



Osnovni nauki
iz
fizike in kemije
za meščanske šole.

V treh stopnjah.

Spisal

Andrej Senekovič

c. kr. gim. ravnatelj.

II. stopnja.

V berilo je vtisnenih 62 slik.

Drugi, stvarno neizpremenjeni natis.

Kot učna knjiga pripuščena po vis. ukazu c. kr. ministarstva za bogočastje in pouk
z dne 19. septembra 1903, štev. 28.254.

Cena vezani knjigi 1 K 20 h.



V Ljubljani 1903.

Tiskala in založila Ig. pl. Kleinmayr & Fed. Bamberg.

36967, VII, D, 9

67

Osnovni nauki

iz

fizike in kemije

za meščanske šole.

V treh stopnjah.

Spisal

Andrej Senekovič

c. kr. gim. ravnatelj.

II. stopnja.

V berilo je vtisnenih 62 slik.

Drugi, stvarno neizpremenjeni natis.

Kot učna knjiga pripuščena po vis. ukazu c. kr. ministrstva za bogočastje in pouk
z dne 19. septembra 1903, šte. 28.254.

Cena vezani knjigi 1 K 20 h.



V Ljubljani 1903.

Tiskala in založila Ig. pl. Kleinmayr & Fed. Bamberg.

030008453

Kazalo.

A. Fizika.

I. Iz nauka o toploti.

	Stran		Stran
§ 1. Žarjenje toplote	1	§ 3. Vrednost različnih goriv	8
§ 2. Izvori toplote	3		

II. Iz nauka o magnetizmu.

§ 4. Magnetni odklon. Magnetni naklon	9	§ 5. Zemlja kot magnet	11
		§ 6. Astatične igle	11

III. Iz nauka o elektriki.

§ 7. Elektrofor ali elektronos	12	§ 12. Svetlobni in toplotni učinki galvanskega toka	18
§ 8. Električna vzbuja po do- tiki	13	§ 13. Fiziološki učinki gal- vanskega toka	19
§ 9. Galvanski člen	15	§ 14. Kemični učinki galvan- skega toka	20
§ 10. Galvanska baterija	16	§ 15. Galvanoplastika	22
§ 11. Različni galvanski členi	17		

IV. Iz nauka o mehaniki.

§ 16. O gibanju sploh	23	§ 24. Škripec	35
§ 17. O silah sploh	24	§ 25. Kolo na vretenu	37
§ 18. Težišče	27	§ 26. Delo sil	38
§ 19. Položaj teles	27	§ 27. Sestavljanje in razstav- ljanje sil	41
§ 20. Stalnost položaja teles. (Stojalnost)	29	§ 28. Jednako mereno gibanje	44
§ 21. Stroji	30	§ 29. Nihalo	45
§ 22. Vzvod ali navor	30	§ 30. Ovire gibanja	50
§ 23. Uporaba vzvodov pri teht- nicah	33	§ 31. Določevanje gostote trdnih in kapljivo tekočih teles	52

	Stran		Stran
§ 32. Navadna sesalka. Tlačilna sesalka	55	§ 34. Zračne sesalke	57
§ 33. Heronova buča. Vozna brizgalnica	56	§ 35. Koliko svoje teže izgubljajo telesa v zraku. (Zrakoplovi)	61

V. Iz nauka o zvoku.

§ 36. Višina tonov	62	§ 41. Ustnične piščali	67
§ 37. Lestvica tonov	63	§ 42. Piščal z jezičkom	68
§ 38. Zveneče strune	64	§ 43. Jakost zvoka	69
§ 39. Zveneče palice	66	§ 44. Sozvočenje. Resonanca	70
§ 40. Zveneče plošče	66	§ 45. Odboj zvoka. Jek. Odmev	71

VI. Iz nauka o svetlobi.

§ 46. Vdrto ali jamasto zrcalo	72	§ 50. Popolni odboj svetlobe	80
§ 47. Izbočeno zrcalo	76	§ 51. Lom svetlobe v sredstvih, ki so omejena z vzporednimi ploskvami	81
§ 48. Razpršba ali razmet svetlobe	77	§ 52. Optične leče	81
§ 49. Lom svetlobe	77		

B. Kemija.

§ 53. Kemične prvine	88	§ 67. Natrij in nekatere njegove spojine	108
§ 54. Kemični osnovni zakoni	88	§ 68. Steklo	110
§ 55. Atomi	89	§ 69. Aluminiij	111
§ 56. Atomske teže	90	§ 70. Glina	112
§ 57. Kemična pisava	92	§ 71. Železo	113
§ 58. Kisline. Osnove. Soli	93	§ 72. Baker	115
§ 59. Žveplove spojine	94	§ 73. Cink	116
§ 60. Fosforova kislina	97	§ 74. Kositer ali cin	116
§ 61. Dušikove spojine	97	§ 75. Svinec	117
§ 62. Ogljikove spojine	99	§ 76. Živo srebro	118
§ 63. Klor in nekatere njegove spojine	101	§ 77. Srebro	119
§ 64. Brom. Jod. Fluor	102	§ 78. Zlato	119
§ 65. Silicij (kremik)	103	§ 79. Platin	120
§ 66. Kalij in nekatere njegove spojine	104	§ 80. Kovinske zlitine	120

A. Fizika.

I. Iz nauka o toploti.

(Glej I. stopnjo §§ 21. do 35.)

Ponovilo. Kaj imenujemo toploto? — Čemu služijo termometri? — Kako se telesa po toploti raztezajo? — Kakšne izpremembe proizvaja toplota na skupnosti teles? (Taljenje, strjenje, hlapenje, vrenje, zgoščevanje hlapov in par.)

§ 1. Žarjenje toplote.

Stojiš li blizu zakurjene peči, čutiš vročino le na tisti strani telesa, ki je obrnjena proti peči; ta vročina pa izgine, če postaviš pred se kak zaslon, če tudi je le papirnat, a se vnovič ponovi, če odstraniš zaslon. — Toplota prehaja skozi zrak do tebe, ne da bi tega kaj segrela, kajti sicer bi toploto moral čutiti tudi zadaj za zaslonom.

Toploto, ki prehaja z jednega toplega telesa na drugo (mrzlejšo) skozi tretje telo, katero se pri tem ne segreje, imenujemo žarečo toploto (*strahlende Wärme*). Natančno opazovanje uči, da se žareča toplota širi premočrtno, kakor se premočrtno širita svetloba in zvok, ali, da topla telesa izžarivajo toploto v premih merih v mrzlejšo svojo okolico.

Preme črte, kaže meri, v katere se žareča toplota širi, imenujemo toplotne trakove ali žarke (*Wärmestrahlen*).

Ako zadenejo toplotni žarki ob površje kakega telesa, se na tem deloma odbijajo, deloma pa prodirajo v to telo, ki jih potem več ali manj skozi svojo tvarino propušča, kakor prozorna telesa svetlobo, ali pa jih vsrkava ter se potem segreva. Neprozorna telesa jo navadno odbijajo, prozorna pa bolj ali manj propuščajo.

Glede na to, ali telesa na nje vpadajoče toplotne žarke propuščajo ali pa vsrkavajo, so telesa toploti prehodna (*diatherman*) ali neprehodna (*atherman*).

Najbolj prehodni telesi sta suh zrak in kamena sol.

Poskusa: a) Vzemi kovinsko posodo kockaste oblike, jedno stran jej ugladi, drugo razprskaj, da dobi prav hrapasto površje, tretjo stran prevleci s svinčeno beljo, četrto s sajami. V tako pripravljeno posodo nalij vrele vode ali vrelega olja. Ako postavljaš potem občutljiv termometer v enakih razdaljah zdaj pred to, zdaj pred drugo stran, kaže ti termometer najvišjo temperaturo, ko je stal sajasti strani nasproti, najnižjo pa, ko je dobival izžarjeno toploto od uglajene strani. — b) Vzemi dve steklenici jednako veliki in popolnem si podobni, jedno počrni od zunaj s sajami, druge pa ne; potem napolni obe posodi s toplo vodo iste temperature ter ju postavi na kak hladen prostor. Čez nekoliko časa zapaziš, da se je voda v počrnjeni steklenici dosti bolj ohladila kakor v drugi.

Izmed več teles, ki imajo isto temperaturo, izžarivajo nekatera v istem času več toplote nego druga; — telesa imajo torej različno žarljivost (*Ausstrahlungsvermögen*). Jedno in isto telo pa izžariva v istem času temveč toplote, čim večjo ima temperaturo.

Največjo žarljivost imajo črna in na površju hrapava telesa, najmanjšo svetla in uglajena.

Poskus: Dve jednako veliki stekleni posodi, kojih jedna je zunaj s sajami prevlečena, napolni z vodo ter ju potem izpostavi solnčnim žarkom. V istem času se segreje voda v počrnjeni posodi do višje temperature nego v drugi.

Žareči toploti neprehodna telesa vsrkavajo žarečo, na nje vpadajočo toploto v različni meri; največ je vsrkavajo taka telesa, ki imajo tudi večjo žarljivost.

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

V poletnem času nosimo obleko bolj svetle, v zimskem času bolj temne barve. — Sneg skopni hitreje nego sicer, če ga posujemo s pepelom ali sajami. — V belih in leskečih posodah ostajajo jedila dalje časa gorka nego v temnih ali sajastih. — Listje in drugi deli rastlin so na strani, proti nebu obrnjeni, gladki, spodaj pa bolj hrapavi. To jih varuje po dnevi prevelike vročine, po noči, ko izžarivajo toploto, pa mraza. (Zakaj?) — S čim varujemo v zimskem času pohištvo blizu peči, da od prevelike vročine ne razpoka? — Železne peči nam sobo sicer hitreje segrejejo nego prstene, pa se tudi hitreje ohladi.

§ 2. Izvori toplote.

1.) Največji izvor toplote je **solnce**. Pošilja nam svetlobo in toploto ob enem; brez njega bi imeli večno temo in večni mraz. Zrak je solnčni toploti zelo prehodni, to nam pričajo visoke gore, ki so leto in dan pokrite s snegom, to so dokazali tudi zrakoplovci, ki so našli v ozračju tem večji mraz, čim više so splavali.

Zemlja pa vsrkava od solnca prihajajočo toploto ter se tako segreva; svojo toploto podeljuje zračnim plastem, ki se je neposredno dotikajo. Te se razredčijo, vzhajajo kvišku, na njihovo mesto pa prihajajo zopet druge, mrzlejše, ki se isto tako segrevajo. Zrak torej dobiva svojo toploto neposredno od zemlje, a ne od solnca. Grejoča moč solnca je tem večja, čim bolj navpično vpadajo solnčni žarki in čem več časa zadevajo ob zemljo.

Na podstavi opazovanja so izračunali, da izžariva solnce v enem letu na zemljo toliko toplote, da bi mogla ta toplota staliti ledeno plast, ki bi obdajala zemljo krog in krog na 30 m visoko.

Ker je solnce v primeri z našimi zemeljskimi daljavami od nas zelo, zelo oddaljeno, smatramo solnčne trakove medsebojno vzporedne. Posledek tega pa je ta, da zadeva isto ploskev največ trakov takrat, ako vpadajo na njo pravokotno, tem manj pa, čim bolj je proti meri vpadajočih trakov naklonjena. Na strehah in rebrih proti solncu obrnjenih skopni sneg preje,

nego drugod, v prisojnih krajih dozoreva sadje hitreje nego v odsojnih. Tudi kakovost zemeljskega površja vpliva zelo na to, ali se zemlja bolj ali manj segreje. — Gola, peščena tla se v istem času in na istem kraju dosti bolj segrejejo, kakor s travo porastla.

Na ravniku solnčni žarki na zemljo ne vpadajo tako pošev kakor na krajih proti tečajema, torej je ob ravniku sploh tudi višja temperatura nego v krajih proti tečajema. — Na jednom in istem kraju zadevajo solnčni žarki zemljo v poletnem času v manj poševni meri nego po zimi, torej imamo poleti tudi višjo temperaturo.

Od solnčnega vzhoda do poldne temperatura narašča, od poldne naprej pa pojema. Najnižja temperatura je ob času solnčnega vzhoda, najvišja pa v zimskem času ob dveh, v poletnem času pa med 3. in 4. uro popoldne. — V naših krajih je meseca januarja največji mraz, meseca julija ali avgusta pa največja vročina.

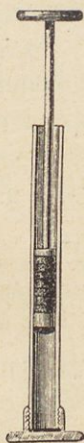
2.) **Zemlja.** Zemeljske tvarine so sploh slabi prevodniki toplote; v poletnem času ne prodere toplota globoko v zemljo in isto tako ne mraz v zimskem času. V globočini približno 20 *m* nahajamo po leti in zimi stalno temperaturo; do sem ne sega torej niti mraz niti vročina na zemeljskem površju. Ako od te plasti stalne temperature kopljemo 25 do 30 *m* globokeje, najdemo za 1° *C* višjo temperaturo, nego je v plasti stalne temperature. V globočini 50 do 60 *m* pod plastjo stalne temperature se poviša temperatura že 2° *C* i. t. d. Ta okolščina, dalje ognjeniki in toplice opravičujejo misel, da je zemlja znotraj zelo vroča, in sicer toliko vroča, da je v globočini kacic 75 *km* že vse kamenje raztaljeno.

V kletih pariške zvezdarne, globokih 27·5 *m*, kaže termometer od leta 1783. stalno 11·8° *C*. — Po zimi so kleti toplejše, po leti hladnejše, nego je zunaj. — Kmetovalci čuvajo repo, krompir i. t. d. mraza s tem, da ga precej globoko v zemljo zakopljejo. — Izmed toplic omenjamo: Karlovi vari s temperaturo + 75° *C*, wiesbadenske temperaturo + 70° *C* i. t. d.

3.) **Mehanični izvori toplote.** *a)* Razvoj toplote z drgnjenjem. Ako drgnemo dva kosa lesa drugega ob drugem, se oba segrejeta, časih celo toliko, da se užgeta. Svedri, pile, žage se z drgnjenjem segrejejo bolj ali manj. Užigalice užigamo s tem, da jih drgnemo ob hrapavi ploskvi.

b) Razvoj toplote z udarom in pritiskom. Ako kovač železo enakomerno kuje, se mu segreje; more ga na ta način celo razbeliti. — Pod konjskimi kopiti se iskri, ako s podkvami ob kamenje udarjajo. — Slika 1. Vzemi močno stekleno cev, kakršno vidiš v sliki 1.; na spodnji konec bata deni košček kresilne gobe. Ako bat naglo potisneš v cev, torej zrak v cevi močno stisneš, se toliko segreje, da užge kresilno gobo. Taka priprava se zove zračno užigalo (*pneumatisches Feuerzeug*).

Slika 1.



Ako se plinasta telesa naglo raztezajo, nareja se mraz; n. pr. vodene pare velike napetosti, odhajajoče skozi ozko cev, so zunaj cevi takoj izdatno ohlajene.

4.) **Kemični izvori toplote. Gorenje.** Ako poliješ žgano vapno z vodo (ga gasiš), dobi veliko toploto; isto tako se čista žveplena kislina izdatno segreje, ako ji priliješ nekoliko vode. Sploh se razvija vsakikrat toplota, kadar se tvarine kemično spajajo. Največ toplote pa se razvija takrat, kadar se kisik spaja z drugimi prvinami in se ob enem razvija tudi svetloba — pri gorenju (*Verbrennung*).

