

6859

Fizika in kemija za meščanske šole.

V treh stopnjah.

pisal

Andrej Senekovič,

u. pr. gimnazijah, revizor j. v. Ljubljane.

II. stopnja.

V ovesditu je vtislo enih 77 str.

Drugi tisk iz leta 1907, na mesto z dne 15. julija 1907, str. 2908, prečelani tisk.

Kot tisk, kajti najprej je bil v tiskarstvu z dne 19. aprila 1907, str. 1107.

Cena vsake knjige 1 K 60 v.



V Ljubljani 1913.

Natisnilo ga je tiskarstvo: Ig. M. Klemenčič & Tisk. Družba v Ljubljani.



Fizika in kemija za meščanske šole.

V treh stopnjah.

Spisal

Andrej Senekovič,

c. kr. gimnazijski ravnatelj v pokoju.

II. stopnja.

V besedilu je vtisnjenih 77 slik.

Tretji, po normalnem učnem načrtu z dne 15. julija 1907, šte. 2368, predelani natisk.

Kot učna knjiga pripuščena z razpisom c. kr. ministrstva za bogočastje in uk
z dne 19. aprila 1913, št. 10.845.

Cena vezani knjigi 1 K 60 v.



V Ljubljani 1913.

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



Inv. št. 6859

sig. XII - 93.

D.

J. X. 1952.

Vsebina.

I. Iz nauka o kemiji. (Stran 1. do 38.)

§ 1. Zrak in njega sestavine. — § 2. Kemijske spojine. — § 3. Kisik. — § 4. Voda. — § 5. Vodik. — § 6. Morska voda. Brom. Jod. — § 7. Kemijske prvine. Atomi. Atomske teže. — § 8. Kemijska pisava. — § 9. Ogljik. — § 10. Ogljikov oksid. — § 11. Ogljikov dioksid. — § 12. Klor. — § 13. Žveplo. — § 14. Žveplov dioksid. Žveplova kislina. — § 15. Žveplovodik. — § 16. Fosfor. — § 17. Apno. — § 18. Malta. — § 19. Kamena ali kuhinjska sol. Natrij. — § 20. Solna kislina. — § 21. Soliter. — § 22. Smodnik. — § 23. Solitrna kislina. — § 24. Amoniak. Salmiak. — § 25. Peplika ali kalijev karbonat. Jedki kalij. — § 26. Soda ali natrijev karbonat. Jedki natrij. — § 27. Silicij (kremik). — § 28. Steklo. — § 29. Aluminij. — § 30. Glina. — § 31. Železo. — § 32. Baker. — § 33. Cink. — § 34. Kositer ali cin. — § 35. Svinec. — § 36. Živo srebro. — § 37. Srebro. — § 38. Zlato. — § 39. Platina. — § 40. Kovinske zlitine.

II. Iz nauka o elektriki vzbujeni po dotiki (galvanski elektriki). (Stran 39. do 51.)

§ 41. Osnovni galvanski pojavi. Galvanski členi. — § 42. Galvanska baterija. — § 43. Razni galvanski členi. — § 44. Svetlobni in toplotni učinki galvanskega toka. — § 45. Kemijski učinki galvanskega toka. — § 46. Galvanoplastika. — § 47. Kako deluje galvanski tok na magnetnico. — § 48. Galvanometri. — § 49. Elektromagneti. — § 50. Elektriški brzovav ali telegraf. — § 51. Elektriški zvonec ali lišni brzovav.

III. O gibanju in mirovanju trdnih teles. (Stran 51. do 74.)

§ 52. Vztrajnost. — § 53. Sestavljanje gibanja. — § 54. Razstavljanje gibanja v dvoje gibanje. — § 55. Sestavljanje in razstavljanje sil. — § 56. Težišče. — § 57. Ravnotežje teles, na katera deluje le težnost. — § 58. Stalnost položaja teles. Stojnost. — § 59. Vzvod. — § 60. Uporaba vzvodov pri tehtnicah. — § 61. Škripec. — § 62. Kolo na vretenu. — § 63. Delo sil. — § 64. Ovire gibanja.

IV. O tekočinah. (Stran 75. do 77.)

§ 65. Določevanje gostote trdnih in tekočih teles.

V. O plinastih telesih. (Stran 77. do 82.)

§ 66. Sesalna črpalka. Tlačilna črpalka. — § 67. Heronova buča. Vozna brizgalnica. — § 68. Zračje črpalke. — § 69. Koliko svoje teže izgubljajo telesa v zraku. (Zrakoplovi.)

VI. Iz nauka o zvoku. (Stran 83. do 91.)

§ 70. Višina tonov. — § 71. Skala tonov. — § 72. Zveneče strune. —
§ 73. Zveneče palice. — § 74. Zveneče plošče. — § 75. Piščali. — § 76. Jakost
zvoka. — § 77. Sozvočenje. Resonanca. — § 78. Odboj zvoka. Jek. Odmev.

VII. Iz nauka o svetlobi. (Stran 91. do 107.)

§ 79. Zakoni, po katerih se svetloba odbija. — § 80. Ravno zrcalo. —
§ 81. Sferična zrcala. — § 82. Razmet svetlobe. — § 83. Lom svetlobe. —
§ 84. Popolni odboj svetlobe. — § 85. Lom svetlobe v telesih, ki so ome-
jena z vzporednima ploskvama. — § 86. Lom svetlobe v prizmah. —
§ 87. Razklon svetlobe v njene sestavine. — § 88. Barvnost teles. —
§ 89. Mavrica.

I. Iz nauka o kemiji.

§ 1. Zrak in njega sestavine.

Zrak je plin brez barve, vonja in okusa ter obdaja zemljo kroginkrog kot debela plast. Liter suhega zraka pod pritiskom ene atmosfere in pri temperaturi 0°C tehta 1.3 g . Živa bitja ga vdihavajo in bi brez njega ne mogla živeti.

Na mnogih telesih opazujemo kaj različne izpremembe, ako so v dotiki z zrakom. Železo izgubi na zraku svoj sijaj in se prevleče z neko skorjo, ki jo imenujemo rjo. Pravimo, da železo na zraku zarjavi. Baker postane na zraku medel in temen, svinec medel in sivkast; vino se na zraku pretvori v očet ali jesih.

Še hitreje se pod vplivom zraka vrše izpremembe mnogih teles, ako jih segrevamo. Na razbeljenem železu se tvori temna skorja, ki se s kovanjem odlušči v drobnih listkih. — Če v železni posodi raztalimo svinec in ga polagoma dalje segrevamo tako, da ima zrak ves čas do njega pristop, se na površju prevleče s sivkasto skorjo, ki se polagoma pretvori v rumen prašek. — Ako živo srebro na zraku dolgo časa segrevamo, se pretvori v rdeč prašek — rdeči precipitat imenovan, dočim se na zraku pri navadni temperaturi ne izpreminja.

Da morejo gorljiva telesa goreti, potrebujejo zraka. Ogenj v peči ugasne, ako vratca tesno zapremo in s tem zraku zabranimo pristop do kuriva.

Pa tudi z zrakom samim se vrše različne izpremembe. V zaprtem prostoru, v katerem se nahaja mnogo ljudi, postane zrak polagoma slab in nesposoben za dihanje; sveče, petrolejske svetiljke začno slabo goreti ali pa celó ugasnejo. — Goreča vžigalica ugasne, ako jo držimo v zračjem toku, ki vzhaja iz steklenega valja petrolejske svetiljke.

V čem obstoje izpremembe, ki jih opazujemo na telesih pod vplivom zraka in izpremembe, ki se vrše pri zraku samem, pojasnjujejo tile poizkusi:

Poizkus: a) Oba pola magneta podkovaste oblike vtakni v drobne železne opilke, da jih precej na njiju obvisi, potem obesi magnet s poloma navzdol na eno skledico navadne trgovske tehtnice, v drugo skledico pa položi toliko uteži, da se tehtnica uravna.

Ako se z gorečo vžigalico dotakneš železnih opilkov, se vžge vsa masa in žari nekoliko časa sama ob sebi, tehtnica pa se na to stran precej nakloni.

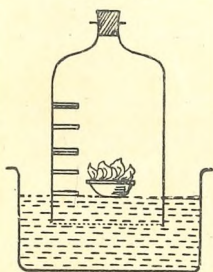
Žareči železni opilki so se pod vplivom zraka pretvorili v neko novo telo — železov pepel imenovano, ki nima več svojstva železa, kajti magnet ne deluje več nanj. Ker pa je železov pepel težji kakor so bili opilki sami, se je ta pretvorba morala vršiti na ta način, da so si železni opilki prisvojili nekoliko zraka in se z njim spojili ali zvezali v novo tvarino.

Poizkus: b) V stekleno cev, ki je na enem koncu zavarjena, vtakni listek staniola, to je tenko razvaljanega kositra, na močnem plamenu raztegni potem odprti konec v drobno konico in jo zavari! Ko si cev na tehtnici iztehtal, jo segrevaj toliko časa nad plamenom vinskega cveta, da se stanijol stali in postane sivkast. Ako cev potem ohladiš in iztehtaš, vidiš, da ima prav isto težo kakor pred segrevanjem. Če cev s koničastim koncem držiš v vodo in pod vodo odlomiš konček cevi, steče v cev nekoliko vode.

Staniol si je pri segrevanju prisvojil nekoliko zraka (približno eno petino, kar ga je bilo v cevi) in se z njim spojil v novo telo — kositrov pepel.

Poizkus: c) V stekleno posodo nalij vode, na vodo položi na kosu plute majhno porcelanasto skledico s kosčkom fosforja. Črez to pa povezni steklen zvonec, ki ima gori zamašeno grlo (slika 1.). Fosfor na skledici vžgi skoz zvončevo grlo s segreto železno žico, nato pa grlo trdno zamaši. Fosfor gori nekoliko časa prav živahno, pri čemer se razvija belkast dim, potem pa ugasne, ne da bi ves zgorel. V zvoncu pa začne voda vzhajati tako, da zavzema ostali plin, ko se je ohladil, le štiri petine poprejšnje prostornine. Pri gorenju fosforja nastali belkast dim pa voda polagoma vpije.

Slika 1.



Ker ne zgori ves fosfor, moramo sklepati, da v zvoncu ostali plin gorenja ne vzdržuje, marveč ga zadušuje. Da je to res, spoznamo tudi iz tega, da goreča trska, ki jo vtaknemo skoz grlo v zvonec, v tem plinu takoj ugasne.

Iz navedenih poizkusov izvajamo :

Zrak sestoji iz dveh bistveno različnih plinov, kojih eden gorenje vzdržuje, služi dihanju in povzročuje, da se nekatere kovine z njim v dotiki na površju izpreminjajo, drugi pa gorenje duši in dihanju ne služi.

Prvega imenujemo kisik (*Sauerstoff*), drugega dušik (*Stickstoff*).

Vsakihi pet prostorninskih delov zraka sestoji iz približno enega dela kisika in štirih delov dušika.

V zraku nahajamo še tudi vodene hlape, prah, pepel in majhne množine drugih plinov.

§ 2. Kemijske spojine.

Iz poizkusov, popisanih v prejšnjem paragrafu, razvidimo, da se marsikatera telesa s kakim drugim telesom tako združijo, da nastane telo, ki se od sestavin bistveno razločuje. V železovem pepelu ali v rji ni več spoznati železa, prav tako v kositrovem pepelu ne kositra itd.

Ako se dve telesi združita v novo tvarino, ki ima bistveno druga svojstva kakor telesi sami, tedaj pravimo, da sta se kemijsko spojili ali združili. Novo nastalo tvarino imenujemo kemijsko spojino (*chemische Verbindung*). Pojavi, pri katerih se telesom njih tvarina ali snov izpreminja, so kemijski pojavi ali kemijske presnove (*chemische Erscheinungen oder Prozesse*).

Z mnogovrstnimi poizkusi so dognali tele zakone:

Ako dve telesi zmešamo, potem iz te zmesi sestavine lahko izločimo mehaničnim pótém, pri kemijskih spojinah pa tega ne moremo storiti... 1.)

Na primer v zmesi iz železnih opilkov in zdrobljenega žvepla s povečalnim steklom lahko razločuješ železo od žvepla; s krepkim magnetom odstraniš železo, ki na magnetu obvisi, dočim magnet na žveplo ne deluje. Če to zmes poliješ z vodo, posodo krepko streseš in čez nekoliko časa vodo preliješ v drugo posodo, ostanejo v prvi posodi malone sami železni opilki, ki so se kot specifično težji usedli na dno; v drugi posodi pa je malone samo žveplo.

Ako pa si narediš zmes iz 7 g železnih opilkov in 4 g žvepla, potem to zmes v stekleni cevi — epruveti — nad ognjem toliko segreješ, da zažari, potem žari še nekoliko časa sama ob sebi, menja svojo prejšnjo barvo ter postane črnorjava in trdna. Sedaj ne gori v zraku kakor žveplo, magnet ne deluje več nanjo, kakor na železo; v toploti

se tali pri temperaturi, ki je višja kot tališče žvepla in nižja kot tališče železa. — Železo in žveplo sta se s segrevanjem kemijsko spojila v novo tvarino — železov sulfid imenovano, ki tehta 11 g.

Kadar se dve telesi kemijsko spojita, se razvije vsekdar toplota, dočim kaj takega pri mehničnem mešanju nikdar ne opazimo... 2.)

Mehanično mešati se dajo telesa glede na težo in prostornino v vsakem poljubnem razmerju, kemijske spojitve pa se vrše v čisto določenih utežnih, pri plinih tudi prostorninskih razmerjih... 3.)

Teža kemijske spojine je enaka vsoti tež Slika 2. posameznih sestavin. (Zakon o ohranitvi teže in tvarine)... 4.)



Kemijska spojitve se dostikrat dá pospešiti s segrevanjem sestavin... 5.)

Poizkus: V steklenici z ozkim a precej dolgim grlom (slika 2.) segrevaj rdeči precipitat. — Črez nekoliko časa se nabirajo na mrzlem delu grla drobne kroglice živega srebra in iz grla odhaja plin, v katerem se tleča trska vžge z živim plamenom.

S segrevanjem razpada rdeči precipitat v tisti dve sestavini, iz katerih je postal. Pojav, pri katerem se kako telo razdružuje v dve ali več bistveno drugih tvarin, imenujemo kemijski razkroj ali kemijsko analizo (*chemische Zersetzung oder Analyse*); o telesu pa pravimo, da se razkraja.

Kemijsko spajanje dveh ali več teles imenujemo tudi kemijsko sintezo (*chemische Synthese*).

§ 3. Kisik.

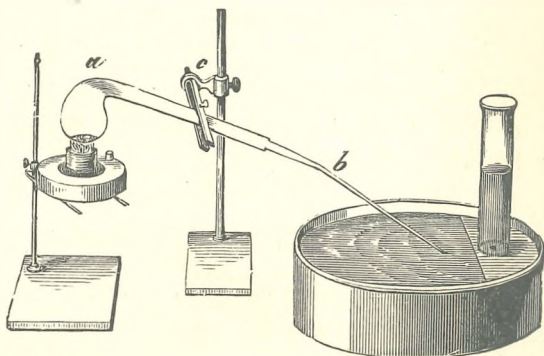
Poizkus: V posebno narejeni stekleni posodi, ki se imenuje retorta in je v sliki 3. zaznamenovana z *a*, razgrevaj kalijev klorat ali klorovokisli kalij, to je belo kristalasto telo. Kalijev klorat se začne kmalu taliti, segrevaš li dalje, začne ti pri cevi *b* uhajati neki plin, v katerem tleča trska vzplamti do močnega svetlega plamena. Ta razvijajoči se plin je kisik.

Da moreš ta plin prestrezati, ravnaj takole:

Konec cevi *b* postavi v posodo polno vode (pnevmatiško kadičko, *pneumatische Wanne*), kakor kaže slika; potem napolni stekleno posodo do vrha

z vodo, pokrij jo s stekleno ploščo in jo povezni na poseben luknjičast mostič pnevmatiške kadičke, tako da je odprta posoda nad koncem cevi *b*. Ako odtegneš stekleno ploščo, voda ne izteče iz posode, ker jo vzdržuje zunanji zračni pritisk. Ko pa se začne v retorti *a* razvijati plin, odhaja skozi cev *b* v to posodo in tlači iz nje vodo. — Da dobiš v prestrezni posodi čist, z navadnim zrakom ne pomešani kisik, moraš izprva toliko počakati, da je razvijajoči se kisik iz retorte *a* in cevi *b* izgnal ves zrak.

Slika 3.



Kisik je plin brez barve in vonja, nekoliko težji kakor zrak; voda ga nekoliko vpija.

Sam ne gori, pospešuje pa vsako gorenje. Tleča trska vzplamti v kisiku s svetlim plamenom; žareče jekleno pero zgoreva v njem s plamenom in z glasnim praskom, da se iskricice razletavajo na vse strani; prav tako tudi žareče oglje. Žveplo gori v kisiku z lepim modrim plamenom, magnezij in fosfor s sijajnim plamenom.

Natrij zgori v kisiku z rumenim plamenom v bel prah, ki se v vodi izlahka topi. Rastopina ima okus po lugu in pomodri rdečo lakmovo raztopino.

Ako pihamo kisik skozi tanko cev v plamen vinskega cveta, dobi plamen toliko toplote, da moremo v njem taliti žice iz jekla in platine. Ker je v zraku tudi kisik, umejemo, zakaj dobi vsak ogenj višjo temperaturo, ako vanj pihamo zrak. (Kovač piha z mehkom, zlatar in urar s pihalnico itd.) — Dihanju je kisik neobhodno potreben, brez njega ni živalskega življenja.

Kisik nahajamo samočist ali nespojen v zraku, nekoliko ga ima v sebi tudi voda, sicer bi živali v vodi ne mogle živeti. Največ pa ga je spojenega z drugimi prvinami, tako da je glavna sestavina naše zemlje.

Spajanje kisika s kakim drugim telesom imenujemo okisanje ali oksidacijo (*Oxydation*); proizvode oksidacije pa okside (*Oxyde*).

Pri vsaki oksidaciji se razvija toplota. Oksidacija se imenuje gorenje (*Verbrennung*), če se razvijata obenem toplota in svetloba. Pri počasni oksidaciji ne čutimo toplote, ker se polagoma razvija in izgublja v prostoru.

Rjavenje železa, trohnenje, dihanje ljudi in živali itd. so pojavi oksidacije. Razkisati (*Desoxydieren*) se pravi oksidu odtegniti kisik.

Nekateri oksidi so v vodi raztopljivi; voda dobi kisel okus in pordeči modro lakmovo tinkturo. Ker niti voda niti oksid sama nimata tega svojstva, sklepamo, da sta se voda in oksid kemijsko spojila. Okside s tem svojstvom imenujemo kisle (*sauer*) ali kislino-tvorne (*säurebildend*), njih spojine z vodo pa kisline (*Säuren*).

Druga vrsta oksidov se tudi topi v vodi, raztopina pa dobi okus po lugu, med prsti se čuti opolzla in pomodri rdečo lakmovo raztopino. Taki oksidi so osnovni (*basisch*) ali bazotvorni (osnovotvorni, *basenbildend*), njih spojine z vodo imenujemo baze ali osnove (*Basen*).

Tretja vrsta okisov se ne topi v vodi, nima nobenega okusa in ne izpreminja lakmove barve; taki so nerazločni oksidi (*indifferente Oxyde*).

§ 4. Voda.

Čista voda je prozorna, brez barve, vonja in okusa; utegne pa biti trdne, kapljive ali plinaste skupnosti (led, voda, vodene pare). Pri temperaturi 0° C zmrzne in se strdi v led; pri 100° C in pod pritiskom ene atmosfere zavre in se pretvarja v pare, pri navadni temperaturi pa se pretvarja v plinasto telo le na površju. Izmed vseh tekočin je najbolj razširjena, kajti pokriva tri četrti zemeljskega površja. Plinasta telesa vsrkava v veliki meri in topi tudi celo vrsto trdnih teles. Rastlinskim in živalskim telesom je glavna sestavina.

V prirodi vendar ni nikoli popolnoma čista, temveč ima v sebi raztopljenih vso vrsto teles. Najbolj čista je kot deževnica in snežnica, to je voda, ki nastane po taljenju snega in ledu.

Navadna voda ima v sebi poleg raznih raztopljenih trdnih teles tudi nekoliko kisika in drugega plinastega telesa, ki se imenuje ogljikov dioksid. Ogljikov dioksid ji daje posebno prijeten okus ter jo usposablja, da more raztapljati raznovrstne soli. Vodo, ki ima v sebi mnogo ogljikovega dioksida, imenujemo slatino ali kislo vodo.

Trda voda ima v sebi jako mnogo raztopljenih apnenih soli; mehka prav malo. Sočivja v trdi vodi ne moremo kuhati, ker se pri kuhanju izločuje apno, ki lupine popolnoma pokrije, tako da se ne prekuha do jedra. Tudi za pranje taka voda ni dobra, ker se v njej milo razkraja v neraztopljivo tvarino, ki pada v belih kosmih na dno.

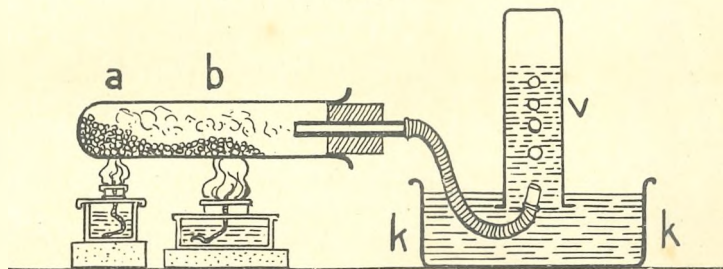
V morski vodi je raztopljene mnogo navadne soli, ki jo dobivamo z izparivanjem vode. Iz globočine prišla voda je časih topla ter ima v sebi raztopljenih soli in rudnin (mineralne ali rudninske vode).

Tudi organske tvarine (živalske in rastlinske) se dostikrat nahajajo v vodi. Te pa začno kaj rade gniti. Pri gnitju razvijajoči se plini dajo vodi neprijeten in smrdljiv vonj in okus; taka voda sploh ni zdrava za pijačo. Neprijetni vonj in okus ji jemljemo s tem, da jo precejamo skoz oglje.

Pitna voda mora biti čista, brez barve ter imeti prijeten okus, ne sme biti ne preveč trda ne preveč mehka in mora imeti temperaturo od 7° do 10° C.

Poizkus: V horizontalno ležečo epruveto iz težko raztopljivega stekla (slika 4.) daj na koncu pri *a* železni prašek, ki si ga z vodo

Slika 4.



prav močno namočil, na sredi cevi pri točki *b* pa nekoliko suhega železnega praška. Nato zamaši cev z zamaškom, v katerem tiči zakrivljena steklena cev, ki vodi v pnevmatiški kadički *k* pod prestrezni stekleni valj *V*, kakor kaže slika.

Ako potem suh železni prašek pri *b* toliko segreješ, da popolnoma zažari, nato pa moker železni prašek pri *a* segrevaš, da začne voda izparivati, vzhajajo skoz stekleno cev zračji mehurčki, ki se nabirajo v valju *V*. Ko se je stekleni valj napolnil s plinom, ga vzdigni s pnevmatiške kadičke, pa tako, da ostane njegova odprtina navzdol obrnjena, in vtakni vanj tlečo trsko! Trska ugasne takoj, a plin v valju gori z zelo slabo svetečim plamenom. V valju *V* je bilo torej neko plinasto telo, ki ni navadni zrak, ni kisik in tudi ni dušik; to plinasto telo se imenuje vodik (*Wasserstoff*) in je nastalo iz vodenih par, ki so od *a* tekle po razbeljenem železnem prašku pri *b*.

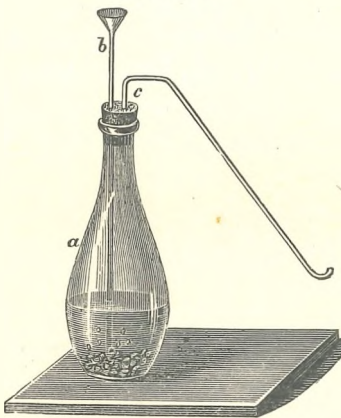
Železni prašek pri *b* postane črn prav tako, kakor železo, ki ga segrevamo na zraku; pretvoril se je v železov pepel ali železov oksid, prisvojivši si kisika, ki ga je moral dobiti od vodenih par.

Voda je sestavljena iz kisika in vodika in je kemijska spojina iz teh plinov.

§ 5. Vodik.

Poizkus: Na dno steklenice *a* (slika 5.) daj nekoliko kosov cinka! Grlo steklenice zamaši z zamaškom, v katerem tiči plinovodna cev *c* in livnik *b*, ki seza do dna,

Slika 5.



kakor kaže slika. Skoz livnik nalij v steklenico z vodo razredčene žveplove kisline toliko, da je steklenica do tretjine polna. — Kmalu začne v steklenici šumeti, skoz plinovodno cev pa odhaja neki plin, ki ga moreš istotako prestrezati v steklenih posodah, kakor smo učili pri kisiku. Ta razvijajoči se plin je brez barve, vonja in okusa, najlažji izmed vseh plinov ($14\frac{1}{2}$ krat lažji kot zrak; liter tega plina tehta le $0\cdot09$ g). Imenuje se vodik (*Wasserstoff*).

Goreča trska, ki jo vtakneš v vodik, ugasne v njem, vodik sam pa se užge ter gori s slabo svetečim a zelo vročim plamenom; živali poginejo v njem. Torej vodik ne služi gorenju in dihanju, sam pa gori in razvija pri tem jako mnogo toplote.

Poizkus: Plinovodno cev *c* drži v milno raztopino! Iz te vzhajajo potem mehurčki polni vodika. Ako se takega mehurčka dotakneš z gorečo svečo ali trsko, razpokne mehurček z močnim pokom.

Vodik, pomešan z zrakom ali s kisikom, daje zelo razpokljivo zmes, pokalni plin (*Knallgas*) imenovano.

Poizkus: V posodi *a* (slika 5.) razvijaj vodik; plinovodno cev pa napelji v drugo cev, v kateri je klorkalcij. Klorkalcij jemlje odhajajočemu vodik vso mokroto. Ko si se uveril, da iz cevi odhaja čist vodik brez primešanega zraka, vžgi uhajajoči vodik, nad plamenom pa drži steklen zvonec! — Kmalu se zvonec orosi, kar kaže, da se v zraku goreč vodik spaja s kisikom v vodene pare, ki se na steklu zgoščujejo v vodene kapljice.

V prirodi je vodik zelo razširjen, vendar ne samočist ali nespojen, ampak le v spojinah. Največ ga je spojenega s kisikom (voda); organskim tvarinam je bistven del.

Z vodikom napolnjeno posodo moraš držati navzdol obrnjeno, ko jo snameš s pnevmatiške kadičke, sicer ti vodik takoj izgine. (Zakaj?)

Ko se v posodi *a* (slika 5.) razvija vodik, zgineva cink, se vedno manjša, tekočina pa postaja gostejša. — Če to tekočino precedimo, potem pa toliko časa kuhamo, da izparimo malone vso vodo, dobimo v posodi brezbarvne drobne kristale neke soli, ki je očitvidno nastala iz cinka in žveplove kisline. Ta sol se imenuje bela galica ali cinkov vitrijol.

§ 6. Morska voda. Brom. Jod.

Kakor smo že omenili, ima morska voda v sebi prav mnogo kuhinjske soli in po nekoliko tudi drugih soli. V vsakih 100 g morske vode nahajamo približno 3·5 g soli. V morski vodi pa so raztopljene tudi druge tvarine, ki prehajajo potem v telesa morskih živali in rastlin. Iz pepela morskih rastlin se dobivata tvarini brom in jod.

Brom je rjavkastordeča, neprijetno dišeča in strupena tekočina. Da ne izhlapeva, treba jo hraniti pod vodo. — Služi nam ali sam ali v spojinah v zdravilstvu in v fotografiji.

Jod je pri navadni temperaturi trdna, grafitu podobna in strupena tvarina, ki vonja podobno kakor brom. V vodi se slabo topi, izlahka pa v alkoholu in etru. V alkoholu raztopljenega imenujemo jodovo tinkturo. Na zraku ležeč se pretvarja polagoma, pri segrevanju pa hitro v vijoličaste hlape, ki se z ohlajenjem zgoščujejo v majhne iglice in luske. Skrob dobiva po jodu posebno vijoličasto barvo. — Jod služi v zdravilstvu, posebno pri boleznih na žlezah, in tudi v fotografiji.

§ 7. Kemijske prvine. Atomi. Atomske teže.

Mnoga telesa se dajo razkrojiti v dve ali več tvarno različnih teles, na primer rdeči precipitat v živo srebro in kisik, voda v vodik in kisik. Našli pa so vendar telesa, katerih doslej ni bilo mogoče razkrojiti v tvarno različna telesa, na primer železo, živo srebro, kisik itd. Take kemijsko nerazkrojne tvarine imenujemo kemijske prvine (*chemische Elemente oder Grundstoffe*).

Doslej je znanih blizu 80 prvin; iz teh prvin in njihovih spojin je sestavljena naša zemlja in tudi vsa druga nebesna telesa. Prvine delimo običajno v kovine (*Metalle*) in nekovine (*Ametalle*,

Metalloide). Kovine so, izvzemši živo srebro, pri navadni temperaturi trdna, neprozorna, v vodi neraztopljiva in vlečna telesa, dobri prevodniki toplote in elektrike ter imajo tudi neko posebno svetlost (kovinsko svetlost, *Metallglanz*). Kovine se imenujejo lahke, če imajo manjšo specifično težo nego 5, sicer pa so težke. Nekovine so nekatere trdne, nekatere kapljivo tekoče, nekatere plinaste. Po svojih svojstvih se med seboj kaj zelo razlikujejo.

