med temi enega v drugo razdelišče! Ako potezaš z lokom po prvi tretjini, kažejo papirčki, da se treseta tudi drugi dve tretjini; a drugo razdelišče je mirno. — *c)* Isto ponavljaj, ko si postavil kobilico v prvo četrtno strune! Ako potezaš z lokom po prvi četrtni, se tresajo tudi ostale tri četrtine; le točke koncem prve, druge in tretje četrtine ostanejo mirne. — Take mirujoče točke tresočih se teles imenujemo vozle.

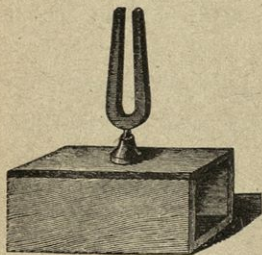
Dva sosednja po vozlu ločena dela se treseta v nasprotnem zmislu; ko se gibljejo točke na levi od vozla navzgor, se gibljejo točke na desni od vozla navzdol in obratno.

Struna se razdeli na več enakih delov tudi takrat, ako se je s prstom na koncu prvega dela rahlo dotakneš; dostikrat pa tudi kar sama ob sebi.

Strune uporabljamo na citrah, klavirjih, goslih, tamburicah itd. — Zakaj na klavirju niso vse strune enako debele, in katere so najdebelejše? — Na brzojavnih žicah slišimo časih različno zvenenje. Kdo ga proizvaja?

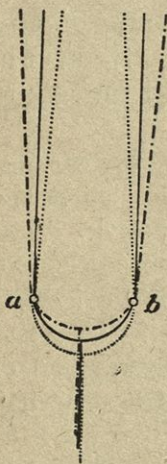
§ 80. **Zveneče palice.** Opazovanje uči, da dajejo prožne palice iste oblike in iz iste tvarine višje tone, ako so *a*) debelejšje, *b*) krajšje.

Slika 69.



Izmed zvenečih palic so najbolj znane glasbene vilice. To je črki U podobno ukrivljena palica, ki ima na ukrivljenem delu držalo. Dostikrat so glasbene vilice pritrjene na skrinjico iz prožnega lesa (resonančno omarico) (slika 69.). — Glasbene vilice zazvene, ako ob njih rogelj lahko udarimo ali z lokom potegnemo. — Vilice s krajšimi in debelejšimi roglji dajo višje tone.

Slika 70.



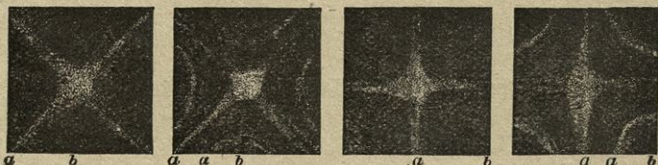
Za ubiranje godal služeče glasbene vilice dajo ton s 435 tresaji v eni sekundi. Na zvenečih glasbenih vilicah se tvorita dva vozla *a* in *b* (slika 70.) Ko se roglja gibljeta navznotraj, drug proti drugemu, se giblje ukrivljen del in z njim tudi držalo navzdol in obratno.

§ 81. **Zveneče plošče.** Poizkus: Središče štirioglate ali okrogle medene plošče utrdi v precepu z vijakom, ploščo pa posuj z drobnim peskom. Ako ob robu plošče potezaš z lokom, zazveni plošča; pesek na plošči pa odskakuje ter se zbira v nekih črtah, kjer ostane potem miren, dokler daje plošča isti ton. — Ista plošča more dajati različno visoke tone.

Črte, v katerih ostane pesek miren, imenujemo črte vozlovke. One tvorijo posebne like, Chladnijeve zvočje like.

Zvočji liki so raznovrstni (slika 71.).

Slika 71.



Potezaš li z lokom ob štirioglato prožno ploščo v točki *b* in držiš li ploščo v točki *a*, da se v njej ne more tresti, dobiva like, kakršne kaže slika.

Oblika zvočnega lika je zavisna od tega, če plošča ni na vseh delih enako gosta, dalje, v katerih točkah je utrjena in v katerih točkah potezaš z lokom obnjo. Sploh je zvočji lik sestavljen iz več vozlovk, kadar daje plošča višji ton.

Zvočje like je prvi opazoval in opisal Chladni (l. 1787.).

Zvono ve si lahko mislimo nastale iz ravnih plošč, ki so toliko upognjene in zavite, da so dobile dotično obliko. Na zvonu se tvorijo najmanj 4 vozlovke, ki dele njegov rob v štiri enake dele ter gredo od roba proti točki, v kateri je zvon utrjen. Tvoriti se jih pa more tudi 6, 8, 10 itd. — Dva po vozlovki ločena zvonova dela se treseta v nasprotnem znisu.

Okrogle napete opne (membrane), kakršne imamo na bobnih, se tresejo ali cele ali v oddelkih; v zadnjem primeru se tvorijo vozlovke v sosrednih krogih, ako udarjamo ob opno v njenem središču.

§ 82. Piščali. Ako pihaš v poševni smeri črez odprtino bolj ozke cevi ali črez ozko grlo kake steklenice, slišiš ton, ki postane tem višji, čim krajša je cev. — S tem, da pihaš zrak črez odprtino, se zrak v cevi vrstoma zgoščuje in razredčuje ter se tako začne tresti, in sicer v podolžni smeri.

Godala, pri katerih nastajajo toni po tresenju deloma zaprtega zraka, imenujemo piščali. Razločujemo ustnične piščali in piščali z jezičkom.

a) Ustnična piščal sestoji iz štirioglate ali okrogle cevi *R* (slika 72.), ki ima na spodnjem delu ozko odprtino *c*, usta. Gorenji rob te odprtine je priostren ter tvori zgornjo ustnico. V isti višini s spodnjim robom odprtine, spodnje ustnice, tiči v cevi *R* tristranična prizma *d*, jedro, ki pušča pri *c* ozko odprtino. Cev *R* stoji na manjši cevi, podnožju, in je na vrhu ali zaprta ali odprta. Z ozirom na to se zove piščal ali zaprta ali odprta.

Ako pihamo v podnožno cev, odhaja vpihani zrak skoz odprtino med jedrom in spodnjo ustnico; pri tem pa udarja ob zgornjo ustnico; nekoliko ga vstopi v cev *R* ter zgosti tamošnji zrak. Na to pa odhaja ves zrak skoz usta na prosto; nad jedrom zgoščeni zrak se pomika po cevi navzgor. Nad jedrom se tedaj zrak ne-

Slika 72.



koliko razredči, vsled tega pa vstopi zopet nekoliko zraka skoz odprtino. — V cevi *R* se potem zrak vrstoma zgoščuje in razredčuje, to pa povzročuje podolžno tresenje zraka v cevi, — piščal za piska, ako je tresenje zraka dovolj silno, sicer pa slišimo le šum.

Poizkusoma lahko dokažeš veljavnost teh zakonov:

✧ *a)* Krajše ustnične piščali, zaprte kakor odprte, dajo višje tone kot dolge, in sicer je višina tona obratno sorazmerna z dolžino piščali.

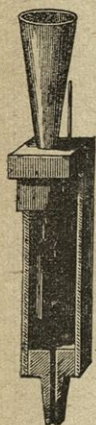
✧ *b)* Izmed dveh enako dolgih ustničnih piščali, katerih je ena zaprta, druga pa odprta, daje odprta za oktavo višji ton.

✧ *c)* Ista piščal daje razno visoke tone, ako pihamo vanjo bolj ali manj močno.

Tvarina, iz katere je piščal narejena, in širina piščalne cevi ne vplivata na višino tona.

Slika 73.

Ton odprte piščali se nekoliko zniža, ako ji zakriješ en del odprtine. — Ustnične piščali v tej obliki, kakršno kaže slika 72., rabimo pri orglah. — Žvegle, pastirske orglice, signalne piščalke so istotako ustnične piščali.



✧ *b)* Piščal z jezikom (slika 73.) sestoji iz treh delov: 1.) Iz otle štirioglate ali okrogle cevi, v katero se piha zrak skoz njeno podnožje. 2.) Iz manjše cevi, ki tiči v prvi in je zgoraj odprta, a na eni strani tako zarezana, da nastane štirioglata podolžna odprtina. To odprtino zapira prožna kovinska ploščica, jeziček, ki je na zgornjem koncu utrjena, sicer pa prosta. Jeziček more biti nekoliko manjši nego odprtina, da se giblje skoz njo prav natančno, vendar ne dotikaje se obstranja; — ali pa večji, da ne more skoz odprtino. 3.) Iz nastavne cevi, ki je podobna livniku in stoji na cevi z jezičkom.

✧ Skoz podnožno cev vpihani zrak odhaja mimo jezička in skoz nastavno cev na plano. Ta zračni tok spravi jeziček v tresno gibanje; tresoči se jeziček pušča zrak le premenjema v nastavno cev. Tresenje jezička in zraka v nastavni cevi pa proizvaja ton. Višina tona je zavisna od prožnosti in dolžine jezička in od dolžine nastavne cevi.

✧ Nastavna cev znižuje sploh nekoliko piščalin ton ter mu podeljuje večjo jakost.

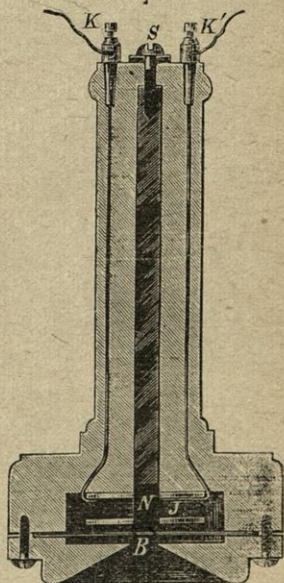
Piščalke z jezičkom so: klarineta, fagot, otroška trobica, lovski rog, troba itd. Pri lovskem rogu in trobi nadomeščujejo trobčeve ustnice jeziček, ker se začnejo tresti, ko se piha zrak s silo mednje.

§ 83. Človeško glasilo je podobno piščali z jezičkom. Dušnik ali sapnik je na zgornjem delu nekoliko širji ter prehaja tukaj v jabolko. Jabolko se je zrastle iz več hrustancev ter je znotraj zaprto s sluznico, ki nareja na vsaki strani dve poprečno napeti gubi, glasotvornici imenovani; odprtina med njima se zove glasilka. Jabolko je v zvezi z ustno in nosno duplino; jabolčni poklopec ga navadno zapira, da pri požiranju ne pridejo v dušnik jedi in pijače. Posebne mišice natezavajo glasotvornici bolj ali manj, da se glasilka bolj ali manj zožuje ali razširja. Zrak, ki prihaja pri dihanju iz pljuč, potresa glasotvornici ter s tem proizvaja ton. Ustna duplina ojačuje tone kakor nastavna cev pri piščali z jezičkom. Z jezikom, ustnicami in zobmi dajemo ustni duplini razne oblike ter tako proizvajamo raznovrstne tone. Človeški glas je višji, kadar sta glasotvornici bolj napeti ali krajši in se hitreje treseta; jakost glasu pa je zavisna od jakosti tresenja glasotvornic.

§ 84. Telefon imenujemo aparat, ki prenaša s pomočjo induciranih elektriških tokov človeški glas in govor v velike daljave. Javilo, t. j. aparat, s katerim javimo v daljavo svoje poročilo, in prejemalo sta popolnoma enaki. Telefon sestoji iz jeklenega magneta *NS* (slika 74.), ki nosi na enem polu kratko leseno cevko *J*, na katero je nasukana tanka, izolirana in precej dolga bakrena žica. Konca te žice sta privarjena na sklopna vijaka *K* in *K'*. Pred magnetiškim polom *N*, oziroma pred indukčno tuljavo *J*, je pritrjena okrogla, tanka železna ploščica *B*. Magnet in ploščica sta spravljena v lesenem okrovu, ki ima pred železno ploščico obliko livnika, kakor kaže slika.

Recimo, da so sklopni vijaki dveh telefonov zvezani po dveh izoliranih dobrih elektrovodih. Govorimo li v livkasto odprtino proti železni ploščici enega teh telefonov, spravimo s tem ploščico v tresno gibanje. Tresoč se železna ploščica se magnetiškemu polu *N* premenjema približuje in od njega oddaljuje. Ko se železna

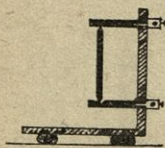
Slika 74.



ploščica magnetu približa, se oslabi polu nekoliko njegova magnetnost, toda se poveča, ko se ploščica od njega bolj odmakne. S tem pa se v indukčni tuljavi vzbujajo inducirani toki prav tako, kakor če bi iz indukčne tuljave izmikali ali vanjo vtikali magnet. Ti inducirani toki krožijo po elektrovodu v žici indukčne tuljave drugega telefona ter ondi magnetnost v njej tičečega magnetiškega pola ali oslabljajo ali povečujejo. Če pa se temu magnetu magnetnost oslabi, odskoči železna ploščica nekoliko vsled prožnosti, nasprotno jo magnetiški pol nekoliko k sebi pritegne, če se mu magnetnost ojači. Železna ploščica v drugem telefonu se trese tedaj prav tako in z isto hitrostjo, kakor ona v telefonu, v katerega govorimo. Tresoča se pa proizvaja zvok, ki ga slišimo, ako livkasto posodo tega telefona nastavimo na uho.

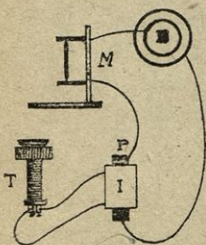
Na večje daljave s telefonom ne moremo govoriti, ker so inducirani toki že sami šibki in po dolgih elektrovodih tako oslabé, da na postaji, kamor hočemo govoriti, ploščic na telefonu ne spravijo v zadosti krepko tresenje. Za večje daljave zvezujemo telefon z mikrofonom.

Slika 75.



Mikrofon (slika 75.) sestoji v svoji prvotni obliki iz dveh druga na drugi pravokotno stoječih prožnih deščic, katerih horizontalna leži na majhnih blazinicah iz kavčuka. Na vertikalni deščici sta pritrjena dva kosa oglja, ki sta na enem koncu nekoliko izdolbljena, na drugem pa zvezana s sklopnim vijakom. Med tema ogljema leži v njunih jamicah drobna, na koncih priostrena ogljena paličica, in sicer prav rahlo.

Slika 76.



Mikrofon zvezemo z bakrenimi žicami z galvansko baterijo in s primarno tuljavo za voltovsko indukcijo; telefon sam pa z indukčno tuljavo kakor kaže slika 76., v kateri znači *M* mikrofon, *B* galvansko baterijo, *P* primarno, *I* indukčno tuljavo, *T* telefon.

Položimo li na horizontalno ploščico mikrofona žepno uro, slišimo v telefonu prav glasno njeno tikanje. Ako je mikrofon občutljiv, slišimo v telefonu tudi besede, ki jih kdo govori proti mikrofonom. S tikanjem ure ali z govorjenjem spravimo deščico mikrofona v tresenje in prav tako tudi ogljeno paličico, ki se potem v jamicah vrstoma bolj ali manj močno pritiska na druga ogljena konca,

s čimer pa se izpreminja provodni upor. Vsled tega pa teče iz baterije po mikrofonu in primarni tuljavi zdaj jačji zdaj slabši tok. Vsaka izprememba v jakosti toka pa zbuja v indukčni tuljavi inducirani tok, ki steče po telefonu in v istem provzroči tresenje železne ploščice na isti način kakor smo učili pri telefonu.

Mikrofoni, ki se rabijo na telefonskih postajah in ki govorico izorno prenašajo v velike daljave, imajo obliko, ki jo kaže slika 77.

Na dnu plitve škatlice iz ebonita se nahaja ogljena ploščica *O*, ki je na površju nekoliko hrapasta. Ta škatlica je pokrita s prožno železno ploščico, na katero je ob robu pritrjena livkasta posoda *L* iz ebonita. Prostor med ogljeno in železno ploščico je napolnjen z ogljenimi kroglicami; na ploščicah *O* in *P* sta pritrjeni dve žici *a* in *b*, kojih ena vodi k galvanski bateriji, druga pa k primarni tuljavi, kakor v sliki 76.

Slika 77.



§ 85. **Jakost zvoka.** Velik in težek zvon ima dosti močnejši glas kakor majhen; slišimo ga tudi v dosti večje daljave. — Ako potegneš z lokom ob napeto struno, daje izpočetka krepek ton, ki pa pojema, v čim manjših razmahih se struna trese. — V daljave kličemo z višjim glasom, da se nas more slišati. Če stojimo blizu govornika, ga boljše slišimo, nego v večji daljavi. — V zimskem času, ko je zrak bolj mrzel in raditega tudi bolj gost, slišimo zvonjenje v večje daljave, kakor poleti.

Zvok je jačji: 1.) ako ima zvočeče telo večjo maso, 2.) ako se trese v večjih razmahih, 3.) čim večje je število tresajev v eni sekundi 1.)

Zvok se 4-, 9-, 16-...krat bolj oslabi, če se od zvenečega telesa 2-, 3-, 4-...krat bolj oddaljimo 2.)

V isti razdalji od zvenečega telesa je zvok jačji, če ima zvočevod večjo gostoto 3.)

§ 86. **Sozvočenje. Resonanca.** Poizkusa: *a)* Na mizo postavi dvoje takih glasbenih vilic na resonančnih omaricah, ki dajejo popolnoma enako visoke tone. Potegneš li z lokom ob ene vilice, da dajejo krepek ton, zazvené tudi druge ter zvené še dalje, čeravno ustaviš prve, dotaknivši se jih. — *b)* Zapoješ li v odprt glasovir s krepkim glasom, zazveni struna, ki daje vprav tako visok ton, kakršnega si zapel.

Zvočeče telo more v drugem prožnem telesu vzbujati tresenje, da proizvaja to samo zase vprav tako visok ton, kakor prvo zvočeče telo. — Ta pojav

imenujemo sozvočenje. — Telo sozvoči z drugim zvočnim telesom le takrat, ako se more z enako hitrostjo tresti kakor prvo, ako daje samo isti osnovni ton.

✚ Poizkusi: Prosto v zraku razpeta struna daje prav slab ton, ki ga v večje daljave ne slišiš; njen ton pa se izdatno ojači, ako jo napneš čez votlo skrinjico iz prožnega lesa. — Ton glasbenih vilic brez resonančne omarice je prav slab; pa se ojači, ako postaviš držalo zvenceh vilic na mizo. Otip te uveri, da se miza trese istočasno z vilicami in da se umiri, ko vilice utihnejo.

✚ Zvočeča telesa podeljujejo svoje tresenje tudi drugim prožnim telesom, katerih se dotikajo, tako da se ta ž njimi istočasno tresejo in s tem zvok prvih ojačujejo. — Ta pojav imenujemo resonanco. — Resonanca traja le toliko časa, dokler zvoči prvo telo.

Glasbene vilice in struna imajo same zase premalo mase, da bi mogle v obdajajočem jih zraku vzbujati krepko tresenje. — Čemu imajo godala s strunami votle skrinjice iz prožnega lesa, resonančne omarice?

§ 87. **Barvenost tonov.** Vsakdo razločuje ton gosli od tona trobente, piščali itd., četudi imajo isto višino. V tonu vsakega zvočnega telesa je tedaj nekaj posebnega, kar ga razločuje od tonov iste višine, ki jih dajejo druga zvočila. To svojstvo imenujemo barvenost tonov.

Izkušnja uči, da more vsako zvočeče telo dajati več tonov razne višine (pri strunah, ploščah in ustničnih piščalih smo to izrecno omenili). Najglobokejši ton kakega telesa se imenuje njegov osnovni ton, vsi drugi pa višji toni.

Barvenost tonov je zavisna od števila in jakosti višjih tonov, ki spremljajo istočasno osnovni ton, ki pa je izmed vseh najjačji.

✚ § 88. **Odboj zvoka. Jek. Odmev.** Ako iz primerne daljave zakličeš proti kakemu zidu, gozdu ali skali, slišiš dostikrat, da se tvoj klic od zidu, gozda ali skale ponovi, časih samo enkrat, časih pa tudi večkrat. Med gorovjem slišimo dostikrat, da se kak strel večkrat ponavlja.

✚ V enem in istem zvokovodu se zvok širi v premih črtah, zvočjih trakovih. Kadar pa pride zvočni trak na mejno ploskev dveh zvokovodov, n. pr. iz zraka na kako steno, nastane isti pojav, kakršnega opazujemo, ako vržemo prožno kroglo ob tla ali ob pokončno steno.

✓ Ako vržemo prožno kroglo ob horizontalna tla v vertikalni smeri, odskoči vsakikrat v vertikalni smeri nazaj. Pravimo, da se krogla na tleh odbija. — Ako pa prožno kroglo vržemo na tla v poševni smeri, odskoči od tal na drugo stran tudi v poševni smeri. Če postavimo pravokotnico v točki, v kateri zadene krogla ob steno, potem najdemo, da oklepa smer vpadajoče krogle s to pravokotnico prav tolik kot, kakor smer odbite krogle. Ako zadene zvočji trak ob kako steno, se odbija prav tako kakor prožna krogla ob tleh ali kaki steni. Če pride odbiti zvočji trak do tvojega ušesa, vzbuja ti ravno takšen občutek kakor neposredno od zvočila prišli zvočji trakovi.

Ta pojav imenujemo odboj zvoka.

Zvok se sploh vsakikrat odbija, kadar prihaja na mejno ploskev zvokovoda.

✓ Pride li odbiti zvok v takem času do našega ušesa, da ga moremo od prvobitnega razločiti, nastane jek, ako pa pride odbiti zvok v času do ušesa nazaj, da ga ne moremo natančno razločiti, nastane odmev.

✓ Pogoje nastanku jeka in odmeva je lahko določiti. Človek more v vsaki sekundi le devet raznih zvokov razločevati drugega od drugega; vsak zvok sam zase mora tedaj na uho delovati $\frac{1}{9}$ sekunde. Hočemo li slišati jek, mora odbiti zvok do ušesa nazaj priti najmanj $\frac{1}{9}$ sekunde pozneje nego prvobitni. V $\frac{1}{9}$ sekunde nareja zvok malone 37 m dolgo pot. Ako je stena od nas 18.5 m oddaljena in ako od nas izhajajoči zvočji trakovi nanjo vpadajo v pravem kotu, slišimo enozložen jek.

✓ Ako je zvok odbijajoča stena 2-, 3-, 4 krat 18.5 m oddaljena, tedaj morejo nastati 2-, 3-, 4-... zložni jeki, t. j. jek ponavlja od kakega govora zadnje 2-, 3-, 4-... zloge.

✓ Če je več sten tako razvrščenih, da more jek od vsake stene posebej razločevati, tedaj dobimo večkratne jeke.

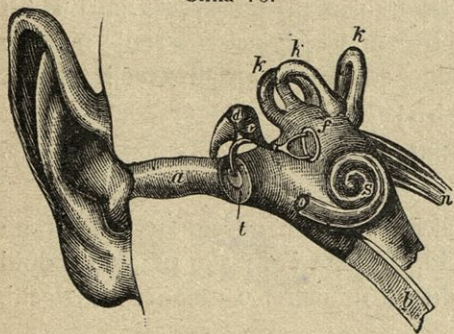
✓ Odmev opazujemo prav lahko v vsaki večji prazni dvorani ali cerkvi. Odpravimo ga vsaj deloma, če ne popolnoma, ako naredimo stene grbaste. Na takih stenah se odbija zvok nepravilno na vse strani ter izgublja nekoliko svoje jakosti; v polnih cerkvah n. pr. odmeva ne čutimo tako močno kakor v praznih. — Vsakikrat, ko se zvok odbija, tudi nekoliko oslabi; nekoliko zvoka prehaja namreč tudi v novo sredstvo — v zvok odbijajoče telo. Skozi dvojna okna ropota z ulic ne slišiš tako močno kakor skozi enojna. — Po razno gostih zračjih plasteh razširjajoči se zvok zelo oslabeva. Ponoči se nam dozdeva vsak ropot jačji nego podnevi.

Na odboj zvoka se opira uporaba doglašala in slušala. Doglašalo je stožkovita 1 do 2 m dolga cev iz kake trdne tvarine. Govorimo li v doglašalo na ožjem koncu, se zvočji traki na obstranju doglašala odbijajo tako, da izstopajo vzporedno iz cevi. Ker se potem zvok

ne more širiti na vse strani, tudi v daljavo ne oslabi toliko. — Slušalo je sploh podobno doglašalu, samo da služi v nasprotnem zmyslu. Na široko odprta cev prestreza zvočje valove, jih zbira ter vodi bolj zgoščene do ušesa.

§ 89. **Kako zaznavamo zvok.** Zvok zaznavamo s svojim ušesom. Na ušesu imamo razločevati tri dele: *a*) vnanji, *b*) srednji, *c*) notranji del. Vnanje uho sestoji iz uhlja in vnanjega

Slika 78.



sluhovoda *a* (slika 78.). Uhelj je različno izprevit hrustanec, ki prestreza zvočje trakove ter jih vodi v vnanji sluhovod. Vnanji sluhovod je navznoter zaprt s tenko opno, bobničem *t*. Zadaj za bobničem se začinja srednje uho, ki se nahaja v jako trdi skalnici in se imenuje tudi bobničeva duplina. Iz te dup-

line vodi ozka, navzdol nekoliko širja cev *b*, ušesna troblja ali Evstahova cev, v ustno duplino. Po tej dohaja v srednje uho zrak ter ima ondi isto napetost kakor zunaj. V ušesni duplini so ušesne koščice, in sicer: klavivce *d*, nakovalce *c* in stremen. Klavivce je s svojim držalom prirastlo na bobnič, njegov bat pa se naslanja na nakovalce. En konec stremena je zvezan z nakovalcem, drugi pa je prirastel na opno jajčastega okenca *f*. Notranje uho ali labirint je duplina s koščnimi stenami, s srednjim delom ušesa je v zvezi po dveh predorih, zaprtih z nežnima opnicama: z jajčastim okencem *f* in z okroglim okencem *o*. Labirint sestoji iz preddvora, iz treh oblokov *k* in iz polža *s*, ki so med seboj zvezani in polni neke vodi podobne tekočine. V njih se razprostira v zelo majhnih končičih, slušnih dlačicah, slušni živec, ki pri *n* prihaja do možganov.

Uhelj prestreza zvočje valove ter jih vodi do bobniča. Zvočji valovi potresajo bobnič in ž njim vred tudi slušne koščice; stremen potresa opnico na jajčastem okencu in po tej tekočino v labirintu, obenem pa tudi slušne dlačice. In sicer dobiva slušni živec toliko probudov ali impulzov, kolikor tresajev nareja zvočilo. Tresenje slušnega živca zaznavamo v možganih kot zvok.

Človeško uho je zelo občutljivo, ker sliši zvoke od 16 do približno 30.000 tresajev v sekundi.

Četudi je bobnič pretrgan, še vendar lahko nekoliko slišimo; v tem slučaju dohajajo zvočji valovi neposredno do jajčastega okenca in potresajo opnico. Tudi skozi usta in po lobanjskih kosteh moremo slišati. Človek ogluši popolnoma, če se slušna tekočina posuši, ali če postane slušni živec neobčutljiv.

VIII. Optika ali nauk o svetlobi.

1. Splošni pojmi. Kako se svetloba širi. Jakost svetlobe.

§ 90. **Svetloba. Svetla telesa.** Da telesa vidimo, treba razen zdravega očesa, da so v nekem posebnem stanju, — da so svetla. To, kar nam dela telesa svetla, imenujemo svetlobo.

Nekatera telesa so svetla že sama ob sebi; moremo jih videti, čeravno ni nobenega drugega svetlega telesa blizu njih; — taka telesa imenujemo samosvetla, n. pr. Solnce, zvezde stalnice, razbeljena ali goreča telesa.

Druga telesa postanejo vidna le tedaj, ako dobivajo svetlobo od drugih teles, ako so razsvetljena; sicer so nevidna, temna. Temna telesa so Zemlja, Mesec, večina reči na Zemlji.

Telesa so ali prozorna, ako vidimo skoz nje druga telesa, ali neprozorna, ako ne propuščajo svetlobe, ali prosojna, ako propuščajo le malo svetlobe, da skoz nje ne moremo razločno videti drugih predmetov.

Imenuj nekatera prozorna, neprozorna in prosojna telesa!

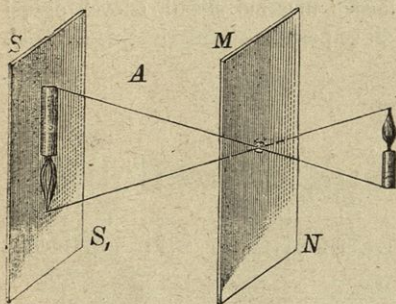
§ 91. **Kako se svetloba širi. Hitrost svetlobe.** Poizkus a): Na mizi stoječo svečo vidiš od vseh strani, da le ni med svečo in tvojim očesom nobenega neprozornega telesa.

Svetloba se širi od svetlih teles v prostoru na vse strani . . . 1.)

Poizkus b): Na mizo postavi gorečo svečo in pred njo več zaslonov z majhnimi luknjicami. Ako uvrstiš zaslone tako, da moreš skoz vse luknjice potegniti premo črto, ki gre tudi skoz plamen sveče, vidiš plamen sveče, če gledaš skoz luknjico najbolj oddaljenega zaslona; ne vidiš ga pa, če ne leže vse luknjice s plamenom v isti premi črti.

† Svetloba se širi v enem in istem sredstvu premo-
črtno . . . 2.)

Slika 79.



Preme črte, ki kažejo smer razširjajoče se svetlobe, so svetlobni žarki. — Telesa vidimo, ako prihaja z ene točke več svetlobnih žarkov v oko; vidimo jih v isti smeri, v kateri prihajajo svetlobni žarki do očesa; čeravno vir svetlobe ni v isti smeri (n. pr. pri zrcalih).

Da se svetloba premočrtno širi, dokažeš tudi s temle poizkusom:

V temni sobi postavi na mizo gorečo svečo, pred svečo pa večji papirnati zaslon *MN*, ki ima v sredi majhno luknjico (slika 79.). Na drugem papirnatem zaslonu *SS₁*, ki stoji z *MN* vzporedno, dobiš vzvrnjeno sliko sveče.

Od vsake točke svečinega plamena izhajajo svetlobni žarki na vse strani; skoz luknjico na zaslonu *MN* pa jih more le zelo majhno število; ti razsvetljujejo potem zaslon *SS₁* tudi le v primernih točkah. Razsvetljena ploskev na zaslonu *SS₁* ima raditega obliko goreče sveče. — Slika na zaslonu *SS₁* je manjša kakor sveča, če je zaslon *SS₁* od zaslona *MN* manj oddaljen kakor sveča. (Zakaj?) — Ako je luknja na zaslonu *MN* velika, ne dobimo na *SS₁* več slike, ampak le razsvetljeno ploskev. (Zakaj?)

Po opazovanjih in računih je dognano, da naredi svetloba v vsaki sekundi v okroglem številu 300.000 *km* ali 40.500 zemljepisnih mil dolgo pot in da se svetloba zemeljskih teles širi z isto hitrostjo, kakor svetloba Solнца in drugih nebesnih teles.

† Hitrost svetlobe je enaka 300.000 *km*.

Svetloba potrebuje malone 8 minut, da pride s Solнца na Zemljo, z nekaterih zvezd stalnic pa potrebuje do Zemlje celó več let.

§ 92. Senca. Za vsakim neprozornim in od drugega telesa razsvetljenim telesom ostaja nerazsvetljen ali temen prostor, senca. Ta prostor določimo s tem, da potegnemo iz skrajnih točk svetlega telesa na skrajne točke temnega telesa preme črte (tangente).

Ako izhaja svetloba iz ene same točke (slika 80.), dobimo senco za kakim neprozornim telesom znane oblike na ta način, da iz sveteče točke potegnemo preme črte, ki gredo čez telo in se ga dotikajo. Če ima temno telo obliko krogle, dobimo zadaj za njim prostor v

Slika 80.

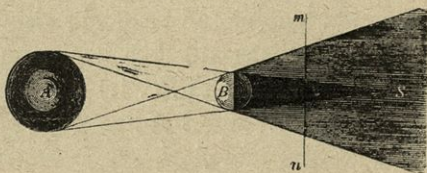


obliki prisekanega stožca, kamor od svetle točke ne pride noben svetlobni žarek. Ta prostor imenujemo polno senco.

Recimo, da imata vir svetlobe A in razsvetljeno telo B (slika 81.) obliko krogle in da je A večji od B , tedaj dobimo zadaj za telesom B stožkast prostor z vrhom s , v katerega ne prihaja noben svetloben žarek, to je polna senca;

okoli polne sence pa je prostor, v katerega prihajajo svetlobni žarki le od nekaterih točk svetečega telesa A , ta prostor je polusenca.

Slika 81.



Kakšno obliko dobi polna senca, ako sta A in B enako velika? — Kakšen je prerez polne sence v mn , ako sta A in B krogli?

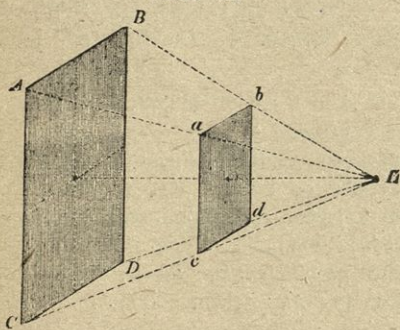
S pomočjo slike 81. si lahko pojasnimo, kako nastajata solnčni in mesečev mrk. Zemlja in Mesec dobivata svojo svetlobo od Solнца. Ker so vsa tri telesa okrogla in ker je Solnce izmed njih največje, ima polna senca, ki jo delata Zemlja in Mesec, obliko stožca. Srednja dolžina zemljine sence znaša $1,350.000\text{ km}$, srednja dolžina mesečeve sence pa 375.000 km . Mesec se giblje okoli Zemlje po poti, ki ima obliko elipse, in pride v vsakem obhodnem času enkrat med Solnce in Zemljo, enkrat pa zadaj za Zemljo. Ob času ščipa stoji Zemlja med Solncem in Mesecem, tedaj se lahko zgodi, da vstopi Mesec ali ves ali le deloma v zemljino senco. — Če se to zgodi, pravimo, da mrkne ali otemni. Mesečev mrk je popoln, ako vstopi ves Mesec v zemljino senco; sicer je le delen. — Ob času mlaja stoji Mesec med Solncem in Zemljo. Pada li takrat mesečeva polna senca na Zemljo, mrkne ali otemni Solnce na vseh krajih, ki se nahajajo v polni senci — tedaj nastane popolni solnčni mrk. Oni kraji, kamor pada mesečeva polusenca, imajo delni solnčni mrk. — Kadar je Mesec ob času mlaja od Zemlje najbolj oddaljen (če se nahaja v odzemlju), tedaj je mesečeva polna senca prekratka, da bi dosegla Zemljo. Zemljani, ki so na premi, ki veže središča Solнца in Meseca, vidijo takrat Mesec pred Solncem kakor temno ploščo, obdano s svetlim solničnim obročem, in imajo takrat obročasti solnčni mrk. Na drugih delih Zemlje, kamor pada mesečeva polusenca, imajo delni solnčni mrk.

Solnce in Mesec bi vsak mesec po enkrat mrknila, ako bi se Mesec okoli Zemlje gibal v isti ravnini, kakor Zemlja okoli Solнца. Ravnina mesečeve poti pa je proti ravnini, v kateri se Zemlja giblje okoli Solнца, za $5^{\circ} 9'$ naklonjena. Mesečev mrk more nastati le takrat, kadar ob času ščipa leže središča Solнца, Zemlje in Meseca ali natančno ali vsaj približno v premi črti; sicer gre pa vsakokrat zemljina senca mimo Meseca. — Isto velja tudi o solničnem mrku. — Astronomija uči, da mrkne Mesec v 18 letih 29krat, Solnce pa v 18 letih 41krat.

§ 93. Svetilnost. Svetlost. Osvetljenost. Isti prostor lahko razsvetliš enkrat z navadno svečo, drugikat s petrolejsko svetiljko, tretjikrat z elektriško žarnico. Našel bodeš, da je prostor najbolj svetel v zadnjem slučaju, v prvem slučaju pa najmanj. Iz tega sklepamo, da izhajajo od različnih virov svetlobe v istem času različne množine svetlobe ali, da imajo razna sveteča telesa različno svetilnost... 1.)

Blizu luči moreš knjigo čitati; čim bolj pa se s knjigo od luči oddaljiš, tem teže čitaš, ker je svetloba preslaba.

Slika 82.



kakor ploskev $abcd$, mora biti 4krat manj svetla kakor $abcd$.

Razsvetljena ploskev je 4-, 9-, 16-... n krat slabše razsvetljena, ako je od vira svetlobe 2-, 3-, 4-... n krat bolj oddaljena. Ali: Svetlost razsvetljenega telesa je obratno sorazmerna kvadratu njega razdalje od vira svetlobe... 2.)

Vzemimo, da vpadajo na ploskev ab (slika 83.) svetlobni žarki pravokotno. Ako to ploskev nagnemo nekoliko pošev v lego ab , je

Slika 83.



ne zadevajo več vsi svetlobni žarki, ki so jo poprej razsvetljevali, zato mora v tej legi biti manj svetla ali imeti manjšo svetlost. Jasno je, da gre tem več svetlobnih žarkov mimo ploskve ab , čim bolj pošev vpadajo nanjo.

Vsaka ploskev je najbolj razsvetljena (ima največjo svetlost), če vpadajo svetlobni žarki nanjo pravokotno. Čim bolj pošev vpadajo svetlobni žarki nanjo, tem slabše je razsvetljena... 3.)

Mislimo si v L (slika 82.) svetečo točko, v $abcd$ in $ABCD$ pa dve ploskvi, ki sta osvetljeni od iste množine svetlobnih žarkov, ki prihajajo iz točke L . Ako sta obe ploskvi vzporedni in ako je $ABCD$ od točke L dvakrat toliko oddaljena kakor ploskev $abcd$, potem je 4krat večja. (Zakaj?)

Ker ploskev $ABCD$ zadevata po dva sosednja svetlobna žarka v 4krat bolj oddaljenih točkah,

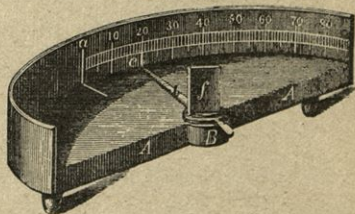
Za enoto svetilnosti jemljemo običajno svetilnost sveče iz parafina, ki ima premer 20 mm in gori s 50 mm visokim plamenom. To enoto imenujemo normalno svečo ali Hefnerjevo svečo. Za enoto svetlosti jemljemo svetlost medlo bele ploskve, ki jo pravokotno iz daljave enega metra razsvetljuje normalna sveča, ter jo imenujemo metersko svečo ali luks.

2. Odboj svetlobe.

§ 94. Zakoni, po katerih se svetloba odbija. Poizkus: V sobi, v katero sije Solnce, zavesi okna toliko, da postane bolj temno, potem napravi v oknu špranjo, da more snopič solnčnih žarkov v sobo. Na prahu, ki plava v zraku, vidiš, v kateri smeri prihaja solnčna svetloba v sobo. Ako te solnčne žarke na kateremkoli mestu prestrežeš z navadnim zrcalom ali s kako uglajeno kovinsko ploščico, dobijo čisto drugo smer. Poizkus kaže, da se svetloba širi premočrtno le v enem in istem sredstvu; dospevši do drugega telesa, zrcala, se odbija ter se širi v zraku nazaj v novi smeri.

Da pojasnimo to bolj natančno, vzemimo pripravo, ki jo kaže slika 84. V središču polukrožne deske stoji zrcalo, ki se dá vrteti okoli osi, ki gre skozi središče polukroga in stoji na njem normalno. Pravokotno na zrcalovo ravnino je pritrjen kazalec bc , ki se vrti obenem z zrcalom. Ob obodu deske A je valjasta pločevina s špranjo pri a in razdeljena na stopinje. Ako vpada skozi špranjo a snopič svetlobnih žarkov (na primer solnčnih) in ako kaže kazalec bc na stopinjo $20.$, vidimo, da se žarki na zrcalu odbijajo in razsvetljujejo $40.$ stopinjo. Ako vrtimo kazalec in z njim zrcalo, se odbijajo svetlobni žarki na zrcalu tako, da razsvetljujejo na nasprotni strani kazalca istotoliko stopinj od njega oddaljene točke, kolikor stopinj je kazalec oddaljen od špranje.

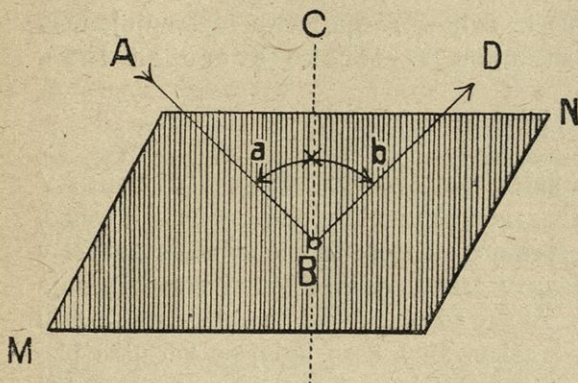
Slika 84.



Vzemimo, da predstavlja MN (slika 85.) ravno ploskev; ob kateri se svetloba odbija, premica AB vpadajoči svetlobni žarek, ki zadene ploskev MN v točki B (v vpadišču) in da predstavlja BD odbiti svetlobni žarek. Premica BC , ki stoji v vpadišču pravokotno

na MN , se imenuje vpadna pravokotnica; kot a , ki ga oklepata vpadajoči svetlobni žarek in vpadna pravokotnica, je vpadni kot, kot b , ki ga oklepata odbiti žarek in vpadna pravokotnica, je odbojni kot.

Slika 85.



Natančno opazovanje in računi kažejo, da se svetloba, ki je prišla do površja drugega telesa, ob površju tega telesa vsakokrat odbija po tehle zakonih:

- ✓ Odbojni kot je enak vpadnemu . . . 1.)
- ✓ Vpadni in odbiti svetlobni žarek ležita z vpadno pravokotnico v isti ravnini, a na nasprotnih straneh vpadne pravokotnice . . . 2.)
- ✗ Svetlobni žarki, vpadajoči pravokotno na površje kakega telesa, se odbijajo pravokotno na to in se imenujejo glavni žarki.
- ✓ Svetilnost odbitih svetlobnih žarkov je vedno manjša nego vpadajočih.
- ✗ Telesa, ki so na površju gladka in leska in ki svetlobo pravilno odbijajo, imenujemo zrcala.

§ 95. **Ravno zrcalo.** Vsako gladko, lesko in popolnoma gladko ravnino, ki svetlobo v veliki množini odbija, imenujemo ravno zrcalo. Naša navadna ravna zrcala so brušene ravne steklene plošče, ki so na zadnji strani ali posrebrene ali prevlečene s kositrovim amalgamom.*

Tudi neobložena obrušena ravna steklena plošča more služiti kot zrcalo, posebno če je njeno ozadje slabo razsvetljeno. Ker je taka plošča prozorna, propušča malone vso nanjo vpadajočo svetlobo in je odbija le majhen del.

* Kositrov amalgam je zlitina kositra in živega srebra.

Poizkus: Stoječ pred ravnim zrcalom vidiš v zrcalu svojo sliko; od tebe izhajajoči, a na zrcalu odbijajoči se svetlobni žarki imajo tako smer, da prihajajo v tvoje oko navidezno od svetlega in tebi podobnega telesa zadaj za zrcalujočo ploskvijo.

Da spoznamo pot na zrcalu odbitih žarkov bolj natančno, si mislimo ravno zrcalo ss' (slika 86.) v prerezu s papirno ravnino in pred njim svetlo točko A . Iz točke A pada mnogo svetlobnih žarkov na zrcalo, kateri se po navedenem zakonu odbijajo, na primer žarek An se odbija v smeri no , žarek Ap v smeri pq itd. Podaljšamo li smeri teh dveh odbitih svetlobnih žarkov zadaj za zrcalo, najdemo, da se sečeta v točki a ; zvežemo li potem točki A in a s premo ter jo zmerimo s šestilom, najdemo dalje, da je razdalja $Ar = ar$ in da stoji Aa pravokotno na zrcalni ravnini. Iz tega izvajamo:

Zrcalo odbija iz točke A izhajajoče svetlobne žarke tako, kakor bi izhajali iz svetle točke a zadaj za zrcalom.

Človeško oko pa je tako ustvarjeno, da vidi vsak predmet v tisti smeri, v kateri prihajajo svetlobni žarki; torej vidi svetlo točko A zadaj za zrcalom v točki a .

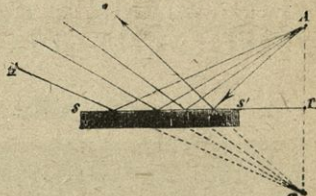
Točka a se imenuje navidezna (imaginarna) slika svetle točke A .

Recimo, da je ab (slika 87.) svetel predmet pred ravnim zrcalom MN . Po ravnokar navedenem je slika točke a v a' v enaki razdalji za zrcalom kakor a pred zrcalom; slika točke b v b' , slika točke c v c' itd. Vsaka točka predmeta ab ima svojo sliko; ker se vrste točke predmeta ab nepretrgoma med seboj, se vrste prav tako tudi njih slike. $a' b'$ je torej slika predmeta ab .

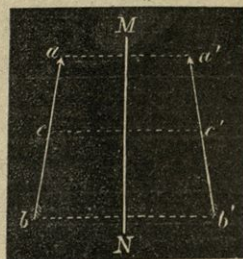
Glede oblike in veličine sta slika in predmet enaka; razločujeta se pa v tem, da so na desni ležeči deli predmeta v sliki na levi in obratno.

V horizontalno ležečem zrcalu, na primer gladini kakega ribnika, vodnjaka ali jezera, vidimo slike pokonci stoječih predmetov (dreves, hiš itd.) vzvrnjene, kajti slike spodnjih točk predmetovih so zrcalni gladini najbliže.

Slika 86.



Slika 87.



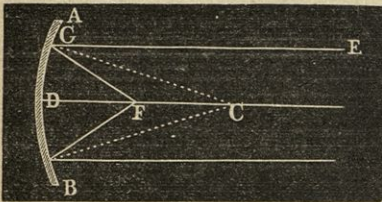
Ako postavimo dve ravni zrcali vzporedno drugo proti drugemu, vidimo slike enega zrcala v drugem in tako pravzaprav brez števila slik. Te slike imajo od zrcal vedno večjo razdaljo in manjšo svetlost. Prav tako vidimo več slik v dveh zrcalih, ki oklepata kot, ako stoji svetel predmet med njunima ploskvama. — Orodja, s katerimi gledamo večkratne slike istega predmeta, imenujemo **k r a s n o g l e d e** (kalejdoskope).

Pri navadnih zrcalih se svetloba odbija največ na zadnji, obloženi ploskvi, nekoliko pa tudi na sprednji, tako da imamo pravzaprav dve sliki, ena izmed njiju je tako slabo razsvetljena, da je navadno ne opazimo.

Ravna zrcala uporabljamo v vsakdanjem življenju, za razne fizikalne igrače in pri mnogih fizikalnih in geometrijskih orodjih.

§ 96. **Sferična zrcala.** Krogline kapice, ki so na eni strani svojega površja gladke in leske, imenujemo sferična ali kroglasta zrcala, in sicer imenujemo tako zrcalo **konkavno**, vboklo, vdrto ali jamasto, ako je vdrta stran gladka in leska, in **konveksno** ali izbočeno, ako je zunanja, izbočena stran gladka in leska.

Slika 88. 



I. **Konkavno zrcalo.** Recimo, da predstavlja *AB* (slika 88.) prerez konkavnega zrcala s papirno ploskvijo, da je *C* središče one krogle, h kateri pripada odsek *AB*, in da je *D* točka v središču zrcalne ploskve. *D* se imenuje optično središče, premica *DC*, ki veže optično središče s središčem krogle, je optična os, lok *AB* širina ali odprtina zrcala.

Polumeri stoje pravokotno na zrcalovem površju, zato določujejo obenem tudi vpadne pravokotnice. — Svetlobni žarki idoči skoz središče *C* vpadajo na zrcalo pravokotno, torej se odbijajo v isto smer. Taki svetlobni žarki so glavni žarki.

Polumeri stoje pravokotno na zrcalovem površju, zato določujejo obenem tudi vpadne pravokotnice. — Svetlobni žarki idoči skoz središče *C* vpadajo na zrcalo pravokotno, torej se odbijajo v isto smer. Taki svetlobni žarki so glavni žarki.

Slika 89.



Poizkusi: Ako držiš konkavno zrcalo proti Solncu, da vpadajo solčni žarki vzporedno z njegovo osjo, in ako potem odbite žarke prestrezaš na majhnem koščku papirja, vidiš, da se stikajo v točki *F* (slika 89.), ležeči med točkama *C* in *D*.