Pri gorenju jemljemo v poštev: *a)* gorivo ali kurivo (*Brennstoff*), t. j. tvarino, ki se spaja s kisikom, *b)* netivo (*Zündstoff*), tvarino, ki pospešuje gorenje in *c)* izgorine (*Verbrennungsprodukte*), to so tvarine, ki se pri gorenju razvijajo. Navadna goriva so ogljik, vodik, žveplo in njih spojine.

Pogoji gorenju so:

1.) Gorivo mora imeti določeno temperaturo. Treba ga je prižgati, t. j. do neke temperature segreti in ga potem pri tej

temperaturi obdržati. Uže prižgano telo razvija navadno samo toliko in še več toplote, kolikor je potrebuje, da ima višjo temperaturo nego je ona, pri kateri se je užgalo. Razdrobljeno gorivo se užge laže nego nerazdrobljeno. Različna goriva se užigajo pri različnih temperaturah. (Užigalice se užgejo z malim drgnjenjem, še laže se užge fosfor.)

2.) Gorivo mora dobivati zadostno množino kisika. Tega dobiva navadno iz zraka, večkrat ga daje tudi samo, namreč takrat, kadar ga ima samo v sebi, n. pr. solitar. Čim več dobiva gorivo kisika, tem bolj živahno gori.

Kisik privajamo gorivu s tem, da skrbimo za dober preprih, s čimur donašamo na jedni strani čistega zraka, na drugi strani pa mu odvajamo izgorine.

S plamenom gore tvarine, katere se pred zgoretjem pretvarjajo v pline, n. pr. sveče, olje, petrolej, premog; druge pa le žare, n. pr. železo, baker.

Slika 2.



Slika 2. predstavlja plamen goreče sveče. Raztopljeno gorivo prileze po stenju do plamena, tukaj se razkrajja in pretvarja v svetilne pline. Ti plini tvorijo teman prostor *a* okoli stenja (jedro plamena). Jedro je obdano okoli in okoli od zelo svetečega plašča *b*. V tem gori vodik; ker v ta kraj prihaja premalo kisika, zato ogljik v njem le žari, s tem pa daje plamenu svetlivost. Plašč *b* je obdan od drugega plašča *c*, v katerem tudi ogljik popolnem zgoreva, ker dobiva zadosti kisika. Modri rob na spodnjem koncu plamena nastane od gorečega ogljikovega okisa.

Svetlivost dobiva plamen od trdnih, v njem žarečih tvarin. Svetlivost je tem večja, čim več je trdnih tvarin v plamenu in čim višja je njih temperatura. Nobene svetlivosti nimajo take goreče tvarine, pri katerih se ne razvijajo nobena trdna telesa, n. pr. goreči vinski cvet, vodik. Ako dobiva gorivo toliko kisika, da izločeni ogljik takoj zgoreva ter ne žari, se plamen ne sveti; vendar ima zelo veliko temperaturo. (Svetilni

plin gori navadno s svetlim plamenom; ako mu primešamo dovolj zraka, rekše kisika, izgubi vso svetlivost, dobi pa visoko temperaturo [Bunsenov gorilnik]. — Gorivo more dobivati tudi premalo kisika; v tem slučaju se ne spaja ves ogljik s kisikom, — plamen dela saje ali gorivo se kadi (petrolejska svetiljka, ako nima steklene cevi).

Barvo dobiva plamen od tvarin, katere se v plamenu pretvarjajo v pare, ki žarijo. (Kuhinjska sol daje plamenu rumeno, bakrov klorid zeleno barvo i. t. d.)

Gore nje moremo ustaviti ali gorečo tvarino ugasniti: a) ako gorivo pod temperaturo ohladimo, pri kateri se je užgala; b) ako zaprečimo zraku, rekše kisiku, pristop h gorivu.

Goreča drva z vodo polita ugasnejo. — Velicega ognja z malo vode ne moreš ugasniti. Velika toplota razkraja vodo v njeni sestavini; kisik pospešuje gorenje, vodik pa sam gori, torej postane ogenj še hujši. Gorečo svečo ali svetiljko ugasneš, ako močno na njo pihneš; dovolj silen pih ohladi plamen. — Ogenj tudi ugasne, ako gorivo zakriješ, n. pr. s prstjo, pepelom i. t. d. — Gorečih tolšč ni varno z vodo gasiti. Voda je težja od tolšč, pade torej na dno, tam se segreje in izpariva. Vodene pare, odhajajoče na plano, razmetavajo tolščo na vse strani.

5.) **Životna toplota.** Podobne pojave, kakor pri gorenju, opazujemo pri delovanju živalskega ustroja. S hrano donášamo telesu ogljičnate tvarine, kisika pa vdihavamo. Kisik se spaja v telesu z ogljičnatimi tvarinami; pri tem pa se razvija toplota kakor pri navadnem gorenju. Životna toplota se razvija v večji množini, ako prihaja več kisika. (Pri delu se segrejemo, ker hitreje dihamo.) Pri hlapenju vode skozi kožo se toplota utaja, kar učini, da ostaja temperatura našega telesa stalna. Zdrav človek ima stalno temperaturo $+ 37^{\circ} C$. Otrok diha hitreje in ima nekoliko višjo temperaturo. Ptiči imajo temperaturo 40 do $41^{\circ} C$.

6.) Končno nam je kot izvora toplote omeniti tudi še elektriko.

§ 3. Vrednost različnih goriv.

Gorenje je našemu življenju zelo velike važnosti, kajti toploto, s katero si prirejamo jedila, s katero v zimskem času varujemo svoja stanovanja mraza, s katero pretvarjamo v parnih kotlih vodo v pare, da nam gonijo različne parne stroje, dobivamo potom gorenja. Za goriva nam služijo drva, premog, šota in še druga telesa.

Poskusoma so učenjaki dognali, da se razvija pri zgoretju, recimo jednega kilograma jednega in istega telesa ista množina toplote, bodi si, da telo zgoreva počasi ali hitro, v čistem kisiku ali v navadnem zraku; razložek je le ta, da počasi goreče telo razvija to toploto bolj polagoma in da se je vsled tega precej mnogo izgubi v okolico, ne da bi povišala temperaturo gorečega telesa samega. Pri hitrem gorenju se vsa toplota razvija kar na mah ter vsled tega proizvaja višjo temperaturo.

Poskusoma je dognano, da razvija jeden kilogram spodaj navedenih goriv ali kuriv pri popolnem zgoretju toliko toplote, da more ta toplota zraven pristavljeno število kilogramov ali litrov vode segreti od 0° do 100° C

vodik	230	svetilni plin	64
petrolej	117	koks	60
loj	80	rujavi premog	40
lesni ogelj	73	suhi les (poprek)	30
vinski cvet	68	šota (najboljša)	30
črni premog	66 do 70	šota (navadna)	15

Iz teh podatkov se razvidi absolutna vrednost različnih kuriv, njih praktično vrednost pa dobimo, ako vzamemo v poštev tudi ceno, za katero dobivamo to ali ono kurivo. V poštev jemati moramo tudi to, da ima kurivo manjšo vrednost, če je vlažno ali pa če pušča veliko pepela. Vlažna goriva gorijo le takrat, ako so izgubila potom izparivanja svojo vlago, k čemer se potrebuje več ali manj toplote, ki gre na ta način v izgubo.

II. Iz nauka o magnetizmu.

(Glej I. stopnjo §§ 36. do 39.)

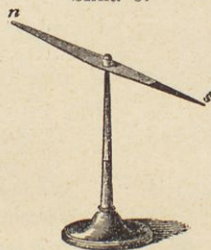
Ponovilo. Katera telesa imenujemo magnetna? — Kaj so magnetni poli? — Koliko jih ima magnet? — V čim obstoji magnetenje po razdelbi? — Kako primerjaš jakost magnetov?

§ 4. Magnetni odklon. Magnetni naklon.

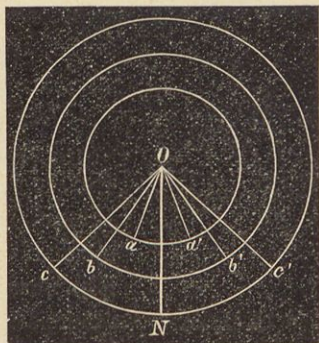
Poskus: Določi natančno mer od juga proti severu, to je poldnevno črto, ter si jo zaznami na kaki mizi ali drugem horizontalnem predmetu.* Ako na to črto postaviš magnetno iglo, ki se vrti okoli vertikalne, skozi njeno težišče idočee osi (slika 3.), opazuješ, da njen severni pol ne kaže natančno proti severu, ampak nekoliko v stran na levo, južni pa nekoliko na desno.

Poldnevna črta in magnetna os mirujoče magnetne igle se ne ujemata, marveč oklepata kot, katerega imenujemo magnetni odklon (*magnetische Deklination*).

Slika 3.



Slika 4.



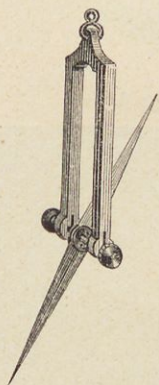
* Poldnevno črto dobiš najlažje na ta način, da načrtaš na horizontalni deski več koncentričnih krogov (slika 4.) in postaviš v njih skupnem središču kratko palico vertikalno ali navpično na desko. Ako desko in palico obseva solnce, opazuj dopoldne točke a, b, c , v katerih se palična senca vrstoma dotika več krogov. Ravno tako opazuj popoldne točke a', b', c' , v katerih se palična senca dotika ravno istih krogov. Razpoloviš li potem po vrsti kote aOa', bOb', cOc' , najdeš, da imajo vsi jedno in isto razpolovnico ON ; ta je poldnevna črta, v to mer kaže palična senca točno opoldne.

Magnetna igla, ki se more v horizontalni ravnini vrteti okoli vertikalne osi, se imenuje odklonska igla ali odklonica (*Deklinationsnadel*).

Magnetni odklon ni povsod jednak; v Evropi, Afriki in zahodnem delu Azije kaže severni pol odklonske igle nekoliko proti zahodu (zahodni odklon), v vzhodni Aziji in v Ameriki pa nekoliko proti vzhodu (vzhodni odklon). V nekaterih krajih pa se magnetna os odklonske igle in poldnevna črta natančno ujemata (odklonski kot je enak ničli). Tudi na istem kraju se odklonski kot polagoma nekoliko izpreminja. — V Ljubljani n. pr. znaša magnetni odklonski kot $9^{\circ} 13'$, a zmanjšuje se vsako leto približno za pet minut.

S pomočjo odklonske magnetne igle določujemo strani sveta. Odklonske igle, ki so nalašč v ta namen narejene, imenujemo busole (*Bussolen*), če so bolj majhne, ali pa kompase (*Kompasse*), če so bolj velike. Pri obojih je odklonska igla spravljen v posebni medeni okrogli ali štirioglati, s stekleno ploščo pokriti škatljici. Pod iglo pa je načrtana vetrovnica, časih pa tudi v stopinje razdeljen krog, katerega središče se ujema z iglino osjo.

Slika 5.



Kitajci so kompas poznali neki že l. 1100. pred Kr.; Evropejci so ga začeli rabiti v 12. stoletju po Kr. Kompas je neobhodno potrebno orodje mornarjem in rudokopom, služi pa tudi na kopnem, posebno v nepoznatih krajih.

Poskus: Jekleno iglo, ki tiči v medenih vilicah tako, da se lahko vrti okoli horizontalne, skozi njeno težišče idočee osi, obesi na tanko svilnato nit (slika 5.). Dokler igla ni magnetna, ostane mirna, spravi jo v katerokoli ležo.

Ako pa jo omagnetiš, se sama ob sebi le tedaj umiri, kadar je njena os v meri odklonske igle in njen severni pol nekoliko navzdol naklonjen. Spraviš li potem iglo iz te njene ravnotežne leže, se vrne vsakikrat v to ležo nazaj.

Kot, katerega oklepata magnetna os take mirujoče magnetne igle in horizontalna ravnina, imenujemo magnetni naklon (*magnetische Inklination*); na opisani način prirejene magnetne igle pa naklonske igle ali naklonice (*Inklinationsnadeln*).

Na severni zemeljski poluti je severni pol naklonske igle naklonjen proti zemlji, na južni poluti pa južni. — Magnetni naklon ni povsod enak, ob ravniku je enak ničli, to se pravi, naklonska igla stoji v horizontalni meri, od ravnika proti tečajema pa polagoma narašča: največja njegova vrednost je 90° .

§ 5. Zemlja kot magnet.

Poskusa: *a)* Na mizo položi magnetno palico, nad njo pa drži naklonsko iglo tako, da stoji os, okoli katere se vrti, pravokotno na magnetni osi palice. Ako držiš naklonsko iglo nad središčem palice, se magnetnica postavi horizontalno; ako potem iglo polagoma premičeš proti severnemu polu magnetne palice, se nje južni pol naklanja proti palici, in sicer tem bolj, čim bliže prihajaš koncu palice; nad severnim polom se postavi igla vertikalno. Na južno magnetni strani palice se naklanja proti njej severni pol magnetnice ter se postavi nad polom vertikalno. — *b)* Dolgi železni drogi, ležeči v meri mirujoče naklonske igle, postanejo nekoliko magnetni, o čemer se prav lahko prepričaš z občutljivo iglo magnetnico.

Primerjamo li ta poskusa s pojavoma magnetnega odklona in naklona, smemo sklepati, da ima zemlja svojstvo magnetnega telesa, da je torej velik magnet. Njena magnetna pola sta v tistih dveh točkah, kjer se naklonska igla postavi vertikalno, kjer je torej magnetni naklon enak 90° ; magnetna razmeja pa je blizu ravnika, ondu, kjer miruje naklonska igla v horizontalni meri. Zemeljska magnetna pola se ne ujemata z zemljepisnima poloma, marveč sta od teh nekoliko oddaljena. — Zemlja kot magnet deluje na jeklo, železo in magnetna telesa kakor vsak drug magnet.

§ 6. Astatične igle.

Dve magnetni igli, ki visita na tanki svilnati niti in sta jednako dolgi ter tako druga z drugo zvezani, da sta njuni magnetni osi vzporedni in raznoimenska pola drug nad drugim,

imenujemo astatično dvojico igel ali kratko astatično iglo (*astatische Nadel*). — Ako imata obe igli jednako magnetnost, nima zemeljski magnetizem na nji nobenega vpliva, ker hoče jeden konec igel zavrteti z isto silo proti jugu kakor drugi proti severu. Astatična igla ostane mirna v vsaki leži, ne da bi se zavrtela v mer odklonske igle. — Astatične igle uporabljamo posebno pri nekaterih električnih pripravah.

III. Iz nauka o elektriki.

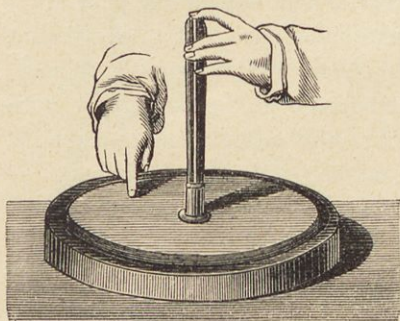
(Glej I. stopnjo §§ 40. do 52.)