Najmanjše dele, v katere se dá kako telo z mehaničnimi sredstvi razdeliti, imenujemo molekule. Ti sestojijo iz iste tvarine, iz katere je sestavljeno vse telo.

Kemija pa nas uči, da molekuli ne morejo biti najmanjši deli tvarine, kajti vsak molekul rdečega precipitata sestoji iz živega srebra in kisika, vsak molekul vode iz vodika in kisika.

Najmanjše dele prvin, ki se nahajajo spojeni v molekulih, ki jih pa ne moremo z nobenim sredstvom dalje razdeliti, imenujemo atome (*Atome*).

Molekuli obstojajo sami zase, atomi pa ne. Če izstopijo atomi iz kake kemijske spojine in najdejo druge prvine, s katerimi se lahko spajajo, tedaj se neposredno s temi spojijo v molekule novih spojin. Če pa takih drugovrstnih atomov ni, potem se atomi iste tvarine združujejo v molekule.

Vsak molekul katerekoli prvine ali spojine sestoji najmanj iz dveh atomov.

Molekuli različnih teles se vobče razlikujejo po svoji teži in velikosti. Iz mnogih dejstev pa sklepamo, da se nahaja v enakih prostorninah plinastih teles pri isti temperaturi in pri istem pritisku enako število molekulov (Avogadrova hipoteza).

Vsak atom ima svojo težo, ki pa se neposredno ne dá določiti.

Z natančnim tehtanjem so dognali, da tehta pod pritiskom ene atmosfere in pri temperaturi 0°C en liter vodika 0.09 g , en liter kisika 1.44 g ; en liter kisika ima torej 16krat večjo težo kakor pri istih razmerah en liter vodika.

Ker je pri istem pritisku in pri isti temperaturi v enem litru vodika prav toliko molekulov kakor v enem litru kisika in ker sestoji vsak molekul vodika in vsak molekul kisika iz dveh atomov, tedaj mora biti vsak atom kisika 16krat težji nego en atom vodika.

Vzamemo li težo enega atoma vodika za enoto atomske teže, potem je teža enega kisikovega atoma = 16.

Na podoben način so kemiki spoznali utežna razmerja med atomi vseh prvin in dognali, da ima vodikov atom najmanjšo težo. Vzeli so jo za enoto atomske teže ter izračunali, kolikokrat so težji atomi drugih prvin. Dognali pa so tudi, da so utežna razmerja atomov ista, kakor utežna razmerja, v katerih se spajajo prvine.

V naslednji tabeli so našteje najvažnejše kemijske prvine; pri-stavljeni so jim kemijski znaki in atomske teže.

I m e	Znak	Atom. teža	I m e	Znak	Atom. teža
Nekovine.			Bismut (Bismuthum) . .	Bi	208·5
Bor	B	11	Cink (Zincum)	Zn	65·4
Brom	Br	80	Kalcij (Calcium)	Ca	40
Dušik (Nitrogenium) . .	N	14	Kalij	K	39
Fluor	Fl	19	Kobalt (Cobaltum) . . .	Co	59
Fosfor (Phosphor)	P	31	Kositer (Stannum)	Sn	118·5
Jod	J	127	Krom (Chromium)	Cr	52·1
Kisik (Oxygenium)	O	16	Magnezij	Mg	24
Klor (Chlorum)	Cl	35·5	Mangan	Mn	55
Kremik (Silicium)	Si	28	Natrij	Na	23
Ogljik (Carbonium)	C	12	Nikelj	Ni	58·7
Vodik (Hydrogenium) . . .	H	1	Platin	Pt	194·8
Žveplo (Sulfur)	S	32	Srebro (Argentum)	Ag	108
Kovine.			Stroncij	Sr	87·5
Aluminij	Al	27·3	Svinec (Plumbum)	Pb	207
Antimon (Stibium)	Sb	120	Uran	U	239·5
Arzen (Arsenicum)	As	75	Volfram (Wolframium) . .	W	184
Baker (Cuprum)	Cu	63·6	Zlato (Aurum)	Au	197·2
Barij	Ba	137	Železo (Ferrum)	Fe	56
			Živo srebro (Hydrar-gyrum)	Hg	200

V prvem vertikalnem stolpcu stoji slovensko ime prvine, pri nekaterih tudi latinsko, in sicer pri onih, katerih latinsko ime se drugače glasi ali z drugimi črkami začenja kakor slovensko; v drugem razredku je kemijski znak prvine, v tretjem atomska (obenem tudi spojinska) teža. Znaki prvinam so začetne črke njih latinskega imena, na primer znak za vodik (Hydrogenium) je H. Izmed dveh prvin z isto začetno črko dobiva pozneje znana k prvi črki še drugo; na primer žveplo (Sulfur) ima znak S, kositer (Stannum) pa Sn itd.

§ 8. Kemijska pisava.

S kemijskimi znaki, ki so navedeni v prejšnjem paragrafu, ne zaznamujemo samo prvin, ampak obenem tudi utežna razmerja, v katerih se prvine spajajo.

Tako znači H en atom vodika z atomsko težo 1, O en atom kisika z atomsko težo 16 itd.

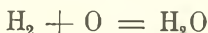
S temi znaki zaznamenujemo tudi sestavo molekulov iz atomov s tem, da stavimo znak k znaku. Kemijski znak ali kemijska formula za rdeči precipitat ali oksid živega srebra je HgO, kar znači, da sestoji en molekul te tvarine iz enega atoma živega srebra in enega atoma kisika, da sta si v vsakem molekulu teža živega srebra in teža kisika kakor 200 : 16 in končno, da tehta vsak molekul te tvarine $200 + 16 = 216$.

Kadar se nahaja v molekulu kake spojine več atomov ene in iste prvine, zaznamenujemo to tako, da pristavimo znaku prvine spodaj na desni še kazalec.

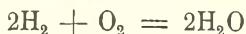
Kemijska formula za vodo je: H₂O, kar pove, da sta v vsakem molekulu vode dva atoma vodika in en atom kisika in da tehta en molekul vode $1 \times 2 + 16 = 18$.

Več molekulov kakega telesa zaznamenujemo s koeficijentom; na primer 3H₂O pomeni tri molekule vode.

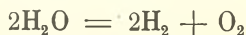
Kemijske presnove zaznamenujemo z enačbami. Pred enačaj stavimo prvine ali njih spojine pred medsebojno spojitvijo, za enačajem pa proizvode spojitve. Take enačbe imenujemo potem črteže kemijskih presnov. Na primer



pomeni, da se spajata po dva atoma vodika in en atom kisika v en molekul vode, ali



pomeni, da dobimo iz dveh molekulov vodika in enega molekula kisika dva molekula vode.



pa izraža, da se dva molekula vode (H₂O) razkrojita v dva molekula vodika (H₂) in en molekul kisika (O₂).

§ 9. Ogljik.

Ogljik (*Kohlenstoff*) se nahaja samočist in kristaliziran kot diamant in grafit, brezličen kot oglje. Skupnosti je trdne, brez okusa in vonja, ne da se staliti, niti v kaki kapljevini stopiti; edino le taljeno železo ga nekoliko topi. Vsaka organska tvarina ima v sebi več ali manj ogljika, radi tega je ogljik poleg kisika in vodika v prirodi najbolj razširjena prvina.

Diamant je znan po svoji trdoti (steklarji režejo z njim steklo), sijaju ter menjavanju barv (veliki lomljivosti svetlobe). Ob enem je tudi krhek in se dá zmleti v droben prah. V kisiku zgoreva brez vsakega pepela.

Grafit ali tuha je tudi kristaliziran ogljik, toda ne tako čist kakor diamant; gostota mu je 2·25. Grafit je sivkastočrn, kovinskega sijaja, na papirju pušča barvo (uporabljam ga za svinčnike). Ker še bolj nerad gori kakor diamant, delajo iz njega posode za talitev različnih tvarin.

Brezličeni ogljik, oglje, se tvori, ako goré organske tvarine in jim primanjkuje zraka. Pri takem gorenju odhajajo razne plinaste ogljikove spojine, čisti ogljik pa ostaja; primešanih pa ima še nekoliko tvarin, ki ostanejo pri gorenju kot pepel.

Lesno oglje dobivamo s tem, da les v posebnih kopah ali ogljenicah počasi zgoreva a ne dobiva zadosti zraka. Lesno oglje je zelo luknjičavo ter vsrkava vonjave pline in barvila v veliki množini. Z njim čistimo smrdljivo vodo kakor tudi rjavkasti sladkorni sok na ta način, da te tekočine precejamo skoz oglje. Služi nam tudi kot izborno gorivo.

Kostno oglje dobivamo na podoben način kakor lesno oglje z razžarivanjem kosti v zaprtih posodah.

Saje se izločajo iz plamena gorečega lesa, oglja, smole, petroleja itd., ako držimo vanj kak hladni predmet ali če primanjkuje plamenu kisika (zraka).

Koks je oglje, ki se dobiva z razžarivanjem premoga v zaprtih posodah (retortah) pri izdelovanju svetilnega plina i. dr. Služi nam kot izborno kurivo.

Šota in razne vrste premoga imajo v sebi 45 do 95% ogljika; imenujemo jih prirodno ali fosilno oglje (*Natur- oder Fossilekohlen*).

To oglje se tvori s tem, da mahovi, listje, trave, drevje pod vodo, blatom ali prstjo polagoma gnijo, ne da bi mogel zrak do njih.

§ 10. Ogljikov oksid.

Kadar gori ogljik, pa ne dobiva zadosti zraka, oziroma v njem se nahajajočega kisika, se tvori neki posebni plin brez barve, vonja in okusa, ki je zelo strupen in se imenuje ogljikov oksid (*Kohlenoxyd* CO). V zraku, ki je z njim nekoliko pomešan, začne človeka

boleti glava in obhajati omotica; v večjih množinah vdihan usmrti ljudi, in živali. V zraku gori z modrikastim plamenom ter se spaja s kisikom v ogljikov dioksid. Majhni modrikasti plamenčki, ki jih opazujemo na žarečem oglju, so goreč ogljikov oksid.

Ako v peči zapremo zaklopnico, ne da bi oglje popolnoma zgorelo, se razvija ogljikov oksid, ki se razširja po sobi in utegne ljudi udušiti. (Zato treba pri zapiranju peči previdnosti.)

§ 11. Ogljikov dioksid.

Kadar gori oglje v čistem kisiku ali kadar gori ogljikov oksid, se razvija neki plin posebne vrste, ki se imenuje ogljikov dioksid ali dvokis (*Kohlendioxyd*). Njegov kemijski obrazec je CO_2 .

Večje množine tega plina dobiš s temle poizkusom.

V steklenico, ki smo jo opisali v sliki 5., daj nekoliko kosov zdrobljenega marmorja (ogljikovokislega apna), potem pa nalij skoz livnik z vodo razredčene solne kisline. V steklenici začne šumeti, skoz plinovodno cev pa uhajati plin, ki ga lahko prestrezaš v pokonci stoječi posodi. Ta plin je ogljikov dioksid.

Ogljikov dioksid je plin brez barve, nekoliko kislega okusa ter 1.5 krat težji nego zrak. Zato ga lahko prelivamo iz posode v posodo kakor vodo. Goreče tvarine ugasnejo v njem, živa bitja se udušé; torej ne služi ne gorenju ne dihanju.

Voda vsrkava ogljikov dioksid precej pohlepno, posebno pri nizki temperaturi ali ako ga vanjo pritiskamo, ter dobi potem malo kiselnat, prijeten in krepilen okus (sodovica).

Da zvemo, se li voda in ogljikov dioksid samo mehanično mešata ali pa kemijsko spajata, treba le, da vodi prilijemo nekoliko modre lakmove tinkture ter potem vanjo napeljemo ogljikovega dioksida. Lakmova tinktura dobi rdečo barvo, kar nam javi, da sta se voda in ogljikov dioksid kemijsko spojila v kislino, ki jo zovemo ogljikovo kislino. (*Kohlensäure*).

Crtež te presnove je $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{CO}_3$.

Če ogljikovo kislino segrevamo, razpade zopet v vodo in ogljikov dioksid, kar spoznamo po uhajajočih mehurčkih in na lakmovi tinkturi, ki dobiva zopet modro barvo.

Ogljikova kislina pa tudi razpade, kadar se pritisk nanjo zmanjša. (Sifoni in pokalice.)

Ako ogljikov dioksid zelo močno stiskamo, se zgosti v tekočino, ki pa se takoj pretvori v plin, ko neha pritisk. Pri tem zelo naglem razhlapanju se utaji toliko toplote, da ogljikov dioksid takoj zmazne v bel prah.

Nekateri vrelici imajo v sebi obilo ogljikove kisline, imenujemo jih slatine ali kiselice.

Ogljikov dioksid puhti ponekod blizu ognjenikov tudi iz zemlje ter se nabira v najnižjih zračnih plasteh (Pasja jama blizu Neapolja); razvija se tudi pri alkoholskem vrenju in povsod, kjer gore ali gnijo ogljičnata telesa. Ljudje in živali ga izdihajo.

Ogljikov dioksid ima velik pomen za rastlinsko življenje. Rastline ga iz zraka vdihajo in razkrajajo; ogljik si prisvajajo, kisik pa izdihajo.

§ 12. Klor.

Ako v retorti, kakršno smo opisali v sliki 3., polagoma segrevaš zmes iz zdrobljenega rjavega manganovca in solne kisline, se razvija plin rumenkastozelene barve in neprijetnega vonja, ki ga lahko prestrezaš v pokonci stoječi posodi. Ta plin se imenuje klor (*Chlor*, Cl).

Ako ga vdihaš, draži pljuča in sili h kašlju in k pljuvanju krvi, torej je strupen.

Ker se dá prestrezati v odprtih, pokonci stoječih posodah, je težji nego zrak (2·45 krat). Voda ga vsrkava precej pohlepno, z njim nasičena se imenuje klorovnata voda.

Goreča trska ugasne v kloru, svetilni plin pa v njem gori prav tako kakor v zraku. Fosfor se vname v kloru sam od sebe in zgori s slabo svetečim plamenom, pri čemer se razvijajo rumenkaste pare, ki se ob stenah posode zgoščujejo v rumen prašek; prav tako se v kloru vnamejo zlate pene, to je zlitina bakra in cinka. Segret natrij zgori v kloru v bel prašek slanega okusa, v kameno sol.

Rastline in barvano blago izgube v kloru svojo barvo.

Klor razkrajja nekatere barve, zaradi tega belimo z njim platno, bombaž, slamo itd.

S klorovnatim apnom, to je z žganim apnom, skozi katerega je krožil klor, razkužujemo zrak, ker klor uničuje marsikatero v zraku se nahajajočo provzročitelje bolezni.

Spojine klora s kovinami imenujemo kloride.

Kamena sol je natrijev klorid.

§ 13. Žveplo.

Žveplo je telo svetlorumene barve, zelo krhko, brez posebnega vonja in okusa. Če ga drgnemo, dobi neki posebni vonj in postane električno. V vodi se ne topi, izlahka pa v alkoholu, etru in v vodikovem žveplecu. Ko izhlapeva raztopilo, se žveplo useda na dnu v obliki malih kristalov. — Žveplo je slab provodnik toplote in elektrike. — V zraku gori z modrim plamenom.

Če žveplo segrejemo do 111°C , se stali v redko, rumeno, nekoliko medu podobno tekočino, ki postaja po nadaljnjem segrevanju pri temperaturi 150 do 160°C rjava in žilava, pri 250°C tako gosta in žilava, da je ne moremo iz posode izliti. Pri 440°C se vnovič razredči in zavre, pri čemer se pretvarja v rdečkastorjave pare. Ako te pare ohladimo, dobimo prah, žveplov cvet imenovan.

Žveplo se nahaja v prirodi samočisto, posebno blizu ognjenikov (v Siciliji in Izlandiji), dalje med laporom in apnencem. Največ pa ga je spojenega s kovinami v rudah, v žveplovokislih soleh, na primer v mavcu, beli in modri galici itd.

Čisto žveplo dobivamo deloma v prirodi sami, deloma z izparivanjem iz njegovih spojin. Uporabljamo ga za žveplenke, smodnik, zdravila itd. Z njim potrošamo grozdje, ako se ga lotijo bolezniki itd.

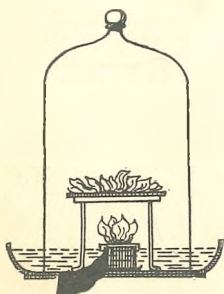
Žveplo se kaj rado spaja s kisikom, z vodikom in s kovinami. Njegove spojine s kovinami imenujemo sulfide. — (Železov sulfid, glej stran 3.)

§ 14. Žveplov dioksid. Žveplova kislina.

Poizkus: Na širok krožnik vlij nekoliko vode; v majhno skledico, ki stoji višje kakor voda, daj nekoliko žvepla in na stojalo nad žveplom položi mokro slamo, rdeče cvetlice in kosček v modro lakmovo tinkturo namočenega papirja. Nato vžgi žveplo in povezni črez

vse stekleni zvonec (slika 6.). V kratkem ugasne modri plamen, s katerim gori žveplo, slama in cvetlice izgube svojo barvo ter popolnoma oblede, v lakmovo tinkturo namočen papir pa postane rdeč. Ako privzdigneš steklen zvonec, se razširja plin zelo ostrega vonja, ki sili h kašlju. — Ta plin je pri gorenju žvepla nastala spojina žvepla in kisika in se imenuje žveplov dioksid ali žveplov dvokis (*Schwefeldioxyd*); njegov kemijski obrazec je SO_2 .

Slika 6.



Žveplov dioksid je plin brez barve, zelo rezkega okusa in sili h kašlju. Živali poginejo v njem, goreča trska pa ugasne. Voda ga rada vpija in dobi, ako je z njim nasičena, isti vonj in okus kakor plin. Z vodo se spaja ta plin v žveplenasto kislino (*schwefelige Säure*) ($\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_3$).

Žveplov dioksid in žveplenasto kislino rabimo za beljenje slame, volne, svile, slonove kosti in kot razkuževalno sredstvo.

Kemiki so s poizkusi dognali, da se žveplov dioksid s kisikom spaja v žveplov trioksid (SO_3) ali anhidrid žveplove kisline. To je bela tvarina, ki zelo hlastno vsrkava vodo in se z njo spoji v žveplovo kislino ($\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$).

Čista žveplova kislina, tudi angleška žveplova kislina imenovana, je brezbarvna, oljasta tekočina, jako jedka in vode pohlepna. Ako je nekoliko vlijemo v tankem curku v vodo, se obe takoj izdatno segrejeta. Če pa vlijemo nekoliko kapljic vode v žveplovo kislino, se voda takoj pretvori v pare, ki razprše tekočino vsled svoje razpenjavosti.

Žveplova kislina odteguje zraku hlape, jemlje rastlinam in živalskim tvarinam vodo, oziroma kisik in vodik, ter jih razdene in zogleni. Njena gostota je 1.84; pri 326° C zavre ter pušča na zraku megle.

S kovinami se kaj rada spaja v soli, posebno če je z vodo nekoliko razredčena. Proizvode take spojitive imenujemo sulfate.

Ako v stekleni posodi polijemo nekoliko kosčkov cinka z razredčeno žveplovo kislino, začne šumeti, na plano uhaja vodik (§ 5.), cink pa razpada in izgineva prav tako kakor raztopljiva telesa, kadar se v kaki tekočini tope. Zato tudi časih pravimo, da se cink v razredčeni žveplovni kislini topi ali da je v njej raztopljiv.

V resnici pa se cink ne topi, marveč se vrši z njim posebna kemijska presnova, kajti ako izparivamo v posodi ostalo tekočino, ne dobimo več cinka, ampak belo, kristalasto telo, ki se imenuje bela galica, cinkov vitrijol ali cinkov sulfat (ZnSO_4).

Žveplova kislina se dobiva s tem, da zgoreva žveplo v zraku, dotikaje se vode in solitrne kisline (HNO_3). Pri zgoritju žvepla nastali žveplov dioksid jemlje solitrni kislini kisik in vodik ter se pretvarja v žveplovo kislino. To je tako imenovana angleška žveplova kislina.

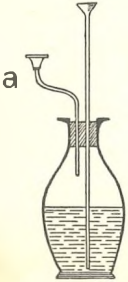
Razen te je običajna v trgovini tudi še kadeča se žveplova kislina, nordhausenska ali češka žveplova kislina (hudičevo olje). Ta se dobiva s prehlapanjem suhe, brezvodne železove galice; je oljasta in rjava ter pušča na zraku

megle. Kadeča se žveplova kislina ni čista, primešan ima žveplov trioksid (SO_3), ki na zraku odhaja ter se spaja z vodo v pare žveplove kisline. Žveplova kislina se kaj mnogovrstno uporablja; rabimo jo pri galvanskih členih, elektriških akumulatorjih, v barvarstvu, strojarstvu, pri beljenju, pri izdelovanju sodovice i. dr.

§ 15. Žveplovodik.

Poizkus: V stekleno posodo (slika 7.) daj nekoliko železovega sulfida z razredčeno žveplovo kislino ter segrevaj to zmes. Črez nekoliko časa začne pri cevi *a* uhajati plin, ki smrdi po gnilih jajcih in užgan gori z modrim plamenom. Steklена posoda, ki jo povezneš črez ta plamen, se orosi. Pri plamenu zapaziš tudi vonj po žveplovem dioksidu. Iz tega izvajaj, da v plamenu zgorevata vodik in žveplo.

Slika 7.



Ta plin je žveplovodik (*Schwefelwasserstoff*); njegov kemijski obrazec je H_2S .

Žveplovodik je brezbarven, gorljiv in zoprno dišeč, pljučam škodljiv plin. Voda ga kaj rada vpija ter dobiva neprijeten, smrdljiv okus in pordečuje modro lakmovo tinkturo. Vodo, ki ima v sebi obilo žveplovodika, imenujemo žveplovodikovo vodo (*Schwefelwasserstoffwasser*).

Žveplovodik se razvija, kjer gnijo take organske tvarine, ki imajo v sebi žveplo (n. pr. jajca); nahaja pa se tudi v mnogih vreclih (Varaždinske toplice, Baden pri Dunaju) in v vulkanskih plinih.

Mnogo kovin, n. pr. baker, srebro, nikelj, se v žveplovodiku počrni; tvorijo se namreč kovinski sulfidi.

§ 16. Fosfor.

Fosfora v prirodi ne dobimo samočistega, ampak le v spojinah. Mnogo ga je spojenega z raznimi rudninami. Ko te preperevajo, prehaja iz njih v zemljo, iz zemlje pa si ga prisvajajo rastline; potem rastlinske hrane prihajajo fosforove spojine v človeška in živalska telesa. V možganih, živcih, jajcih, mesu, posebno pa v kosteh je mnogo fosfora.

Čisti fosfor je prozoren, svetel, pri navadni temperaturi mehek kakor vosek, v mrazu krhek ter vonja po česnu. Na zraku pušča bele pare, ki se v temi svetijo. Pri 44°C se tali, pri 290°C pa zavre in se pretvarja v brezbarvne pare.

V suhem zraku se kaj rad vžge, časih zadošča že toplota roke, posebno ako ga nekoliko drgnemo. Hraniti ga je treba pod vodo, da ne more zrak do njega; sploh se mora z njim prav previdno

ravnati, ker je zelo strupen. Navadni fosfor se pretvori v rdeči fosfor, ako ga izpostavimo dalje časa svetlobi, ali ako ga v zraku brez kisika segrejemo od 240 do 250° C. Rdeči fosfor je brezličen prah brez vonja in okusa ter ni strupen. V temi se ne sveti, vžge se šele pri 200° C.

Fosfor rabimo kot strup za miši in podgaue, pri vžigalicah itd.; njegove spojine so rastlinam glavna hrana.

Vžigalice se izdelujejo iz mehkega lesa na tale način. S posebnimi stroji se les razžaga in potem razkolje na drobne klinčke enake dolžine. Približno 2000 takih klinčkov utrdi delavec v posebnem okviru tako, da leže vsi konci v eni in isti ravnini; potem pomoči vse konce v raztopljeno žveplo (žveplenke), v parafin ali stearin (salonske vžigalice). Ko se je ta masa strdila, pomoči jih istotako v netilno tvarino ali netivo (*Zündmasse*).

Žveplo, oziroma parafin ali stearin in netivo tvorita na vžigalicah njih glavice.

Netilna tvarina sestoji iz fosfora, arabskega gumija ali kleja in rjavega manganovca ali kake druge tvarine, ki ima v sebi obilo kisika, ki se z vodo zmešajo v precej gosto kašo. Časih se tej zmesi pridenejo tudi barvila, po katerih dobé glavice svojo barvo.

Vžigalice vžigamo s tem, da njih glavice drgnemo ob kaki hrapavi ploskvi. Po toploti, ki nastane pri drgnenju, se vžge fosfor, od njega žveplo, oziroma parafin, stearin, od tega pa les. Fosfor sam bi tako hitro zgorel, da bi se les v tem kratkem času ne mogel vžgati.

Glavice švedskih ali varnostnih vžigalic nimajo fosfora, ampak so narejene iz kalijevega klorata, antimonovega sulfida in kakega lepiva. Kalijev klorat izlahka oddaja kisik, antimonov sulfid pa rad gori. Ploskev, ob kateri vžigamo te vžigalice z drgnenjem, je pomazana z zmesjo iz rdečega fosfora, steklenega prahu in kleja.

§ 17. Apno.

Poizkus: Večji kos marmorja iztehtaj in ga daj v ogenj, da se v njem popolnoma razbela. Ako ga potem vzameš iz ognja in, ko se je ohladil, vnovič iztehtaš, vidiš, da je izgubil v ognju malone polovico svoje teže. Poleg tega pa tudi lahko spoznaš, da je v ognju razbeljen marmor dobil druga svojstva kakor jih je imel poprej.

Navadni marmor zašumi in vzkipi, če ga poliješ s solno kislino (primerjaj v § 11. popisani poizkus); ne vzkipi pa, če je bil v ognju razbeljen.

Marmor se je v ognju pretvoril v drugo telo, ki se imenuje žgano apno.

Isto opazujemo, ako žgemo sploh kak apnik.

Natančno preiskovanje uči, da apnik v ognju razpade v dve različni telesi, v apno in ogljikov dioksid, ki je pri žganju ušel.

Apnik je kemijska spojina iz kalcija (Ca), to je neke svetlorumene kovine s specifično težo 1.58, ki se v prirodi nahaja le v spojinah iz ogljika in kisika, imenujemo ga tudi kalcijev karbonat in je njegov kemijski obrazec CaCO_3 . Ako ga žgemo, izstopi ogljikov dioksid (CO_2) ter ostane še spojina CaO, ki jo imenujemo žgano apno.

Žgano apno je jedkega okusa, razjeda organske tvarine, na primer platno, papir itd.; zaradi česar ga imenujemo tudi jedko apno (*Ätzkalk*). — Čisto jedko apno je belo in se v ognju ne tali a hlastno vsrkava vodo. Ako ga malce polijemo z vodo, se napihne in močno segreje tako, da precej vode izpari, ter razpade v suh bel prah, gašeno apno (*gelöschter Kalk*) ali kalcijev hidroksid (CaH_2O_2). — Na vlažnem zraku razpada žgano apno samo ob sebi v prah, ker vleče iz zraka vlago nase in se tako samo gasi.

Če gašenemu apnu prilijemo več vode, se naredi iz njega apnena kaša, ki se v večji množini vode pretvori v mleku podobno tekočino, apneno mleko ali belež (*Kalkmilch*). Če vržemo približno en gram žganega apna v tri četrt litra vode, se v njej popolnoma raztopi. Taka raztopina je brez barve ter se imenuje apnena voda (*Kalkwasser*). Rdeč lakmov papir postane v raztopnini žganega apna moder; zato moramo žgano apno ali kalcijev hidroksid prištevati bazam.

Žgano apno, ki je dalje časa ležalo na zraku, postane težje in zašumi kakor apnik, če ga polijemo s solno kislino. Iz tega sklepamo, da si iz zraka, v katerem se vedno nahaja nekoliko ogljikovega dioksida, polagoma prisvaja ogljikov dioksid in se s tem pretvarja v apnik ali kalcijev karbonat.

Žgano apno nam služi zelo mnogovrstno. Krznarji in strojarji polagajo živalske kože v apneno mleko, da jih zrahlja ter da se potem lahko odstrga dlaka. Zidarji ga rabijo za beljenje; služi tudi pri čiščenju sladkornega soka, kot razkuževalno sredstvo itd. Posebno mnogo ga porabljajo zidarji za malto.

§ 18. Malta.

Zračja malta (*Luftmörtel*) je zmes od gašenega apna, peska in vode. V katerem razmerju je treba mešati te tri sestavine, je odvisno od kakovosti apna. Malto rabimo kot klej, ki pri zidovju veže opeko in kamenje. Na zraku voda polagoma izhlapi, malta se posuši, apno pa vsrkava iz zraka ogljikov dioksid in se polagoma pretvarja v kalcijev karbonat. Obenem pa se del apna spoji s peskom v zelo trdno tvarino, kremenokislo apno ali kalcijev silikat, ki se opeke in kamenja zelo trdno prime.