Tu se vžigajo lahko gorljive reči, na primer kresilna goba, vžigalice; svetloba pa je zelo velika. Točka *F* se imenuje ža-

rišče (gorišče), razdalja žarišča F od središča D je žariščna razdalja. Žarišče F razpolavlja polumer CD .

Vzporedno z osjo vpadajoči svetlobni žarki se sečejo, ko so bili na zrcalu odbiti, v eni točki, v žarišču, ki razpolavlja polumer zrcala . . . 1.)

Obratno:

Iz žarišča prihajajoče svetlobne žarke odbija konkavno zrcalo vzporedno z optično osjo . . . 2.)

Pravokotno na os postavi med točkama F in C gorečo svečo, pred zrcalom pa premikaj prosojen papirnat zaslon tako, da prestreza iz sveče izhajajoče, a na zrcalu odbite svetlobne žarke. V neki razdalji od zrcala dobiš na zaslonu večjo in vzvrnjeno sliko goreče sveče.

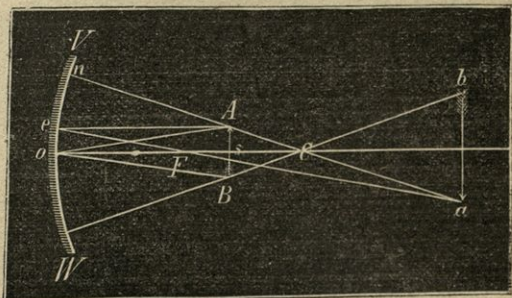
Svetel predmet, stoječ med žariščem in središčem konkavnega zrcala, daje zadaj za žariščem večjo in vzvrnjeno sliko . . . 3.)

Ta slika se imenuje reelna ali fizična, ker jo moremo na papirju prestrezati. Na zrcalu odbiti svetlobni žarki se v resnici stikajo v točkah te slike.

Kako nastane ta slika, o tem se lahko prepričaš z načrtovanjem. — Misli si, da je AB (slika 90.) svetel predmet, stoječ pred zrcalom VW pravokotno na njegovi osi. — Svetlobni žarek An , katerega podaljšek meri skozi središče C ,

vpada na zrcalo pravokotno ter se odbija v svojo smer. Svetlobni žarek Ae , ki je vzporeden z osjo Co , se odbija (po 1.) skozi žarišče F ter se seče z odbitim žarkom An v točki a . V tej točki se stikajo tudi vsi drugi iz točke A prihajajoči in na zrcalu odbiti svetlobni žarki; torej je a slika točke A . Iz istega vzroka je b slika točke B . Slike drugih predmetovih točk sledé istotako, kakor sledé točke na predmetu druga drugi. ab je torej slika predmeta AB , je večja nego predmet AB , vzvrnjena in od zrcala bolj oddaljena nego točka C .

Slika 90.



je a slika točke A . Iz istega vzroka je b slika točke B . Slike drugih predmetovih točk sledé istotako, kakor sledé točke na predmetu druga drugi. ab je torej slika predmeta AB , je večja nego predmet AB , vzvrnjena in od zrcala bolj oddaljena nego točka C .

Prav tako se prepričaš s poizkusi o resničnosti teh zakonov:

Slika v središče konkavnega zrcala postavljenega svetlega predmeta leži tudi v središču, je vzvrnjena in ravno tolika, kakor predmet . . . 4.)

Svetel predmet, ki je od zrcala bolj oddaljen nego zrcalovo središče, daje med žariščem in središčem vzvrnjeno in zmanjšano sliko . . . 5.)

Čim bolj oddaljuješ predmet od zrcala, tem bolj se zmanjšuje njegova slika in tem bolj se bliža žarišču.

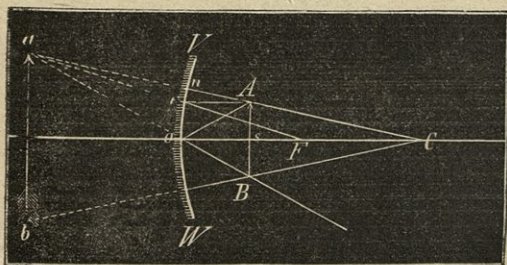
Svetel predmet, stoječ med žariščem in zrcalom, daje zadaj za zrcalom povečano in pokonci stoječo sliko . . . 6.)

Ta slika se ne dá prestrezati, torej je le geometrijska (navidezna).

Z načrtovanjem dobivaš to sliko takole:

Misli si, da je AB (slika 91) svetel predmet, stoječ med zrcalom VW in med žariščem F , in da zaznamuje C zrcalovo središče. Glavni žarek An se odbija v svojo smer, vzporedno z osjo vpadajoči žarek Ae se odbija skoz žarišče F . Ta dva odbita svetlobna žarka se sečeta zadaj za zrcalom, ako ju le zadosti podaljšaš. Slika točke A je tedaj v točki a zadaj za zrcalom. Iz istega vzroka je b slika točke B in ab slika predmeta AB .

Slika 91.



Dokaži vse navedene zakone z načrtovanjem in

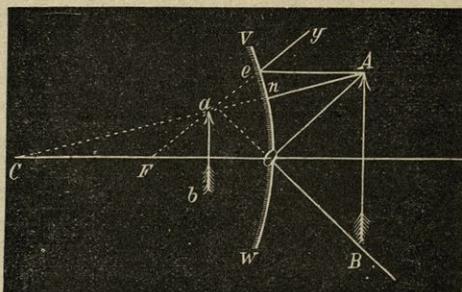
preiskuj, kako se menjavata veličina in lega slike, ako jemlješ svetel predmet v različnih razdaljah od zrcala! — Kako moreš praktično najti žariščno razdaljo in polmer konkavnega zrcala?

Konkavna zrcala uporabljamo: da majhne predmete povečujemo (pri drobnogledih), da kak majhen prostor razsvetlujemo, da lahko gorljive reči vžigamo itd.

II. Konveksno zrcalo. Poizkus: Gledaš li v konveksno zrcalo, na primer v stekleno kroglo, ki je znotraj obložena s kositrovim amalgamom, vidiš v njem pokonci stoječe in zmanjšane slike onih predmetov, ki stoje pred zrcalom. Predmeti, ki so od zrcala bolj oddaljeni, dajo manjše in od zrcala bolj oddaljene slike nego predmeti, stoječi blizu zrcala.

Solnce daje v konveksnem zrcalu kakor točko majhno sliko, ki je izmed vseh slik od zrcala najbolj oddaljena. — Na zrcalo vpadajoči vzporedni svetlobni žarki se na zrcalu tako odbijajo, da se po odboju stikajo njih podaljški v točki zadaj za zrcalom. To točko imenujemo geometrijsko žarišče, razpršišče ali razmetišče konveksnega zrcala. Žarišče razpolavlja polumer zrcala.

Slika 92.



Recimo, da je VW (slika 92.) del konveksnega zrcala in da zaznamenuje AB svetel predmet, od katerega izhajajo svetlobni žarki. Iz točke A v smer premice AC prihajajoči svetlobni žarek vpada pravokotno na zrcalo, torej se odbija v svojo smer. Svetlobni žarek Ae , ki je z osjo vzporeden, se odbija v smer ey tako, da gre njegov podaljšek skoz žarišče F . Premici ey in AC se sečeta za zrcalom v točki a , ki je zato slika točke A . — Iz istih vzrokov je b slika točke B in ab slika vsega predmeta AB .

Slika ab je navidezna, se nahaja med točkama F in O , in sicer je zrcalu tem bliže, čim bliže mu je predmet in obratno ter je vedno manjša nego predmet AB .

Konveksna zrcala razpršujejo vzporedne svetlobne žarke, imenujemo jih časi tudi razpršna ali razmetna zrcala.

Zrcala morejo biti, kakor se razume samo ob sebi, tudi valjasta, stožkovita itd. Valjasta zrcala dajo v smeri valjeve osi enako velike slike, kakor je predmet, v širini pa zmanjšane slike, ker so v tej smeri pravzaprav konveksna zrcala.

§ 97. Razmet svetlobe. Površje hrapavih teles si lahko mislimo sestavljeno iz mnogoštevilnih na razne strani naklonjenih zelo majhnih ravnin. Svetlobni žarki, ki izvirajo iz ene točke ter vpadajo na površje hrapavega telesa, se ob njem odbijajo na vse strani, da nastane pravzaprav toliko slik, kolikor je teh majhnih ravnin; pravimo, da se svetloba na takšnih telesih razpršuje. Takšen odboj svetlobe imenujemo razmet ali razpršbo svetlobe.

Razpršena svetloba nam dela posamezne dele površja vidne.

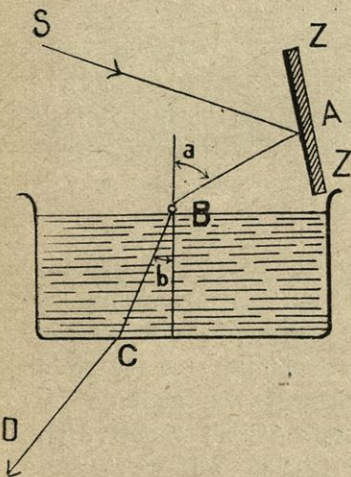
Popolnoma gladke ploskve bi ne mogli videti, ker bi vso nanjo vpada-
jočo svetlobo pravilno odbijala in tako dajala le slike pred njo stoječih reči.
Takih ploskev pa v resnici ni. Naj si bodo zrcala še tako dobro zbrušena in
oglašena, ostanejo na njih vendar le še majhne jamice in grbe, na katerih se
svetloba razpršuje ter zrcala dela vidna.

V zraku plavajoči prah nam dela vidne solnčne svetlobne žarke. —
Solnčna svetloba se razpršuje tudi na zračjih molekulih, vodenih kapljicah in
prašnih delih v zraku; torej je lahko razvidno, da imamo razsvetljene tudi
prostore, v katere neposredno ne dohaja solnčna svetloba. — J u t r a n j e m u
in večernemu svitanju vzrok je razpršba solnčne svetlobe v višjih
zračjih plasteh. Zjutraj, ko je Solnce še pod obzorjem, in zvečer, ko je že
zatonilo, dohajajo njegovi žarki v višje zračje plasti ter se na teh razpršujejo
na vse strani. Ta razpršena svetloba dela nam vidne zgornje zračje plasti.
Svitanje neha ali se začinja, ko je solnce 18° pod obzorjem. Na ravniku je
svitanje najkrajše, proti tečajema pa traja več časa. Poleti traja v naših krajih
skoro vso noč, meseca marca in oktobra pa le po dve uri.

3. Lom svetlobe.

§ 98. Zakoni, po katerih se svetloba lomi. Poizkus: Štiri-
oglato stekleno posodo (slika 93.) napolni z vodo, ki si ji primešal
par kapljic fluorescinove raztopine. To posodo postavi na mizo na
kak postavek tako, da ostane večji
del dna prost; potem napelji v
nekoliko bolj temni sobi skoz ozko
špranjo snopič solnčnih žarkov in
jih s pomočjo ravnega zrcala
uravnaj tako, da vpadajo na
površje vode v poševni smeri kakor
kaže slika.

Slika 93.



Vpadajoči solnčni žarek SA se
na zrcalu ZZ odbija in zadene po-
vršje vode v točki B. Tu se nekoliko
svetlobe odbija kakor na ravnem
zrcalu, največ pa je gre skoz vodo
in izstopi iz vode pri točki C v smeri
premice CD.

Pri tem pa opazuješ, da svet-
lobni žarek pri vstopu v vodo, pri
točki B, in pri izstopu iz vode, v točki C, menja svojo smer, kakor
kaže slika.

Iz poizkusa sklepamo: Kadar prehaja svetloba iz enega prozornega telesa v drugo, se deli na razmejni ploskvi v dva dela. En del svetlobe se odbija, drugi del pa prehaja v drugo telo, pri čemer izpremeni svojo smer ali se lomi. — Pravokotnico, ki jo postavimo v točki B na gladino vode, imenujemo vpadno pravokotnico; kot a , ki ga oklepata vpadajoči svetlobni žarek AB in vpadna pravokotnica, imenujemo vpadni kot, kot b , ki ga oklepata svetlobni trak BC in vpadna pravokotnica, pa lomni kot; svetlobni žarek BC zovemo lomljeni žarek. Pri točki C , kjer izstopa svetloba iz vode v zrak, je BC vpadajoči, CD pa lomljeni svetlobni žarek. Ravnina, ki jo tvorita vpadni svetlobni žarek AB in vpadna pravokotnica, je vpadna ravnina.

Kadar je lomni kot manjši nego vpadni kot, pravimo, da se svetloba lomi proti vpadni pravokotnici; kadar pa je lomni kot večji nego vpadni, se svetloba lomi od vpadne pravokotnice.

Pri opisanem poizkusu se svetlobni žarek lomi pri točki B k vpadni pravokotnici, pri točki C od vpadne pravokotnice.

† Sploh velja pravilo: Svetlobni žarki se lomijo proti vpadni pravokotnici, ako prihajajo iz redkejšega telesa v gostejše; od vpadne pravokotnice pa se lomijo, ako prehajajo iz gostejšega telesa v redkejšo.

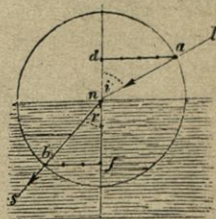
Ako pri opisanem poizkusu zrcalo nekoliko zasučeš, dobijo na površje vode vpadajoči svetlobni žarki drugo smer in s tem tudi drug vpadni kot. Pri tem najdeš, da s povečanjem vpadnega kota narašča tudi lomni kot. Ako zrcalo tako zasučeš, da vpadajo svetlobni žarki pravokotno na površje vode, se ne lomijo, marveč gredo skoz vodo in na drugi strani iz vode v isti smeri.

Zavisnost velikosti lomljenega kota od velikosti vpadnega se da določiti na sledeči način.

Vzemimo, da predstavlja ln (slika 94.) smer iz zraka na vodo v točki n vpadajočega, ns smer pri n v vodi lomljenega svetlobnega žarka, df pa vpadno pravokotnico.

Ako iz vpadišča n narišemo krog s katerim koli polumerom, ki vpadni in lomljeni svetlobni

Slika 94.



žarek seče v točkah a in b , in če iz teh dveh točk na vpadno pravokotnico spustimo dve pravokotnici ad in bf , ostane razmerje teh pravokotnic (ad in bf) za katerikoli vpadni kot eno in isto (stalna količina), dokler svetlobni sredstvi ne izpremenita svoje gostote . . . 1.)

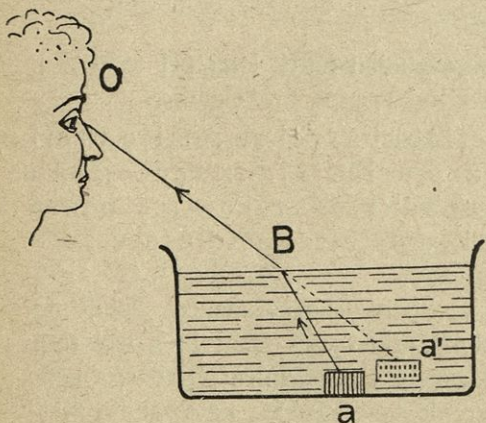
Drugi zakon, po katerem se svetloba lomi, se glasi:

Lomljeni trak ostaja v vpadni ravnini . . . 2.)

Kvocijent pravokotnic ad in bf imenujemo lomni količnik (kvocijent). Za prehod svetlobe iz zraka v vodo znaša lomni količnik $\frac{4}{3}$, za prehod iz zraka v steklo $\frac{3}{2}$.

Da se svetloba lomi, kadar prehaja iz vode v zrak, kaže tudi tale poizkus:

Slika 95.



Na dno plitve posode z neprozornimi stenami položi malo telo a (slika 95); oko pa nastavi v točki O tako, da tega telesa ne vidiš. Če naliješ potem v posodo vode, zagledaš to telo. Od telesa v smeri premice aB prihajajoči svetlobni žarek se na površju vode v točki B lomi od vpadne pravokotnice ter prihaja v tvoje oko v smeri premice BO ; telo a vidiš zato v smeri premice $O'B$ v točki a' nekoliko vstran in površju bliže nego je v resnici. — Palica, ki jo držiš v mirni vodi pošev, se ti dozdeva zlomljena. — Stojče čiste vode, pri katerih vidimo do dna, se nam dozdevajo bolj plitve nego so v resnici.

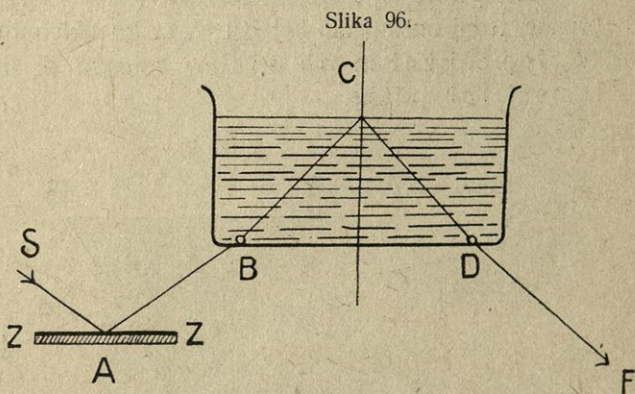
Astronomijski lom svetlobe. Zrak je navzgor bolj redek kakor na zemeljskem površju. Svetlobni žarki, ki prihajajo od nebesnih teles, se na svoji poti proti zemlji vsakikrat lomijo proti vpadni pravokotnici, kadar prehajajo iz manj gostih zračjih plasti v gostejše. — Posledica tega loma je ta, da vidimo nebesna telesa nekoliko bliže svojemu temenišču nego so v resnici. Edinole telesa v svojem temenišču vidimo ondi, kjer so v resnici, ker vpadajo od njih izhajajoči svetlobni žarki, ki pridejo do nas, pravokotno na posamezne zračje plasti. Druga nebesna telesa pa so proti našemu temenišču tem bolj vzdignjena, čim bliže so obzorju. — Astronomijski lom svetlobe nam podaljšuje dan približno za štiri do pet minut.

Kadar je zrak nemiren, se svetlobni žarki vsak hip lomijo v druge smeri, kar nareja, da se nam predmeti dozdevajo nemirni, tresoči se.

Pojave svetlobnega loma si tolmačimo z razno hitrostjo svetlobe v posameznih prozornih telesih. V takih telesih, ki lomijo svetlobo proti vpadni pravokotnici, ima svetloba manjšo hitrost nego v tistih, ki jo lomijo od vpadne pravokotnice.

§ 99. **Popolni odboj svetlobe.** Štirioglato stekleno in z vodo napolnjeno posodo, ki si jo rabil pri poizkusu, slika 93., postavi v bolj temni sobi na podstavek tako visoko, da moreš šopek solnčnih žarkov z zrcalom ZZ (slika 96.) napeljati proti vodi od spodaj navzgor. Zrcalu daj tak položaj, da zadene nanje vpadajoči svetlobni žarek SA , ko je bil na zrcalu odbit, površje vode v smeri BC približno pod vpadnim kotom 49° . Ako gledaš od zgoraj na površje vode, ne vidiš solnčne svetlobe v nobeni smeri, kar kaže, da ne izstopa iz vode.

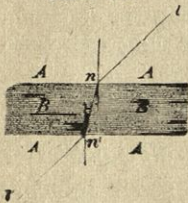
Nasprotno pa vidiš vodo razsvetljeno proti drugi strani posode, v smeri premerice CD , kar kaže, da se vsa svetloba na površju vode odbija.



Svetlobni žarki se lomijo na poti iz vode v zrak od vpadne pravokotnice in je lomni kot večji od vpadnega. Ako vpadni kot povečujemo, narašča tudi lomni kot, in na vsak način najdemo tolik vpadni kot, da je njemu pripadajoči lomni kot enak 90° . Za vsak večji vpadni kot bi moral biti lomni kot večji nego 90° , kar pa je nemogoče. Svetloba se potem več ne lomi, ampak se popolnoma ali vsa odbija v prvo sredstvo nazaj. Vpadni kot, pri katerem znaša pripadajoči mu lomni kot 90° , se imenuje mejni kot, ker tvori mejo med lomom in popolnim odbojem svetlobe.

§ 100. **Lom svetlobe v telesih, ki so omejena z vzporednima ploskvama.** Mislimo si, da je BB (slika 97.) prozorna plošča, omejena z vzporednima ravninama AA , in da je gostejša od zraka. Vpadajoči svetlobni žarek ln se lomi pri n proti vpadni pravokotnici, pri n' pa od vpadne pravokotnice. Vpadni kot pri n' je enak

Slika 97.

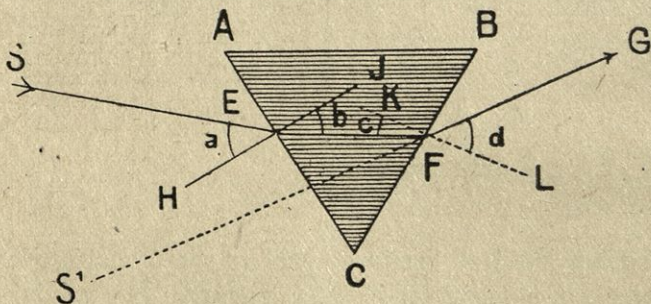


lomnemu kotu pri n (ker sta izmienična kota), torej je $ln \parallel n'l'$. Gledaje pošev skozi steklene plošče, vidimo predmete nekoliko v stran potisnjene, njih medsebojna lega pa ostane ista. — Gledaje skozi tanko prozorno ploščo, navadno še ne čutimo, da vidimo predmete potisnjene nekoliko v stran.

§ 101. Lom svetlobe v prizmah. Vsako prozorno telo, ki ima dve naklonjeni ravni ploskvi, imenujemo optično prizmo. Navadno dajemo optičnim prizmam obliko tristraničnih prizem in jih izdelujemo iz stekla.

Ako predstavlja trikotnik ABC (slika 98.) prerez optične prizme, tedaj imenujemo kot pri C , ki ga oklepata ravnini AC in BC , lomeči kot in rob pri C , v katerem se ti ravnini sečeta, lomeči rob prizme.

Slika 98.



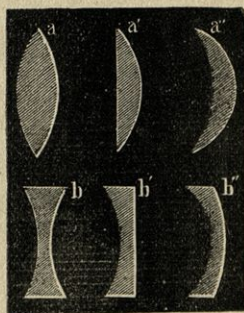
Ako gledamo skozi prizmo, se nam dozdeva, kakor bi bile vse reči, ki jih vidimo, nekoliko premaknjene proti lomečemu kotu.

Da ta pojav pojasnimo, vzemimo, da vpada od neke svetle točke prihajajoči žarek SE na prizmo v točki E v vpadnem kotu a (HI je vpadna pravokotnica). Ta svetlobni žarek se ob steklu lomi proti vpadni pravokotnici (lomni kot b) ter ima v steklu smer premice EF . Pri F zadene ta svetlobni žarek mejno ploskev v vpadnem kotu c (KL je vpadna pravokotnica) in se pri izstopu iz prizme lomi od vpadne navpičnice v lomnem kotu d , tako da ima v zraku smer premice FG . Opazovalec v točki G vidi svetlo točko, od katere prihaja žarek SE v smeri premice GF nekje v točki S' , torej tako, kakor bi bila premaknjena proti robu C .

Dokaži z načrtovanjem, da prizme, ki imajo večji lomeči kot, svetlobne žarke iz njih smeri bolj odklanjajo kakor prizme z malim lomečim kotom.

§ 102. **Sferične ali kroglaste leče.** Prozorna telesa, ki so omejena od dveh kroglastih ali od ene kroglaste in ene ravne ploskve, imenujemo optične leče. — Leče delimo v konveksne, izbočene ali zbiralne, ki so v sredini debelejše, kakor ob robu, in v konkavne, vbokle ali razpršne, ki so ob robih debelejše kakor v sredini (slika 99.). Zbiralna leča se imenuje dvojnoizbočena ali bikonveksna, če sta obe ploskvi izbočeni, ravnoizbočena, če je ena ploskev izbočena, druga pa ravna, vbokloizbočena ali konkavnokonveksna, če je ena ploskev izbočena, druga pa vbokla in izbočena ploskev bolj ukrivljena nego vbokla (slika 96. *a*, *a'*, *a''*).

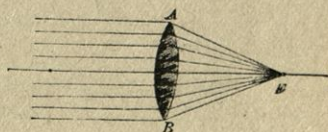
Slika 99.



Enako delimo tudi vbokle ali razpršne leče v dvojnodbokle, ravnodbokle in izbočendbokle ali konveksnokonkavne (slika 99., *b*, *b'*, *b''*). Pri izbočendvoklih lečah je vbokla ploskev bolj ukrivljena nego izbočena.

Premica, idoča skozi središči mejnih ploskev, se zove os leče; pri ravnoizbočeni in ravnodbokli leči je os tista premica, ki gre skozi središče ukrivljene mejne ploskve in stoji pravokotno na drugi, ravni mejni ploskvi. Točka na osi, ki je od obeh mejnih ploskev enako oddaljena, je optično središče leče.

Slika 100.



I. Lom svetlobe v zbiralnih ali konveksnih lečah. Poizkus: Lečo *AB* (slika 100.) drži proti Solncu tako, da vpadajo solčni žarki nanjo vzporedno z njeno osjo; na drugi strani leče pa premikaj papirnat

zaslon. Zadaj za lečo najdeš mesto, v katerem dobiš točki podobno zelo svetlo sliko Solнца. V bolj oddaljenih ali leči bolj bližnjih mestih je zaslon razsvetljen v večjem krogu. V točki *F*, v kateri se stikajo solčni žarki, prihajajoči iz leče, je tudi največja toplota; lahko gorljive reči, n. pr. kresilna goba, vžigalice itd.,

se vžigajo. Točka *F* se imenuje žarišče; njena razdalja od lečinega središča pa žariščna razdalja.

Ker lahko obrnemo zdaj to, zdaj ono stran proti Solncu, je razvidno, da ima vsaka leča dve žarišči: eno na levi, drugo na desni strani; obe imata isto daljino.

Izbočena leča lomi svetlobne žarke, ki vpadajo nanjo vzporedno z njeno osjo, tako, da se na drugi strani leče sečejo v eni točki, — v žarišču . . . 1.)

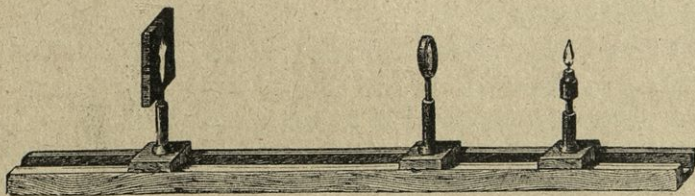
Poizkus: Ko si na ta način določil žarišče, postavi v temni sobi v eno žarišče gorečo svečo, zadaj za lečo papirnat zaslon. Na zaslonu dobiš razsvetljeno okroglo ploskev, ki svoje velikosti ne menja, četudi zaslon leči bliže postaviš ali pa ga od nje bolj oddaljiš. — Iz leče stopajoči svetlobni žarki so torej vzporedni.

Iz svetle točke v žarišču skozi izbočeno lečo prehajajoči svetlobni žarki izstopajo iz leče vzporedno z njeno osjo . . . 2.)

Leča lomi vsak nanjo vpadajoči svetlobni žarek dvakrat; pri vstopu proti vpadni pravokotnici in pri izstopu od vpadne pravokotnice. Polumeri mejnih ploskev so obenem tudi vpadne pravokotnice. — Načrtaj pot vzporedno z osjo vpadajočih žarkov.

Za druge poizkuse služi tale priprava: Na deski, v centimetre razdeljeni (slika 101.), so po vrsti postavljeni: goreča sveča, izbočena leča in papirnat zaslon. Ko si s pomočjo solnčnih žarkov določil razdaljo žarišča, moreš s to pripravo dokazati tudi tele zakone:

Slika 101.



Kadar je svetel predmet od leče bolj oddaljen kakor znaša dvakratna žariščna razdalja, nastane njegova slika na drugi strani leče med enkratno in dvakratno žariščno razdaljo in je zmanjšana, vzvrnjena in fizična . . . 3.)

Slika postaja manjša in se žarišču bliža, ako se predmet od leče oddaljuje.

Kadar se nahaja svetel predmet v dvakratni žariščni razdalji, nastane njegova slika za lečo v isti razdalji ter je vzvrnjena, fizična in prav tako velika kakor predmet . . . 4.)

Kadar je razdalja svetlega predmeta od leče manjša nego dvakratna žariščna razdalja, pa večja nego enkratna, tedaj nastane slika tega predmeta za lečo v večji razdalji nego je dvakratna žariščna razdalja ter vzvrnjena, fizična in večja nego predmet . . . 5.)

Ta slika postaja vedno večja in se od leče bolj oddaljuje, ako se predmet žarišču bliža. Stoji li predmet v žarišču, je njegova slika v neskončni oddaljenosti; iz posameznih točk svetlega predmeta skozi lečo prihajajoči svetlobni žarki so vzporedni.

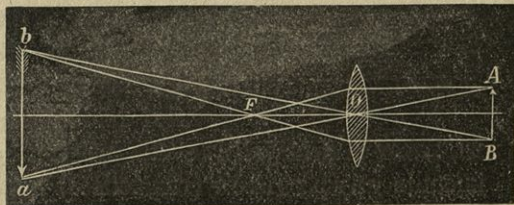
Kadar stoji svetel predmet med žariščem in lečo, nastane njegova slika na tisti strani leče ter je večja kot predmet, pokonci stoječa in navidezna . . . 6.)

Čim bliže je predmet leči, tem manjša in tem bliže leči je njegova slika.

O resničnosti navedenih zakonov se lahko uverimo tudi z načrtavanjem. Mislimo si dvojno izbočeno lečo O (slika 102.) in pred njo svetel predmet AB ,

ki stoji na lečini osi pravokotno, ter recimo, da je F žarišče. Sliko točke A dobimo, če določimo pot najmanj dveh iz nje izhajajočih svetlobnih žarkov. Žarek AO vpada na lečo v tako majhnem kotu, da ga smemo smatrati za pravokotno vpadajočega. Torej se na desni mejni ploskvi

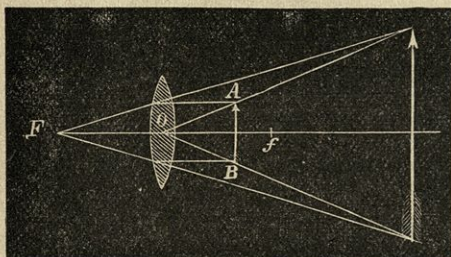
Slika 102.



ne lomi; iz istega vzroka se ne lomi tudi na drugi strani leče. — (Svetlobni žarki, kojih smer gre skozi središče leče, se v njej ne lomijo in se imenujejo glavni žarki.) Iz točke A prihajajoči svetlobni žarek, ki vpada vzporedno z osjo, meri, prihajajoč iz leče, skozi žarišče F in seče glavni trak AO v točki a . Točka a je slika točke A , in sicer fizična slika, ker se svetlobna žarka v njej resnično sečeta. Iz istih razlogov je b slika točke B in ab slika predmeta AB . ab je večja nego AB in leži izvan dvakratne žariščne razdalje. — Ko bi bil ab svetel predmet, bila bi AB njegova slika. (Zakaj?)

Mislimo si, da je svetel predmet AB (slika 103) leči O bliže nego žarišče f , in da sta F in f žarišči leče. Z enakim postopanjem kakor poprej, dobimo

Slika 103.



na tisti strani leče, kjer je predmet, večjo in pokonci stoječo sliko. Glavni žarek AO in vzporedno z osjo vpadajoči žarek se po izstopu iz leče ne sečeta na levi strani, pač pa njuna podaljška na desni. Slika je torej navidezna ter se ne dá prestrezati.

Navedeni zakoni so veljavni za vse tri izbočene leče; vendar žariščne razdalje niso pri vseh treh lečah

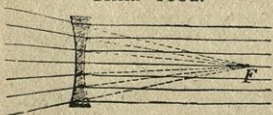
enake, čeravno so polumeri mejnih ploskev enaki. Največjo žariščno razdaljo ima vbokloizbočena, najmanjšo dvojnoizbočena leča. Izbočene tri leče se imenujejo zbiralne, ker zbirajo vzporedno vpadajoče svetlobne žarke v žarišču.

Zbiralne leče rabimo za zažigalna in povečalna stekla in za vso vrsto optičnih orodij, o katerih bomo pozneje govorili.

II. Lom svetlobe v vdrtih ali razpršnih lečah.

Poizkus: Dvojnovidrto lečo (slika 103. a) postavi proti Solncu tako, da vpadajo solnčni žarki nanjo vzporedno z njeno osjo. Za lečo pa premikaj papirnat zaslon. Iz leče prihajajoči svetlobni žarki

Slika 103a.



razsvetljujejo zaslon v vedno večjih krogih, ako ga oddaljuješ od leče; razsvetljena ploskev na zaslonu je v središču najmanj, ob obodu najbolj svetla. Iz tega razvidiš, da izstopajo svetlobni žarki iz leče razhodno, in sicer v taki

smeri, kakor bi prihajali iz svetle točke F , ležeče pred lečo. Točka F se imenuje razpršišče (razmetišče) ali umišljeno žarišče (imaginarno žarišče); njena razdalja od središča leče je razdalja razpršišča ali žarišča.

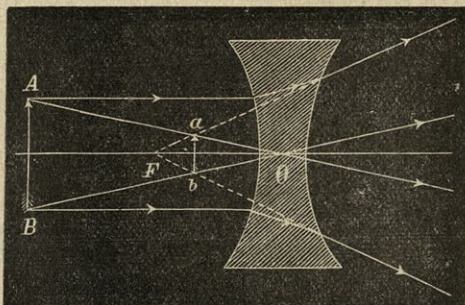
Tudi ta leča ima dve enako od središča oddaljeni žarišči, ker moreš vsako stran obračati z istim uspehom proti Solncu.

Vzporedno z osjo vpadajoči svetlobni žarki se v dvojnovidrto lečo lomijo tako, da izstopajo v smereh, kakor bi prihajali iz žarišča pred lečo.

Poizkus: Ako gledaš skozi dvojnoboklo lečo kak večji predmet, ga vidiš na isti strani, kjer je v resnici, zmanjšanega, pokonci stoječega in leči nekoliko bliže.

Misli si, da je AB svetel predmet pred lečo O (slika 104), stoječ pravokotno na osi. Žarek AO je glavni žarek ter se v leči ne lomi. Vzporedno z osjo FO vpadajoči žarek izstopa iz leče v smeri, kakor bi prihajal iz žarišča F , njegov podaljšek pa se seče z glavnim žarkom v točki a , ki je slika točke A . — Iz istih razlogov je ab slika predmeta AB . Ta slika je navidezna, manjša kakor predmet, stoji pokonci in se nahaja med lečo in žariščem.

Slika 104.



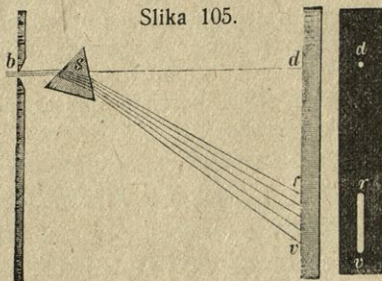
Kar smo učili o dvojnobokli leči, velja tudi o drugih dveh vboklih lečah,

Zakaj imenujemo vbokle leče tudi **razpršne leče**? — Pokaži z načrtavanjem, kako lomi katerakoli vboklih leč nanjo vpadajoče svetlobne žarke! — Preiskuj z načrtavanjem, kako se izpreminjajo slike, ako se predmet leči bliža ali od nje oddaljuje!

4. Razklon svetlobe v njene sestavine.

§ 103. **Spektrum.** Poizkus: $a)$ V sicer temno sobo spusti z ravnim zrcalom (heliostatom) skoz malo špranjico b (slika 105.) snopič solnčnih žarkov! Na zaslonu, ki ga postaviš špranjici nasproti, dobiš svetlo liso d , ki ima obliko špranjice. Ako pa solnčne žarke prestrežeš s prizmo s , kakor kaže slika, odklanja prizma svetlobne žarke navzdol, namesto lise d pa vidiš na zaslonu med točkama r in v raztegnjeno barvano sliko. V tej barvani sliki, ki jo imenujemo **spektrum** ali **šar**, razločujemo po vrsti rdečo, pomarančasto, rumeno, zeleno, svetlomodro, temnomodro in vijoličasto barvo. Te

Slika 105.



barve, ki jih imenujemo prizmatične ali spektralne, niso ločene druga od druge, marveč prehajajo druga v drugo. Rdeča barva se lomi najmanj, vijoličasta pa najbolj.

Poizkus: Na zaslonu, s katerim prestrezaš spektrum, naredi majhno špranjico; potem pa postavi zaslon tako, da propušča skozi to špranjico le rdeče žarke. Prestrežeš li te žarke zadaj za zaslonom z drugo prizmo, ne dobiš več novega spektra; druga prizma le odkloni rdeče žarke nekoliko od lomnega roba. — Isto opaziš, ako prestrežeš z drugo prizmo katerokoli prizmatično barvo.

Prizmatične barve se ne dajo dalje razklanjati — imenujemo jih torej enostavne.

Poizkus: Med prizmo in zaslon postavi zbiralno lečo (slika 106.) da zbere vse nanjo vpadajoče barvne žarke v točki f . Na zaslonu vidiš pri f liso bele svetlobe.

Slika 106.



Iz teh poizkusov izvajamo tele zakone:

↓ Bela solnčna svetloba je sestavljena iz raznih barv, v katere se razkloni, kadar se lomi v optičnih prizmah . . . 1.)

Spektralne barve (sestavine bele svetlobe) so enostavne in v različni meri lomljive; najbolj se lomi vijoličasta, najmanj pa rdeča spektralna barva . . . 2.)

↓ Spektralne barve se dajo združiti zopet v belo svetlobo . . . 3.)

Ako narejaš prvega opisanih poizkusov s prizmami iz iste tvarine, toda različnih lomečih kotov, vse drugo pa puščiš neizpremenjeno, dobivaš daljše spektre takrat, kadar ima prizma večji lomeči kot. Poleg lomečega kota vpliva na dolžino spektra tudi tvarina, iz katere je prizma. Prizme iz svinčenega ali flintskega stekla narejajo daljše spektre, nego prizme iz vapnenega ali kronskega stekla.

Mešane in komplementarne barve. Poizkusa:
a) Ako pri poizkusu, predocnem v sliki 106., nekaterim barvam z neprozornim telesom, n. pr. z drobno leseno paličico, preprečiš pot do leče, da jih torej ni v sliki f , tedaj slika f ni več bela, marveč dobi novo barvo, ki je mešana iz barv, prihajajočih na zaslon. Slika f postane rdeča, ako iz nje na opisani način odstraniš zeleno barvo, in zelena, ako v njej ni rdeče spektralne barve.

b) Ako postaviš pred lečo l (slika 106.) prizmo majhnega lomečega kota (3 do 5°) tako, da sta lomeča roba obeh prizem vzporedna, dobiš na zaslonu dve sliki, sliko f in poleg nje drugo, ki je po drugi prizmi nekoliko vstran odklonjena. Če prestreza druga prizma samo le rdečo barvo, je slika f zelena, odklonjena slika pa rdeča. Barvi teh dveh slik imata to svojstvo, da se na istem mestu združujeta ali dopolnjujeta v belo barvo. Dve barvi, ki dajeta belo barvo, ako ji združimo na istem mestu, imenujemo komplementarni ali dopolnilni.

Dopolnilni barvi sta n. pr. pomarančasta in svetlomodra, rumena in temnomodra, zelenorumena in vijoličasta itd.

§ 104. **Barvenost teles.** Poizkus: *a)* Solnčne žarke, ki prihajajo skozi rdečo stekleno ploščo, prestrezi s prizmo, kakor pri poizkusu v sliki 105. Spektrum, ki ga na zaslonu dobiš, nima več vseh prizmatičnih barv, ampak le rdečo in morebiti še nekoliko pomarančaste. — Solnčna svetloba, ki prihaja na prizmo skoz brezbarvno stekleno ploščo, pa daje spektrum z istimi barvami, kakor solnčna svetloba sama.

Nekatera prozorna telesa propuščajo belo ali solnčno svetlobo v isti sestavi, v kateri nanje vpada — taka imenujemo bela ali vodenočista; nekatera pa propuščajo le nekatere sestavine solnčne svetlobe, druge pa vsrkavajo — taka so barvno-prozorna telesa.

Poizkus: *b)* Na zaslonu (slika 105.) premikaj na mestu, kamor pada spektrum, kos rdečega papirja. V rdeči barvi ga vidiš rdečega, v vsaki drugi pa je ali temen, črn, ali pa menja svojo barvo. Zeleni papir obdrži svojo zeleno barvo v zelenem delu spektra, v vsakem drugem pa je bolj ali manj temen, črn. Edinole beli ali sivkastobeli papir obdrži v vsakem oddelku spektra tisto barvo, ki pada nanj, v rdečem je rdeč, v modrem moder itd. Črni papir pa je v vsaki spektralni barvi črn.

Neproizorna telesa dobivajo svojo barvenost vsled tega, da razklanjajo nanje vpadajočo belo svetlobo ter nekatere enostavne barve vsrkavajo, druge pa odbijajo in razpršujejo. Črna telesa ne razpršujejo nobene nanje vpadajoče svetlobe, ampak jo vso vsrkavajo; bela telesa odbijajo in razpršujejo nanje vpadajočo svetlobo v istem razmerju sestavljeno, v katerem nanje vpada. Drugače barvana telesa razklanjajo vpadajočo solnčno svetlobo v njene sestavine, nekatere teh sestavin vsrkavajo, druge, in sicer

one, v katerih se nam kažejo, pa odbijajo in razpršujejo. Rdeči pečatni vosek na primer odbija in razpršuje le rdečo svetlobo, vsako drugo pa vsrkava. Vsako barvano telo menja barvo, ako ga razsvetljujemo z barvano svetlobo, izvzemši takrat, kadar je ta svetloba istovrstna z njegovo prirodno barvo, to je z barvo, ki jo ima telo v solnčni svetlobi.

Vodeni hlapi, ki so v prehodnem stanju, to je, ki so že toliko zgoščeni, da se začno pretvarjati v vodene kapljice, ako jim temperaturo nekoliko znižamo ali jih nekoliko bolj stisnemo, propuščajo ponajveč le rdečo in rumeno svetlobo ter so vzrok jutranji in večerni zarji. Zjutraj in zvečer je zrak bolj hladen nego podnevi, vodeni hlapi so torej tudi bolj gosti. Iz istega vzroka ima tudi Solnce bolj rumeno barvo, če je nebo nekoliko megleno.

Kaj opazuješ, ako gledaš skoz rdeče steklo, za katerim je zeleno? — Kakšno barvo dobi rdeča vrtnica, ako jo gledaš skoz zeleno ali rumeno steklo?

Nobeno prozorno telo ne propušča vse vanje vpadajoče svetlobe; nekoliko te svetlobe se v vsakem telesu odbija in razpršuje na njegovih molekulih, in sicer različne svetlobne sestavine v različnem razmerju. Radi tega dobiva vsako brezbarvno ali vodenočisto telo svojo posebno barvo, ako sestoji iz debele plasti. Tanke plasti destilirane vode so bele, brezbarvne; voda globokih jezer je bolj ali manj bledomodra. — Nebesni oblok bi bil črn, če bi se svetloba na zračjih molekulih ne odbijala in razprševala; vidimo ga pa v modri barvi, torej zračji molekuli odbijajo in razpršujejo modro barvo solnčne svetlobe v večji meri nego druge barve. Na visokih gorah je nebesni oblok nad nami bolj temnomoder nego v nižavah, ker so ondi tanjši one zračje plasti, skoz katere prihaja do nas svetloba. — Prah in drobne vodene kapljice odbijajo in razpršujejo vse barve v približno enakem razmerju; ozračje je bolj belo, ako je v njem mnogo prahu ali vodenih kapljic.

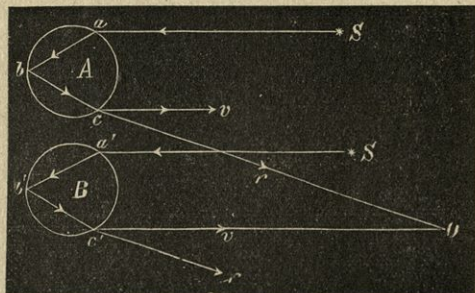
§ 105. **Mavrica.** Na nebu vidimo čestokrat razpet svetel pas, ki je sestavljen iz vseh prizmatičnih barv; imenujemo ga *mavrico* ali *dogo*. Natančno opazovanje nas uči, da nastane *mavrica* le tedaj, ako pred nami dežuje, za nami pa Solnce sije in deževno meglo obseva. Vobče opazujemo *mavrico* le dopoldne in popoldne, zelo redkokrat pa opoldne in to le o času najkrajših dni. Časih vidimo le eno *mavrico*, časih tudi dve; ena je svetlejša, na vnanjem robu rdeča, na notranjem pa vijoličasta — ta je prva ali glavna *mavrica*; druga je manj svetla, barve pa se v njej vrsté v nasprotnem redu — ta je stranska *mavrica*.

☞ Kose *mavrice* opazujemo tudi pri vodometih, pri katerih se voda razpršuje v drobne kapljice, če jih Solnce pošev obseva. — Rosne kapljice se blešče v raznih barvah, kadar jih zjutraj Solnce obseva. Ena se blešči v krasni rdeči barvi, druga v zeleni itd.

Vzrok tem pojavom je to, da se solnčna svetloba v vodenih kapljicah lomi, odbija in razklanja v svoje sestavine. ~~X~~

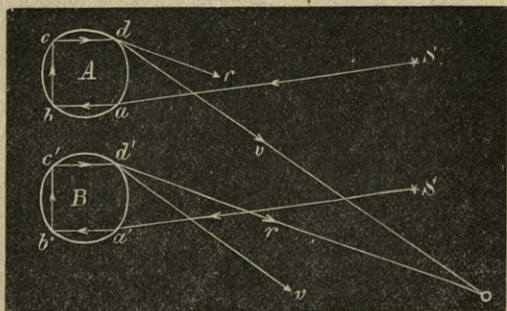
Recimo, da je *A* (slika 107.) kapljica vode in da vpadna nanjo od Solнца *S* prihajajoči žarek v smeri preme *Sa*. V točki *a* se ta žarek lomi proti vpadni pravokotnici v smer *ab*, v točki *b* se odbija v smer *bc* in v točki *c*, izstopajoč iz kapljice v zrak nazaj, se lomi od vpadne pravokotnice. Na tej poti pa se bela svetloba razkloni kakor v prizmi v svoje barvne sestavine; rdeči svetlobni žarek izstopa iz kaplje v smeri *cr*, vijoličasti v smeri *cv*. Ako si mislimo, da gleda človek iz točke *O* proti *c*, tedaj vidi v smeri preme *Oc* le rdečo svetlobo, od druge, nižje kaplje *B* pa lahko vidi le vijoličasto svetlobo; od kapljic, ki so med tema dvema, pa druge prizmatične barve.

Slika 107.



Ako potegnemo skozi točko *O* proti Solncu premo črto ter sliko okoli te preme zavrtimo, tedaj opišeta kaplji *A* in *B* dva kroga, premi *Oc* in *Oc'* pa dve stožčevi ploskvi. Deževne kaplje, nahajajoče se v krogu, opisanem od kaplje *A*, imajo proti Solncu in opažovalcu isto lego, kakor kaplja *A*; od vseh teh prihajajo do *O* le rdeči svetlobni žarki. Iz istega vzroka prihajajo iz kapelj, ki leže v krogu, opisanem od kaplje *B*, do točke *O* le vijoličasti svetlobni žarki.

Slika 108.



Stranska mavrica nastaja na podoben način, le da morajo solnčni žarki vpadati na deževne kapljice pod njihovim središčem. Svetlobni žarek *Sa* (slika 108.) prihajajoč od Solнца *S*, ki zadene ob vodeno kapljo v točki *a*, se lomi v smeri preme *ab*, v točkah *b* in *c* pa se odbija ter naposled izstopa

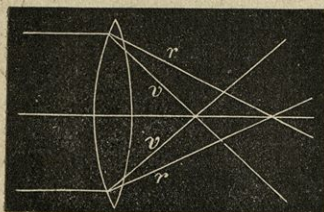
iz kaplje pri točki d , lomljen od vpadne pravokotnice in razklonjen v svoje barvne sestavine tako, da ima rdeči žarek smer preme dr in vijoličasti smer preme dv . Iz kaplje B , v kateri se svetlobni žarek Sa' lomi in odbija na isti način, izstopa rdeči svetlobni žarek smeri preme $d'r$ in vijoličasti v smeri preme $d'v$. Ako si mislimo opazovalca v presečišču svetlobnih žarkov dv in $d'r$, tedaj nam je jasno, da vidi ta zgoraj vijoličasto, spodaj pa rdečo svetlobo. Barve stranske mavrice se vrste v nasprotnem redu ter so bolj medle nego pri glavni mavrici, ker se svetloba enkrat več odbija in s tem oslabljuje. Stranska mavrica je višja od glavne.