Ponovilo. Katera telesa imenujemo električna? — Kako vzbujamo elektriko? — Katera telesa so dobri, katera slabi prevodniki elektrike? — Katero elektriko imenujemo pozitivno, katero negativno? Kako delujeta druga na drugo? — Kaj je elektrizovanje po podelitvi, kaj elektrizovanje po razdelbi? — Popiši električni kolovrat in pojasni, kako vzbujamo na njem elektriko! — Kakšna je leydenska steklenica, kako jo polnimo, kako izpraznimo?

§ 7. Elektrofor ali elektronos.

Za vzbujanje torne elektrike služi nam poleg električnega kolovrata tudi elektrofor. Ta je tako-le sestavljen:

Slika 6.



V okroglo plitvo posodo od pločevine je vlita zmes od kolofonija, terpentina in šelaka, ki je na površju prav gladka in se zove smolna pogača (*Harzkuchen*). K tej pripada nekoliko manjši okrogel pokrov od pločevine, ki se da s steklenim držalom osamljeno na smolno pogačo polagati in odvdigi-

govati (slika 6.). — Tepeš li smolno pogačo z lisičjim repom ali s kako drugo kožuhovino, postane negativno električna. Ako

položiš potem na pogačo pokrov, deluje elektrika pogače nanj razdelilno ter razsebuje nekoliko elektrike v pokrovu; pozitivno privlačuje na spodnjo stran ter jo veže, negativno pa odbija na gornjo stran pokrova. Negativna elektrika v pokrovu je prosta in odvodna; odvedeš jo tako, da se pokrova s prstom dotakneš. Vezano pozitivno elektriko pa oprostiš, če pokrov s steklenim držalom odvdigneš; potlej jo lahko preneseš na druga telesa, n. pr. na leydensko steklenico. Ker s tem postopanjem smolni pogači ne jemlješ njene negativne elektrike, moreš pokrov na pogačo večkrat z istim uspehom kakor prvokrat pokladati in zopet odvdigovati. Paziti pa moraš, da se vsakikrat dotakneš pokrova, ležečega na smolni pogači, popreje s prstom, nego ga odvdigneš z držalom, kajti sicer bi se po razdelbi vzbujena pozitivna in negativna elektrika takoj zopet združili, ko privzdigneš pokrov, in bi ne dobil nobene proste elektrike.

§ 8. Elektrika vzbujena po dotiki.

Poskus: Na bakreno ploščo elektroskopa z zlatima listkoma (slika 7.) položi tanko stekleno ploščo *b*, ki je na robih pomazana s šelakom, raztopljenim v vinskem cvetu; na ploščo pa košček papirja, namočenega v zelo razredčeni žvepleni kislini *a*. Ako zvežeš za hip bakreno ploščo s kapljevino po osamljeni bakreni žici *cd*, in ako potem žico odstraniš in stekleno ploščo odvdigneš, ne da bi se bakra dotaknil, kažeta listka razhod, in sta torej električna. Z drugim elektroskopom se lahko prepričaš, da sta listka negativno električna.

Baker, dotikajoč se razredčene žveplene kisline, je postal torej negativno električen. Ker kažeta listka večji razhod še le takrat, ko stekleno ploščo odvdigneš, moraš sklepati, da je postala razredčena žveplena kislina, dotikajoča se bakrene žice, prav toliko pozitivno električna

Slika 7.



in da se elektriki bakra in razredčene žveplene kisline, dokler je steklena plošča na elektroskopu, deloma vežeta. Ako vzameš namesto bakrene plošče na elektroskopu ploščo od cinka, in namesto bakrene žice *cd* cinkovo žico ter jednako ravnaš, se prepričaš, da postane cink, dotikaje se žveplene kisline, negativno električen, in sicer v večji meri nego baker, kajti zlata listka kažeta v tem slučaju večji razhod.

Jednako postopaje moremo dokazati, da postajata sploh po jedna kovina in elektriko vodeča kapljevina električni, ako se dotikata. Jedno telo dobiva pozitivne elektrike, drugo pa isto toliko negativne elektrike.

Po dotiki dveh teles vzbujeno elektriko imenujemo tično, galvansko ali časih tudi voltovsko elektriko (*Berührungs-, galvanische oder voltaische Elektrizität*). Vzrok električnosti dotikajočih se teles je elektrobudna sila (*elektromotorische Kraft*) ali galvanizem (*Galvanismus*). (Čim več elektrike dobivata dotikajoči se telesi, tem jačjo si moramo misliti med njima delujočo elektrobudno silo.) Telesa, katera postajajo po dotiki električna, imenujemo elektrobudnike (*Elektromotoren*).

Raznovrstni poskusi uče: 1.) Elektrobudna sila se vzbuja tudi po dotiki dveh različnih kovin, ali jedne kovine in oglja, vendar je slabša nego elektrobudna sila, ki se vzbuja po dotiki po jedne kovine ali oglja s kako kapljevino, ki je dober prevodnik elektrike. Posebno jaka elektrobudna sila se vzbuja po dotiki kake kovine ali oglja s kako razredčeno kislino ali z raztopino kake soli. — 2.) Elektrobudna sila deluje le na mestih, kjer se dve telesi dotikata ter je nje jakost zavisna od tvarine dotikajočih se teles, a nezavisna od kolikosti tične ploskve.

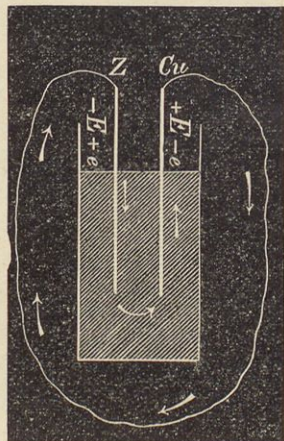
Galvanska elektrika je bistveno ista kakor torna, razlika med njima je le ta, da ji vzbujamo na različna načina.

Galvani je (l. 1789.) prvi opazoval, da se po dotiki teles vzbuja elektrika, vendar je mislil, da vzbuja to elektriko živalsko življenje, a ne samo dotika. Volta je (l. 1793.) opazoval, da se vzbuja sploh elektrika, ako se dotikata dva dobra elektrovoda.

§ 9. Galvanski člen.

V stekleno posodo, napolnjeno z razredčeno žvepleno kislino, postavi plošči od bakra in cinka tako, da se v kaplje vini nikjer ne dotikata in nekoliko centimetrov iz nje molita (slika 8.). Preiskujoč iz kapljevine moleča konca plošč najdeš baker pozitivno, cinek negativno električen.

Slika 8.



Baker, dotikajoč se razredčena žveplene kisline, dobi vsled delovanja elektrobudne sile negativne elektrike, kapljevina pa pozitivne. Kapljevina je dober elektrovod, torej podeli tudi cinku pozitivne elektrike, da dobita cink in kapljevina isto stopinjo električnosti. Cink, dotikajoč se razredčene žveplene kisline, dobi vsled delovanja elektrobudne sile med njim in kapljevino, isto tako kakor baker, negativne elektrike, kapljevina pa pozitivne. Kapljevina podeli zopet toliko svoje elektrike bakru, da dobita oba isto stopinjo električnosti. Med cinkom in razredčeno žvepleno kislino delujoča elektrobudna sila pa je jačja nego je elektrobudna sila med bakrom in razredčeno žvepleno kislino, torej mora biti na cinku več negativne nego pozitivne elektrike, na bakru pa več pozitivne nego negativne, ali: iz kapljevine moleči cink mora imeti proste negativne, iz kapljevine moleči baker pa proste pozitivne elektrike.

Ako zvežemo iz kapljevine moleča konca bakra in cinka z bakreno žico, teče po njej pozitivna elektrika od bakra proti cinku, negativna pa nasprotno od cinka proti bakru. Jednake množine raznoimenskih elektrik se uničujejo. Elektrobudna sila, ki neprestano deluje, nadomestuje takoj odteklo elektriko. Torej

mora po žici nepretrgoma teči pozitivna elektrika k negativni in nasprotno negativna k pozitivni, dokler se ne začno vršiti na kovinah ali kapljevini kake izpremembe.

Tako gibanje elektrike imenujemo galvanski tok (*galvanischer Strom*). Samo ob sebi je umevno, da imamo dvojni tok, pozitivni in negativni. V sledečem bomo govorili navadno le o meri pozitivnega toka.

Vsako pripravo, v kateri zlagamo dve kovini ali sploh dva dobra trdna elektrovoda s kapljevino, ki prevaja elektriko, v to svrho, da dobivamo galvanski tok, imenujemo galvanski ali voltovski člen (*galvanisches Element*).

Iz kapljevine moleči konec trdnega telesa, na katerem se nahaja prosta pozitivna elektrika, imenujemo pozitivni pol, iz kapljevine moleči konec drugega trdnega telesa, na katerem se nahaja prosta negativna elektrika, pa negativni pol. V opisanem členu, ki se imenuje posebej tudi Voltov člen, je baker pozitivni, cink negativni pol.

Galvanski člen je sklenjen (*geschlossen*), ako sta oba pola zvezana z dobrim elektrovodom, da elektrika lahko teče od jednega k drugemu. Žica, s katero vežemo oba pola, se imenuje polarna žica (*Polar- oder Schließungsdraht*). Galvanski člen je odprt ali prekinjen (*offen*), dokler pola s polarno žico nista zvezana.

§ 10. Galvanska baterija.

Ako zvežemo več galvanskih členov tako, da je pozitivni pol prvega kovinsko zvezan z negativnim drugega, pozitivni pol drugega z negativnim tretjega, i. t. d., imenujemo tako sestavo galvansko baterijo (*galvanische Batterie*). Slika 9. kaže galvansko baterijo ali galvanski lanec, zložen iz petih členov; baker prvega člena je zvezan s cinkom drugega, baker drugega s cinkom tretjega, i. t. d. Iz kapljevine moleči cink prvega in baker zadnjega člena imenujemo pola galvanske baterije.

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

trika 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 se nahaja na cinku prvega člena in na bakru zadnjega člena petkrat več elektrike nego na cinku in bakru posameznega člena.

Ako zvežemo pola galvanske baterije s polarno žico, kroži po njej dosti jačji galvanski tok, nego je tok v sklenjenem posameznem členu.

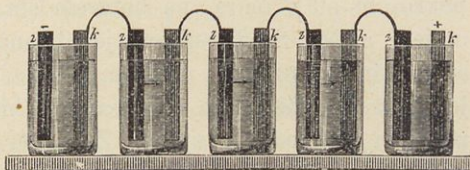
§ 11. Različni galvanski členi.

Poleg opisanega Voltovega člena rabijo fiziki še celo vrsto drugih členov; v sledečem hočemo nekatere naštet.

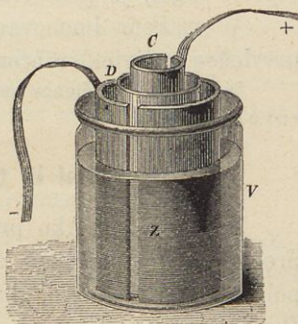
1.) Daniellov člen (slika 10.). V stekleni valjasti posodi V stoji odprt cinkov valj Z , v njem luknjičast prsten valj (diafragma) D , v loncu pa odprt bakren valj C . V prstenem loncu je nasičena raztopina modre galice, v stekleni posodi pa razredčena žveplena kislina. Cink je negativni, baker pozitivni pol.

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

Slika 9.



Slika 10.



3.) Grovejev člen ima isti kapljevini kakor Bunsenov, le da namesto oglja stoji v solitarni kislini plošča od platina.

4.) Grenetov steklenični člen ali člen s kromovo kislino. Trebušnata steklenica s širokim grlom je pokrita s pokrovom od ebonita, na katerem sta pritrjeni dve vzporedni ogljeni plošči. Sredi pokrova je vdolana 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 malim uravnalnim vijakom se da cinkova plošča v poljubni višini utrditi. Steklenica je do polovice napolnjena z raztopino iz jednega utežnega dela dvojno kromovo kislega kalija v treh delih vode in v dveh delih žveplene kisline. — Kadar se člen ne rabi, se cink tako visoko pri-
vzdigne, da se tekočine več ne dotika. — Ogelj je pozitivni, cink negativni pol.

5.) Leclanchéjev člen. V stekleni posodi stoji prstena in luknjičasta valjasta posoda, v tej pa ogljena plošča v zmesi od ogljenega prahu in rujavega manganovca. Zunaj prstene posode tiči cinkova palica. Posoda je polna salmijakove raztopine. Ogelj je pozitivni, cink negativni pol.

V vsakem imenovanih členov je cink amalgamiran ali prevlečen z živim srebrom.

Iz posameznih členov sestavljamo baterije, kakor smo učili pri Voltovem členu.

§ 12. Svetlobni in toplotni učinki galvanskega toka.

Poskus: a) Ako pritrdiš na vsak pol galvanske baterije precej debelo bakreno žico, vidiš v hipu, ko spraviš konca polarnih žic v dotiko, da nastane na dotikališču svetla iskra. Druga iskra nastane, ko polarni žici ločiš, ali galvanski tok prekiš. Ta iskra je bolj živahna, ako postaviš jedno žico v živo srebro, drugo pa vtikaš vanj, a zopet izvlačiš. — Ako pritrdiš jedno žico na pilo, z drugo pa vlačiš po njej, siplje, pila iskre.

Poskus: b) Ako zvežeš polarni žici s tanko in kratko železno žico, se razgreje in razbeli pa tudi stali, ako teče po njej precej jak galvanski tok. Isto opazuješ tudi na drugih kovinah. Čim slabši elektrovod je kovina, čim tanša in krajša je, čim jačji je po njej krožeči galvanski tok, tem bolj se segreje.

Poskus: c) Na konca polarnih žic pritrdi priostrena oglja. Ako spraviš njuni osti v dotiko, a ju potem zopet nekoliko oddaljiš, opazuješ med njima zelo bliščečo luč, izvirajočo iz plamena, ki šviga od osti do osti. To luč imenujemo električno obločno luč; nje svetlivost je za solnčno najjačja. Oglja se pri tem na osteh razbelita in ob jednom krajšata. Električni tok odtrguje namreč ogljene delke, ki prevajajo potem elektriko z osti na ost. Najhitreje se krajša pozitivni ogelj, t. j. ogelj, s katerega prehaja pozitivna elektrika na drugega; ta ogelj ima tudi višjo temperaturo nego drugi. Plamen med ogljema ima toliko temperaturo, da se v njem talé vse kovine, tudi platin. Luč ugasne sama ob sebi, če sta se oglja preveč oddaljila. Da jo zopet prižgeš, moraš ogljeni osti spraviti v dotiko in nato zopet nekoliko oddaljiti.

Da dobiš električno luč, moraš imeti prav jako baterijo, sestoječo iz mnogoštevilnih galvanskih členov. — Priprave, ki služijo v to svrho, da ostaja razdalja med ogljema delj časa neizpremenjena, imenujemo električne obločnice. — Davy je (l. 1813.) prvi prirejal električno luč, in sicer z 2000 Daniellovimi členi.

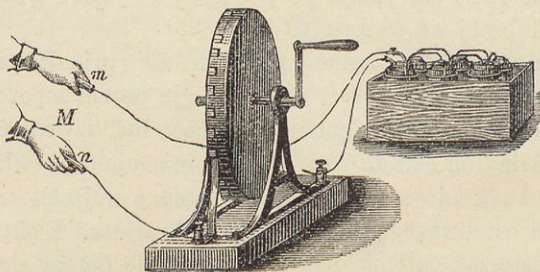
§ 13. Fiziološki učinki galvanskega toka.