Ker se apno v vodi topi, ne moremo za stavbe pod vodo rabiti zračje ali navadne malte. Za take stavbe se dela malta iz hidravličnega apna ali cementa, ki se dobi z žganjem neke vrste laporja, to je nekoliko z glino onečiščenega apnika. Zmes od cementa, peska in vode postane tudi pod vodo v kratkem času trdna kakor kamen in se potem imenuje beton.

Iz cementa izdelujejo tudi razne kamenate izdelke, na primer cevi za kanale, razne nakite pri stavbah, stopnice, sohe itd.

§ 19. Kamena ali kuhinjska sol. Natrij.

Kuhinjska ali kamena sol se nahaja v prirodi samorodna v obliki kock ali pa je gručava. Čista kamena sol je bela in prozorna kakor steklo; dostikrat je pomešana z ilovico, apnikom ali kako drugo tvarino, ki ji daje ali rdečo, zeleno, modro ali sivo barvo.

Zelo mnogo kamene soli pa je raztopljene v morski vodi (malone 2.5%), v nekaterih jezerih, v rudnicah in toplicah; po nekoliko je nahajamo tudi v vodnjakih in potokih.

Čisto kameno sol kopljejo in lomijo kakor druge rude. Ako je pomešana z drugimi tvarinami, jo raztope v vodi, pri čemer se primešane neraztopljive primesi usedejo na dno. Nastala raztopina se zove slanica. Slanico varijo potem v solovarnicah (*Sudhütten*) v plitvih ponvah, da voda izhlapi in v ponvi ostane varjena sol (*Sudsalz*).

Iz morske vode se dobiva sol v posebnih gredicah (*Salzgärten*). V ta namen napeljejo morsko vodo v plitve jame, kjer voda polagoma izhlapi, sol pa ostane v obliki drobnih kristalov. Tako sol imenujemo morsko sol.

Kamena sol ima značilen prijeten okus, se topi v vodi, v veliki vročini se tali in pretvarja v pare; na zraku se navzame vlage.

Kamena ali kuhinjska sol je potrebna začimba našim jedilom; jako dobro tekne tudi živalim. Z njo solimo meso, da si ga več časa varujemo gnilobe. Služi tudi kot gnojilo ter za izdelovanje sode, solne kisline, mila, stekla itd.

Iz česa obstoji sol, zvemo po teh dveh poizkusih:

a) Plamen vinskega cveta je navadno temen; če pa v vinski cvet vržemo le zrnce kuhinjske soli, da se v njem raztopi, dobi plamen takoj rumeno barvo. Isto opazujemo, če pomočimo železno žico v raztopino soli in jo nato držimo v sicer temen plamen vinskega cveta ali svetilnega plina.

Ker smo pri poizkusih s kisikom (§ 3.) spoznali, da gori natrij v kisiku z rumenim plamenom, moramo sklepati, da se v kuhinjski ali kameni soli nahaja prvina natrij.

b) Ker smo pri poizkusih s klorom (§ 12.) spoznali, da zgori natrij v kloru v bel prašek slanega okusa, v kameno sol, mora v soli biti tudi prvina klor.

Z raznimi drugimi poizkusi so kemiki dognali, da je kamena sol spojina iz natrija in klora, in sicer, da sestoji vsak molekul kamene soli iz poenega atoma natrija in klora. Kemijski obrazec kamene soli je NaCl .

Natrij je srebrnobela, pri navadni temperaturi kakor vosek mehka kovina. Na zraku precej hitro oksidira; tali se pri temperaturi 96°C . Ako vržemo kosček natrija v vodo, poskakuje sem in tja in polagoma zgineva, razkraja namreč vodo, ter se s kisikom spaja v natrijev oksid, dočim vodik uhaja. Na zraku gori z rumenim plamenom. Hraniti ga moramo pod kamenim oljem ali petrolejem. (Zakaj?)

V narodi nahajamo natrij le v spojinah.

§ 20. Solna kislina.

Poizkus: V retorti segrevaj polagoma zmes iz kuhinjske soli in žveplove kisline. — Zmes se začne kmalu peniti, iz retorte pa uhaja plin, ki ga lahko prestrežš v pokonci stoječi posodi.

Ta plin je brezbarven, bodečega vonja, zelo kislega okusa in pordeči modro lakmovo tinkturo; ne služi ne dihanju ne gorenju. Voda vsrkava ta plin zelo pohlepno. (Pri temperaturi 15°C in pod navadnim zračjim pritiskom more liter vode vsrkati 480 l tega plina.)

Ta plin se imenuje klorovodik (*Chlorwasserstoff*); njegov kemijski znak je ClH .

S klorovodikom nasičeno vodo imenujemo solno kislino (*Salzsäure*).

Čista solna kislina je brezbarvna, jedka in na zraku kadeča se tekočina. Ako jo segrevaš, oddaje svoj klorovodik. Če s solno kislino polijemo železne opilke, ali kosčke cinka, se razvija vodik; če pa segrevamo zmes zdrobljenega rjavega manganovca in solne kisline, dobimo klor (§ 12.).

Solna kislina, kakršna se prodaja v prodajalnah, ni čista, marveč ima v sebi nekoliko organskih tvarin, žveplove kisline in železovega klorida. — V solni kislini se tope malone vse kovine; pri čemer se klor spaja s kovino, vodik pa uhaja.

Solno kislino rabimo v zdravilstvu, barvarstvu, za dobivanje klora. Nekoliko solne kisline se nahaja tudi v želodčevem soku pri ljudeh in živalih.

Spojine solne kisline s kovinami imenujemo kloride.

§ 21. Soliter.

Navadni soliter, ki se imenuje tudi kalijev soliter, je bela sol, slanega in obenem tudi hladečega okusa ter tvori prozorne stebričaste kristale. Pri temperaturi 350° C se tali v tanko tekočino, ki se pri višji temperaturi razkrajaja, oddajoč kisik. V gorki vodi se rad topi, v mrzli pa prav malo. Ako vržemo v raztaljen soliter nekoliko oglja ali žvepla, zgorita ti telesi z živahnim plamenom kakor v čistem kisiku.

Ako segrevamo kalijev soliter in železne opilke, uhaja plin, ki ga lahko spoznamo kot dušik.

Plamen vinskega cveta, v katerega potreseš nekoliko kalijevega solitra, dobi nekoliko vijololičasto barvo, iz česar sklepaj, da se v njem nahaja neka kovina, ki daje plamenu to barvo. — To kovino imenujemo kalij. Kalijev soliter pa je spojina kalija, dušika in kisika ter ima kemijski znak KNO_3 .

Soliter se dela povsod, kjer na zraku gnijo živalski odpadki, na primer na gnojiščih, živalskih stajah itd. V takih krajih se prikaže na zidovih in po kamenih kot bel prah ali tenka skorja. V nekaterih pokrajinah na Ogrskem, v Vzhodni Indiji in v Egiptu cvete po deževnem vremenu iz zemlje kot bel prah.

Čilski ali natrijev soliter (*Chili- oder Natronsalpeter*) je navadnemu solitru v marsičem podoben, razlikuje pa se ponajveč v

tem, da se v vodi izlahka topi, da iz zraka vleče vlago nase in da daje plamenu rumeno barvo. Iz zadnjega pojava sklepamo, da ima v sebi natrij. Njegov kemijski znak je NaNO_3 .

Čilski soliter se nahaja v velikih množinah na zapadnem obrežju Južne Amerike.

Kalijev soliter rabijo pri izdelovanju solne kisline, umetelnega ognja, v zdravilstvu in kot gnojilo. Z njim solimo svinjino, preden jo prekažamo. Zelo mnogo pa se ga porabi za izdelovanje strelnega prahu ali smodnika.

Čilski soliter služi kot izvrstno gnojilo in za izdelovanje kalijevega solitra.

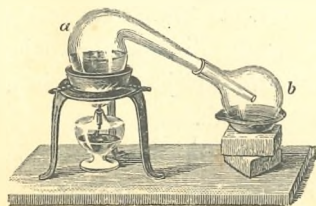
§ 22. Smodnik.

Smodnik je zmes iz 75 delov solitra, 12 delov žvepla in 13 delov lesnega oglja. Izdelujejo ga v smodnikarnah ali stopah za smodnik. Najprej zmeljejo vsako tvarino zase v posebnih stopah ali mlinih v droben prah. Ta prah zmočijo z vodo in zmešajo vse tri tvarine v testo, ki ga stlačijo skoz sita, da se narede zrna. Ta zrna še v posebnih vrtečih se bobnih zbrusijo in zglade in prevlečejo z grafitom.

Ako smodnik segrevamo, se vžge najprej ogelj, od njega pa žveplo. Obe telesi dobita od solitra toliko kisika, da hipoma zgorita in razpuhneta. Pri tem se razvija velika vročina (približno 2000°C) in poleg nekega trdnega telesa množina plinov: ogljikov dioksid, dušik in drugo. Ti plini so izprva stisnjeni na majhen prostor, ki ga je zavzema smodnik, zato imajo zelo veliko razpenjavost, ki se v nastali vročini še izdatno poveča. Ta razpenjavost je tista sila, ki meče iz topov in pušk izstrelke v ogromne daljave, ki trga in lomi najtrše skale, ako jih s smodnikom razstreljujemo.

§ 23. Solitrna kislina.

Poizkus: V retorti *a* (slika 8.) segrevaj kalijev soliter (KNO_3) in čisto žveplovno kislino. Razvijajoči se plin prestrezaj v posodo *b*, na katero pada curkoma mrzla voda. Z ohlajenjem se plin zgoščuje v tekočino, in ta je solitrna kislina (HNO_3).



Čista solitrna kislina je pri navadni temperaturi podobna vodi, zelo kislega okusa in jedka ter pordeči modro lakmovo tinkturo. Na zraku pušča megle.

Z vodo se meša v kateremkoli razmerju. Na solncu se polagoma razkraja v kisik in dušikove okside, ki se v njej raztope in jo orumene.

Rastlinske in živalske tvarine, na primer les, kožo, lase, rogovino itd., najprej orumeni, potem pa razje.

V prodajalnicah se prodaja tudi kadeča se solitrna kislina, to je zmes čiste solitrne kisline in dušikovega dioksida (NO_2). Ta zmes je rumenkastordeča ali rumena in pušča na zraku rjavkaste megle; sicer pa deluje še bolj močno kakor čista solitrna kislina.

Solitrna kislina se spaja z vsemi kovinami, izvzemši zlato in platino, v solitrnokisle soli ali nitrata. Take soli so: srebrov nitrat ali peklenski kamen (AgNO_3), kalijev nitrat (kalijev soliter, KNO_3), natrijev nitrat (čilski soliter, NaNO_3) itd.

Z vodo pomešana solitrna kislina se zove ločnica (*Scheidewasser*), ker se v njej topita baker in srebro, zlato pa ne.

Zmes dveh delov solne kisline in enega dela solitrne kisline se zove zlatotopna voda (*Königswasser*), ker se v njej topita tudi zlato in platina.

Solitarno kislino rabimo kot zdravilo, za izjedanje in ločenje kovin, zlasti srebra in zlata, za izdelovanje strelnega bombaža itd.

§ 24. Amoniak. Salmiak.

Poizkus: V trgovini običajni salmiak pomešaj z jedkim apnom ter segrevaj to zmes v retorti. Skoz grlo retorte začne uhajati plin brez barve, zelo bodečega vonja, ki v očeh zelo peče. Ta plin se imenuje amoniak; njegov kemijski znak je NH_3 .

Amoniak sam ne gori, ne služi tudi gorenju, ker goreče tvarine v njem ugasnejo. Pod pritiskom $6\frac{1}{2}$ atmosfere ali pri temperaturi -40°C se zgosti v tekočino; pri temperaturi -80°C pa se strdi. Ako tekoči amoniak izhlapeva, se utaja prav dosti toplote, radi česar se temperatura njemu in okolici izdatno zmanjša. Voda ga vpija prav pohlepno ter dobi pri tem vsa svojstva amoniaka; z amoniakom nasičena se imenuje salmiakovec ali jedki amoniak (*Salmiakgeist* oder *Ätzamoniak*).

V amoniaku se toličše tope, rdeča lakmova tinktura pa dobi modro barvo.

Poizkus: Ako prilijemo salmiakovcu toliko z vodo razredčene solne kisline, da zmes izdatno ne izpremeni ne modre ne rdeče

lakmove tinkture, in potem to zmes izparivamo, preostaja v posodi bela, kristalasta sol vlaknatega zloga, ki se v vodi topi, je slanega okusa in jo imenujemo salmiak.

Črtež kemijski presnovi je: $\text{NH}_3 + \text{HCl} = \text{NH}_4\text{Cl}$.

Ako pomočiš izmed dveh kosčkov pivnika enega v salmiakovec, drugega v razredčeno solno kislino, ter ju potem položiš drugega poleg drugega, se tvori gost bel dim — salmiak.

Amoniak se razvija v obili meri po gnojišjih in stranišjih, posebno ob slabem vremenu, sploh vsakikrat, kadar gnijo dušičnate tvarine. — Služi nam v zdravilstvu, za pranje in odstranjevanje toliščnih madežev iz oblačil, pa tudi pri umetnem izdelovanju ledu. — Bolečine, ki nastanejo po piku čebele ali ose, se zmanjšajo, ako pičeno mesto pomažeš s salmiakovcem. — Žveplova kislina naredi na temnem suknu rdeče pege, ki pa izginejo, ako dotično mesto izpereš s salmiakovcem. Salmiak rabijo kleparji pri lotanju, rabi pa se tudi v barvarstvu, zdravilstvu in pri neki vrsti galvanskih členov (*Leclanché*).

§ 25. Pepelika ali kalijev karbonat. Jedki kalij.

Poizkus: V navadni posodi nalij na lesni pepel tople vode. Črez nekoliko časa precedi to zmes, precedino pa pusti mirno stati, da se izčisti. Čista precedina ima lužnat okus in pomodri rdečo lakmovo tinkturo. Če jo toliko časa segrevaš, da izhlapi vsa voda, dobiš sivo tvarino, ki se imenuje sirova lugova sol ali sirova pepelika (*rohe Pottasche*). V njej se nahajajo vse tiste tvarine pepela, ki se v vodi raztope — ki jih je voda izlužila; poleg teh je še tudi nekoliko organskih, ki niso popolnoma zgorele. Pepeliko očistimo njenih primesi s tem, da jo dva- do trikrat polijemo s toliko množino mrzle vode kakor znaša njena prostornina. V tej vodi se raztopi po največ le pepelika, ker so druge njene primesi vse manj raztopljive. Ako se raztopina odlije in izpariva, dobimo čisto pepeliko.

Čista pepelika je bela sol, lužnatega okusa, ki se v vodi kaj rada topi in kožo razjeda. Če potresemo par zrn pepelike na temen plamen vinskega cveta, dobi plamen vijoličasto barvo — v pepeliki se nahaja kalij. — Ako v epruveti polijemo nekoliko pepelike s solno kislino, se razvija ogljikov dioksid.

Pepelika je kemijska spojina kalija in ogljikovega dioksida — ali kalijev karbonat (K_2CO_3).

Pepelika se rabi pri izdelovanju stekla, galuna, solitra in mila, pri pranju, za proizvajanje kalijevih spojin.

Poizkus: V železni posodi kuhaj raztopino od enega dela pepelike v dvanajstih delih vode ter ji polagoma dodaj dve tretjini

gašenega apna. Črez nekoliko časa precedi za preizkušnjo nekoliko te tekočine in ji prilij nekoliko kapljic solne kisline. Ako tekočina več ne vzkipi, odstavi posodo od ognja in čakaj, da se tekočina izčisti.

Čista tekočina, ki jo odtočiš od usedline, se imenuje kalijev lug, z izparivanjem vode dobiš kakor kamen trdo tvarino, jedki kalij ali kalijev hidrokسيد (*Ätzkali oder Kaliumhydroxyd*, KOH).

Jedki kalij je bela neprozorna tvarina, lužnatega in zelo jedkega okusa. Ako ga toliko segreješ, da postane temnordeč, se stali v brezbarvno, olju podobno tekočino; v veliki vročini se pretvarja v pare in se tudi sam ob sebi razkrajja. V vodi se kaj rad topi, pri čemer se razvija toplota.

Jedki kalij (prav tako tudi kalijev lug = raztopina jedkega kalija v vodi) razjeda organske, posebno živalske tvarine (kožo, tolščo, volno) in je radi tega zelo nevarna tvarina.

Trden jedki kalij služi v zdravilstvu, v vodi raztopljen (kalijev lug) mnogim obrtnikom, zlasti milarjem za izdelovanje mila in pericam, da iz perila izpere tolščene madeže.

Milarji pridelujejo kalijev lug neposredno iz lesnega pepela. V to svrhu nakopičijo na kamenitih tleh kup pepela, na vrhu mu naredo jamo, ki jo napolnijo z gašenim apnom. Ko je črez nekoliko časa apno razpalo, pomešajo vsekup, spravijo to zmes v lužnjake in jo polijejo z vodo. V 24 urah dobé dober lug.

§ 26. Soda ali natrijev karbonat. Jedki natrij.

Soda je sol močno lužnatega okusa, pomodri rdečo lakmovo tinkturo ter je pepeliki zelo podobna; razločuje pa se od te posebno v tem, da se na zraku ne razmoči. Dobiva se v kristalih, ki imajo v sebi dosti vode (do 63%). V vodi se rada topi, na zraku pa hitro prepereva in razpada v bel prah. Ako jo segrevamo, se v svoji kristalni vodi raztali, potem izhlapeva voda in naposled ostane soda brez vode — žgana ali kalcinirana soda (*kalzinierte Soda*).

V prah zdrobljena soda daje plamenu rumeno barvo kakor natrij. Če jo polijemo s solno kislino, uhaja ogljikov dioksid. V sodi se nahajata torej natrij in ogljikov dioksid, zato se imenuje natrijev karbonat ali tudi ogljikovokisli natron; njen kemijski znak je Na_2CO_3 .

Soda se nahaja samorodna ali zmešana z drugimi spojinami. Na nekaterih krajih Ogrske pricvete poleti iz tal kot bel prah. Nahaja se tudi v nekaterih vodah, posebno v takozvanih natronovih jezerih

v Egiptu in Mehiki. Soda je glavna sestavina morskim halugam in drugim v morju rastočim dračam. Iz pepela takih rastlin se dobiva na podoben način kakor pepelika.

Sodo rabijo pri izdelovanju stekla in mila, v barvarstvu, za beljenje tkanin, pri pranju itd. Sploh služi istim namenom kakor pepelika, pa je cenejša.

Če v vodi raztopljeno sodo kuhamo in ji polagoma pridenemo toliko žganega apna, da ne vzkipi, če ji prilijemo nekoliko kapljic solne kisline, dobimo vodeno raztopino, ki jo imenujemo natrijev lug. Če iz luga izparimo vodo, dobimo jedki natrij ali natrijev hidroksid (*Ätznatron* oder *Natriumhydroxyd*, NaOH).

Jedki natrij je bela in krhka, kristalasta tvarina, ki se v vročini izlahka tali, razjeda kožo in druge organske tvarine. Vobče ima ista svojstva kakor jedki kalij in služi istim namenom kakor ta.

Če raztopini jedkega natrija dovajamo ogljikovega dioksida, dobimo dvojno ogljikovokisli natrij (*doppeltkohlensaueres Natrium*, HNaCO_3), to je bel, kristalast prašek, ki se v vodi topi in močno zašumi, če njegovi raztopini prilijemo raztopine vinske kisline. — V prirodi ga dobimo raztopljenega v mnogih rudninskih vodah (slatinah), na primer v Rogatcu, Gleichenbergu, Gießhüblu. — Uporabljamo ga v zdravilstvu in je dobro sredstvo proti kislinam, ki se tvorijo v želodcu (šumeči praški).

§ 27. Silicij (kremik).

Silicij ali kremik (*Kiesel*) je prvina, ki se v prirodi ne nahaja samorodna, ampak le spojena s kisikom (v kremenici) ali spojena s kisikom in kovinami (kremikovokislih soleh). Dobivamo ga iz njegovih spojin ali v drobnih, temnosivkastih, svetlih, luskavih in zelo trdnih kristalih, ali pa kot brezličen rjavkastosiv prah, ki se spoji, razvročen na zraku ali v kisiku, s kisikom v silicijev hidroksid ali kremenico (*Siliziumdioxyd* oder *Kieselerde*, SiO_2).

1.) Kremenica je ali kristalizirana ali brezlična, časih bolj, časih manj čista. Čista kremenica se nahaja v kremenjaku (*Quarz*) v mnogih različkih, kakor: kamena strela (*Bergkristall*), ametist, čadavec, citrin, ahaf, kalcedon, kresilnik i. dr. Zdrobljen kremenjak imenujemo pesek. Brezlična kremenica se nahaja v opalu in v kremenovi sigi (*Kieselsinter*). Kremenica ima veliko trdoto in se tali edino le v plamenu gorečega pokalnega plina. Če se tali skupno ali z jedkim kalijem ali z jedkim natrijem, se tvori steklu podobna tvarina, ki se topi v vroči vodi in se imenuje vodeno steklo (*Wasserglas*).

Kremenica se rabi v obliki kremenjaka ali peska pri izdelovanju stekla, porcelana, za opeko in za malto; v obliki lepih kristalov pa služi kot nakit. — Les, platno, papir, ki jih pomažemo z natrijevim ali kalijevim steklom, ne gore več s plamenom, ampak le malo tle. — Na zidovje, fasade itd., ki so na površju namazane z vodenim steklom, se vremenski vplivi izdatno zmanjšajo.

2.) Kremikova kislina. Če vodeno steklo polijemo z nekoliko solne kisline, se naredi neka nova, žolci podobna tvarina, kremikova kislina (*Kieselsäure*, H_4SiO_4). Ta kislina se posuši na zraku v bel prah, v vodi in kislinah pa se raztopi. Razžarjena razpade v kremenico in v vodo, ki takoj izhlapi. S kovinami se spaja v razne kremikovokisle soli ali silikate.

Kremikova kislina se nahaja v mnogih vrelih in vodnjakih. Z vodo pribaja tudi v rastline in celo v živalska telesa. Nekatere rastline je imajo zelo veliko v sebi.

§ 28. Steklo.

Steklo je zmes dveh ali več skupaj staljenih kremikovih spojin ali silikatov. Čisto steklo je brezbarvno, popolnoma prozorno, trdo in zelo krhko. Če se toliko segreje, da žari v rdeči barvi, se zmehta kakor testo, ter se dá napihnuti, razvleči, zvaljati ali stisniti v kalupe. V veliki vročini se stali in se dá vlivati. V kislinah in sploh v tekočinah se ne topi, edina jedavčeva kislina (*Flußsäure*) ga nekoliko razjeda.

Glede na sestavine, iz katerih sestoji, razločujemo štiri vrste stekla, namreč: natrijevo steklo, kalijevo steklo, svinčevo steklo in navadno steklo.

1.) Natrijevo steklo (*Natronglas*) sestoji iz natrijevega karbonata (sode), kalcijevega karbonata in kremenjaka, je zelenkasto in se laže tali nego kalijevo steklo. Iz tega stekla izdelujejo šipe za okna ali zrcala in raznovrstne namizne steklene posode.

2.) Kalijevo steklo (*Kaliglas*) je silikat kalija in kalcija ter se izdeluje iz kalcijevega karbonata, pepelike in kremenjaka. To steklo je popolnoma čisto in težko taljivo. Iz tega stekla izdelujejo najboljšo stekleno robo in take kemijske in fizikalne posode, ki jih je treba močno razgrevati, ne da bi se stalile. Največ takšnega stekla izdelujejo na Češkem; zategadelj se imenuje tudi češko steklo. Ako sestoji iz samih čistih snovij, se imenuje tudi kronsko steklo.

3.) Svinčevo steklo (*Bleiglas*) se izdeluje iz svinčevega oksida, kalcijevega karbonata in kremenjaka. To steklo je zelo mehko, brezbarvno, močno sijajno in se najlaže tali. Odlikuje pa se posebno

v tem, da lomi svetlobo tako močno, kakor nobeno drugo steklo. Takšnega stekla razločujemo glede na množino v njem nahajajočega se svinca tri vrste. Najmanj svinca ima v sebi kristalno steklo (*Kristallglas*), največ pa stras (*Straß*); flint ali kremikovo steklo (*Flintglas*) pa manj nego stras a več nego kristalno steklo. Iz flinta izdelujejo optične leče, iz strasa pa posnemke dragih kamenov.

4.) Navadno steklo za buteljke (*Bouteillenglas*) ima najmanjšo vrednost. Dobiva se iz najnavadnejših tvarin, iz kalcijevega karbonata, gline, sode, pepelike, peska itd. Časih ima v sebi železovega oksida in celó neke hribine (basalta in trahita). Barva mu je različna, n. pr. rjava, zelena, rumena itd., ter je zavisna od železovih spojin v tvarinah, ki se rabijo za izdelovanje stekla.

Iz takega stekla se izdelujejo steklenice za kislo vodo, za vino, pivo, zdravila itd.

Barvano steklo se dobiva s tem, da se steklovini primešajo razni kovinski oksidi. Kromov oksid daje steklu smaragdnozeleno barvo, bakrov oksid zeleno, antimonov oksid rumeno, manganov oksid vijoličasto barvo.

§ 29. Aluminij.

Aluminij je svetlobela, srebru podobna, vendar od tega dosti lažja kovina (specifična teža 2·6), ki je jako tenljiva in se dá razkovati v zelo tenke ploščice. Debelejši kosi aluminija se s kisikom ne spajajo niti pri navadni temperaturi niti v veliki vročini; tenki listki ali drobne žice pa gore v kisiku s svetlim plamenom. Tudi razredčene kisline nimajo nanj posebnega vpliva.

V prirodi se nahaja aluminij le v spojinah, a v teh je v rudinstvu zelo razširjen. Aluminijev oksid ali glinica (*Aluminiumoxyd*, *Tonerde* oder *Alaunerde*, Al_2O_3) se nahaja čist in kristaliziran kot korun, rubin in safir, nečist kot smirek. Največ aluminija pa se nahaja v spojinah s kremikovo kislino (aluminijevih silikatih), na primer v živcu, sljudi, ilovici in glini.

Aluminij izdelujejo s pomočjo galvanskega toka iz glinice. Iz njega izdelujejo ključe, kuhinjsko posodo, razne nakite, razne instrumente itd.

§ 30. Glina.

Glina (*Ton*) je jedrnata, gručava in krhka tvarina, ki se med prsti čuti opolzla, kakor bi bila mastna. Suha se prileplja na jezik in pušča neki posebni vonj, ako nanjo hukamo ali ako se je navzela

nekoliko vlage. Vodo in tudi nekatere druge tekočine, zlasti olje, vpija hlastno, vendar jih ne propušča. Z vodo nasičena se omehča, ter postane tenljiva in gnetna kakor testo. V ognju izpusti vodo, se skrči in tako utrdi, da zveni; obenem pa postane tudi luknjičava.

Glina se dela povsod, kjer prepereva in prhni ali sam živec (*Feldspat*) ali živčnato kamenje. Zrak, voda in mraz delujejo na kamenje tako, da polagoma razpada v drobne kose in naposled v prah, pri čemer se vrše tudi kemijske presnove. Pravimo, da kamenje prepereva ali prhni (*verwittert*) ali se pretvarja v prst. Prhlenina (*Verwitterungsprodukt*) ostane časih na mestu, največkrat pa jo voda sproti odnaša in naplavlja drugod v nižavah.

V kemijskem oziru je glina aluminijev silikat, ki so mu navadno primešane še druge spojine. Železove spojine ji dajo rumeno ali rjavo barvo. Časih se nahajajo v njej tudi trohneče organske tvarine.

Čisto glino imenujemo kaolin (*Kaolin*) ali porcelanko (*Porzellanerde*). Ta je bele barve in se v ognju ne tali pri nobeni temperaturi. Iz porcelanke se izdeluje najlepša in najboljša lončena roba. — Porcelanki zelo podobna je glina za pipe (*Pfeifenton*), ki je bele ali rumene barve. — Nečisto porcelanko imenujemo navadno glino.

Lončarska in suknarska glina (*Töpferton und Walkererde*) imata primešanega kalcijevega karbonata in železovega oksida. V ognju postaneta rumeni ali rdeči. Suknarska glina ima tudi to svojstvo, da vsrkava tolščo iz tolstih tvarin, ako jih z njo namažemo, ko smo jo poprej v vodi namočili. Iz lončarske gline se izdeluje in žgó navadne glinaste posode; suknarsko glino pa rabijo posebno v suknarnah.

Navadno glino, ki je pomešana s peskom, in ima dostikrat tudi katere organske tvarine, imenujemo ilovico (*Lehm*). Iz nje se izdeluje in žge navadna opeka.

Prst je zmes gline, ilovice, peska, apna, laporja in gnijočih ter trohnečih ostankov od živali in rastlin.

Robo, ki jo izdelujemo iz gline, delimo v gosto in luknjičavo. K prvi prištevamo porcelan in kamenino, k drugi navadno lončeno robo, fajenco in opeko.