§ 106. **Kromatični odklon leč.** Poizkus: Ako z zbiralno lečo prestrezaš snopič solnčnih žarkov in za lečo premikaš papirnat zaslon, dobiš na zaslonu majhno sliko Solнца, ki pa je rdeče ali vijoličasto obrobljena, potem kakor zaslon leči bolj bližaj ali oddaljuješ. — Leče dajo vobče nekoliko, vsaj ob robih barvane slike.

Ta nedostatek leč imenujemo kromatični odklon.

Leče lahko smatramo kot prizme z ukrivljenimi mejnimi ploskvami, ki imajo na vsakem mestu drugačen lomni kot, ki je največji ob robu leče.

Slika 109.



Rdeči žarki bele svetlobe, ki vpadajo vzporedno z osjo in bolj proti robu leče (slika 109.), se v leči manj lomijo in od svoje prejšnje smeri odklanjajo nego vijoličasti. Iz tega sledi, da imajo rdeči žarki svoje žarišče in prav tako tudi vse druge prizmatične barve. Žariščna razdalja rdečih žarkov je večja od žariščne razdalje

vijoličastih žarkov. To je tudi vzrok, da pri lečah žarišče prav za prav ni točka, marveč majhna okrogla ploskev.

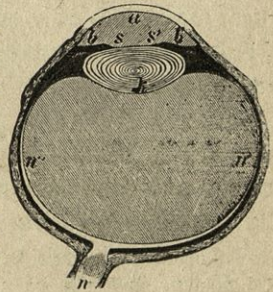
Kromatični odklon se nekoliko odstrani s tem, da leče ob robu zakrijemo, da morejo skozi nje le blizu osi vpadajoči svetlobni žarki. Najbolj pa se ta odklon odstrani, če se združita po ena zbiralna leča iz kronskega stekla in ena razpršna leča iz flintskega stekla tako, da obe skupaj delujeta kot zbiralna leča. Tako sestavo dveh leč imenujemo **akromatično lečo**.

5. Oko in vid. Optična orodja.

§ 107. **Oko in vid.** Človeško oko sestoji iz zrkla, vidnega živca in postranskih organov. Zrklo (slika 110.) je kroglasto telo, sestavljeno iz več kožic, ležečih druga pod drugo, in iz

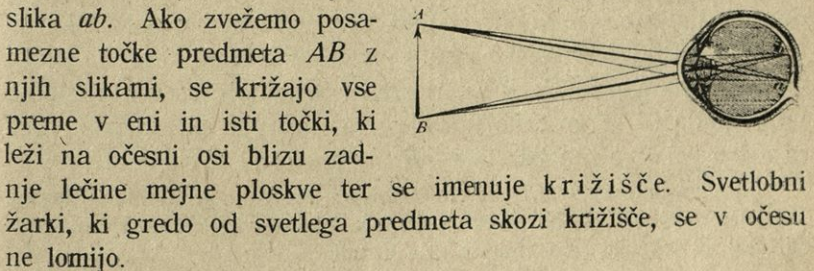
prozornih tvarin. Odzunaj je omejeno s trdo beločnico, ki prehaja spredaj v prozorno, nekoliko bolj izbočeno roženico *a*. Pod beločnico je razprostrta tanka, črno-barvana žilnica, ki prehaja tam, kjer se začena roženica, v šarenico *bs*, *b's'*. Šarenica je zadaj črna, spredaj pa siva ali rjava ali modra, ter ima v sredi okroglo luknjico, zenico imenovano. Posebni živci krčijo ali raztezajo zenico bolj ali manj, potem kakor je svetloba bolj močna ali bolj slaba. Na žilnici se razprostira pri točki *n* od možgan prihajajoči vidni živec kakor tanka, nežna, siva in prosojna kožica *n'n''*, ki sega do roženice in se imenuje mrežnica. V točki *n*, kjer vidni živec vstopa v zrklo, mrežnica za svetlobo ni občutljiva. To mesto imenujemo slepo pego. Zadaj za šarenico je kristalna leča, ki je popolnoma prozorna in podobna dvojnoizbočeni stekleni leči ter z robom prirastla na beločnico in žilnico. Prostor med kristalno lečo in roženico, očesni prekat, je izpolnjen s tekočino, vodi podobno, ki se imenuje prekatna mokrina, prostor med lečo in mrežnico pa je izpolnjen z zdri-zasto, prozorno tvarino, steklovino. Točka, v kateri seče lečina os, tudi očesna os imenovana, mrežnico, se zove rumena pega, ta je za svetlobo najbolj občutljiva. Šestero očesnih mišic, ležečih v očesni duplini, suče zrklo na razne strani: gori, doli, na desno in na levo.

Slika 110.



Prozorne tvarine: roženica, prekatna mokrina, leča in steklovina delujejo skupaj kakor dvojnoizbočena leča. Od svetlega predmeta *AB* (slika 111.) prihajajoči svetlobni žarki se v zrklu tako lomijo, da nastane na mrežnici vzvrnjena slika *ab*. Ako zvežemo posamezne točke predmeta *AB* z njih slikami, se križajo vse preme v eni in isti točki, ki leži na očesni osi blizu zadnje lečine mejne ploskve ter se imenuje križišče. Svetlobni žarki, ki gredo od svetlega predmeta skozi križišče, se v očesu ne lomijo.

Slika 111.



Vidni živec sprejme svetlobni občutek ter ga privede do možgan; s tem se tega občutka zavemo ter predmet zagledamo. Človek ne vidi slike same, ampak čuti le svetlobo in išče posamezne točke predmeta zunaj ondi, odkoder prihajajo svetlobni žarki na mrežnico, torej točko A v smeri preme aA , točko B v smeri preme bB . Predmete vidimo tedaj pokoncu stoječe prav zaradi tega, ker so na mrežnici njih slike vzvrnjene.

Pogoji jasnega in razločnega videnja. Da kak predmet razločno vidimo, treba v prvi vrsti zdravega očesa, t. j. da so leča in druge prozorne tvarine zares prozorne in da je mrežnica za svetlobo občutljiva.

Dostikrat postane leča kalna, neprozorna; naredi se na njej mrena. Če postane mrežnica za svetlobo neobčutljiva, imenujemo to bolezen črno slepoto.

Ako gledamo skozi okno kak bolj oddaljen predmet in tega prav razločno vidimo, ne vidimo ob enem razločno tudi okenskega okvira in obratno.

Da predmet razločno vidimo, mora njegova slika biti natančno na mrežnici, a ne pred njo ali za njo . . . 1.)

Ker deluje oko kakor zbiralna leča, utegnili bi soditi, da moremo predmete razločno videti le takrat, kadar so od očesa tako oddaljeni, da pada njihova slika točno na mrežnico.

Izkušnja pa nas uči, da moremo predmete v različnih daljavah drugega za drugim razločno videti; preteči pa mora vsakikrat nekoliko časa, da razločno zagledamo predmet v bližini, če smo poprej gledali v daljavo in obratno. Oko se lahko različnim daljavam prilagodi ali prisposobi. Opazovanje uči, da se pri tem izpreminja oblika leče. Gledamo li predmete blizu sebe, se leča tako skrči, da je bolj izbočena in da se razdalja njenega žarišča zmanjša; obratno se leča raztegne ter dobi večjo žariščno razdaljo, kadar gledamo v daljavo. — Kadar čitamo, držimo knjigo v določeni razdalji od očesa, sicer se oko kmalu utruji in začne boleti. Za vsako oko je posebna razdalja, v kateri predmete najbolj jasno in razločno vidi, ne da bi se posebno utrudilo; to razdaljo imenujemo normalno vidno razdaljo ali normalni dogled.

Za pravilno in zdravo oko znaša dogled 25 cm, to je normalni dogled. Predmetov, ki so očesu bliže nego v dogledu, oko ne vidi več razločno, pa če jih tudi za nekoliko časa vidi, se zelo utruji.

Nekateri ljudje imajo manjši dogled nego 25 cm; da predmete razločno vidijo, morajo jih očem izdatno približati. Take ljudi imenujemo kratkovidne. Kratkovidno oko lomi svetlobne žarke premočno, tako da nastane slika že pred mrežnico; — leča takega očesa je preveč izbočena. — Nekateri ljudje pa imajo večji dogled, nego je normalen; ti so dalekovidni. Leča dalekovidnega očesa je premalo izbočena ter ima preveliko žariščno razdaljo. — Kratkovidnemu kakor tudi dalekovidnemu očesu moremo od pomoči z lečami (naočniki), ki jih postavljamo pred oko, prvemu z razpršnimi, drugemu z zbiralnimi lečami; vendar morajo naočniki biti vsakemu očesu primerni, sicer se oko z njimi še bolj pokvari.

Kratkovidnost je ali prirojena ali pridobljena, istotako tudi dalekovidnost. Kratkovidni so vobče mladi ljudje in oni, ki veliko čitajo, pišejo ali poprek v bližino gledajo. V starosti kratkovidnost vobče pojema. Dalekovidni so vobče starejši ljudje in posebno oni, ki gledajo mnogo v daljavo: lovci, kmetje i. dr.

Podnevi vidimo reči, katerih ponoči ne vidimo, ker so preslabo razsvetljene. Če smo bili dalje časa v solnčni svetlobi, potem pa pridemo v slabo razsvetljen prostor, ne vidimo izprva ničesar, polagoma pa se oko tudi slabejši svetlobi privadi. V Solnce sploh ne moremo gledati, ker se nam preveč blešči in nas oči zabolé.

Da predmete razločno vidimo, morajo biti njih slike na mrežnici primerno razsvetljene . . . 2.)

Premočna svetloba škoduje očesu in vidni živec lahko kar umori. Primerno razsvetljava slik na mrežnici uravnava zenica, ki se v temi in sploh pri slabi svetlobi razširi, v jaki svetlobi pa zoži.

Iz puške ali topa izstreljene kroglice ne vidimo; blisk pa vidimo, čeprav se elektriška iskra giblje z ogromno hitrostjo.

Dojem ali vtisk svetlobe na mrežnici mora nekoliko časa trajati (približno 0.1 sekunde), da nastane na njej jasna in razločna slika . . . 3.)

Ta čas je zavisen od tega, kako je predmet razsvetljen. Elektriška iskra je zelo svetla; vidimo jo, čeprav traja le prav kratek čas. Izstreljena kroglica je slabo razsvetljena; zaraditega je ne vidimo, čeprav se giblje dosti bolj počasi.

Poizkus: Ako žareč ogel hitro vrtiš v krogu, vidiš razsvetljen ves krog, ki ga ogel opisuje; ogla samega pa v posameznih točkah njegove poti ne razločuješ. Pot, ki jo nareja blisk, vidiš obenem vso razsvetljeno.

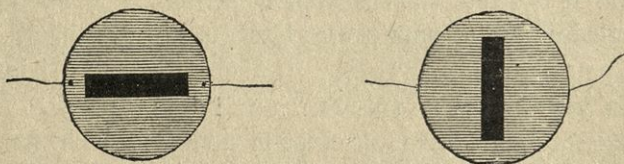
Občutek svetlobe na mrežnici ne izgine hipoma, ko neha svetloba nanjo delovati, marveč traja še sam ob sebi nekoliko časa . . . 4.)

Ako je predmet srednje razsvetljen, traja slika na mrežnici približno $\frac{1}{8}$ do $\frac{1}{4}$ sekunde še potem, ko je predmet izginil izpred očesa. Torej vidimo v krogu vrteč se ogel istočasno v vsem krogu, ker prva slika še z mrežnice ni izginila, ko je ogel opisal vso krožnico.

Sem spadajo tudi tile poizkusi:

Na okrogli, iz lepenke izrezani plošči je narisana na sprednji strani horizontalna, na zadnji strani vertikalna črna proga (slika 112.). Ako to ploščo s pritrjenima nitima vrtiš, vidiš črn križ. (Zakaj?) — Istotako lahko narišeš na eno stran plošče kletko, na drugo ptico. Vrteč ploščo z nitima, vidiš ptico v kletki. (Tavmatrop ali čarodejna ploščica). — Vrtalka z barvami. Iz lepenke izrezano okroglo ploščo razdeli v več izsekov ter pobarvaj vsakega z drugo barvo! Vrteč to ploščo okoli osi, ki stoji pravokotno na plošči ter gre skozi njeno središče, ne razločuješ nobene posamezne barve, ampak vidiš vso ploščo v novi, iz posameznih barv mešani barvi.

Slika 112.



Poizkus: Ako gledamo dva enako velika predmeta iz različnih daljav, dozdeva se nam tisti predmet dosti manjši, ki je od nas bolj oddaljen. Dva razno velika predmeta v isti daljavi od nas pa glede velikosti prav dobro razločujemo.

Slike na mrežnici niso vedno enako velike. Slika enega in istega predmeta postane manjša, ako je predmet od očesa bolj oddaljen; pri isti oddaljenosti dveh predmetov pa je slika večjega predmeta večja nego ona manjšega. Veličina ali razsežnost slike na mrežnici pa je zavisna od vidnega kota, to je kota, ki ga oklepata premici, ki si jih mislimo potegnjeni od skrajnih točk predmeta do očesnega križišča. Čim manjši je ta kot, tem manjši se nam dozdeva predmet, ki ga gledamo.

Da predmet razločno vidimo, mora vidni kot biti primerno velik . . . 5.)

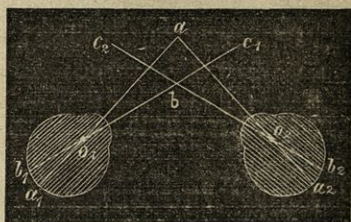
Navadno ne vidimo predmetov, katerih vidni kot znaša 30 sekund ali manj. — Zelo razsvetljene predmete, n. pr. zvezde, vidimo tudi še pri manjšem vidnem kotu. — Vzporedno tekoči tračnici železniškega tira se v daljavi na-

videzno stikata, ker se vidni kot s povečanjem daljave zmanjšuje. — Iz velikosti vidnega kota sklepamo na oddaljenost predmeta, čigar velikost nam je bolj ali manj znana; vendar se pri tem lahko varamo. Če gledamo kak predmet s prostim očesom, se nam dozdeva bolj oddaljen kakor če ga gledamo skozi kako cev. — Kadar je zrak zelo čist, se nam ena in ista gora dozdeva višja kakor pri bolj motnem zraku. — Vzhajajoči Mesec se nam dozdeva večji kakor pozneje, ko stoji više na obzorju, prav tako tudi Solnce. — Če ponoči kje v daljavi gori, se nam ista daljava dozdeva manjša nego podnevi.

Videnje z obema očesoma.

Poizkus: Na mizo pritrdi dve pokoncu stoječi tanki palici a in b (slika 113.). Upreš li obe očesi na palico a , da jo prav razločno vidiš, tedaj vidiš palico b dvojno, in obratno. Desna slika palice ti izgine, ako zamižiš z levim očesom, leva pa, ako zamižiš z desnim.

Slika 113.



Kadar upreš obe očesi v palico a , nastaneta sliki a_1 in a_2 na rumenih pegah; slika palice b pa je takrat v desnem očesu v točki b_2 , v levem v b_1 . Ti sliki nista na simetričnih mestih; desno oko vidi palico b v smeri preme b_2c_2 , levo oko v smeri preme b_1c_1 .

Iz tega izvajamo:

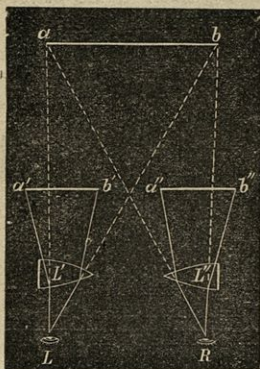
En in isti predmet vidimo enojen le tedaj, kadar sta njegovi sliki v obeh očesih na simetričnih mestih; v vsakem drugem primeru ga vidimo dvojnega.

Sliki istega predmeta, ki je precej blizu nas, nista v obeh očesih popolnoma enaki; z desnim očesom vidimo na predmetu nekatere podrobnosti, ki jih z levim ne vidimo, in obratno. Obe sliki se vendar stapljata v eno; tako pa dobivamo občutek o predmetovi telesnosti. O resničnosti tega nas uveri stereoskop.

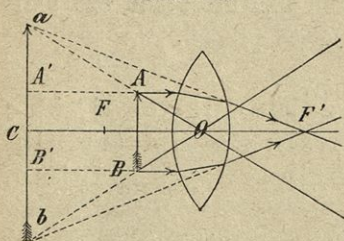
Mislimo si, da je en in isti predmet dvakrat narisana, v eni risbi tako, kakršnega vidimo z desnim očesom, v drugi tako, kakor ga vidimo z levim očesom. (Take slike imenujemo stereoskopične.) Ako postavimo dve taki sliki v škrinjico, razdeljeno v dva oddelka, tako da je slika za levo oko v $a'b'$ (slika 114.), slika za desno oko v $a''b''$, in ako potem gledamo ti sliki skozi polovici L' in L'' razrezane zbiralne leče, se obe stopita ali združita v eno samo telesno sliko ab .

Sliki $a'b'$ in $a''b''$ sta od lečinih delov manj oddaljeni nego žarišče, torej je slika ab obenem tudi povečana. — Slika kaže, kako se lomijo svetlobni žarki v lečinih delih L' in L'' .

Slika 114.



Slika 115.



§ 108. Mikroskop. Skioptikon. Drob-
nih ali majhnih predmetov, četudi so v
normalnem dogledu, ne vidimo razločno,
ker je njih vidni kot premajhen. Ako pred-
met očesu nekoliko približamo, se sicer vid-
ni kot za nekoliko poveča, a oko se majhni
daljavi ne more prilagoditi. Z lečami pa mo-
remo vidni kot predmetov izdatno povečati,
da lahko razločno vidimo predmete, ki jih
s prostim očesom nikakor ne razločujemo.

Vsako orodje, ki služi v to, da gle-
damo drobne predmete v večjem vidnem
kotu nego sicer, imenujemo mikroskop
ali drobnogled.

I. Enostavni mikroskop.

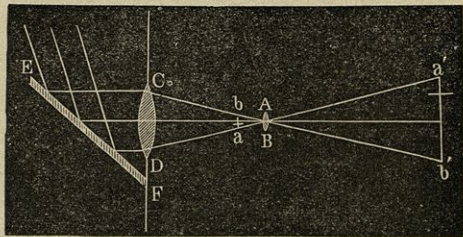
Mislimo si majhen predmet AB
(slika 115.) med žariščem in središčem
zbiralne leče. Gledajoč skozi
lečo O vidimo njegovo sliko ab pove-
čano in od leče bolj oddaljeno nego
je predmet. Hočemo li sliko videti
prav razločno, treba predmet pred
lečo tako postaviti, da pride njegova
slika v našo dogledno razdaljo.

Skozi lečo gledamo predmet AB ali pravzaprav njegovo
sliko ab v kotu aOb , brez leče bi pa predmet gledali v vidnem
kotu $A'OB'$, pri čemer je $A'B' = AB$, ker bi ga morali postaviti
v dogledno razdaljo OC . Kolikorkrat je vidni kot aOb večji nego
kot $A'OB'$, prav tolikokrat nam leča predmet povečuje. —
Računi nas učé, da daje enostavni mikroskop tem bolj povečane
slike, čim manjša je razdalja njegovega žarišča in čim večji je
opazovalčev dogled.

Ako hočemo povečano sliko kakega predmeta na zaslonu prestreči, treba
svetli predmet pred lečo tako postaviti, da je njegova razdalja od leče večja
nego enkratna in manjša nego dvakratna razdalja lečinega žarišča. Da so
slike dovolj razsvetljene, treba je poskrbeti za umetno razsvetljavo. —

Solnčni mikroskop. Ravno zrcalo EF (slika 116.) odbija solnčne žarke na široko lečo CD . Iz nje prihajajoči stični svetlobni žarki razsvetlujejo majhen prozoren predmet ab , ki pa mora biti od leče AB bolj oddaljen nego njeno žarišče. Leča AB nareja na drugi strani povečano in vzvrnjeno sliko $a'b'$, ki se dá na zaslonu prestrezati. Ako je predmet gorljiv, treba predenj postaviti v stekleni posodi galunove raztopine, da ta vsrka toplotne žarke. Slika $a'b'$ je bolj povečana, ako je žariščna razdalja leče AB manjša in ako je predmet bliže njenemu žarišču.

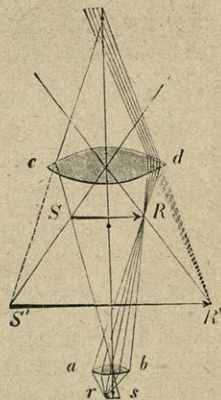
Slika 116.



Neprozornih predmetov ne moremo na tak način razsvetljevati.

Slika 117.

Solnčno svetlobo lahko nadomeščamo z elektriško lučjo ali sploh z drugo lučjo jake svetljivosti. (Aparati za meglene slike.)



II. Sestavljeni mikroskop.

Ta mikroskop (slika 117.) sestoji iz dveh zbiralnih leč, ki imata precej majhni žariščni razdalji ter sta tako postavljeni, da ležita njuni osi v isti premi. Pred predmetom rs stoječa leča ab , ki jo imenujemo objektiv ali predmetnico, nareja od predmeta, ki stoji izven njenega žarišča, na drugi strani povečano vzvrnjeno in fizično sliko SR . To sliko gledamo potem skozi lečo cd , okular ali priočnico imenovano, kakor z enostavnim mikroskopom. Okular postavljamo tako, da pride geometrijska slika $S'R'$ v naš dogled.

Slika sama kaže, kako se svetlobni žarki v obeh lečah lomijo.

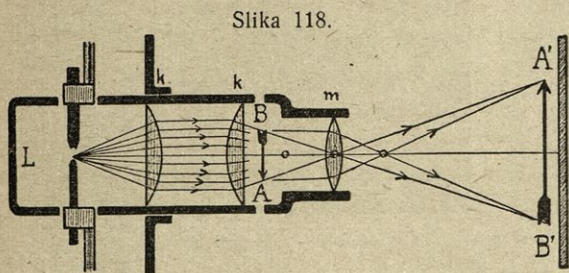
Obe leči, objektiv in okular, sta spravljeni v medeni, znotraj počrnjeni cevi. Predmete, katere hočemo gledati povečane, polagamo na majhno mizico ter jih razsvetlujemo, če so prozorni, odspodaj s sferičnim zrcalom, ali pa, če niso prozorni, odzgoraj z zbiralno lečo. — Objektiv je vobče sestavljen iz dveh ali treh zbiralnih leč, da dobi zelo majhno žariščno razdaljo, tudi okular je prav mnogokrat sestavljen iz dveh leč.

Mikroskope rabimo, kadar preiskujemo in proučujemo sestavo manjših teles, bodisi organskih, bodisi neorganskih. — Sestavljeni mikroskop je izumil Jansen l. 1590.

Skioptikon daje od prozornih predmetov, n. pr. fotografij na steklu, povečane, vzvrnjene slike.

Slika 118. kaže bistvene dele skioptikona. *L* je jako intenzivna

elektriška obločnica. Iz nje izhajajoče svetlobne žarke lomita dve ravnoizbočeni leči *k* in *k'* (kondensator imenovani) tako, da vpadajo v zgoščenem snopiču



na prozoren predmet *AB*, čigar sliko hočemo povečati. Predmet *AB* stoji med enkratno in dvakratno žariščno razdaljo dvojnoizbočene leče *m* (enostavnega mikroskopa), ki daje potem izven svoje dvakratne žariščne razdalje vzvrnjeno in povečano sliko *A'B'*. To sliko prestrezamo na razpetem belem platnu ali na kaki sivkasto pobeljeni steni. — Mikroskop *m* se da nekoliko proti predmetu premikati ali od njega odmikati, da dobimo razločne slike. Čim bliže mikroskopovemu žarišču je predmet *AB*, tem večja postane slika *A'B'* in tem bolj se od leče oddalji.

Elektriška obločnica, kondensator in mikroskop so spravljeni v zaprti omari od črne pločevine. Prostor, v katerem kažemo te slike, mora biti precej teman, da se slike bolj razločno vidijo. — Fotografične slike na steklu, ki jih s skioptikonom povečujemo, imenujemo diapozitive. — Namesto elektriške luči lahko vzamemo tudi kako drugo, n. pr. petrolejsko, acetilensko. Ker pa so te manj intenzivne, ne dobimo tako velikih slik, če hočemo, da so bolj razsvetljene.

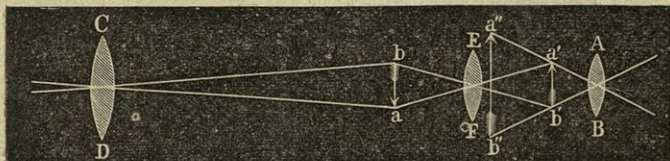
§ 109. **Daljnogledi.** Daljnogledi so orodja, s katerimi gledamo sicer velike, a zelo oddaljene predmete v večjem vidnem kotu nego jih vidimo s prostim očesom. Glede na to, ali dajejo daljnogledi vzvrnjene ali pa pokoncu stoječe slike, razločujemo zvezdarske in zemeljske daljnoglede. Vsak daljnogled sestoji iz dveh bistvenih delov: *a*) iz objektivna ali leče predmetnice, ki daje od oddaljenih predmetov vzvrnjene in pomanjšane slike, *b*) iz enostavnega mikroskopa, okulara ali priočnice, s katerim te slike opazujemo.

I. Zvezdarski ali Kepplerjev daljnogled (astro-
nomijski daljnogled, slika 119.) je sestavljen iz okulara vv in iz
objektiva oo ; prvi ima veliko, drugi pa majhno ža-
riščno razdaljo. Ako si mislimo svetel predmet AB , Slika 119.
ki stoji pravokotno na lečini osi ter je od nje zelo
oddaljen, tedaj daje objektiv oo na drugi strani blizu
svojega žarišča majhno vzvrnjeno fizično sliko ab tega
predmeta. Okular vv postavljamo tako, da pada slika ab
med njega in njegovo žarišče in da dobimo drugo geome-
trijsko sliko $a'b'$ v svojem dogledu. Sliko $a'b'$ gledamo
tedaj v vidnem kotu $a'mb'$, predmet AB pa bi brez daljno-
gleda gledali v vidnem kotu AcB ; kajti zaradi velike od-
daljenosti predmeta AB je vseeno, ali si mislimo oko v
točki m ali pa v točki c . Število, ki kaže, kolikokrat je vidni
kot $a'mb'$ večji nego kot AcB , imenujemo daljnogledovo
povečavo.

Z računi se dá dokazati, da je povečava enaka kvocijentu
merskih števil od žariščnih razdalj objektiv in okulara.

Zvezdarski daljnogled je izumil Keppler l. 1611. —
Ker daje tak daljnogled vzvrnjene slike, rabimo ga navadno le
takrat, kadar opazujemo telesa na nebesu: zvezde, Mesec,
Solnce. — Zelo velike zvezdarske daljnoglede imenujemo tudi
refraktorje.

Slika 120.



II. Zemeljski daljnogled (slika 120.) ima
najmanj tri leče. Objektiv CD nareja od oddaljenega
predmeta blizu svojega žarišča vzvrnjeno sliko ab ;
leča EF stoji za dvakratno razdaljo svojega žarišča
zadaj za sliko ab ter nareja na drugi strani v isti
razdalji vzvrnjeno sliko $a'b'$. To sliko $a'b'$ gledamo
skoz okular AB , ki deluje kot enostaven mikroskop, ter
jo vidimo, ako smo okular postavili na pravo mesto, v $a'b''$,
v dogledni razdalji svojega očesa. Leča EF ima nalogo, da



sliko ab zopet pokoncu postavlja, na povečavo slike pa nikakor ne vpliva. Povečava slike $a''b''$ je zavisna le od tega, kakšni žariščni razdalji imata objektiv in okular.

Slika 121.

Zemeljski daljnogled je izumil Anton Marija Schyrl, kapucinec v samostanu Rheit na Češkem, l. 1645.

III. Galilejev ali holandski daljnogled (slika 121.) je sestavljen iz zbiralne leče, objektiva oo , ki ima veliko žariščno razdaljo, in iz razpršne leče, okulara vv , ki ima majhno žariščno razdaljo. Objektiv sam bi od oddaljenega predmeta AB naredil zmanjšano in vzvrnjeno sliko ab . Med objektivom in sliko ab je postavljen okular vv tako, da leži slika ab med njim in njegovim žariščem. Okular razsipava nanj stično vpadajoče svetlobne žarke, da izstopajo iz njega v smerih, kakor bi prihajali iz točk v dogledu pred njo stoječega predmeta $a'b'$. Skozi okular gledajoč, vidimo torej pokoncu stoječo sliko $a'b'$.

Ta daljnogled rabimo običajno kot gledaljško ali poljsko kukalo.

Leče daljnogledov so spravljene v znotraj počrtnjenih cevah iz medi, da se odstranjuje vsa postranska svetloba; vendar se nahaja okular sam zase v posebni cevi, ki se dá premikati. Osi obeh leč se ujemata v isti premi.

Skozi daljnogled gledamo predmete v različnih razdaljah; slike teh predmetov torej niso vedno na istem mestu za objektivom. Ako je predmet blizu objektiva, potem je slika, ki jo nareja objektiv, od tega bolj oddaljena in bližje okularu; da to sliko jasno in razločno vidimo, treba okular potegniti nekoliko nazaj. Nasprotno pa moramo okular bližati objektivu, ako gledamo bolj oddaljene predmete. — Slike so bolj svetle, ako ima objektiv velik premer, bolj temne pa, ako je v daljnogledu več leč. (Zakaj?)

6. Kemijsko delovanje svetlobe.

§ 110. Osnovni pojmi. Fotografija. Kinematograf. Barvano blago izgubi ali menja v solnčni svetlobi kaj rado svojo barvo. Na temnem prostoru izgubé rastline listno zelenilo ter postanejo blede in bele.

Nekatere tvarine so za svetlobo zelo občutljive (imenujemo jih svetločutne), to so posebno spojine srebra z jodom, bromom in s klorom, ki v solnčni svetlobi



takoj razpadejo v svoje sestavine, pri čemer postanejo črne, ker se srebro izločuje kot droben črn prah.

Svetloba provzročuje pri mnogih telesih kemijske izpremembe njihovega sestava.

Posamezne prizmatične barve v kemijskem oziru ne delujejo v enaki meri.

V rdeči, pomarančasti in rumeni svetlobi ne najdemo skoro nobenih kemijskih učinkov, pač pa v zeleni in modri, največ pa v vijoličasti.

Ker imajo različne luči (viri svetlobe) posamezne prizmatične barve v sebi v različni meri, tedaj je umevno, da so njihovi kemijski učinki zelo različni. N. pr. svetloba svetilnega plina, navadnih sveč ali gorečega petroleja je bolj rdeča ter ima v sebi prav malo modre in vijoličaste svetlobne barve, zato v kemijskem oziru malone nič ne učinkuje; elektriška in magnezijeva luč sta beli, solnčni svetlobi zelo podobni in zaraditega kemijsko zelo izdatno učinkujeta.

Fotografija je umetnost, da si s pomočjo svetlobe in svetločutnih snovi od raznih predmetov narejamo njim čisto podobne slike.

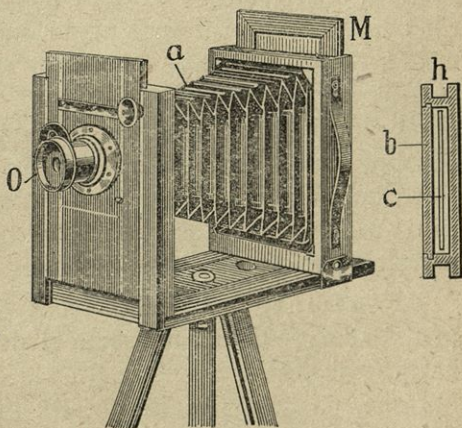
V ta namen služi fotografski aparat ali optiška temnica, ki ga kaže slika 122.

To je štirioglasta, znotraj počrnjena škrinjica, ki je spredaj in zadaj zastrta z deskama, in ki ima stranske stene iz usnja, ki je kakor pri mehu zgrnjeno v gube, da se more po potrebi nekoliko raztegniti ali stisniti.

Zadnja deska je izrezana v obliki pravokotnika. V tej zarezi tiči motna steklena plošča *M*, ki se lahko zamenja s kaseto *h*. Kaseto je zaprta z zapahom

b, znotraj pa ima stekleno ploščo *c* s tenko plastjo želatine, na kateri se nahaja svetločutni srebrov bromid. V sredini sprednje deske se nahaja v posebni cevi objektiv *O*, ki sestoji iz ene ali dveh zbiralnih leč in se dá s posebnim vijakom nekoliko premikati.

Slika 122.



Pred objektivom je zaslon s posebnim mehanizmom, s katerim moremo na objektiv spuščati svetlobo skozi večjo ali manjšo luknjico, le za hip ali pa več časa.

Kadar hočemo od kakega predmeta narediti fotografsko sliko ali fotografijo, postavimo aparat pred predmet in premikamo objektiv toliko, da pride predmetova slika natančno na motno stekleno ploščo M . Potem nadomestimo motno ploščo M s kaseto s svetločutno ploščo. Ko smo odstranili v kaseti zapah b , odpremo zaslon pred objektivom le za hip in vtaknemo zapah b v kaseto nazaj. Na svetločutno ploščo svetloba ne sme toliko časa delovati, da bi se razkrojitev srebrovega bromida že zvršila, ampak le toliko, da se pričinja.

Kaseto je potem treba prenesti v prostor, ki je razsvetljen z rdečo lučjo, stekleno ploščo vzeti iz kasete in jo politi s tekočino (n. pr. šiškino kislino), ki pričeto razkrojitev srebrovega bromida pospeši in dokonča. Nerazkrojeni ostanki srebrovega bromida se potem iz plošče z drugo tekočino (n. pr. žveplenastokislim natrijem) izperemo. S tem se slika ustali.

Na tej sliki so svetli deli predmeta temni, obratno temni deli pa svetli. To sliko imenujemo *negativno*. Pozitivno sliko dobimo, ako negativno sliko v posebnem okvirju položimo na fotografski papir, ki je pripravljen s srebrovim kloridom, in jo potem izpostavimo dnevni svetlobi. Temna mesta negativne slike propuščajo prav malo svetlobe, zaradi tega se srebrov klorid pod temi mesti le malo razkroji in ostanejo ta mesta svetla. Obratno se pod svetlimi mesti negativne slike srebrov bromid razkroji ter postane papir temen ali celo črn. Tudi to sliko — na kateri se svetla in temna mesta ujemajo s svetlimi in temnimi mesti na predmetu — in ki se imenuje *pozitivna slika*, — je treba ustaliti, to je nerazkrojene dele srebrove spojine s posebno tekočino izprati.

Kinematograf je posebne vrste skioptikon, s katerim predstavljamo vrsto zaporedoma si sledečih fotografskih posnetkov kakega gibajočega se telesa (n. pr. dirkajočega jezdeca) s tako hitrostjo, da dobi gledalec občutek živih slik.

Za take slike se delajo od gibajočega se predmeta brzo si sledeči fotografski posnetki (10 do 20 v eni sekundi) na posebnih prozornih in s svetločutnimi snovmi pripravljenih, do 1000 in časih še več metrov dolgih trakovih, filmi imenovanih.

IX. Nauk o gibanju in o silah.

§ 111. **Gibanje. Mirovanje. Enakomerno gibanje.** Kadar kako telo svojo lego nasproti okolici izpreminja, se nekaterim telesom približuje, od drugih pa oddaljuje, tedaj pravimo, da se telo giblje, sicer pa, da miruje. **Gibanje** je torej izpreminjanje lege telesa v prostoru, **mirovanje** pa vztrajanje na istem mestu. ✕

Gibanje utegne biti tudi le navidezno. Če se n. pr. peljemo na železnici, se nam dozdeva, da se okolica ob železniškem tiru giblje v nasprotno smer kakor vlak.

Ako potegnemo s svinčnikom po papirju, da nariše črto, tedaj vsebuje ta črta vse točke, skozi katere se je gibala svinčnikova ost. Vse točke, skozi katere se je gibalo kako telo v določenem času, imenujemo pot tega telesa v tem času. ✕

Pot utegne biti premočrtna (n. pr. pot prosto padajočega kamna) ali krivočrtna (n. pr. pot pošev vrženega kamna.)

Kadar je pot premočrtna, je premočrtna tudi smer gibanja; kadar pa je pot krivočrtna, se smer gibanja izpreminja in je v raznih točkah poti različna (n. pr. pri pošev vrženem kamnu). V tem slučaju določujemo smer gibanja v dani točki s tangento, ki jo v tej točki potegnemo na pot.

Gibajoča se telesa narejajo v enakih časih vobče različno dolge poti (železniški vlak, kolesar, pešec itd.). Čim daljšo pot naredi telo v določenem času, tem hitreje se giblje, ali tem večjo ima hitrost. Če pa nareja v enakih časih enako dolge poti, tedaj se giblje s stanovitno hitrostjo. ✕

Vsaka točka kazalca na uri, ki kaže minute, opiše v eni uri ves krog, v pol uri polovico kroga, v četrt uri četrtno kroga, v vsakih petih minutah eno dvanajstino in v vsaki minuti eno šestdesetino kroga. Vsaka točka naredi v enakih časovnih dobah vedno enako dolge poti.

Gibanje, pri katerem gibajoče se telo v enakih časih nareja enako dolge poti, imenujemo enakomerno. ✕

Pri enakomernem gibanju merimo hitrost s potjo, ki jo naredi gibajoče se telo v enoti časa, ter to pot imenujemo skratka hitrost enakomernega gibanja. ✕

Ako ima enakomerno gibajoče se telo hitrost $10\ m$, ako torej naredi v vsaki sekundi $10\ m$ dolgo pot, potem naredi v dveh sekundah pot $20\ m$, v treh sekundah pot $30\ m$ itd.

✧ Pot enakomerno gibajočega se telesa izračunamo, ako pomnožimo njegovo hitrost s številom sekund, v katerih je trajalo gibanje... 1.)

Ako naredi enakomerno gibajoče se telo v 20 sekundah $100\ m$ dolgo pot, potem je njegova pot v eni sekundi (hitrost) enaka $100\ m : 20 = 5\ m$.

✧ Hitrost enakomerno gibajočega se telesa dobimo, ako razdelimo dolžino njegove poti s številom sekund... 2.)

Če ima kako enakomerno gibajoče se telo hitrost $5\ m$ in je naredilo $100\ m$ dolgo pot, je rabilo za to pot toliko sekund, kolikorkrat je $5\ m$ v $100\ m$; t. j. 20 sekund.

Čas enakomernega gibanja je enak kvocijentu iz merskih števil poti in hitrosti... 3.)

Ako zaznamenuje c hitrost, t število sekund in s dolžino poti, narejeno v tem času, potem navedene tri zakone lahko izrazimo takole:

$$s = ct, \quad c = \frac{s}{t}, \quad t = \frac{s}{c}.$$

Zemlja naredi svojo pot okoli solнца v 365 dneh, 6 urah, 9 minutah in 10.75 sekundah. Ta pot meri 931 milijonov kilometrov; s koliko hitrostjo se giblje Zemlja okoli Solнца? — Železniški vlak teče enakomerno s hitrostjo $10\ m$, koliko pot naredi v pol uri? — Pešec stopa v minuti 110 krat, srednja dolžina njegovega koraka meri $70\ cm$, kako daleč pride v 4 urah? S koliko hitrostjo mora stopati, da prehodi v eni uri $5\ km$?

Hitrost svetlobe znaša $300.000\ km$, koliko časa potrebuje svetloba s Solнца do Zemlje, ako znaša razdalja teh dveh teles $148.000.000\ km$? — Neko kolo ima $30\ cm$ dolg premer in se zavrti v eni minuti 40 krat; koliko hitrost ima vsaka točka na obodu kolesa?

✧ § 112. **Vztrajnost.** Izkušnja nas uči, da se nobeno mirujoče telo ne more začeti samo ob sebi gibati; prav tako se ne more gibajoče se telo samo ob sebi ustaviti ali hitrosti ali smeri gibanja izpremeniti. Vzrok vsaki izpremembi v stanju mirujočega ali gibajočega se telesa se nahaja izvun tega telesa, v drugem telesu.

✧ Svojstvo teles, da vztrajajo v stanju, v katerem se nahajajo, imenujemo **vztrajnost**.

† Radi vztrajnosti ne more nobeno telo hitrosti, ki jo ima, samo ob sebi izpremeniti. Mirujoče telo nima nobene hitrosti (ali njegova hitrost = 0), ostane torej samo ob sebi mirno, obdrži hitrost = 0. Gibajoče se telo pa obdrži zaradi vztrajnosti svojo hitrost in smer gibanja —, giblje se enakomerno in premočrtno toliko časa, dokler vnanji vplivi ne povzročijo kake izpremembe.

Vzrok v vsaki izpremembi v stanju mirujočega ali gibajočega se telesa imenujemo silo.

Govorimo o mišičnih silah ljudi in živali, ker s temi povzročujemo gibanje kakega telesa ali pa njegovo gibanje izpremenimo ali ustavimo. Težnost, prožnost, napetost plinastih teles itd. so sile.

† Ako skledo polno vode naglo nekoliko naprej potegneš, teče voda začetkom nazaj; ko pa gibanje naglo ustaviš, steče nekoliko vode čez skledo naprej. — Na vozu stoječemu se kar hitro pripeti, da pade vznak, ako konj voz naglo naprej potegne. — Ako postaviš na grlo steklenice kos debelega papirja, na tega pa novec prav nad grlom, ter potem papir prav naglo vstran potegneš, pade novec v steklenico. (Zakaj?) — Jahalec pade konju čez vrat, ako se dirkajoč konj naglo ustavi. † Izkušnja nas uči, da se vsako gibajoče se telo polagoma ustavi, umiri, — to pa vsled ovir gibanja. — Ako potočimo n. pr. kroglo po horizontalni ravnini, tedaj mora pred seboj odrivati zrak, v katerem se giblje; poleg tega sta krogla, kakor tudi telo, po katerem se giblje, na površju bolj ali manj hrapava, takorekoč gričasta, kar gibanje izdatno ovira. Čim bolj gladki sta krogla in ravnina, tem dalje steče krogla.

§ 113. **Razne vrste gibanja.** Železniški vlak vozi s postaje tako počasi, da ga pešec dohaja; kmalu pa tako zateče, da ga niti na konju ne moreš dohajati. Bližajoč se postaji, gre bolj in bolj počasi, dokler se popolnoma ne ustavi. Zunaj na progi pa po enakomernem ropotu koles lahko spoznaš, da se giblje več ali manj časa enakomerno. Pravimo, da železniški vlak menjava svojo hitrost.

Kadar gibajoče se telo v enakih časovnih delih nareja različno dolge poti, torej menjava svojo hitrost, pravimo, da se giblje neenakomerno.

Neenakomerno gibanje utegne biti tako, da poti v naslednjih enakih časovnih delih naraščajo ali se krajšajo, da hitrost narašča ali pojema. V prvem slučaju imamo pospeševano gibanje, v drugem pojemalno gibanje.

Pospeševano, oziroma pojemalno gibanje utegne biti enakomerno pospeševano, oziroma enakomerno pojemalno, ako hitrost enakomerno narašča, oziroma pojema, se zmanjšuje;

sicer pa imamo neenakomerno pospeševano, oziroma neenakomerno pojemalno gibanje.

Pri neenakomernem gibanju moremo govoriti le o hitrosti ob določenem hipu. To hitrost označujemo tako, da povemo pot, ki bi jo telo naredilo v enoti časa, ako bi se gibalo le pod vplivom vztrajnosti enakomerno s tisto hitrostjo, ki jo ima v hipu, ki ga jemljemo v poštev. Navadno jemljemo v poštev začetno in končno hitrost, t. j. hitrost, ki jo ima telo v začetku gibanja, oziroma koncem določenega časa.

Dostikrat govorimo tudi o poprečni ali srednji hitrosti, s čimer označujemo tisto hitrost, s katero bi se kako telo moralo gibati enakomerno, da bi v določenem času naredilo isto pot, kakor jo naredi, če se giblje neenakomerno.

Mersko število, ki pove prirastek na hitrosti v vsaki sekundi enakomerno pospeševanega gibanja, zovemo pospešek; dočim je pojemek mersko število, ki pove za koliko se je hitrost gibajočega se telesa v vsaki sekundi zmanjšala.

Gibanje delimo v te glavne vrste:

enakomerno (hitrost ostaja ista)		neenakomerno (hitrost se izpreminja)	
pospeševano (hitrost narašča)		pojemalno (hitrost pojema)	
enakomerno pospeševano (hitrost narašča enakomerno)	neenakomerno pospeševano (hitrost narašča neenakomerno)	enakomerno pojemalno (hitrost pojema enakomerno)	neenakomerno pojemalno (hitrost pojema neenakomerno)

§ 114. **Enakomerno pospeševano gibanje.** Zakone, po katerih se vrši enakomerno pospeševano gibanje, spoznamo prav lahko na Atwoodovem padalu (slika 123.).

Vertikalen steber nosi na vrhu prav lahko vrtljiv škripec, t. j. kolesce z žlebom na obodu, in je razdeljen na enake dolgostne dele, n. pr. na centimetre ali decimetre. Čez škripec se vije nit, ki ima na koncih dve enaki uteži m in n .

Na stebru sta dve mali mizici, ki ju na stebru lahko premikamo in pritrdimo na kateremkoli mestu.

Izmed teh je ena prevrtana, da gre utež n izlahka skozi luknjo, ne da bi se mizice kje dotaknila. Poleg stebra se nahaja še nihalo, ki nihne v vsaki sekundi po enkrat. Dokler visita na

niti le uteži m in n , se škripec ne zavrti, zakaj utež m na levi vleče nit s prav s tisto jakostjo navzdol, s katero jo vleče utež n na nasprotno stran.

Ako pa na utež n položimo podolgasto ploščico, pretežo, se začne kolesce vrteti, utež n pa padati, vendar ne s tisto hitrostjo, kakor če bi prosto padala.

Pretežo treba poskusoma tako določiti, da pade utež n s pretežo vred v prvi sekundi natančno za en del na stebru zarisane delitve.

Poizkus: *a)* Ako potegneš utež n s pretežo do začetka delitve ter jo potem izpustiš v trenutku, ko začne nihalo novi nihaj, tedaj opazuješ, da pada utež:

v 1 sekundi	1 del	= 1 del	$\times 1^2$
v 2 sekundah	4 dele	= 1 „	$\times 2^2$
v 3 „	9 delov	= 1 „	$\times 3^2$
v 4 „	16 „	= 1 „	$\times 4^2$
v 5 „	25 „	= 1 „	$\times 5^2$ itd.

Iz tega razvidiš, da je pot padajoče uteži n

v 1. sekundi	= 1 delu,
v 2. „	= 4 — 1 = 3 delom,
v 3. „	= 9 — 4 = 5 „
v 4. „	= 16 — 9 = 7 „
v 5. „	= 25 — 16 = 9 „ itd.

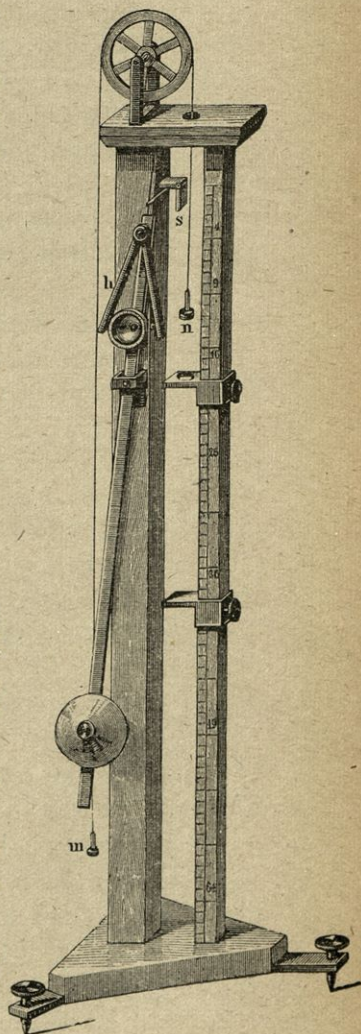
Poti v posameznih po vrsti sledečih si sekundah se povečujejo za dva dela delitve, ali: prirastek poti v vsaki sekundi znaša 2 dela.

Gibanje padajoče uteži je torej enakomerno pospeševano.