Poskus: Na konca polarnih žic pritrdi kovinska valja. Ako vzameš valja v mokre roke, čutiš po udih nekaj pretres, ko galvanski tok skleneš ali prekineš. Dokler teče tok neprenehoma z isto jakostjo skozi tvoje telo, ne čutiš nobenega posebnega pretresa.

Za hitro prekidanje galvanskega toka služi Neefovo prekidalo (*Neefscher Stromunterbrecher*) (slika 11.). Kovinski kotač, ki se da z ročico vrteti okoli horizontalne osi, ima na obodu celo vrsto zareza, katere so

izpolnjene s slonovo kostjo ali z drugim slabim elektrovodom. Kotaču na obod se naslanja prožno pero tako, da se ob njem nekoliko drgne; na drugem koncu tega peresa je pritrjena v pritiskalnem vijaku žica z valjem *n*. Drugi valj *m* je po žici zvezan z enim polom galvanske baterije; drugi pol

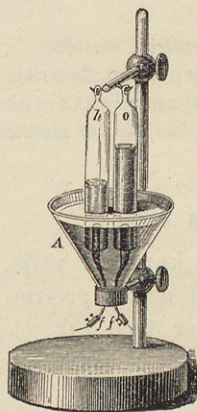
Slika 11.



baterije pa je po žici zvezan s kotačevo osjô. Galvanski tok je sklenjen, ko leži pero na kovini, prekinjen pa, ko leži na slonovi kosti. Ako vrtilj kotač okoli njegove osi, moreš galvanski tok prav hitro sklepati in prekidati.

§ 14. Kemični učinki galvanskega toka.

Slika 12.



Poskus: *a*) Skozi dno steklene posode *A* (slika 12.) sta napeljana dva platinova listka, ki imata na zunanjih koncih pritiskalna vijaka *ff*. V posodi je voda, kateri je primešanih nekoliko kapljic žveplene kisline, da dobi večjo prevodljivost. 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 skozi okisano vodo, vzhajajo nad listkoma plinavi mehurčki, kateri izpodrivajo vodo iz cevi. V cevi nad listkom, kjer vstopa pozitivni tok v vodo (nad pozitivnim polom), se razvija le polovica

toliko plina, kakor nad cevjo, kjer vstopa negativni tok (nad negativnim polom). Preiskujoč plina v cevéh *h* in *o* najdeš, da

je plin v cevi nad pozitivnim polom čist kisik, kajti tleča trska vzplamti v njem ravno tako kakor v čistem kisiku; plin v cevi nad negativnim polom pa je vodik. Poskus uči:

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

Poskus: b) V posodo, katera je napolnjena z raztopino modre galice, obesi dve platinovi ploščici toliko vsaksebi, da se nikjer ne dotikata; jedno teh ploščic zveži s pozitivnim, drugo z negativnim polom galvanske baterije. Ako je galvanski tok nekoliko časa tekel skozi raztopino, postane negativna ploščica, to je ona, po kateri vstopa negativni tok v raztopino, rudečkasta ter se prevleče s skorjo, ki se da z nožem odlučiti in je čisti baker; pozitivna platinova ploščica pa ostane svetlo bela. — (Modra galica je kemična spojina bakra in žveplene kisline.) Poskus torej kaže: Galvanski tok, krožeč skozi raztopino modre galice, jo razkraja ter izločuje iz nje čist baker.

Dokazati moremo, da razkraja galvanski tok celo vrsto kemičnih spojin. Takšen razkroj imenujemo električni razkroj ali elektrolizo (*Elektrolyse*); kemične spojine, ki so razkrojne po galvanskem toku, imenujemo elektrolite (*Elektrolyte*). Konca žic, v katerih vstopa in izstopa galvanski tok v elektrolit, imenujemo elektrode (*Elektroden*), in sicer je anoda (vhod, *Anode*), kjer vstopa pozitivni tok, katoda (izhod, *Kathode*), kjer vstopa negativni tok v elektrolit. Izkušnja uči med drugimi ta-le zakona:

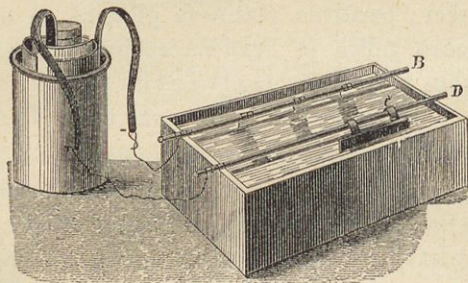
1.) Kemične spojine so električno razkrojne le takrat, ako so dobri elektrovi in njih molekuli zelo gibljivi; trdna telesa pale, ako so raztopljeni ali staljena.

2.) Sestavine elektrolita se izločujejo samo na elektrodah, in sicer v istem utežnem razmerju, v katerem se nahajajo v elektrolitu.

§ 15. Galvanoplastika.

Na poskus *b*, opisan v poprejšnjem paragrafu, se opira galvanoplastika (*Galvanoplastik*), to je ponarejanje plastičnih predmetov v bakru s pomočjo galvanskega toka. To se vrši tako-le: Od predmeta, katerega hočemo v bakru ponarediti, napravimo si najprej negativni odtis od voska ali druge plastične tvarine s tem, da predmet prav močno na njo pritiskamo. Površje tega odtisa posujemo s kovinskim prahom ali grafitom, da postane prevodno. Tako pripravljeni odtis obesimo potem v kadičko od slabega elektrovida na drog *B* (slika 13.), kadičko pa napolnimo z nasičeno raztopino modre

Slika 13.



galice. Na drugi drog *D* obesimo v raztopino večjo bakreno ploščo. Drog *B* zvežemo potem z negativnim, drog *D* pa s pozitivnim polom galvanske baterije. Na negativnem odtisu se izločuje čisti baker v obliki skorje, katera je tem debelejša, čim delj časa kroži galvanski tok po raztopini. Ta skorja se da odluščiti ter je predmetu v vsem podobna; zove se pozitivni odtis.

Z jednim in istim negativnim odtisom si lahko narejamo po več pozitivnih odtisov.

Galvanoplastiko sta l. 1838. izumila Jakobi v Petrogradu in Anglež Spencer. — Predmete od kovin moremo na podoben način s pomočjo galvanskega toka tudi pozlatiti, posrebriti ali ponikljati. Tako postopanje je galvanostegija (*Galvanostegie*).

IV. Iz nauka o mehaniki.

(Glej I. stopnjo §§ 53 do 65.)

Kaj imenujemo gladino mirujoče kapljevine? — Kako razvajajo kapljevine na nje delujoči tlak? — Od česa zavisi tlak, s katerim tlači kapljevina na horizontalno dno? — Kaj je vzgon kapljevine? — Kaj je tlak na stranske stene? — Kakšne so občujoče posode? — Kako se glasi Arhimedov zakon? — Katera telesa plavajo na kaki kapljevini, katera padajo v njej na dno?

§ 16. O gibanju sploh.

Kadar kako telo izpreminja svoje stališče nasproti svoji okolici, tedaj pravimo o njem, da se giblje, sicer pa, da miruje.

Človek, ki se pelje v železniškem vlaku, miruje glede reči na vlaku, a z vlakom vred se vendar giblje; gora miruje glede predmetov na zemlji, a glede nebesnih teles se giblje z zemljo okoli zemeljske osi in okoli solnca. Ker se gibljejo tudi nebesna telesa, smemo reči, da mirovanje ni nikjer popolno, ampak le primerno.

Gibanje teles more biti časih le navidezno. Če se peljemo n. pr. na ladji, se nam dozdeva, da ladja miruje in se giblje obrežje in vsa okolica v nasprotni meri.

Pri vsakem gibanju je treba v poštev jemati:

1.) Gibljivo (*das Bewegliche*), t. j. tvarino, katera se giblje. Gibljivo more biti veliko ali zelo majhno telo, tvarna točka (*materieller Punkt*).

2.) Mer gibanja, t. j. premo črto, po kateri se telo giblje, ako ga nič ne ovira, ali v kateri se vsaj hoče gibati.

3.) Obliko poti. Vse točke v prostoru, skozi katere je teklo telo v nekem določenem času, tvorijo črto, katero imenujemo pot. Pot more biti premočrtna ali krivočrtna. Pri krivočrtnem gibanju je mer gibanja v vsaki točki poti drugačna; določujemo jo po tangenti, katero potegnemo na pot v tej točki.

Dolžino poti merimo z dolgostno mero: z metri, kilometri i. t. d.

4.) Čas, v katerem se telo giblje. Merimo ga z jednotami časa, navadno s sekundo.

5.) Hitrost. Jedno telo more isto pot narediti v krajšem času nego drugo; pravimo torej, da se giblje hitreje ali z večjo hitrostjo. Primerjajoč dolžino poti s časom, v katerem telo naredi kako pot, dobimo hitrost gibanja.

Ako je gibanje tako, da so poti v enakih časovnih delih vedno jednako dolge, imenujemo gibanje enakomerno (*gleichförmig*). (Enakomerno se giblje n. pr. kazalec na uri ali pa zemlja okoli svoje osi.)

Gibajoče se telo more narediti v enakih časovnih delih različno dolge poti, n. pr. železniški vlak; gibanje takih teles je neenakomerno (*ungleichförmig*).

Neenakomerno gibanje je pospeševano (*beschleunigt*), ako nareja gibajoče se telo v naslednjih časovnih delih vedno daljše poti, in pojemalno (*verzögert*), ako nareja v naslednjih časovnih delih vedno krajše poti. Pospeševano, oziroma pojemalno gibanje je enakomerno pospeševano, oziroma enakomerno pojemalno, ako poti v istih časovnih delih jednako naraščajo, oziroma jednako pojemajo, se krajšajo.

6.) Vzrok gibanja, t. j. gibajoče sile.

§ 17. O silah sploh.

Vsako telo ima svojstvo vztrajnosti, t. j. ono ne more samo iz sebe svojega stanja prenačiti; mirujoče telo se ne more samo ob sebi začeti gibati, gibajoče se pa ne samo ob sebi se umiriti. Vsakikrat more na nje delovati kak vnanji vzrok. Vzroke izpremembam v stanju teles glede mirovanja ali gibanja imenujemo sile (*Kräfte*). (Take sile so n. pr. prožnost, težnost, magnetizem, elektrika, prožnost plinov, mišične sile ljudi in živali i. t. d.) Glede na to, ali sile provzročujejo gibanje ali ga ovirajo, delimo sile v gibajoče in uporne sile.

Pri vsaki sili treba v poštev jemati:

1.) Prijemališče (*Angriffspunkt*), t. j. točko, v kateri sila neposredno deluje in telo prijema.

2.) Mer sile, t. j. ono premo črto, v kateri sila giblje telo ali ga vsaj teži gibati, ako se telo v meri sile ne more gibati.

Leži li v meri delujoče sile več s prijemališčem nepretrgljivo zvezanih točkov, se učinek sile ne izpremeni, če tudi preložimo nje prijemališče v katerokoli teh točkov.

Sila ne more provzročiti gibanja, ako je prijemališče ali kaka druga v meri sile ležeča in s prijemališčem trdno zvezana točka nepremakljiva.

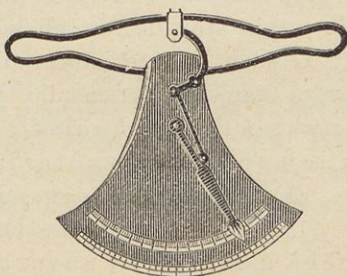
3.) Jakost ali kolikost sile (*Größe der Kraft*). Sile same ob sebi so nevidne; meriti jih moremo jedino le po njih učinkih. Delovanje sil pa se nam javi kakor gibanje ali kakor tlak ali teg. (Kamen n. pr. pade, ako ga spustimo, ali tlači svojo podlago, ali nateza nit, na katero smo ga obesili. Vsi trije pojavi so učinki jedne in iste sile, težnosti.) Čim večji je učinek kake sile, tem večjo si moramo misliti silo samo. Izmed dveh sil je tista 2, 3, 4, . . . n krat večja nego druga, katera v svoji meri 2, 3, 4, . . . n krat jače tlači ali vleče. Za jedното sile jemljemo kilogram, t. j. tlak jednega kubičnega decimetra kemično čiste vode pri temperaturi $+ 4^{\circ}C$ na horizontalno podlago.

N. pr. Hočemo li zvedeti, kolike sile je treba, da se kaka nit pretrga, treba, da obesimo na nit polagoma večje uteži, dokler se nit ne pretrga. — Ako na prožno pero položimo utež, se pero toliko upogne, da je vzbujena prožnost jednaka vertikalnemu tlaku uteži na pero.

Za merjenje sil nam služijo silomeri (slika 14.), katere smo natančneje opisali v I. delu.

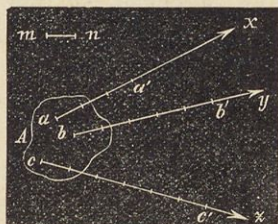
Glede jakosti (*Intensität*) so sile ali stalne (*konstant*) ali izpremenljive (*variabel*); stalne sile delujejo ves čas z isto jakostjo, izpremenljive so časih jače, časih slabše.

Slika 14.



Ker moremo sile po njih jakosti meriti, lahko jih tudi načrtujemo, treba le, da vzamemo neko daljico za jednoto sile. Vzemimo, da zaznamlja (slika 15.) črta mn jednoto sile kg ,

Slika 15.



potem zaznamljajo daljice: $aa' = 3 mn$, $bb' = 5 mn$, $cc' = 6 mn$ tri druge sile, katerih prva ima 3, druga 5, tretja 6 jednot.

Načrtujé sile moremo ob enem zaznamovati prijemališče, mer in kolikost sile. Začetna točka preme, ki predstavlja silo, zaznamlja prijemališče, mer te preme zaznamlja mer, v katero sila deluje, in dolžina preme kolikost sile. V sliki 15. zaznamlja daljica aa' silo 3 kg , prijemajočo v točki a in delujočo v mer ax , bb' zaznamlja silo 5 kg , prijemajočo v točki b in delujočo v mer by i. t. d.

Ako na isto telo deluje istočasno več sil, more biti učinek njih delovanja dvojen: *a)* da se stanje telesa ne izpremeni, t. j. da prej mirujoče telo ostane tudi še dalje mirno, ali da se prej gibajoče se telo z jednako hitrostjo in v jednaki meri giblje kakor poprej; *b)* da se stanje telesa izpremeni, t. j. da se prej mirujoče telo začne gibati, ali da že prej gibajoče se telo menja svojo hitrost ali mer svojega gibanja.

O silah, katere istočasno na kako telo delujejo, pa njegovega stanja ne izpremenijo, pravimo, da so si ravnotežne (*halten sich das Gleichgewicht*); ako telo takrat miruje, pravimo, da se nahaja v ravnotežju.

Za osnovne resnice smemo jemati te-le zakone:

1.) Dve jednako veliki sili, ki prijemata v isti točki, a delujeta v nasprotni meri, sta si ravnotežni.

2.) Dve sebi ravnotežni in v nasprotni meri delujoči sili sta jednako veliki ter imata isto jakost.

3.) Vsaka sila povzročuje gibanje, ako ji ni kaka druga sila ravnotežna.