Izdelovanje porcelanske robe. Čisti glini (kaolinu) se primeša nekoliko živca, potem se obe tvarini drobno zmeljeta, dobro zmešata in večkrat z vodo

poplakneta. Nato se zmes iztisne v platnenih vrečah in toliko umesi, da postane tenljiva in vlečna kakor testo. Iz te mase se delajo bodisi na lončarski plošči, bodisi v posebnih formah različne posode in drugi predmeti. Ko so se ti izdelki na zraku posušili, pridejo v posebno peč, kjer se pri ne posebno visoki temperaturi polagoma žgó. Ko pridejo iz peči in so se popolnoma ohladili, pomočijo jih v kašo iz živčnatega prahu in vode in puste, da se posuše. Nato pridejo še enkrat v peč, kjer se pri zelo veliki vročini žgó 24 do 30 ur. V veliki vročini se živec raztopi, zamaši luknjice v glini in obenem tvori na površju gladko skorjo — osteklino ali glazuro. Zgana porcelanasta roba se v peči sami ohlaja do navadne temperature. Porcelan je čisto bel, nekoliko prozoren, trši kakor steklo, zvoneč ter ni občutljiv za nagle izpremembe temperature. — Porcelan brez glazure se imenuje biskuit.

Kamena roba (*Steinzeug*) se izdeluje iz manj čiste gline, ki pa se ji primeša več živca (do 50%). Kamena roba (naši navadni krožniki, skleda itd.) je medlobela, sivkasta ali rdečkasta, neprozorna, ter ne prenaša naglih izprememb temperature.

Luknjičavo ali navadno glinasto robo izdelujejo iz onečiščene gline, ki se tali pri nižji temperaturi kakor živec. Zato se ta roba izdeluje brez živčeve primesi. Da ti izdelki ne propuščajo vode, jih na površju položijo ali prevlečejo z glazuro.

Fajenca je neprozorna, na lomišču prstena in luknjičava, se dá z nožem praskati in ni posebno trdna. Žgo jo po dvakrat kakor porcelan. Glazuro ima časih prozorno, časih neprozorno (*email*), sestoječo navadno iz svinčevih spojin.

Navadno glinasto robo izdelujejo iz navadne gline, ki ima primešanega apna in železa. Njena glazura je neprozorna.

Opeka se izdeluje iz ilovice. Svojo rdečo barvo dobi od železovega oksida.

§ 31. Železo.

Kemijsko čisto železo je belosivo, po barvi nekoliko srebru podobno, tenljivo, žilavo, trdno in sijajno, in se topi le pri zelo visoki temperaturi (1600° C). Na prelomišču je zrnkasto, se dá kovati in dobro ugladiti. Če ga razbelimo, se tudi nekoliko omehča. Ako položimo dva razbeljena kosa železa drugega na drugega ter ju s kladivom tolčemo, se tako močno sprimeta, da ju ne moremo več razdružiti — pravimo, da sta se zvarila.

Navadno razločujemo tri vrste železa, namreč sirovo ali lito železo, kovno železo in jeklo.

Sirovo ali lito železo (*Roh- oder Gußeisen*) ima v sebi dva do pet odstotkov ogljika, ki je deloma z njim spojen, deloma pa primešan v obliki drobnih luskinic. Časih ima v sebi tudi še nekaj silicija, fosfora, mangana, žvepla in drugih tvarin. Krhko je in zrnato, se ne dá niti kovati niti variti. Tali se pri dosti nižji temperaturi kakor vsako drugo železo. Glede barve je sivo ali belosivo. V sivem

litem železu ogljik ni spojen z železom, marveč mu je primešan le v obliki drobnih luskinic. Tako železo je precej mehko, se dá vrtati, piliti in stružiti. Od tega se ulivajo različne reči (ulitine, *Gußwaren*), na primer peči, razne posode. — V belem litem železu je ogljik z železom spojen; trdo pa je tako, da se ga pila ne prime. Tudi za ulitine ni kaj prida. Od tega se izdelujeta kovno železo in jeklo.

Kovno železo (*Schmiedeeisen*) ima v sebi prav malo ogljika (0·5%), časih tudi malce mangana in silicija. Tali se le v zelo veliki vročini (1600° C), je vlaknato, na prelomu rogljasto in sivo, odlikuje pa se po veliki tenljivosti in žilavosti. Dá se dobro kovati, variti in piliti. Iz kovnega železa izdelujejo razne žice, pločevino in vsakovrstne kovane železne reči.

Jeklo (*Stahl*) ima v sebi ogljika en do dva odstotka, poleg tega tudi nekoliko dušika, časih tudi malce mangana in silicija. Dobivamo ga ali od sirovega železa, če temu odzhamemo nekoliko ogljika, ali od kovnega, ako temu dodamo nekoliko ogljika. Jeklo je sivobeje barve, zrnato in bolj trdo nego kovno železo, se dá kovati, variti in lepo izgladiti; glede trdnosti pa prekaša vsako drugo železo. Od drugih kovin se odlikuje posebno v tem, da mu moremo zelo močno izpreminjati trdoto in prožnost. Če se razbeljeno jeklo ohlaja prav počasi, postane mehko, raztezno in zvarno kakor železo — postane pa krhko in trdo kakor steklo, ako ga hitro ohladimo s tem, da ga pogreznemo v mrzlo vodo — ukalimo (*ablöschen*). Čim bolj je jeklo razbeljeno in čim hitreje se ohladi, tem bolj trdo postane. Ako ukaljeno jeklo segrevamo, menjava svojo barvo; najprej porumeni, potem postane po vrsti zlatorumeno, škrlatasto, vijoličasto, modro in naposled črnkasto-sivo. Pri vsaki teh barv menja tudi trdoto in prožnost; najtrše in najbolj krhko je, kadar je rumeno, najbolj mehko in prožno, kadar je modro.

Jeklo služi za izdelovanje vsakovrstnega orodja, na primer nožev, sekir, škarij, britev, pil, žag, svedrov, prožnih peres itd.

Samorodnega železa je v prirodi zelo malo; zelo razširjene pa so železove spojine. Največ kemijsko spojenega železa je v takozvanih „železnih rudah“.

Najbolj imenitne železne rude so: magnetovec ali magnetit (*Magnet-eisenstein*, Fe_3O_4 , 72% železa), rusi železovec (*Roteisenstein*, Fe_2O_3 , 70% železa), jeklenec ali siderit (*Spateisenstein*, FeCO_3 , 40 do 48% železa), železni kršec ali pirit (*Schwefelkies*, FeS_2).

Nekoliko kemijsko spojenega železa se nahaja tudi v rastlinah, v živalski krvi in v nekaterih vodah. Železo dobivamo na veliko od železnih rud v posebnih talilnicah ali plavžih (*Hochöfen*).

§ 32. Baker.)

Baker se odlikuje po posebni barvi, ki se po njem imenuje bakrena; je jako tenljiv in žilav, se dá dobro kovati, ne pa variti. Baker je izboren provodnik toplote in elektrike. Na zraku polagoma oksidira (bakrena rja), izgubi svojo lepo barvo in lesk ter otemni; na vlažnem zraku pa se prevleče z zeleno prevlakom — zeleni volk (*Grünspan*), tudi patina imenovano, ki nastane, ker se bakrov oksid polagoma spaja s kisikom in ogljikovim dioksidom, ki se nahaja v zraku.

Ako baker žarimo na zraku, se okisuje v bakrov oksid (CuO), ki se tvori kakor črna skorja in odpade, ako po njej s kladivom tolčemo.

S kislinami se baker precej rad spaja, posebno, če ima do njega pristop obenem tudi zrak. Vse bakrove spojine so strupene, in če so v vodi raztopljive, tudi zoprnega in gnusnega okusa.

Baker se nahaja v naravi samoroden in v raznih rudah spojen z drugimi prvinami. Dobiva se ponajveč iz bakrenih rud, na primer iz rdečega bakrenca ali kuprita (*Rotkupfererz*, Cu_2O), bakrenega kršca (*Kupferkies*, $\text{Cu}_2\text{F}_2\text{S}_4$), bakrenega sijajnika (*Kupferglanz*, Cu_2S).

Zelo važna bakrova spojina je bakrov sulfat ali modra galica (CuSO_4), ki se rabi kot sredstvo proti strupeni rosi, pri galvanoplastiki, v barvarstvu in zdravilstvu.

Iz bakra se izdelujejo razne posode, se kuje denar, se vlečejo žice za elektrovođe itd. Bakrene posode za jedila ali sploh takšne posode, ki pridejo v dotiko s kislinami, je treba znotraj pociniti, ali pa kar največ snažiti, ker se sicer dela zeleni volk.

§ 33. Cink:

Cink je bel a nagiblje malo na modro; sijaja je kovinskega. Pri navadni temperaturi je precej krhek, pri temperaturi med 120 do 150° C postane tenljiv, pri višji temperaturi pa zopet krhek. Pri 420° C se tali, pri temperaturi 1000° C pa zavre. Ako staljeni cink na zraku razvročimo do 500° C, se vžge in zgori s svetlim plamenom v cinkov oksid (ZnO), ki je znan kot trpežno belo barvilo in se navadno imenuje cinkovo belilo (*Zinkweiß*). Na suhem zraku obdrži cink dolgo časa svoj sijaj, na vlažnem pa kmalu potemni in se prevleče s sivo prevlakom, ki se v vodi ne topi in pod seboj ležeči cink varuje nadaljnje oksidacije. Rad se spaja z raznimi kislinami. Cink sam kakor tudi njegove spojine so strupene.

V prirodi ga nahajamo le v spojinah. Dobivamo ga največ iz dveh rud: iz kalamine (*Galmei*, $ZnCO_3$) in iz cinkove svetlice (*Zinkblende*, ZnS).

Cink rabimo v raznovrstne namene. Iz cinkove pločevine izdelujejo razne posode, žlebove pri strehah; z njo pokrivajo strehe itd. Mnogo cinka se porabi tudi pri galvanskih baterijah.

§ 34. Kositer ali cin.]

Kositer je malone srebrnobebe barve in kovinskega sijaja. Ako ga izprevijaš, škriplje. Mehkejši je kot zlato, tudi je zelo tenljiv in se dá razvaljati v tanke ploščice kakor papir, ki jim pravimo stanioi. Pri temperaturi $230^{\circ}C$ se tali in dobi na površju tenko sivo skorjo kositrovega oksida (SnO). Če ga na zraku dovolj segrejemo, zgori v kositrov dioksid (SnO_2). Na zraku in v vodi se ne izpremeni. S kislinami, izvzemši solno kislino, se ne spaja rad.

Samorodnega kositra v prirodi ni; dobivamo ga iz njegovih spojin, posebno iz kositrovca ali kositerita (*Zinnstein*, *Zinnerz*, SnO_2).

Iz kositra izdelujejo razne posode, igrače, nekatera cerkvena orodja, piščali za orgle; razvaljajo ga v stanioi. Mnogoterim bakrenim, medenim ali železnim posodam dajemo prevlako iz kositra, da ostanejo svetle in da ne oksidirajo. V kositrnih posodah je sploh tudi nekoliko svinca, to pa radi tega, da postanejo bolj trde in se hitro ne obrusijo.

§ 35. Svinec.]

Svinec je sivkastobela, zelo tenljiva, kovna, malo trdna in tako mehka kovina, da jo moreš rezati z nožem. Pravo svetlost kaže le na novih ploskvah: na zraku pa kmalu potemni. Tali se pri temperaturi $330^{\circ}C$. V mehki ali destilirani vodi, ki ima v sebi kaj zraka, se topi nekoliko, pri čemer se tvori svinčev hidroksid (PbH_2O_2); ne loti se ga pa voda, v kateri so raztopljeni karbonati ali sulfati (trda voda). Z razredčeno solitrno kislino se spaja kaj rad, spaja se tudi polagoma z ocatovo kislino in z drugimi organskimi kislinami, ako je obenem v dotiki tudi z zrakom. Ne spaja se rad z žveplovo kislino, s solno kislino in z jedavčevo kislino.

Svinec sam je zdravju škodljiv in strupen, istotako tudi vse njegove spojine.

V prirodi je samorodnega svinca kaj malo, a množine svinca se nahajajo v spojinah z žveplom v svinčenem sijajniku ali



galenitu (*Bleiglanz*, PbS), poleg tega tudi v raznobarvnih svinčencih (*Bleierze*) (v belem, rumenem in zelenem svinčencu). Dobiva se iz ene teh rud.

Iz svinca se izdelujejo razne plošče za kemijske tovarne, vodovodne cevi, kotli, retorte in druge priprave, ki jih rabijo v kemijski industriji, ulivajo se svinčenke (za puške) in šibre. Za izdelovanje kuhinjskih posod pa zaradi svoje strupenosti ni poraben.

§ 36. Živo srebro.

Živo srebro je edina kovina, ki je pri navadni temperaturi kapljivo tekoča; pri temperaturi -40°C se strdi, pri 360°C pa zavre in se pretvarja v pare, ki so zdravju škodljive. Tudi pri navadni temperaturi nekoliko izhlapeva. Belo je kakor srebro, svetlost pa mu je živo kovinska. Čisto živo srebro je 13·6krat težje od vode. Po steklu, porcelanu i. dr. teče v okroglih kapljicah; ako ima primešanih drugih kovin, teče v podolgastih kapljicah ter pušča tenko sivo kožico. Na zraku dolgo časa ne izpremeni svoje barve.

V solni kislini in razredčeni žveplovni kislini se ne topi, a precej rado se topi v solitrni kislini in v vreli žveplovni kislini.

Zlato, srebro, kositer, cink in svinec se tope v živem srebru ter tvorijo z njim zlitine, ki jih imenujemo *amalgame*.

Živo srebro se nahaja v prirodi tudi samorodno, največ ga je spojenega z žveplom v cinobru (*Zinnober*, HgS). Najbogatejši rudniki za živo srebro so v Idriji, potem v Almadenu na Španskem in v Kaliforniji.

Z živim srebrom polnimo barometre in termometre; z njim se loči zlato in srebro iz stolčnega zlatonosnega, oziroma srebronosnega kamenja. S kositrovim amalgamom se zastirajo steklene plošče, da služijo potem za zrcala. Z zlatim amalgamom se v ognju pozlačujejo druge kovine.

§ 37. Srebro.

Srebro se odlikuje po svojem lepem zvenku, po krasno beli barvi in lepem kovinskem sijaju; je zelo tenljivo in pri tem tudi žilavo ter se dá raztezati v drobne žice ali razvaljati v pločevino tanko kakor papir. Njegova specifična teža je 10·5. Srebro je najboljši provodnik toplote in elektrike. Tali se približno pri temperaturi 1000°C . V ognju in čistem zraku se ne izpremeni, zato ga štejemo med žlahtne in drage kovine.

V dotiki s tvarinami, ki imajo v sebi žveplo, in na zraku, v katerem je kaj žveplovodika, potemni srebro ter se prevleče s črno kožico, ker se spaja z žveplom v srebrov sulfid (*Schwefelsilber*, Ag_2S).

S solitrno kislino se kaj rado spaja v srebrov nitrat ali peklenec (AgNO_3), ki se rabi v zdravilstvu.

Srebro se nahaja v prirodi samorodno ali pa v srebrnih rudah; izmed katerih je najbogatejša srebrni sijajnik ali argentit (*Silberglanz*, Ag_2S).

Iz srebra izdelujejo razne posode, lepoticja, svečnike, kujeje novce itd.

Srebrove spojine: srebrov klorid (AgCl), srebrov bromid (AgBr) in srebrov jodid (AgJ) služijo v fotografiji.

Ker je srebro samo zelo mehko, se mu navadno primeša več ali manj bakra, da dobi večjo trdoto.

§ 38. Zlato.

Zlato, najbolj dragocena kovina, ima čislano rumeno barvo in krasno svetlost, ki se ne izpremeni niti v vodi niti v ognju. Mehko je kakor svinec in izmed vseh kovin najbolj tenljivo. Tenki zlati listki so prosojni in propuščajo zeleno barvo. Topi se v zmesi solne kisline in solitrne kisline (v zlatotopki, *Königswasser*); druge kisline pa se ga ne lotijo.

V prirodi se nahaja samorodno, a povsod le v majhni množini. Največ ga je nadrobljenega v raznem kamenju, posebno v kremenjaku. Dobiva se iz zlatonosnih rud tako, da se take rude stolčejo in potem izpirajo ali z vodo ali z živim srebrom, s katerim se zlato amalgamira. Iz takega amalgama se živo srebro v vročini izhlapi, zlato pa ostane. Ako zlatonosne rude razprhnejo in razpadejo, pride zlato v pesku in ilovici tudi v reke, ki ga nesó dalje.

Iz zlata se izdelujejo razne posode in nakiti, kuje se denar. Druge kovine se z njim pozlačujejo. Ker je samo premehko in se hitro obrabi, pomeša se navadno s srebrom ali tudi z bakrom.

§ 39. Platina.

Platina je kovina težja od zlata (specifična teža 21·5), ima belo barvo kakor kositer in močno svetlost. Tenljiva in žilava je kakor srebro, vendar izgubi svojo žilavost, ako so ji primešane druge kovine, n. pr. iridij. Tali se le v največji vročini (1775°C); razbeljena se zmežča ter se dá variti in kovati kakor železo. Na zraku se ne izpremeni, ker se s kisikom sploh ne spaja; topi se edino le v zlatotopki.

Platina ima to posebnost, da na svojem površju vsrkava in zgoščuje razne pline, to pa posebno takrat, kadar se nahaja v obliki drobnega praha — platinske gobe (*Platinschwamm*). Taka goba zgoščuje vodik s tako silo, da se vodik vžge in goreč razbeli gobo.

Platina se nahaja sicer samorodna, pa vendar je sploh po nekoliko pomešana z drugimi kovinami.

Iz platine se izdelujejo ponajveč le kemijska orodja; za izdelovanje druge robe ji je cena previsoka.

§ 40. Kovinske zlitine.

Kovine imajo to posebnost, da se v raznem razmerju pomešajo ali zlijejo, ako jih skupaj stalimo. Take kovinske zmesi imenujemo zlitine (*Legierungen*). (Zmesi živega srebra z drugimi kovinami se zovejo amalgami [*Amalgame*].)

Zlitine imajo sploh nekoliko druga svojstva nego njih sestavine. Njih trdota je navadno večja, tališče pa nižje kot pri posameznih sestavinah. Njih barva je zavisna od razmerja, v katerem so kovine zlite.

Najbolj navadne zlitine so:

1.) Med ali mesing, to je zlitina bakra in cinka. Rumena med ima okoli 30% cinka in 70% bakra, rdeča med pa 85% bakra in 15% cinka.

2.) Baker in kositer se mešata v zlitine v različnem razmerju. Zvonovina (*Glockenmetall*) sestoji iz 78% bakra in 22% kositra, topovina (*Kanonenmetall*) iz 90% bakra in 10% kositra.

3.) Bronovina, iz katere se vlivajo razni spomeniki, okraski itd., je zlitina bakra s cinkom in kositrom. Časi ima v sebi tudi nekoliko svinca.

4.) Britanska kovina je zlitina 1% bakra, 3% cinka, 86% kositra in 10% antimona.

5.) Novo srebro ali pakfong je zlitina bakra, cinka in niklja. Posrebren pakfong se imenuje kitajsko srebro.

6.) Aluminijev bron je zlatobarvna, trda in jako trpežna zlitina aluminiija in bakra.

7.) Magnalij je srebrnobela zlitina aluminiija in magnezija.

8.) Pismenovina (*Letternmetall*), iz katere se ulivajo črke, je zlitina svinca in antimona.

9.) Rosejeva kovina (*Rosesches Metall*) je zlitina enega dela kositra, enega dela svinca in dveh delov bismuta. Ta zlitina se tali pri temperaturi 94° C.

10.) Zavarila ali loti (*Lote*) so razne zlitine kositra in svinca, ki služijo kleparjem in sploh delavcem s kovinami v to, da zavarjajo ali lotajo (*löten*) z njimi različne kovine.

II. Iz nauka o elektriki, vzbujeni po dotiki (galvanski elektriki).

(Glej I. stopnjo §§ 54. do 66.)

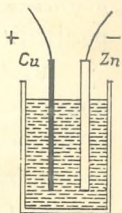
Ponovilo. Katera telesa imenujemo električna? — Kako vzbujamo elektriko? — Katera telesa so dobri, katera slabi provodniki elektrike? — Katero elektriko imenujemo pozitivno, katero negativno? — Kako delujeta druga na drugo? — Kaj je elektriziranje po podelitvi, kaj elektriziranje po influenci? — Popiši elektriški kolovrat in lejdensko steklenico. — Čemu služi lejdenska steklenica? x

§ 41. Osnovni galvanski pojavi. Galvanski členi.

V stekleno posodo, ki je do tri četrtine napolnjena z zelo razredčeno žveplovo kislino, postavi po eno ploščo iz cinka (*Zn*) in bakra (*Cu*) tako, da se nikjer ne dotikata. Na vsako teh plošč pa pritrudi daljši kos bakrene žice (slika 9.)!

Poizkusi: *a*) Ako spraviš konca bakrenih žic za hip v dotiko in ju nato hitro narazen potegneš, zapaziš na dotikalšču majhno iskrico. — *b*) Položiš li konec ene žice na jezik, drugega pod jezik, dobiš neki poseben okus. — *c*) Drobna magnetnica se iz svoje ravnotežne leže nekoliko odkloni, ako zvežeš oba konca žic, potem pa žico držiš prav blizu magnetnice vzporedno z njeno ravnotežno smerjo. — *č*) S pomočjo zelo občutljivega elektroskopa se dá dokazati, da se nahajata izven tekočine moleča konca bakra in cinka v elektriškem stanju, in sicer da je baker pozitivno električen, cink pa negativno.

Slika 9.



Baker in cink postaneta po dotiki z razredčeno žveplovo kislino na svojih iz tekočine molečih koncih električna, in sicer baker pozitivno, cink pa negativno.

Gori opisano pripravo imenujemo Voltov člen (*Voltasches Element*) ali vobče galvanski člen (*galvanisches Element*). Iz tekočine moleča konca kovin zovemo pola (*Pole*) galvanskega člana, in sicer je baker pozitivni, cink pa negativni pol.

Raznovrstni poizkusi uče, da se vzbuja vsakikrat, kadar se dotikata dve kovini, ali ena kovina in oglje kake elektrovodne tekočine, ne da bi se v tekočini kaj dotikali, na teh telesih elektriško stanje, ki je na enem pozitivno, na drugem negativno.

Po dotiki dveh teles vzbujeno električno imenujemo galvansko (tično, ali časih tudi voltovsko) električno (*galvanische, Berührungs- oder voltaische Elektrizität*); vzrok električnosti dotikajočih se teles zovemo elektrobudno silo (*elektromotorische Kraft*).

Čim višja je stopinja električnosti na vsakem dveh dotikajočih se teles, ali čim večja je gostota in napetost na njih vzbujene elektrike, tem jačjo si moramo misliti med njima delujočo elektrobudno silo.

Ako pri Voltovem členu (slika 9.) zvežemo na baker in cink pritrjeni žici, teče po tej pozitivna elektrika z bakra proti cinku, negativna pa nasprotno s cinka proti bakru in se pri tem enake množine raznoimenskih elektrik uničujejo. Dokler ima elektrobudna sila isto jakost, nadomešča takoj odteklo električno, raditega teče nepretrgoma pozitivna elektrika 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 (*galvanischer Strom*). 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 (*galvanisches Element*).

Iz tekočine moleči del trdnega telesa, ki je pozitivno električen, imenujemo pozitivni pol, drugega, ki je negativno električen, pa negativni pol.

Galvanski člen je sklenjen (*geschlossen*), ako sta oba pola zvezana po dobrem elektrovodu, sicer pa odprt ali prekinjen (*offen*). Žica, ki veže oba pola, se zove polarna žica (*Polar- oder Schließungsdraht*).

Galvani je (l. 1789.) prvi opazoval, da se z dotiko teles vzbujata elektrika, vendar je mislil, da vzbujata to električno živalsko življenje, a ne samo dotika. Volta je (l. 1789.) opazoval, da se vzbujata sploh elektrika, ako se dva dobra elektrovoda dotikata.

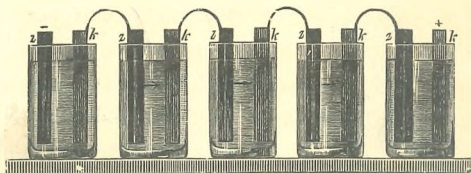
§ 42. Galvanska baterija.

Ako zvežemo več galvanskih členov tako, da je pozitivni pol prvega kovinsko zvezan z negativnim drugega, pozitivni pol drugega z negativnim tretjega itd., imenujemo tako sestavo galvansko

baterijo (*galvanische Batterie*). Slika 10. kaže galvansko baterijo ali galvanski lanec, zložen iz petih členov; baker prvega člena je zvezan s cinkom drugega, baker drugega s cinkom tretjega itd. Iz kapljevine moleči cink prvega in baker zadnjega člena imenujemo pola galvanске baterije.

Pozitivna elektrika bakrene plošče v prvem členu se razprostira čez vse elektrode sledečih členov; pozitivna elektrika bakrene plošče v drugem členu se razprostira čez elektrode

Slika 10.



sledečih členov, negativna elektrika cinkove plošče drugega člena pa čez elektrode pred njim stoječega člena. Pozitivna elektrika tretjega, četrtega, . . . člena se razprostira čez elektrode vseh sledečih členov, negativna elektrika tretjega, četrtega, . . . člena pa čez elektrode pred njim stoječih členov. Iz povedanega torej sledi, da sta elektriška gostota in elektriška napetost na cinku prvega člena in na bakru zadnjega člena petkrat večja nego na cinku in bakru posameznega člena.

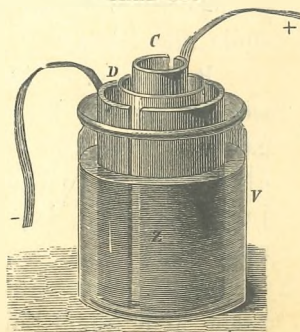
Ako zvežemo pola galvanске baterije s polarno žico, kroži po njej tem jačji galvanski tok, čim več členov je zvezanih v baterijo.

§ 43. Razni galvanski členi.

Poleg opisanega Voltovega člena rabijo fiziki še celo vrsto drugih členov. Ti se razločujejo po svoji vnanji obliki in velikosti, po jakosti elektrobudne sile in v tem, da elektrobudna sila pri nekaterih hitro pojema, pri nekaterih pa ostane več časa stalna. Najbolj običajni členi so:

1.) Daniellov člen (slika 11.). V stekleni posodi *V* stoji odprt cinkov valj *Z*, v njem luknjičast prsten lonca (diafragma *D*), v loncu samem pa odprt bakrov valj *C*. V prstenem loncu je nasičena raztopina modre galice, v stekleni posodi pa z vodo razredčena žveplovega kislina. Baker je pozitivni, cink pa negativni pol.

Slika 11.

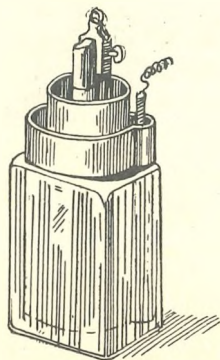


2.) Leclanchéjev člen (slika 12.). V stekleni posodi stoji luknjičast in valjast

prsten lonec, v njem pa ogljena plošča v zmesi ogljenega prahu in rjavega manganovca. Zunaj prstenege lonca stoji cinkova palica. Posoda se napolni s salmiakovo raztopino. Ogelj je pozitivni, cink pa negativni pol.

3.) Grenetov steklenični člen ali člen s kromovo kislino. Trebušnata steklenica s širokim grlom je pokrita z ebo-

Slika 12.



nitnim 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 privzdigne cink 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.

§ 44. 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 razbeli in tudi stali, ako teče po njej precej 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 13. 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, 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.

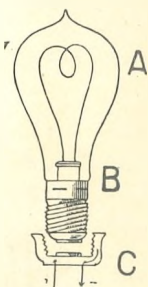
V novejšem času nadomeščajo pri žarnicah ogljene niti s tankimi a precej dolgimi žicami iz tantala, osmija ali volframa, to je kovin, ki se tale šele pri zelo visokih temperaturah.

Elektriške obločnice. Poizkus: Na konca polarnih žic močne galvanske baterije pritrđi dva priostrena oglja. Ako spraviš njuni osti v dotiko in potem zopet nekoliko razmakneš, nastane med njima zelo svetel plamen, ki šviga od ene osti do druge. 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 tale 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 solnčno lučjo najbolj intenzivna in se imenuje elektriška obločna luč (*elektrisches Bogenlicht*).

Aparate, s katerimi prirejamo elektriško obločno luč, imenujemo elektriške obločnice (*elektrische Bogenlampen*). 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.

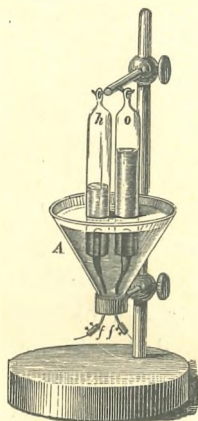
Slika 13.



§ 45. Kemijski učinki galvanskega toka.

Poizkus: *a*) Skoz dno steklene posode *A* (slika 14.) sta napeljana dva platinova listka na zunanjih koncih s sklopnima vijakoma *ff*. V posodi je voda, ki ji je primešanih nekoliko kapljic žveplove kisline, da dobi večjo provodljivost. Nad platinova listka sta poveznjeni stekleni cevi *h* in *o* polni vode. Ako pritrdiš polarni žici galvanske baterije v vijakih *ff*, da kroži galvanski tok skoz okisano vodo, vzhajajo nad listkoma plinavi mehurčki, ki izpodrivajo vodo iz cevi. V cevi nad listkom, kjer vstopa pozitivni tok v vodo (nad pozitivnim polom), se razvija le polovica toliko plina, kakor v cevi, kjer vstopa negativni tok (nad negativnim polom).