Vzrok temu gibanju je teža preteže, ki deluje kot stalna sila v vertikalno smer navzdol. Torej izvajaj:

Stalne sile, delujoče v smeri gibanja, povzročujejo enakomerno pospeševano gibanje.

Slika 123.



Iz opisanega poizkusa sklepaj dalje:

Pot, ki jo naredi v določenem času telo, ki se giblje enakomerno pospeševano, je enaka poti v prvi sekundi, pomnoženi s kvadratom števila sekund . . . 1.)

Poti, ki jih nareja enakomerno pospeševano gibajoče se telo v posameznih po vrsti sledečih si sekundah, rastejo kakor liha števila . . . 2.)

Poizkus: b) Luknjičasto mizico postavi na konec 4. dela delitve, drugo mizico pa na konec 8. dela.

Ako utež n s pretežo izpustiš kakor pri poizkusu a), pride preteža koncem druge sekunde ravno do luknjičaste mizice in obvisi ob njej, dočim gre utež n skozi luknjico; v tretji sekundi pa pride utež do druge mizice. Ako drugo mizico postaviš k 12. delu, sicer pa ravnaš kakor poprej, pride utež v 2 sekundah do luknjičaste mizice, po odstranitvi preteže potrebuje potem do druge mizice 2 sekundi.

Ako postavljaš luknjičasto mizico po vrsti k 9., 16., 25. delu, da se preteža odstranjuje po preteku 3, 4, 5 sekund, opazuješ, da naredi utež n po odstranitvi preteže v vsaki naslednji sekundi pot, ki je v prvem primeru 6, v drugem 8, v tretjem 10 delov dolga.

S tem, da pretežo na luknjičasti mizici odvdigneš, odstraniš obenem tudi gibajočo silo; po odstranitvi preteže se utež n giblje le vsled vztrajnosti; torej mora biti njeno gibanje enakomerno. Pot, ki jo naredi utež n po odstranitvi preteže v eni sekundi, je mera njene hitrosti v tistem trenutku, ko pretežo odstraniš. To hitrost imenujemo končno hitrost.

Prirastek hitrosti v vsaki sekundi — pospešek — znaša dva dela delitve.

Iz opisanega poizkusa izvajamo:

Kadar se telo giblje enakomerno pospeševano, tedaj narašča njegova končna hitrost sorazmerno s številom sekund . . . 3.)

Z ozirom na to velja zakon:

Pri enakomerno pospeševanem gibanju je končna hitrost koncem določenega časa enaka pospešku, pomnoženemu s številom sekund . . . 4.)

Pot v prvi sekundi (1 del) je enaka polovici pospeška (2 dela); zato zakon 1.) lahko izrazimo tudi tako:

Pot, ki jo naredi v določenem času telo, ki se giblje enakomerno pospeševano, je enaka polovici pospeška, pomnoženega s kvadratom števila sekund . . . 5.)

Ako zaznamujemo čas enakomerno pospeševanega gibanja splošno s črko t , v tem času narejeno pot s črko s , pospešek s črko g in končno hitrost s črko v , tedaj je:

$$v = gt \dots 6.); \quad s = \frac{gt^2}{2} \dots 7.)$$

O resničnosti zakona 7.) se uverimo tudi takole:

Ker hitrost ves čas gibanja enakomerno narašča in v vsaki sekundi naraste za g , mora biti v času t narejena pot prav toliko kakor bi bila v istem času, ko bi se telo gibalo ta čas enakomerno s srednjo hitrostjo. Ker je hitrost v začetku časa t enaka 0 , hitrost koncem časa t enaka gt , je srednja hitrost $= \frac{0 + gt}{2}$, torej s to hitrostjo enakomerno narejena pot $s = \frac{gt}{2} \cdot t = \frac{gt^2}{2}$.

Kolika je višina pada na padalu, ako je pospešek enak 6 cm , čas padanja 6 sekund; kolika je končna hitrost?

§ 115. **Prosti pad.** Težnost je na istem mestu zemeljskega površja stalna sila, zaradi tega je gibanje prosto padajočega telesa enakomerno pospeševano.

Z natančnimi mnogovrstnimi poizkusi so dognali, da je pospešek prostega pada v naših krajih $= 9.81 \text{ m}$ na sekundo.

Z ozirom na zakona 4.) in 5.) v prejšnjem paragrafu veljata pri prostem padu tale zakona:

Končna hitrost prosto padajočega telesa je koncem določenega časa enaka pospešku (9.81 m), pomnoženemu s številom sekund . . . 1.)

Pot, ki jo naredi prosto padajoče telo v določenem času, je enaka poti v prvi sekundi ($\frac{9.81}{2} \text{ m}$), pomnoženi s kvadratom števila sekund . . . 2.)

Pospešek je vsem telesom en in isti ne glede na njihovo tvarino, vendar ni povsod na Zemlji enak. Na ravniku je najmanjši, proti tečajema pa vedno bolj narašča. Na ravniku je pospešek prostega pada 9.78 m , na krajih 45° zemljepisne širine 9.81 m , na tečajih 9.83 m . — Kolika je višina pada v $4, 6, 7.5$ sekundah? — Ako izpustiš kamen v vodnjak, kako globoko je do vode, ako slišiš v 3 sekundah kamen pasti v vodo in ne jemlješ v poštevek časa, ki ga potrebuje zvok od vode do tvojega ušesa?

✚ § 116. **O silah in njihovem merjenju.** Pri vsaki sili treba vpoštevati: Prijemališče, smer in jakost.

✚ 1.) Prijemališče je točka, v kateri sila neposredno deluje.
✚ 2.) Smer sile je prema črta, v kateri sila giblje telo ali ga vsaj teži gibati, če se telo iz katerega koli vzroka v tej smeri ne more gibati. — (Ako je v smeri delujoče sile več točk, ki so med seboj nepretrgljivo zvezane, tedaj se učinek sile ne izpremeni, četudi njeno prijemališče preložimo v katerokoli teh točk.)

Sila pa ne more provzročiti gibanja, ako je prijemališče ali katera druga v smeri sile ležeča in s prijemališčem nepretrgljivo zvezana točka nepremakljiva.)

✚ 3.) Jakost sile moremo meriti le po učinkih delujočih sil. Učinki sil se nam javijo ali kot pritisk ali teg ali kot gibanje. (Kamen n. pr. pritiska na svojo podlago, ali natezuje nit, na katero ga obesimo, ali pa pada, če ga izpustimo. Vsi trije pojavi so učinki ene in iste sile, težnosti.) Čim večji je učinek sile, tem jačjo si moramo misliti silo.

Medsebojno smemo primerjati le enake učinke dveh ali več sil.

✚ O silah, ki istočasno delujejo na kako telo, pa njegovega stanja ne izpremene, pravimo, da so si ravnotežne (si vzdržujejo ravnotežje); ako telo takrat miruje, pravimo, da se nahaja v ravnotežju.

Za osnovne resnice smemo jemati tele zakone:

✚ 1.) Dve sili iste jakosti, ki prijemata v isti točki, toda delujeta v nasprotni smeri, sta si ravnotežni.

✚ 2.) Dve sebi ravnotežni in v nasprotni smeri delujoči sili imata isto jakost.

✚ 3.) Vsaka sila provzročuje gibanje, ako ji ni kaka druga sila ravnotežna.

I. Merjenje sil po njihovem pritisku ali tegu (Statična mera sil).

Izmed dveh sil, ki provzročujeta pritisk ali teg, moramo smatrati za 2-, 3-, 4-, ... n krat jačjo tisto silo, ki v svoji smeri 2-, 3-, 4-, ... n krat jačje pritiska ali vleče. Za enoto sile v tej meri jemljemo kilogram, t. j. pritisk enega kubičnega decimetra kemijsko čiste vode na horizontalno dno pri temperaturi $+4^{\circ}$ C.

Ako hočemo n. pr. izvedeti, kolike sile je treba, da se kaka nit pretrga, tedaj obešamo nanjo polagoma vedno več uteži, dokler se nit ne pretrga. — Ako na prožno pero položimo utež, se pero toliko upogne, da je vzbujena prožnost enaka pravokotnemu pritisku na pero. — Za statično merjenje jakosti sil služijo med drugim razne tehtnice, posebno take na prožno pero.

II. Merjenje gibajočih sil, t. j. sil, ki povzročujejo gibanje. (Dinamična mera sil.)

Poizkus *a*): Na padalu (slika 123., § 114) poišči poskusoma tako pretežo na utež *n*, da pade utež *n* s pretežo vred v prvi sekundi za en del delitve. — Potem vzemi od uteži *m* polovico teže, ki jo ima preteža in to položi na utež *n*. S tem nisi izpremenil skupne teže na škripcu visečih teles, podvojil pa si gibajočo silo.

Ko bi n. pr. tehtala vsaka utež *m* in *n* po 200 g, preteža pa 6 g in bi od uteži *m* vzel 3 g ter jih priložil k preteži, ostalo bi pri *m* 197 g, pri *n* pa bi bilo 209 g, torej 12 g več kakor pri *m*.

Ako opazuješ sedaj padanje uteži *n* z njeno pretežo vred, se prepričaš, da nareja v prvi sekundi pot dveh delov, — sploh v istem času dvakrat daljšo pot, kakor poprej, — da se je pospešek podvojil.

Iz tega izvajaj:

Ako na isto telo delujejo gibajoče sile različne jakosti, tedaj podeljuje 2-, 3-, 4-, ... *n*krat jačja sila temu telesu 2-, 3-, 4-, ... *n*krat večji pospešek. (Jakost na isto telo delujoče gibajoče sile in od nje povzročeni pospešek sta premo sorazmerna.) ... 1.)

Poizkus *b*): Na padalu pusti pretežo, kakršno si imel pri poizkusu *a*) v § 114., priloži pa utežima *m* in *n* na vsako še prav toliko utež in še polovico teže, ki jo ima preteža. S tem si podvojil skupno težo teles, visečih na padalu, toda nisi izpremenil gibajoče sile. — Opazujoč padanje uteži *n* se prepričaš, da naredi v istem času za polovico krajšo pot nego je pot, ki jo je naredila utež *n*, dokler nisi na *m* in *n* ničesar priložil.

Iz tega izvajaj:

Ena in ista gibajoča sila, ki deluje na 2-, 3-, 4-, ... *n*krat težje telo, podeljuje istemu 2-, 3-, 4-, ... *n*krat manjši pospešek ... 2.)

Ta zakon lahko izrazimo tudi takole:

Da dobe telesa raznih tež isti pospešek, mora na 2-, 3-, 4-, ... *n*krat težje telo delovati 2-, 3-, 4-, ... *n*krat jačja gibajoča sila ... 3.)

Ti zakoni veljajo za vsa telesa, naj si bodo iz katerekoli tvarine.

Iz poizkusa *b*) pa tudi spoznamo, da se vsako telo, ki ga hočemo spraviti v gibanje, zaradi vztrajnosti temu bolj ali manj upira in da je ta upor tem večji, čim večja je absolutna teža telesa. Upor, ki ga opazujemo pri telesu, kadar ga hočemo spraviti v gibanje, imenujemo maso tega telesa. Iz povedanega pa sledi, da imajo telesa iste absolutne teže isto množino mase, da sta torej masa in absolutna teža enega in istega telesa premo sorazmerni.

Zakone 1.), 2.) in 3.) pa združimo v tale zakon:

Jakost gibajoče sile je premo sorazmerna masi telesa, na katero deluje, in pospešku, ki ga podeljuje temu telesu . . . 4.)

Kadar merimo jakost gibajočih sil, jemljemo za enoto sile tisto silo, ki podeli enoti mase pospešek enega metra. Sila, ki podeljuje masi m enot pospešek $1 m$, šteje tedaj m enot; sila pa, ki podeljuje masi m enot pospešek g metrov, šteje mg enot. Ako zaznamenuješ število enot zadnje sile s črko p , tedaj imaš

$$p = mg, \text{ t. j. :}$$

Mersko število jakosti gibajoče sile je enako produktu iz merskih števil mase in pospeška . . . 5.)

Pri prostem padu povzročuje absolutna teža padajočega telesa gibanje; pospešek je pri vseh telesih na istem kraju en in isti, pri nas $9 \cdot 81 m$. Ako zaznamenuje p absolutno težo kakega telesa, izraženo v kilogramih, in m maso tega telesa, potem imamo za jakost sile, ki povzročuje padanje, izraz

$$p = m \cdot 9 \cdot 81.$$

Iz te enačbe dobimo

$$m = \frac{p}{9 \cdot 81}, \text{ t. j. :}$$

Mersko število mase kakega telesa dobimo, ako njegovo absolutno težo (v kilogramih) delimo z merskim številom pospeška pri prostem padu (v metrih) . . . 6.)

Po absolutnem merskem sistemu, v katerem tvori centimeter enoto dolžine, gram enoto teže in sekunda enoto časa, jemljemo za enoto mase maso enega kubičnega centimetra kemijsko čiste vode pri temperaturi $4^{\circ} C$ ter jo imenujemo gramsko maso, za enoto sile pa tisto silo, ki podeljuje gramski masi v eni sekundi pospešek enega centimetra, ter jo imenujemo

dino. — Ker tehta en kubični decimeter kemijsko čiste vode pri $4^{\circ} C$ 1 kg ter vsebuje 1000 gramskih mas in ker znaša pospešek pri prostem padu $9.81 = 981\text{ cm}$, imamo $1\text{ kg} = 1000 \times 981 = 981.000\text{ din}$.

Kolika je masa 945 kg težkega telesa? — Koliko težo ima enota mase? — Koliko jakost mora imeti sila, ki podeli 14 kg težkemu telesu pospešek 3 m ?

§ 117. **Kako sile gibanje pospešujejo, oziroma ovirajo.** Po svoji jakosti, po času in po smeri svojega delovanja provzročujejo sile raznovrstna gibanja.

a) Ako izpustimo iz višine 20 m 2 kg težak kamen, deluje nanj ves čas padanja in v smeri njegovega gibanja stalna sila 2 kg ; kamen pada enakomerno pospeševano.

Stalne sile, delujoče v smeri gibanja, provzročujejo enakomerno pospeševano gibanje.

b) Ako položiš šivanko na gladko mizo in ji bližajš magnet, se začne šivanka iz gotove daljave proti magnetu gibati, in sicer s tem večjo hitrostjo, čim manjša postaja razdalja med njima. Sila, s katero magnet privlačuje šivanko, ni stalna, marveč postaja tem jačja, čim bližje pride šivanka magnetu. Šivanka se giblje proti magnetu sicer pospeševano, pa neenakomerno.

Nestalne ali izpremenljive sile, delujoče v smeri gibanja, provzročujejo neenakomerno pospeševano gibanje.

c) Ako sila na kako telo čez nekoliko časa neha delovati, jo imenujemo udarno silo. Če vržeš kamen z roko, deluje sila tvojih mišic nanj le toliko časa, dokler ga držiš v roki. Ko izleti iz roke, se mora zaradi vztrajnosti gibati enakomerno s tisto hitrostjo, ki jo je imel v trenutku, ko si ga izpustil iz roke.

Če sprožiš puško, pritiskajo pri zgorettju smodnika se razvijajoči plini vsled svoje napetosti na kroglo, dokler tiči v puškini cevi; ta pritisk pa neha, ko pride krogla iz cevi. V puškini cevi se krogla giblje pospeševano, izvun cevi pa zaradi vztrajnosti enakomerno s tisto hitrostjo, ki jo ima pri izstopu iz puškine cevi.

č) Ako na enakomerno gibajoče se telo deluje nekoliko časa kaka sila v nasprotno smer, kakor se giblje telo, potem ovira sila gibanje — ter pojema hitrost gibajočega se telesa. Sile, ki gibanje ovirajo, imenujemo uporne ali oviralne sile.

Kadar deluje uporna sila ves čas z isto jakostjo, provzročuje enakomerno pojemalno gibanje, v svoji jakosti izpremenljive sile pa provzročujejo neenakomerno pojemalno gibanje.

§ 118. **Sestavljanje gibanja.** I. Mislimo si 20 m dolg vlak in na vlaku človeka, ki hodi po njem od enega konca do drugega, ter vzemimo, da se vlak v treh minutah premakne 200 m naprej in da ta človek v tem času na vlaku pride od zadnjega konca do sprednjega.

Ta človek se je v treh minutah s svojega prvotnega stojišča oddaljil za 220 m ali on je v treh minutah naredil 220 m dolgo pot, kajti vlak ga je zanesel 200 m naprej in sam se je poleg tega še premaknil na vlaku za 20 m .

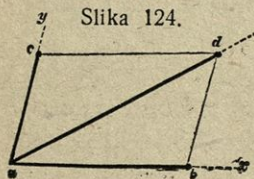
Ako bi pa človek v tem času, ko se premika vlak za 200 m naprej, šel od prvega, sprednjega voza do zadnjega, oddaljil bi se v treh minutah od svojega prvega stojišča le za 180 m .

Omenjeni človek se giblje na dvojen način; on se giblje z vlakom vred in obenem tudi na vlaku po isti črti, po kateri se giblje vlak. Tako gibanje imenujemo sestavljeno.

V navedenih primerih bi človek naredil prav isto pot, t. j. človek bi se oddaljil od svojega prvega stojišča prav toliko, kakor takrat, kadar bi se vsako gibanje (gibanje vlaka in gibanje človeka) vršilo posamič; ko bi namreč človek miroval v tem času, kadar se giblje vlak, in šele potem, ko se vlak ustavi, po vozeh šel od enega konca do drugega. — Iz povedanega izvajamo:

Ako čini kako telo istočasno po isti črti dvoje gibanje v isto ali v nasprotno smer, naredi v določenem času pot, ki je enaka vsoti ali diferenci obeh poti, ki bi jih to telo naredilo, ako bi se vsako gibanje vršilo posamič . . . 1.)

II. Vzemimo, da delujeta na neko telo v točki a (slika 124.) istodobno dve sili, kojih prva hoče telo gibati v smeri premice ax , druga v smeri premice ay . (Tak slučaj imamo na primer, če veslamo v čolnu čez kako reko. Reka nese čoln v smeri tekoče vode, dočim ženemo čoln z veslom ali pravokotno ali pošev na smer tekoče vode).



Jasno je, da se pod vplivom istodobnega delovanja obeh sil to telo ne more gibati ne v smeri premice ax , ne v smeri premice ay .

Točko, v kateri se nahaja to telo koncem določenega časa, pa dobimo, ako si mislimo, da ne delujeta obe sili istodobno, ampak posamič druga za drugo.

Recimo, da bi telo v nekem času naredilo pot ab , ako bi nanje delovala le prva sila, in da bi v enakem času naredilo pot ac , ako bi nanje delovala le druga sila. Če prva sila neha delovati, ko je prišlo telo do b , in če odslej deluje enak čas le druga sila vzporedno svoji smeri ay , se premakne telo do d , tako da je $bd = ac$ in s to vzporedna. Ako delujeta nanje obe sili istočasno, se nahaja telo koncem določenega časa v točki d . Če potegnemo še premico cd , dobimo paralelogram $abcd$, ki ga imenujemo paralelogram gibanja. Točka a , od katere se telo začne gibati, je izhodišče. Iz tega izvajamo:

Ako silita istočasno dve sili telo na gibanje v dveh smerih, ki oklepata kot, tedaj se nahaja telo koncem določenega časa na onem oglišču paralelograma gibanja, ki leži izhodišču nasproti . . . 2.)

Pot telesa od a do d utegne biti ali prema ali kriva črta ter je zavisna od kakovosti delujočih sil. Pot je prema le tedaj, kadar je gibanje v smeri ax in ay istovrstno, t. j. oboje ali enakomerno, ali enakomerno pospeševano ali enakomerno pojemalno, sicer pa je ukrivljena.

Dokaži to z načrtovanjem! V ta namen razdeli čas, ki ga potrebuje telo, da pride od izhodišča a do točke b , oziroma do točke c , na več enakih delov, recimo na tri dele. Če je oboje gibanje enakomerno, tedaj je pot v prvi, drugi tretjini časa v smeri premice ax enaka eni tretjini, dvema tretjinama poti ab , v smeri premice ac eni, oziroma dvema tretjinama premice ac . Če načrtaš nad potima, narejenima v posameznih tretjinah časa, paralelograme, najdeš, da ležita točki a nasprotni oglišči v premici ad . Iz tega sklepaj, da je sestavljena pot prema črta ali da je sestavljeno gibanje premočrtno. Kadar sta gibanji v smerih ax in ay enakomerno pospeševani, postopaj prav tako. Tudi v tem slučaju najdeš, da ležijo oglišča paralelogramov, ki jih načrtaš nad potmi, v enakih časih narejenimi, v eni in isti premii, — da je sestavljena pot torej premočrtna.

Ako zaznamujeta premici ab in ac (slika 124.) poti, narejeni v eni sekundi, tedaj zaznamuje v slučaju, da sta gibanji v smerih ax in ay istovrstni, premica ad pot sestavljenega gibanja v eni sekundi, torej v slučaju enakomernega stranskega gibanja hitrost sestavljenega gibanja, v slučaju enakomerno pospeševanega stranskega gibanja polovico pospešbe sestavljenega gibanja.

§ 119. Razstavljenje gibanja v dvoje gibanje. Recimo, da se neko telo iz točke a (slika 124.) giblje v smeri premice ad in da naredi v nekem času pot ad . Ako potegnemo poljubna polutraka ax

in ay in ako načrtamo paralelogram $abcd$, v katerem se nahaja dana pot kot diagonala, potem lahko nadomestimo gibanje v smeri ad z dvojim stranskim gibanjem v smerih ax in ay , pri katerih naredi telo v istem času, v katerem pride od a do d , v smeri ax pot ab in v smeri ay pot ac . Da je to pravilno, je razvidno iz tega, kar smo učili v poprejšnjem paragrafu.

Ker pa nad dano premico lahko načrtamo poljubno število paralelogramov, v katerih se nahaja ta premica kot diagonala, je razvidno, da vsako gibanje lahko razstavimo na poljubno število načinov v dvoje stransko gibanje.

Gibanje pa se dá razstaviti v dvoje stransko gibanje samo na en način takrat, kadar sta nam dani smeri stranskega gibanja ali pa smer in pot enega stranskega gibanja.

§ 120. **Metno gibanje.** Gibanje, ki ga provzročujeta hipno delujoča sila in težnost, imenujemo met. Hipno delujočo silo imenujemo metno silo. Glede na smer, v katero deluje metna sila, razločujemo vertikalni met navzdol, vertikalni met navzgor, horizontalni in poševni met.

I. Vertikalni met navzdol.

Metna sila deluje vertikalno navzdol. Ko bi ne bilo težnosti, bi se vrženo telo gibalo enakomerno s hitrostjo, ki mu jo podeli metna sila. Ker pa na vrženo telo deluje tudi težnost, je gibanje vrženega telesa sestavljeno gibanje ter je pot, ki jo telo naredi v določenem času, enaka vsoti poti, ki bi ji vrženo telo naredilo v istem času, ko bi metna sila in težnost delovali posamič vsaka zase. — Prav tako je hitrost vrženega telesa koncem določene dobe enaka hitrosti vsled metne sile in težnosti.

Kako globoko pade telo v 4 sekundah, ako je bilo vrženo s hitrostjo 5 m vertikalno navzdol? — Kolika je njegova končna hitrost? — Koliko hitrost ima koncem druge sekunde?

II. Vertikalni met navzgor.

Pri tem metu deluje metna sila vertikalno navzgor, njej nasproti pa težnost, ki telesu zmanjšuje hitrost v vsaki sekundi za pospešek prostega pada ($9.81 m$ ali okroglo $10 m$).

Vertikalno navzgor vrženo telo se giblje enakomerno pojemalno.

Vrženo telo izgubi vso svojo hitrost navzgor takrat, ko je končna hitrost vsled prostega pada enaka hitrosti, ki jo je dobilo po metni sili, t. j. po toliko sekundah, kolikorkrat se nahaja pospešek prostega pada v metni hitrosti. Do tega časa se telo vzdiguje; odslej pa pod vplivom težnosti zopet pada.

Število sekund vzdiganja je enako kvocijentu iz metne hitrosti v metrih in pospeška pri prostem padu ($10m$) . . . 1.)

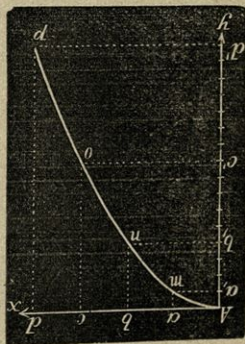
Metna višina, t. j. največja višina, do katere se navzgor vrženo telo vzdigne, je enaka diferenci obeh poti, ki bi ji telo naredilo v času vzdiganja, ako bi metna sila in težnost delovali posamič vsaka zase . . . 2.)

Recimo, da je neko telo bilo vrženo vertikalno navzgor s hitrostjo $50m$. To telo se vzdiguje $50 : 10 = 5$ sekund in doseže metno višino $125m$. — Koliko časa potrebuje to telo, da pade zopet na zemljo?

III. Horizontalni met.

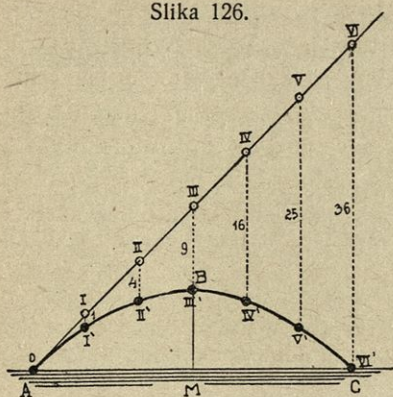
Pri tem metu deluje metna sila v horizontalni smeri. Ako bi delovala sama zase, bi se vrženo telo A gibalo (slika 125.) enakomerno v smer premice Ax . Če predstavlja daljica Aa metno hitrost v metrih in če je $Aa = ab = bc = cd$, nahajalo bi se vrženo telo, ko bi težnost ne delovala, koncem prve sekunde v točki a , koncem druge sekunde v točki b , koncem tretje v točki c itd. — A istočasno deluje tudi težnost. Vsled delovanja te sile pada telo v prvi sekundi za $4 \cdot 91$ (okroglo 5) m , v drugi sekundi štirikrat toliko itd. Če predstavlja daljica Aa dolžino $4 \cdot 91m$, in če je daljica $Ab, = 4 \times Aa,$ prema $Ac' = 9 \times Aa,$ prema $Ad' = 16 \times Aa,$ nahajalo bi se telo, ako bi nanj delovala težnost sama zase, koncem prve sekunde v točki $a,$ koncem druge sekunde v točki $b,$ koncem tretje sekunde v točki c' itd. — Ako načrtamo paralelograme nad potmi, ki jih naredi vrženo telo vsled posamičnega delovanja metne sile in težnosti, določujejo točke m, n, o in p mesta, v katerih se telo nahaja vsled istočasnega delovanja obeh sil koncem prve, druge, tretje in četrte sekunde. Točke A, m, n, o in p nepretrgljivo zvezane zaznamenujejo torej pot v horizontalni smeri vrženega telesa. Ta pot je kriva črta ter se imenuje metnica ali parabola; njena izbočena stran je obrnjena proti smeri Ax metne sile.

Slika 125.

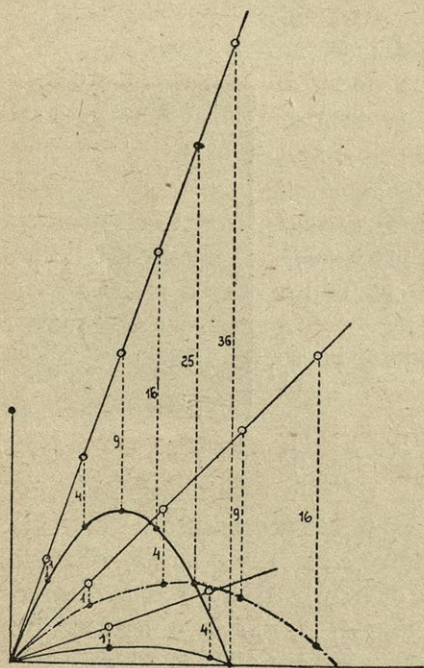


Preiskuj z načrtovanjem, kako izpreminja metnica svojo obliko, ako je metna hitrost večja ali manjša!

Slika 126.



Slika 127.



parabola. — Telesa, ki jih mečemo s pomočjo posebnih priprav, n. pr. pušk, topov itd., imenujemo projekteile, črte metnice, opisane od projektilov, pa balistične krivulje.

IV. Poševni met.

Ako vržemo telo v poševni smeri navzgor, se prepričamo na isti način kakor pri horizontalnem metu, da opiše vrženo telo krivo črto, parabolo ABC , kakršno predstavlja slika 126., ki predočuje obenem tudi načrtovanje te krive črte.

Horizontalno razdaljo točk A in C , v kateri seče parabola skoz izhodišče idočo horizontalno premico, imenujemo lučaj, razdaljo najvišje točke B od horizontalne premice AC , to je premico BM , pa metno višino.

Kot $\angle VIAC$, ki ga oklepa smer vrženega telesa s horizontalno premico, zovemo privzdžni kot.

Slika 127 kaže načrtovanje treh parabol, če ima vrženo telo isto metno hitrost, dočim znaša privzdžni kot 20° , 45° in 70° . Iz te slike razvidimo, da sta metna višina in lučaj zavisna od začetne hitrosti, torej tudi od jakosti metne sile in od privzdžnega kota. Metna višina je največja, če je privzdžni kot enak 90° (vertikalni met); lučaj je največji, če znaša privzdžni kot 45° , in je sploh enak pri dveh kotih, ki znašata vkup 90° , n. pr. pri 15° in 75° ali 30° in 60° .

V resnici pot pošev vrženega telesa radi zračnega upora ni čista

§ 121. **Sestavljanje in razstavljanje sil.** Kamen, ki ga vzdigneta dva dečka, vzdigne en sam odrasel mož. — En konj vleče na vozu toliko breme kakor pet mož. — Na eno in isto telo utegne istočasno delovati več sil, bodi si v isto ali v nasprotno smer ali tako, da njihove smeri oklepajo kote; učinek njihovega delovanja more biti, da telo miruje ali da se giblje. Kadar se telo giblje, more se gibati le v eni smeri. Potem pa moremo vse na telo delujoče sile nadomestiti z eno samo, ki v smeri gibajočega se telesa deluje z istim učinkom, kakor vse druge skupaj.

Sila, ki z istim učinkom nadomešča dve ali več sil, se zove njih rezultanta ali sestavljenka; nadomeščene sile pa komponente ali sestavljače.

Ako iščemo rezultanto dveh ali več sil, imenujemo to postopanje sestavljanje sil.

Nasprotno moremo tudi eno silo nadomestiti z dvema drugima z istim učinkom delujočima. Tako postopanje imenujemo razstavljanje sil.

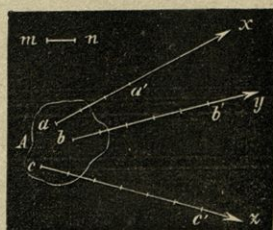
Kadar iščemo rezultanto dveh ali več sil, je dostikrat treba, da si predočimo z načrtovanjem prijemališče, jakost in smer posameznih sil.

To se vrši na tale način:

Neka daljica nam predočuj enoto sile! To daljico načrtamo potem na polutraku tolikokrat, kolikor enot ima sila, ki si jo hočemo predočiti z načrtovanjem. Začetna točka premice, ki predočuje silo, zaznamenuje prijemališče, smer te premice zaznamenuje smer, v kateri deluje sila, dolžina premice pa jakost sile.

Vzemimo, da predočuje mn (slika 128.) enoto jakosti sile (en kilogram), potem predočujejo daljice $aa' = 3mn$, $bb' = 5mn$, $cc' = 6mn$ tri sile, katerih prva ima 3, druga 5 in tretja 6 enot (kilogramov) in ki prijemajo v točkah a , oziroma b in c ter delujejo v smerih ax , oziroma by in cz .

Slika 128.



a) Sestavljanje sil s skupnim prijemališčem in v isti smeri delujočih. Poizkus: Ako položiš v skledico navadne tehtnice dve uteži 2 kg in 3 kg, je učinek ravno tisti, kakor če položiš vanjo utež 5 kg.

Rezultanta v isti točki in v isti smeri delujočih sil je enaka vsoti komponent ter ima isto smer in isto prijemališče . . . 1.)

Obratno lahko eno silo nadomestimo z več drugimi istosmernimi silami, katerih vsota je enaka dani sili.

V točki O (slika 129.) prijemata dve sili v nasprotnih smerih;

Slika 129.



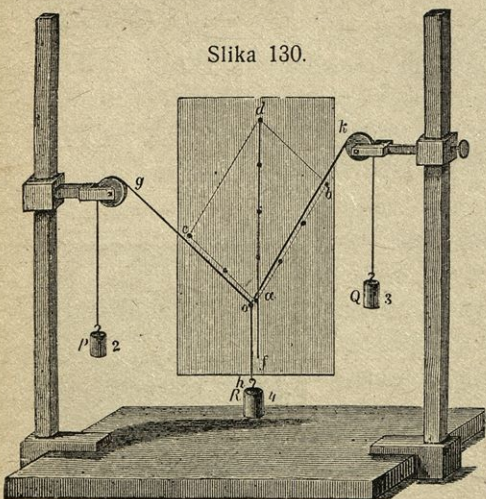
v smeri Ox sila 70 g, v smeri Oy sila 30 g. Da najdemo njuno rezultanto, razstavimo silo 70 g v dve komponenti po 30 g in 40 g.

Sili 30 g na desno in 30 g na levo sta si ravnotežni ter ne povzročita nobenega gibanja (§ 116.), ostane torej še sila 40 g. Točka O se mora v smeri Ox gibati tako, kakor takrat, kadar nanjo deluje v smeri Ox sila 40 g.

Rezultanta dveh v isti točki, a v nasprotni smeri delujočih sil je enaka razliki komponent in deluje v smeri večje komponente . . . 2.)

Obratno moremo eno silo razstaviti v dve, v nasprotni smeri delujoči sili, ako je njuna razlika enaka dani sili in smer večje sile ista kakor smer dane sile.

Slika 130.



Ako deluje v isti točki več sil na eno in več sil na nasprotno stran, dobimo rezultanto vseh sil s tem, da sestavimo najprej vse v isti smeri delujoče sile v po eno silo. Rezultanta teh dveh je rezultanta vseh danih sil.

b) Sestavljanje sil s skupnim prijemališčem in v kotu delujočih. Poizkus: Na lepenki si načrtaj paralelogram $abcd$ (slika 130.) tako, da je $ab = 3 \text{ dm}$, $ac = 2 \text{ dm}$, diagonala $ad = 4 \text{ dm}$. Paralelogram postavi med stebroma, nosečima škripca g in k tako, da stoji diagonala vertikalno. Črez škripca g in k ovij vrstico in obesi na

levem koncu utež $P = 2 \text{ dkg}$, na desnem koncu utež $Q = 3 \text{ dkg}$; pri o pa izkušaj obesiti toliko utež R , da ostaneta dela vrvi og in ok vzporedna s stranico ac , oziroma ab . Da se to zgodi, mora biti utež $R = 4 \text{ dkg}$. Ako vzameš R manjšo kot 4 dkg , se o dvigne, ako pa vzameš R večjo kot 4 dkg , pa o nekoliko pade.

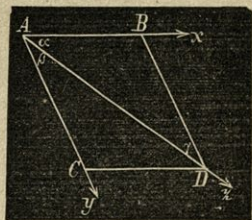
Ker na vrvi ne opazuješ gibanja, mora biti rezultanta sil P in Q enaka sili R in delovati v nasprotno smer kakor sila R .

Načrtaj še druge paralelograme in ponavljaj to postopanje! Vsakikrat boš našel, da se imata v stanju ravnotežja vzporedno s stranicama delujoči sili proti vzporedno z diagonalo delujoči rezultanti tako kakor dolžini paralelogramovih stranic proti dolžini diagonale.

Iz tega izvajaj:

Rezultanto dveh v točki A (slika 131.) delujočih sil AB in AC dobimo, ako načrtamo paralelogram nad premicama AB in AC , predstavljavajočima dani sili, in ako potegnemo v tem paralelogramu diagonalo AD . Diagonala AD predstavlja jakost in smer rezultante danih sil.

Slika 131.



Ta paralelogram imenujemo paralelogram sil.

Kadar sta komponenti enako veliki, razpolavlja diagonala kot, ki ga oklepata smeri sil; sicer pa je rezultanta bližje večji komponenti. (Dokaži to z načrtovanjem.)

Čim manjši kot oklepata smeri komponent, tem večja je rezultanta. — Kolika je rezultanta dveh sil, katerih smeri oklepata kot 0° ali 180° ?

Rezultanto več v isti točki prijemajočih sil $P_1, P_2, P_3 \dots$ dobimo, ako sestavimo najprej dve sili P_1 in P_2 , potem njuno rezultanto in silo P_3 itd.

c) Razstavljanje dane sile v dve sili z istim prijemališčem, katerih smeri oklepata kot. Vzemimo, da je AD (slika 131.) dana sila, ki jo hočemo razstaviti ali nadomestiti z dvema silama, ki prijemata v točki A in katerih smeri oklepata kot. Skozi točko A potegnimo dve poljubni premici Ax in Ay ter načrtajmo paralelogram $ABCD$, ki ima dano silo za diagonalo. Stranici AB in AC sta iskani komponenti, zakaj njuna rezultanta

je AD . Nad premico AD kot diagonalo moremo načrtati poljubno število paralelogramov, torej eno silo razstaviti na poljubno število načinov. Ako pa je dana smer vsake komponente ali smer in jakost ene komponente, moremo dano silo razstaviti v dve le na en sam način.

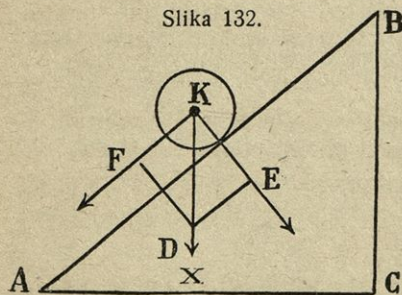
Sila 40 kg se naj razstavi v dve pravokotno delujoči komponenti, katerih ena je $= 28\text{ kg}$; kolika je druga?

§ 122. **Gibanje po strmini.** Na mizo z ravno in gladko ploščo položi gladko kroglo iz katerekoli tvarine. Dokler je plošča horizontalna, ostane krogla mirna povsod, kamor jo položiš; če pa mizo na eni strani nekoliko vzdigneš, da pride plošča v poševno lego, se krogla giblje iz višjega mesta navzdol, in sicer s tem večjo hitrostjo, čim bolj pošev stoji mizina plošča. Vsakokrat pa opaziš, da se krogla giblje z naraščajočo hitrostjo, torej pospeševano. Vobče opazujemo, da telesa na pošev stoječih ravninah drsajo navzdol.

Vsako proti horizontalni smeri naklonjeno ravnino imenujemo **strmino**. — Gibanje na strmino položenih teles provzročuje težnost, kar spoznamo iz nastopnega razmotrivanja.

Vzemimo, da predstavlja daljica AB (slika 132.) prerez strmine z ravnino papirja. Ako potegnemo od najnižje točke A horizontalno premico AC , z najvišje točke B pa pravokotnico, dobimo pravokotnik ABC , pri katerem imenujemo $AB = d$ dolžino, $BC = v$ višino, $AC = o$ osnovnico, kot BAC pa naklonski kot strmine.

Slika 132.



Na kroglo s središčem K , ki leži na strmini, deluje težnost vertikalno navzdol v smeri Kx . Ako zaznamenuje daljica KD težo krogle, torej silo, ki deluje na kroglo, potem to silo lahko razstavimo v dve komponenti KE in KF , kojih prva deluje pravo-

kotno na strmino AB , druga pa vzporedno s strmino. Komponenta KE se uničuje ob trdnosti strmine in bi provzročila gibanje le v tem slučaju, ako bi se strmina strla pod težo krogle; delavna ostane le komponenta KF , ki vleče kroglo vzporedno z ravnino navzdol. Jakost te komponente je na vseh mestih strmine, na

katera pride krogla, enaka; zato se mora krogla po strmini gibati enakomerno pospeševano. Pospešek tega gibanja pa je tem večji, čim večja je komponenta KF .

Trikotnika KDF in ABC sta si podobna (zakaj?), zato sledi:

$$KF : KD = BC : AB.$$

Če zaznamujemo gibajočo komponento KF z G , težo telesa KD s T , imamo

$$G : T = v : d \text{ ali}$$

$$G = T \cdot \frac{v}{d}.$$

Jakost gibajoče komponente na strmini je enaka absolutni teži telesa pomnoženi s kvocijentom iz višine in dolžine.

Kvocijent iz višine in dolžine imenujemo vzdig strmine. Ker je mersko število za jakost sile enako produktu iz merskih števil za maso in pospešek, in ker se masa krogle K ne izpremeni, če ista prosto pada (pospešek 9.81 m) ali pa se po strmini giblje, je pospešek na strmini, ki ga hočemo zaznamovati z g , enak produktu iz pospeška pri prostem padu in vzdiga strmine ali:

$$g = 9.81 \cdot \frac{v}{d}.$$

Kolik je pospešek na strmini, ki ima 50 m dolžine in 5 m višine? — Koliko pot naredi kako telo na tej strmini, ako njegovega gibanja nič ne zadržuje?

† § 123. **Ovire gibanja.** Na mizi ležeča knjiga ne zdrsne na tla, četudi mizno ploščo precej pošev nagnemo. Na strehah obležé kosi potrte opeke, listje in druge reči, dasiravno je streha močno strma. — Izkušnja nas tudi uči, da se vsako gibajoče se telo polagoma umiri, če nanj ne deluje kaka sila v smeri gibanja, dasiravno bi se po zakonu o vztrajnosti moralo enakomerno gibati. Zato morajo biti ovire, ki začetek gibanja zabranjujejo in gibanje ustavljajo. Take ovire gibanja so:

1.) trenje, 2.) upor sredstva.

1.) Trenje imenujemo tiste ovire gibanja, ki se javijo, kadar se kako telo giblje na površju drugega.

Telesa na svojem površju niso nikdar popolnoma gladka, marveč bolj ali manj hrapava. Ako se kako telo giblje na površju drugega, se morajo povišbe enega dvigati čez povišbe drugega ali pa je treba povišbe enega ali drugega odkrhniti in zlomiti. Za to je treba posebne sile; čim večja mora biti ta sila, tem večje imenujemo

trenje in obratno. — Trenje je sila, ki deluje prav v nasprotno smer, kakor se telo giblje in zato ustavlja gibanje. — Trenje je dvojno:

✓ a) trenje pri drsenju ali drsno trenje, ako eno telo po drugem drsa, na primer sani po snegu;

✓ b) trenje pri valjanju ali takanju, ako se okroglo telo po drugem valja ali taka, na primer vozno kolo po cesti.

✗ Trenje je vobče zavisno od teročih se tvarin in je večje, kadar so telesa bolj hrapava, ter je premo sorazmerno pravokotnemu pritisku na ploskve, ki se tró; nezavisno pa je od hitrosti drsenja in od števila točk, v katerih se teroča telesa dotikajo.

✗ V začetku gibanja je trenje nekoliko večje kakor pozneje. Trenje pri valjanju ali takanju je sploh manjše nego trenje pri drsenju in je tem manjše, čim večji je polumer takajočega telesa.

✗ Drsno trenje pretvarjamo dostikrat v trenje pri valjanju in obratno. Po klancu navzdol vozeč podlagamo pod kolo cokljo, da se kolo ne more vrteti, ampak le drsati, ali pa ga zaviramo s tem, da ob kolo s silo pritiskamo zavor. — Da trenje zmanjšujemo, mažemo stroje; s tem izpolnjujemo dupline in jih narejamo bolj gladke.

✗ Trenje je časih škodljivo, časih koristno. Škodljivo je pri strojih, ker zaradi trenja potrebujemo večjih sil, da povzročimo gibanje. Zaradi trenja se tudi strojevi deli radi ogulijo in pokvarijo. — Brez trenja na tleh bi ne mogli ne varno stati ne hoditi; brez trenja bi ne držal ne vijak ne klin itd. — Železniški vlak se more pomikati le takrat, ako je trenje med kolesi lokomotive in kolesnicami zadosti veliko. — Imenuj še nekaj drugih primerov, kjer je trenje ali škodljivo ali koristno!

✗ Pri vsakem trenju se razvija toplota.

2.) Upor sredstva. Telesa se gibljejo vedno v kaki tvarini, na primer v zraku ali kaki tekočini. Te tvarine so sredstva gibanja. — Da more gibajoče se telo v sredstvu naprej, mora pred seboj izpodrivati sredstvo, v katerem se giblje; s tem pa izgubiva na svoji hitrosti.

✗ Upor sredstva je večji, če ima sredstvo večjo gostoto (v vodi se teže giblješ kakor v zraku), in je zavisen tudi od velikosti, oblike in hitrosti gibajočega se telesa. Natančni računi tudi kažejo, da postaja upor sredstva 4-, 9-, 16-, ... n^2 krat večji, če istemu telesu hitrost 2-, 3-, 4-, ... n krat povečamo.

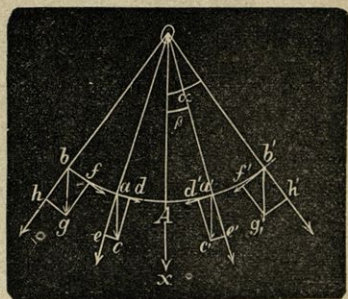
✗ Da upor sredstva zmanjšujemo, priostrujemo telesa na onih straneh, s katerimi se naprej gibljejo, n. pr. ladje, leče na nihalih, izstrelke itd. — Upor sredstva nam koristi pri plavanju itd. — V vodi pada kamen bolj počasi kakor v zraku.

§ 124. **Nihalo.** Vsako viseče telo, ki se more vrteti okoli točke ali horizontalne osi, imenujemo nihalo. Tvarna točka, viseča na niti brez teže, je enostavno ali matematično nihalo. Takega nihala sicer v resnici ni, ker ima vsaka, bodi še tako tanka nit, neko četudi le majhno težo. Približno enostavno nihalo pa dobimo, če na zelo tanko nit obesimo drobno kovinsko kroglo. Vsako drugo nihalo je fizično ali sestavljeno.

Slika 133. predstavlja enostavno nihalo, ako si mislimo nit OA brez teže, v točki A pa drobno kovinsko kroglico.

Poizkus: Ako potegneš kroglico A v loku Ab vstran tako, da ostane nit napeta, ter jo potem izpustiš, se giblje v loku bA proti svoji ravnotežni legi; v tej pa se ne ustavi, marveč se dvigne v nasprotno stran v loku Ab' do točke b' . Od te točke se vrne proti A in od te točke kvišku proti b ; od te pa zopet nazaj proti A in odtod proti b' .

Slika 133.



Kroglica se giblje v loku bb' okoli svoje ravnotežne lege; višina, do katere se vsakikrat vstran vzdigne, se radi zračjega upora in trenja pri točki o polagoma zmanjšuje, ter se kroglica čez nekoliko časa umiri ter obstoji v točki A .

Opazujoč kroglico spoznaš, da se giblje proti ravnotežni legi vedno hitreje, od te vstran pa vedno bolj počasi.

O telesu, ki se na ta način giblje, pravimo, da nihan.

Vzrök nihanju je težnost, kar spoznamo po temle razmotrivanju.

Ako spravimo nihalo v lego Ob , deluje v tej legi nanj teža kroglice v smeri preme bg . Njeno jakost si načrtajmo z daljico bg ter jo razstavimo v dve komponenti: v bh , delujočo v podaljšek niti Ob , in v bf , delujočo v smeri tangente bf , ki jo potegnemo v točki b na lok bA . Komponenta bh se uničuje ob trdnosti niti, delavna pa ostane komponenta bf , ki vleče nihalo proti točki A ter povzroči gibanje v to smer, ako nihalo v točki b izpustimo. Da zvemo, kakšno

gibanje povzročuje tangencialno na lok delujoča komponenta, treba je nje jakost določiti tudi v drugih točkah loka bA . — V točki a n. pr. deluje na nihalo njegova teža $ac = bg$. Če jo razstavimo v dve komponenti, istotako kakor pri b , se prepričamo, da je komponenta ae , ki se ob trdnosti niti uničuje, večja, tangencialno delujoča komponenta ad pa manjša kakor v točki b . — Iz tega razvidimo, da postaje komponenta nihalove teže, ki deluje tangencialno na lok bA ter povzročuje gibanje, tem manjša, čim bliže pride nihalo svoji ravnotežni legi in da je v točki A enaka ničli. — Izpremenljive sile, ki delujejo v smeri gibanja, pa povzročujejo neenakomerno pospeševano gibanje. V točki A ima nihalo največjo hitrost. Radi vztrajnosti mora svoje gibanje nadaljevati v loku Ab' . Ko dospe n. pr. v točko a' , deluje nanj njegova teža v smer $a'c'$ in je enaka $a'c' = bg$. Če jo razstavimo v komponenti $a'd'$ in $a'e'$, razvidimo, da vleče tangencialno na lok delujoča komponenta $a'd'$ nihalo nazaj proti A in torej gibanje ovira. V točki b' je komponenta $b'f'$, ki vleče nihalo proti A nazaj, večja nego v točki a' . Nihalo se mora od A proti b' gibati pojemalno, in sicer neenakomerno pojemalno. Posledica tega je ta, da se mora nihalo v neki točki b' za hip ustaviti. Odtod se giblje, kakor od točke b , nazaj proti A neenakomerno pospeševano in od A proti b neenakomerno pojemalno. Ker so gibajoče sile v enakih razdaljah od točke A na desno in na levo enako jake in si nasprotni, mora hitrost od A proti b' v isti meri pojemati, v kateri je naraščala od b proti A ; nihalo se mora na desni strani dvigati do iste višine Ab' , iz katere je od b proti A padalo ali lok $b'A$ mora biti enak loku bA . Ko bi ne bilo ovir gibanja: zračjega upora in trenja ob osi O , moralo bi gibanje nihala, ko se je enkrat pričelo, trajati ves čas.