Govoreči o silah in njih učinkih, se moramo ozirati na to, ali so si ravnotežne ali povzročujejo gibanje. Nauk o silah in njih delovanju se zove mehanika; deli pa se v dva dela: v nauk o ravnotežju sil, statiko (*Statik*), in v nauk o gibanju, dinamiko (*Dynamik*).

§ 18. Težišče.

V vsakem telesu najdemo poskusoma točko, v kateri jedini je treba telo podpreti, da ne pade, da ostane mirno in horizontalno. Ta točka je težišče (*Schwerpunkt*); v tej si smemo misliti maso vsega telesa združeno, to točko smemo smatrati kot prijemališče njegove teže.

Vsako skozi težišče potegnjeno premo imenujemo težiščnico (*Schwerlinie*); težiščnico, katera je ob jednom tudi vertikalna, pa črto namernico (*Richtungslinie*), ker nam kaže mer prosto padajočega telesa.

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 merih polagamo na oster prem rob, n. pr. na ravnilo. V prvem slučaju imajo težiščnice mer napete niti, na kateri telo visi; v drugem slučaju pa mer ostrega premega roba, na katerem ostane telo mirno. Težišče leži vsakikrat v presečišču dveh tako določenih težiščnic. (Primerjaj I. stopnjo, stran 9.) Težišče preme, povsod jednako debele in jednako goste palice se nahaja v njenem razpolovišču; sploh imajo pravilna in na vse strani jednako gosta telesa težišče v svojem središču. V telesih nepravilne oblike se težišče premakne bolj na tisto stran, kjer se nahaja največja masa. — Težišče otlih teles se nahaja v njih otlini, torej izven njih tvarine.

Poskus: Iz tanke deske ali iz lepenke izreži pravilen kolobar ter ga prevrtaj na mestu izven njegovega središča. Ako nasadiš ta kolobar na horizontalno os, n. pr. na premo žico in ako ga zavrtiš okoli te osi, umiri se vsakikrat tako, da pride njegovo središče, kjer se nahaja ob jednom tudi težišče, vertikalno pod os. Iz tega poskusa povzameš, da sili težišče vsakega telesa vedno na najnižje mesto.

§ 19. Položaj teles.

Telo je v ravnotežju, t. j. ne pade, ako je njegovo težišče ali katera druga v namernici ležeča in ž njo nepretrgljivo zvezana točka nepremična. Okoli horizontalne, izven težišča

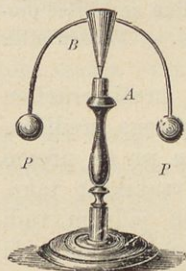
ležeče osi vrtljivo telo more biti v ravnotežju le takrat, ako leži os v meri namernice. Pri tem more biti težišče ali pod osjo ali nad njo.

Recimo, da se nahaja težišče pod osjo. Ako tako telo nekoliko okoli osi zasukneš, pride njegovo težišče nekoliko višje ter se bolj oddalji od zemeljskega površja. Spustiš li telo, se vrne samo ob sebi zopet v svojo prvobitno ležo, kajti pri tem pride njegovo težišče zemeljskemu površju kolikor največ blizu. Tak položaj teles imenujemo stalen (*stabil*) ... 1.).

Ako se nahaja težišče nad nepremično osjo, spravi vsaka še toli majhna vrtnja težišče zemeljskemu površju nekoliko bližje. Telo se ne vrne več v svojo poprejšnjo ležo, marveč se zavrti toliko, da pride njegovo težišče vertikalno pod os. Tak položaj je padljiv (*labil*) ... 2.).

Recimo, da gre horizontalna os neposredno skozi težišče, potem ostane težišče pri vsaki poljubni vrtnji na istem mestu in telo je v vsaki leži v ravnotežju; položaj takega telesa je nerazločen (*indifferent*) ... 3.).

Slika 16.



Položaj na niti visečega kamena je stalen. — Položaj stožca, na vrhu stoječega, je padljiv, na osnovnici stoječega stalen, in ob strani ležečega nerazločen. (Zakaj?) — Lesen kolobar, ki ima na eni strani vlitiga svinca, teče nekoliko po poševni ravnini navzgor. — Kupica z okroglim in debelim dnom se postavi sama po koncu. — V sliki 16. vidiš lesen stožec *B*, skozi njega je potegnjena ukrivljena žica, imajoča na koncih uteži *PP*. Ako to pripravo postaviš na stojalo *A*, moreš jo nagibati in vrteti, a vendar ne pade. Njen položaj je torej stalen. (Zakaj?)

O telesu pravimo, da je podprto (*unterstützt*), ako leži nepremična os ali točka pod težiščem, in da visi (*ist aufgehängt*), ako je nepremična os ali točka nad težiščem.

§ 20. Stalnost položaja teles. (Stojalnost.)

Da je položaj podprtega telesa stalen, ne zadostuje, da telo podpremo samo v jedni ali v več premo ležečih točkah, ampak da ga podpremo najmanj v treh točkah, ki se ne nahajajo v premi črti. Ploskev, katero oklepajo skozi skrajna podporišča potegnjene preme, imenujemo *podporno ploskev* (*Unterstützungsfläche*). Položaj podprtega telesa je le tedaj stalen, ako seče namernica podporno ploskev; postane pa padljiv, ako leži težišče nad robom podporne ploskve.

Podporna ploskev mize je četverokotnik, njegovi vrhi leže ob skrajnih robih nog. — Podporna ploskev na obeh nogah stoječega človeka je trapez i. t. d.

Zakaj pošev stoječá stolpa v Pizi in Bolonji ne padeta? — Človek, ki nosi breme v levi roki, se nagiblje nekoliko na desno; noseč breme na hrbtu pa nekoliko naprej. (Zakaj?) — Gredoč premičemo težišče svojega telesa od podporne ploskve pod jedno nogo na podporno ploskev pod drugo nogo.

Vsako telo, čeravno je v stalnem položaju, se da vendar podreti, treba, da ga n. pr. v horizontalni meri 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 stojalnost (*Standfestigkeit*), ako je treba večje sile, da ga podere.

Izkušnja uči:

Telesa imajo večjo stojalnost, ako imajo:
a) širjo podporno ploskev; b) večjo težo; c) ako je njih težišče blizu podporne ploskve; d) ako pri jema njih podirajoča sila blizu podporne ploskve.

Stolom in mizam dajemo na zunaj ukrivljene noge, da stoje bolj stalno. — Svetilnice, svečniki i. t. d. so spodaj široki in s svincem ali peskom obteženi. — Vozovi, s slamo ali senom visoko naloženi, se kaj radi vzvračajo. — Kamenit steber podereš najlaže takrat, ako ga kolikor najviše na stran pritiskaš. — Ako v čolnu stojiš, je nevarnost, da se čoln vzvrne, dosti večja, kakor če v njem sediš. — Na ladjah nakladajo najtežje blago vedno na dno, ne pa na krov.

§ 21. Stroji.

Stroj (*Maschine*) imenujemo vsako orodje, na katerem se javi učinek delujoče sile na drugem mestu in v drugi meri, kakor deluje sila. Upor, kateri se stavi delujoči sili nasproti in katerega hočemo zmagovati s pomočjo sile, imenujemo breme (*Last*).

Težek kamen moreš nekoliko privzdigniti, ako pod njega od strani zabijaš klin. — Da premagamo zveznost teles, rabimo nože, škarje, zagozde i. t. d. — Klin, nož, škarje, zagozda so torej stroji.

Stroji so ali jednostavni (*einfach*) ali sestavljeni (*zusammengesetzt*). Prvi sestoje iz delov, katerih ne moremo smatrati za stroje; drugi pa iz delov, ki so sami ob sebi že stroji.

§ 22. Vzvod ali navor.

Vzvod ali navor (*Hebel*) imenujemo vsak okoli nepremične osi vrtljiv drog, na katerem težita dve sili na to, da ga zavrtita v nasprotno mer. Mesto, v katerem je vzvod podprt in vrtljiv, se zove podporišče (*Unterstützungspunkt*). Ona sila, katero hočemo z drugo premagati, je breme (*Last*). Razdalja prijemališča vsake sile od podporišča je vzvodova rama (*Hebelarm*), in sicer je rama bremena razdalja med bremenskim prijemališčem in podporiščem, rama sile pa razdalja med prijemališčem breme zmagujoče sile in podporiščem. Vzvod, katerega težišče je v podporišču, imenujemo jednostaven ali matematičen, vsak drugi pa fizičen. Vzvod je dvoramen (*zweiarmig*), ako je podporišče med prijemališčema bremena in sile; jednoramen (*einarmig*) pa je tisti vzvod, pri katerem sta prijemališči bremena in sile na isti strani podporišča.

Ravnotežje na vzvodu.

Poskusi: Drog *AB* (slika 17.) se da vrteti okoli osi *C*, idočé skozi njegovo težišče, ter ima v enakih razdaljah kljuke, da moreš nanje obešati uteži. Ta drog je jednostaven vzvod ter ostaje sam zase v vsaki poljubni leži v ravnotežju.

Ako obesiš na levi strani v razdalji 6 utež 4 *dkg*, se drog zavrti na levo. Da ostane v ravnotežju, moraš obesiti na desni strani v razdalji 6 ravno toliko utež, namreč 4 *dkg*. (Razdalje šteje vedno od podporišča.)

Istotako je utež 4 *dkg* viseča na 7., 8. . . kljukici ravnotežna jednaki uteži, viseči na drugi strani podporišča na 7., 8. . . kljukici. Iz tega izvajamo: Jednakoramen vzvod, to je vzvod, pri katerem je rama bremena jednaka rami sile, ostane v ravnotežju, ako je sila jednaka bremenu . . . 1.).

Na 6. kljukico na levi strani obesi utež 24 *dkg*. Da dobiš ravnotežje, obesi na desni strani ali 12 *dkg* na 12. kljukico ali pa 48 *dkg* na tretjo kljukico. S tem si dobil nejednakoramen vzvod. Ako smatraš utež 24 *dkg* za breme, potem je razdalja 6 njegova rama. V stanju ravnotežja imaš silo 12 *dkg* in njeno rama 12, ali pa silo 48 *dkg* in nje rama 3. — Iz tega izvajamo:

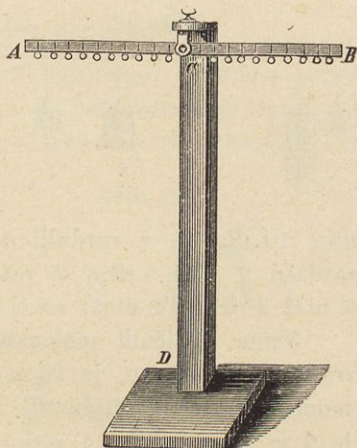
Na nejednakoramnem vzvodu je jednemu in istemu bremenu ravnotežna 2, 3, 4 . . . krat manjša sila, ako je njena rama 2, 3, 4 . . . krat večja, ali:

Na nejednakoramnem vzvodu sta si sila in breme ravnotežni, ako sta si kakor obratno njuni rami . . . 2.).

Ker je $24 \times 6 = 12 \times 12 = 48 \times 3 = 144$, moremo navedeni zakon izraževati tudi tako-le:

Na vzvodu je ravnotežje, ako je produkt sile in njene rame jednak produktu bremena in njegove rame . . . 3.).

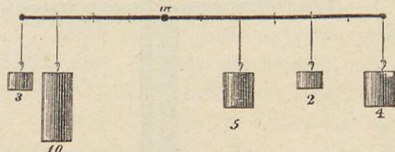
Slika 17.



Produkt sile in njene rame imenujemo statični moment (*statisches Moment*). Oziraje se na to, slove zakon 3.) tudi tako-le:

Na vzvodu je ravnotežje, ako je statični moment sile enak statičnemu momentu bremena ... 4.).

Slika 18.



Poskus: Na dvoramen jednostaven in v točki *m* vrtljiv vzvod (slika 18.) 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 statičnih momentov dveh sil, ki težita vzvod zavrteti na levo stran, je $10 \times 3 + 3 \times 4 = 42$; vsota statičnih 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 statičnih momentov sil, ki delujejo v istem smislu, jednaka vsoti statičnih momentov sil, ki delujejo v nasprotnem smislu ... 5.).

Vsi ti zakoni veljajo tudi pri jednoramnem 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 dvoramen vzvod, istotako so vzvodi: klešče, škarje, vile, motika, podnožki pri brusih, kolovratih i. t. d. Imenuj še drugih vzvodov ter povej, kdo daje silo, kdo breme!

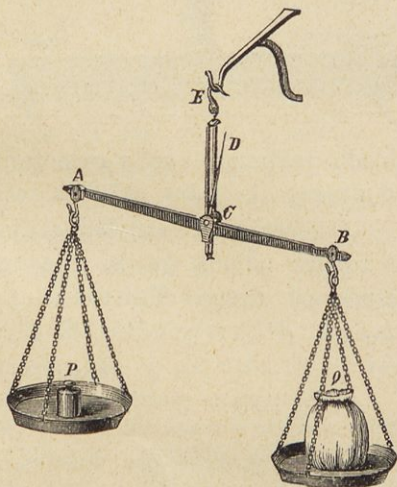
Na drogu, podprtem v njegovem težišču, leži v razdalji 40 *cm* 400 *kg* težek kamen; v kateri razdalji na drugi strani podporišča je utež 15 *kg* temu kamenu ravnotežna? — Jedna rama jednostavnega vzvoda meri 24 *cm*, druga 54 *cm*; kolika sila je ravnotežna bremenu 20 *kg*, ako visi breme *a*) na koncu krajše; *b*) na koncu daljše rame? — Zakone o ravnotežju pri vzvodih je spoznal Grk Arhimedes (287 do 212 pred Kr.).

Ravnotežje na vzvodu se poruši, ako je jedna izmed sil večja ali manjša nego mora biti za stanje ravnotežja. Potem nastane gibanje v meri večje sile. Spoznavši zakone o ravnotežju poznamo tudi pogoje, pod katerimi se vzvod začne gibati v meri delujoče sile.

§ 23. Uporaba vzvodov pri tehtnicah.

I. Trgovska tehtnica (*Krämerwage*) (kakršno rabijo v prodajalnicah, lekarnah i. t. d.) je jednakoramen vzvod AB (slika 19.), narejen od kovine — prečka ali gredelnica (*Wagebalken*). Ta se vrti v škarjah E okoli horizontalne osi C . Na koncih prečke visita skledici; v jedno devamo telesa, katera hočemo stehtati, v drugo pa uteži. Pravokotno na prečki stoječi jeziček D kaže, kdaj da stoji tehtnica horizontalno, t. j. kdaj je uravnana.

Slika 19.



Pri kemičnih tehtnicah (slika 20.) sestoji os iz ostrega jeklenega klina, ležečega s svojim ostrim

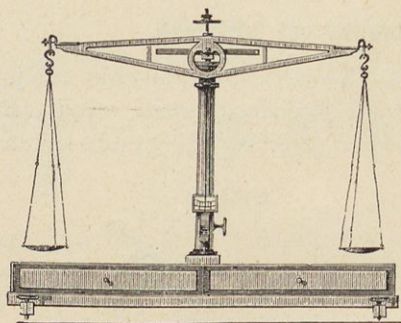
robom na vertikalnem stebri v jamičastem valju od jekla ali ahata. Jeziček kaže navzdol in se njegov konec giblje pred krožno delitvijo, kažoč na ničlo, ko stoji prečka horizontalno. Skledici visita na kljukicah, vrtljivih okoli ostrih robov.