Slika 14.



Ako črez nekoliko časa galvanski tok prekiнеш, 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 skoz vodo, jo razkraja v njeni sestavini: v kisik in vodik.

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

Poizkus: *b*) Stekleno 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 plošč s pozitivnim, drugo z negativnim polom galvanske baterije. — Ko je galvanski tok nekoliko časa krožil skoz raztopino, postane negativna plošča debelejša, ker se na njej izločuje čist baker, pozitivna bakrena plošča pa postaja vedno drobnejša; raztopina poleg pozitivne plošče obdrži svojo temno-modro barvo, poleg negativne plošče 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 (na katodi).

Iz teh poizkusov razvidimo, da galvanski tok, tekoč skoz nekatera telesa, ista razkraja v tvarno nove dele ali sestavine. Takšne

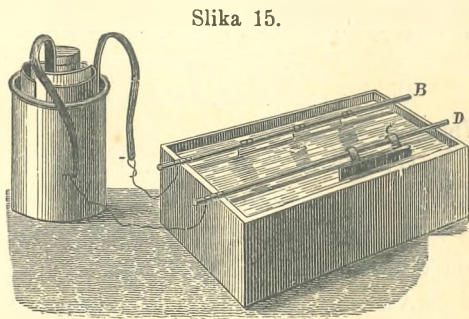
učinke galvanskega toka imenujemo kemijske; razkroj teles po galvanskem toku pa elektrolizo (*Elektrolyse*).

Telesa, ki so po galvanskem toku razkrojna, se zovejo elektroliti (*Elektrolyte*). Vobče se dajo po galvanskem toku razkrajati le tista sestavljena telesa, ki so dobri elektrovedi ali sama ob sebi tekoča ali pa raztopljena ali staljena.

Sestavine elektrolitov se izločujejo v istem težinskem razmerju, v katerem se nahajajo v elektrolitu.

§ 46. Galvanoplastika.

Na poizkus *b*), opisan v poprejšnjem paragrafu, se opira galvanoplastika (*Galvanoplastik*), 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 elektroveda na drog *B* (slika 15.), kadičko pa napolnimo z nasičeno raztopino modre galice. Na drugi drog *D* obesimo v raztopino večjo bakreno ploščo. Drog *B* zvezemo 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 po raztopini. Ta skorja se dá odluščiti ter je predmetu v vsem podobna; zove se pozitivni odtis.

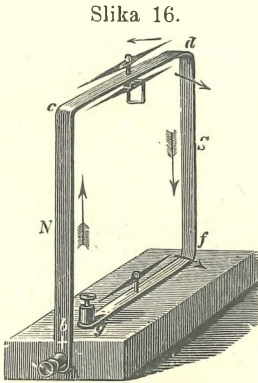


Z enim in istim negativnim odtisom si moremo narejati po več pozitivnih odtisov.

Galvanoplastiko sta leta 1838. izumila Jakobi 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 postopanje se imenuje galvanostegija (*Galvanostegie*).

§ 47. Kako deluje galvanski tok na magnetnico.

Poizkus: Bakren pravokotnik $bcdf$ (slika 16.), na katerem se nahajajo tri odklonice, postavi tako, da se strinja njegova ravnina z magnetiškim meridijanom in da kaže stranica N proti severu; potem pritrudi polarni žici galvanske baterije v sklopna vijaka b in g , in sicer pozitivno pri b , negativno pri g .



Slika 16.

Dokler po pravokotniku ne kroži galvanski tok, leže magnetnice natančno nad stranico cd , oziroma gf . Ko pa galvanski tok skleneš, se odklonijo vse tri magnetnice iz svoje ravnotežne leže v smeri pristavljenih puščic; ko se po nekoliko nihajih umire, 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 ležo (magnetiški meridijan).

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

Fizik Ampère je (l. 1825.) z mnogovrstnimi poizkusi dokazal, da dobimo smer magnetiškega odklona 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.

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 slabjši. — 3.) Galvanski tok teži na to, da magnetnico pravokotno postavi na svojo smer.

§ 48. Galvanometri.

Galvanometri so aparati, ki nam kažejo prisotnost, smer in jakost kateregakoli galvanskega toka. Najenostavnejši galvanometer dobimo, ako pod magnetnico v sliki 16. postavimo v stopinje razdeljeno krožnico, na kateri beremo, za koliko ločnih stopinj odkloni magnetnico ta ali oni galvanski tok.

Galvanometer, ki služi pri merjenju prav slabih galvanskih tokov, kaže slika 17.

Ta galvanometer 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, skoz njeno težišče idoče osi. Na magnetnici je pravokotno pritrjen kazalec z , ki se s svojim koncem giblje pred delom na ločne stopinje razdeljene krožnice. — Ako izpustimo po bakreni žici okoli okvirčka AB galvanski tok, se magnetnica odkloni iz svoje ravnotežne leže; število stopinj tega odklona nam javlja kazalec z .

Opisani galvanometer, ki ga imenujemo tudi multiplikator, je zelo občutljiv, kajti učinek toka na magnetnico se pomnoži s tem, da tok kroži prav blizu in mnogokrat okoli magnetnice.

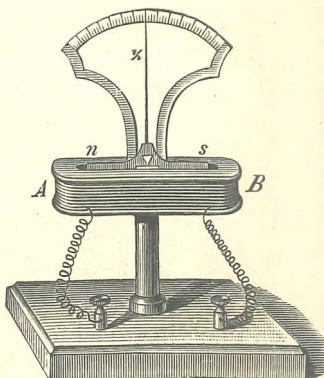
Galvanometri nam kažejo, da vsak tok iz galvanske baterije polagoma pojema, kakor tudi to, da stavijo elektrovi galvanskemu toku neki poseben upor. Ta upor imenujemo provodni upor (*Leitungswiderstand*). Čim večji je provodni upor kakega elektrovi, tem manjšo elektriško provodljivost (*Leitungsvermögen*) ima telo in obratno. Izmed kovin je srebro najboljši elektrovod, baker boljši kakor železo itd. Elektrovi iz iste tvarine imajo tem manjši upor, čim krajši so in debelejši.

§ 49. 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 tok prekiš.

Poizkus: *b*) Okoli železnega valja ovij bakreno in s svilo omotano ali prepredeno žico v isto smer 20- do 50krat. Ako konca žice zvežeš s poloma galvanske baterije, se železo v trenutku omagneti, ko skleneš tok, ter ostane magnetno, dokler kroži okoli njega galvanski tok. Če prekiš tok, izgubi železo svojo magnetnost, a jo takoj vnovič dobi, če tok skleneš. Tudi jeklo se na ta način omagneti, a po prekidu toka ostane trajno magnetno. (Glej sliko 18.)

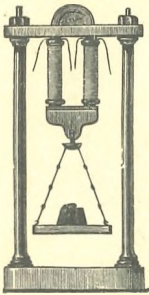
Slika 17.



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

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

Slika 18.



Čim jačji je galvanski tok, čim večkrat kroži okoli jekla ali železa, tem krepkejši postane elektromagnet.

Poizkus: c) Ako bližajš elektromagnetu magnetnico na onem koncu, ob katerem kroži tok okoli njega v isto smer kakor kazalec na uri, privlačuje magnet njen severni pol, odbija pa južnega.

Na ta način najdeš pri vsakem elektromagnetu ležo njegovih polov. Isto lahko zveš tudi po Ampèrovem pravilu.

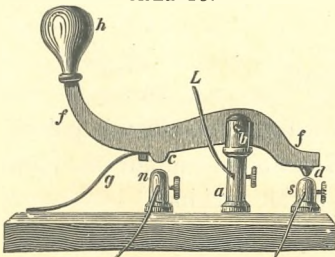
Običajno dajemo elektromagnetom podkovasto obliko ter žice tudi ne ovijamo neposredno na železo, temveč na lesene tuljave, ki jih potem nataknejo (slika 18.).

Kadar ima elektromagnet iz železa na svojih polih kotvico, ostane tudi po prekidu toka še nekoliko magneten, vendar mu magnetnost izgine, če mu kotvico odtrgamo.

§ 50. Elektriški brzojav ali telegraf.

Brzojav (*Telegraph*) imenujemo vobče vsako pripravo, s katero dajemo s posebnimi znaki poročila 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.

Slika 19.



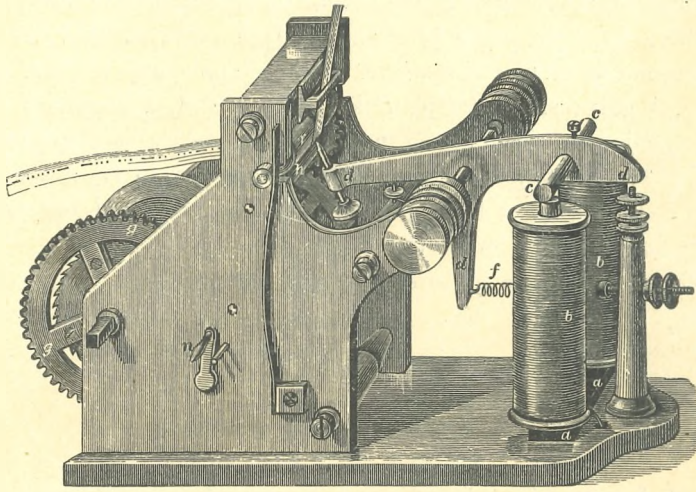
1.) Ključ (*Schlüssel, Taster*) (slika 19.)

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.

2.) Prejemalo ali pisalni stroj (*Empfänger, Zeichenbringer, Schreibapparat*) (slika 20.). Na leseni podlagi stoji dvokrak

elektromagnet bb ; njemu nasproti pa na dvoročnem vzvodu dd železna kotvica cc . Na drugem koncu vzvoda dd je nekoliko šiljast in pošev stoječ klinec. Prožno pero f nateguje vzvod tako, da je kotvica od elektromagneta nekoliko oddaljena, dokler okoli magnet

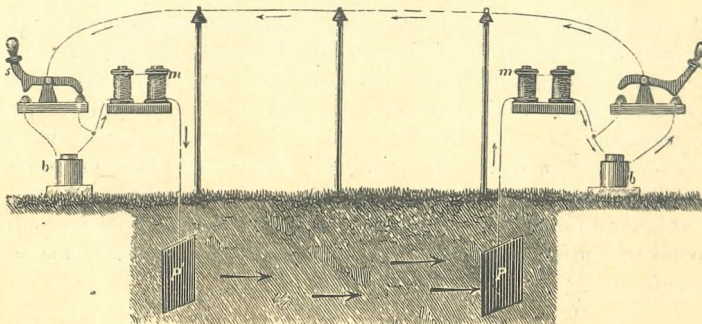
Slika 20.



ne kroži galvanski tok. Na levi strani se nahaja še kolesje, ki vrti valja h in r , med katerima drsa 1 *cm* širok papirnat trak.

Ako spustimo po elektrovodu okoli elektromagneta galvanski tok, se železo omagnetni, pritegne nase kotvico in pritisne klinec d

Slika 21.



na papir. Prekinemo li tok, izgubi železo svojo magnetnost, pero f potegne vzvod dd v poprejšnjo ležo. Klinec d naredi na počasi drsajočem papirju ali piko ali črto, ako kroži tok okoli elektromagneta le za hip ali pa več časa. Iz takih pik in črt je sestavljena vsa abeceda

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 svrho zadostuje 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 21. 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 ležo, da je galvanska baterija na tej postaji sklenjena. Pristavljene puščice kažejo smer krožečega toka. Ako pritisk na ključ pri *s* poneha, se galvanski tok prekine, ker se vzvod vrne v svojo ravnotežno ležo.

Za zaznamenovanje črk in števil služijo znaki :

a _ _	h	o _ _ _ _	v
b _ . . .	i . .	p	x _ . . .
c _ . . .	j	q _ . . .	y _ . . .
d _ . .	k _ . .	r . . .	z _ . . .
e	l	s . . .	
f	m _ . .	t _ . . .	
g _ . . .	n _ . .	u . . .	
1 _	6 _	pika	
2 _	7 _	dvopičje _	
3	8 _	podpičje _	
4	9 _	klinček _	
5	0 _	vprašaj	
		klicaj _	

Anglež Hughes je izumil brzojav, pri katerem prejemalo črke kar tiska na papirnati trak. — Pri prekmorskih brzojavah 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 brzojavah jemljemo kablje, ki leže na morskem dnu in so takole narejeni: z gutaperho izolirane bakrene žice, ki služijo kot elektrovodi, so ovite s pokatranjeno juto; okoli tega ovoja je svinčen plašč, ki je zopet ovit s pokatranjenim prevodom iz konopelj.

§ 51. Elektriški zvonec ali hišni brzojav.

Elektriški zvonec (slika 22.) je takole sestavljen:

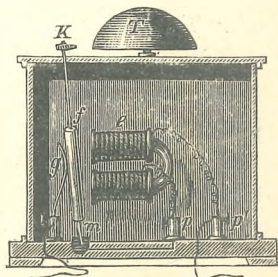
Na štiroglati deski je pritrjen elektromagnet podkovaste oblike *e*; okoli njega navita osamljena bakrena žica se okončuje v stebričkih

p in p' . Magnetnima poloma nasproti stoji kotvica mf , ki tiči pri m na prožnem peresu in se naslanja na prožno pero g . Zgoraj ima kotvica kladvice K , ki udari ob zvonec T , ako jo elektromagnet pritegne k sebi. Stebriček p in kotvica mf sta zvezana po bakreni žici; pri g in p' pa se pritrjujeta polarni žici galvanske baterije.

Recimo da je p' zvezan s pozitivnim, g z negativnim polom galvanske baterije. Pozitivni tok kroži tedaj po žici okoli elektromagneta do stebrička p , odtod po žici v kotvico, iz te po peresu g in od tega po polarni žici proti negativnemu polu.

Ko sklenemo na ta način tok, se elektromagnet omagneti ter pritegne kotvico k sebi; s tem pa se tok prekine, ker se kotvica in pero g več ne dotikata. Po prekinjenju toka izgubi elektromagnet svojo magnetnost, pero pri m odtrga po svoji prožnosti kotvico od magneta ter jo nasloni na pero g , — tok se vnovič sklene, in poprejšnji pojav se ponovi. Pri vsakokratnem sklepu toka udari kladvice K ob zvonec T . Ako elektriškega toka na kakem drugem mestu ne prekinemo, udarja kladvice nepretrgoma ob zvonec. Hočemo li z zvoncem dajati ob gotovih časih znamenja, treba da imamo v tokovem krogu pripravo, poseben ključ, s katerim moremo tok skleniti in prekiniti, kadar nam je drago.

Slika 22.



III. O gibanju in mirovanju trdnih teles.

(Glej I. stopnjo §§ 16. in 17.)

Ponovilo: Na čem spoznaš, da se kako telo giblje ali da miruje? — Kdo povzročuje gibanje? — Kaj treba vpoštovati pri vsaki sili? — Katero gibanje je enakomerno? — Kako izračunaš pri enakomernem gibanju pot, hitrost in čas gibanja?

§ 52. Vztrajnost.

Poizkusi: *a)* Na steklenico s precej širokim grlom postavi pokonci majhen obroč; na obroč pa deni denar, da leži ravno nad grlom. Ako udariš obroč naglo v stran, pade denar v steklenico. — *b)* Na mizo postavi skledo polno vode. Ako potegneš skledo precej hitro nekoliko naprej, steče nekoliko vode nazaj. Ko pa gibanje ustaviš,

steče nekoliko vode naprej. — c) Ako zavrtiš vrtalko na gladkih tleh, se vrtil dolgo časa. Hoteč jo ustaviti, čutiš poseben upor. — Iz teh poizkusov izvajaj:

Vsako telo hoče vztrajati v stanju, v katerem se nahaja. Ako miruje, hoče ostati mirno, ako se giblje, se hoče neprenehoma gibati. Da se mirujoče telo začne gibati, ali da se gibajoče se telo ustavi ali izpremeni smer ali hitrost svojega gibanja, je treba vsakikrat zunanjega vzroka — neke sile. Svojstvo teles, da sama ob sebi vztrajajo v stanju, v katerem se nahajajo, imenujemo vztrajnost (*Beharrungs- oder Trägheitsvermögen*).

Vztrajnost je svojstvo vsakega telesa in vsakega njegovega dela. Iz čim več delov je telo sestavljeno, tem večjo vztrajnost ima; zato je vztrajnost sorazmerna masi vsakega telesa.

Ker radi vztrajnosti nobeno telo samo ob sebi ne more izpremeniti ne svoje hitrosti ne smeri svojega gibanja, se mora gibati enakomerno in premočrtno toliko časa, dokler vnanji vzroki ne povzročijo kake izpremembe.

Izkušnja nas uči, da se vsako gibajoče se telo sčasoma samo ob sebi ustavi, umiri. Po natančnem opazovanju se prepričamo, da se gibajoča se telesa ne ustavljajo kar sama iz sebe, iz lastnega nagiba, marveč, da imamo temu pojavu iskati vzroka izvan teh teles.

Ako potočimo na primer 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.

§ 53. 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*.

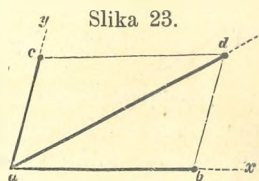
Omenjeni človek se giblje na dvojen način; on se giblje z vlakom vred in obenem tudi na vlaku po isti črti, po kateri se giblje vlak. Tako gibanje imenujemo sestavljeno (*zusammengesetzte Bewegung*).

V navedenih primerih bi človek naredil prav isto pot, to je 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 vozech 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 23.) istodobno dve sili, kojih prva hoče telo gibati v smeri preme ax , druga v smeri preme 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 preme ax , ne v smeri preme 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 premo cd , dobimo paralelogram $abcd$, ki ga imenujemo paralelogram gibanja (*Bewegungsparallelogramm*). Točka a , od katere se telo začne gibati, je izhodišče (*Ausgangspunkt*). 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.

§ 54. Razstavljanje gibanja v dvoje gibanje.

Vzemimo, da se neko telo giblje iz točke a (slika 23.) v smeri preme 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 preme ad z dvojim stranskim gibanjem v smerih ax in ay , pri katerih naredi telo v istem času, ko pride od a do d , v smeri preme ax pot ab in v smeri preme ay pot ac . — Da je to pravilno, sledi iz tega, kar smo učili v poprejšnjem paragrafu.

Ker nad dano premo lahko načrtamo poljubno število paralelogramov, v katerih se nahaja ta prema 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 le takrat, kadar sta dani smeri stranskega gibanja ali pa smer in pot enega stranskega gibanja.

§ 55. Sestavljanje in razstavljanje sil.

Kamen, ki ga vzdigneta dva dečka, lahko vzdigne en sam odrasel mož. — En konj vleče na vozu toliko breme kakor pet mož. — Dva slaba konja moreš pri vozu nadomestiti tudi z enim samim, seveda razmerno močnejšim.

Na eno in isto telo utegne delovati istočasno več sil, bodisi v isto ali v nasprotno smer ali tako, da njih smeri oklepajo kot; učinek njih delovanja more biti, ali da so si ravnotežne, ali da nastane gibanje. Ako nastane gibanje, se more telo gibati samo v eno smer. Potem pa je tudi lahko možno dve ali več sil nadomestiti z eno, ki v smeri gibajočega se telesa deluje nanje z istim učinkom kakor vse druge sile.

Sila, ki z istim učinkom nadomešča dve ali več sil, se zove njih rezultanta ali uspešnica (*Resultierende*), nadomeščene sile pa sile komponente ali sestavljače (*Komponenten*).

Ako iščemo rezultanto dveh ali več sil, imenujemo to postopanje sestavljanje sil (*Zusammensetzung der Kräfte*).

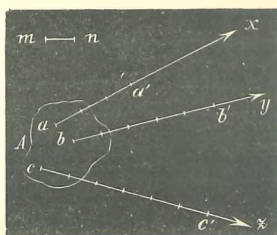
Nasprotno moremo tudi eno silo nadomestiti z dvema drugima z istim učinkom delujočima. Tako postopanje je razstavljanje sil (*Zerlegung der Kräfte*).

Pri iskanju rezultante dveh ali več sil je vobče treba si predočiti z načrtovanjem prijemališče, jakost in smer posameznih sil. To pa 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 preme, ki predočuje silo, zaznamenuje prijemališče, smer te preme zaznamenuje smer, v kateri deluje sila, dolžina preme pa jakost sile.

Vzemimo, da predočuje mn (slika 24.) 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 24.



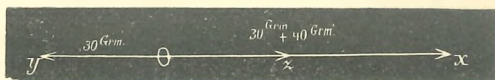
a) Sestavljanje sil s skupnim prijemališčem in v isti smeri delujočih. Poizkus: Ako položiš v skledico navadne tehtnice dve uteži 2 kg in 3 kg, je učinek ravno tisti, kakor če položiš vanjo utež 5 kg.

Rezultanta v eni točki 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 25.) prijemata dve sili v nasprotnih smerih; 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.

Slika 25.



Sili 30 g na desno in 30 g na levo sta si ravnotežni ter ne povzročita nobenega gibanja (I. stopnja, § 16.), 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.

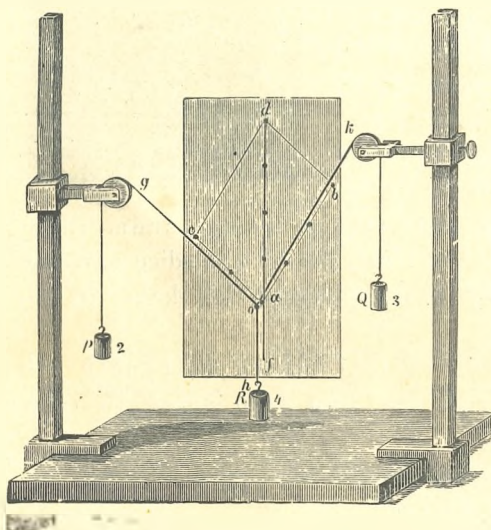
Rezultanta dveh v isti točki, a v nasprotni smeri delujočih sil je enaka razliki komponent in deluje v smeri večje komponente... 2.)

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.

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 26.) tako da je $ab = 3 \text{ dm}$, $ac = 2 \text{ dm}$, diagonala $ad = 4 \text{ dm}$. Paralelogram postavi med stebroma, no-

Slika 26.



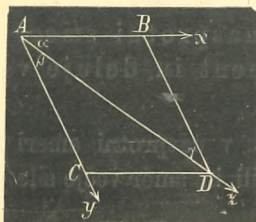
sečima škripca g in k tako, da stoji diagonala vertikalno. Črez škripca g in k ovij vrstico in obesi na levem koncu utež $P = 2 \text{ dkg}$, na desnem koncu utež $Q = 3 \text{ dkg}$; pri o pa izkušaj obesiti toliko utež R , da ostaneta dela vrvi og in ok vzporedna s stranico ac , oziroma ab . Da se 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:

Slika 27.



Rezultanto dveh v točki A (slika 27.) delujočih sil AB in AC dobimo, ako načrtamo paralelogram nad premama AB in AC , predstavljavajočima dani sili, in ako potegnemo v tem paralelogramu diagonalo AD . Prema AD predstavlja jakost in smer rezultante danih sil.

Ta paralelogram se imenuje paralelogram sil (*Kräfteparallelogramm*).

Ako sta komponenti enako veliki, razpolavlja diagonalna kot, ki ga oklepata smeri sil; ako sta različno veliki, leži rezultanta bližje večji komponenti. (Dokaži to z načrtovanjem!)

Čim manjši kot oklepata komponenti, tem večja je rezultanta. — Kolika je rezultanta dveh sil, ki oklepata kot 0° ali 180° ?

Rezultanto več v isti točki prijemaajočih in v razne smeri delujočih sil $P_1, P_2, P_3 \dots$ dobimo, ako sestavimo po zakonu o paralelogramu sil, najprej sili P_1 in P_2 , zatem rezultanto teh s silo P_3 itd.

c) Razstavljanje dane sile v dve sili, ki imata isto prijemališče, katerih smeri pa oklepata kot. Recimo, da je AD (slika 27.) dana sila, ki jo hočemo razstaviti v dve komponenti, ki prijemata v isti točki A , pa oklepata kot.

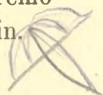
Skoz točko A potegnimo dve poljubni premi Ax in Ay ; na to pa načrtajmo paralelogram $ABCD$, ki ima dano silo za diagonalno. Stranici AB in AC sta iskani komponenti, kajti njuna rezultanta je $= AD$.

Nad dano premo AD moremo načrtovati brezkončno mnogo paralelogramov, torej eno silo razstavljati na brezkončno mnogo načinov. Ako pa je dana smer vsake komponente ali smer in jakost ene komponente, moremo razstaviti dano silo le na en način.

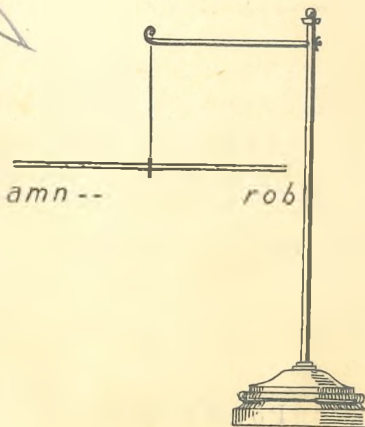
§ 56 Težišče.

Poizkus: a) Pletilno iglo ab (slika 28.) pritrdi v sredini c na nit, ki jo obesiš na posebno stojalo kakor kaže slika. — Pletilna igla ostane čisto horizontalna. Ako se prvi hip igla postavi nekoliko pošev, treba le nit c nekoliko premikati proti tisti polovici, ki se je nagnila proti zemlji. Na vsak način pa lahko dosežeš, da visi igla čisto v horizontalni smeri. — Ako nit prerežeš, ali ako se sama ob sebi utrga, pade pletilna igla v vertikalni smeri proti zemlji, padajoča pa ostane vzporedna svoji leži ab .

Pletilno iglo ab si lahko mislimo sestavljeno iz majhnih kosčkov $am, mn \dots bo, or \dots$. Na vsak tak kosček deluje težnost, to je sila,



Slika 28.



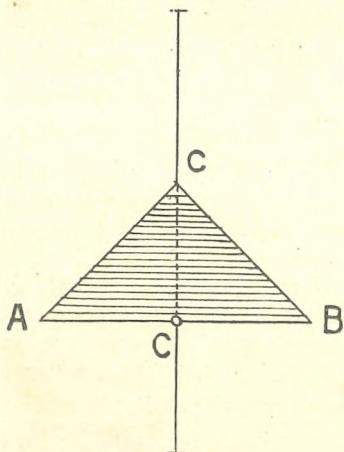
s katero ga vleče zemlja nase. Na vso iglo deluje torej toliko sil, iz kolikor delov je sestavljena; vse te sile so med seboj vzporedne, ker vse delujejo v vertikalni smeri, in morajo imeti svojo rezultanto. Prijemališče te rezultante mora biti v točki c , ker ostane v tej točki obešena igla horizontalna; smer rezultante je vertikalna, ker pade igla v vertikalni smeri, ako nit pretrgamo; jakost rezultante pa je tolika, kolikršna je sila, s katero je treba nit vleči navzgor, da igla ne pada. Ta sila pa je enaka absolutni teži pletilne igle.

Točko, v kateri prijema rezultanta vseh sil, s katerimi vleče zemlja kako telo nase, imenujemo težišče (*Schwerpunkt*) tega telesa. Pri pletilni igli (slika 28.) se nahaja težišče v središču igle, v točki c .

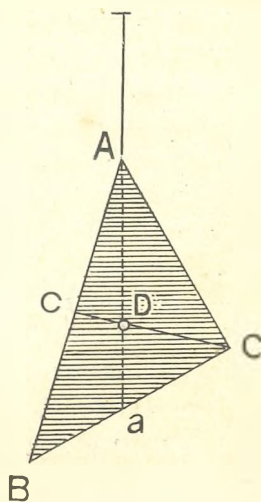
Igla ab ostane v horizontalni leži tudi takrat, kadar jo v točki c postavimo na kako ost ali pa položimo na oster rob.

Vsako skoz težišče potegnjeno premo imenujemo težiščnico (*Schwerlinie*); težiščnico, ki je obenem tudi vertikalna, pa črto namernico (*Richtungslinie*), ker nam kaže smer prosto padajočega telesa.

Slika 29.



Slika 30.



Poizkus: b) Iz deske si izreži trikotnik ABC (slika 29.) ter ga obesi pri vrhu C na nit. Če podaljšaš smer napete niti črez trikotnikovo ploskev, se s šestilom prepričaš, da gre ta smer črez razpolovišče c osnovnice AB . Da si to pojasniš, načrtaj na trikotnikovo ploskev vrsto premic, ki so vse vzporedne z osnovnico AB in leže prav blizu druga poleg druge. Te črte ti razdele trikotnik

v preme palčice, ki so vse vzporedne med seboj in z osnovnico AB . Po poizkusu a) ima vsaka teh paličic svoje težišče v središču, torej paličica, ki tvori osnovnico AB , v točki c , razpolovišču AB , in tako po vrsti vse paličice gori do vrha C . Težišča vseh paličic leže v premii Cc , v smeri podaljšane napete niti in tvorijo črto namernico trikotnika ABC . Zato mora biti težišče trikotnika ABC nekje na premii Cc . — Da izvemo ležo težišča prav natančno, obesimo trikotnik na nit pri vrhu A (slika 30.). Tudi pri tem uvidimo, da razpolavlja podaljšek napete niti stranico BC v točki a . Iz istega razloga, ki smo ga navedli poprej, leži težišče trikotnika ABC v črti namernici Aa . Ker je težišče trikotnika ABC na črti Cc in Aa , mora biti v presečišču teh črt, v točki D . Ako primerjaš dolžini aD in cD z dolžinama Aa in Cc , se prepričaš, da je $aD = \frac{1}{3} Aa$ in $cD = \frac{2}{3} Cc$.