Pot, ki jo naredi nihalo od točke b do točke b' , ali kar je isto, od A do b in nazaj do A , imenujemo en nihaj; doba, v kateri nihalo enkrat nihne, je nihajna doba; kot $bOA = \sphericalangle b'OA$ je amplituda ali kot nihaja; OA pa je dolžina nihala.

Poizkus: Na horizontalen steber obesi na enako dolgih tankih nitih kroglice iz različnih tvarin, n. pr. iz medi, svinca, lesa. Ako šteješ število nihajev vsakega teh nihal v določenem času, n. pr. eno minuto, najdeš število nihajev pri vseh nihalih eno in isto, dokler kot nihaja ni večji nego 5° .

Iz tega razvidiš:

Doba nihaja je nezavisna od nihalove tvarine . . . 1.)

Nihaji enako dolgih nihal so istodobni, dokler so njih koti majhni, brez ozira na to, ali so večji ali manjši . . . 2.)

Poizkus: Vzemi tri nihala, od katerih je drugo štirikrat, tretje devetkrat daljše nego prvo, in šteje število nihajev vsakega zase v določenem času, n. pr. eno minuto. Število najkrajšega nihala je največje, in sicer najdeš:

4-, 9-, 16-, . . . n^2 krat krajše nihalo nego drugo nihne 2-, 3-, 4-, . . . n krat, ko nihne daljše enkrat . . . 3.)

Nihalo, ki nihne v vsaki sekundi po enkrat, imenujemo sekundno nihalo.

Dolžina sekundnega nihala je: na Dunaju 0.9938 m, na ravniku 0.991 m, v krajih 45° zemljepisne širine 0.99355 m, na tečajih 0.9961 m.

S poizkusi in računi so našli še zakon:

Nihalo iste dolžine stori v istem času 2-, 3-, 4-, . . . n krat več nihajev, ako je pospešek prostega pada 4-, 9-, 16-, . . . n^2 krat večji . . . 4.)

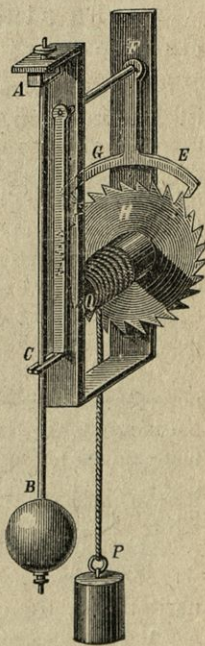
Ako zaznamenuje l dolžino nihala (v metrih), g pospešek prostega pada (v metrih), t dobo enega nihaja (v sekundah) in π Ludolfovo število, se dá doba enega nihaja izraziti z enačbo

$$t = \pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

Sestavljenemu nihalu dajemo navadno obliko tankega štirioglatega prota, ki se na enem koncu izlahka vrti okoli horizontalne osi, na drugem koncu pa nosi težko lečasto telo (AB v sliki 134.).

Sestavljeno nihalo lahko smatramo za sestavo iz velikega števila enostavnih a različno dolgih nihal. Vsaka tvarna točka sestavljenega nihala tvori sama zase enostavno nihalo. Ker so pa vse tvarne točke nepretrgljivo zvezane, mora biti čas nihaja vsem en in

Slika 134.



isti. Krajša nihala se morajo v tej sestavi gibati bolj počasi, daljša nihala pa bolj hitro nego bi se gibala sama zase. V neki razdalji od osi mora biti točka, ki v tej sestavi ravnотako niha, kakor enostavno nihalo, katerega dolžina je enaka razdalji te točke od osi. Razdaljo te točke od osi imenujemo skrčeno dolžino sestavljenega nihala. Skrčena dolžina potem ni nič drugega nego dolžina enostavnega nihala, ki v istem času po enkrat nihne, kakor sestavljeno.

Poizkus: Na sestavljenem nihalu potisni lečo nekoliko bliže osi in šteje število nihajev, ki jih stori nihalo v določenem času in ki jih je poprej storilo v istem času. Našel boš, da je število nihajev v istem času večje, ako je leča bliže osi.

Doba nihaja se poveča ali zmanjša, ako večjo maso od osi oddaljimo, oziroma osi približamo.

Uporaba nihala. Ker potrebuje nihalo za vsak svoj nihaj en in isti čas, je za merjenje časa kaj pripravno. Nihalo samo ob sebi se kmalu ustavi, ker ovirata njegovo gibanje zračni upor in trenje na osi. Da se giblje dolgo časa, treba ga je vedno toliko poganjati, za kolikor se ustavlja zaradi upornih sil. To se godi pri urah z nihali. Slika 134. kaže sestavo nihala z urnim kolesjem. AB je sestavljeno nihalo, viseče pri A na tankem prožnem peresu. Z nihalom je zvezana kotvica $CFGE$, vrtljiva okoli horizontalne osi tako, da se mora gibati obenem z nihalom. Kotvica ima dve kljukici, ki sežeta med zobe stopnjatega kolesa H . Ob vretenu Q tega kolesa je ovita vrstica, noseča utež P .

Ko bi ne bilo nihala in kotvice, bi utež P kolesje spravila v enakomerno pospeševano vrtenje; nihalo ima nalogo, da pretvarja to gibanje v enakomerno. Ko nihalo niha, grabita kljukici kotvice zaporedoma med zobe kolesa H ; ko nihne nihalo na desno, zagrabi leva kljukica med zobe; ko nihne na levo, pa desna. Ko stori nihalo en nihaj, se premakne kolesce za en zob dalje; nihalo pa dobiva tolike udarce, da se more gibati neprestano.

Posebno kolesje prenaša enakomerno gibanje kolesa H na urine kazalce.

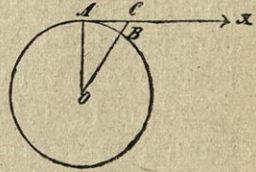
Namesto padajoče uteži uporabljamo kot gibajočo silo tudi prožnost navitega prožnega peresa.

V toploti se nihalo razteza, torej niha počasneje; v mrazu pa se krči, torej niha hitreje. Ako ura uhaja, treba je lečo nekoliko nižje spustiti, ako ura zaostaja, pa nekoliko dvigniti. (Zakaj?)

§ 125. Sredobežnost. **Poizkus:** Ako na niti visečo kroglo vrtiš v krogu tako, da je središče tega kroga v tvoji roki, tedaj čutiš, da je nit napeta, in sicer tem bolj, čim težja je krogla in čim hitreje jo vrtiš. Pri tem se utegne nit tudi pretrgati; potem pa odleti krogla v smer tangente na krog, v katerem jo vrtiš.

V krogu se vrteča krogla se hoče vsled svoje vztrajnosti vsak hip gibati premo črtno, nit pa jo sili, da se giblje v krogu. Ko pride v točko *A* (slika 135.), se hoče gibati v smer tangente *Ax*. Ko bi ne bilo nobene ovire, bi prišla v nekem času do točke *C*. S tem bi se pa od središča oddaljila za daljico *BC*. Če je nit trdna in se ne dá raztegniti, se mora krogla gibati na obodu kroga; vendar se sila, s katero teži krogla na to, da bi se oddaljila od krogovega središča, javi kot teg na niti v smeri polu-mera *OC*.

Slika 135.



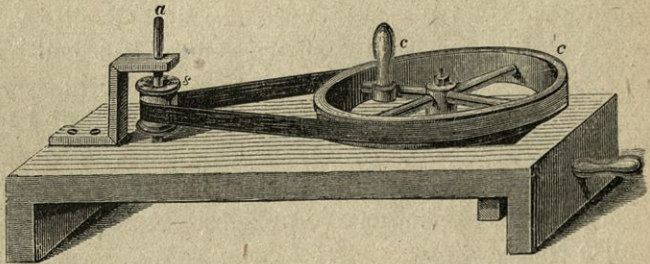
Jakost sile, s katero krogla natezuje nit, imenujemo sredobežnost.

Trdnost niti se javlja pri tem kot neka sila, ki deluje sredobežnosti nasproti in je isti ravnotežna; imenujemo jo sredotežno silo ali sredotežnost.

Zakone, po katerih deluje sredobežnost, zvemo s pomočjo sredobežnega stroja (vrtiljke). Ta stroj (slika 136.) sestoji iz dveh koles razne velikosti *c* in *s*, okoli katerih je napet jermen. Večje kolo vrtimo z ročico *c*, na os *a* manjšega ko-

Slika 136.

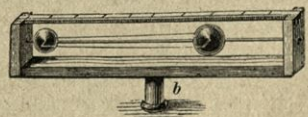
lesa pa stavimo razne priprave, s katerimi preiskujemo, kako deluje sredobežnost in od česa je zavisna njena jakost.



Po izkusi: *a*) Na os *a* postavi lesen okvir, na katerem drsata dve neenaki, med seboj z vrstico zvezani krogli po medeni žici (sl. 137.). Navadno je ena teh krogel dvakrat tako težka kakor druga.

Ako postaviš krogli na okviru tako vsaksebi, da sta obe od osi *a*, okoli katere se vrtita, enako oddaljeni, in če sredobežni stroj zavrtiš, potegne večja krogla manjšo za seboj; obe udarita skupno na stransko okvirovo steno.

Slika 137.



Izmed dveh teles, ki se v enakih krogih vrtita z enako hitrostjo, ima ono telo večjo sredobežnost, ki ima večjo težo ali večjo maso . . . 1.)

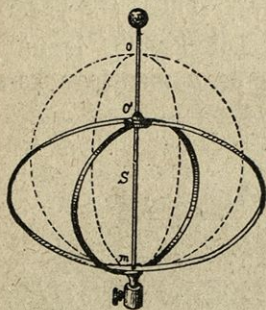
b) Krogli postavi tako vsaksebi, da je manjša od osi dvakrat toliko oddaljena kakor večja. Ako krogli s strojem zavrtiš, ostaneta na svojem mestu, bodisi da stroj vrtiš hitro ali počasi. Obe krogli naredita v istem času en obhod, manjša pa je dobila večjo sredobežnost, ko se vrti v večjem krogu.

Eno in isto telo dobiva pri istem obhodnem času tem večjo sredobežnost, v čim večjem krogu se vrti . . . 2.)

S poizkusi moremo še dokazati:

Eno in isto telo, vrteče se v istem krogu, ima 4-, 9-, 16-, . . .krat večjo sredobežnost, če naredi en obhod v 2-, 3-, 4-, . . .krat krajšem času . . . 3.)

Slika 138.



c) Pripravo (slika 138.), sestojęčo iz železne palice *mo*, na kateri so medeni obroči spodaj utrjeni, zgoraj pa premični, postavi na os *a* sredobežnega stroja. Ako sredobežni stroj počasi vrtiš, ostanejo obroči bolj ali manj okrogli, dobijo pa obliko elipse, ako jih bolj hitro vrtiš, in sicer postanejo elipse tem bolj podolgaste, čim hitreje vrtiš. Oni deli medenih obročev, ki so od osi bolj oddaljeni, imajo večjo sredobežnost nego oni, ki so bliže osi, in sicer

je njih sredobežnost tem večja, čim hitreje se vrte. Ko postane sredobežnost večja nego je prožnost obročev, začno se kriviti v obliko elipse.

Ta poizkus nam pojasnjuje, zakaj Zemlja nima popolnoma kroglaste oblike, ampak je na tečajih nekoliko sploščena. Zemlja se zavrti v 24 urah po enkrat okoli svoje osi. Vsaka točka njenega površja ima svojo posebno sredobežnost; točke ob ravniku imajo največjo, točke ob tečajih najmanjšo sredobežnost. Ker govoré razni razlogi za to, da je bila Zemlja nekdanj kapljivo tekoča, se je morala njena prvotna kroglasta oblika tako izpremeniti, da je sedaj na tečajih nekoliko stisnjena, da ima obliko elipsoida. Učenjaki so po natančnem merjenju dognali, da meri polumer zemeljskega ravnika 6377 *km*, dolžina polovice zemeljske osi pa 6356 *km*.

Sredotežnost deluje težnosti nasproti in jo zmanjšuje, in sicer v največji meri na ravniku. Telo, ki tehta na tečaju 100 *kg*, tehta na ravniku le

99.5 kg. Z navadnimi tehtnicami tega razločka v teži teles ne opažamo, ker se istotako zmanjšuje tudi teža uteži, ki jih rabimo za tehtanje.

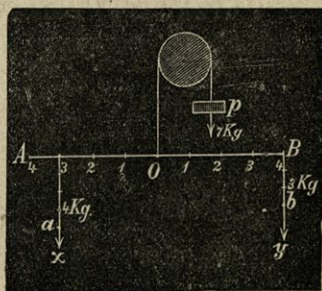
Na tehtnicah s prožnimi peresi pa se da ta razloček prav natančno do-
ločiti.

Od vozniških koles odletava blato, ako se hitro vrté. (Zakaj in v katero smer?) — Kozarec poln vode prav lahko hitro v krog vrtiliš, ne da bi ti voda iztekla. — V krogu jahajoči ljudje se naklanjajo proti središču kroga. — Železnica ne sme imeti naglih ovinkov, sicer bi skočili vozovi iz tira. — Velika in naglo se vrteča telesa, n. pr. brusni kameni, se razletijo, če postane njih sredobežnost večja nego je zveznost.

S pomočjo sredobežnosti lahko narejamo preprih zraka, n. pr. v rudnikih, da se zrak čisti. (Sredobežna pihala ali ventilatorji). Sredobežni regulatorji uravnavajo pri parnih strojih pritek pare v parni stroj.

§ 126. Sestavljanje sil, ki prijemajo v raznih, med seboj nepretrgljivo zvezanih točkah, in delujejo vzporedno v isto smer. Postopno in vrtilno gibanje. Poizkus: a) Na enem koncu niti, ki gre čez kolesce z žlebom, visi vodoravna palica *AB* (slika 139.), na drugem koncu pa tolika utež, da palica ne pada. Palica *AB* je razdeljena na enake dele.

Slika 139.



Ako v tretji točki na levi strani obesiš utež 4 kg, v četrti točki na desni strani pa utež 3 kg in potem palico izpustiš, začne se gibati navzdol, tako da ostane vzporedna svoji prvi legi in da narejajo posamezne točke vzporedne in enako dolge poti. Tako gibanje kakega telesa imenujemo postopno. To gibanje pa ustaviš, ako uteži *p* prideneš še utež 7 kg. Iz tega izvajaj, da je sila 7 kg, ki prijema v točki *O* vertikalno navzgor, ravnotežna vzporednima silama 4 kg in 3 kg, ki prijemata v 3., oziroma 4. točki palice vertikalno navzdol — ali da je rezultanta teh vzporednih sil enaka 7 kg. Primerjajoč jakosti komponent in razdalji njunih prijemališč od točke *O*, dobiš sorazmerje:

$$3 \text{ kg} : 4 \text{ kg} = O3 : O4.$$

Ponavljaj poizkus tako, da obesiš v 4. točki na levi utež 2 dkg, v 2. točki na desni utež 4 dkg in pri *p* utež 6 dkg!

Točka O leži 2-, 3-, ... n krat večji sestavljači 2-, 3-, ... n krat bliže. Torej velja zakon:

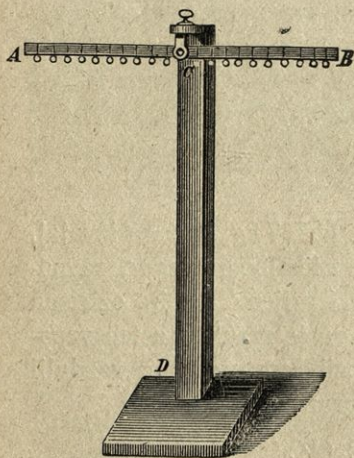
Rezultanta dveh v isti smeri vzporednih in v nepretrgljivo zvezanih točkah prijemajočih sil je enaka njuni vsoti, njena smer je vzporedna s smerima komponent. Razdalji prijemališča rezultante od prijemališč komponent sta si kakor obratno jakosti komponent ... 1.)

Rezultanto več v isti smeri vzporednih in v raznih točkah prijemajočih sil dobimo, ako sestavimo prvo silo z drugo, rezultanto teh dveh s tretjo silo itd.

Rezultanta več v isti smeri vzporednih sil je enaka vsoti komponent in deluje s temi vzporedno. Prijemališče rezultante od več v isti smeri vzporednih sil imenujemo časih tudi središče vzporednih sil. — Obratno moremo dano silo razstavljati v dve, v raznih točkah prijemajoči in v isto smer vzporedni sili; treba le komponenti jemati toliki, da je njuna vsota enaka dani sili in da sta razdalji njunih prijemališč od prijemališča dane sile v obratnem sorazmerju s silama.

Poizkus: *b*) Palica AB (slika 140.) je v svoji sredini pri C prevrtana in nasajena na horizontalen, na stojalu D pritrjen klinec,

Slika 140.



da se okoli njega prav izlahka vrti. Palica sama je razdeljena na enake dolgostne dele in ima v posameznih razdeliščih kljukice, na katere lahko obešaš uteži. Sama zase miruje palica AB v vsaki legi, v katero jo spraviš, torej tudi v horizontalni.

Ako obesiš na katerokoli kljukico na strani AC kako utež, nagne se polovica AC navzdol, polovica CB pa se vzdigne. Pri tem gibanju opiše vsaka točka krogov lok, ki je tem daljši, čim bolj je točka od C oddaljena. Pravimo, da se je palica AB zavrtela okoli C . Tako gibanje zovemo vrtenje; skozi C idočo

premo, okoli katere posamezne točke opisujejo kroge, ki pa se sama ne giblje, imenujemo os vrtenja.

Poizkus: *c*) Na šesto kljukico na levi strani obesi utež 4 *dkg*, na tretjo kljukico na desni strani pa utež 8 *dkg*. Palica se sedaj ne zavrti na nobeno stran. Ker hoče leva utež konec *A* vrteti navzdol, desna pa navzgor in ker palica miruje, sklepamo, da sta si uteži ravnotežni.

Z ozirom na poizkus *a*) izvajamo:

Dve sili, katerih vsaka posamič povzročuje vrtenje v nasprotno smer, sta si ravnotežni, ako sta si njuni jakosti obratno kakor pravokotnici od osi vrtenja na smer vsake sile; ali ako sta produkta iz jakosti vsake sile in razdalje osi od smeri, v katero sila deluje, enaka . . . 2.)

Produkt iz merskega števila jakosti sile in razdalje osi od smeri sile imenujemo vrtilni moment sile.

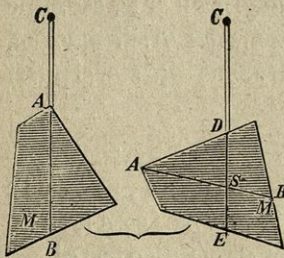
Na koncih 40 *cm* dolgega droga prijemata sili $P = 40 \text{ kg}$ in $Q = 20 \text{ kg}$; kolika je njuna rezultanta; kolika je razdalja prijemališča rezultante od prijemališča sile P ; kolika od prijemališča sile Q ? — Na 60 *cm* dolgem drogu *AB* visé tri uteži; v točki *A* utež 4 *kg*, v točki *C*, od točke *A* 14 *cm* oddaljeni, utež 6 *kg*, v točki *B* utež 8 *kg*; kolika je rezultanta vseh treh sil; kolika je razdalja njenega prijemališča od točke *A*, kolika od točke *B*? — Na 2 *m* dolgem drogu deluje v 16 *cm* od enega konca oddaljeni točki sila $R = 80 \text{ kg}$; koliki morata biti sili na koncih droga, da moreta silo *R* popolnoma nadomeščati? — Poišči rezultanto 4 v isto smer vzporednih sil, ki so ti dane po črtah!

§ 127. **Težišče.** Vsak del telesa ima svojo težo, ker na vsakega deluje težnost. Ker je polmer zemlje v razmerju z razsežnostjo zemeljskih teles zelo velik, smemo vse na posamezne dele kakega telesa delujoče sile smatrati kot vzporedne. Vse te privlačne sile imajo rezultanto, ki je enaka vsoti vseh komponent. Jakost te rezultante imenujemo absolutno težo telesa, nje prijemališče pa težišče. V težišču telesa si lahko mislimo združeno vso njegovo maso. Vsaka skozi težišče potegnjena prema se zove težiščnica, vertikalno skozi težišče idoča težiščnica pa namernica, ker kaže smer prosto padajočega telesa. *x*

V istem telesu se teža in medsebojna razdalja posameznih delov ne izpremenita, če telo tako ali tako zasučemo.

Težišče se nahaja v enem in istem telesu vedno v isti točki, ter njegova lega ni zavisna od položaja telesa; težišče pa pride v istem telesu na drugo mesto, če telesu njega maso drugače razvrstimo.

Slika 141.



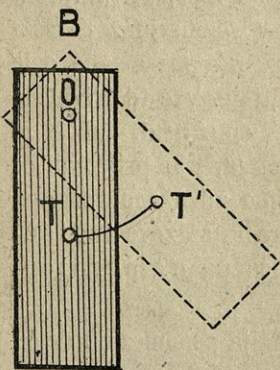
Težišče je najbliže onemu koncu telesa, v katerem je največ mase nakopičene. Težišče na vse strani enako goste krogle leži v njenem središču, na vse strani enako gost valj ima svoje težišče v geometrijskem središču. Sploh leži težišče pravilnih in na vse strani enako gostih teles v njihovem geometrijskem središču.

Težišča teles lahko najdemo ali z računanjem ali pa s poizkusi. S poizkusi določujemo težišča teles na dvojen način: *a)* s tem, da telo obešamo zaporedoma v dveh različnih točkah (glej sliko 141); *b)* s tem, da telo v dveh različnih smerih polagamo na oster prem rob, n. pr. na ravnilo. V prvem slučaju imajo težiščnice smer napete niti, na kateri telo visi; v drugem slučaju pa smer ostrega premege roba, na katerem ostane telo mirno. Težišče leži vsakikrat v presečišču dveh tako določenih težiščnic.

§ 128. Ravnotežje teles, na katera deluje le težnost. Da telo kljub delovanju težnosti ne pada, temveč ostane mirno na istem mestu — v ravnotežju — treba mu narediti več točk ali vsaj eno točko nepremakljivo. Ako je v telesu nepremakljiva ena sama točka, mora biti v črti namernici, torej ali vertikalno nad težiščem ali vertikalno pod težiščem ali v težišču samem. Če nepremakljiva točka leži nad težiščem, pravimo o telesu, da visi, če pa leži pod težiščem ali v težišču samem, pravimo, da je telo podprto.

Glede na to, kje se v telesu nahajajo nepremakljive točke, ki telesu zabranjujejo padanje, razločujemo tri vrste ravnotežja, ki jih poizkusoma dokažemo s tenko deščico pravokotne oblike *AB*, ki ima dve majhni luknjici, eno v presečišču obeh diagonal, v točki *T*, drugo v točki *O*. (Slika 142.)

Slika 142.



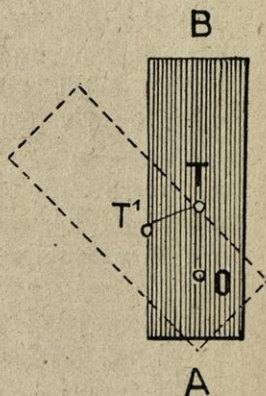
Poizkus: *a)* Deščico *AB* nasadi v točki *O* na horizontalno stoječo iglo, ki je nekoliko tanjša nego luknjica, tako da se deščica izlahka vrti. — Deščica se postavi sama ob sebi v vertikalno smer tako, da pride točka *T*, ki je obenem težišče deščice, vertikalno pod os *O* (slika 142.). Če deščico premakneš nekoliko v stran, a jo potem izpustiš, se vrne po nekoliko nihajih v svojo prvo lego. Pri vsakem premikanju deščice iz njene ravnotežne lege opiše težišče lok s polumerom *OT* in se pri tem vzdiguje.

Če deščico premakneš nekoliko v stran, a jo potem izpustiš, se vrne po nekoliko nihajih v svojo prvo lego. Pri vsakem premikanju deščice iz njene ravnotežne lege opiše težišče lok s polumerom *OT* in se pri tem vzdiguje.

✦ O telesu, ki se vrača v svojo prvobitno lego, ako ga iz te nekoliko premaknemo, pravimo, da se nahaja v povračljivem ali stalnem (stabilnem) ravnotežju . . . 1.)

✦ Poizkus: *b)* Deščico *AB* nasadi, kakor pri poizkusu *a)* na horizontalno os ter jo obrni tako, da pride težišče *T* nad os (slika 143.). Če leži težišče natančno nad točko *O*, ostane deščica mirna, zasuče pa se za 180° stopinj, če jo le nekoliko v stran pomakneš, in se po nekoliko nihajih umiri tako, da pride težišče vertikalno pod os, kakor pri poizkusu *a)*; težišče opiše pri tem lok s polumerom *OT* in pada, dokler ne pride na najnižje mesto.

Slika 143.

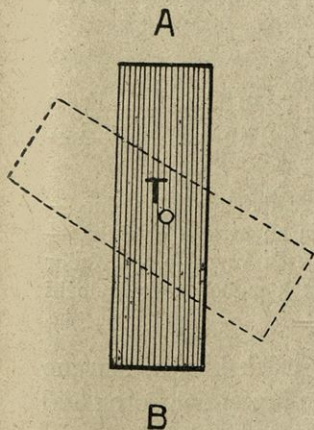


✦ Telo, ki se ne vrne v poprejšnjo ležo, ako ga premaknemo iz njegove ravnotežne lege, marveč pade v novo lego, se nahaja v padljivem (labilnem) ravnotežju . . . 2.)

✦ Viseča telesa so v stalnem, v eni točki podprta pa v padljivem položaju.

✦ Poizkus: *c)* Ako nasadiš deščico *AB* (slika 144.) na horizontalno os v točki *T*, v težišču, ostane deščica mirna, naj jo zasučeš okoli osi tako ali tako. Pri vsakem vrtenju deščice ostane težišče na enem in istem mestu.

Slika 144.



✦ Telo, ki ostane v ravnotežju v vsaki legi, v katero ga premaknemo, se nahaja v nerazločnem (indiferentnem) ravnotežju . . . 3.)

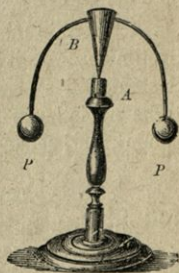
✦ Iz navedenih poizkusov tudi razvidimo, da sili težišče vsakega telesa vedno na najnižje mesto.

Na niti viseč kamen je v stalnem ravnotežju.

— Stožec, ki stoji na osnovnici, se nahaja v stal-

nem ravnotežju; ako stoji na vrhu, v padljivem, in ako leži ob strani, pa v nerazločnem ravnotežju. (Zakaj?) — Kupica z okroglim in debelim dnom se

Slika 145.



postavi sama pokonci. — V sliki 145. vidiš lesen stožec, skoz katerega je potegnjena ukrivljena žica, ki ima na koncih uteži *PP*. Ako ta stožec postaviš na stojalo *A*, ga lahko v stran nagiblješ in vrtiliš, a vendar ne pade. Stožec stoji torej v stalnem ravnotežju. (Zakaj?)

§ 129. **Stalnost položaja teles. Stojnost.** Da ostane podprto telo v stalnem ravnotežju, ne zadošča ga podpreti samo v eni ali v več v isti premi ležečih točkah, marveč ga je treba podpreti najmanj v treh točkah, ki ne ležé v premi črti. Ploskev, ki jo oklepajo skoz skrajna podporišča potegnjene premice, imenujemo **podporno ploskev**. Podprto telo se nahaja v stalnem ravnotežju tedaj, kadar seče črta namernica podporno ploskev, pride pa v padljivo ravnotežje, ako leži težišče nad robom podporne ploskve.

Podporna ploskev mize je četverokotnik, njegova oglišča ležé ob skrajnih robih nog. — Podporna ploskev na obeh nogah stoječega človeka je trapec itd.

Zakaj pošev stoječa stolpa v Pizi in Bolonji ne padeta? — Človek, ki nosi v levi roki breme, se nagiblje nekoliko na desno; noseč pa breme na hrbtu, nekoliko naprej. (Zakaj?) — Gredoč premičemo težišče svojega telesa od podporne ploskve pod eno nogo na podporno ploskev pod drugo nogo.

† Vsako telo, čeravno je v povračljivem položaju, se dá vendar prevrniti; treba, da ga n. pr. v horizontalni smeri delujoča sila ob robu njegove podporne ploskve toliko zavrti, da namernica ne seče več podporne ploskve. Zato pa so pri raznih telesih potrebne različno velike sile. Telesu prisojamo večjo stojnost, ako je treba večje sile, da ga prevrne.

Izkušnja uči:

† Telesa imajo večjo stojnost, ako imajo: *a)* širjo podporno ploskev; *b)* večjo težo; *c)* ako je njih težišče blizu podporne ploskve.

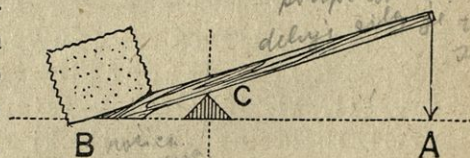
— Stolom in mizam dajemo na zunaj ukrivljene noge, da stoje bolj stalno. — Svetilnice, svečniki itd. so spodaj široki in s svincem ali peskom obteženi. — S slamo ali s senom visoko naloženi vozovi se kaj radi vzvrnejo. — Kadar treba na isti voz nakladati tovore različne teže, treba najbolj težke naložiti spodaj, bolj lahke pa na vrh. (Zakaj?)

† § 130. **Vzvod.** Če je treba privzdigniti težak kamen, storimo to lahko na ta način, da pod kamen potisnemo precej dolg drog *AB* (slika 146.), ki ga pri *C* prav blizu kamna podpremo z drugim kamnom, na drugem koncu droga pri *A* pa pritiskamo navzdol. Pri tem se drog zavrti okoli podporišča *C*, konec *A* gre navzdol, konec *B*

navzgor; s tem pa se breme nekoliko vzdigne. Čim daljši je AC v primeri z BC , tem manjše sile potrebujemo, da vzdignemo eno in isto breme.

✦ Vsak drog, ki se lahko vrti okoli nepremične osi in na katerem dve sili težita na to, da ga ena zavrti v nasprotno smer kakor druga, imenujemo vzvod ali navor. Mesto, v katerem je vzvod podprt in vrtljiv, je podporišče. Tista sila, ki jo hočemo z drugo premagati, je breme. Pravokotni razdalji podporišča od smeri sil imenujemo vzvodovi ročici, in sicer razlikujemo ročico bremena in ročico sile.

Slika 146.



✦ Vzvodi so dvokončni, ako se nahaja podporišče med prijemališčema sile in bremena, in enokončni, ako sila in breme prijema oba na isti strani podporišča.

✦ Na vzvod, ki je podprt v težišču, težnost nima nobenega vpliva; tak vzvod se imenuje enostaven ali matematičen, vsak drug je fizičen. V sliki 140., § 126. predstavlja palica AB matematičen vzvod, ker gre njena os — podporišče — skozi težišče. Ako vzamemo utež na eni strani kot breme in utež na drugi strani kot silo v ožjem pomenu, in ako uporabimo zakon 2.) v § 126., dobimo kot pogoj ravnotežju na vzvodu tele zakone:

✦ Na vzvodu sta si sila in breme ravnotežni, ako sta si obratno kakor njuni ročici . . . 1.)

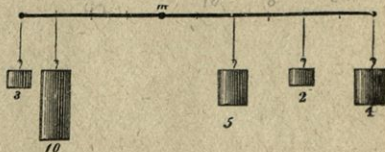
✦ Na vzvodu je ravnotežje, kadar je produkt sile in njene ročice enak produktu bremena in njegove ročice . . . 2.) ali

✦ Na vzvodu je ravnotežje, kadar je vrtilni moment sile enak vrtilnemu momentu bremena . . . 3.)

✦ Poizkus: c) Na dvokončen enostaven in v točki m vrtljiv

vzvod (slika 147.) obesi na levi strani v razdalji 3 utež 10 dkg in v razdalji 4 utež 3 dkg ; na desni strani v razdalji 2 utež 5 dkg , v razdalji 4 utež 2 dkg in v razdalji 6 utež 4 dkg . Te uteži so si ravnotežne.

Slika 147.



✚ Vsota vrtilnih momentov dveh sil, ki težita na to, da vzvod zavrtita na levo stran, je $10 \times 3 + 3 \times 4 = 42$; vsota vrtilnih momentov drugih treh, ki težé na to, da vzvod zavrtijo na desno stran, je $5 \times 2 + 2 \times 4 + 4 \times 6 = 42$.

Iz tega izvajamo:

✚ Ako deluje na vzvodu več sil, tedaj so si ravnotežne takrat, kadar je vsota vrtilnih momentov sil, ki delujejo v istem zmislu, enaka vsoti vrtilnih momentov sil, ki delujejo v nasprotnem zmislu . . . 4.)

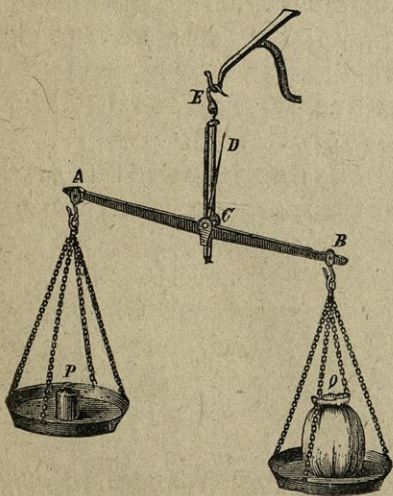
Vsi ti zakoni veljajo tudi pri enokončnem vzvodu.

Pri fizičnem vzvodu se je treba ozirati tudi na njegovo težo, to je silo, prijemajočo v težišču vertikalno navzdol. Ravnotežje na fizičnem vzvodu določuj po zakonu 4.)

Zaporna ranta pri železnici ali mitnici je dvokončen vzvod; istotako so vzvodi: klešče, škarje, vile, motika, podnožki pri brusih, kolovratih itd. Imenuj še druge vzvode ter povej, kdo daje silo, kdo breme!

Na drogu, podprtem v njegovem težišču, leži v razdalji 40 cm 400 kg težek kamen; v kateri razdalji na drugi strani podpora je utež 15 kg temu kamenu ravnotežna? — Ena ročica enostavnega vzvoda meri 24 cm, druga 54 cm; kolika sila je ravnotežna bremenu 20 kg, ako visi breme a) na koncu krajše, b) na koncu daljše ročice? —

Slika 148.



Zakone o ravnotežju pri vzvodu je spoznal Grk Arhimed (287.—212. l. pr. Kr.).

✚ Ravnotežje na vzvodu se poruši, ako je ena izmed sil večja ali manjša nego mora biti za stanje ravnotežja. Potem nastane gibanje v smeri večje sile. Spoznavši zakone o ravnotežju, znamo tudi pogoje, pod katerimi se vzvod začne gibati v smeri delujoče sile.

✚ § 131. Uporaba vzvodov pri tehtnicah. I. Trgovska tehtnica, kakršno rabijo v prodajalnicah, lekarnah itd., je enakoročen vzvod AB (slika 148.), narejen

iz kovine — prečka ali gredelnica. Ta se vrti v škarjah E okoli horizontalne osi C. Na koncih prečke visita skledici; v eno

devamo telesa, ki jih hočemo iztehtati, v drugo pa uteži. Pravokotno na prečki stoječi jeziček *D* kaže, kdaj stoji tehtnica horizontalno, t. j. kdaj je uravnana.

Pri kemijskih tehtnicah (slika 149.) sestoji os iz ostrega jeklenega klina, ležečega s svojim ostrim robom na vertikalnem stebru v jamičastem valju iz jekla ali ahata. Jeziček kaže navzdol in se njegov konec giblje pred krožno delitvijo, kažoč na ničlo, ko se postavi prečka v horizontalno smer. Skledici visita na kljukicah, vrtljivih okoli ostrih robov.

✦ Vsaka tehtnica mora biti taka, da je:

1.) njen položaj povračljiv, t. j. da se tehtnica vrne, nekoliko vstran odklonjena, sama v horizontalno smer (težišče vzvoda mora biti pod podporiščem); 2.) točna ali pravična; 3.) občutljiva.

✦ Tehtnica je točna, ako se vsakokrat postavi v horizontalno smer, kadar sta sila in breme enaki; ako stoji torej prečka neobtežena ali obtežena z enakimi utežmi v horizontalni smeri. Da je tehtnica točna, treba: *a)* da imata oba dela prečke enako dolžino in enako težo; *b)* da sta njuni težišči od osi enako oddaljeni; *c)* da imata skledici sami zase enako težo.

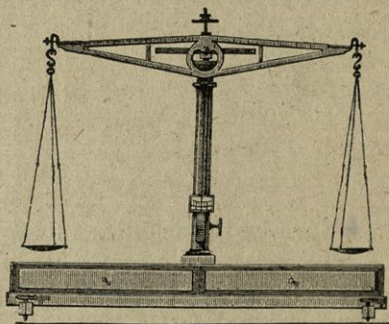
✦ Je li tehtnica točna ali ne, o tem se prepričamo, če skledici zamenjamo. Ako po zameni skledic tehtnica ne ostane več v horizontalni smeri, je en del prečke daljši od drugega in ena skledica težja od druge.

✦ Občutljiva je ona tehtnica, katere prečka se izdatno ukloni, ko je ena skledica le nekoliko bolj obtežena od druge. Tehtnica je zelo občutljiva, ako ima: *a)* dolgo prečko, *b)* majhno težo, *c)* težišče blizu osi in *d)* ako so v skledicah majhne uteži.)

(Da so tehtnice občutljive in morejo nositi precejšnje teže, so njih prečke narejene iz štirioglatih medenih paličic v obliki trapeca (glej sliko 149.).)

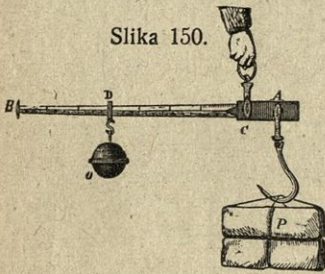
✦ Težo kakega telesa določujemo s tehtnico tako, da položimo v eno skledico dotično telo, v drugo pa toliko uteži, da se postavi

Slika 149.



prečka v horizontalno smer — da se uravna —, kar spoznamo iz tega, da stoji jeziček pred določenim znamenjem; te uteži določujejo potem težo tistega telesa.

II. Rimska tehtnica ali brzotehtnica je neenako-ročen vzvod AB (slika 150.), vrtljiv okoli osi C . Telo, ki ga treba iztehtati, visi na kljuki A , na drugi ročici pa premičemo določeno utež O , kembelj, od osi C proti B za toliko, da ostane prečka horizontalna, kar kaže jeziček nad C .

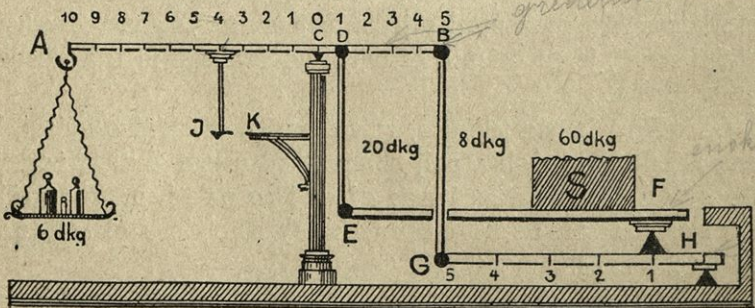


Ako se nahaja težišče tehtnice pod točko C in se torej prečka, ko ni obtežena, postavi v horizontalno smer, tedaj je teža telesa P tolikokrat večja od teže kemblja, kolikorkrat je AC krajši od CD .

Navadno pa tehtnica ni tako narejena, da bi nje težišče bilo pod podporiščem, marveč tako, da je neobtežena prečka naklonjena proti horizontalni smeri. V tem slučaju se deli prečka CB s pozkušanjem. Na kljuko A se obesi utež 1 kg , kembelj pa se toliko premakne, da se prečka postavi v horizontalno smer — da se tehtnica uravna. Na mestu, kjer visi kembelj, se naredi zarez 1 kg . Isto se ponavlja z utežmi $2, 3, \dots n\text{ kg}$.

Tehtnica s kembljem ni niti občutljiva niti prav točna; rabimo jo takrat, kadar hočemo telesa iztehtati hitro in z malimi utežmi, pa kadar nam ni veliko na tem, jeli zvemo težo večjega telesa na grame ali polovico grama natančno ali ne.

Slika 151.



III. Decimalna tehtnica ali tehtnica z mostičem, ki jo rabimo za tehtanje zelo težkih tovorov, je v poglavitnem sestav-

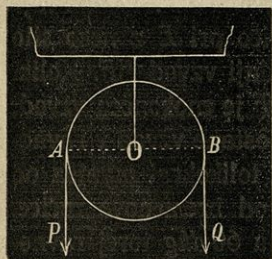
ljena iz treh vzvodov. Vzvod AB (slika 151.) s podporiščem v točki C tvori prečko ali gredelnico in je razdeljen na enake dolgostne dele. V točki A (10. razdelišču) nosi skledico za uteži, v točkah D in B (v 1. in 5. razdelišču) pa visita v zgibih vezni paličici DE in BG . Paličica BG je z zgibom zvezana z enokončnim vzvodom GH , ki ima svoje podporišče v točki H ; paličica DE je z zgibom zvezana z enokončnim vzvodom EF , kojega podporišče leži točno v prvi petini na vzvodu GH . Vzvod EF tvori mostič, na katerega polagamo telesa, ki jih hočemo tehtati. Vsi deli so tako odmerjeni, da se nahaja gredelnica AB , kadar je tehtnica neobtežena, v horizontalni smeri, kar kaže jeziček J , ki stoji takrat v isti višini s konico K .

Na mostič si mislimo položen 60 *dkg* težak kamen, da leži njegovo težišče od točke F točno v prvi tretjini vzvoda EF . Vsled svoje teže pritiska kamen na vzvod, ter vleče paličico pri E z neko silo navzdol, pri F pa pritiska z neko silo na spodnji vzvod EF . Koliki sta ti sili, zvemo s sledečim razmotrivanjem. EF je enokončen vzvod, breme na njem znaša 60 *dkg*. Ako hočemo, da ostane vzvod v ravnotežju, mora pri E navzgor delovati sila, ki je tolikokrat manjša od bremenave, kolikorkrat je njena ročica daljša od bremenove ročice, to je v našem slučaju 3 krat. Pri E je bremenu 60 *dkg* torej ravnotežna sila $60 : 3 = 20$ *dkg*, prav toliko je sila, s katero vleče breme 60 *dkg* paličico ED navzdol. — Da zvemo silo, s katero pritiska kamen na spodnji vzvod v točki F , si hočemo misliti, da ima vzvod svoje podporišče v točki E in da treba poiskati silo, ki je v točki F ravnotežna bremenu, ležečem od E v drugi tretjini vzvoda. Po zakonu 2. v § 126. mora ta sila biti enaka $60 \times \frac{2}{3} = 40$ *dkg*. S toliko silo pritiska kamen na podporišče v točki F . Ta pritisk pa je na vzvodu GH obenem breme, ki mu je ravnotežna sila, ki je v petkrat od podporišča bolj oddaljeni točki G petkrat manjša, torej enaka 8 *dkg*. S to silo vleče vzvod zvezno paličico BG navzdol. To vlačno silo pa lahko nadomestimo z drugo silo, ki prijema v točki D , treba le jo vzeti tolikokrat večjo, kolikorkrat je CD krajša od CB , v našem primeru petkrat ali enako 40 *dkg*. — Iz povedanega izvajamo: Kamen, tehtajoč 60 *dkg* in ležeč na mostiču, pritiska na oba vzvoda navzdol in s tem vleče zvezni paličici DE in BG s prav takim uspehom navzdol, kakor bi bila vlačna sila, ko bi isto breme obesili neposredno v točki D , v našem primeru 60 *dkg*. Ker je AC desetkrat daljša nego CD , ostane AB v ravnotežju, ako položimo v skledico desetkrat manjšo utež, to je 6 *dkg*.

⌋ Pri tej tehtnici potrebujemo za tehtanje teles vsakikrat desetkrat manjše uteži kot je teža telesa, ki ga tehtamo; zato se imenuje ta tehtnica decimalna tehtnica. Ko bi ročico AC naredili stokrat daljšo kot je CD , bi dobili centesimalno tehtnico, na kateri tehtamo telesa s stokrat manjšimi utežmi.

⌋ § 132. Škripec je okrogla plošča, ki se v posebnih škarjah izlahka vrti okoli osi, idoče skoz njeno središče. Na obodu ima žleb, okoli katerega se vije vrv. Škripec je nepremičen ali pritrjen, ako se njegova os v prostoru ne more premikati, premičen pa je takrat, ako se tudi njegova os premika v prostoru, ko se škripec vrti okoli svoje osi.

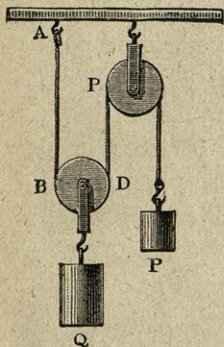
Slika 152.



✓ Na nepremičnem škripcu (slika 152.) visi breme Q na enem koncu vrvi, na drugem koncu pa deluje sila P . Ta škripec je pravzaprav dvokončen vzvod z ročicama AO in BO . Ker je $AO = BO$ (polumer kroga), velja zakon: Nepremični škripec ostane v ravnotežju, ako je sila enaka bremenu.

Nepremični škripec je zaradi tega priročen, ker more na njem sila delovati v zanjo najpripravnější smeri. Uporabljamo ga, da vzdigujemo bremena (sila more delovati navzdol ali pa pošev); da se zapirajo duri same ob sebi; da narejamo viseče predmete premične, n. pr. svetilke, svečnike itd.

Slika 153.



⌋ Na premičnem škripcu (slika 153.) je en konec vrvi pri A trdno privezan, odtod se vije vrv po žlebu premičnega škripca BD in po žlebu nepremičnega škripca. Na drugem njenem koncu prijema sila P .

✦ Breme Q visi na škarjah premičnega škripca. Ako sta oba dela vrvi vzporedna in vertikalna, nosita oba vse breme v enaki meri, torej nosi vsakteri le polovico bremena. Da ostane premični škripec v ravnotežju, treba vrv pri D natezati

$$\text{s silo } P = \frac{Q}{2}.$$

✦ Premični škripec ostane v ravnotežju, ako je sila enaka polovici bremena; vendar mora biti vrv verti-

kalno napeta. Pravzaprav se mora bremenu prištevati še teža premičnega škripca. ✕

Sestavljeni škripci (škripčevje) sestojé iz več premičnih in nepremičnih škripcev, zvezanih z eno samo vrvjo. Pri navadno sestavljenih škripcih (slika 154.) so po trije škripci v enih škarjah. Zgornji trije škripci so nepremični, spodnji trije pa premični. Slika kaže, kako se vije vrv čez vse škripce. Breme visi na škarjah premičnih škripcev. V tem slučaju visi breme na šestih delih vrvi. Da si postaneta sila in breme ravnotežni, treba oni del vrvi, ki se vije čez zadnji zgornji škripec, natezati s silo, ki je enaka šestemu delu bremena.

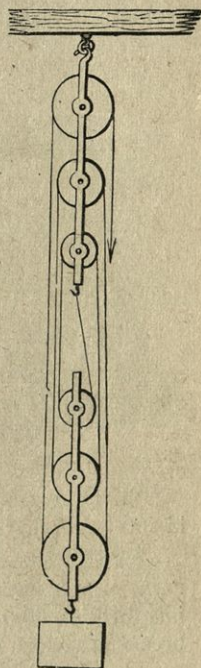
† Pri navadno sestavljenih škripcih nastane ravnotežje, ako je sila enaka tolikemu delu bremena, kolikor je škripcev. Bremenu je prištevati tudi težo vseh premičnih škripcev.