Vsaka tehtnica mora biti taka, da je:

- 1.) njen položaj stalen, t. j. da se tehtnica vrne, nekoliko v stran odklonjena, sama v horizontalno ležo (težišče vzvoda mora biti pod podoriščem);
- 2.) točna ali pravična;
- 3.) občutljiva.

Tehtnica je točna (*richtig*), ako se vsakikrat postavi v horizontalno mer, ko sta sila in breme jednaki, ako je torej neobtežena ali obtežena z enakimi utežmi v ravnotežju. Da

Slika 20.



je tehtnica točna, treba, a) da sta oba dela prečnice jednako dolga in jednako težka; b) da sta njuni težišči od osi jednako oddaljeni; c) da sta skledici sami zase jednako teški.

Je-li tehtnica točna ali ne, o tem se prepričamo, če skledici zamenimo; — ako po zameni skledic tehtnica ni več v ravnotežju, je jeden del prečke daljši od drugega in jedna skledica težja od druge.

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

Da so tehtnice občutljive in da morejo nositi precejšnje teže, so njih prečke narejene iz štirioglatih medenih palčic v obliki deltoida (glej sliko 20.).

Težo kakega telesa določujemo s tehtnico tako, da položimo v jedno skledico dotično telo, v drugo pa toliko uteži, da se postavi tehtnica v ravnotežje — da se uravna — kar spoznamo iz tega, da stoji jeziček pred določenim znamenjem; te uteži določujejo potem težo tistega telesa.

Z dvakratnim tehtanjem, kakršno je izumil Borda, moremo teže teles natančno določevati tudi na netočnih tehtnicah. V jedno skledico se položi telo, katero treba stehtati, v drugo pa toliko kamenčkov ali šiber i. t. d., da se tehtnica uravna. Potem se odstrani telo in nadomesti s toliko utežmi, da se tehtnica zopet uravna. Uteži, mesto dotičnega telesa v skledico položene, kažejo natančno njegovo težo.

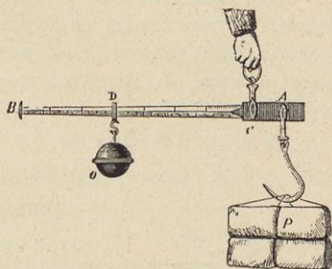
II. Rimska tehtnica ali tehtnica s kembljem (*römische oder Schnellwage*) je nejednakoramen vzvod AB (slika 21.), vrtljiv okoli osi C . Telo, katero treba stehtati, visi na kljuki A ; na drugi rami pa premičemo določeno utež O , kembelj (*Laufgewicht*), od osi C proti B za toliko, da ostane prečnica horizontalna, kar kaže jeziček nad C .

Ako je tehtnica sama ob sebi v ravnotežju, torej njeno težišče v točki C , tedaj je teža telesa P tolikokrat večja nego teža kemblja O , kolikorkrat je AC krajša od CD .

Navadno pa tehtnica sama ob sebi ni v ravnotežju. V tem slučaju se deli prečka CB poskusoma. Na kljuko A se obesi utež 1 kg , kembelj se pa premakne toliko, da se tehtnica uravna. Na mestu, kjer visi kembelj, se naredi zareza z napisom 1 kg . Isto treba ponavljati z utežmi $2, 3, \dots n\text{ kg}$.

Tehtnica s kembljem ni niti posebno občutljiva niti točna; uporabljamo jo takrat, ako hočemo telesa stehtati hitro in z malimi utežmi.

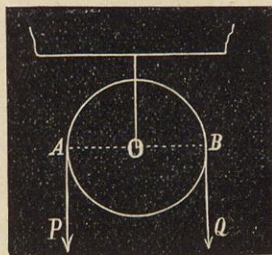
Slika 21.



§ 24. Škripec.

Škripec (*Rolle*) je okrogla plošča, ki se v škarjah zlahka vrti okoli osi, idoče skozi njeno središče; na obodu pa ima žleb, okoli katerega se vije vrvi. Škripec je nepremičen (*unbeweglich, fix*), ako je njegova os v prostoru nepremakljiva; a premičen (*beweglich*), ako se njegova os more gibati v prostoru, ko se vrti škripec okoli svoje osi.

Slika 22.



Na nepremičnem škripecu (slika 22.) visi breme Q na enem koncu vrvi, na drugem koncu deluje sila P , hoteča

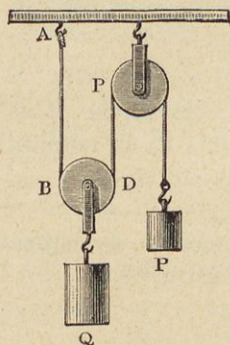
breme dvigniti. Ta škripec je prav za prav dvoramen vzvod; AO in BO sta njegovi rami. Ker je $AO = BO$, velja zakon:

Nepremični škripec ostane v ravnotežju, ako je sila jednaka bremenu.

Nepremični škripec je zaradi tega priročen, ker more na njem sila delovati v meri, zanj najpripravnejši. Uporabljamo ga, da vzdigujemo bremena (sila more delovati navzdol ali pa pošev); da se zapirajo duri same ob sebi; da narejamo viseče predmete premične, n. pr. svetilnice, svečnike i. t. d.

Na premičnem škripcu (slika 23.) je jeden konec vrvi pri A trdno privezan, od tod se vije vrv po žlebu premičnega škripca BD in po žlebu nepremičnega škripca. Na drugem njenem koncu prijema sila P .

Slika 23.



Breme Q visi na škarjah premičnega škripca. Ako sta oba dela vrvi vzporedna in vertikalna, nosita oba vse breme enakomerno, torej nosi vsak 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 jednaka polovici bremena; toda vrv mora biti vertikalno napeta. Prav za prav se mora bremenu prištevati še teža premičnega škripca.

Premični škripec lahko smatraš za jednoramen vzvod, ki je vrtljiv okoli točke B . Rama sile je dvakrat daljša nego rama bremena.

Sestavljeni škripci (*Flaschenzug*) sestojе iz več premičnih in nepremičnih škripcev, zvezanih z jedno samo vrvjo. Pri navadno sestavljenih škripcih (slika 24.) so po trije škripci v jednih škarjah. Zgornji trije škripci so nepremični, spodnji trije pa premični. Slika kaže, kako se vije vrv čez vse škripece. Breme visi na škarjah premičnih škripcev. V tem slučaju visi

vse breme na šestih delih vrvi. Da si postaneta sila in breme ravnotežni, treba oni del vrvi, kateri se vije čez zadnji zgornji škripec, natezati s silo, ki je jednaka šestemu delu bremena.

Pri navadno sestavljenih škripcih je ravnotežje, ako je sila jednaka tolikemu delu bremena, kolikor je škripcev. Bremenu je prištevati tudi težo vseh premičnih škripcev.

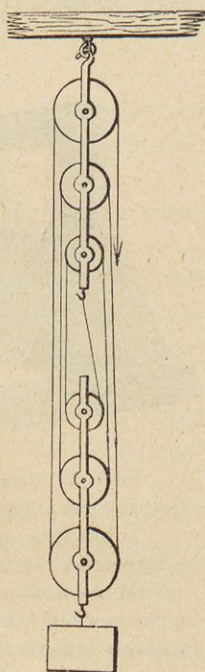
Ako sestavimo več nego šest škripcev, potrebujemo še manjše sile, da je ravnotežna danemu bremenu; ali potem postane tudi trenje (o katerem bomo pozneje govorili) večje in prijemališče sile mora narediti daljšo pot, da vzdignemo breme v določeno višino.

Kolika sila je ravnotežna bremenu 80 *kg*, visečemu na premičnem škripcu, ako teže škripca ne jemljemo v poštev? — Koliko ljudi more vzdržati s pomočjo sestavljenih šest škripcev ravnotežje bremenu 1420 *kg*, ako je teža premičnih treh škripcev = 20 *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*?

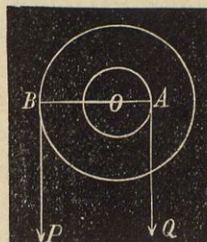
§ 25. Kolo na vretenu.

Kolo na vretenu (*Wellrad*) je sestavljeno iz valjastega, okoli svoje osi vrtljivega telesa, vretena (*Welle*), in iz pravokotno na vreteno, a sosredno z njim nabitega kolesa (slika 25). Breme *Q* visi na obodu vretena, sila *P* deluje pa na obodu kolesa. — Breme in sila delujeta sicer v raznih ravninah; ker pa je vreteno v trdni zvezi s kolesom, smemo smatrati brez razločka v učinku obe sili v isti ravnini delujoči. Potem

Slika 24.

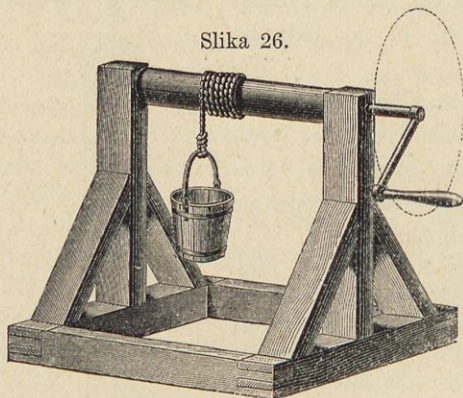


Slika 25.



pa je ta stroj dvoramen vzvod. Rama bremena je jednaka polumeru vretena AO , rama sile je jednaka polumeru kolesa BO .

Slika 26.



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

Mesto celega kolesa je na vretenu dostikrat jedna ali več ročic (slika 26.). Sila prijema potem na koncu ročice.

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

Kolika sila mora delovati na obodu kolesa s polumerom 1.4 m , da je ravnotežna bremenu 200 kg , visečemu na vretenu s polumerom 7 cm ? — Vitel ima 4 ročice po 60 cm dolge, te vrtijo 4 možje, vsak s silo 10 kg ; koliko sme biti breme na vretenu, čegar polumer je 20 cm , da sta si sila in breme ravnotežni?

§ 26. 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 trenje med njim in podlago. Da se telo po toploti razteza, mora toplota zmagovati molekularne privlačne sile in zračni tlak.

Vsakikrat, ko vidimo učinek kake delujoče sile, zmaguje sila neki poseben upor na določeni poti. S tem, da zmaguje sila kak upor, opravlja delo (*leistet eine Arbeit*).

Ako dvigne jeden izmed dveh delavcev 50 kg težko breme 20 dm visoko, drugi pa isto breme 40 dm visoko, potem je drugi delavec opravil dvakrat večje delo.

Istotako opravi delavec dvakrat večjo delo, ako dvigne 50 *kg* težko breme 20 *dm* visoko, kakor tedaj, če je dvignil do iste višine breme 25 *kg*.

Iz tega izvajamo:

Delo dane sile je 2, 3, 4...krat večje, ako je pot, po kateri je delujoča sila zmagovala isti upor, 2, 3, 4...krat večja ... 1.).

Delo dane sile je 2, 3, 4...krat večje, ako zmaguje sila na isti poti 2, 3, 4...krat večji upor... 2.).

Da moremo delo sil medsebojno primerjati in izraževati s števili, jemljemo za jednoto dela (*Arbeitseinheit*) delo tiste sile, katera more jeden kilogram težko breme dvigniti jeden meter visoko, in imenujemo to jednoto kilogrammeter (*kgm*).

Ako dvignemo 1 *kg* težko breme 5 *m* visoko, opravimo po 1.) delo 5 *kgm*, če pa dvignemo 10 *kg* težko breme 5 *m* visoko, opravimo po 2.) delo 50 *kgm*.

Delo, katero je opravila kaka sila, dobimo, ako pomnožimo premikano breme (zmagani upor) z dolžino poti... 3.).

Zmagani upor moramo v račun jemati v kilogramih, pot pa v metrih.

Da telo ne pade, mora nanj delovati v vertikalni meri navzgor sila, ki je jednaka teži tega telesa, torej jednaka bremenu, ki ga zmaguje. Ako to silo nekoliko povečamo, nastane gibanje v njeni meri, t. j. telo se premika vertikalno navzgor. Pot delujoče sile je jednaka višini, do katere je sila vzdignila telo (breme). Zakon 3.) moremo torej izraziti tudi tako-le:

Delo sile je jednako produktu delujoče sile in dolžine poti, katero naredi njeno prijemališče ... 4.)

Mereč delo večjih sil, n. pr. pri parnih strojih, uporabljamo večje jednote nego je kilogrammeter, namreč konjsko silo (*Pferdekraft*); ta je določena na 75 *kgm*. Izkušnja namreč uči, da more navaden konj v vsaki sekundi opravljati delo 75 *kgm*.

Da prav ocenimo delo sil, treba se ozirati tudi na čas, v katerem ta ali ona sila kako delo opravi, posebno pri mišičnih silah ljudi in živali. Primerjalna števila dobivamo, ako jemljemo v poštev pote narejene v enakih časih, n. pr. v jedni sekundi. Delo, katero opravi kaka sila v jedni sekundi, imenujemo efekt (*Effekt*) te sile. Za jednoto efekta nam služi sekundni kilogrammeter, t. j. delo tiste sile, ki stori v jedni sekundi delo jednega kilogrammetra.

Konjsko silo moremo potem imenovati delo sile, katera dvigne v sekundi 75 *kg* težko breme 1 *m* visoko.

Jasno je, da mora biti sila večja, ako ima v določenem času opraviti večje delo. Kar popelješ z jednim konjem dvakrat, lahko popelješ z dvema jedenkrat.

Koliko delo si opravil dvignivši 8 *kg* težko breme 4 *m* visoko? — Človek, 70 *kg* težek, zleze v 4 minutah 15 *m* visoko; koliko delo je opravil? — Iz studenca je treba v vsaki minuti 30 *m* visoko dvigniti 800 *l* vode; koliko delo je za to potrebno, in kolika sila ga more opraviti?

Opazujoč pogoje ravnotežja pri premičnem škripcu smo našli, da mora biti sila jednaka polovici bremena. Recimo, da je breme = 40 *kg*; njemu je ravnotežna sila 20 *kg*. Ako silo 20 *kg* nekoliko povečamo, nastane gibanje v njeni meri, breme se vzdiguje kvišku, prijemališče sile pa pada, in sicer vedno dvakrat toliko, za kolikor se je vzdignilo breme, o čemer se uverimo, ako obe poti zmerimo.

Produkt iz dvignjenega bremena in njegove poti je jednak produktu iz sile in poti, narejene od njenega prijemališča.

Isto najdemo pri vzvodu, kolesu na vretenu in pri sestavljenih škripcih, ako pri teh nastane gibanje, da se breme za določeno višino vzdigne.

Iz tega izvajamo:

Ako s pripomočjo strojev dvignemo kako breme, naredi prijemališče sile tolikokrat daljšo pot, kolikorkrat je sila manjša od bremena, da mu je ravnotežna.

Na stroju glede dela nimamo nobenega dobčka; delo je isto, ako dvignemo n. pr. 40 *kg* neposredno 3 *m* visoko, ali pa s pomočjo stroja; kar na stroju prihranimo sile, izgubimo na poti (torej tudi na času).

Ker imamo na vsakem stroju še trenje, katerega doslej nismo jemali v poštev, treba je za zmagovanje tega tudi posebnega dela. Pri strojih imamo še po tem takem izgubo dela. Navzlic temu uporabljamo stroje zategadelj, ker moremo z njimi opravljati dela, katerih drugače ni možno. Nobeden človek ne vzdigne neposredno 1000 kg težkega bremena; s strojem pa to stori zlahka.