Ako trikotnik ABC v točki D obesimo na nit ali ga položimo na kako ost, ostane v horizontalni leži miren.

V težišču telesa si moremo misliti združeno vso njegovo maso.

V istem telesu se teža in medsebojna razdalja posameznih delov ne izpremenita, če telo tako ali tako zasučemo. Zato se nahaja težišče v enem in istem telesu vedno v isti točki, ter njegova leža v telesu ni zavisna od položaja telesa. Težišče pa pride v istem telesu na drugo mesto, če njega maso drugače razvrstimo.

Težišča teles določujemo na dvojen način: a) s tem, da telo obešamo zaporedoma v dveh različnih točkah; b) s tem, da telo v dveh različnih smerih polagamo na oster prem rob, na primer na ravnilo in ga toliko časa premikamo, da ostane na tem robu v horizontalni leži. V prvem slučaju imajo težiščnice smer napete niti, na kateri telo visi; v drugem slučaju pa smer ostrega premega roba, na katerem ostane telo mirno. Težišče leži vsakikrat v presečišču dveh tako določenih težiščnic. — Pravilna in na vse strani enako gosta telesa imajo težišče v svojem geometrijskem središču. V telesih nepravilne oblike pa se težišče nahaja bolj na tisti strani, kjer je največ mase. Težišče otljih teles se nahaja v njih otlini, torej izvun njih tvarine.

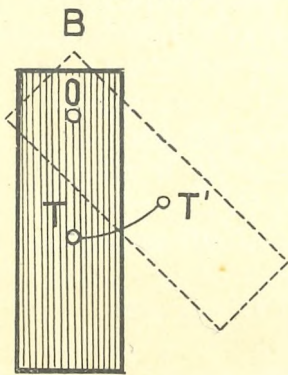
§ 57. Ravnotežje teles, na katera deluje le težnost.

Da telo vsled težnosti ne pada, marveč da ostane na istem mestu mirno — v ravnotežju — treba mu narediti več točk ali vsaj eno točko nepremakljivo, da se ob njih nepremakljivosti uničuje rezultanta vseh privlačnih sil. Ako je v telesu nepremakljiva samo ena točka, mora ležati v črti namernici, torej ali vertikalno nad ali

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

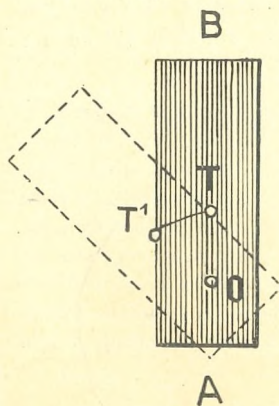
Slika 31.



dve majhni luknjici, eno v presečišču obeh diagonal, v točki T , drugo v točki O . (Slika 29.)

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 31.). Če deščico premakneš nekoliko v stran, a jo potem izpustiš, se vrne po nekoliko nihajih v svojo prvo ležo. Pri vsakem premikanju deščice iz njene ravnotežne leže, opiše težišče lok s polumerom OT in se pri tem vzdiguje.

Slika 32.



O telesu, ki se vrača v svojo prvobitno ležo, ako ga iz te nekoliko premaknemo, pravimo, da se nahaja v povračljivem ali stalnem ravnotežju (*stabiles Gleichgewicht*) ... 1.)

Poizkus: b) Deščico AB nasadi, kakor pri poizkusu a) na horizontalno os ter jo obrni tako, da pride težišče T nad os (slika 32.). 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);

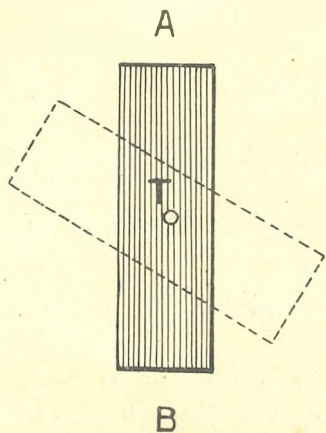
težišče opiše pri tem lok s polumerom OT in pada, dokler ne pride na najnižje mesto.

Telo, ki se ne vrne v poprejšnjo ležo, ako ga premaknemo iz njegove ravnotežne leže, marveč pade v novo ležo, se nahaja v padljivem ravnotežju (*labiles Gleichgewicht*) ... 2.) —

Viseča telesa so v stalnem, v eni točki podprta pa v padljivem položaju.

Poizkus: *c*) Ako nasadiš deščico *AB* (slika 33.) na horizontalno os v točki *T*, v težišču, ostane deščica mirna, naj jo zasučesh okoli osi tako ali tako. Pri vsakem vrtenju deščice ostane težišče na enem in istem mestu.

Slika 33.



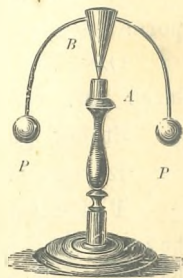
Telo, ki ostane v ravnotežju v vsaki leži, v katero ga premaknemo, se nahaja v nerazločnem ravnotežju (*indifferentes Gleichgewicht*) . . . 3.)

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 stalnem ravnotežju;

ako stoji na vrhu, v padljivem, in ako leži ob strani, pa v nerazločnem ravnotežju. (Zakaj?) — Kupica z okroglim in debelim dnom se postavi sama pokonci. — V sliki 34. 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?)

Slika 34.



§ 58. 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 leže v premi črti. Ploskev, ki jo oklepajo skoz skrajna podporišča potegnjene preme, imenujemo podporno ploskev (*Unterstützungsfläche*). 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 leže ob skrajnih robih nog. — Podporna ploskev na obeh nogah stoječega človeka je trapez 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 ravnotežju, se dá vendar podreti, treba, da ga na primer 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 (*Standfestigkeit*), ako je treba večje sile, da ga podere.

Lesen steber podereš laže kakor kamenitega, ki ima prav iste dimenzije.

Na eni nogi ne stojiš tako sigurno kakor na obeh, ko je podporna ploskev bolj široka.

Ozko pa visoko naložen voz se raji vzvrne nego široko naložen voz.

Steber podereš laže, če ga v stran pritiskaš visoko pri vrhu.

Iz tega izvajamo:

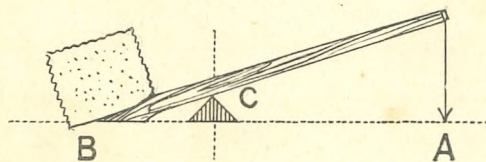
Telesa imajo večjo stojnost, ako imajo: a) večjo težo; b) širšo podporno ploskev; c) ako je njih težišče blizu podporne ploskve; č) ako je prijemališče podirajoče sile blizu podporne ploskve.

Stolom in mizam dajemo navzvon ukrivljene noge. Stoječe svetiljke, svečniki itd. so spodaj široki in obteženi ali s svincem ali peskom. — S slamo ali s senom visoko naloženi vozovi se kaj radi vzvrnejo. — Kadar treba na isti voz nakladati zaboje različne teže, treba najbolj težke naložiti spodaj, potem šele tiste, ki so bolj lahki. (Zakaj?)

§ 59. Vzvod.

Če je treba nekoliko privzdigniti težak kamen, storimo to lahko s tem, da pod kamen potisnemo precej dolg drog AB (slika 35.), ki ga pri C prav blizu kamena podpremo z drugim kamenom, na

Slika 35.



drugem koncu droga pri A pa drog pritiskamo navzdol. Pri tem se drog zavrti okoli podporišča C , konec A gre navzdol, konec B navzgor in tako se breme nekoliko vzdigne. Čim daljši je del droga AC v primeri z delom BC , tem manjša sila je treba, da vzdignemo eno in isto breme.

Vsak drog, ki se lahko vrti okoli nepremične osi in na katerem težita dve sili na to, da ga zavrtita v nasprotno smer, imenujemo

vzvod ali navor (*Hebel*). Mesto, v katerem je vzvod podprt in vrtljiv, se zove podporišče (*Unterstützungspunkt*). Ona sila, ki jo hočemo z drugo premagati, je breme (*Last*). Pravokotni razdalji podporišča od smeri sil imenujemo vzvodovi ročici (*Hebelarme*), in sicer razločujemo ročico bremena in ročico sile.

Vzvodi so dvoročni (*zweiarmig*), ako se nahaja podporišče med prijemališčem sile in bremena, in enoročni (*einarmig*), ako sila in breme prijemata oba na isti strani podporišča.

Na vzvod, ki je podprt v svojem težišču, težnost nima nobenega vpliva; tak vzvod se imenuje enostaven ali matematičen.

Poizkus: *a*) Palica *AB* (slika 36.) je v svoji sredini malo nad težiščem prevrtna in nasajena na horizontalen, na stojalu *D* pritrjen klinec. Palica sama je razdeljena na enake dolgostne dele in ima v razdeliščih kljukice, na katere lahko obešaš uteži. Ta palica je enostaven vzvod.

Ako obesiš na levi strani na šesto kljukico utež 4 *dkg*, se leva polovica palice zavrti navzdol, desna pa navzgor. Da ostane v ravnotežju, treba na šesto kljukico na desni strani obesiti prav toliko utež.

Prav tako je vsaka utež, ki jo obesiš na 7., 8., ... kljukico na desni, ravnotežna enaki uteži, ki visi na levi strani na 7., 8. ... kljukici.

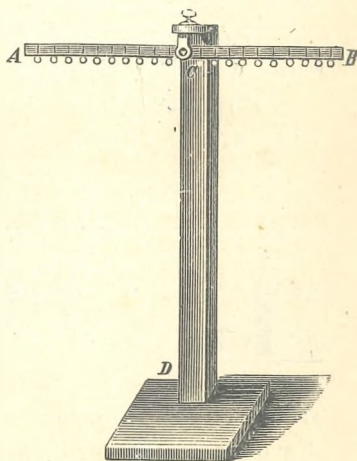
Če smatramo utež na eni strani kot breme, utež na drugi strani kot silo, potem izvajamo:

Enakoročen vzvod, to je vzvod, pri katerem sta ročici bremena in sile enako dolgi, ostane v ravnotežju, ako je sila enaka bremenu ... 1.)

Poizkus: *b*) Na šesto kljukico na levi strani obesi utež 24 *dkg*. Da dobiš ravnotežje, moraš obesiti na desni strani ali 12 *dkg* na dvanajsto kljukico ali pa 48 *dkg* na tretjo kljukico. S tem si dobil neenakoročen vzvod.

Ako smatraš utež 24 *dkg* za breme, potem meri njegova ročica šest dolgostnih delov. Temu bremenu je ravnotežna sila 12 *dkg* z ročico 12 ali pa sila 48 *dkg* z ročico tri. — Iz tega izvajamo:

Slika 36.



Na neenakoročnem vzvodu je enemu in istemu bremenu ravnotežna 2-, 3-, 4-, ... krat manjša sila, ako je njena ročica 2-, 3-, 4-, ... krat daljša, ali:

Na neenakoročnem vzvodu sta si sila in breme ravnotežna, ako se imata, kakor obratno njuni ročici ... 2.)

Ker je $24 \times 6 = 12 \times 12 = 48 \times 3 = 144$, moremo navedeni zakon izraziti tudi takole:

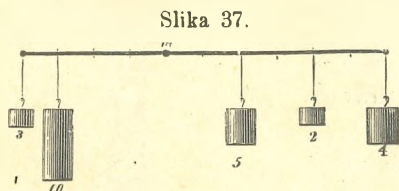
Na vzvodu je ravnotežje, ako je produkt iz merskih števil sile in njene ročice enak produktu iz merskih števil bremena in njegove ročice ... 3.)

Produkt iz merskega števila sile in njene ročice imenujemo vrtilni moment (*Drehungsmoment*) te sile. Oziraje se na to, slove zakon 3.) tudi takole:

Na vzvodu je ravnotežje, ako je vrtilni moment sile enak vrtilnemu momentu bremena ... 4.)

Poizkus: c) Na dvoročen enostaven in v točki *m* vrtljiv vzvod (slika 37.) 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.



Vsota vrtilnih momentov dveh sil, ki težita vzvod zavrteti na levo stran, je $10 \times 3 + 3 \times 4 = 42$;

vsota vrtilnih momentov drugih treh sil, ki teže vzvod zavrteti na desno, je $5 \times 2 + 2 \times 4 + 4 \times 6 = 42$. Iz tega izvajamo:

Ako deluje na vzvodu več vzporednih 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 ... 5.)

Vsi ti zakoni veljajo tudi pri enoročnem 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 5.)

Zaporna ranta pri železnici ali mitnici je dvoročen vzvod, istotako so vzvodi: klešče, škarje, vile, motika, podnožki pri brusih, kolovratih itd. Imenuj še druge vzvode ter povej, kdo daje silo, kdo breme!

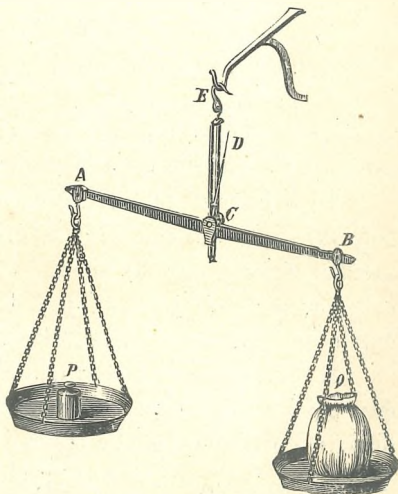
Na drogu, podprtem v njegovem težišču, leži v razdalji 40 *cm* 400 *kg* težek kamen; v kateri razdalji na drugi strani podporišča je utež 15 *kg* temu

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? — Zakone o ravnotežju pri vzvodih je spoznal Grk Arhimedes (l. 287. do l. 212. pred Kr.).

§ 60. Uporaba vzvodov pri tehtnicah.

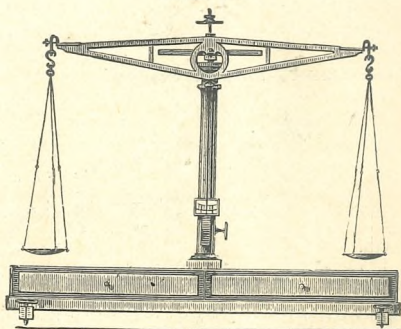
I. Trgovska tehtnica (*Krämerwage*), kakršno rabijo v prodajalnicah, lekarnah itd., je enakoročen vzvod *AB* (slika 38.), narjen iz kovine — prečka ali gredelnica (*Wagebalken*). Ta se vrti v škarjah *E* okoli horizontalne osi *C*. Na koncih prečke visita skledici; v eno devamo telesa, katera hočemo iztehtati, v drugo pa uteži. Pravokotno na prečki stoječi jeziček *D* kaže, kdaj stoji tehtnica horizontalno, to je, kdaj je uravnana.

Slika 38.



Pri kemijskih tehtnicah (slika 39.) 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.

Slika 39.



Vsaka tehtnica mora biti taka, da je:

1. njen položaj povračljiv, to je, 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 (*richtig*), 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.

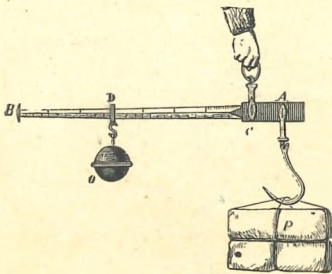
Občutljiva (*empfindlich*) je ona tehtnica, katere prečka se izdatno ukloni, ko je ena skledica le nekoliko bolj obtežena od druge. Tehtnica je zelo občutljiva, ako ima: *a)* dolgo prečko, *b)* majhno težo, *c)* težišče blizu osi in *d)* ako so v skledicah majhne uteži.

Da so tehtnice občutljive in morejo nositi precejšnje teže, so njih prečke narejene iz štirioglatih medenih paličic v obliki trapeca (glej sliko 39.).

Težo kakega telesa določujemo s tehtnico tako, da položimo v eno skledico dotično telo, v drugo pa toliko uteži, da se postavi 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 tehtnica s kembljem (*römische oder Schnellwage*) je neenakoročen vzvod *AB* (slika 40.), vrtljiv okoli osi *C*. Telo, ki ga treba iztehtati, visi na kljuki *A*; na drugi

Slika 40.



ročici pa premičemo določeno utež *O*, kembelj (*Laufgewicht*), od osi *C* proti *B* za toliko, da ostane prečka horizontalna, kar kaže jeziček nad *C*.

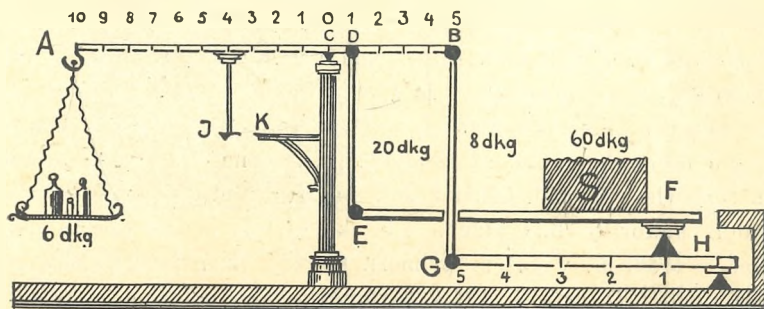
Ako se nahaja težišče tehtnice pod točko *C* in se torej prečka, ko ni obtežena, postavi v horizontalno smer, tedaj je teža telesa *P* tolikokrat večja od teže kemblja, kolikorkrat je *AC* krajši od *CD*.

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 poizkušanjem. 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, ... n kg*.

Tehtnica s kembljem ni niti občutljiva niti prav točna; rabimo jo takrat, kadar hočemo telesa iztehtati hitro in z malimi utežmi in kadar nam ni veliko na tem, jeli zvemo težo večjega telesa na grame ali polovico grama natančno ali ne.

III. Decimalna tehtnica ali tehtnica z mostičem, ki jo rabimo za tehtanje zelo težkih tovorov, je v poglavitnem sestavljena iz treh vzvodov. Vzvod AB (slika 41.) s podporiščem v točki C tvori prečko ali gredelnico in je razdeljen na enake dolgotne

Slika 41.



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 enoročnim vzvodom GH , ki ima svoje podporišče v točki H ; paličica DE je z zgibom zvezana z enoročnim 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 enoročen 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 bremena, kolikorkrat je njena ročica daljša od bremenove ročice, to je v našem slučaju 3krat. Pri E je bremenu 60 dkg torej ravnotežna sila $60 : 3 = 20 \text{ } dkgs$, prav tolika je

sila, s katero vleče breme 60 *dkg* paličico *ED* navzdol. — Da zvedemo 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 3. v § 59. 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 vsakokrat 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.

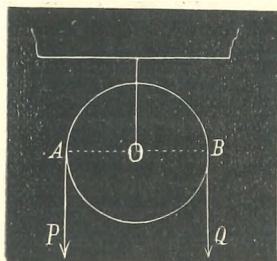
§ 61. Škripec.

Škripec (*Rolle*) je okrogla plošča, ki se v posebnih škarjah izlahka vrti okoli osi, idoče skoz njeno središče. Na obodu ima žleb, okoli katerega se vije vrvi. Škripec je nepremičen (*unbeweglich, fix*), ako se njegova os v prostoru ne more premikati, premičen (*beweglich*) pa je takrat, ako se tudi njegova os premika v prostoru, ko se škripec vrti okoli svoje osi.

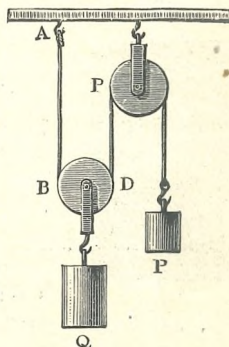
Na nepremičnem škripcu (slika 42.) visi breme *Q* na enem koncu vrvi, na drugem koncu pa deluje sila *P*. Ta škripec je pravzaprav dvoročen vzvod z ročicama *AO* in *BO*. Ker je $AO = BO$ (polumer kroga), velja zakon: Nepremični škripec ostane v ravnotežju, ako je sila enaka bremenu.

Nepremični škripec je zaradi tega priročen, ker more na njem sila delovati v zanjo najpripravnejši smeri. Uporablamo ga, da vzdigujemo bremena (sila more delovati navzdol ali pa pošev); da se zapirajo duri same ob sebi; da narejamo viseče predmete premične, na primer svetiljke, svečnike itd.

Slika 42.



Slika 43.



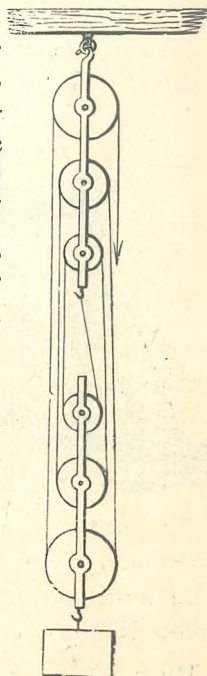
Na premičnem škripcu (slika 43.) je en konec vrvi pri A trdno privezan, odtod se vije vrv po žlebu premičnega škripca BD in po žlebu nepremičnega škripca. Na drugem njenem koncu prijema sila P.

Slika 44.

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 s silo $P = \frac{Q}{2}$.

Premični škripec ostane v ravnotežju, ako je sila enaka polovici bremena; vendar mora biti vrv vertikalno napeta. Pravzaprav se mora bremenu prištevati še teža premičnega škripca.

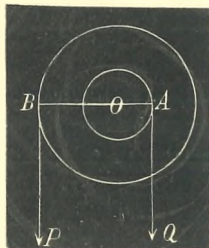
3. Sestavljeni škripci (škripčevje, *Flaschenzug*) sestojé iz več premičnih in nepremičnih škripcev, zvezanih z eno samo vrvjo. Pri navadno sestavljenih škripcih (slika 44.) so po trije škripci v enih škarjah. Zgornji trije škripci so nepremični, spodnji trije pa premični. Slika kaže, kako se vije vrv 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.

Slika 45.



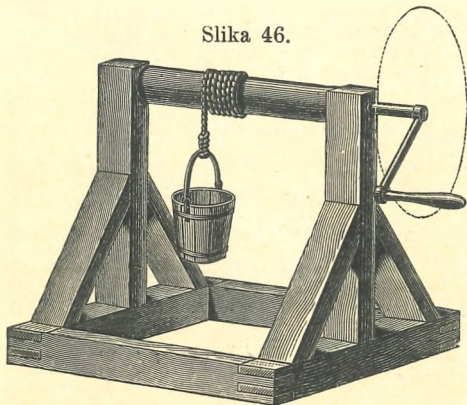
Ako sestavimo več nego šest škripcev, potrebujemo še manjše sile, da je ravnotežna danemu bremenu; ali potem postane tudi trenje večje in prejemališče sile mora narediti daljšo pot, da vzdignemo breme v določeno višino.

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 šest škripcev ravnotežje bremenu 2200 kg , ako je teža premičnih treh škripcev $= 14\text{ kg}$ in ako vsak mož vleče s silo 40 kg ? — Koliko je breme na premičnem škripcu, kateremu je sila 16 kg ravnotežna, ako tehta škripec 0.4 kg ?

§ 62. Kolo na vretenu.

Kolo na vretenu (*Wellrad*) je sestavljeno iz valjastega telesa, vretena (*Welle*), in iz pravokotno na vreteno, a sosredno z njim, nabitega kolesa tako, da se oba lahko vrtita okoli skupne osi (slika 45.). 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 trdno zvezano s kolesom, smemo brez razložka v učinku smatrati obe sili delujoči v isti ravnini. Potem pa je ta stroj dvoročen vzvod. Ročica bremena je enaka polumeru vretena AO , ročica sile pa polumeru kolesa BO .

Slika 46.



Kolo na vretenu je v ravnotežju, ako se imata sila in breme kakor polumer vretena in polumer kolesa.

Namesto celega kolesa je na vretenu dostikrat ena ali več ročic (slika 46.). Sila prijema potem na koncu ročice.

Kolo na vretenu, čigar os je horizontalna, se imenuje *motovilo (Haspel)*; tisto, čigar os je vertikalna, pa *vitel (Winde)*.

Kolika sila mora delovati na obodu kolesa s polumerom $1\frac{1}{4}$ m, da je ravnotežna bremenu 200 kg, visečemu na vretenu s polumerom 7 cm? — Vitel ima štiri ročice po 60 cm dolge, te vrtijo štirje možje, vsak s silo 10 kg; koliko sme biti breme na vretenu, čigar polumer je 20 cm, da sta si sila in breme ravnotežni?

§ 63. 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.

Kadarkoli opazujemo učinek kake delujoče sile, vselej zmaguje sila neki upor na določeni poti. S tem, da zmaguje kak upor, pa opravlja delo (*leistet eine Arbeit*).

Ako dvigne eden izmed delavcev 50 kg težko breme 20 dm visoko, drugi pa isto breme 40 dm visoko, tedaj je drugi delavec opravil dvakrat večje delo nego prvi. Istotako opravi delavec dvakrat večje delo, ako dvigne 50 kg težko breme 20 dm visoko, nego tedaj, če dvigne 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, jembljemo za enoto dela (*Arbeitseinheit*) delo tiste sile, ki more 1 kg težko breme dvigniti 1 m visoko, in imenujemo to enoto meter-kilogram (*mkg*).

Ako dvignemo 1 kg težko breme 5 m visoko, storimo po 1.) delo 5 mkg; če pa dvignemo 10 kg težko breme 5 m visoko, storimo delo $5 \times 10 = 50$ mkg.

Da telo ne pada, mora nanj delovati vertikalno navzgor sila, ki je enaka teži tega telesa, torej enaka bremenu, ki ga zmaguje. Ako to silo nekoliko povečamo, nastane gibanje v njeni smeri, to je telo se premika vertikalno navzgor. Pot delujoče sile je enaka višini, do katere je sila vzdignila telo (breme).

Delo sile je enako produktu delujoče sile in dolžine poti, ki jo naredi njeno prijemališče ... 3.)

Ako zaznamenuje D delo, P delujočo silo, S pot, ki jo naredi delujoča sila, izrazimo zakon 3.) z enačbo

$$D = PS \text{ mkg.}$$

Silo jemljemo v račun v kilogramih, pot pa v metrih.

Da prav ocenimo delo kake sile, moramo vpoštevati čas, v katerem sila opravi kako delo. Primerjalna števila dobimo, ako jemljemo v poštevek dela, storjena v enakih časih, na primer v eni sekundi. — Delo, ki ga stori kaka sila v eni sekundi, imenujemo efekt (*Effekt*) te sile. Za enoto efekta nam služi sekundni meter-kilogram, to je delo tiste sile, ki stori v eni sekundi delo enega meter-kilograma.

Ako merimo efekte večjih sil, na primer pri parnih strojih, rabimo večje enote nego je meter-kilogram, namreč konjsko silo (*Pferdekraft*); ta je določena na 75 mkg. Izkušnja namreč uči, da more navaden konj v vsaki sekundi povprečno storiti delo 75 mkg.

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 studentca 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?

Delo na strojih. Vsako pripravo, na kateri se javi učinek delujoče sile na drugem mestu in v drugi smeri, kakor deluje sama, imenujemo stroj (*Maschine*). Upor, ki se stavi delujoči sili nasproti in ki ga hočemo zmagovati s pomočjo sile, imenujemo breme (*Last*). — Vzvod, tehtnica, škripec, kolo na vretenu .., so stroji.

Ako z drogom AB (slika 35.) 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.

Poizkus: Na premičnem škripcu (slika 43.) obesi kot breme Q utež 40 dkg, temu bremenu je ravnotežna sila $P = 20$ 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 prepričaj z merilom.

Produkt merskega števila sile in poti, narejene od njenega prijemališča, je enak produktu iz merskega števila dvignjenega bremena in njegove poti. Delo sile je enako delu bremena.

Isto najdemo pri vzvodu, kolesu na vretenu, sploh pri vsakem stroju. Zato izvajamo:

Ako s pomočjo stroja dvignemo kako breme na določeno višino, naredi prijemališče sile tolikokrat daljšo pot, kolikorkrat je v slučaju, da sta sila in breme ravnotežni, sila manjša od bremena.

Na stroju gledé dela nimamo nobenega dobička; delo je isto, če vzdignemo 40 *kg* težko breme neposredno (brez stroja) 3 *m* visoko ali pa s pomočjo stroja. Sila, s katero zmagujemo bremena s pomočjo stroja, pa je manjša. Kar na stroju prihranimo sile, izgubimo na času, ker mora prijemališče narediti prav tolikokrat daljšo pot, kolikorkrat je sila manjša od bremena.

Ker imamo na vsakem stroju še trenje, je treba za zmaganje tega tudi še posebnega dela. Potemtakem imamo pri strojih še celó izgubo na delu. Kljub temu jih rabimo, ker moremo z njih pomočjo opravljati dela, ki jih drugače s svojimi slabimi silami ne zmoremo. Noben človek na primer ne vzdigne neposredno 1000 *kg* težkega bremena; s pomočjo stroja pa to izlahka stori.

§ 64. Ovire gibanja.

Izkušnja nas uči, da se vsako gibajoče se telo polagoma ustavi, umiri, če nanj ne deluje kaka sila v smeri gibanja, dasiravno bi se po zakonu o vztrajnosti moralo gibati enakomerno. Zato morajo biti ovire, ki gibanje ustavljajo. Take ovire gibanja so: 1.) trenje, 2.) upor sredstva.