✧ Ako sestavimo več nego šest škripcev, potrebujemo še manjše sile, da je ravnotežna danemu bremenu; ali potem postane tudi trenje večje in prijemališče sile mora narediti daljšo pot, da vzdignemo breme v določeno višino.

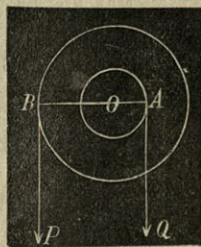
Kolika sila je ravnotežna na premičnem škripcu visečemu bremenu 80 kg , ako teže škripca ne jemljemo v poštev? — Koliko pot naredi prijemališče sile, ako dvignemo breme 3 m visoko? — Koliko ljudi more vzdržati s pomočjo sestavljenih 6 škripcev ravnotežje bremenu 2300 kg , ako je teža premičnih treh škripcev = 14 kg in ako vsak mož vleče s silo 40 kg ? — Koliko je breme na premičnem škripcu, ki mu je sila 16 kg ravnotežna, ako tehta škripec 0.4 kg ?

† § 133. Kolo na vretenu je sestavljeno iz valjastega telesa, vretena, in iz pravokotno na vretenu, a sosredno z njim nabitega kolesa tako, da se oba lahko vrtita okoli skupne osi (slika 155.). Breme Q visi na obodu vretena, sila P pa deluje na obodu kolesa. — Breme in sila delujeta sicer v raznih ravninah; ker pa je vreteno s kolesom trdno zvezano, smemo brez razložka v

Slika 154.

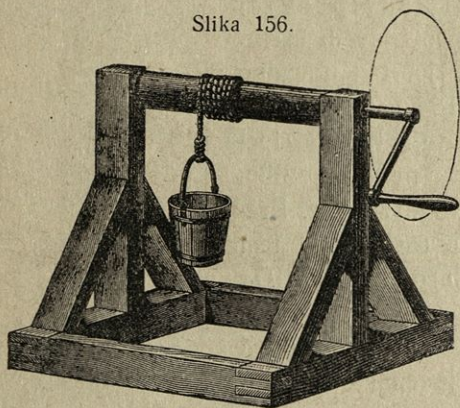


Slika 155.



učinku smatrati obe sili v isti ravnini delujoči. Potem pa je ta stroj dvokončen vzvod. Ročica bremena je enaka polumeru vretena AO , ročica sile pa polumeru kolesa BO .

Slika 156.



Kolo na vretenu je v ravnotežju, ako sta si sila in breme kakor polumer vretena in polumer kolesa.

Namesto celega kolesa je na vretenu dostikrat ena ali več ročic (slika 156.). Sila prijema potem na koncu ročice.

Kolo na vretenu, ki ima horizontalno os, imenujemo motovilo, ono, ki ima vertikalno os, pa vitel.

Kolika sila mora delovati ob obodu kolesa s polumerom 1.4 m , da je ravnotežna bremenu 200 kg , visečemu na vretenu s polumerom 7 cm ? — Vitel ima 4 ročice, 60 cm dolge; te vrtijo 4 možje vsak s silo 10 kg ; koliko sme biti breme na vretenu s polumerom 20 cm , da sta si sila in breme ravnotežni?

§ 134. Strmina. V § 122. smo učili, da deluje na telo, ki ga položimo na strmino, vzporedno s strmino gibajoča sila, ki je enaka produktu teže tega telesa in kvocijentu iz strminske višine in dolžine. S to silo se telo giblje po strmini navzdol. Hočemo li, da telo na strmini miruje, treba le, da deluje nanje v točki K (slika 132.) v nasprotni smeri z gibajočo silo KF enako velika sila.

Zato velja zakon:

Na strmini vzporedno z dolžino strmine delujoča sila, ki je danemu bremenu ravnotežna, je enaka produktu iz bremena in kvocijenta iz strminske višine in dolžine... 1.)

ali v obliki sorazmerja:

Sila, delujoča vzporedno z dolžino strmine, je danemu bremenu ravnotežna, ako sta si sila proti bremenu kakor višina proti dolžini strmine... 2.)

Gibanje ovirajoča sila deluje tudi časih vzporedno z osnovnico strmine.

V tem slučaju razstavimo v težišču S (slika 157.) na strmini ležečega telesa prijemajočo silo (težo) SG v komponento SN , delujočo pravokotno na strmino, in v komponento SP , delujočo vzporedno z osnovnico strmine. Komponenta SN se uničuje ob trdnosti strmine, delavna ostane le komponenta SP . Breme ne drsi po strmini navzdol, ako v točki S nanj deluje v nasprotno smer sile SP enako velika sila kakor je SP .

Iz podobnosti trikotnikov SPG in ABC sledi:

$$SP : SG = BC : AC$$

Sila, delujoča vzporedno z osnovnico strmine, je danemu bremenu ravnotežna, ako se ima sila proti bremenu kakor višina proti osnovnici strmine.

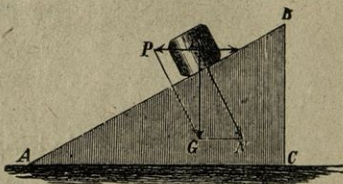
O resničnosti obeh zakonov se lahko uveriš s pripravo, kakršno kaže slika 158.

Ako zmanjšamo isti strmini naklonski kot, zmanjša se njena višina in poveča njena osnovnica, torej lahko vzdržuje manjša sila istemu bremenu ravnotežje.

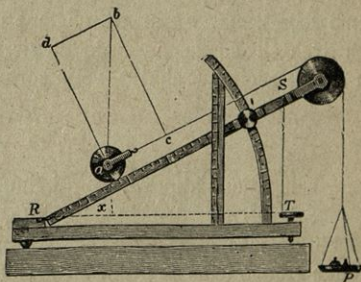
Poševne ceste (klanci), stopnice, poševne lestve itd. so strmine. — Struge in korita tekočih vodá so strmine. Čim večji je strmec tekoče vode, tem hitreje teče voda. — Strmine rabimo pri nakladanju težkih bremen na vozove in pri razkladanju. Po strminah spuščajo ladje s suhega v morje, težke sode v globoke kleti itd. — Zakaj so ceste in železnice čez hribe in gore vijugasto izpeljane? — Ako meri dolžina strmine 35 m , višina 5 m , in ako tehta na strmini ležeče breme 455 kg , kolika sila je ravnotežna bremenu, ako deluje a) vzporedno z dolžino, b) vzporedno z osnovnico strmine? (Da najdeš silo v slučaju b , izračunaj dolžino osnovnice iz pravokotnega trikotnika ABC [slika 157.] po Pitagorovem izreku!)

§ 135. Klin ali zagozda je tristranična prizma, katere oster rob zabijamo v telesa, da jih cepimo, ali nekoliko dvigamo, ali drugo na drugo pritiskamo. Navadno ima klinov prerez obliko enakokrakega trikotnika ABC (slika 159.). Ploskvi AC in BC sta

Slika 157.

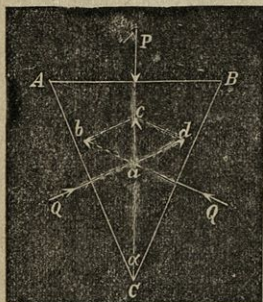


Slika 158.



klinovi stranici ter oklepata precej oster kot C . Temu kotu nasproti ležeča ploskev AB je klinovo čelo.

Slika 159.



Sila, s katero zabijamo klin v dele kakega telesa, deluje pravokotno na čelo, breme pa se javi kot pritisk pravokotno na stranici. Klin lahko smatramo za sestavo dveh strmin, ki se stičeta z osnovnicama. Stranici klina sta to, kar pri strmini dolžina, čelo pa to, kar pri strmini višina. Ker deluje sila pravokotno na čelo, torej vzporedno z osnovnico, tedaj velja za ravnotežje zakon:

Na klinu je ravnotežje, ako se ima sila proti bremenu, kakor čelo proti eni stranici klina.

Ako zaznamenuje P silo, ki deluje pravokotno na čelo, in Q pritisk ali breme, ki deluje pravokotno na stranici AC in BC in ako si tega zaznamujemo z daljicama ab in ad , nastane ravnotežje takrat, kadar je rezultanta ac teh dveh sil enaka sili P , ki deluje njej nasproti. Ker sta si trikotnika abc in ABC podobna (zakaj?), velja sorazmerje

$$ac : ab = AB : AC \text{ ali}$$

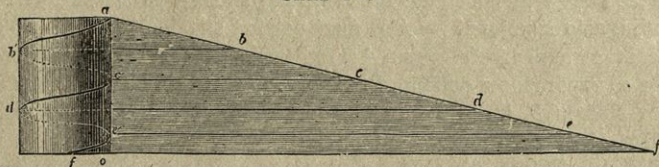
$$P : Q = AB : AC.$$

Čim ožje je klinovo čelo ali čim daljša je stranica, tem lažje zabijamo klin.

Sekira, nož, dleto, sablja, šilo, igla, motika itd. so klini. — Pritisk na vsako stranico klina je 60 kg , stranica je 2 dm dolga, čelo pa 5 cm široko; kolika sila je temu pritisku ali bremenu ravnotežna?

§ 136. Vijak. Iz papirja izreži pravokotni trikotnik aof (slika 160.) in prilepi njegovo kateto ao ob stran pokončnega valja vzporedno z njegovo osjo.

Slika 160.



Ako oviješ trikotnik aof okoli valja, opiše hipotenuza af na njegovem plašču krivo črto $ab'c'd'e'f$, ki je proti valjevi osnovni ploskvi povsod enako naklonjena in se imenuje zavojnica.

Razdaljo dveh točk zavojnice, ki ležita na isti stranici plašča, n. pr. a in c' , b' in d' , imenujemo višino zavoja, med njima ležeči del zavojnice pa en zavoj.

Ako naredimo na valju ob črti zavojnici pòvsod enako globoko in široko zarezo, dobimo vijakovo vreteno. Zareza je lahko taka, da je navzven moleč greben vretena oster ali pa plosk; glede na to imamo zavoje z ostrim grebenom (sl. 161.) in zavoje s ploskim grebenom (slika 162.).

K vijakovemu vretenu spada še vijakova matica, to je votel valj, ki ima v svoji duplini tako vrezane zavoje, da se njegove zareze ujemajo s poviški na vijakovem vretenu in obratno. Vreteno in matica skupaj tvorita vijak.

Pri uporabi vijaka je vsakikrat en del nepremičen, drugi premičen. Sila prijema ali na obodu vijakovega vretena ali na obodu vijakove matice ter deluje v ravnini, ki je vzporedna z osnovno ploskvijo vretena; breme pa deluje v vzporedni smeri z vijakovo osjo: kakor pritisk, ako z vijakom kaj stiskamo, — kakor teg, ako kaj vzdigamo. Ko se zavrti vreteno enkrat, se dvigne ali pade breme za višino enega zavoja, pri čemer vretenovi zavoji drsijo po zavojih matice. Iz tega je razvidno, da je vijak le nekoliko predrugačena strmina, na kateri deluje sila vzporedno z osnovnico.

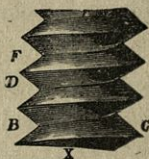
Za stanje ravnotežja velja zakon:

Na vijaku sta si sila in breme ravnotežni, ako se ima sila proti bremenu kakor višina enega zavoja proti obodu vretena.

Pri vijaku nam trenje več koristi nego škoduje; ko bi tega ne bilo, bi vreteno vsakikrat odskočilo, kadar bi sila nehala delovati, — ne držal bi noben vijak.

Vijake uporabljamo zelo mnogovrstno: da predmete stiskamo (stiskalo), pritrjamo drugega na drugega, da težka bremena polagoma dvigamo ali navzdol spuščamo itd. — Ena najvažnejših pa je uporaba vijaka pri parnikih na vijak. (Izum Jos. Reslja, porojenega v Hrudimu l. 1793., umrlega v Ljubljani l. 1857.)

Slika 161.



Slika 162.



Sila ne prijema vsakikrat neposredno ob obodu vretena ali matice, marveč čestokrat ob koncu ročice, ki je z vretenom, oziroma z matico nepretrgljivo zvezana. Vpoštevati moramo potem namesto oboda na vretenu obod kroga, ki ga opisuje prijemališče sile.

Višina vijakovega zavoja je 0.5 cm , polumer vretena 8 cm ; kolika sila je ravnotežna bremenu 240 kg ?

§ 137. **Delo sil.** Da dvigneš kamen na določeno višino, moraš ves čas dviganja zmagovati njegovo težo; ako cepiš drva, moraš zmagovati molekularno zveznost. Da se telo po horizontalni ravnini giblje, treba zmagovati zračji upor in trenje med njim in podlago. Da se telo po toploti razteza, mora toplota zmagovati molekularne privlačne sile in zračji pritisk.

Vsakikrat, ko zapazimo učinek kake delujoče sile, zmaguje sila neki upor na določeni poti. S tem, da zmaguje kak upor, pa opravlja delo.

Ako dvigne eden izmed delavcev 50 kg težko breme 20 dm visoko, drugi pa isto breme 40 dm visoko, tedaj je drugi delavec storil dvakrat večje delo kakor prvi. Prav tako stori delavec dvakrat večje delo, ako je dvignil 50 kg težko breme 20 dm visoko, nego tedaj, če je dvignil do iste višine breme 25 kg .

Iz tega izvajamo:

Delo dane sile je 2-, 3-, 4-, ... n krat večje, ako je pot, po kateri je ista sila zmagovala isti upor, 2-, 3-, 4-, ... n krat večja ... 1.)

Delo dane sile je 2-, 3-, 4-, ... n krat večje, ako zmaguje sila na isti poti 2-, 3-, 4-, ... n krat večji upor ... 2.)

Da moremo delo sil medsebojno primerjati in s števili izraževati, jemljemo za enoto dela delo tiste sile, ki more 1 kg težko breme dvigniti 1 m visoko, in imenujemo to enoto kilogramometer (kgm).

Ako dvignemo 1 kg težko breme 5 m visoko, storimo po 1.) delo 5 kgm ; če pa dvignemo 10 kg težko breme 5 m visoko, storimo delo $5 \times 10 = 50\text{ kgm}$.

Delo, ki ga je storila kaka sila, dobimo, ako pomnožimo premikano breme (zmagani upor) z dolžino poti ... 3.)

Da telo ne pada, mora nanj delovati vertikalno navzgor sila, ki je enaka teži telesa, torej enaka bremenu, ki ga zmaguje. Ako to silo le nekoliko povečamo, nastane gibanje v njeni smeri, t. j. telo se vzdiguje vertikalno navzgor. Pot delujoče sile je enaka višini, do katere je sila vzdignila breme. Zakon 3.) moremo izraziti tudi takole:

Delo sile je enako produktu delujoče sile in dolžine poti, ki jo naredi njeno prijemališče...4.)

Ako zaznamenuje D delo, P delujočo silo, S pot, ki jo naredi delujoča sila, izrazimo zakon 4.) z enačbo

$$D = PS \text{ kgm}$$

Silo jemljemo v račun v kilogramih, pot pa v metrih.

Da prav ocenimo delo sile, moramo vpoštevati čas, v katerem sila opravi kako delo. Primerjalna števila dobimo, ako jemljemo v poštevdela, storjena v enakih časih, na primer v eni sekundi. — Delo, ki ga stori kaka sila v eni sekundi, imenujemo efekt te sile. Za enoto efekta nam služi sekundni kilogramometer, to je delo tiste sile, ki stori v eni sekundi delo enega kilogramometra.

Ako merimo efekte večjih sil, na primer pri parnih strojih, rabimo večje enote nego je sekundni kilogramometer, namreč konjsko silo; ta je določena na 75 sekundnih kilogramometrov. Izkušnja namreč uči, da more navaden konj v vsaki sekundi povprečno storiti delo 75 kgm .

Jasno je, da mora biti sila večja, ako ima v določenem času storiti večje delo. Kar popelješ z enim konjem dvakrat, lahko popelješ z dvema enkrat.

Koliko delo si storil dvignivši 8 kg težko breme 4 m visoko? — Človek, 70 kg težek, zleze v štirih minutah 15 m visoko; koliko delo je storil? — Iz studenca je treba v vsaki minuti 30 m visoko dvigniti 800 l vode; koliko delo je za to potrebno, in kolika sila ga more opraviti? Kolik je efekt?

§ 138. **Stroji. Delo sil na strojih.** Vsako pripravo, s katero moremo v svrhu opravljanja dela izpreminjati prijemališče, smer in jakost gibajoče sile, imenujemo stroj. Upor, ki se delujoči sili stavi nasproti in ki ga hočemo zmagovati, imenujemo breme. Vzvod, tehtnica, nož, škarje, klin... so stroji.

Stroji so ali enostavni ali sestavljeni.

Enostavnim strojem prištevamo: vzvod, škripec, kolo na vretenu, strmino, vijak in klin. — Sestavljeni stroji pa sestoje iz delov, ki so sami zase že stroji; n. pr. škripčevje, tehtnica z mostičem.

Ako z drogom AB (slika 146.) privzdiguješ kamen, potrebuješ za to tem manjše sile, čim daljša je ročica AC v primeri z ročico CB . Čim daljša pa je ročica AC , tem daljšo pot mora narediti prijemališče sile, da vzdigneš kamen do gotove višine.

P o i z k u s: Na premičnem škripcu (slika 153.) obesi kot breme Q utež 40 dkg , temu bremenu je ravnotežna sila $P = 20\text{ dkg}$; potem pa premikaj škripec tako, da prideta breme in sila (Q in P) v isto horizontalno ravnino. Ako potem uteži P podeliš majhen sunek, nastane enakomerno gibanje, utež P pada, utež Q pa se vzdiguje. Če pade utež P za 4 dm , se vzdigne utež Q le za 2 dm , o čemer se prepričaš z merilom.

Produkt merskega števila sil in poti, ki jo naredi njeno prijemališče, je enak produktu iz merskega števila dvignjenega bremena in njegove poti.

Delo silo je enako delu bremena.

Ta zakon velja za vsak stroj.

Zato izvajamo:

Ako s strojem dvignemo kako breme na določeno višino, naredi prijemališče gibajoče sile tolikokrat daljšo pot, kolikorkrat je v slučaju, da sta sila in breme ravnotežni, sila manjša od bremena.

Na stroju glede dela nimamo nobenega dobička; delo je isto, ako dvignemo n. pr. 40 kg težko breme neposredno (brez stroja) 3 m visoko ali pa s pomočjo stroja. Kar pri stroju prihranimo sile, izgubimo na poti, torej tudi na času.

Ker moramo na stroju zmagovati še trenje in upor sredstva, je zato treba še posebnega dela. Pri strojih imamo še celo izgubo na delu. Rabimo jih pa zaradi tega, ker moremo z njimi opravljati dela, ki jih s svojimi slabimi silami sicer ne zmoremo. Noben človek n. pr. ne vzdigne neposredno 1000 kg težkega bremena; s pomočjo škripcéva pa to izlahka stori.

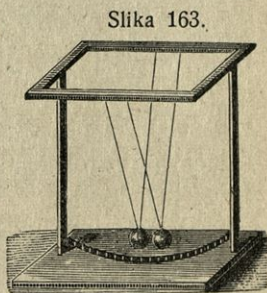
§ 139. **Udar ali trk trdnih teles.** Kadar zadene gibajoče se telo ob drugo, bodisi mirujoče, bodisi se gibajoče, pravimo, da sta se telesi udarili ali trčili; njuno medsebojno delovanje pa imenujemo udar ali trk. Pri vsakem udaru se stanje obeh teles bolj ali manj izpremeni. Pečati se hočemo z udarom prožnih krogel.

a) Udar dveh prožnih krogel z enako maso. Na stojalu (slika 163.) visita na nitih dve krogli iz slonove kosti in enake mase tako, da se ravno dotikata. S tema lahko narediš tele poizkuse:

1.) Ako izpustiš z neke višine desno kroglo na levo mirujočo, odskoči po udaru leva do iste višine, desna pa ostane mirna.

2.) Ako izpustiš obe krogli z enakih višin drugo proti drugi, odskočita po udaru obe krogli do iste višine.

3.) Ako izpustiš desno kroglo z večje višine nego levo, odskočita po udaru obe ter menjata svojo hitrost; leva se dvigne nazaj do iste višine, s katere je desna nanjo udarila in obratno.



Iz teh poizkusov izvajamo zakon:

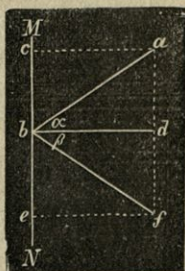
Dve prožni krogli enake mase, ki sta se udarili, menjata pri tem svojo hitrost.

b) Udar prožne krogle ob prožno steno.

1.) Ako izpustiš prožno kroglo v vertikalni smeri na horizontalno prožno steno, odskoči od stene v vertikalni smeri do iste višine, s katere si jo izpustil. — Ko pade krogla na steno, se krogla in stena toliko stisneta, da krogla za hip izgubi svojo hitrost. Pri tem pritisku vzbujena prožnost pa jo odbije z isto silo, s katero je udarila ob steno; zato odskoči do poprejšnje višine.

2.) Ako udari prožna krogla ob prožno steno MN (slika 164.) v poševni smeri premice ab , odskoči z isto hitrostjo od stene pošev v smeri premice bf . Pravimo, da stena kroglo odbija. Če postavimo v točki b na steno MN pravokotnico bd , uči opazovanje, da sta kota α in β enaka in da leže premice ab , bd in bf v isti ravnini.

Slika 164.



Pravokotnico bd imenujemo vpadno pravokotnico, kot α vpadni kot, kot β odbojni kot.

Iz obeh poizkusov izvajamo:

Prožne krogle, vpadajoče ob prožno steno, se na tej odbijajo na drugo stran vpadne pravokotnice v tistem kotu, v katerem so na steno udarile — ali: vpadni in odbojni kot sta enaka.

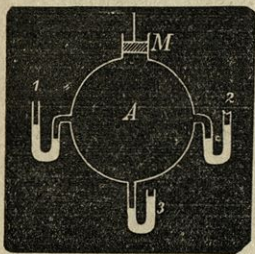
X. O tekočinah.

§ 140. Kakšno obliko ima gladina mirujoče tekočine. Površje v kaki posodi mirujoče tekočine imenujemo gladino. Preiskujemo li s pomočjo grebljice obliko gladine, tedaj vidimo, da je v vsaki večji posodi na vse strani ravna in pravokotna na smeri svinčnice. Vzrok temu imamo iskati v težnosti in zelo veliki gibljivosti molekul.

Morska gladina ima obliko krogle, to pa radi tega, ker je Zemlja okrogla in ker merijo vse vertikalne smeri, v katerih telesa padajo, proti zemeljskemu središču.

§ 141. Kako razvajajo tekočine nanje delujoči pritisk. Ako tlačimo ali pritiskamo kako trdno telo, recimo v vertikalno smer navzdol, čutimo, da se vsled tega povečuje njegov pritisk na pod-

Slika 165.



stavo, ne čutimo pa, da bi telo tudi na strani kaj pritiskalo. Pri tekočinah je to drugače. Pri teh so molekule zelo gibljive, vsled te gibljivosti se skušajo vsakemu pritisku s katerekoli strani umakniti ter pritiskajo na vse strani, a ne samo na tisto, v katero deluje nanje zunanji pritisk. To kaže tudi ta poizkus:

Okrogla posoda A (slika 165.) ima na različnih mestih zavite steklene cevi 1, 2, 3; v vsaki je nekoliko živega srebra. Posodo napolni do vrha z vodo; v grlo M pa vtakni bat, ki ne propušča vode. Pritiskaš li s tem batom na vodo, se živo srebro dviga v vseh ceveh za isto višino. — Isto opazuješ, ako je v posodi katera koli tekočina.

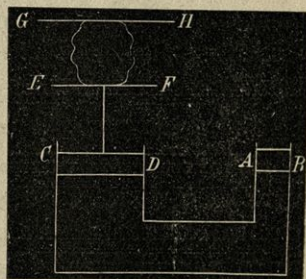
Bat pritiska tekočino le vertikalno navzdol; ker pa se živo srebro v vseh ceveh enakomerno dviga, kaže to, da razvijajo tekočine nanje delujoči pritisk enakomerno na vse strani.

Tekočina pritiska na enake ploskve v steni z enako silo; na 2-, 3-, 4-krat večjo ploskev pa z 2-, 3-, 4-krat večjo silo.

O resničnosti tega zakona te prepriča tale poizkus:

Posodo $ABCD$ (slika 166.) napolni z vodo; v odprtini pa vtakni premična bata AB in CD , da se vode neposredno dotikata in je ne propuščata. Ako na vodo pritiskaš z batom AB , se dviga bat CD navzgor. Da se ne dviga, moraš nanj položiti utež, ki pa mora biti tolikokrat večja od pritiska na bat AB , kolikorkrat je prerez bata CD večji od proreza bata AB . Ako ima CD 6krat večji prerez kakor AB in si pritiskal na bat AB s silo 10 kg , pritiska voda bat CD s silo 60 kg navzgor, ter stiska s to silo telo, ki se nahaja med EF in GH .

Na uporabo tega zakona se opira hidravlična ali vodna stiskalnica.



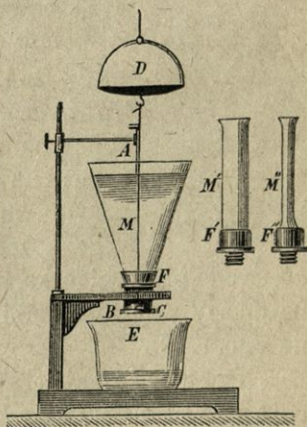
Slika 166.

§ 142. **Hidrostatični pritisk.** Ako si mislimo v kaki posodi stoječo tekočino razdeljeno v mnogoštevilno horizontalnih plasti, je očitno, da pritiska na vsako plast teža vseh nad njo ležečih plasti in da mora ta pritisk biti tem večji, čim nižje se nahaja plast, ki jo jemljemo v poštev.

Pritisk mirujoče tekočine zaradi njene teže na spodnje plasti, na dno in na strani imenujemo hidrostatični pritisk. ✕

§ 143. **Pritisk na dno.** Poizkus: Kovinska plošča (slika 167.) ima vrezano vijakovo matico; v to se dajo privijati steklene posode M, M', M'' ; ena izmed teh je povsem valjasta, druga zgoraj širja, tretja zgoraj ožja. Dno tem posodam nadomešča kovinska plošča BC , viseča na skledici D navadne enakoročne tehtnice. — Najprej vzemimo valjasto posodo. Da se plošča BC posodi dobro prilega, položimo v drugo skledico uteži. Ako potem v posodo nalijemo vode, ne izteka, dokler je njena teža manjša nego so uteži v drugi skledici tehtnice. S kazalcem A zaznamujemo mesto, do katerega smemo v posodo naliti vode, da začne iztekati. V tem primeru je pritisk vode na ploščo enak utežim v drugi skledici tehtnice.

Slika 167.



Ako potem posodo M' nadomestimo s posodo M ali M'' , opazimo, da smemo v vsaki vode naliti do iste višine, da postane njen pritisk na ploščo BC istotolik, kakor je bil poprej. V posodah M in M'' pa ni ravno toliko vode, kolikor je drži posoda M' .

Zato izvajamo:

† Pritisk tekočine na horizontalno dno je nezávisen od oblike posode in množine tekočine, ki je v posodi, ter je enak teži valja iz tekočine, ki ima dno posode za osnovno ploskev in razdaljo gladine od dna za višino.

† Ta zakon slove pod imenom hidrostatični paradokson.

Ako zaznamenuje o ploščino horizontalnega dna, v razdaljo gladine od dna (višino tekočine), s specifično težo tekočine in p pritisk na dno, tedaj je

$$p = s \cdot o \cdot v.$$

Pritisk p dobimo v gramih, oziroma v kilogramih, ako računamo ploščino in višino v centimetrih, oziroma v decimetrih.

Iz navedenega zakona sledi, da z malo tekočine lahko napravimo na dno velik pritisk, ako naredimo posodo na dnu široko, navzgor jo pa prav zožimo. To se uporablja pri Realovem stiskalu.

Realovo stiskalo sestoji iz steklene posode, ki ima pri dnu in zgoraj po eno sito. Na pokrov posode so privite tanke in dolge (2.5 do 3 m) steklene cevi. V stekleno posodo devamo tvarine, ki se dajo z vodo izvleči, po tem pa nalijemo posodo in cevi do vrha z vodo. Pod velikim pritiskom se v vodi topé marsikatero tvarine, ki se sicer ne topé rade, n. pr. kava itd.

Kolik je pritisk na dno 3.5 cm visokega stebra iz živega srebra na 1 cm² (specifična teža 13.59)? — Kolik je pritisk na dno Realovega stiskala, ako je premer valjaste posode 5 cm in višina vode nad dnom 1.6 m (specifična teža = 1)? — Koliko je dno prizmatične posode, ki je napolnjena 1 m visoko z vodo, ako znaša pritisk na dno = 420 kg?

Slika 168.



§ 144. Pritisk v notranjščini tekočine. Poizkus: Vzemi na obeh straneh odprt steklen votel valj, ki ima na enem koncu dobro obrušen rob. Na ta valj pritisni na niti visečo kovinsko ploščo ab (slika 168.), tako da ne propušča vode, četudi valj potisneš v vodo, kakor kaže slika. Ako si potisnil valj s ploščo ab v vodo precej globoko, smeš nit izpustiti, a plošča vendar ne pade na dno. V valj smeš naliti tudi precej vode, potem šele pade plošča na dno.

Teškočine pritiskajo v svoji notranjščini tudi odspodaj navzgor.

Ta pritisk navzgor je na vsako ploskev, ki je vzporedna z gladino, prav tolik, kolikršen je pritisk na isto ploskev odzgoraj, sicer bi tekočina ne mogla mirovati.

§ 145. **Pritisk na stranske stene.** Iz istega vzroka, kakor navzgor in navzdol, pritiskajo tekočine tudi na stranske stene. Temu pritisku je trdnost sten ravnotežna. Pritisk na kak del stene je tem večji, čim bolj je od površja oddaljen ta del stene, in je prav tolik, kakor je pritisk navzdol v isti razdalji od gladine.

Poizkus: Na nit obesi valjasto posodo polno vode, ki ima v steni blizu dna z zamaškom zatvorjeno luknjico. Ako luknjico otвориš, da voda izteka, se posoda odkloni v nasprotno stran.

Ko izteka voda iz luknjice, neha ondi pritisk na steno; na nasprotni strani pa ostane pritisk na steno neizpremenjen. Ker je posoda lahko gibljiva, povzročuje ta enostranski pritisk gibanje v svoji smeri. To gibanje posode je nastalo po odbojnem (vzvratnem) delovanju tekočine.

Odbojno delovanje tekočin se uporablja pri Segnerjevem kolesu in pri turbinah.

Odbojno delovanje opazujemo tudi pri plinastih telesih.

Top odskoči pri vsakem strelu nekoliko; rakete se dvigajo iz istega vzroka.

§ 146. **Občujoče posode.** Ako je več posod tako zvezanih, da se tekočine lahko pretakajo iz ene v drugo, imenujemo jih občujoče posode; njih posamezne, pokoncu stoječe dele pa krake.

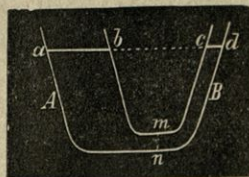
Poizkus: Vlijemo li v krak *A* občujočih posod (slika 169.) nekoliko vode, se razteče v obeh krakih tako, da ležita gladini *ab* in *cd* v isti horizontalni ravnini.

V občujočih posodah je tekočina v ravnotežju, ako stoji v vseh krakih do iste višine.

O resničnosti tega zakona se uverimo s sledečim umovanjem: Ako je v posodi *AB* tekočina v ravnotežju, mora biti v ravnotežju tudi tekočina v prerezu *mn*. Na ta prerez deluje od desne proti levi pritisk tekočine v kraku *B*; od leve proti desni pritisk tekočine v kraku *A*. Oba pritiska morata biti enako močna. Ker je na obeh straneh prereza *mn* ista tekočina, mora biti razdalja težišča ploskve *mn* od gladine *ab* ista kakor od gladine *cd* (§ 143.).

Vzemimo občujoče posode z dvema krakoma, od katerih je eden krajši od drugega in zgoraj zamašen.

Slika 169.



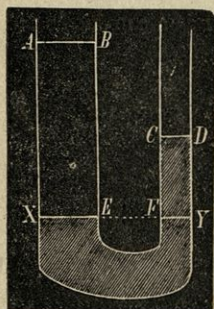
Ako napolnimo to posodo z vodo, da stoji v daljšem kraku do vrha, hoče se tudi v drugem kraku dvigniti do iste višine. Ker pa je krak zamašen, mora voda kvišku pritiskati. Ako naredimo v zamašku luknjico, pridere voda skozi njo, hoteč se dvigniti do iste višine, do katere stoji v odprtem kraku. Trenje ob stenah, zračji upor in teža doli padajoče vode ovirajo nekoliko to dviganje. Tako nastanejo vodometi.

Zakaj priteka voda o deževnem vremenu mnogokrat v kleti in potem zopet sama odteka? S parnimi kotli so spojene steklene cevi (vodokazne cevi), da se vidi, do katere višine stoji voda v kotlu.

Poizkus: V en krak občujočih posod (slika 170.) nalij živega srebra, na to pa v levem kraku vode, da stoji do AB .

V stanju ravnotežja stoji voda od XE do AB ; živo srebro v desnem kraku od FY do CD više nego v levem. Ako izmeriš višini AX in CF ter ju primerjaš, najdeš AX 13·6 krat večjo od CF .

Slika 170.



V stanju ravnotežja mora biti pritisk na ploskev FY od obeh strani enak. Živo srebro od XE do FY je v ravnotežju, ker stoji v obeh krakih do iste višine. Na ploskev FY pritiska steber vode $XEAB$ odspodaj navzgor in steber živega srebra $FYCD$ odzgoraj navzdol. Zaznamenuje li p ploščino prereza FY , $V = AX$ višino vode, S specifično težo vode, $v = FC$ višino živega srebra, s specifično težo živega srebra, tedaj je pritisk vode na ploskev FY enak $S \cdot p \cdot V$

in pritisk živega srebra na isto ploskev enak $s \cdot p \cdot v$. V stanju ravnotežja je

$$S \cdot p \cdot V = s \cdot p \cdot v \text{ ali, ako deliš s } p,$$

$$S \cdot V = s \cdot v \text{ ali v obliki sorazmerja}$$

$$V : v = s : S.$$

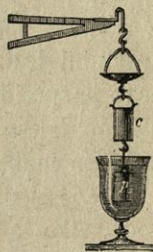
Dve ne mešajoči se tekočini sta v občujočih posodah v ravnotežju, ako sta njuni višini od stične ploskve obratno sorazmerni z njunima specifičnima težama.

Ali bi mogel uporabljajoč ta zakon določiti specifično težo ene tekočine, ako je znana specifična teža druge?

Navedeni zakoni o stanju tekočin v občujočih posodah so le dotlej veljavni, dokler kraki niso zelo ozki.

§ 147. **Arhimedov zakon.** Poizkus: *a)* Vzemi tehtnico, katere ena skledica visi na krajši niti ter ima spodaj kljukico (taka tehtnica se imenuje hidrostatična); na kljukico skledice obesi votel valj *c* (slika 171.), na tega tako velik masiven valj *p*, da votlino valja *c* popolnoma izpopolnjuje, ako ga vanj potisneš. Da ostane tehtnica v ravnotežju, moraš položiti v drugo skledico istotolike uteži. — Ravnotežje se poruši, ako postaviš pod valj *p* kozarec vode, da visi valj *v* vodi, pa se ne dotika niti dna niti stene. Tehtnica pa se zopet uravna, ako napolniš votli valj *c* do vrha z vodo.

Slika 171.



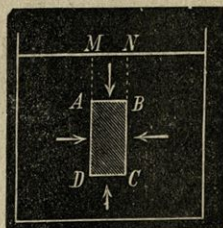
↳ Namesto vode lahko jemlješ katerokoli tekočino.

↳ Na vsako v tekočino potopljeno telo deluje navzgor toliko sila, kolikor tehta od njega izpodrinjena tekočina.

↳ Ta zakon je našel Arhimed (l. 250. pr. Kr.) ter se imenuje po njem Arhimedov zakon. Navzgor delujoča sila se imenuje vzgon.

O resničnosti tega zakona se uverimo s sledečim umovanjem: Recimo, da ima v vodo potopljeno telo obliko prizme *ABCD* (slika 172.). Voda pritiska na to prizmo od vseh strani. Po dva pritiska na straneh *AD* in *BC* sta si ravnotežna, ker delujeta v nasprotni smeri na enake ploskve v isti globočini. Na ploskev *AB* pritiska vodeni stebec *ABMN* navzdol, pritisk na ploskev *CD* odspodaj navzgor pa je enak pritisku vodnega stebra *DCMN* (§ 143.). Pritisk na ploskev *CD* je torej za težo vodnega stebra *ABCD* večji nego pritisk na ploskev *AB*. — Vzgon je rezultanta vseh na telo delujočih hidrostatičnih pritiskov. Prijemališče vzgona je v težišču izpodrinjene vode.

Slika 172.



Poizkus: *b)* V eno skledico tehtnice postavi kozarec vode, v drugo pa votel valj *c*, temu prideni še toliko uteži, da se tehtnica uravna. Ako potopiš na niti viseč valj *p* v vodo, da se ne dotika niti dna niti stene, se ravnotežje na tehtnici poruši; tehtnica se nakloni na ono stran, kjer je voda. Voda je postala potemtakem težja, ko visi valj *v* njej. Tehtnica se pa zopet uravna, ako naliješ votel valj *c* na drugi skledici do vrha z vodo.

↳ V tekočino potopljena telesa izgubijo le navidezno nekaj svoje teže, ker se pritisk na dno posode prav za toliko poveča, za kolikor se telo zazdi lažje.

Pod vodo moreš dvigniti kamen, ki ti je v zraku pretežek. — Naštej še drugih primerov, iz katerih razvidiš resničnost Arhimedovega zakona!

§ 148. **Plavanje.** Ako potopimo telo v kako tekočino, more biti njegova absolutna teža ali večja nego je teža od njega izpodrinjene tekočine ali tej enaka ali pa manjša. V prvem primeru pade telo na dno tekočine, v drugem primeru plava ali visi v tekočini, v zadnjem primeru pa splava v tekočini na površje ter se dvigne toliko iz nje, da postane teža izpodrinjene tekočine čisto enaka njegovi absolutni teži. Sploh velja zakon: Telesa z večjo specifično težo, nego je specifična teža tekočine, v kateri se nahajajo, padajo v njej na dno, telesa z manjšo specifično težo plavajo na površju tekočine, in telesa enake specifične teže plavajo ali visé v notranjščini tekočine.

Poizkus: Večjo prazno steklenico zamaši ter jo potopi v vodo. Ako jo izpustiš, splava kvišku ter plava na vodi. Steklenica pa pade na dno, če je odprta in se tudi znotraj napolni z vodo. — Kos svinca utone v vodi; če ga pa zvežeš z večjo ploščo plute, lahko dosežeš, da plavata oba na vodi.

Telesa z večjo specifično težo nego je teža tekočine, plavajo na njej, ako so zvezana z lahkimi telesi v takem razmerju, da je njih skupna teža manjša nego teža od njih izpodrinjene tekočine, ali ako jih na primeren način izdolbemo.

Ako eno in isto telo plava v dveh različnih tekočinah, se potopi v specifično redkejši tekočini bolj globoko kakor v gostejši. — Vzemimo, da zaznamenuje v_1 prostornino izpodrinjene prve, v_2 prostornino izpodrinjene druge tekočine, s_1 specifično težo prve, s_2 specifično težo druge tekočine, P pa absolutno težo v teh tekočinah plavajočega telesa. Telo plava v vsaki teh tekočin, kadar je njegova absolutna teža enaka absolutni teži izpodrinjene tekočine ali, kadar je

$$P = s_1 v_1 \quad \text{in} \quad P = s_2 v_2, \quad \text{ali} \\ s_1 v_1 = s_2 v_2 \quad \text{ali} \quad v_1 : v_2 = s_2 : s_1.$$

Ako plava isto telo v raznih tekočinah, tedaj so prostornine izpodrinjenih tekočin v obratnem sorazmerju specifičnih tež teh tekočin.

Železna krogla potone v vodi, a plava v živem srebru. — Tekočine, ki se ne mešajo, se v isti posodi razvrščujejo po svoji specifični teži, n. pr. živo srebro, voda, olje. — V rekah se pogrezajo ladje bolj globoko nego v morju. (Morska voda je slana in ima vsled tega večjo specifično težo kakor sladka.) — Ljudje, ki ne znajo plavati, si privezujejo okoli prsi mehurje ali pluto.

Trupla utopljenecv splavajo na površje vode, ko začnejo gniti in jih pri tem razvijajoči se plini raztezajo. — Karteški potapljavec. — Libela.

Položaj plavajočega telesa more biti povračljiv, padljiv ali nerazločen: ako se plavajoče telo, nekoliko vstran potisnjeno in samo sebi prepuščeno, vrne v svojo prvobitno lego, ali ako se vzvrne v novo lego, ali ako ostane v vsaki legi v ravnotežju. — Da je položaj plavajočega telesa povračljiv, mora ležati njegovo težišče kar najbolj globoko in pod težiščem izpodrinjene tekočine.

V ladjah polagajo največje tovore na dno. — Majhen čolniček se hitro vzvrne, ako v njem pokoncu stojiš. — Ribe imajo mehurje pod hrbtom; — ako jih napihnejo, se dvigajo, ako jih stisnejo, pa pogrežajo. — Kdor hoče z mehurjem plavati, si ga ne sme privezati na noge ali na trebuh.

§ 149. Določevanje gostote trdnih teles in tekočin s hidrostatično tehtnico. *a)* Gostota trdnih teles. Na hidrostatični tehtnici določi najprej absolutno težo P onega telesa, čigar gostoto iščeš; potem obesi isto telo na tanki niti v kemijsko čisto vodo in določi mu težo, ko visi v vodi. Razložek obeh tež p je enak teži izpodrinjene vode.

Gostoto G dobiš po enačbi (§ 9.).

$$G = \frac{P}{p}, \text{ t. j. :}$$

Gostoto trdnega telesa dobiš, ako deliš njegovo absolutno težo s težo izpodrinjene vode.

Gostoto v vodi raztopljivega telesa določimo tako, da določimo najprej gostoto tega telesa glede tekočine, v kateri se ne topi, in gostoto te tekočine glede vode. Gostota dotičnega telesa glede te tekočine pomnožena z gostoto tekočine je gostota tega telesa glede vode.

Telesa, ki imajo manjšo specifično težo kakor voda, ki torej na vodi plavajo, vežemo s težkimi drugimi telesi, n. pr. s kosom svinca.

b) Gostota tekočin. Vzemi vsestranski zatvorjeno stekleno cev, v kateri je toliko svinca ali živega srebra, da cev ne plava niti v vodi niti v tekočini, katere gostoto iščeš.

Na hidrostatični tehtnici določi na isti način, kakor pri *a)* te steklene cevi razložek teže v vodi in v dotični tekočini. Ako zaznamuje p razložek teže v vodi, P razložek teže v isti tekočini, je gostota G dana po enačbi

$$G = \frac{P}{p}.$$

Gostoto kake tekočine dobiš, ako iztehtaš kako trdno telo v vodi, v tej tekočini in v zraku ter deliš razložek njegove teže v tej tekočini z razložkom njegove teže v vodi.

Kos lipovega lesa tehta v zraku 24 g, kos svinca v zraku 54 g, teža svinca, visečega v vodi, je 49·2 g, les in svinec, skupno v vodi viseča, imata težo 32·2 g; kolika je gostota lipovega lesa? — Kos stekla tehta v zraku 40 g, v vinskem cvetu 36 g, v vodi 35 g; kolika je gostota tega vinskega cveta?

Gostota nekaterih teles: alkohola 0·79, bakra 8·9, jekla 7·8, kositra 7·3, platina 21·5, svinca 11·4, zlata 19·5, železa (kovnega) 7·79, živega srebra 13·59, žveplove kisline (angleške) 1·84, morske vode 1·04 (srednje število).

§ 150. **Gostomeri ali areometri z lestvico** so steklene cevi (slika 173.), ki so spodaj in zgoraj zavarjene, v spodnjem delu širje, bodisi kroglaste ali valjaste, v zgornjem delu X pa pravilno valjaste. Na dnu imajo toliko živega srebra ali šiber, da v tekočinah stalno plavajo v vertikalni smeri. V cevi X je posebna lestvica ali skala, to je na poseben način razdeljena papirna proga.

Slika 173.



↓ Točka, do katere se cev potopi v kemijsko čisti vodi pri temperaturi $+4^{\circ}$ C, se imenuje vodišče.

⊕ Na nekaterih gostomerih je lestvica tako narejena, da čitamo gostoto tekočine naravnost v točki, do katere se gostomer v tej tekočini potopi. Gostomere s tako lestvico imenujemo sploh gostomere. Na takih gostomerih se določi lestvica poizkusoma s tem, da jih pri izdelovanju potapljamo v različne tekočine, katerih gostote so že znane, ter zaznamujemo točke, do katerih se potapljajo, z dotičnimi števili gostote.

⊕ Da ni treba jemati preveč dolgih cevi, se izdelujejo gostomeri za redkejše in gostejše tekočine nego je voda posebej; gostomeri za redkejše tekočine imajo vodišče spodaj pri B, za gostejše zgoraj pri O. Pri vodišču stoji številka 1.

Druga vrsta gostomerov so odstotni gostomeri. Ti imajo tako prirejeno lestvico, da se takoj zve, koliko prostorninskih ali težinskih delov ene tekočine je v zmesi dveh tekočin. Lestvice se urejajo poizkusoma in za različne zmesi tekočin posebej, n. pr. za alkohol, vino, pivo, mleko, lug itd.

✓ **Alkoholometri** naznanjajo, koliko odstotkov alkohola je v vinskem cvetu. — **Mlekometri**, koliko čistega mleka je v mleku z vodo pomešanem. — **Sladometri**, koliko utežnih delov sladkorja je v sladkorjevi raztopini itd.

Odstotni gostomeri niso popolnoma zanesljivi, ker se da gostota zmesi umetno prenavljati. N. pr. ako mleku primešamo vode, se razredči, s tem pa, da mu primešamo nekoliko moke, mu moremo dati prvobitno gostoto.

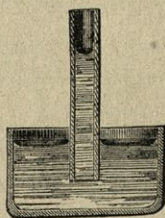
Časih rabimo tudi gostomere s poljubno deljeno lestvico. Taki gostomeri nam kažejo le to, je li izmed več tekočin ena gostejša od druge.

Ker se tekočine v toploti močno raztezajo in vsled tega menjajo gostoto, more delitev biti veljavna le pri določeni temperaturi, ki je običajno na cevi tudi označena (15 do 20° C).

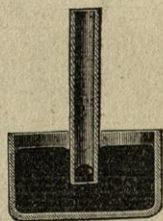
§ 151. **Učinki molekularnih sil med tekočinami in trdnimi telesi, kakor tudi med raznimi tekočinami.** Poizkus: a) Ako postaviš na obeh koncih odprto, zelo tanko stekleno cev (lasasto cev) v vodo (slika 174.), ne stoji voda v cevi do iste višine, kakor zunaj, temuč se dvigne više; njenó površje pa postane jamičasto, vdrto.

— Ako pa isto lasasto cev postaviš v posodo z živim srebrom (slika 175.), stoji živo srebro v njej niže in je na površju izbočeno. Če vzameš za ta poizkusa enkrat širje, drugikrat pa bolj ozke cevi, tedaj najdeš, da se v ožjih cevih voda više vzdigne, živo srebro pa niže pogrezne kakor pri širjih.

Slika 174.



Slika 175.



Pojave te vrste imenujemo lasovitost ali kapilarnost. Vzrok jim je sprijemnost.

Telesa, ki imajo mnogo luknjic, vpijajo in držijo v sebi različne tekočine; nekatere v večji, druge v manjši meri; luknjice takih teles so zelo številne lasaste cevi. — Olje in petrolej se dvigata v stenju naših svetilk. — Kos sladkorja se polagoma ves zmoči, če mu le spodnji konec pomočiš v vodo. — Imenuj še druge pojave kapilarnosti!