§ 27. Sestavljanje in razstavljanje sil.

Poskusi: Kamen, katerega vzdigneta dva dečka, more vzdigniti jeden sam krepak mož. — Jeden konj vleče na vozu toliko breme, kakor pet močnih ljudi. — Dva slaba konja moreš pri vozu nadomestiti tudi z jednim samim, se ve da močnejšim.

Na jedno in isto telo more istočasno delovati več sil, bodi si v isti ali nasprotni meri, ali tako, da tvorijo njih meri oster, prav ali top kot; učinek njih delovanja more biti, da so si ravnotežne, ali da nastane gibanje. Ako nastane gibanje, more se telo gibati samo v jedni meri. Potem pa je lahko možno dve ali več sil nadomestiti z jedno samo, katera v meri gibajočega se telesa na nje deluje z istim uspehom kakor vse druge sile.

Sila, ki z istim uspehom nadomešča dve ali več sil, se zove njih poslednjica (*Resultierende*); nadomeščene sile pa sile sestavljache (*Komponenten*).

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

Nasprotno moremo tudi jedno silo nadomeščati z dvema drugima z istim uspehom delujočima. Tako postopanje je razstavljanje sil (*Zerlegung der Kräfte*).

a) Sestavljanje sil s skupnim prijemališčem in v isto mer delujočih. Poskus: Ako položiš v skledico navadne tehtnice dve uteži 2 kg in 3 kg, je uspeh ravno tisti, kakor če položiš vanjo utež 5 kg.

Poslednjica v jedni točki v isto mer delujočih sil je jednaka vsoti sestavljač ter ima isto mer in isto prijemališče . . . 1.).

Obratno moremo jedno silo nadomeščevati z več drugimi istomernimi silami, katerih vsota je jednaka dani sili.

V točki O (slika 27.) prijemata v nasprotni meri dve sili; v mer Ox sila 70 g , v mer Oy sila 30 g . Da najdemo

Slika 27.



njuno poslednjico, razstavimo silo 70 g v dve sestavljači 30 g in 40 g . Po zakonu 1.) v § 17. se uničujeta sila 30 g na desno in sila 30 g na levo, ali oni sta si ravnotežni; ostane torej še sila 40 g . Točka O se mora v meri Ox tako gibati, kakor takrat, ko bi delovala na njo jedino le sila 40 g v meri Ox .

Poslednjica dveh v isti točki, a v nasprotnih merih delujočih sil je jednaka razliki sestavljač in deluje v mer večje sestavljače . . . 2.).

Obratno moremo jedno silo razstaviti v dve v nasprotnih merih delujoči sili, ako je njuna razlika jednaka dani sili in mer večje sile ista, kakor je mer dane.

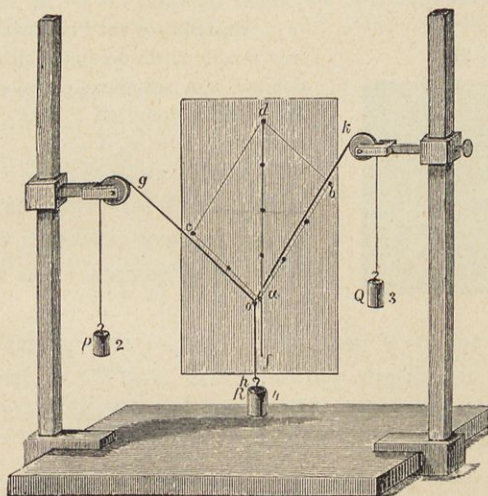
Ako deluje v isti točki več sil na jedno in več sil na nasprotno stran, dobimo poslednjico vseh sil s tem, da sestavimo najprej vse istomerno delujoče sile v po jedno silo. Poslednjica teh dveh je poslednjica vseh danih sil.

b) Sestavljanje sil s skupnim prijemališčem in v kotu delujočih. Poskus: Na lepenki si načrtaj paralelogram $abcd$ (slika 28.), tako da je $ab = 3\text{ dm}$, $ac = 2\text{ dm}$, diagonala $ad = 4\text{ dm}$. Paralelogram postavi med stebroma, nosečima škripca g in k tako, da stoji diagonala vertikalno. Čez škripca g in k ovij vrvico in obesi na levem koncu utež $P = 2\text{ dkg}$, na desnem koncu utež $Q = 3\text{ dkg}$; pri o pa skušaj

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 , pade o nekoliko; dela vrvi og in ok nista več s stranicama vzporedna.

Ker na vrvi ne opazuješ gibanja, mora biti poslednjica sil P in Q jednaka sili R in delovati s to v nasprotni meri.

Slika 28.



Načrtaj še druge paralelograme in ponavljaj to postopanje! Vsakikrat bodeš našel, da se imata v stanju ravnotežja vzporedno s stranicama delujoči sili proti vzporedno z diagonalo delujoči poslednjici kakor dolžini dotičnih stranic paralelograma proti diagonali.

Iz tega izvajaj:

Poslednjico dveh v točki A (slika 29.) delujočih sil AB in AC dobimo, ako načrtamo paralelogram nad premama AB in AC , predstavljajočima dani

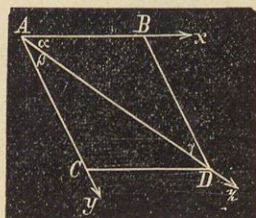
sili, in ako potegnemo v tem paralelogramu diagonalo AD . Prema AD predstavlja kolikost in mer poslednjice danih sil.

Tak paralelogram se imenuje paralelogram sil (*Kräftenparallelogramm*).

Ako sta sestavljači jednako veliki, razpolavlja diagonala kot, katerega oklepata meri sil; ako sta razno veliki, leži poslednjica bliže večji sestavljači. (Dokaži to z načrtovanjem!)

Čim manjši kot oklepata sestavljači, tem večja je poslednjica. — Kolika je poslednjica dveh sil, kateri oklepata kot 0° ali 180° ?

Slika 29.



Poslednjico več v isti točki prijemajočih in v raznih merih 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 poslednjico teh s silo P_3 i. t. d.

c) Razstavljanje sil. Vzemimo, da je AD (slika 29.) dana sila, katero hočemo razstaviti v dve sestavljači, ki prijemata v isti točki A , pa oklepata kot.

Skozi točko A potegnimo dve poljubni premi Ax in Ay ; zatem pa načrtajmo paralelogram $ABCD$, ki ima dano silo za diagonalo. Stranici AB in AC sta iskani sestavljači, kajti njuna poslednjica je $= AD$.

Nad dano premo AD moremo načrtovati brezkončno mnogo paralelogramov, torej jedno silo razstavljati na brezkončno mnogo načinov. Ako pa je dana mer vsake sestavljače, ali mer in kolikost jedne sestavljače, moremo razstaviti dano silo le na jeden način.

§ 28. Jednakomerno gibanje.

Vsako telo ima svojstvo vztrajnosti (je vztrajno), t. j. telo ne more samo ob sebi predrugačiti stanja, v katerem se nahaja; gibajoče se ne more samo ob sebi ustaviti, mirujoče se ne more samo ob sebi začeti gibati.

Telo, katero je spravilo na nje delujoča sila v gibanje, se ne umiri, ako sila neha delovati, marveč se mora gibati naprej v meri sile z isto hitrostjo, katero je imelo v trenutku, ko je sila nehala delovati.

Ako na gibajoče se telo ne deluje nobena sila, giblje se telo enakomerno in premočrtno.

Pot, katero naredi enakomerno gibajoče se telo v jedni sekundi, imenujemo njegovo hitrost (*Geschwindigkeit*).

Ako naredi enakomerno gibajoče se telo v prvi sekundi pot 10 *m*, naredi v dveh sekundah pot 20 *m*, v treh sekundah pot 30 *m* i. t. d.

Pot enakomerno gibajočih se teles je jednaka produktu hitrosti in časa ... 1.).

Ako naredi enakomerno gibajoče se telo v 20. sekundah pot 100 *m*, potem je pot v jedni sekundi (hitrost) jednaka $100:20 = 5 \text{ m}$.

Hitrost enakomernega gibanja je jednaka kvocijentu iz poti in časa ... 2.).

Če ima kako telo hitrost 5 *m* in je naredilo pot 100 *m*, potrebovalo je za to pot toliko sekund, kolikorkrat je 5 *m* v 100 *m*; t. j. 20 sekund.

Čas enakomernega gibanja je jednak kvocijentu iz poti in časa ... 3.).

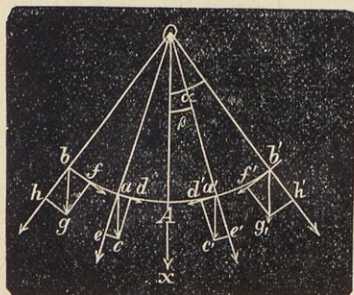
Železniški vlak teče enakomerno s hitrostjo 9 *m*, koliko pot naredi v pol ure? — Pešec stopa v minuti 110krat, srednja dolžina jednega koraka je 70 *cm*; kako dolgo pot naredi v 4 urah? — S koliko hitrostjo mora stopati pešec, da prehodi v jedni uri 5 *km*?

§ 29. Nihalo.

Poskus: Na tanko nit *OA* (slika 30.), ki je pritrjena v točki *O*, obesi v točki *A* kovinsko kroglico. Da miruje kroglica, imeti mora nit vertikalno mer tako, da se nahaja težišče kroglice vertikalno pod nepremakljivo točko *O*. Ako potegneš kroglico v loku *Ab* v stran tako, da ostane nit vedno napeta,

er jo potem prepustiš samo sebi, se giblje v loku bA proti svoji ravnotežni leži; v tej se pa ne ustavi, ampak se dvigne na nasprotni strani v loku Ab' do točke b' . Od te točke se vrne proti A in čez to točko proti točki b kvišku; od te pa zopet nazaj proti A in odtod proti b' .

Slika 30.



Kroglica se giblje v loku bA in Ab' okoli svoje ravnotežne leže; višina, do katere se vsakikrat dvigne v stran, se polagoma zmanjšuje tako, da se kroglica čez nekoliko časa vendar umiri ter obstoji v točki A . Opazuješ li kroglico

prav natančno, spoznaš, da se giblje proti ravnotežni leži vedno hitreje, od te v stran pa vedno bolj počasi. Gibanje kroglice torej ni enakomerno.

O telesu, katero se na tak način giblje okoli svoje ravnotežne leže, pravimo, da niha (*pendelt, macht Pendelschwingungen*).

Viseče telo, ki se more vrteti okoli točke ali horizontalne osi, imenujemo nihalo (*Pendel*). Tvarna točka, viseča na niti brez teže, je jednostavno ali matematično nihalo (*einfaches oder mathematisches Pendel*). Takega nihala v resnici ni, ker ima vsaka bodi še tako tanka nit vendar le neko, če tudi zelo majhno težo. Približno jednostavno nihalo pa dobimo, ako obesimo na tanko nit drobno svinčeno ali medeno kroglo. Vsako drugo nihalo je sestavljeno (*zusammengesetzt*).

Slika 30. predstavlja nam jednostavno nihalo, ako si mislimo nit OA brez teže, v točki A pa obesimo drobno kovinsko kroglo.

Vzrok nihanju je težnost, kar spoznamo po tem razmotrivanju:

Ako spravimo nihalo OA v ležo Ob , je razdalja med težiščem kroglice in zemeljskim površjem postala nekoliko večja. Ker pa sili težišče vsakega telesa vedno na najnižje mesto, mora kroglica, ako jo v točki b spustimo, padati proti zemlji; v vertikalni meri pa ne more padati, ker jo nit nepretrgljivo veže z osjo O . Zemeljskemu površju pa se vendar bliža, ako se giblje v loku bA proti točki A . Vsled vztrajnosti se v točki A ne more ustaviti, marveč se giblje na nasprotno stran, in sicer, ker je z O zvezana, v loku Ab' . A dvigajoča se v loku Ab' oddaljuje zopet svoje težišče od zemeljskega površja, vsled česar teži težišče zopet nazaj v ravnotežno ležo. Nihalo se mora torej v neki leži Ob' za trenutek ustaviti in potem vračati zopet proti svoji ravnotežni leži.

Natančneje razmotrivanje nas uči, da se dvigne nihalo, ako ga spustimo iz leže Ob , na drugi strani prav toliko, da je lok bA enak loku Ab' . Da se nihalo čez nekoliko časa vendar ustavi in umiri, povzročujeta zračni upor in trenje ob osi.

Pot, katero naredi nihalo od b do b' , ali kar je isto, od A do b in od tod do A nazaj, imenujemo jeden nihaj (*eine Schwingung*); čas, v katerem nihalo jedenkrat nihne, je čas nihaja (*Schwingungsdauer*); kot $bOA = \sphericalangle b'OA$ je amplituda ali kot nihaja (*Amplitude oder Schwingungsweite*) in OA dolžina nihala (*Pendellänge*).

Kako se giblje nihalo okoli svoje ravnotežne leže, spoznamo po naslednjem razmotrivanju:

Ako spravimo nihalo OA v ležo Ob , deluje v tej leži na nje teža stvarne točke v meri preme bg . Njeno kolikost načrtajmo si s premo bg ter jo razstavimo v dve sestavljači: v bh , delujočo v podaljšku niti Ob , in v bf , delujočo v meri tangente bf , katero potegnemo v točki b na lok Ab . Sestavljača bh se uničuje ob trdnosti niti, delavna ostane jedino le sestavljača bf , katera vleče nihalo v njegovo prvobitno ležo ter povzroči v tej meri gibanje, ako nihalo v točki b spustimo. Da zvemo, kakšno gibanje povzročuje tangencialno na lok bA delujoča sestavljača nihalove teže, moramo nje kolikost določevati tudi v drugih točkah loka bA . — V točki a deluje na nihalo njega teža $ac = bg$. Istotako, kakor v b , razstavimo jo v sestav-

ljači ae , v podaljšku niti Oa , in v ad tangencialno na lok bA . Gibanje provzročuje sestavljača ad , prvo pa uničuje trdnost niti. — Primerjajoč paralelograma $bfgb$ in $adce$ vidimo, da je ad manjša nego bf . Iz tega pa sledi:

Ako nihalo v točki b spustimo, postaje gibanje provzročujoča in tangencialno na lok bA delujoča sestavljača nihalove teže tem manjša, čim bliže je nihalo svoji prvobitni leži OA ; v točki A je $= 0$. — Izpremenljive sile, delujoče v meri gibanja, provzročujejo nejednakomerno pospeševano gibanje. Hitrost s točke b proti A gibajočega se nihala mora torej naraščati nejednakomerno. — V točki A ima nihalo največjo hitrost; vsled vztrajnosti se v tej točki ne more ustaviti, ampak se mora gibati na desno stran v meri loka AB' . Ko dospe n. pr. v ležo Oa' , deluje na nje njegova teža v meri $a'e'$. Razstavivši silo $a'e'$ v sestavljači $a'd'$ in $a'e'$ vidimo, da vleče tangencialno na lok $a'A$ delujoča $a'd'$ nihalo nazaj proti A , da deluje torej protivno meri gibanja. V točki b' je sila $b'f'$, katera vleče nihalo nazaj v njega ravnotežno ležo, večja nego v a' . Nihalo se mora od A proti b' gibati pojemačno, in sicer nejednakomerno pojemačno, ker gibanje ovirajoča sila ni stalna. Nasledek tega je, da se mora nihalo v neki točki, recimo v točki b' , za hip ustaviti. Od tod se giblje iz istega vzroka, kakor pri b , nazaj proti A nejednakomerno pospeševano in od A proti b nejednakomerno pojemačno. Ker so gibajoče sile v enakih razdaljah od točke A jednako velike in si nasprotne, mora hitrost od A do b' v isti meri pojemati, v kateri meri je naraščala od b do A ; nihalo se mora na desni dvigati do iste višine b' , iz katere je od b do A palo; ali lok bA mora biti enak loku $b'A$. Ako se ne oziramo na uporne sile: na zračni upor in trenje niti ob osi O , mora tako gibanje, jedenkrat začeto, trajati ves čas.