1.) Trenje (*Reibung*) imenujemo tiste ovire gibanja, ki se javljajo, kadar se kako telo giblje po površju drugega.

Telesa na svojem površju niso nikdar čisto gladka, marveč bolj ali manj hrapava. Ako se kako telo giblje po površju drugega, se morajo povišbe enega dvigati črez povišbe drugega, ali pa je treba povišbe enega ali drugega odkrhniti in zlomiti. Za to pa je treba posebne sile; čim večja je ta sila, tem večje imenujemo trenje in obratno. — Trenje je sila, ki deluje ravno v nasprotni smeri, kakor se telo giblje, in zato ustavlja gibanje. — Trenje je dvojno:

- a) trenje pri drsenju ali drsno trenje (*gleitende Reibung*), ako eno telo po drugem drsa, na primer sani po snegu;
- b) trenje pri valjanju ali takanju (*wälzende oder rollende Reibung*), 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 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 (*Widerstand des Mittels*). 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, na primer ladje, leče na nihalih, izstrelke itd. — Upor sredstva nam koristi pri plavanju itd. — V vodi pada kamen bolj počasi kakor v zraku.

IV. O tekočinah.

(Glej I. stopnjo §§ 18. do 25.)

Ponovilo: Katera so značilna svojstva tekočin? — Kakšno obliko ima gladina mirujoče tekočine? — Kako razvajajo tekočine nanje delujoči pritisk? — Pritisk tekočin: a) na dno, b) v notranjščini, c) na stene. — Kako slove Arhimedov zakon? — Kdaj plava telo v tekočini, kdaj na površju tekočine, kdaj pada na dno?

§ 65. Določevanje gostote trdnih in tekočih teles.

Telesa, ki imajo enako prostornino, pa sestojijo iz razne tvarine, imajo vobče različno težo. — Število, ki pove, kolikokrat je kako telo težje kakor voda, ki zavzema isti prostor (pri $+ 4^{\circ} \text{C}$), imenujemo relativno gostoto (*relative Dichte*) tega telesa.

Gostoto teles določujemo ali s pomočjo hidrostatične tehtnice ali s pomočjo gostomerov.

a) Hidrostatična tehtnica je občutljiva tehtnica, ki se razlikuje od navadne trgovske tehtnice v tem, da visi ena skledica na krajši niti in da ima spodaj kljukico. — Da določimo gostoto kakega telesa s pomočjo te tehtnice, položimo to telo na tehtnico ter določimo njegovo absolutno težo navadnim pôtom. Potem obesimo to telo na tenki niti na kljukico krajše skledice ter ga izpustimo v kemijsko čisto vodo, da visi prosto v njej. Po Arhimedovem zakonu izgubi v vodi viseče telo na svoji teži prav toliko, kolikor tehta od njega odrinjena voda. Da se tehtnica uravna, treba v drugo skledico položiti nekoliko uteži. Te uteži nam povedo težo od telesa odrinjene vode ali teže vode, ki ima isto prostornino kakor to telo. — Izračunamo li potem, kolikokrat je absolutna teža telesa večja kakor teža odrinjene vode, ali kar je isto, kakor je njegova izguba na teži, ako visi v vodi, pove nam ta kvocijent, kolikokrat je telo gostejše kakor voda.

Gostoto trdnega telesa dobimo, ako razdelimo njegovo absolutno težo z njegovo izgubo na teži v vodi.

Gostoto tekočin najdemo tako, da določimo, koliko izgubi na svoji teži kako trdno telo, n. pr. kos svinca, v kemijsko čisti vodi in v dotični tekočini, ter potem razdelimo tega telesa izgubo na teži v tej tekočini z izgubo na teži v vodi.

Kolika je gostota cinka, ki tehta v zraku $144 \cdot 2 \text{ g}$, a v vodi izgubi na svoji teži 20 g ? ($144 \cdot 2 : 20 = 7 \cdot 21$.) — Kos svinca izgubi na svoji teži v vinskem cvetu 4 g , v vodi pa 5 g ; kolika je gostota vinskega cveta? ($4 : 5 = 0 \cdot 8$.)

Gostota nekaterih teles: alkohola 0·79, bakra 8·9, jekla 7·8, kositra 7·3, platina 21·5, srebro 10·5, svineca 11·4, zlata 19·5, kovanega železa 7·79, živega srebra 13·59, morske vode (v srednjem) 1·04, čiste sladke vode (pri + 4° C) 1.

Težo telesa, katerega prostornina je enaka enoti, imenujemo specifično težo. Ker jemljemo težo kubičnega centimetra kemijsko čiste vode (pri + 4° C) za enoto teže (gram), je očitvidno, da sta gostota in specifična teža istega telesa izraženi po enem in istem številu. Pomniti pa je treba, da je število, ki pove gostoto, kot kvocijent dveh števil brezimensko število; specifična teža pa imensko število (grami ali kilogrami, kakor je prostornina izražena v kubičnih centimetrih ali kubičnih decimetrih). Ker je specifična teža zlata 19·5, tehta vsak kubični centimeter zlata 19·5 g in je obenem tudi 19·5krat težji, kakor kubični centimeter čiste vode; gostota zlata je torej tudi 19·5.

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 te tekočine, je gostota tega telesa glede vode.

Telesa, ki imajo manjšo specifično težo kakor voda, ki torej plavajo na vodi, vezemo z drugimi težkimi telesi, n. pr. s kosom svineca.

Kos lipovega lesa tehta v zraku 24 g, kos svineca v zraku 54 g, teža svineca, visečega v vodi, je 49·2 g, les in svinec, skupno v vodi viseča, imata težo 32·2 g; kolika je gostota lipovega lesa?

Slika 47. b) Gostomeri z lestvico (*Skalenaräometer*) so steklene cevi (slika 47.), ki so spodaj in zgoraj zavarjene; v spodnjem delu so 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.



Uporaba gostomerov z lestvico se opira na zakon, da se potaplja eno in isto telo v tekočini tem globokejše, čim manjša je gostota tekočine. (Da telo mirno plava v tekočini, mora biti njegova teža enaka teži odrinjene tekočine, torej je izvestno, da mora odriniti redkejšo tekočino več nego gostejšo.)

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 (*Dichtigkeitsmesser*). Na takih gostomerih se določi lestvica poizkusoma s tem, da jih pri izdelovanju potapljamo v različne tekočine, katerih gostote so že znane, ter zaznamenujemo točke, do katerih se potapljujejo, z dotičnimi števili gostote.

Druga vrsta gostomerov so odstotni gostomeri (*Prozent-areometer*). Ti imajo tako prirejeno lestvico, da se takoj zve, koliko prostorninskih ali utežnih 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 vinskem cvetu. — Mlekomeri (*Galaktometer*), koliko čistega mleka je v mleku z vodo pomešanim. — Sladomeri (*Saccharimeter*), koliko utežnih delov sladkorja je v sladkorjevi raztopini itd.

Odstotni gostomeri niso popolnoma zanesljivi, ker se da gostota zmesi umetno prenarajati. 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).

V. O plinastih telesih.

(Glej I. stopnjo §§ 26. do 29.)

Ponovilo: Katera so značilna svojstva plinastih teles? — Kakšen je barometer? — Kako merimo z njim zračni pritisk? — Kakšna je natega? — Čemu jo rabimo?

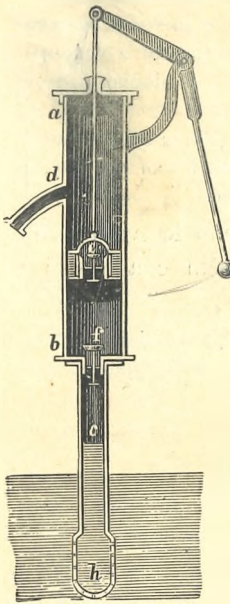
§ 66. Sesalna črpalka. Tlačilna črpalka.

a) Sesalna črpalka (*Saugpumpe*), (slika 48.), sestoji iz dveh stikajočih se cevi, *ab* in *c*; v širji cevi (škornjici, *Stiefelröhre*) tiči bat, ki se dá v njej premikati zrakotesno, ali vsaj tako tesno, da ne propušča vode. Na tanjši cevi *c* (sesalni cevi, *Saugröhre*) 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, *Ausflußröhre*).

Ako z dvoročnim vzvodom bat potegneš kvišku, se zrak v škornjici pod njim razredči ter dobi manjšo napetost kakor je napetost zunanjega zraka. Vsled tega se zapre zaklopnica *e*, zunanji zrak pa pritisne vodo v škornjico. Ko gre bat zopet doli, se zapre zaklopnica *f*, skoz zaklopnico *e* pa teče voda v škornjici nad.

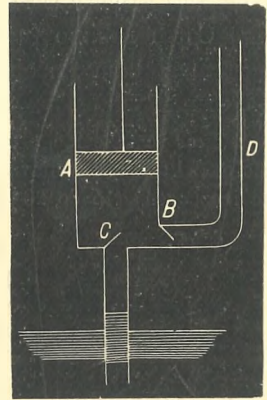
bat. To se ponavlja vsakokrat, kadar se bat vzdigne. Giblješ li bat dalje časa gori in doli, se nabere v škornjici toliko vode, da začne iztekati skoz iztočilno cev *d*.

Slika 48.



Sesalne črpalke rabimo pri vodnjakih. — Kakor smo učili v § 27. I. stopnje, je zračni pritisk ob morski gladini ravnotežen 76 cm visokemu vertikalnemu živosrebrnemu steburu ali, ker je živo srebro 13·59 težje od vode, 13·59 krat višjemu, to je 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.

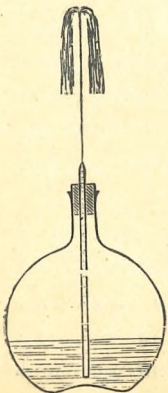
Slika 49.



b) Tlačilna črpalka (*Druckpumpe*) (slika 49.) se razločuje od sesalne črpalke v tem, da bat *A* ni prevrtan in da je na škornjico pritrjena kvišku idoča cev *D* z zaklopnico *B*. Ko potegneš bat *A* kvišku, se zapre za-

klopnica *B*, zrak v škornjici pod batom se razredči, in zunanji zrak potisne vodo skoz zaklopnico *C*. Ko gre bat doli, se zaklopnica *C* zapre, bat pa potiska vodo mimo zaklopnice *B* v cev *D*.

Slika 50.



§ 67. Heronova buča. Vozna brizgalnica.

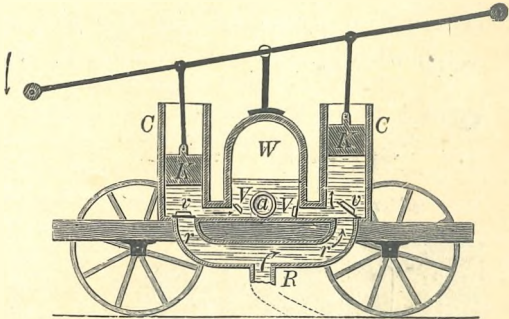
a) Heronova buča (*Heronball*) (slika 50.) je steklena posoda, napolnjena malone do polovice z vodo, v grlu pa zrakotesno zamašena. V zamašku tiči cev, ki sega posodi blizu do dna. Ako povečaš zračjo napetost v buči s tem, da ali skoz cev v bučo piháš ali da jo segrevaš, priteče precej visok curek vode skoz cev. Čim večja je zračja napetost v buči, tem više skoči vodeni curek.

To bučo je izumil Heron iz Aleksandrije (živel okoli leta 100 pr. Kr.).

b) Vozna brizgalnica (*Feuerspritze*) (slika 51.) je sestavljena iz dveh tlačilnih črpalk *C, C* in Heronove

buče W , vetrenik (*Windkessel*) 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 dvoročnega vzvoda. Ko gre bat k na levi strani doli, pritiska izprva zrak, pozneje vodo skoz levo zaklopnico v vetrenik; bat k na desni strani gre takrat gori, zrak pod njim se razredčuje, zunanji zrak pa pritiska vodo skoz sesalno cev r v škornjico pod bat. Ko gre desni bat doli, tlači vodo v vetrenik, škornjica na levi pa se polni z vodo. Ko dvigamo bata premenjema gori in doli, privajamo v vetrenik vedno več vode, ki stiska ondotni zrak in s tem povečuje njegovo napetost.

Slika 51.



V vetreniku zgoščeni zrak tira potem vodo skoz cev a na plano, in sicer s tem večjo silo, torej tudi tem više, čim bolj je zgoščen, čim večja je njegova napetost.

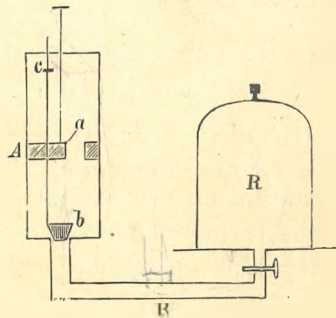
Vozne brizgalnice rabijo gasilci pri požarih.

§ 68. Zračje črpalke.

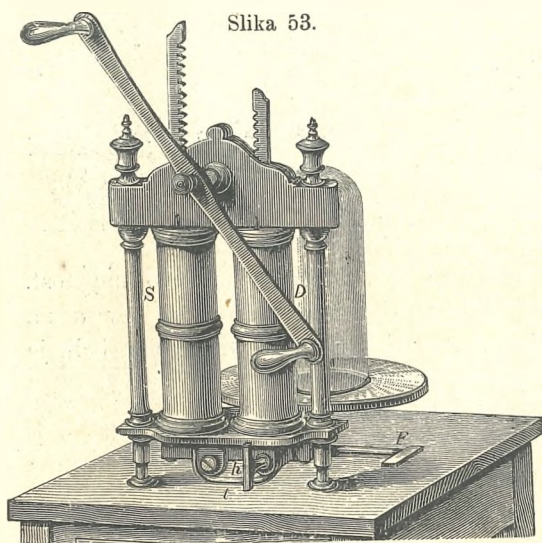
Zračje črpalke nam služijo v to, da z njimi v kakem prostoru zrak ali razredčujemo ali zgoščujemo.

I. Zračja črpalka za razredčevanje (*Verdünnungs-Luftpumpe*) (slika 52.) je podobna sesalni črpalci v sliki 48. Prevrtan 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 (*Teller*); na tega stavimo steklen zvonec, poveznik (*Rezipient*) tako, da ne propušča nikjer zraka. Kjer se stikata škornjica in sesalna cev, tiči stožkovit čep b , pritrjen na tenko skoz bat idočo palico c .

Slika 52.



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 pa priteče vanjo iz poveznika nekoliko zraka. Ko pritiskamo bat navzdol, zapre čep *b* cev *B*, zrak pod batom se zgoščuje 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, ko 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 (*Barometerprobe*) 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 na primer 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 zmanjšamo in skrajšamo, ako rabimo namesto ene škornjice dve: S in D (slika 53.). Na vsakem batu je zobast drog, čigar zobje segajo med zobe zobastega kolesa. To kolo se dá z dvoročnim 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.

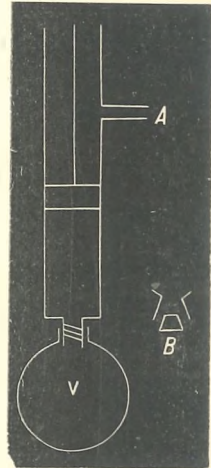
1.) Poveznik se prime krožnika, da ga ne moreš odtrgati, ako je zrak pod njim zadosti razredčen. — 2.) Kovinski polukrogli (Devinski polukrogli, *Magdeburger Halbkugeln*) (slika 54.) imata široke in gladko zbrušene robove.

Slika 54.



Položeni druga na drugo se ujemata tako dobro, da ne propuščata zraka. Ako ti polukrogli priviješ na sesalno cev B in iz nji izsesaš ves zrak, ji ne moreš 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 izsesaš zrak, 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 deni 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 in ako preiskuješ iz vode vzeti les, vidiš, da je tudi znotraj moker. (Najprej je zrak iz luknjice odšel, potem pa je zračji pritisk vtisnil vanje vodo.)

Slika 55.



— Na podoben način napajajo les s tekočinami, preprečujočimi gnitje, z raztopino modre galice, na primer 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 segreti 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 hlapanju pa se utaja toplota. Žveplove kisline 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 55.) 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 , se napolni škornjica zopet z zrakom. 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.

§ 69. Koliko svoje teže izgublajo telesa v zraku. (Zrakoplovi.)

Ker ima zrak težo kakor vsako drugo telo in ker razvaja nanj delujoči pritisk na vse strani kakor tekočine, zato velja zanj Arhimedov zakon prav tako kakor za tekočine.

Vsako telo izgubi v zraku svoje teže prav toliko, kolikor tehta od njega izpodrinjeni zrak.

Težo po kakem telesu izpodrinjenega zraka imenujemo zrakov vzgon ali nosilnost zraka (*Auftrieb*, *Tragfähigkeit der Luft*). 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 postaja v višavah redkejši, najdemo za vsako, bodi še tako lahko telo, neko višino, 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 osnovani zrakoplovi (*Luftballone*).

Zrakoplovi so baloni sploh jajčaste oblike iz svilnatnega blaga, prevlečeni s firnežem, da ne propuščajo zraka, napolnjeni pa s plinom, ki je redkejši in torej lažji nego obkrožni zrak. Pod balonom 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 vzbaja 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.

VI. Iz nauka o zvoku.

(Glej I. stopnjo §§ 67. in 68.)

Ponovilo: Katere dojme imenujemo zvok? — Kako nastane zvok? — Kako nastane pok, kako ropot, šum, zvenk? — Kaj so zvočila? — Katera telesa so zvokovodi? — Kako se širi zvok? — Katero hitrost ima zvok v zraku? — Kaj so zvočji traki?

§ 70. Višina tonov.

Zvok, ki nastane po pravilnih in redno ponavljajočih se tresih, imenujemo zvenk, oziroma v glasbi ton, če obenem vpoštevamo tudi njega višino.

Da izvemo, od česa je zavisna višina tonov, rabimo navadno Seebeckovo sireno (*Sirene von Seebeck*), to je 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 skoz njeno središče. Ako to ploščo vrtiš enakomerno okoli njene osi ter skoz 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 skoz cev proti plošči, odhaja skoz 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 skoz 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 vrste pravilno 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 višina tona (*absolute Tonhöhe*).

§ 71. Skala tonov.

Ako sireno enakomerno vrtiliš in pri tem piháš 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 (*Tonleiter*). 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 (*Grundton*). — 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* globókejše oktave imajo znake: C_1, C_2 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 (*halbe Töne*). Dva tona imenujemo zglasna (*konsonierend*), ako istočasna ušesu prijata, nasprotno sta nezglasna (*dissonierend*). — Več zglasnih in istočasnih tonov tvori akord (*Akkord*).

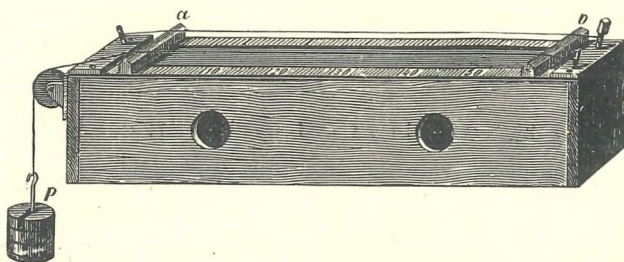
§ 72. Zveneče strune.

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

Za proučevanje zakonov zvenečih strun služi otla skrinjica iz prožnega lesa, črez katero lahko napnemo eno ali tudi več strun (slika 56.). En konec strune je pri *b* privezan, drugi pa se vije črez

škripec in nosi večjo ali manjšo utež, ki struno nateguje. Pri a in b se struna opira na kobilico ali sedli; tretjo tako kobilico pa lahko postavimo med a in b na kateremkoli mestu ter tako skrajšamo zvoneči del strune.

Slika 56.



Poizkusi: *a)* Z lokom potezaj ob struno tako, da se vsa tresse in zvoni, 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, četrti 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 obesiš 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 tresse. — *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 četrtini, se tresejo tudi ostale tri četrtine; le točke koncem prve, druge in tretje četrtine ostanejo mirne. — Take mirujoče točke tresočih se teles imenujemo vozle (*Knoten*).

Dva sosedna in 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.

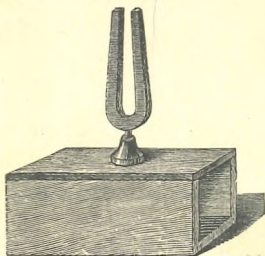
Struna se razdeli na več enakih delov tudi takrat, ako se je s prstom na koncu prvega dela rahlo dotakneš, dostikrat pa tudi kar sama ob sebi, ne da bi se je bil sploh kaj dotaknil.

Strune uporabljamo na citrah, klavirjih, goslih, tamburici itd. — Pri brzobjavnih žicah slišimo časih različne tone; kdo jih proizvaja?

§ 73. Zveneče palice.

Pri ubiranju godal nam služijo glasbine vilice (*Stimmgabel*). To je črki **U** podobna ukrivljena prožna jeklena palica, ki ima na ukrivljenem delu držalo. Dostikrat so glasbene vilice pritrjene na škrinjico iz prožnega lesa (resonančno omarico) (slika 57.). Glasbene vilice zazvene, ako ob njih rogelj lahko udarimo ali pa z lokom potegnemo. Vilice s krajšimi in debelejšimi roglji dajo višje tone.

Slika 57.

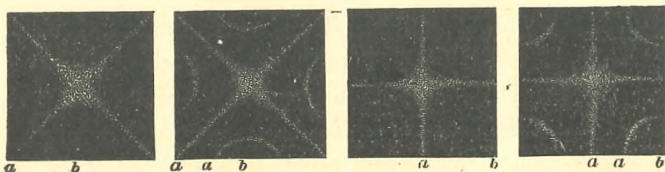


Zveneče palice se rabijo pri trianguli, lesni in stekleni harmoniki, bijalu pri urah in nekaterih igračah za otroke.

§ 74. Zveneče plošče.

Poizkus: Središče štirioglate ali okrogle medene plošče utrdi v precepu z vijakom, ploščo pa posuj z drobnim peskom! Ako ob robu plošče potežaj z lokom, zazveni plošča; pesek na plošči pa

Slika 58.



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 (*Knotenlinien*). One tvorijo posebne like, Chladnijeve zvočje like (*Chladnische Klangfiguren*).

Zvočji liki so raznovrstni (slika 58.).

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 zvočjega 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 ob njo. 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 zmislu.

Okrogle napete opne (*Membranen*), 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.

§ 75. Piščali.

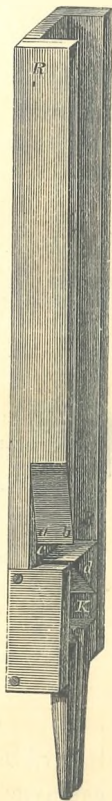
Ako piháš v poševni smeri čez odprtino bolj ozke cevi ali čez ozko grlo kake steklenice, slišiš ton, ki postane tem višji, čim krajša je cev. — S tem, da piháš zrak čez odprtino, se zrak v cevi vrstoma zgoščuje in razredčuje ter se tako začne tresti, in sicer v podolžni smeri.

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

a) Ustnična piščal (*Lippenpfeife*) sestoji iz štirioglate ali okrogle cevi *R* (slika 59.), ki ima na spodnjem delu ozko odprtino *c*, usta (*Mund*). Gorenji rob te odprtine je priostren ter tvori zgornjo ustnico (*Oberlippe*). V isti višini s spodnjim robom odprtine, spodnje ustnice (*Unterlippe*), tiči v cevi *R* tristranična prizma *d*, jedro (*Kern*), ki pušča pri *c* ozko odprtino. Cev *R* stoji na manjši cevi, podnožju (*Pfeifenfuß*) in je na vrhu ali zaprta ali odprta. Z ozirom na to se zove piščal ali zaprta (*gedeckt*) ali odprta (*offen*).

Ako pihamo v podnožno cev, odhaja vpihani zrak skoz odprtino med jedrom in spodnjo ustnico; pri tem pa udarja ob zgornjo

Slika 59.



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 nekoliko 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 zapiska, ako je tresenje zraka dovolj silno, sicer pa slišimo le šum.

Poizkusoma lahko dokažeš veljavnost teh zakonov:

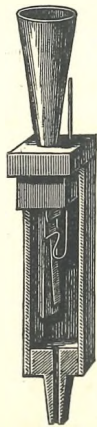
a) Krajše ustnične piščali, zaprte kakor odprte, dajo višje tone kot dolge, in sicer je višina tona obratno sorazmerna z dolžino piščali.

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.

Ton odprte piščali se nekoliko zniža, ako ji zakriješ en del odprtine. — Ustnične piščali v tej obliki, kakršno kaže slika 59., rabimo pri orglah. — Žvegle, pastirske orglice, signalne piščalke so istotako ustnične piščali.



b) Piščal z jezičkom (*Zungenpfeife*) (slika 60.) 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 (*Ansatzröhre*), 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 zračji 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 deljuje večjo jakost.

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

✓ § 76. Jakost zvoka.

Velik in težek zvon ima dosti močnejši glas nego majhen ; slišimo ga v dosti večje daljave. — Ako z lokom potegneš 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 bolje slišimo, nego če smo daleč od njega. — V zimskem času, ko je zrak mrzel in radi tega tudi bolj gost, slišimo zvonjenje v večje daljave kakor poleti.

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

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

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

§ 77. Sozvočenje. Resonanca.

Poizkusa: a) Na mizo postavi dvoje takih glasbenih vilic na resonančnih omaricah, ki dajo popolnoma enako visoke tone. Potegneš li z lokom ob ene vilice, da dajo krepek ton, zazvené tudi druge ter zvené še dalje, četudi prve utihnejo. — b) Zapoješ li v odprt klavir s krepkim glasom, zazveni struna, ki daje prav tako visok ton, kakršnega si zapel.

Zveneče telo more v drugem prožnem telesu vzbujati tresenje, da proizvajajo to samo zase vprav tako visok ton, kakor prvo zveneče telo. — Ta pojav imenujemo sozvočenje (*Mittönen*). — Telo sozvoči z drugim zvenečim telesom le takrat, ako se more z enako hitrostjo tresti kakor prvo, ako daje samo isti ton.

Prosto v zraku razpeta struna daje prav slab ton, ki ga v večje daljave ne slišiš; njen ton pa se izdatno ojači, ako jo nagneš čez omarico iz prožnega lesa. — Ton glasbenih vilic brez resonančne omarice je prav slab; pa se ojači, ako postaviš držalo

zvonečih vilic na mizo. Otip te uveri, da se miza trese istočasno z vilicami in da se umiri, ko vilice utihnejo.

Zvoneča telesa podeljujejo svoje tresenje tudi drugim prožnim telesom, katerih se dotikajo, tako da se ta z njimi istočasno tresejo in s tem zvok prvih ojačujejo. — Ta pojav imenujemo resonanco (*Resonanz*). — Resonanca traja le toliko časa, dokler zveni 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 otle škrinjice iz prožnega lesa, resonančne omarice (*Resonanzkasten*)?

§ 78. 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 zvočji trak na mejno ploskev dveh zvokovodov, na primer 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, vzbujata ti ravno takšen občutek kakor neposredno od zvočila prišli zvočji trakovi.

Ta pojav imenujemo odboj zvoka (*Reflexion des Schalles*).

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 (*Echo*); ako pa pride odbiti zvok v času do ušesa nazaj, da ga ne moremo natančno razločiti, nastane odmev (*Nachhall*).

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 eno-zložen jek (*einsilbiges Echo*).

Ako je stena, ki odbija zvok, 2-, 3-, ... krat 18·5 m oddaljena, tedaj lahko nastanejo 2-, 3-, ... zložni jeki, to je jek ponavlja od kakega govora zadnje 2, 3, ... zloge.

Več sten tako razvrščenih, da moremo od vsake stene odbiti zvok posebej razločevati, povzročuje večkratne jeke (*mehrfache Echos*).

V Adersbachu na Češkem ponavlja jek sedemzložne besede po trikrat; na dvorišču palače «Simonetta» v Milanu ponavlja jek pok pištole po 50 krat.

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 na primer 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. Skoz dvojna okna ropota z ulic ne slišiš tako močno kakor skoz 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 (*Sprachrohr*) in slušala (*Höhrrohr*). 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 zmislu. Na široko odprta cev prestreza zvočje trakove, jih zbira ter vodi bolj zgoščene do ušesa.

VII. Iz nauka o svetlobi.

(Glej I. stopnjo §§ 69. do 71.)

Ponovilo: Kaj imenujemo svetlobo? — Katera telesa so samosvetla, katera temna? — Katera telesa so prozorna, katera prosojna, katera neprozorna? — Kako in s katero hitrostjo se širi svetloba? — Kako nastane senca?

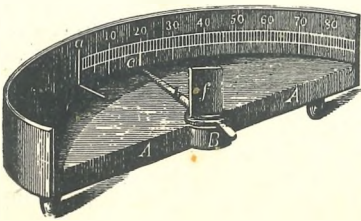
§ 79. Zakoni, po katerih se svetloba odbija.