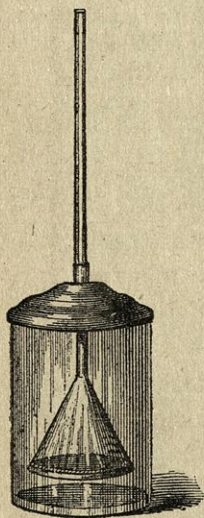
Poizkus: b) V stekleno posodo nalij raztopine modre galice, na to pa prav polagoma čiste vode. Izprva ostane modra galica na dnu, voda pa plava na njej. Čez nekoliko časa pa se začneta mešati ter se v nekoliko urah tako pomešata, da ne moreš več razločiti ene od druge.

Takšno mešanje dveh tekočin imenujemo pronicanje.

Pronicujejo le tiste tekočine, ki se tudi mešajo.

Poizkus: *c*) Stekleno posodo, ki ima obliko livnika, zaveži na širjem koncu z mehurjem, potem jo napolni do gotove višine z raztopino modre galice in jo obesi v drugo večjo stekleno posodo, ki jo napolniš z vodo do iste višine (slika 176.).

Slika 176.



Ako obe posodi nekoliko ur mirno stojita, opazuješ, da je voda postala nekoliko modra in da stoji raztopina v livkasti posodi više kakor poprej. Tekočini pronicujeta torej skozi mehur, vendar ena (voda) hitreje kakor druga. Pronicanje neha, kadar sta se obe tekočini v istem razmerju zmešali. — Pronicanje dveh tekočin, ki sta druga od druge ločeni po luknjičavi pregraji ali steni, imenujemo *osmozo*.

Osmoza je jako važna za živalsko in rastlinsko življenje.

XI. O plinastih telesih.

§ 152. Značilna svojstva plinastih teles.

Plinasta telesa so dosti bolj prožna kakor trdna telesa in tekočine, zelo stisljiva ter se raztezajo na vse strani, dokler njih raztezanja ne ovira kak poseben upor. Zaraditega pritiskajo na stene posod, v katerih se nahajajo, in sicer navzdol, na strani in navzgor. Pritisk plinastega telesa na ploskovno enoto (1 cm^2) jemljemo za mero njegove *n*apetosti. — Da so plinasta telesa tudi težka, smo že poprej (§ 19.) dokazali; zaradi svoje teže pritiskajo istotako kakor tekočine na dno in na stranske stene svojih posod.

Ker so molekule plinastih teles še bolj gibljive kakor molekule tekočin, a same zase nestisljive, razvidimo neposredno, da razvajajo plinasta telesa nanje delujoči pritisk na vse strani prav tako kakor tekočine, in da je pritisk, s katerim pritiska plin na kako steno, sorazmeren ploščini te stene.

§ 153. **Kako merimo zračji pritisk.** Torricellijev poizkus. Stekleno cev, ki je približno 85 cm dolga in na enem koncu zavarjena ali s posebno pipo zaprta, napolni do roba z živim srebrom potem jo s prstom zamaši in postavi v skledico z živim srebrom tako, da pride odprtina cevi pod gladino živega srebra

(slika 177.). Ako sedaj prst odtegneš, izteče le toliko živega srebra iz cevi, da meri živosrebrni steber v vertikalno stoječi cevi približno 76 cm. V prostoru nad živim srebrom ni nobenega zraka, ta je torej čisto prazen; imenujemo ga Torricellijevo praznino. (Ta učenjak je prvi delal ta poizkus.)

Slika
177.



Ako cev iz vertikalne smeri nakloniš nekoliko vstran, zleze živo srebro nekoliko više proti vrhu cevi, vertikalna razdalja gladin živega srebra v cevi in zunaj cevi pa ostane ista kakor poprej.

Živosrebrnemu stebru v cevi vzdržuje ravnotežje zunanji zrak, ki pritiska na gladino živega srebra v posodi, kajti živo srebro v cevi pade takoj za več centimetrov, če izpustiš vanjo le nekoliko zraka. Izpustiš li v cev toliko zraka, da dobi z zunanjim isto napetost, pade živo srebro v cevi do iste višine, do katere stoji zunaj v skledici.

Zračji pritisk na vsak kvadratni centimeter je tedaj prav tolik, kolikršna je absolutna teža živosrebrnega stebra, čigar osnovna ploskev meri 1 cm^2 in višina 76 cm.

Ker je specifična teža živega srebra $13\cdot59\text{ g}$, znaša absolutna teža tega živosrebrnega stebra $1 \times 76 \times 13\cdot59 = 1032\cdot84\text{ g}$ ali v okroglem številu en kilogram. Tolikšen zračji pritisk imenujemo pritisk ene atmosfere; tolikšen je navadno le na površju morja. V krajih, ki leže više kakor je morsko površje, pa je zračji pritisk manjši.

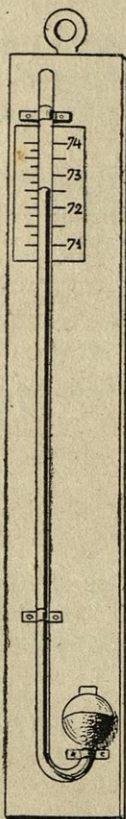
Ali je zračji pritisk v sobi prav tolik kakor zunaj? — Naprstnik se prime ustnic, ako iz njega izsesaš zrak. — Kolik je zračji pritisk na mizo, ki je 80 cm dolga in 60 cm široka, ako stoji živo srebro v cevi 74 cm više nego zunaj? — Površje odraslega človeka meri $1\cdot5\text{ m}^2$, s koliko silo deluje nanj zračji pritisk? — Zakaj ga človek ne čuti? (Ta pritisk deluje od vseh strani, odzunaj in znotraj.)

§ 154. **Barometer.** Priprava, s katero merimo zračji pritisk, se imenuje barometer. Zračjega pritiska navadno ne zaznamujemo v kilogramih, marveč navajamo le dolžino živosrebrnega vertikalnega stebra v enostransko zaprti, a drugače brezračni cevi, ki ga vzdržuje zračji pritisk. — Dolžino tega stebra imenujemo barometrovo višino. Če poznamo to višino, lahko izračunamo silo zračjega pritiska v gramih ali kilogramih.

a) Navadni barometer (sl. 178.) sestoji iz zavite zgoraj zavarjene cevi, ki ima spodaj hruški podobno odprto posodo. V cevi je steber živega srebra, ki ga nosi zračji pritisk; prostor nad živim srebrom v zaprti cevi mora biti popolnoma prazen. Ta cev je pripeta na desko, hruška pa tiči v majhni škatlici, da ne more prah do živega srebra, ampak le zrak. Na deski je napravljeno merilo s centimetri in z milimetri, ki ima svoj začetek pri gladini živega srebra v hruški. Vsi deli merila pa na deski niso zaznamenovani, marveč le zgornji.

Slika 179.

Slika 178.



Ako se zračji pritisk poveča ali zmanjša, tedaj pade ali se dvigne živo srebro v hruški, v cevi pa obratno. Potem pa se začetek merila ne ujema več z gladino živega srebra v hruški. Čitajoč število, do katerega sega živo srebro v cevi, ne zremo natančno dolžine živosrebrnega stebra, ki ga vzdržuje zračji pritisk. Ta pogrešek postane majhen, ako je premer hruške v razmerju s premerom cevi precej velik.

b) Dvokraki barometer (slika 179.) ima zavito cev, toda brez hruške. Daljši krak je zavarjen, krajši pa odprt. Cev je pritrjena na desko in se dá s posebnim vijakom nekoliko premikati gori in doli. Dolgostno merilo ima svoj začetek pri točki *a*. Hoteč zvedeti dolžino živosrebrnega stebra, ki ga vzdržuje zračji pritisk, premaknemo najprej cev z vijakom toliko, da se gladina živega srebra v odprti cevi ujema z začetkom merila, potem šele čitamo število, pri katerem stoji gladina živega srebra v zaprti cevi.

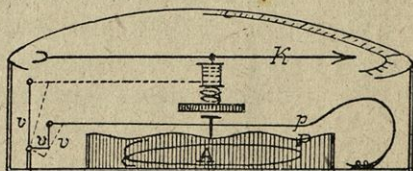
Barometer je le takrat dober in zanesljiv, kadar je: 1.) prostor nad živim srebrom v zaprti cevi popolnoma prazen; 2.) živo srebro čisto, da se ne prijema stekla; 3.) premer cevi tolik, da kapilarnost ne vpliva na gladino živega srebra; 4.) dolgostna mera vertikalna in nje začetek v isti horizontalni ravnini z gladino živega srebra v odprti cevi.

Je li prostor nad živim srebrom čisto prazen ali ne, spoznaš po zvenku, s katerim udari živo srebro ob steklo, ako si barometer nekoliko nagnil. V praznem prostoru je ta zvenk glasen in kovinskemu zvenku podoben. — Čitajoč barometrovo višino, moraš imeti oko v isti horizontalni višini, v kateri je gladina živega srebra. — Da odstraniš vpliv kapilarnosti (sprjemnost med živim srebrom in steklom), udari parkrat prav lahko po cevi.

Kovinski barometri (slika 180.) sestojé iz na vse strani zrakotesno zaprte škatlice *A*. Za pokrov tej škatlici služi tenka prožna in valovito zavita kovinska plošča *P*. Iz škatlice

pa je zrak kolikor mogoče odstranjen. Zračji pritisk na ta pokrov se javi v tem, da se pod večjim pritiskom pokrov bolj upogne, pri manjšem nekoliko bolj zravna. V središču tega pokrova je pritrjen majhen stebrič ter zvezan s

Slika 180.



prožnim peresom *p* in več vzvodi *v*, ki povečujejo majhno gibanje pokrova ter ga prenašajo na poseben kazalec *k*. Lestvica tega barometra se dela poizkusoma z živosrebrnim barometrom. (Vidijevi aneroidi.)

Barometer nam služi v prvi vrsti za to, da merimo zračji pritisk na posameznih krajih ter s tem opazujemo njegove izpremembe.

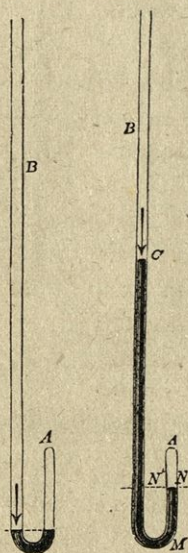
Barometer nas uči, da se zračji pritisk tem bolj zmanjšuje, čim više pridemo od morskega površja. Ker so učenjaki spoznali zakon, po katerem se v rastočih višavah zračji pritisk zmanjšuje, merijo sedaj s pomočjo barometra višine gorá in planin.

Opazovanje nas uči, da stoji barometer na enem in istem kraju vobče o lepem vremenu dokaj više kakor o deževnem in da o času neviht in viharjev navadno zelo hitro pada. Zato rabimo barometer tudi kot vremenokaz ter sklepamo iz njegovega dviganja na lepo vreme, iz počasnega padanja na dež, iz hitrega padanja na vihar. To sklepanje vendar ni vsekdar zanesljivo, zakaj na kakovost vremena vplivajo poleg zračjega pritiska še druge okoliščine, n. pr. vlaga v zraku, smer in sila vetrov.

§ 155. Boyle-Mariottov zakon. Poizkus: V dvokrako stekleno cev *AB* (slika 181.), katere krak *A* se dá zrakotesno zapreti, nalij toliko živega srebra, da stoji v obeh krakih do iste višine. Če nato krak *A* zapreš, ima zrak v tem kraku isto napetost kakor vnanji, ter je ta napetost enaka takratni barometrovi višini. Potem nalij v odprti krak toliko živega srebra, da se prostornina zaprtega zraka v kraku *A* zmanjša na polovico. V odprtem kraku stoji živo srebro

do višine C , v zaprtem pa do višine NN' (slika 182.). Ako izmeriš vertikalno razdaljo točk N' in C , najdeš, da je enaka takratni barometrovi višini. Napetost zraka v kraku A se je torej podvojila, ko si mu prostornino na polovico zmanjšal, zakaj zrak pritiska pri NN' na živo srebro navzdol z isto silo, s katero pritiska ondi živo srebro navzgor; pritisk živega srebra pa je enak vnanjemu zračjemu pritisku, ki deluje pri C v smeri pristinjavljene puščice, in pritisku živosrebrnega stebra med NN' in C .

Slika 181. Slika 182.



Ako v odprto cev B priliješ še toliko živega srebra, da se prostornina zaprtega zraka zmanjša na tretjino, zapaziš, da stoji živo srebro v odprti cevi za dvakratno barometrovo višino višje kakor v zaprtem kraku A , ali da je na tretjino svoje prvotne prostornine stisnjeni zrak dobil trikrat večjo napetost. — Pri vsem poskusu pa moraš paziti, da obdrži zrak ves čas isto temperaturo.

Poizkus uči:

Prostornine iste množine plina so obratno sorazmerne pritisku, ki nanj deluje, ali ker je napetost plina ravnotežna pritisku odzunaj:

Napetost iste množine plina je obratno sorazmerna njegovi prostornini.

Ako zaznamenuje v prostornino kakega plina pod pritiskom p , v_1 prostornino istega plina pod pritiskom p_1 in pri isti temperaturi, lahko navedeni zakon izrazimo s sorazmerjem $p : p_1 = v_1 : v$.

Iz tega sorazmerja dobimo enačbo: $pv = p_1 v_1$, t. j. za isti plin je pri enakih temperaturah produkt iz prostornine in napetosti stalna količina.

Navedeni zakon, Boyle-Mariottov zakon imenovan, velja za vsa plinasta telesa, vendar ne v vseh okoliščinah. Regnault je dokazal, da se prostornina plinov pri povečanju pritiska nanje ne zmanjšuje več pravilno po tem zakonu, ako so plini že blizu stanja, v katerem se začenjajo pretvarjati v tekočine.

Kako se pri plinastih telesih izpreminja napetost, kadar se jim temperatura poviša, prostornina pa ostane ista, smo povedali v § 14.

§ 156. **Manometri** so priprave, s katerimi merimo napetost plinastih teles. Največkrat je treba meriti napetost vodenih par v parnih kotlih; manometri v to svrho se zovejo paromeri.

Veliko napetost merimo po atmosferah, majhno z dolžino stebra iz živega srebra, ki mu je plinova napetost ravnotežna.

Majhno napetost plinov merimo z manometrom, ki ga kaže slika 183. V dvakrat zaviti stekleni cevi *abcd* je pri *c* nekoliko živega srebra; konec *d* je odprt, konec *a* je utrjen v posodi s plinom, katerega napetost hočemo izmeriti. Če ima plin v posodi tisto napetost kakor zrak, stoji živo srebro v krakih *cd* in *cb* do iste višine. Ako je napetost plina večja nego zračji pritisk, stoji živo srebro v kraku *cd* više nego v kraku *cb*. Recimo, da stoji živo srebro v kraku *cd* 3 *cm* više nego v kraku *cb*. Napetost plina v cevi *ab* je v tem slučaju enaka barometri višini več 3 *cm*. Na podoben način moreš meriti napetost plinov, ki imajo manjšo napetost nego zrak.

Slika 183.



Če je treba meriti večje napetosti plinov, se konec *d* zavari in se uporablja Boyle-Mariottov zakon.

Na parnih kotlih rabimo navadno kovinske manometre. Sestavljeni so po enakih načelih kakor kovinski barometri.

✦ § 157. **Nekateri aparati, katerih uporaba temelji na delovanju zračjega pritiska.**

1.) Navadna ali sesalna natega je na sredi širja posoda iz stekla ali kovine, katere en konec je precej dolg (slika 184.). Ako postaviš spodnji, daljši konec cevi v kako tekočino ter na zgornjem koncu z ustmi zrak izsrkavaš, se natega napolni s tekočino. S tem, da zrak iz natege izsrkavaš, razredčiš zrak v nategi ter mu zmanjšaš napetost. Vsled tega dvigne zunanji na tekočino pritiskajoči zrak tekočino v natego. Zamašiš li potem spodnjo odprtino, lahko tekočino iz natege preneseš v drugo posodo.

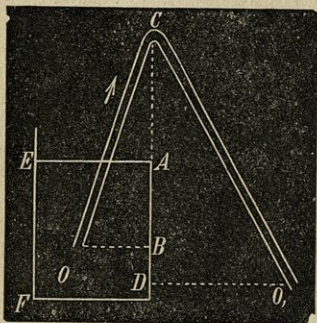
Slika 184.



Kako dolga bi smela biti natega, da bi se napolnila vsa z vodo, ako se spodnji del vode ravno dotika, in ako bi izsesal iz natege ves zrak, ker ima voda 13.6krat manjšo specifično težo kakor živo srebro?)

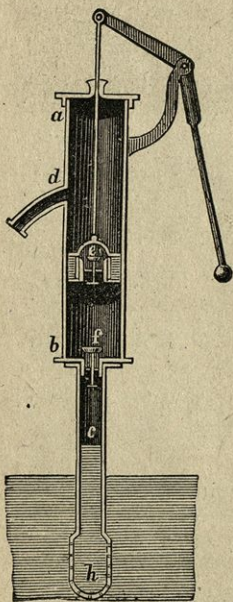
2.) Zavita natega je črki **V** podobna zavita cev *OCO*, (slika 185.); krak *O,C* je vendar nekoliko daljši od kraka *OC*. Ako postaviš krajši krak v posodo z vodo in ako pri odprtini *O*, iz cevi izsrkavaš zrak, se napolni vsa z vodo, zakaj zračji pritisk dvigne vodo v smeri pristavljene puščice; potem pa izteka voda sama iz cevi toliko časa, da pade gladina vode do *B*. Odprtino *O*, smeš postaviti tudi v drugo posodo z vodo, voda teče iz prve posode v drugo tako dolgo, da pride gladina vode v obeh posodah do iste horizontalne ravnine.

Slika 185.



Delovanje natega je lahko pojasniti. Mislimo si cev *OCO*, polno vode. Pritisk v cevi na najvišjem mestu *C* je z leve strani enak zračjemu pritisku, zmanjšanemu po nasproti delujočem hidrostatičnem pritisku vode v cevi z višino *AC*, z desne strani pa je enak zračjemu pritisku, zmanjšanemu po nasproti delujočem hidrostatičnem pritisku vode v cevi z višino *CD*. Ker je $CD > AC$, je pritisk z leve strani večji kakor z desne; zato mora voda po cevi teči v smeri pristavljene puščice, dokler ne postane $AC = CD$, torej toliko časa, da stoji v obeh ceveh v isti horizontalni višini, ali pa pride *O* izvan vode.

Slika 186.



Koliko bi smela znašati višina *AC*, da bi se napolnila vsa cev z vodo? — Ali moreš z zavito natego dvigati vodo čez hrib na drugo stran? — Ali bi delovale natega tudi v brezračnem prostoru? — Zavite natega rabimo, da pretakamo tekočine, n. pr. vino iz soda v sod, ki stoji nekoliko niže.

3.) Sesalna črpalka (slika 186.) sestoji iz dveh stikajočih se cevi *ab* in *c*; v širji cevi (škornjici) tiči bat, ki se dá v njej premikati zrakotesno, ali vsaj tako tesno, da ne propušča vode. Na tanjši cevi *c* (sesalni cevi) je spodaj

sito *h*. Pri *b* je zaklopnica *f* in v prevrtnem batu zaklopnica *e*, ki se obe odpirata navzgor. Pri *d* je cev za iztok (iztočilna cev).

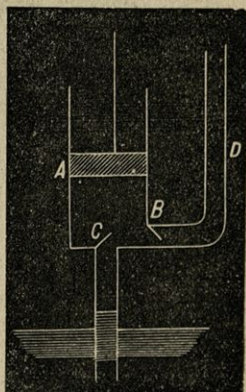
♣ Ako z dvokončnim vzvodom bat kvišku potegneš, se zrak v škornjici pod njim razredči ter dobi manjšo napetost nego je napetost zunanjega zraka. Vsled tega se zapre zaklopnica *e*, zunanji zrak pa pritiska vodo v škornjico. Ko gre bat zopet doli, se zaklopnica *f* zapre, skozi zaklopnico *e* pa teče voda v škornjici nad bat. To se ponavlja vsakokrat, kadar se bat vzdigne. Giblješ li bat dalje časa gori in doli, se nabere v škornjici toliko vode, da začne iztekati skozi iztočilno cev *d*.

♣ Sesalne črpalke rabimo pri vodnjakih. — Zračji pritisk ob morski gladini je ravnotežen 76 cm visokemu vertikalnemu živosrebrnemu steburu ali, ker je živo srebro 13·59 težje od vode, 13·59 krat višjemu, t. j. približno 10 m visokemu vertikalnemu vodenemu steburu. Zaradi tega zaklopnica *f* ne sme biti nad površjem vode v vodnjaku 10 m oddaljena, sicer bi voda ne vzhajala v škornjico. Ker se v prostoru nad batom nahaja vedno nekoliko zraka, se nareja zaklopnica *f* po največ blizu 6 m nad površjem vode v vodnjaku.

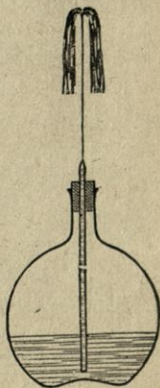
♣ 4.) Tlačilna črpalka (slika 187.) se razločuje od sesalne črpalke v tem, da bat *A* ni prevrtnan in da je na škornjico pritrjena kvišku idoča cev *D* z zaklopnico *B*. Ko potegneš bat *A* kvišku, se zapre zaklopnica *B*, zrak v škornjici pod batom se razredči, in zunanji zrak potisne vodo skozi zaklopnico *C*. Ko gre bat doli, se zaklopnica *C* zapre, bat pa potiska vodo mimo zaklopnice *B* v cev *D*.

♣ 5.) Heronova buča (slika 188.) je steklena posoda, napolnjena malone do polovice z vodo, v grlu pa zrakotesno zamašena. V zamašku tiči cev, ki sega posodi blizu dna. Ako povečaš zračjo napetost v buči s tem, da ali skozi cev v bučo pihaš ali da jo segrevaš, priteče precej visok curek vode skozi cev. Čim večja je zračja napetost v buči, tem više skoči vodni curek.

Slika 187.

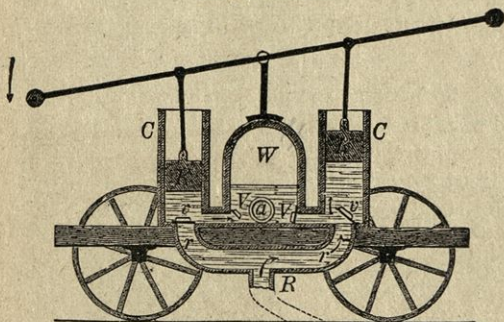


Slika 188.



6.) Vozna brizgalnica (slika 189.) je sestavljena iz dveh tlačilnih črpalk *CC* in Heronove buče *W*, vetrenik imenovane. Sesalni cevi *r* in *r* sta po cevi *R* zvezani z vodovodom ali sploh z veliko posodo polno vode. Bata *k* in *k* se gibljeta premenjema s pomočjo dvokončnega vzvoda. Ko gre bat *k* na levi strani doli, pritiska izprva zrak, pozneje vodo skozi levo zaklopnico v vetrenik; bat *k* na desni strani gre takrat gori, zrak pod njim se razredčuje, zunanji zrak pa pritiska vodo skozi sesalno cev *R* v škornjico pod bat. Ko gre desni bat doli, tlači vodo v vetrenik, škornjica na levi pa se polni z vodo. Dvigajoč bata premenjema gori in doli, privajamo v vetrenik vedno več vode, ki stiska ondotni zrak in tako povečuje njegovo napetost.

Slika 189.



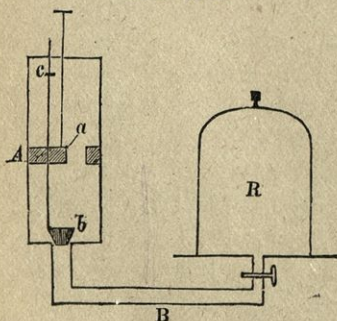
V vetreniku zgoščeni zrak tira potem vodo skozi cev *a* na plano, in sicer s tem večjo silo, torej tudi tem više, čim bolj je zgoščen, čim večja je njegova napetost.

Vozne brizgalnice rabijo gasilci pri požarih.

§ 158. Zračje črpalke so aparati, s katerimi v kakem prostoru lahko zrak ali razredčujemo ali zgoščujemo.

I. Zračja črpalka za razredčevanje (slika 190.) je podobna sesalni črpalci v sliki 186. Prevrtni bat se dá v stekleni cevi *A* — v škornjici — zrakotesno premikati gori in doli. Batov predor zapira zaklopnica *a*, ki se odpira navzgor. Sesalna cev *B* veže škornjico *A* s prostorom *R*, v katerem hočemo zrak razredčevati. Cev *B* se končuje v ravno ploščo, krožnik, na tega stavimo steklen zvonec, poveznik, tako, da ne

Slika 190.



propušča nikjer zraka. Kjer se stikata škornjica in sesalna cev, tiči stožkovit čep *b*, pritrjen na tanko skozi bat idočo palico *c*.

Ako potegnemo bat v škornjici kvišku, se dvigne čep *b* iz luknjice, toda ne veliko, ker je njegovo gibanje s tem omejeno, da udarja palica *c* na zgornjo steno škornjice. Pri tem se zrak v škornjici nekoliko razredči; vsled tega priteče vanjo iz poveznika nekoliko zraka. Ko pritisnemo bat navzdol, zapre čep *b* cev *B*, zrak pod batom se malo zgosti in odpre vsled svoje napetosti zaklopnico *a*, skozi katero potem odhaja. Ko gibljemo bat gori in doli, odstranjujemo torej zrak iz poveznika *R*. — Vsega zraka iz *R* vendar ne moremo odstraniti. Ko je bat na najnižjem delu škornjice in se dotika njenega dna, ne izpolnjuje vsega prostora; ostanejo še večje ali manjše luknjice, v katerih je zrak iste napetosti kakršno ima zunanji. Ko se giblje bat navzgor, se razširi ta zrak po škornjici; kadar ima, razširivši se po vsej škornjici, isto napetost kakršno ima zrak v povezniku, je dosežena meja razredčevanja.

Prostor, v katerem še ostane zrak, ko je bat na najnižjem mestu škornjice, imenujemo škodljivi prostor.

Iz povedanega pa izvajaj:

Zrak v povezniku moreš bolj razredčiti: *a*) ako je škodljivi prostor manjši, *b*) ako je prostornina škornjice večja.

Nad sesalno cevjo *B* je pri zračjih črpalkah pod posebnim poveznikom še dostikrat okrajšan dvokrak barometer, preizkusni barometer imenovan, s katerim merimo zračjo napetost v povezniku.

Poveznik preizkusnega barometra se dá zapirati s posebno pipo.

Višino živosrebrnega stebra merimo kakor pri barometru sploh od gladine živega srebra v odprti cevi do gladine v zaprti cevi. Ako je n. pr. razdalja obeh gladin = 1 mm in ako je zunanji zračji pritisk = 740 mm, potem je zrak v povezniku $740 : 1 = 740$ krat redkejši nego zunaj.

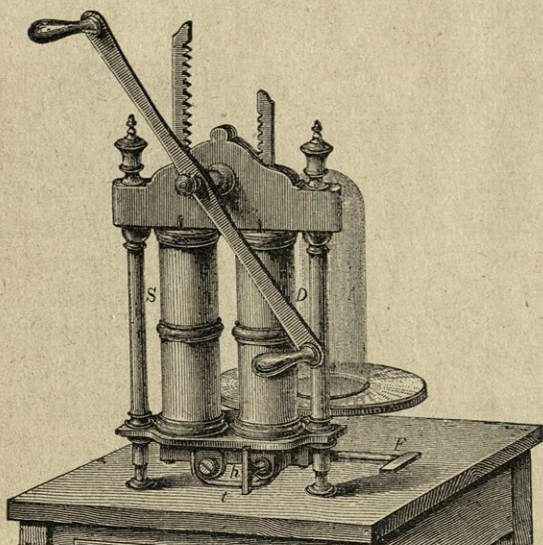
Delo razredčevanja si skrajšamo, ako rabimo namesto ene škornjice dve: *S* in *D* (slika 191.). Na vsakem batu je zobast drog, čigar zobje segajo med zobe zobastega kolesa. To kolo se dá z dvokončnim vzvodom premenjema vrteti na desno in levo, s tem se pa obenem gibljeta bata vrstoma gori in doli.

Prvo zračjo črpalko je izumil Oton Guericke (l. 1650).

Poizkusi z razredčevalno zračjo črpalko.

1.) Poveznik se prime krožnika, da ga ne moreš odtrgati, ako je zrak pod njim zadosti razredčen. — 2.) Kovinski polukrogli (Devin-ski polukrogli), (slika 192.) imata široke in gladko zbrušene ro-

Slika 191.



Slika 192.



bove. Položeni druga na drugo se ujemata tako dobro, da ne propuščata zraka. Ako ti polukrogli priviješ na sesalno cev *B* in iz njih izsesaš ves zrak, ju ne more narazen potegniti. — 3.) Kovinski valj je prevezan na enem koncu z mehurjem, na drugem pa obrušen, da na krožnik zračje črpalke postavljen ne propušča zraka. Ako iz tega valja zrak izsesaš, se mehur bolj in bolj upogiblje in končno razpoči. — 4.) Iz vode, piva, mleka itd. vzhajajo mehurčki, ako jih postavimo pod poveznik in v povezniku razredčimo zrak. — 5.) V kozarec vode potopi kos lesa, ki si mu privezal svinca, da se potopi; kozarec pa postavi pod poveznik. Iz lesa vzhajajo mehurčki, ko v povezniku zrak razredčiš. Ako izpustiš čez nekoliko časa v poveznik nanovo zraka, je les tudi znotraj moker. (Najprej je zrak iz luknjic odšel, potem je pa vtisnil zračji pritisk vanje vode.) — Na podoben način napajajo les s tekočinami, preprečujočimi gnitje; z raztopino modre galice, n. pr. droge, ki nosijo brzojavne žice itd. — 6.) Iz Heronove buče začne voda curkoma teči, ako jo postaviš pod poveznik in razredčiš zrak. — 7.) Do 60 ali 70°C segreta voda zavre pod poveznikom. — 8.) Pod poveznik postavi porcelanasto posodo s čisto žveplovo kislino, nad to pa v majhni stekleni skledici nekoliko kapljic vode. Ako izsesaš, kolikor moreš, zrak iz poveznika ter nekoliko počakaš, zmrznejo vodene kapljice. (Pod manjšim pritiskom voda hitro izhlapeva, pri hlapenju pa se utaja

toplota. Žveplova kislina vpija nastale vodene hlape.) — 9.) V brezračnem prostoru ugasne goreča sveča, živali pa poginejo. — 10.) Zavita natega neha pod poveznikom teči, ako je zrak iz njega izsesan.

II. Črpalka za zgoščevanje (slika 193.) ima v škornjici neprevrtan bat; posoda V, v kateri se zrak zgoščuje, je na škornjico z vijakom pritrjena ter ima zaklopnico, ki se odpira navznotraj (B). V škornjici navzdol gibajoči se bat zgoščuje zrak pred seboj; zgoščeni zrak odpre potem zaklopnico B in odhaja v posodo V. Ko gre bat v škornjici kvišku, se zaklopnica B zapre. Ko pride bat mimo stranske cevi A, pristopi v škornjico nov zrak. Čim več časa giblješ bat gori in doli, tem večjo napetost dobiva zrak v posodi V.

Tudi ta črpalka ima škodljivi prostor, ki povzročuje, da ne moreš zraka zgoščevati do poljubne meje.

§ 159. Zrakov vzgon ali nosilnost zraka. (Zrakoplovi.) Ker je zrak težak kakor vsako drugo telo in ker razvaja nanj delujoči pritisk na vse strani kakor tekočine, zato velja zanj Arhimedov zakon pravitako kakor za tekočine.

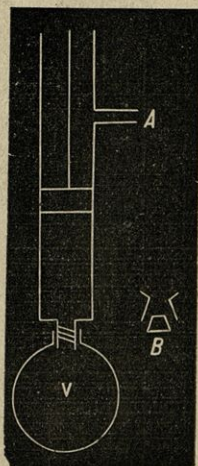
Na vsako telo v zraku deluje navzgor toliko sila, kolikor tehta od njega izpodrinjeni zrak.

Težo po kakem telesu izpodrinjenega zraka imenujemo zrakov vzgon ali nosilnost zraka. Ima li kako telo večjo težo nego je teža od njega izpodrinjenega zraka (zrakov vzgon), pada v njem na zemljo, telo pa plava v zraku, če sta obe teži enaki. Če je teža telesa manjša nego teža izpodrinjenega zraka, se mora telo v zraku dvigati kvišku. Ker pa zrak v višavah postaja redkejši, najdemo za vsako, bodi še tako lahko telo, neko mesto, kjer je teža izpodrinjenega zraka enaka njegovi teži; v tej višavi mora telo plavati, ne da bi padalo ali se više dvigalo.

Na tem pojavu so zasnovani zrakoplovi.

Zrakoplovi so baloni sploh jajčaste oblike iz svilnatega blaga, prevlečeni s firnežem, da ne propuščajo zraka, napolnjeni pa s plinom, ki je redkejši in torej lažji nego obkrožni zrak. Pod balonom

Slika 193.

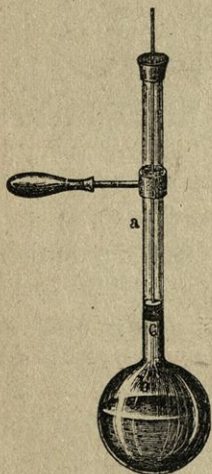


visi ladjica na vrvicah, ki preprezajo kakor mreža ves balon. V to ladjico spravljajo orodje in se usedajo osebe, ki hočejo splavati v zrak.

Brata Montgolfiera sta izumila prvi zrakoplov l. 1783. in ga napolnila s segretim zrakom. Balon je bil spodaj odprt, pod odprtino pa je gorel ogenj z velikim plamenom. Segreti zrak vzhaja v takem balonu kvišku, se razteza in iztira iz balona nekoliko mrzlejšega zraka. Da tak balon pada, treba ogenj nekoliko časa ugasniti ali odstraniti. Charles je polnil svoj zrakoplov z vodikom, Green pa s svetilnim plinom. Zrakoplovom z vodikom ali s svetilnim plinom treba dejati v ladjico vreče s peskom kot pritežek, da se izprva ne dvigajo prehitro. Ako tak zrakoplov v kaki višini mirno plava ter hoté zrakoplovci še više, izmečejo le nekoliko pritežka; plin pa izpuščajo, ako hoté zopet na zemljo.

§ 160. Parni stroji. Poizkus: Posoda *b*, ki jo kaže slika 194., je do polovice napolnjena z vodo, grlo *a* pa je zamašeno s premičnim batom *c*, ki se povsod prilega zrakotesno. — Ako to posodo segreješ, da voda zavre, dvignejo razvijajoče se vodene pare bat kvišku. Ko pa se voda ohladi in večina par zgosti v tekočo vodo, gre bat zopet doli.

Slika 194.



Pri vrenju vode razvijajoče se pare nam lahko služijo kot gonilna ali gibajoča sila.

Priprave, v katerih uporabljamo napetost vodenih par kot gonilno ali gibajočo silo, imenujemo sploh parne stroje ali parne motorje.

Pri vsakem parnem stroju razločujemo dva bistvena dela: parni kotel in parnistroj v ožjem pomenu.

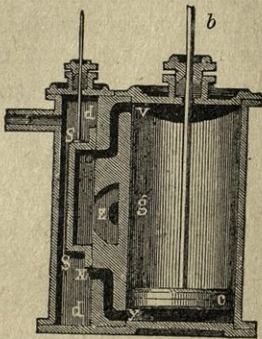
Parni kotel je na vse strani zaprta, navadno iz kovnega železa narejena posoda, v kateri se vrela voda pretvarja v pare.

Po obstoječih zakonitih predpisih mora vsak parni kotel biti opremljen z več aparati, ki jih skupno imenujemo kotlovo opremo ali armaturo. Najvažnejši so: 1.) vodokazna cev, da se vidi, koliko vode je v kotlu; 2.) manometer, ki kaže napetost vodenih par v kotlu; 3.) ena ali več varnostnih zaklopnih, ki se samodelno odpro, če napetost par prekorači gotovo mejo; 4.) cev, skozi katero tlači tlačilna črpalka v kotel vodo; 5.) cev, po kateri se odvajajo pare v parni stroj; 6.) vratica, skozi katera zleze v kotel človek, kadar ga hoče znotraj očistiti.

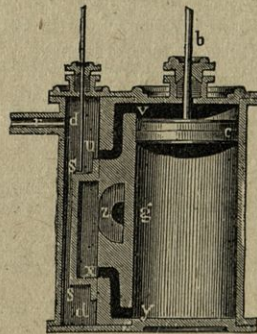
Kot gibajoča sila delujejo vodene pare tako, da premičejo v posebno močnem votlem valju premičen bat gori in doli. To se vrši takole:

Po dovodni cevi *r* (slika 195. in 196.) prihajajo vodene pare iz parnega kotla v prostor *dd*, parni prekat. Ta je po dveh ceveh *uv* in *xy* zvezan z valjem *g*; tretja cev *z* vodi iz njega bodisi neposredno na plano, bodisi v zgoščevalnik,

Slika 195.



Slika 196.



t. j. prostor, v katerega se brizga voda. Cev *z* in eno izmed prvih dveh zaslanja razdeljevalnik *ss*, ki ima obliko odprte škrinjice, katere odprta stran se prav dobro prilega valjevi steni *dd*. V valju samem je premičen bat *c* s pritrjenim železnim drogom *b*.

V sliki 195. prihajajo vodene pare iz parnega prekata po cevi *xy* pod bat *c* ter ga pritiskajo navzgor, pare in zrak nad batom pa odhajajo v istem času po ceveh *vu* in *z*. — Ko dospe bat *c* do zgornjega konca, porine parni stroj sam s posebno pripravo razdeljevalnik navzdol, kakor kaže slika 196. Sedaj prihajajo vodene pare iz parnega prekata po cevi *uv* v valj nad batom, iz valja pod batom pa odhajajo po ceveh *xy* in *z*.

Spuščajoč vodene pare v valj izpremenjema pod bat in nad bat, gibljemo ga vrstoma gori in doli.

Drog *b* je zvezan po enem ali po več vzvodih z velikim kolesom, zamašnjakom, tako da spravlja kolo v vrtenje.

Parne stroje na vozeh, ki jih lahko popeljemo, kamor hočemo, imenujemo lokomobile; lokomotive ali hlaconi so parni stroji na kolesih, ki premikajo sami sebe; stoječi ali stalni stroji so na enem in istem mestu nepremični.

Prvi večji parni stroj je sestavil Newkomen (l. 1705.). Pri tem stroju so pare dvigale bat le kvišku, navzdol ga je pritiskal zračji pritisk.

Prvi stoječi stroj v tej sestavi, kakor jih rabimo sedaj, je izumil James Watt (l. 1763.), lokomotivo pa Stephenson (l. 1814.).

V delavnicah rabimo v poganjanje raznih delovnih strojev poleg elektriških motorjev tudi plinske motorje. Pri teh motorjih delujejo kot gonilna sila plini, ki se razvijajo, ko pod batom razpokava zmes svetilnega plina in zraka. Ta zmes se prižiga ali z malim plinovitim plamenčkom, ali z elektriško iskro. Namesto svetilnega plina moremo rabiti tudi bencin, špirit ali petrolej.

XII. Osnovni nauki iz astronomije.

§ 161. Navidezno vrtenje nebesne krogle. Oni del zemeljskega površja, ki ga obenem pregledamo s stališča, kjer nič ne ovira našega razgleda, se nam dozdeva kot ravnina, nad katero se razprostira nebesni oblok kot polukrogla, in pravitako se nam tudi dozdeva, da se ravnina in nebesna polukrogla sečeta v krogu, čigar središče je tam, kjer sami stojimo. To ravnino imenujemo navidezni obzor ali horizont. Kar je v prostoru na obzoru in nad njim, to vidimo; kar je pod njim, tega ne vidimo.

Krog, v katerem se sečeta obzor in nebesna polukrogla, imenujemo obzornik. Ravnina, ki gre skozi zemeljsko središče in je z navideznim obzorom vzporedna, se imenuje pravi ali astronomijski horizont. Ta deli ves svetovni prostor v dva enaka dela.

Ker je Zemlja v primeri z neskončno velikim svetovnim prostorom zelo majhna, smemo brez vsakega pogrška navidezni obzor zamenjati s pravim, to se pravi, smemo si misliti, da se opazovalec nahaja v središču Zemlje namesto na kaki točki njenega površja.

Skrozi naše stališče idoča navpičnica seče nebesni oblok v dveh točkah, v točki nad našim temenom — v temenišču (nadglavišču) in v točki pod našimi petami — v petišču (podnožišču).

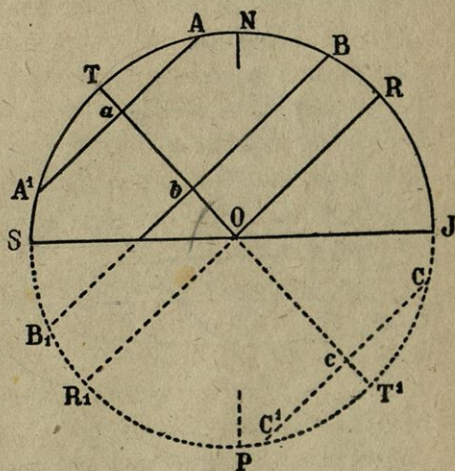
Na nebesnem obloku vidimo podnevi Solnce, časih tudi Mesec; po solnčnem zahodu pa se prikaže ogromno število bolj ali manj svetlih zvezd.

↙ Nekatere zvezde so v primeri z zvezdami svoje okolice vedno na istem mestu; take imenujemo zvezde stalnice. Nekatere pa menjavajo svoje stališče ter se časih drugim zvezdam približujejo, potem pa zopet oddaljujejo, to so zvezde premičnice. — Več stalnic druga poleg druge tvori zvezdne skupine, sozvezdja, ki so dobila posebna imena, n. pr. Veliki voz, Mali voz, Dvojčka, Rak, Oven, Orijon, Plejade itd.

↙ Nebesna telesa se navidezno zavrté v vsakih 24 urah po enkrat okoli Zemlje. Pri zvezdah opazujemo, da opisujejo pri tem vrtenju nekatere manjše, nekatere večje loke. Pri natančnem opazovanju pa spoznamo, da se nahaja prav blizu zvezde tečajnice* točka, ki ostane ves čas nepremična na enem in istem mestu. To točko imenujemo severni nebesni tečaj. Tako dobivamo vtis, kakor bi se ves nebesni oblok, na katerem so zvezde stalnice pritrjene, v vsakih 24 urah po enkrat zasukal okoli osi, ki gre skozi severni tečaj in zemeljsko središče. To os imenujemo svetovno os. Ta oklepa v naših krajih z obzorom kot približno 46° ; njen podaljšek seče nebesni oblok na nasprotni strani južnem nebesnem tečaju ali polu.

↙ V sliki 197. zaznamuje premica TT , svetovno os, O stališče opazovalca, SJ prerez njegovega obzora z ravnino papirja, N opazovalčevo temenišče in P petišče.**

Slika 197.



* Zvezdo tečajnico najdeš, ako skozi zadnji dve zvezdi Velikega voza potegneš premico v smeri proti ojesu Malega voza ter na isto naneseš petkratno razdaljo teh dveh zvezd.

** Črte ležeče pod obzorom so pikičasto risane.

Ravnino, ki jo položimo skozi svetovno os, in točko N imenujemo poldnevniško ravnino. Ta ravnina seče nebesno kroglo v glavnem krogelnem krogu, ki ga imenujemo poldnevnik ali meridian opazovalca, stoječega v točki O .

Poldnevnik seče obzor v točkah S in J , od katerih imenujemo pod severnim tečajem T ležečo (S) severišče, drugo, nad južnim polom ležečo (J) južišče.

Ako iz točke O gledamo proti severnemu tečaju, opazujemo, da se zvezde sučejo v nasprotnem zmislu, kakor kazalec na uri.

Vsaka zvezda se premika v ravnini, ki stoji pravokotno na svetovni osi, ter opiše v 24 urah krog — vzporednik imenovan, kojega središče je na svetovni osi.

Zvezda v točki A n. pr. opiše krog s polumerom Aa , zvezda v točki B krog s polumerom Bb itd.

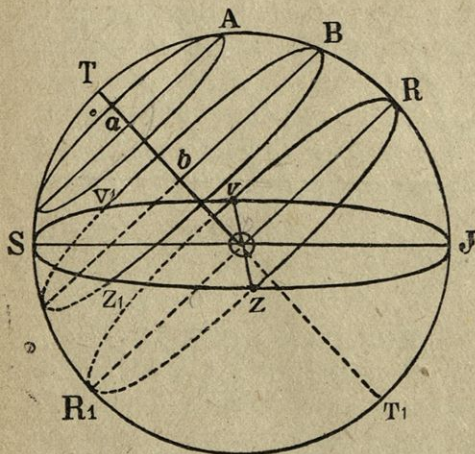
Polumeri posameznih vzporednikov so različno dolgi. Najdaljši polumer ima vzporednik, kojega ravnina gre skozi zemeljsko središče, to je glavni krogelni krog s polumerom RO , ki je od obeh tečajev enako oddaljen (90°).

Ta vzporednik imenujemo nebesni ravnik ali polutnik; njegova ravnina seče zemeljsko oblo v zemeljskem ravniku.

V sliki 198., v kateri zaznamenuje TT' svetovno os, O stališče opazovalca, krog $SVJZ$ njegov obzorik, so narisani vzporedniki s polumeri Aa , Bb in RO ter so loki ležeči pod obzorom pikičasti, nad obzorom izvlečeni.

Nebesni ravnik RR' seče obzorik v premici VZ , ki stoji pravokotno na premici SJ . Točko V , ki jo imamo na svoji desni strani, kadar gledamo proti severnemu tečaju, imenujemo vzhodišče, točko Z pa zahodišče.

Slika 198.



Premice *OS*, *OV*, *OJ* in *OZ* zaznamenujejo opazovalcu v točki *O* štiri glavne strani sveta (sever, vzhod, jug in zahod).

Poleg teh še govorimo o severovzhodu, jugovzhodu, severozahodu itd. (Vetrovnica.)

Kako najdemo poldnevno črto (*SJ*), smo učili v § 39.

Na slikah 197. in 198. vidimo, da leže nekateri vzporedniki nad obzornikom, nekateri deloma nad obzornikom, deloma pod njim, in nekateri (proti južnemu tečaju) pod obzornikom.

✚ Zvezde, ki opisujejo vzporednike nad obzornikom, so za nas ves čas vidne, imenujemo jih obstožerne ali nadzornice; zvezd, kojih vzporedniki so pod obzornikom, pa nikdar ne vidimo, imenujemo jih podobzornice. Vse druge zvezde pa vsak dan vzidejo nad obzor in zopet zaidejo pod obzor.

✚ Zvezde in Solnce vzhajajo na vzhodu, ter gredo vsak dan dvakrat skozi poldnevniški krog. Ko pridejo v poldnevnik, pravimo, da vrhujejo.

✚ Točki, v katerih se sečeta poldnevnik in vzporednik kake zvezde, imenujemo vrhovišči te zvezde. Razločujemo zgornja in spodnja vrhovišča; pri zvezdah nadzornicah lahko opazujemo oboji, pri zvezdah, ki vzhajajo in zahajajo, pa le zgornje vrhovanje.

✚ Lok na obzorniku od vzhodišča *V* do točke, v kateri se prikaže kaka zvezda nad obzorom (do zvezdinega vzhodišča), imenujemo jutranjo daljino te zvezde; večerna daljina pa je lok na obzorniku od zahodišča *Z* do točke, v kateri zvezda zaide pod obzor. Za zvezde, ki krožijo po vzporedniku s polumerom *Bb*, je lok *VV*, jutranja daljina, lok *ZZ*, večerna daljina. Pri enem in istem vzporedniku sta obe enaki. Zvezde, ki krožijo v ravniku, nimajo nobene jutranje in večerne daljine.

✚ Dokler je Solnce ali kaka zvezda nad obzorom, opisuje dnevni lok, stopivši pod obzor pa nočni lok.

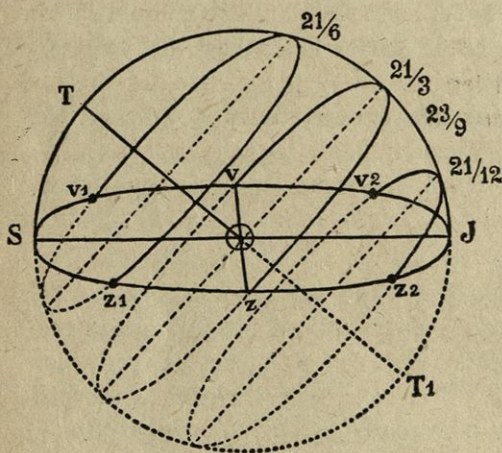
✚ Čas, ko biva Solnce nad obzorom, imenujemo dan, čas, ko je pod obzorom, je noč, čas, ko vstopi v poldnevnik, je poldan, oziroma polnoč. Čas, ki preteče od enega solnčnega zgornjega vrhovanja do drugega, je pravi solnčni dan; čas od enega zgornjega vrhovanja ene in iste zvezde do drugega je zvezdni dan. Zvezdni dnevi so vedno enako dolgi, pa nekoliko krajši od solnčnih dni; dolgost solnčnih dni pa se nekoliko izpreminja.