Poizkus: V sobi, v katero sije solnce, zavesi okna toliko, da bo postalo malo temno, potem napravi v oknu špranjo, da more snopič solčnih trakov v sobo. Na prahu, plavajočem v zraku, vidiš

natančno, v kateri smeri prihajajo solčni traki v sobo. Ako te solčne trake na kateremkoli mestu prestrežeš z navadnim zrcalom ali z dobro uglajeno ravno kovinsko ploščico, opazuješ, da jim daje čisto drugo smer. Pri tem opazuješ isto, kakor takrat, če vržeš žogo pošev na tla, ki potem v nasprotni smeri odskoči. Poizkus torej kaže, da se svetloba širi premočrtno le v enem in istem sredstvu; dospевši do trdnega telesa, zrcala, se odbija, ter se širi v zraku nazaj, vendar v drugi smeri.

Da pojasnimo to bolj natančno, vzemimo pripravo, ki jo kaže slika 61. V središču polukrožne deske stoji zrcalo, ki se dá vrteti

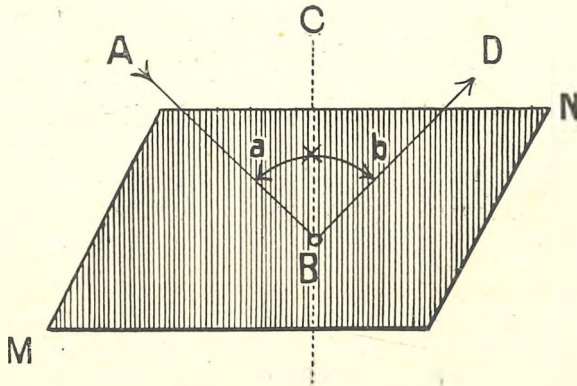
Slika 61.



okoli osi, ki gre skoz 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 skoz špranjo a snopič svetlobnih trakov (na primer

solčnih) in ako kaže kazalec bc na stopinjo 20., vidimo, da se trakovi na zrcalu odbijajo in razsvetljujejo 40. stopinjo. Ako vrtimo kazalec in z njim zrcalo, se odbijajo svetlobni traki na zrcalu tako, da raz-

Slika 62.



svetljujejo na nasprotni strani kazalca istotoliko stopinj od njega oddaljene točke, kolikor stopinj je kazalec oddaljen od špranje.

Vzemimo, da predstavlja MN (slika 62.) ravno ploskev, ob kateri se svetloba odbija, premica AB vpadajoči svetlobni trak, ki zadene ploskev MN v točki B (v vpadišču) in da predstavlja BD

odbiti svetlobni trak. Premica BC , ki stoji v vpadišču pravokotno na MN , se imenuje vpadna pravokotnica (*Einfallslot*); kot a , ki ga oklepata vpadajoči svetlobni trak in vpadna pravokotnica, je vpadni kot (*Einfallswinkel*); kot b , ki ga oklepata odbiti trak in vpadna pravokotnica, je odbojni kot (*Reflexionswinkel*).

Natančno opazovanje in računi kažejo, da se svetloba, ki je prišla do površja drugega telesa, ob površju tega telesa vsakikrat odbija po tehle zakonih:

Odbojni kot je enak vpadnemu... 1.) ✓

Vpadni in odbiti svetlobni trak ležita z vpadno pravokotnico v isti ravnini, a na nasprotnih straneh vpadne pravokotnice... 2.) ✓

Svetlobni traki, vpadajoči pravokotno na površje kakega telesa, se odbijajo pravokotno na to in se imenujejo glavni traki (*Hauptstrahlen*).

Svetljivost odbitih svetlobnih trakov je vedno manjša nego svetljivost vpadajočih.

Telesa, ki so na površju gladka in leska in ki svetlobo pravilno odbijajo, imenujemo zrcala (*Spiegel*). ✓

§ 80. Ravno zrcalo. ✓

Vsako gladko, lesko in popolnoma gladko ravnino, ki svetlobo v veliki množini odbija, imenujemo ravno zrcalo (*ebener Spiegel*). Naša navadna ravna zrcala so brušene ravne steklene plošče, ki so na zadnji strani ali posrebrene ali prevlečene s kositrovim amalgamom.*

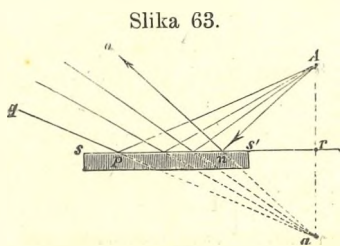
Tudi neobložena obrušena ravna steklena plošča more služiti kot zrcalo, posebno če je njeno ozadje slabo razsvetljeno. Ker je taka plošča prozorna, propušča malone vso nanjo vpadajočo svetlobo in je odbija le majhen del.

Poizkus: Stoječ pred ravnim zrcalom vidiš v zrcalu svojo sliko; od tebe izhajajoči, a na zrcalu odbijajoči se svetlobni traki 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 trakov bolj natančno, si mislimo ravno zrcalo ss' (slika 63.) v prerezu s papirno ravnino in pred njim svetlo točko A . Iz točke A pada mnogo svetlobnih trakov na zrcalo, kateri se po navedenem zakonu odbijajo, na

* Kositrov amalgam je zlitina kositra in živega srebra.

primer trak An se odbija v smeri no , trak Ap v smeri pq itd. Podaljšamo li smeri teh dveh odbitih svetlobnih trakov 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:

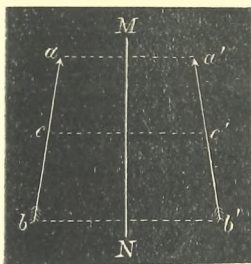
Zrcalo odbija iz točke A izhajajoče svetlobne trake tako, kakor bi izhajali iz svetle točke a zadaj za zrcalom.

Človeško oko pa je tako ustvarjeno, da vidi vsak predmet v tisti smeri, v kateri prihajajo svetlobni traki; torej vidi svetlo točko A zadaj za zrcalom v točki a .

Točka a se imenuje navidezna slika (*scheinbares Bild*) svetle točke A .

Recimo, da je ab (slika 64.) 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 64.



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.

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 krasnoglede (*Kaleidoskope*).

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.

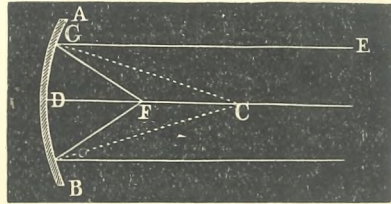
Ravna zrcala uporabljamo v vsakdanjem življenju, za razne fizikalne igrače in pri mnogih fizikalnih in geometrijskih orodjih.

§ 81. Sferična zrcala. ✓

Krogline kapice, ki so na eni strani svojega površja gladke in leske, imenujemo sferična ali kroglasta zrcala (*sphärische Spiegel*), in sicer imenujemo tako zrcalo konkavno, vboklo, vdrto ali jamasto (*Hohl- oder Konkavspiegel*), ako je vdrta stran gladka in leska, in konveksno ali izbočeno (*Konvexspiegel*), ako je zunanja, izbočena stran gladka in leska.

I. Konkavno zrcalo. Rečimo, da predstavlja AB (slika 65.) 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.

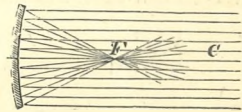
Slika 65.



Polumeri stoje pravokotno na zrcalovem površju, zato določujejo obenem tudi vpadne pravokotnice. — Svetlobni trakovi idočiči skoz središče C vpadajo na zrcalo pravokotno, torej se odbijajo v isto smer. Taki svetlobni trakovi so glavni trakovi (*Hauptstrahlen*).

Poizkusi: Ako držiš konkavno zrcalo proti solncu, da vpadajo solnčni traki vzporedno z njegovo osjo, in ako potem odbite trake prestrežoš na majhnem kosčku papirja, vidiš, da se stikajo v točki F (slika 66.), 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 žarišče (gorišče, *Brennpunkt*), razdalja žarišča F od središča D je zariščna razdalja (*Brennweite*). Zarišče F razpolavlja polumer CD .

Slika 66.



Vzporedno z osjo vpadajoči svetlobni traki se sečejo, ko so bili n'a zrcalu odbiti, v eni točki, v žarišču, ki razpolavlja polumer zrcala... 1.)
obratno:

Iz žarišča prihajajoče svetlobne trake odbija konkavno zrcalo vzporedno z optično osjo... 2.)



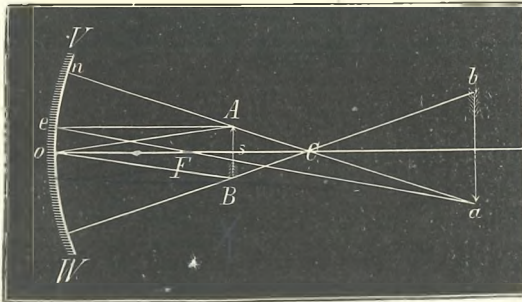
Pravokotno na os postavi med točkama F in C gorečo svečo, pred zrcalom pa premikaj prosojen papirnat zaslon tako, da prestreza iz sveče izhajajoče, a na zrcalu odbite svetlobne trakove. V neki razdalji od zrcala dobiš na zaslonu večjo in vzvrnjeno sliko goreče sveče.

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 traki 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 67.) svetel predmet, stoječ pred zrcalom VW pravokotno na njegovi osi. — Svetlobni trak An , katerega podaljšek meri skoz središče C , vpada na zrcalo pravokotno ter se odbija v svojo smer.

Slika 67.



Svetlobni trak Ae , ki je vzporeden z osjo Co , se odbija (po 1.) skoz žarišče F ter se seče z odbitim traktom An v točki a . V tej točki se stikajo tudi vsi drugi iz točke A prihajajoči in na zrcalu odbiti svetlobni traki; 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 .

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 toliko, 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.

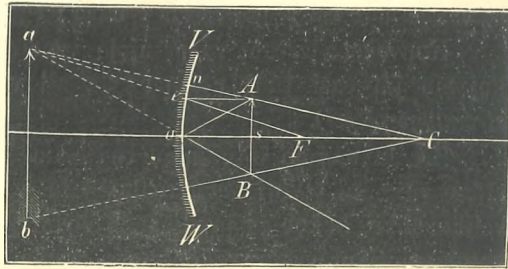
Svetel predmet, stoječ med žariščem in zrcalom, daje zadaj za zrcalom povečano in pokonci stoječo sliko... 6.)

Ta slika se ne dá prestrezati, torej je le geometrična (navidezna).

Z načrtovanjem dobivaš to sliko takole :

Misli si, da je AB (slika 68.) svetel predmet, stoječ med zrcalom VW in med žariščem F , in da zaznamenuje C zrcalovo središče. Glavni trak An se odbija v svojo smer, vzporedno z osjo vpadajoči trak Ae se odbija skoz žarišče F . Ta dva odbita svetlobna traka se sečeta zadaj za zrcalom, ako ju le zadosti podaljšša. 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 68.



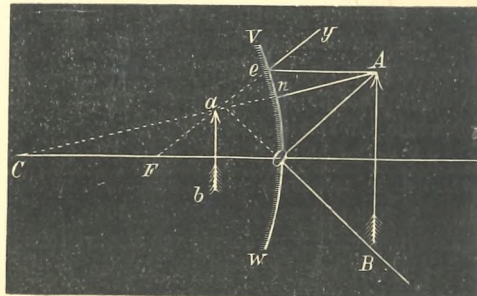
Dokaži vse navedene zakone z načrtovanjem in

preiskuj, kako se menjavata veličina in leža 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 razsvetljujemo, 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.

Slika 69.



Solnce daje v konveksnem zrcalu kakor točko majhno sliko, ki je izmed vseh slik od zrcala najbolj oddaljena. — Na zrcalo vpadajoči vzporedni svetlobni traki se na zrcalu tako odbijajo, da se po odboju stikajo njih podaljški v točki zadaj za zrcalom. To točko imenujemo geometrično žarišče, razpršišče ali razmetišče (*Zerstreuungspunkt*) konveksnega zrcala. Žarišče razpolavlja polmer zrcala.

Recimo, da je VW (slika 69.) del konveksnega zrcala in da zaznamenuje AB svetel predmet, od katerega izhajajo svetlobni traki. Iz točke A v smer premice AC prihajajoči svetlobni trak vpada pravokotno na zrcalo, torej se odbija v svojo smer. Svetlobni trak 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 trake, imenujemo jih časi tudi razpršna ali razmetna zrcala (*Zerstreuungsspiegel*).

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 konkavna zrcala.

§ 82. Razmet svetlobe. ✓

Površje hrapavih teles si lahko mislimo sestavljeno iz mnogostevilnih na razne strani naklonjenih zelo majhnih ravnin. Svetlobni traki, 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 (*Zerstreuung des Lichtes*).

Razpršena svetloba nam dela posamezne dele površja vidne.

Popolnoma gladke ploskve bi ne mogli videti, ker bi vso nanjo vpadajočo 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 trake. — 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. — Jutranjemu 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 trakovi 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 začenja, 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.

§ 83. Lom svetlobe. ✓

Poizkus: Štirioglato stekleno posodo (slika 70.) napolni z vodo, ki si ji primešal par kapljic fluorescinsve 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 trakov in jih s pomočjo ravnega zrcala uravnaj tako, da vpadajo na površje vode v poševni smeri kakor kaže slika.

Slika 70.

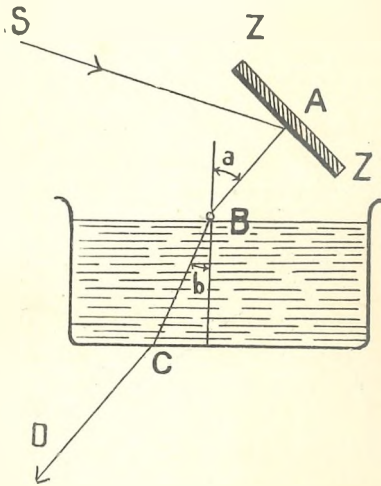
Vpadajoči solnčni trak SA se na zrcalu ZZ odbija in zadene površje vode v točki B . Tu se nekoliko svetlobe odbija kakor na ravnem zrcalu, največ pa je gre skoz vodo in izstopi iz vode pri točki C v smeri premice CD .

Pri tem pa opazuješ, da svetlobni trak 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 (*Einfallslot*); kot a , ki ga oklepata vpadajoči svetlobni trak AB in vpadna pravokotnica, imenujemo vpadni kot (*Einfallswinkel*), kot b , ki ga oklepata svetlobni trak BC in vpadna pravokotnica, pa lomni kot (*Brechungswinkel*); svetlobni trak BC zovemo lomljeni trak. Pri točki C , kjer izstopa svetloba iz vode v zrak, je BC vpadajoči, CD pa lomljeni svetlobni trak.

Kadar je lomni kot manjši nego vpadni kot, pravimo, da se svetloba lomi proti vpadni pravokotnici (*zum Einfallsrote*); kadar pa je lomni kot večji nego vpadni, se svetloba lomi od vpadne pravokotnice (*vom Einfallsrote*).

Pri opisanem poizkusu se svetlobni trak lomi pri točki B k vpadni pravokotnici, pri točki C od vpadne pravokotnice.

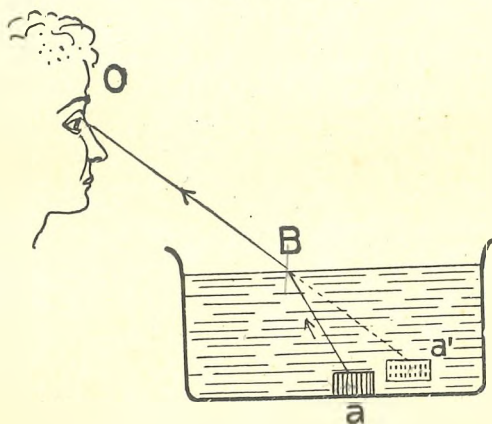


Sploh velja pravilo: Svetlobni traki se lomijo proti vpadni pravokotnici, ako prihajajo iz redkejšega telesa v gostejše; od vpadne pravokotnice pa se lomijo, ako prehajajo iz gostejšega telesa v redkejše.

Ako pri opisanem poizkusu zrcalo nekoliko zasučeš, dobijo na površje vode vpadajoči svetlobni traki 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 traki pravokotno na površje vode, se ne lomijo, marveč gredo skoz vodo in na drugi strani iz vode v isti smeri.

Da se svetloba lomi, kadar prehaja iz vode v zrak, kaže tudi tale poizkus:

Slika 71.



Na dno plitve posode z neprozornimi stenami položi malo telo a (slika 71.); 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 trak se na površju vode v točki B lomi od vpadne navpičnice ter prihaja v tvoje oko v smeri premice BO ; telo a vidiš zato v smeri premice OB v točki a' nekoliko vstran in površju bližje nego je v resnici. — Palica, ki jo držiš v mirni vodi pošev, se ti dozdeva zlomljena. — Stoječe čiste vode, pri katerih vidimo do dna, se nam dozdevajo bolj plitve nego so v resnici.

Astronomični lom svetlobe (*astronomische Strahlenbrechung*). Zrak je navzgor bolj redek kakor na zemeljskem površju. Svetlobni traki, ki prihajajo od nebesnih teles, se na svoji poti proti zemlji vsakikrat lomijo proti vpadni pravokotnici, kadar prehajajo iz manj gostih zračnih plasti v gostejše. — Posledica tega loma je ta, da vidimo nebesna telesa nekoliko bližje svojemu temenišču nego so v resnici. Edinole telesa v svojem temenišču vidimo ondi, kjer so v resnici, ker vpadajo od njih izhajajoči svetlobni traki, ki pridejo do nas, pravokotno na posamezne zračje plasti. Druga nebesna telesa pa so proti našemu temenišču tem bolj vzdignjena, čim bližje so obzorju. — Astronomični lom svetlobe nam podaljšuje dan približno za štiri do pet minut.

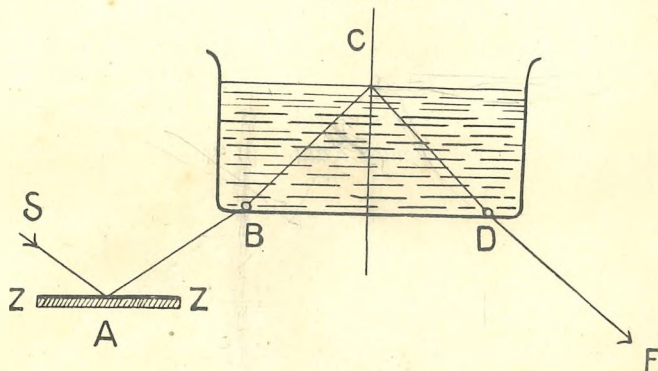
Kadar je zrak nemiren, se svetlobni traki vsak hip lomijo v druge smeri, kar nareja, da se nam predmeti dozdevajo nemirni, tresoč se.

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.

§ 84. Popolni odboj svetlobe.

Štirioglato stekleno in z vodo napolnjeno posodo, ki si jo rabil pri poizkusu, slika 70., postavi v bolj temni sobi na podstavek tako visoko, da moreš šopek solčnih trakov z zrcalom ZZ (slika 72.) napeljati proti vodi od spodaj navzgor. Zrcalu daj tak položaj, da zadene nanje vpadajoči svetlobni trak 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 solčne svetlobe v nobeni smeri, kar kaže, da ne izstopa iz vode. Nasprotno pa vidiš vodo razsvetljeno proti drugi strani posode, v smeri premice CD , kar kaže, da se vsa svetloba na površju vode odbija.

Slika 72.

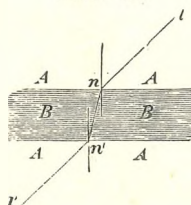


Svetlobni traki se lomijo na poti iz vode v zrak od vpadne pravokotnice in je lomni kot večji od vpadnega. Ako vpadni kot povečujemo, narašča tudi lomni kot, in na vsak način najdemo tolik vpadni kot, da je njemu pripadajoči lomni kot enak 90° . Za vsak večji vpadni kot bi moral biti lomni kot večji 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 (*Grenzwinkel*), ker tvori mejo med lomom in popolnim odbojem svetlobe.

§ 85. Lom svetlobe v telesih, ki so omejena z vzporednima ploskvama.

Mislimo si, da je BB (slika 73.) prozorna plošča, omejena z vzporednima ravninama AA , in da je gostejša od zraka. Vpadajoči svetlobni trak ln se lomi pri n proti vpadni pravokotnici, pri n' pa

Slika 73.



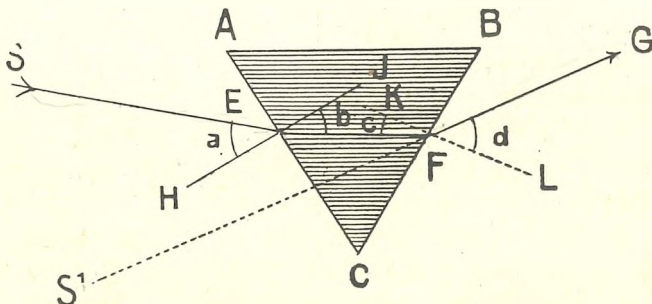
od vpadne pravokotnice. Vpadni kot pri n' je enak lomnemu kotu pri n (ker sta izmenična kota), torej je $ln \parallel n'l'$. Gledaje pošev skozi steklene plošče, vidimo predmete nekoliko vstran potisnjene, njih medsebojna leža pa ostane ista. — Gledaje skozi tanko prozorno ploščo, navadno še ne čutimo, da vidimo predmete potisnjene nekoliko v stran.

§ 86. 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 74.) prerez optične prizme, tedaj imenujemo kot pri C , ki ga oklepata ravnini AC in BC , lomeči kot (*brechender Winkel*) in rob pri C , v katerem se ti ravnini sečeta, lomeči rob (*brechende Kante*) prizme.

Slika 74.



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 vpadna od neke svetle točke prihajajoči trak SE na prizmo v točki E v vpadnem kotu a (HI je vpadna pravokotnica). Ta svetlobni trak se ob steklu lomi proti vpadni pravokotnici (lomni kot b) ter ima v steklu smer premice EF . Pri F zadene ta svetlobni trak 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

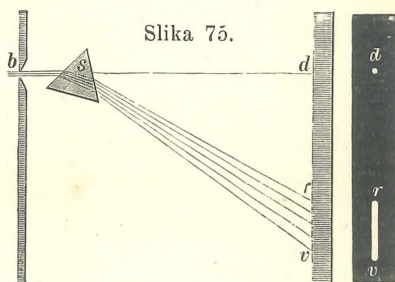
premice FG . Opazovalec v točki G vidi svetlo točko, od katere izvira trak SE v smeri premice GF nekje v točki S' , torej tako, kakor bi bila premaknjena proti robu C .

Dokaži z načrtovanjem, da odklanjajo prizme svetlobne trake iz njih smeri tem bolj, čim večji imajo lomeči kot!

§ 87. Razklon svetlobe v njene sestavine.

Poizkus: *a*) V sicer temno sobo spusti z ravnim zrcalom (heliostatom) skoz malo špranjico b (slika 75.) snopič solčnih trakov! Na zaslonu, ki ga postaviš špranjski nasproti, dobiš svetlo liso d , ki ima obliko špranjice. Ako pa solčne trake prestrežeš s prizmo s , kakor kaže slika, odklanja prizma

svetlobne trake navzdol, namesto lise d pa vidiš na zaslonu med točkama r in v raztegnjeno, krasno barvano sliko. V tej barvani sliki, ki jo imenujemo spektrum ali šar (*Spektrum*), razločujemo po vrsti rdečo, pomarančasto, rumeno, zeleno, svetlo-



modro, temnomodro in vijoličasto barvo. Te barve, ki jih imenujemo prizmatične ali spektralne (*prismatische oder Spektralfarben*), niso ločene druga od druge, marveč prehajajo druga v drugo. Od prvobitne smeri najmanj odklonjena je rdeča, najbolj odklonjena pa vijoličasta. Rdeča barva se lomi najmanj, vijoličasta pa najbolj.

Poizkus: *b*) Pri pravkar imenovanem poizkusu nadomesti papiinat zaslon s konkavnim zrcalom, ki ga postaviš tako, da meri njegova glavna os proti svetlobnim trakom, ki prihajajo iz prizme. Svetlobni traki se na zrcalu odbijajo in blizu zrcalovega žarišča dobiš zmanjšano sliko špranjice b , ki pa je zopet bela.

Iz teh poizkusov izvajamo tele zakone:

Bela solčna svetloba je sestavljena iz raznih barv, v katere se razkloni, kadar se lomi v optičnih prizmah... 1.)

Spektralne barve (sestavine bele svetlobe) so v različni meri lomljive; najbolj se lomi vijoličasta, najmanj pa rdeča spektralna barva... 2.)

Spektralne barve se dado združiti zopet v belo svetlobo ... 3.)

Poizkus: c) Na zaslonu, s katerim prestrežoš spektrum, naredi majhno špranjico; potem pa postavi zaslon tako, da propuščata skoz to špranjico le rdeče svetlobne trake. Prestrežeš li te trake zadaj za zaslonom z drugo prizmo, jih ta pač odkloni v stran, a ne naredi nobenega novega spektra. — Isto opaziš, ako prestrežeš z drugo prizmo katerokoli prizmatično barvo.

Prizmatične barve se ne dado dalje razkloniti — zato jih imenujemo enostavne (*einfach*) ... 4.)

Ako pri poizkusu b) nekaterim barvam s kakim neprozornim telesom, na primer s svinčnikom, zabraniš pot do konkavnega zrcala, potem slika špranjice b, ki jo daje zrcalo, ni več bela, marveč dobi neko novo barvo, ki je mešana iz ostalih barv spektra.

Dve barvi, ki dajeta belo barvo, ako ji združimo na istem mestu, imenujemo komplementarni ali dopolnilni barvi (*Komplementär- oder Ergänzungsfarben*).

Komplementarni barvi sta na primer pomarančasta in svetlomodra, rdeča in modrozelená, zelenorumena in vijoličasta.

§ 88. Barvnost teles.

Poizkus: a) Solnčne trake, ki prihajajo skoz rdečo stekleno ploščo, prestrezi s prizmo, kakor pri poizkusu v sliki 75. 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 (*wasserhell*); nekatera pa propuščajo le nekatere sestavine solnčne svetlobe, druge pa vsrkavajo — taka so barvnoprozorna telesa.

Poizkus: b) Na zaslonu (slika 75.) 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.

Neprozorna telesa dobivajo svojo barvnost (*Körperfarbe*) 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 (*Morgen- und Abendröte*). 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?

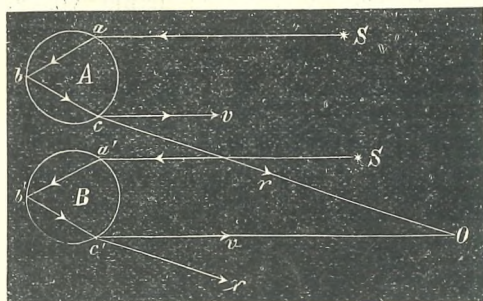
Nobeno prozorno telo ne propušča vse vanje vpadajoče svetlobe; nekoliko te svetlobe se v vsakem telesu odbija in razpršuje na njegovih molekulih, in sicer različne svetlobne sestavine v različnem razmerju. Radi tega dobiva vsako brezbarvno ali vodenočisto telo svojo posebno barvo, ako sestoji iz debele 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.

§ 89. Mavrica.

Na nebu vidimo šestokrat razpet svetel pas, ki je sestavljen iz vseh prizmatičnih barv; imenujemo ga mavrico ali dogo (*Regenbogen*). 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 ob 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 (*Hauptregenbogen*); druga je manj svetla, barve pa se

Slika 76.



v njej vrsté v nasprotni vrsti — ta je stranska mavrica (*Nebenregenbogen*).

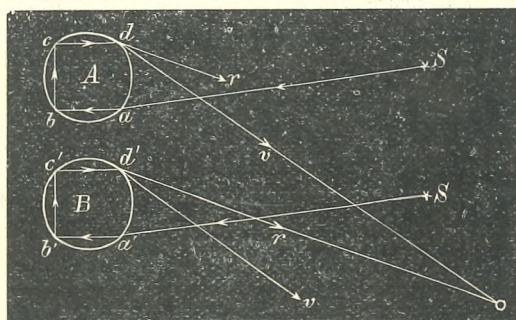
Kose mavrice opazujemo tudi pri vodometih, pri katerih se voda razpršuje v drobne kapljice, če jih solnce pošev obseva. — Rosne kapljice se blešče v raznih barvah, kadar jih

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.

Recimo, da je *A* (slika 76.) kapljica vode in da vpada nanjo od solnca *S* prihajajoči trak v smeri premice *Sa*. V točki *a* se ta

Slika 77.



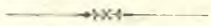
trak lomi proti vpadni pravokotnici v smer *ab*, v točki *b* se odbija v smer *bc* in v točki *c*, izstopajoč iz kapljice v zrak nazaj, se lomi od vpadne pravokotnice. Na tej poti pa se bela svetloba razklanja kakor v prizmi v svoje barvne sestavine; rdeči svetlobni trak izstopa iz

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.

Stranska mavrica nastaja na podoben način, le da morajo solnčni traki vpadati na deževne kapljice pod njihovim središčem. Svetlobni trak *Sa* (slika 77.),

prilhajajoč od solnca 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 barvine sestavine tako, da ima rdeči trak smer preme dr in vijoličasti smer preme dv . Iz kaplje B , v kateri se svetlobni trak Sa' lomi in odbija na isti način, izstopa rdeči svetlobni trak v smeri preme $d'r$ in vijoličasti v smeri preme $d'v$. Ako si mislimo opazovalca v presečišču svetlobnih trakov 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.

str. 67. nadaljevanje



23
a. 23
o. 16
o. 13