§ 162. Navidezno gibanje Solнца. Vsaka zvezda stalnica vzhaja vedno v eni in isti točki ter opisuje dan na dan isti vzporednik. Pri Solncu pa opazujemo, da vzhaja tekom enega leta v kaj različnih točkah obzornika.

✦ Dne 21. marca vzide Solnce točno v vzhajališču V (slika 199.) in zaide v zahodišču Z ter kroži po ravniku. Dnevni in nočni lok sta enako dolga. Solnce vzide ob 6. uri zjutraj in zaide ob 6. uri zvečer; dan in noč sta enako dolga.

✧ Ta dan imenujemo pomladansko enakonočje.

Slika 199.



Od dne 21. marca do 21. junija vzhaja in zahaja Solnce v točkah, ki se severu vedno bolj bližajo (njegova jutranja daljina narašča), ter vzhaja pred 6. uro in zahaja po 6. uri. Dnevi se daljšajo, noči pa krajšajo. Največjo jutranjo daljino ($VV_1 = 23^\circ 27' 10 \cdot 4''$) proti severu ima Solnce dne 21. junija. Ta dan vzide kmalu po 4. uri in zaide ob 8. uri zvečer; to je naš najdaljši dan. Vzporednik, ki ga Solnce opiše ta dan, imenujemo obratnik Raka ali poletni solnčni obratnik.

✧ Od 21. junija naprej pojema jutranja daljina Solнца od dne do dne. Solnce vzide vsak dan nekoliko pozneje in zaide popreje; dnevi se krajšajo, noči pa daljšajo.

✧ Dne 23. septembra vzide Solnce zopet točno v vzhodišču ter opiše krog v ravnikovi ravnini. Noč in dan sta enako dolga. Ta dan imenujemo jesensko enakonočje.

✧ Od 23. septembra nadalje vzhaja Solnce v točkah, ki se vedno jugu bližajo; njegova jutranja daljina narašča proti jugu. Dnevni lok je krajši od nočnega; dan se krajša.

Dne 21. decembra znaša jutranja solnčna daljina $VV_2 = 23^\circ 27' 10.4''$ proti jugu. Vzporednik, ki ga Solnce ta dan opiše, imenujemo obratnik Kozoroga ali zimski solnčni obratnik. Dne 21. decembra imamo najkrajši dan. Solnce vzide malo pred 8. uro in zaide kmalu po 4. uri.

Od 21. decembra nadalje vzhaja Solnce v točkah, ki se dan za dnevom vzhodišču V bližajo ter vzide dne 21. marca zopet v vzhodišču V .

Poleg tega opisanega navideznega gibanja nahajamo pri Solncu še drugo navidezno gibanje.

Če opazujemo vzhodne čase Solнца in kake zvezde stalnice, ki je prav blizu Solнца, najdemo, da vzhaja Solnce od dne do dne nekoliko pozneje nego ta stalnica, in sicer da se razloček vzhodnih časov med obema povprek vsak dan poveča za štiri minute. Če sta Solnce in zvezda stalnica nekega dne vzišla točno ob istem času, potem vzide Solnce čez pol leta ravno 12 ur pozneje nego ta stalnica; čez leto dni pa vvideta oba ob istem času.

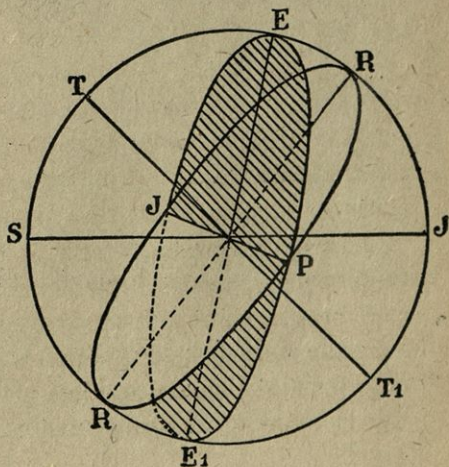
Iz navedenega razvidimo, da Solnce kroži vsak dan v drugem vzporedniku in da se obenem na zvezdnatem nebu navidezno premika od zahoda proti vzhodu ter naredi v enem letu en obhod.

Ako zvežemo vse točke, v katerih je Solnce tekom enega leta vrhovalo, dobimo na nebesnem oboku glavni krogelni krog, ki znamenjuje navidezno pot, ki jo je Solnce v 365 dneh naredilo, in ki se imenuje ekliptika.

V sliki 200. zaznamuje premica TT_1 svetovno os, krog RR_1 ravnik in krog EE_1 ekliptiko. Ravnina ekliptike je proti ravnikovi ravnini za $23^\circ 27' 10.4''$ naklonjena (naklon ekliptike) ter seče ravnikovo ravnino v točkah P in J , v točkah enako nočja.

V točki P stoji Solnce dne 21. marca, v točki J pa dne 23. septembra. Točko P imenujemo pomladišče,

Slika 200.



točko J jesenišče. Točki E in E_1 , kjer je Solnce od ravnika proti severu, oziroma proti jugu najbolj oddaljeno, sta obratišči ali obstojišči.

Na nebesnem pasu, skozi katerega gre ekliptika, se nahaja dvanajst sozvezdij, ter so ta pas že stari narodi imenovali zodiak ali zverokrog.

Ekliptiko delimo v dvanajst enakih delov ter se vsak tak del zove po sozvezdju, ki je njemu najbližje. Položaj Solнца označujemo s tem, da pravimo, Solnce stoji v tem ali onem sozvezdju, ali vstopi v to ali ono sozvezdje.

Ta sozvezdja so od spomladišča počenshi od zahoda proti vzhodu šteta po tehle verzih:

Sunt: aries, taurus, gemini, cancer, leo, virgo,
 libraque, scorpius, arcitenens, caper, amphora, pisces.

§ 163. Zemlja, nje oblika in vrtenje. Opazovanja: 1.) Od prihajajočih ladij vidimo najprej jadra, polagoma pa še le njih druge, nižje dele, ko so nam ladje že bliže. — 2.) Potujoč po svetu vidimo vedno druge zvezde, nekatere pa nam pod obzorom izginejo. — 3.) Dozdevni obzor ima povsod obliko krožnine in je večji, ako stojimo na višjem mestu. — 4.) Zemljo so že dostikrat, deloma po morju, deloma po suhem, obpotovali. — 5.) Zemeljska senca na Mesecu ob času njegovega mrka je okrogla. — 6.) Vse druge pre-mičnice imajo kroglasto obliko.

Iz teh in še drugih razlogov sklepamo, da je naša Zemlja okrogla.

Opazovanja: 1.) V vsakih 24 urah se navidezno ves nebesni oblok zavrti okoli Zemlje od vzhoda proti zahodu: — 2.) Z njihali je dokazano, da je težnost najmanjša na ravniku in da postaja tem večja, čim bolj se bližamo tečajema. — 3.) Mereč zemeljski premer na različnih krajih so našli, da je od severa proti jugu krajši nego na ravniku, — da je Zemlja sploščena. (Sploščenost Zemlje smo dokazali kot posledek pri vrtenju delujoče sredobežnosti.) — 4.) Pasatni vetrovi nimajo prave smeri od ravnika proti tečajema in nasprotno, ampak so nekoliko odklonjeni. — 5.) Z visokih višin prosto padajoča telesa ne padajo povsem vertikalno; marveč je smer njihovega pada naklonjena nekoliko proti vzhodu. (Ako si mislimo,

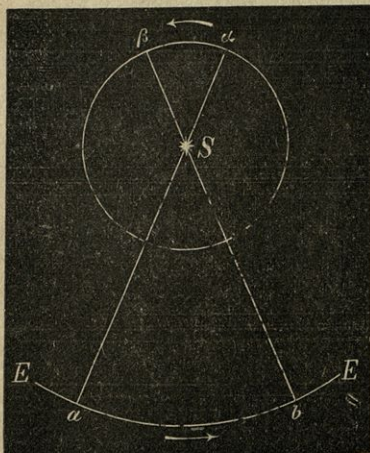
da se Zemlja vrti okoli osi, idočé skozi njeno središče, tedaj je hitrost vrtenja višjih točk večja nego nižjih. Kamen, padajoč z visoke višine, ima potem večjo hitrost nego vertikalno pod njim ležeča točka, torej pade vsled vztrajnosti nekoliko na ono stran, kamor se Zemlja vrti: proti vzhodu.) — 6.) Tudi druga nebesna telesa se vrté okoli svojih osi.

✂ Iz teh razlogov sklepamo, da se zavrti Zemlja v vsakih 24 urah po enkrat od zahoda proti vzhodu okoli osi, ki gre skozi severni in južni tečaj ali pol.

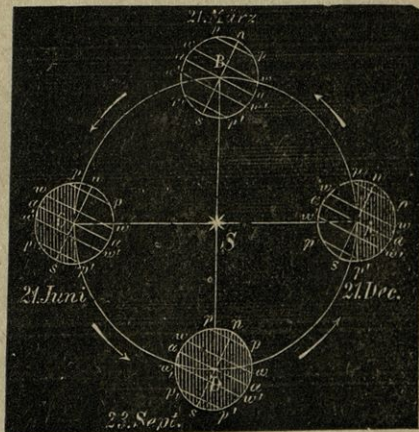
✂ § 164. Gibanje Zemlje okoli Solнца. Navidezno gibanje Solнца okoli Zemlje si lahko pojasnjujemo tudi tako, da Solnce miruje na istem mestu, in da se Zemlja giblje okoli njega.

✂ Ako stoji Solnce v točki S (slika 201.) in Zemlja v točki a , tedaj gledamo Solnce v smeri aS v točki α . Ko se Zemlja premakne od a do b , gledamo Solnce S v smeri bS v točki β . Solnce se je premaknilo v tem času navidezno od α do β . — Oziraje se na to, da se tudi druge premičnice gibljejo okoli Solнца, in še iz drugih vzrokov, katerih vseh tukaj ne moremo navajati, velja zakon:

Slika 201.



Slika 202.



✂ Solnce stoji mirno; Zemlja pa se giblje okoli njega, in sicer naredi v teku enega leta enkrat pot okoli Solнца v ekliptiki, ki je proti ravniku naklo-

njena v kotu $23^{\circ} 27' 10.4''$. Zemeljska os ostaje ves čas sama sebi vzporedna in je proti ekliptiki naklonjena v kotu $66^{\circ} 32' 49.6''$.

Kepler je dokazal, da je zemeljska pot elipsa, v katere enem žarišču stoji Solnce.

Čas, ki preteče, da se vrne Solnce zopet do iste zvezde stalnice, se zove zvezdno leto in = 366.25636 zvezdnim dnevom. Tropično leto je čas, kateri preteče, da pride Solnce enkrat od spomladišča do tega nazaj. Tropično leto ima 366.242255 zvezdnih ali 365.242255 srednjih solnčnih dni, ali 365 dni, 5 ur, 48 minut in 48 sekund.

§ 165. **Letni časi. Dolgost dneva in noči.** Ko bi zemeljska os stala pravokotno na ravnini, v kateri se giblje Zemlja okoli Solнца, obsevalo bi Solnce vse kraje zemeljskega površja vsak dan 12 ur in ravno toliko časa bi se mudilo pod obzorom; — na enem in istem kraju bi ne bilo nobenih letnih časov. Ker pa je zemeljska os proti ekliptiki naklonjena, postanejo drugačne razmere.

V sliki 202. je zaznamenovana zemeljska pot okoli Solнца s krogom, kar sicer ni natančno, pa vendar ni velik pogrešek, kajti elipsa, v kateri se Zemlja giblje okoli Solнца, se od kroga prav malo razlikuje. S zaznamenuje Solnce, *ns* zemeljsko os, *aa* ravnik, *ww* in *w'w'* kroga obratnika.

Dne 21. marca stoji Zemlja v *B*; solnce opisuje ta dan na nebesnem obloku krog, ki se krije z ravnikom. Dnevni in nočni lok sta povsod enaka, po vsej Zemlji sta noč in dan enako dolga. Opoldne stoji Solnce opazovalcu na ravniku v njega temenišču, v drugih krajih pa toliko stopinj proti jugu ali severu oddaljeno, kolikor stopinj znaša zemljepisna širina teh krajev. Opazovalcu na tečajih stoji Solnce ta dan v obzoru. Ta čas imenujemo pomladansko enakonočje.

Povedano velja tudi za dan 23. septembra, ko stoji Zemlja v *D*. (Jesensko enakonočje).

Dne 21. decembra stoji Zemlja v *A*, Solnce pa v obratniku Kozoroga, $23^{\circ} 27' 10.4''$ (v okroglem $23\frac{1}{2}^{\circ}$) proti jugu. Kraji te južne zemljepisne širine imajo ta dan Solnce opoldne v temenišču. Prebivalci na južnem tečaju na vseh krajih, kateri so do $23\frac{1}{2}^{\circ}$ od južnega tečaja oddaljeni (v sliki do *p'p'*), imajo Solnce ves dan nad obzorom; torej traja njim dan celih 24 ur. — Na severni poluti imajo ta dan prebivalci, ki so od severnega tečaja

$23\frac{1}{2}^{\circ}$ oddaljeni (v krogu vzporedniku *pp*), Solnce opoldne ravno v obzoru. Ves drug čas imajo ti prebivalci noč. Prebivalci, od severnega tečaja manj nego $23\frac{1}{2}^{\circ}$ oddaljeni, imajo ves čas noč.

Dne 21. junija stoji Zemlja v *C*, Solnce pa v obratniku Raka, $23\frac{1}{2}^{\circ}$ od ravnika proti severu oddaljeno. Prebivalci tega kroga vzporednika *pp* gledajo Solnce opoldne v temenišču; prebivalci med severnim tečajem in tem vzporednikom imajo ves dan Solnce nad obzorom, prebivalci med južnim tečajem in vzporednikom *p'p'* pa ves dan pod obzorom, torej noč.

Iz povedanega sledi neposredno, da na severni poluti od dne 21. decembra do dne 21. junija dan narašča, in da se od dne 21. junija do dne 21. decembra krajša. Na južni poluti narašča dan od dne 21. junija do dne 21. decembra, krajša pa se od dne 21. decembra do 21. junija. — Enako kakor dan, narašča in pojema tudi grejoča moč solnčnih žarkov.

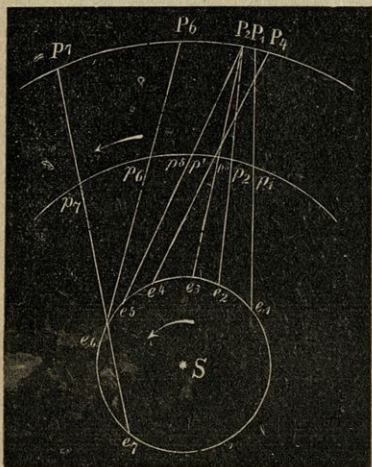
Čas od dne 21. marca do dne 21. junija imenujemo pomlad, čas od dne 21. junija do dne 23. septembra poletje, čas od dne 23. septembra do dne 21. decembra jesen, čas od dne 21. decembra do dne 21. marca pa zimo. Poletje je na severni poluti 6 dni daljše nego zima, ker je v tem času Zemlja od Solнца bolj oddaljena ter se giblje z manjšo hitrostjo. — (Vroči ali tropični pas, zmerno topla in mrzla pasa.)

§ 166. Navidezno gibanje premičnic. Ako opazujemo več časa stališče kake zvezde premičnice v primeri z zvezdami stalnicami, spoznamo, da se premičnice na nebesnem obloku nekoliko časa gibljejo od zahoda proti vzhodu, na podoben način kakor Solnce, pa vendar z vedno manjšo hitrostjo. Potem opazujemo dobo, v kateri premičnica svojega stališča ne izpreminja; na to pa se začne gibati v nasprotno smer, sprva bolj hitro, potem pa vedno bolj počasi. Ko se je bila vdrugeč nekoliko ustavila, se začne gibati zopet v prvo smer, od zahoda proti vzhodu. Gibanje v smer od zahoda proti vzhodu imenujemo *pravopotno*, gibanje od vzhoda proti zahodu pa *protipotno*. Pravopotno gibanje je izdatnejše nego protipotno, tako da se premičnica naposled vendar le premika od zahoda proti vzhodu.

Tako dvojno gibanje premičnic je le navidezno in nastane radi tega, ker se Zemlja giblje okoli Solнца. Recimo, da zaznamenuje v sliki 203. *S* Solnce, prvi, najmanjši krog zemeljsko pot, drugi krog pot premičnice okoli Solнца in tretji, največji pa nebesni oblok, ter da se Zemlja in premičnica gibljeta v smeri pristavljenih puščic.

Če stoji Zemlja v e_1 , premičnica pa v p_1 , tedaj gledamo premičnico na nebesnem obloku v smeri $e_1 p_1$ v točki P_1 . Ko pride Zemlja v točko e_2 , pride premičnica, recimo, v točko p_2 . Premičnico gledamo sedaj v smeri $e_2 p_2$ v točki P_2 . Kadar stoji Zemlja v e_3 , premičnica v p_3 , gledamo jo tudi v P_2 .

Slika 203.



S stališča e_4 gledamo premičnico, stoječo v p_4 , v P_4 . Gibanje premičnice je bilo v tem času, ko se je zemlja gibala od e_3 do e_4 in premičnica od p_3 do p_4 protipotno. Ko je Zemlja v e_5 , premičnica v p_5 , vidimo jo v P_2 ; njeno gibanje je postalo zopet pravopotno. S stališč e_6 , e_7 vidimo premičnico, stoječo v p_6 , p_7 , v točkah P_6 in P_7 itd.

⌞ Poti premičnic okoli Solнца so istotako elipse, kakor pot Zemlje okoli Solнца; Solnce stoji v enem žarišču teh elips. ⌞ Ravnine teh elips pa so proti ekliptiki različno naklonjene, vendar naklonski kot nobene teh ravnin ni večji od 10° . Te ravnine sečejo ekliptiko v po dveh točkah, v ozlih. Čas, v katerem obkroži premičnica enkrat vso elipso, se zove obhodni čas; čas, ki preteče, da pride premičnica zopet do ene in iste zvezde stalnice, se zove zvezdni obhodni čas; tropični obhodni čas je naposled čas, v katerem premičnica obkroži pot od spomladišča do tega nazaj.

⌞ § 167. **Mesec in njegovo gibanje.** Mesec spremlja Zemljo na njeni poti okoli Solнца ter dobiva, kakor Zemlja in vse druge premičnice, svetlobo od Solнца. Tudi pri njem opazujemo navidezno dvojno gibanje: a) vsak dan od vzhoda proti zahodu, b) vsak mesec od zahoda proti vzhodu. Če opazujemo Mesec 28 do 30 dni, pričenski ob času, ko je bil mlaj, razvidimo to-le:

⌞ Koj po mlaju se Mesec prikaže na zahodni strani v obliki srpa in zahaja takoj za Solncem. Razsvetljena ploskev se od dne do dne povečuje, in čez 7 dni in 9 ur je ravno polovica Meseca

razsvetljena. Mesec vzhaja in zahaja 6 ur pozneje kakor Solnce in se torej od Solнца proti vzhodu vedno bolj oddaljuje. Čez daljših 7 dni in 9 ur je razsvetljena vsa mesečeva ploskev, ki je obrnjena proti nam; Mesec vrhuje opolnoči (polna luna ali ščip). 7 dni in 9 ur na to je razsvetljena njega leva polovica, takrat vrhuje približno 6 ur poprej nego Solnce. V naslednjih dneh se razsvetljena ploskev vedno bolj zmanjšuje in dobiva obliko srpa; Mesec se zopet bliža Solncu, dokler ne dobimo vnovič mlaja. Čez 29 dni, 12 ur, 44 minut in 2·9 sekund dobiva vsakokrat isto svojo svetlo obliko, to se pravi: toliko časa preteče od jednega mlaja do drugega. Ta čas imenujemo sinodski mesec.

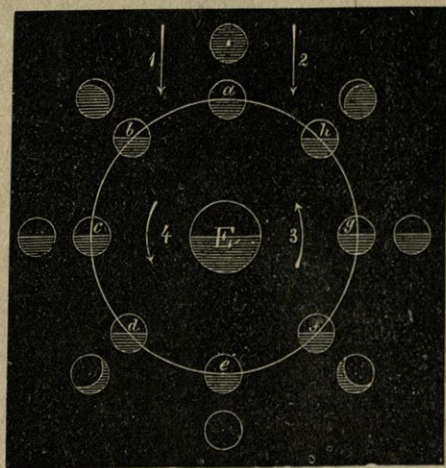
Med zvezdami stalnicami se Mesec premakne vsak dan približno za $13^{\circ} 12'$ proti vzhodu in vzhaja vsak dan 52·8 minut pozneje. Svojo pot okoli Zemlje preteče v 27 dneh, 7 urah, 43 minutah in 11·5 sekundah; ta čas se imenuje zvezdni mesec.

Mesec se giblje okoli Zemlje po elipsi, v katere enem žarišču stoji Zemlja. Proti ekliptiki je ravnina mesečeve poti za $5^{\circ} 8' 40''$ naklonjena; obe se sečeta v dveh vozlih, katera se pa od vzhoda proti zahodu tako premičeta, da opiše vsak v 18 letih in 10 dnevih ves krog. Srednja razdalja Meseca od zemeljskega središča znaša $60\frac{1}{4}$ zemeljskega polumera ali 384.400 km; polumer Meseca meri 3480 km.

Kako nastanejo razne mesečeve mene, spoznamo iz naslednjega razmotrivanja.

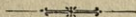
Mislimo si, da sta mesečeva in zemljina pot v eni in isti ravnini (kar sicer ni v vsem natančno, vendar za naše motrenje ugodneje), in recimo, da je Zemlja v *E* (sl. 204.), Mesec pa zaporedoma v točkah *a*, *b*, *c*..., ter da padajo solnčni žarki nanj v smerih pristavljenih puščic 1, 2. V točki *a* je proti Zemlji obrnjena stran Me-

Slika 204.



seca nerazsvetljena, temna. To dobo imenujemo mlaj. V točki *c* vidimo Mesec na pol njegove plošče razsvetljen (prvi krajec); v točki *e* je vsa proti Zemlji obrnjena ploskev razsvetljena (ščip); v točki *g* je razsvetljena zopet le polovica ploskve, obrnjene proti Zemlji (zadnji krajec); v točkah *b*, *d*, *f*, *h* je razsvetljen del, ki je podoben srpu. — Povedano velja tudi, čeravno sta ravnini mesečeve in zemljine poti druga proti drugi naklonjeni. Mesec nam kaže vedno eno in isto stran, iz česar sklepamo, da se zavrti v času svojega obhoda okoli Zemlje tudi enkrat okoli svoje osi. Ta os je naklonjena proti ekliptiki za $1^{\circ} 28' 25''$. Z Zemljo vred se vrti Mesec tudi okoli Solнца; njegova pot postane s tem zelo sestavljena.

O mesečevih in solčnih mrkih glej § 92.



Slovensko-nemška terminologija.

A.

- Akord, *der Akkord.*
Akumulator, *der Akkumulator.*
Aneroid, *das Aneroid.*
Anoda, *die Anode.*
Arhimedov zakon, *das Archimedische Gesetz.*

B.

- Babje pšeno (sodra), *die Graupeln.*
Barometer, dvokraki, *das Heberbarometer.*
— kovinski, *das Metallbarometer.*
— preizkusni, *die Barometerprobe.*
Barometrova višina, *der Barometerstand.*

Barve, dopolnilne, *die Komplementär- oder Ergänzungsfarben.*

Barva, mešana, *die Mischfarbe.*

Barvenost teles, *die Körperfarbe.*

— tonov, *die Klangfarbe.*

Bat, *der Kolben.*

Baterija, galvanska, *die galvanische Batterie.*

Beločnica (v očesu), *die weiße Hornhaut.*

Blisk, *der Blitz.*

Bliskavica, *das Wetterleuchten.*

Bobnič (v ušesu), *das Trommelfell.*

Breme, *die Last.*

Brizgalnica, gasilna, *die Feuerspritze.*

Brzjav, *der Telegraph.*

Brzotehtnica, *die Schnellwege.*

Buča, Heronova, *der Heronsball.*

Busola (kompas), *die Busssole.*

C.

Cev, dovodna (parna), *das Leitungs- (Dampf-)Rohr.*

— Eustahova, *die Eustachische Röhre.*

— sesalna, *das Saugrohr.*

Č.

Cas nihaja, *die Schwingungsdauer.*

— obhodni, *die Umlaufszeit.*

Celo (pri klinu), *der Keilrücken.*

Člen, galvanski, *das galvanische Element.*

Črpalka, sesalna, *die Saugpumpe.*

— tlačilna, *die Druckpumpe.*

— zračja, *die Luftpumpe.*

D.

Daljina, jutranja, *die Morgenweite.*

— večerna, *die Abendweite.*

Daljnogled, holandski (Galilejev), *das holländische (Galileische) Fernrohr.*

— zemeljski, *das terrestrische oder Erdfernrohr.*

— zvezdarski, *das astronomische Fernrohr.*

Dan, solčni, *der Sonnentag.*

— zvezdni, *der Sternentag.*

Deljivost, *die Teilbarkeit.*

Delo sile, *die Arbeit der Kraft.*

Dina, *die Dyne.*

Dinamo, dinamoelektriški stroj, *das Dynamo, die dynamoelektrische Maschine.*

Doba nihajna, *die Schwingungsdauer.*

Doglašalo, *das Sprachrohr.*

Dogled, normalni, *die normale Sehweite.*

Drgač, *der Reiber.*

Drgalo, *das Reibzeug.*

Drobnogled, *das Mikroskop.*

Duplina, bobničeva (v ušesu), *die Paukenhöhle.*

E.

Efekt sile, *der Kräfteffekt.*

Ekliptika, *die Ekliptik.*

Elektrenina, *die elektrische Ladung.*

Električen, *elektrisch, mit Elektrizität geladen.*

Električnost, *der elektrische Zustand.*

Elektrika, galvanska, *die galvanische Elektrizität.*

— negativna, pozitivna, *die negative, positive Elektrizität.*

— prosta, *die freie Elektrizität.*

— torna, *die Reibungselektrizität.*

— vezana, *die gebundene Elektrizität.*

Elektrika, vzbujena po toploti, *die Thermoelektrizität.*

Elektriški, *zur Elektrizität gehörig, elektrisch.*

— kolovrat, *die Elektrisiermaschine.*

Elektriti, *elektrisieren.*

Elektrofor (elektronos), *der Elektrofor.*

Elektrolit, *der Elektrolyt.*

Elektroliza, *die Elektrolyse.*

Elektromagnet, *der Elektromagnet.*

Elektroskop, *das Elektroskop.*

Enakonočje, *jesensko, pomladansko, das Herbst- (Frühlings-) Äquinoktium.*

Enakoročen, *gleicharmig.*

Enokončen, *einseitig.*

Enota dela, *die Arbeitseinheit.*

F.

Fizika, *die Physik (Naturlehre).*

Fotografija, *die Photographie.*

G.

Galvanometer, *das Galvanometer.*

Galvanoplastika, *die Galvanoplastik.*

Gibanje, *enakomerno, die gleichförmige Bewegung.*

— neenakomerno, *die ungleichförmige Bewegung.*

— pojemalno, *die verzögerte Bewegung.*

— pospeševano, *die beschleunigte Bewegung.*

— postopno, *die fortschreitende Bewegung.*

— pravopotno, *die rechtläufige Bewegung.*

— protipotno, *die rückläufige Bewegung.*

— vrtilno, *die Drehbewegung.*

Gladina tekočine, *der Flüssigkeitsspiegel, das Niveau.*

Glasilka, *die Stimmritze.*

Glasotvornica, *das Stimmband.*

Gostomer, *der Dichtigkeitsmesser, das Aerometer.*

Gostota, *die Dichte.*

Gramska masa, *die Grammasse.*

Grebljica, *die Schrotwage.*

Gredelnica pri tehtnici, *der Wagebalken.*

H.

Hitrost, *die Geschwindigkeit.*

— končna, *die Endgeschwindigkeit.*

Hitrost, *povprečna ali srednja, die mittlere Geschwindigkeit.*

— začetna, *die Anfangsgeschwindigkeit.*

Hlap, *der Dunst.*

Hlapna telesa, *die flüchtigen Körper.*

I.

Igla magnetnica, *die Magnetnadel.*

Indukcija, *magnetiška, die Magnetinduktion.*

— voltovska, *die Voltainduktion.*

Indukčni aparat, *der Induktionsapparat, der Induktor.*

Influenca (razdelba), *elektriška, die elektrische Influenz, Verteilung.*

— magnetiška, *die magnetische Influenz, Verteilung.*

Iskrovabec, *der Funkenzieher.*

Izhlapevanje, *die Verdunstung.*

Izparivanje, *die Verdampfung.*

Izžarilnost toplote, *das Wärmeausstrahlungs- oder Emissionsvermögen.*

Izžarjevanje toplote, *die Wärmestrahlung.*

J.

Jakost sile, *die Stärke (Intensität) der Kraft.*

— svetlobe, *die Lichtstärke.*

— toka, *die Stromstärke.*

Jek, *das Echo.*

Jesenišče, *der Herbstpunkt.*

Južišče, *der Südpunkt.*

K.

Kalorija, *die Kalorie.*

Katoda, *die Kathode.*

Kembelj (pri tehtnici), *das Laufgewicht.*

Kinematograf, *der Kinematograph.*

Kladvice (v ušesu), *der Hammer.*

Klin, *der Keil.*

Koherer, *der Kohärer (Fritter).*

Kolo na vretenu, *das Wellrad.*

Kompas, *der Kompaß.*

Kot, *lōmeči, der brechende Winkel.*

— lomni, *der Brechungswinkel.*

— odbojni, *der Reflexionswinkel.*

— vpadni, *der Einfallswinkel.*

— vzdizni, *der Elevationswinkel.*

Kotel, *parni, der Dampfkessel.*

Krajec, *prvi, das erste Mondviertel.*

— zadnji, *das letzte Mondviertel.*

Krasnogled, *das Kaleidoskop.*

Križišče (očesno), *der Kreuzungspunkt.*

Krmilo, *der Schieber, das Steuer.*
Krog, *poldnevniški, der Mittagskreis.*
Kukalo, *gledališko, das Theater- oder Opernglas.*

L.

Lasovitost, *die Kapillarität.*
Leča, *izbočena ali zbiralna, die Konvex- oder Sammellinse.*
— *predmetnica, die Objektivlinse.*
— *priročnica, die Okularlinse.*
— *vbokla ali razpršilna, die Konkav- oder Zerstreuungslinse.*
Ledišče, *der Eispunkt.*
Leto, *tropično, das tropische Jahr.*
— *zvezdno, das siderische Jahr.*
Lok, *dnevni, der Tagbogen.*
— *nočni, der Nachtbogen.*
Lom svetlobe, *die Lichtbrechung.*
Lomljivost, *die Brechbarkeit.*
Lučaj, *die Wurfwerte.*
Luknjičavost, *die Porosität.*

M.

Magnet, *der Magnet.*
Magnetičnost, *der magnetische Zustand.*
Magnetiti, *magnetisieren.*
Magnetizem, *der Magnetismus.*
Magnetnica, *die Magnetnadel.*
Masa, *die Masse.*
Matica, *vijakova, die Schraubennutter.*
Mavrica, *glavna, der Hauptregenbogen.*
— *stranska, der Nebenregenbogen.*
Meglja, *der Nebel.*
Meridijan, *der Meridian.*
Mesec, *sinodski, der synodische Monat.*
— *zvezdni, der siderische Monat.*
Met, *horizontalni, der horizontale Wurf.*
— *poševni, der schiefe Wurf.*
— *vertikalni, der vertikale Wurf.*
Mikrofon, *das Mikrophon.*
Mlaj, *der Neumond.*
Mlekomer, *die Milchwage, das Galaktometer.*
Molekula, *die Molekel, das Molekül.*
Moment, *vrtilni, das Drehungsmoment.*
Motovilo, *die Haspel.*
Mrena, *očesna, der graue Star.*
Mrežnica, *(v očesu), die Netzhaut.*
Mrk, *mesečev, die Mondesfinsternis.*
Mrk, *solnčni, die Sonnenfinsternis.*

N.

Nadglavišče, *der Zenith.*
Naklon, *magnetiški, die magnetische Inklination.*
Nakovalce, *(v ušesu), der Amboß.*
Napetost elektrike, *die Spannung der Elektrizität.*
— *pare, die Spannkraft des Dampfes.*
Natega, *navadna ali sesalna, der Stech- oder Saugheber.*
Natega, *zavita, der Krummheber.*
Nepregreven, *diatherman, wärmedurchlässig.*
Neprodinost, *die Undurchdringlichkeit.*
Nihaj, *die Pendelschwingung.*
Nihalo, *das Pendel.*
Nosilnost magneta, *die Tragkraft des Magnets.*

O.

Objektiv, *(leča predmetnica), die Objektivlinse.*
Oblak, *die Wolke.*
Obločnica, *elektriška, die elektrische Bogenlampe.*
Obratnik, *solnčni, der Sonnenwendekreis.*
Obzor, *navidezni, der scheinbare Horizont.*
Obzor, *pravi, der wahre Horizont.*
Odboj svetlobe, *die Reflexion des Lichtes.*
Odboj zvoka, *die Reflexion des Schalles.*
Odklon, *magnetiški, die magnetische Deklination.*
— *kromatični, die chromatische Abweichung.*
Odmev, *der Widerhall (Nachhall).*
Okence, *jajčasto (v očesu), das ovale Fenster.*
Oko, *das Auge.*
Okular, *(leča priročnica), das Okular.*
Opna, *die Membrane.*
Os, *magnetiška, die magnetische Achse.*
— *optična, die optische Achse.*
— *vrtjenja, die Drehungsachse.*
Osamilo, *der Isolator.*
Osvetljenost, *die Beleuchtungsstärke.*
Ovira gibanja, *das Bewegungshindernis.*
Ozmoza, *die Osmose.*
Ozračje, *die Atmosphäre.*

P.

- Pad, prosti, *der freie Fall.*
 Para, *der Dampf.*
 Paradokson, hidrostatični, *das hydrostatische Paradoxon.*
 Parnik na vijak, *der Schraubendampfer.*
 Pasatni veter, *der Passatwind.*
 Pega, rumena (slepa), (v očesu), *der gelbe (blinde) Fleck.*
 Petišče, *der Nadir.*
 Piščal z jezičkom, *die Zungenpfeife.*
 — ustična, *die Lippenpfeife.*
 Plavanje, *das Schwimmen.*
 Plin, *das Gas.*
 Podelitev, *die Mitteilung.*
 Podporišče, *der Unterstützungspunkt.*
 Pojav, *die Erscheinung.*
 Pojemek (hitrosti), *die Abnahme (Verzögerung) der Geschwindigkeit.*
 Pol, magnetiški, *der Magnetpol.*
 Poldnevnic, *die Mittagslinie.*
 Položaj, ravnotežni, *die Gleichgewichtslage.*
 Polutnik, *der Äquator.*
 Polž (v ušesu), *die Schnecke.*
 Pomladišče, *der Frühlingspunkt.*
 Posode, občujoče, *die Kommunikationsgefäße.*
 Pospesek, *die Beschleunigung, Akzeleration.*
 Potencial, elektriški, *das elektrische Potenzial.*
 Pravilo, plavaško (Amperovo), *die (Ampèresche) Schwimmregel.*
 Pravokotnica, vpadna, *das Einfallslot.*
 Prečka (pri tehtnici), *der Wagebalken.*
 Pregreven, atherman, *wärmeundurchlässig.*
 Prekapanje, *die Destillation.*
 Prekat, očesni, *die Augenkammer.*
 — parni, *die Dampfkammer.*
 Prestrezalo, *die Auffangstange.*
 Pretež, *das Übergewicht.*
 Prijemališče (sile), *der Angriffspunkt (der Kraft).*
 Pritisk, zračji, *der Luftdruck.*
 Pronicanje, *die Diffusion.*
 Provod toplote, *die Wärmeleitung.*
 Provodnik elektrike, *der Elektrizitätsleiter.*
 — toplote, *der Wärmeleiter.*
 Provodljivost toplote, *die Wärmeleitungsfähigkeit.*
 — elektriška, *das elektrische Leitungsvermögen.*
 Prožnost, *die Elastizität.*

R.

- Ravnik, *der Äquator.*
 Ravnina, vpadna, *die Einfallsebene.*
 Ravnotežje, *das Gleichgewicht.*
 Razdalja, žariščna, *die Brennweite.*
 — razpršišča, *die Zerstreungsweite.*
 Razdelba, elektriška, *die elektrische Verteilung (Influenz).*
 Razhlapanje, *die Sublimation.*
 Razklon svetlobe, *die Zerlegung des Lichtes, die Farbenzerstreuung.*
 Razpršišče, *der Zerstreungspunkt.*
 Razstavljanje gibanja, *die Zerlegung der Bewegung.*
 — sil, *die Zerlegung der Kräfte.*
 Raztezek, *die Größe der Ausdehnung, der Ausdehnungskoeffizient.*
 Raztop, *die Auflösung.*
 Raztopina, *die Lösung.*
 Resonanca, *die Resonanz.*
 Rob, lomeči, *die brechende Kante.*
 Ročica sile, *der Kraftarm.*
 — vzvoda, *der Hebelarm.*
 Rosa, *der Tau.*
 Rosišče, *der Taupunkt.*
 Roženica (v očesu), *die durchsichtige Hornhaut.*

S.

- Samosvetel, *selbstleuchtend.*
 Sedež elektrike, *Sitz der Elektrizität.*
 Senca, *der Schatten.*
 Sesač, *der Sauger.*
 Sestavljača, *die Komponente.*
 Sestavljanje sil, *die Zusammensetzung der Kräfte.*
 Severišče, *der Nordpunkt.*
 Sila, elektrobudna, *die elektromotorische Kraft.*
 — gibajoča, *die bewegende Kraft.*
 — konjska, *die Pferdekraft.*
 — magnetna, *die magnetische Kraft.*
 — odbijalna, *die abstoßende Kraft.*
 — oviralna, *die hemmende Kraft.*
 — privlačna, *die Anziehungskraft.*
 Sitišče, *der Sättigungspunkt.*
 Skala, tonska, *die Tonleiter.*
 Skupnost, *der Aggregationszustand.*
 Sladomer, *das Saccharometer.*
 Slana, *der Reif.*
 Slepota, črna, *der schwarze Star.*
 Slika, navidezna (geometrijska, virtuelna), *das scheinbare (geometrische, virtuelle) Bild.*

Slika, resnična (fizična, reelna), *das wirkliche (physische, reelle) Bild.*

— zvočna, *die Klangfigur.*

Sluhovod, *der Gehörgang.*

Slušalo, *das Hörrohr.*

Sozvezdje, *das Sternbild.*

Sozvočenje, *das Mittönen.*

Spektrum, *das Spektrum.*

Sploščenost Zemlje, *die Abplattung der Erde.*

Sprijemnost, *die Adhäsion.*

Sredobežnost, *die Fliehkraft, Zentrifugalkraft.*

Sredotežnost, *die Zentripetalkraft.*

Stiskalnica, vodna (hidravlična), *die hydraulische Presse.*

Stojnost, *die Standfestigkeit, Stabilität.*

Strelna, ognjena, *der zündende Blitzschlag.*

— vodena, *der kalte Blitzschlag, der Rückschlag.*

Strelovod, *der Blitzableiter.*

Strjenje, *die Erstarrung.*

Strmec, *das Gefälle.*

Strmina, *die schiefe Ebene.*

Stroj, *die Maschine.*

— dinamo elektriški, *die Dynamomaschine, das Dynamo.*

Sublimacija, *die Sublimation.*

Svetilnost, *die Leuchtkraft.*

Svetlost, *die Helligkeit.*

Svetlikanje, *das Wetterleuchten.*

Š.

Šarenica (v očesu), *die Regenbogenhaut.*

Ščip, *der Vollmond.*

Škripec, *die Rolle.*

Škripečevje, *der Flaschen-(Rollen-) Zug.*

T.

Taljenje, *das Schmelzen.*

Tališče, *der Schmelzpunkt.*

Tečaj, svetovni, *der Himmelspol.*

Tehtnica, decimalna, *die Dezimalwage.*

— kemijska, *die chemische Wage.*

— z mostičem, *die Brückenwage.*

— rimska, *die römische Wage.*

— trgovska, *die Krämerwage.*

Telefon, *das Telephon.*

Temenišče, *der Zenith.*

Termometer, *das Thermometer.*

Teža, *das Gewicht.*

Težen, *schwer, der Schwere unterworfen.*

Težišče, *der Schwerpunkt.*

Težiščnica, *die Schwerlinie.*

Težnost, *die Schwerkraft.*

Toča, *der Hagel.*

Tok, elektriški, *der elektrische Strom.*

— galvanski, *der galvanische Strom.*

— termoelektriški, *der thermo-elektrische Strom.*

Ton, *der Ton.*

Toplota, hlapilna, *die Verdunstungswärme.*

— parna, *die Verdampfungswärme.*

— specifična, *die spezifische Wärme.*

— strjevalna, *die Erstarrungswärme.*

— talilna, *die Schmelzwärme.*

— utajena, *die gebundene (latente) Wärme.*

Toplotnost, *der Wärmezustand.*

Trdnost, *die Festigkeit.*

Trenje, *die Reibung.*

Tresenje, *die Schwingung.*

Trk, *der Stoß.*

Troblja, ušesna, *die Ohrtrompete.*

Tuljava (primarna, sekundarna ali indukčna), *die (primäre oder Haupt-, sekundäre oder Induktions-) Spule.*

U.

Uhelj, *die Ohrmuschel.*

Upor, *der Widerstand.*

Upornost, magnetiška, *die magnetische Koerzitivkraft.*

V.

Valj, parni, *der Dampfzylinder.*

Valovanje, *die Wellenbewegung.*

Vertikalen, *vertikal.*

Vetrenik, *der Windkessel.*

Videnje, telesno, *das körperliche Sehen.*

Vijak, *die Schraube.*

Vijakova matica, *die Schraubenmutter.*

Vijakovo vreteno, *die Schraubenspindel.*

Vilice, glasbene, *die Stimmgabel.*

Višina barometrova, *der Barometerstand.*

— metna, *die Wurfhöhe.*

— zavoja, *die Schraubenhöhe, Ganghöhe.*

Vitel, *die Winde.*

Vodišče, *der Wasserpunkt.*

Vodomet, *der Springbrunnen.*

Vozel, *der Knoten.*
 Vpadišče, *der Einfallspunkt.*
 Vpojnost, *die Absorption.*
 Vrelišče, *der Siedepunkt.*
 Vreteno, *die Welle.*
 Vzdig strmine, *die Steigung der schiefen Ebene.*
 Vzgon, *der Auftrieb.*
 Vzhodišče, *der Aufgangspunkt.*
 Vzprednik, *der Parallelkreis.*
 Vztrajnost, *das Beharrungsvermögen.*
 Vzvod, *der Hebel.*
 Vžigalo, zračje, *das pneumatische Feuerzeug.*

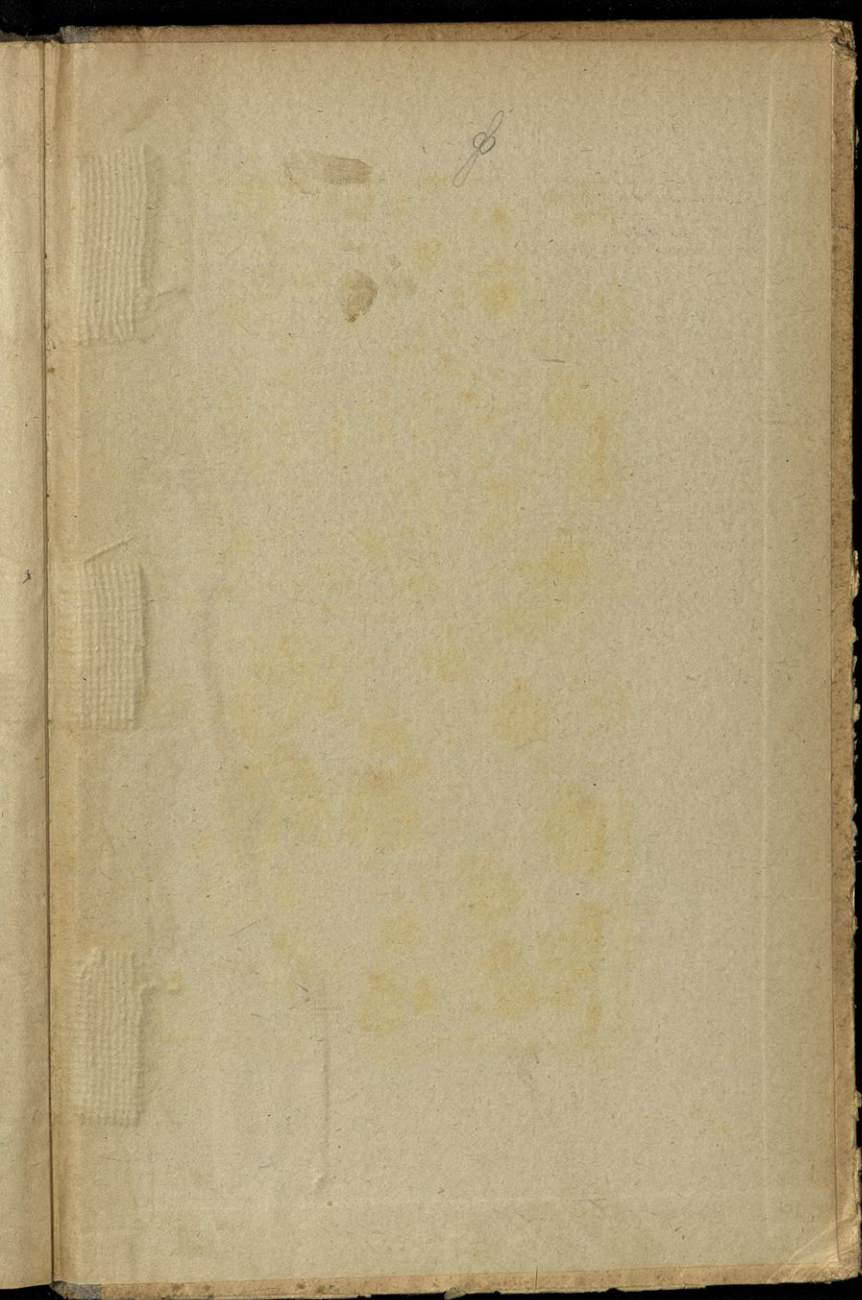
Z.

Zagozda, *der Keil.*
 Zahodišče, *der Westpunkt.*
 Zaklopnica, varnostna, *das Sicherheitsventil.*
 Zamašnjak, *das Schwungrad.*
 Zavojnica, *die Schraubenlinie.*
 Zenica, *die Pupille.*
 Zgoščevanje, *die Kondensation.*
 Zlitina, *die Legierung.*
 Zmes, mrazotvorna, *die Kältemischung.*

Zrakoplov, *der Luftballon.*
 Zrcalo, konkavno, *der Konkav-(Hohl-) Spiegel.*
 — konveksno, *der Konvexspiegel.*
 — ravno, *der ebene Spiegel.*
 Zrklo, *der Augapfel.*
 Zverokrog, *der Tierkreis (Zodiakus).*
 Zvezda premičnica, *der Planet.*
 — stalnica, *der Fixstern.*
 — tečajnica, *der Polarstern.*
 Zveznost, *die Kohäsion.*
 Zvočilo, *der Schallerreger.*
 Zvok, *der Schall.*
 Zvokovod, *das Schallmittel.*
 Zvonec, elektriški, *die elektrische Klingel.*

Ž.

Žarek, glavni, *der Hauptstrahl.*
 — lomljeni, *der gebrochene Strahl.*
 — svetlobni, *der Lichtstrahl.*
 — toplotni, *der Wärmestrah.*
 Žarišče, *der Brennpunkt.*
 Žarnica, elektriška, *die elektrische Glühlampe.*
 Žilnica (v očesu), *die Aderhaut.*
 Živec, slušni, *der Gehörnerv.*
 — vidni, *der Sehnerv.*



Univerzitetna knjižnica Maribor

S



21418/1919



000510273

COBISS