Poskus: Na horizontalen steber obesi na jednako dolgih tankih nitih kroglice od raznih tvarin, n. pr. od medí, svinca, lesa. Ako šteješ število nihajev vsakega teh nihali v določenem času, n. pr. jedno minuto, najdeš število nihajev pri vseh nihalih jednako veliko, dokler kot nihaja ni večji nego 5° . Iz tega razvidiš:

Čas nihaja je nezavisen od nihalo ve tvarine ... 1.).

Nihaji jednako dolgih nihali so istodobni, dokler so njihovi koti majhni, brez ozira na to, ali so večji ali manjši ... 2.).

Poskus: Vzemi tri nihala, od katerih je drugo štirikrat daljše, tretje devetkrat daljše ko prvo, in šteje število nihajev vsakega zase v določenem času, n. pr. jedno minuto. Število nihajev najkrajšega nihala je največje, in sicer najdeš:

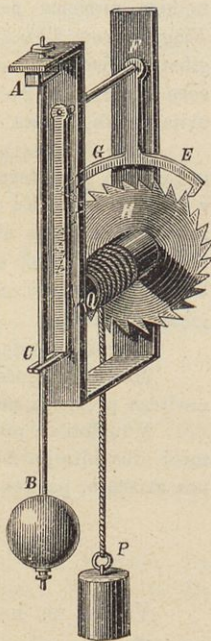
4, 9, 16 . . . krat krajše nihalo nego drugo
nihne 2, 3, 4 . . . krat, ko nihne daljše jedenkrat
. . . 3.).

Nihalo, katero nihne v vsaki sekundi po jedenkrat, imenujemo sekundno nihalo (*Sekundenpendel*). Dolžina takega nihala je približno jeden meter.

Sestavljenemu nihalu dajemo navadno obliko tankega štirioglatega prota, ki se na enem koncu zlahka vrti okoli horizontalne osi in nosi na drugem koncu težko lečasto telo (AB v sliki 31.).

Sestavljeno nihalo lahko smatramo za sestavo velikega števila jednostavnih različno dolgih nihal. Vsaka tvarna točka sestavljenega nihala tvori sama zase jednostavno nihalo. Ker so pa vse tvarne točke nepretrgljivo zvezane, mora biti čas nihaja vsem jeden in isti. Krajša nihala se morajo v tej sestavi gibati bolj počasi, daljša nihala pa bolj hitro, nego bi se gibala sama zase. V neki razdalji od osi mora biti točka, katera v tej sestavi ravno tako niha kakor jednostavno nihalo, katerega dolžina je jednaka razdalji te točke od osi. Razdaljo te točke od osi imenujemo prevedeno dolžino sestavljenega nihala (*reduzierte Pendellänge*). Prevedena dolžina potem ni nič drugega nego dolžina jednostavnega nihala, katero v istem času po jedenkrat nihne, kakor sestavljeno.

Slika 31.



Poskus: Na sestavljenem nihalu potisni lečo nekoliko bliže osi in šteje število nihajev, katere stori nihalo v določenem času in katere je poprej storilo v istem času. Našel bodeš, da je število nihajev v istem času večje, ako je leča bliže osi.

Čas nihaja se poveča ali zmanjša, ako večjo maso od osi oddaljimo, oziroma osi približamo.

Uporaba nihala. Ker potrebuje nihalo za vsak svoj nihaj jeden in isti čas, je za merjenje časa kaj pripravno. Nihalo samo ob sebi se kmalu ustavi, ker ovirata njegovo gibanje zračni upor in trenje na osi. Da se giblje dolgo časa, treba ga je vedno toliko poganjati, za kolikor se ustavlja zaradi upornih sil. To se godi pri urah z nihali. Slika 31. kaže sestavo nihala z urnim kolesjem. AB je sestavljeno nihalo, viseče pri A na tankem prožnem peresu. Z nihalom je zvezana kotvica (*Hemmung*, *Echappement*) $CFGE$, vrtljiva okoli horizontalne osi tako, da se mora gibati ob enem z nihalom. Kotvica ima dve kljukici, kateri sežeta med zobe stopnjatega kolesa (*Steigrad*) H . Ob vreteno Q tega kolesa je ovita vrstica, noseča utež P .

Utež P spravila bi kolesje, ko bi ne bilo nihala in kotvice, v enakomerno pospeševano vrtnjo; nihalo ima nalogo, da pretvarja to gibanje v enakomerno. Ko nihalo niha, grabita kljukici kotvice zaporedoma med zobe kolesa H ; ko nihne nihalo na desno, zagradi leva kljukica med zobe; ko nihne na levo, pa desna. Ko stori nihalo jeden nihaj, premakne se kolesce za jeden zob dalje; nihalo pa dobiva tolike udarce, da se more gibati neprestano.

Posebno kolesje prenaša enakomerno gibanje kolesa H na urine kazalce.

Mesto padajoče uteži uporabljamo kot gibajočo silo tudi prožnost navitega prožnega peresa.

V toploti se nihalo razteza, torej niha počasneje; v mrazu pa se krči, torej niha hitreje. Ako ura uhaja, treba je lečo nekoliko nižje spustiti, ako ura zaostaja, pa nekoliko dvigniti. (Zakaj?)

§ 30. Ovire gibanja.

Vsaka na kako telo delj časa delujoča sila spravi telo v pospeševano gibanje; ko pa sila neha, moralo bi se telo vsled vztrajnosti gibati enakomerno s tisto hitrostjo, katero je imelo v hipu, ko je sila nehala na nje delovati. Izkušnja pa nas uči, da se giblje vsako telo, izimši nebesna telesa, po-

jemalno, ako delovanje sile neha. Torej morajo biti ovire, katere ustavljajo gibanje. Take ovire so: trenje in upor sredstva.

I. Trenje (*Reibung*) imenujemo one ovire gibanja, katere se javijo, ako se giblje kako telo na površju drugega.

Vsa telesa so na površju bolj ali manj hrapava. Ako se giblje kako telo na površju drugega, morajo se povišbe jednega dvigati čez povišbe drugega, ali pa je treba povišbe jednega ali drugega odkrhati in zlomiti. Za to delo se uporabi večji ali manjši del gibajoče sile. Trenje more biti dvojno: a) trenje pri drsanju ali drsno trenje (*gleitende Reibung*), ako se jedno telo po drugem drsa, n. pr. sani po snegu; b) trenje pri valjanju ali takanju (*wälzende oder rollende Reibung*), ako se okroglo telo po drugem valja ali taka, n. pr. vozno kolo po cesti.

Z raznimi poskusi so dognali o trenju te-le zakone:

1.) Trenje pri drsanju je zavisno od tvarine teročih se teles in je večje, ako so telesa bolj hrapava.

2.) Trenje je tem večje, čim večji je tlak v pravokotni meri na ploskve, katere se tró.

3.) V začetku gibanja je trenje večje nego pozneje, a nezavisno od hitrosti gibajočega se telesa.

4.) Trenje pri valjanju ali takanju je sploh manjše od trenja pri drsanju in je tem večje, čim večji je tlak na podlago, a tem manjše, čim večji je polumer takajočega se telesa.

Trenje pri drsanju pretvarjamo dostikrat v trenje pri valjanju. Da trenje zmanjšujemo, mažemo stroje; s tem izpolnjujemo dupline in jih uglajamo.

Trenje je časih škodljivo, časih koristno. Škodljivo je pri strojih, ker zaradi trenja potrebujemo večjih sil, da provzročimo gibanje, nego bi bile potrebne, ko bi trenja ne bilo. Zaradi trenja se tudi strojevi deli radi ogolijo in pokvariijo. — Brez trenja na tleh bi ne mogli ne varno stati ne hoditi; brez trenja bi ne držal ne vijak ne klin i. t. d. — Železniški vlak

se more pomikati le takrat, ako je trenje med kolesi lokomotive in kolesnicami zadosti veliko. — Po strmini navzdol leteče vozove zaviramo, da pretvorimo trenje pri takanju v drsno trenje. — Imenuj še nekaj drugih primerov, kjer je trenje ali škodljivo ali koristno!

Pri vsakem trenju se razvija toplota.

II. Upor sredstva (*Widerstand des Mittels*). Telesa se gibljejo ali v zraku ali v kaki kapljevini. Ta telesa so potem sredstva gibanja. Najnavadnejše sredstvo gibanja je zrak.

Poskus: Po zraku moreš z roko bolj hitro in z manjšim naporom mahati nego v vodi. Vlečeš li razpet dežnik navzdol, čutiš precej velik upor; ta upor je nekoliko manjši, ako dežnik z izbočeno stranjo naprej porivaš. Upor je večji, ako dežnik hitro giblješ.

V sredstvu gibajoče se telo mora sredstvo izpodrivati, da more naprej; za to pa je treba posebne sile.

Upor sredstva je večji, ako ima sredstvo večjo gostoto, ter zavisi tudi od velikosti in oblike gibajočega se telesa.

Da zmanjšujemo upor sredstva, priostrujemo telesa na tistih straneh, s katerimi se naprej gibljejo, n. pr. ladje, čolne, leče pri nihalih, izstrelke i. t. d. — Upor sredstva nam koristi pri plavanju, veslanju i. t. d. — Ali bi mogle tice po zraku letati, ko bi zrak njih letanju ne stavil nobenega upora?

§ 31. Določevanje gostote trdnih in kapljivo tekočih teles.

Telesa od različne tvarine a iste prostornine imajo sploh različno težo. Število, katero pove, kolikokrat je kako telo težje nego isto toliko telo vode (pri $+ 4^{\circ} C$), imenujemo gostoto tega telesa.

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

a) Hidrostatična tehtnica je zelo občutljiva navadna trgovska tehtnica, katere jedna skledica visi na krajši niti ter ima spodaj kljukico. Da določimo gostoto trdnega telesa s pomočjo tehtnice, položimo košček tega telesa v krajšo skledico ter ga stehtamo navadnim potom. Potem obesimo to

telo na tanki niti na kljukico te skledice ter ga spustimo v kemično čisto vodo, da visi prosto v njej. Po Arhimedovem zakonu izgubi v vodi viseče telo prav toliko svoje teže, kolikor tehta od njega izpodrinjena voda. Da se ravnotežje na tehtnici ne poruši, treba v krajšo skledico položiti nekoliko uteži. Te uteži povedo nam težo od telesa izpodrinjene vode ali težo toliko vode, kolikršna ima s tem telesom isto prostornino. Izračunimo li potem, kolikokrat je absolutna teža telesa večja nego teža izpodrinjene vode, ali kar je isto, nego je izguba njegove teže, ako visi v vodi, pove nam to število, kolikokrat je telo gostejše od vode.

Gostoto trdnega telesa dobimo, ako delimo njegovo absolutno težo s težo, katero je izgubilo v vodi.

Gostoto kapljivo tekočih teles določujemo tako, da določimo, koliko svoje teže izgubi kako trdno telo, n. pr. kos svinca, v kemično čisti vodi in v dotični kapljevini ter potem delimo izgubo njegove teže v tej kapljevini z izgubo njegove teže v vodi.

Kolika je gostota cinka, ki tehta v zraku 144.2 g , a v vodi izgubi svoje teže 20 g ? ($144.2 : 20 = 7.21$). — Kos svinca izgubi svoje teže v vinskem cvetu 4 g , v vodi pa 5 g ; kolika je gostota vinskega cveta? ($4 : 5 = 0.8$).

Gostote nekaterih teles: alkohola 0.79 , bakra 8.9 , jekla 7.8 , kositra 7.3 , platina 21.5 , srebra 10.5 , svinca 11.4 , zlata 19.5 , kovanega železa 7.79 , živega srebra 13.59 , morske vode (v srednjem) 1.04 , čiste sladke vode (pri $+4^{\circ}\text{ C}$) 1 .

Težo telesa, katerega prostornina je jednaka enoti, imenujemo specifično težo. Ker jemljemo težo kubičnega centimetra kemično čiste vode (pri $+4^{\circ}\text{ C}$) za enoto teže (gram), je očitno, 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 ob enem tudi 19.5 težji, kakor kubični centimeter čiste vode; gostota zlata je torej tudi 19.5 .

b) Gostomeri z lestvico (*Skalenaräometer*) so steklene cevi (slika 32.), ki so spodaj in zgoraj zavarjene; v spodnjem delu so širje, bodi si kroglaste ali valjaste, v zgornjem delu *X* pa pravilno valjaste. Na dnu imajo toliko živega srebra ali šiber, da v kapljevinah stalno plavajo. V cevi *X* je posebna lestvica ali škala, t. j. na poseben način razdeljena papirna proga.

Slika 32.



Uporaba gostomerov z lestvico se opira na zakon, da se potaplja jedno in isto telo v kapljevini tem globokejše, čim manjša je gostota kapljevine. (Da telo v kapljevini mirno plava, mora biti njegova teža jednaka teži izpodrinjene kapljevine, torej je izvestno, da mora izpodriniti več redkejše kapljevine nego gostejše.)

Na nekaterih gostomerih je lestvica tako narejena, da čitamo gostoto kapljevine naravnost v točki, do katere se gostomer v tej kapljevini potopi. Gostomere s tako lestvico imenujemo sploh gostomere (*Dichtigkeitsmesser*). Na takih gostomerih se določi lestvica poskusoma s tem, da jih pri izdelovanju potapljamo v različne kapljevine, katerih gostote so že znane, ter zaznamujemo točke, do katerih se potapljajo, z dotičnimi števili gostote.

Druga vrsta gostomerov so odstotni gostomeri (*Prozentaräometer*). Ti imajo tako prirejeno lestvico, da se takoj zve, koliko prostorninskih ali utežnih delov kake kapljevine je v zmesi dveh kapljevin. Lestvice se urejajo poskusoma in za različne zmesi kapljevin posebej, n. pr. za alkohol, vino, pivo, mleko, lug i. t. d.

Alkoholometri naznanjajo, koliko odstotkov alkohola je v vinskem cvetu. — Mlekomeri (*Galaktometer*), koliko čistega mleka je v mleku z vodo pomešanem. — Sladomeri (*Saccharimeter*), koliko utežnih delov sladkorja je v sladkorjevi razstopini i. t. d.

Odstotni gostomeri niso popolnem zanesljivi, ker se da gostota zmesi umetno prenařjati. N. pr. ako mleku primešamo vode, se razredči, s tem pa, da mu primešamo nekoliko moke, moremo mu dati prvobitno gostoto.

Časih rabimo tudi gostomere s poljubno deljeno lestvico. Taki kažejo jedino le, ali je jedna izmed dveh kapljev in gostejša od druge ali ne.

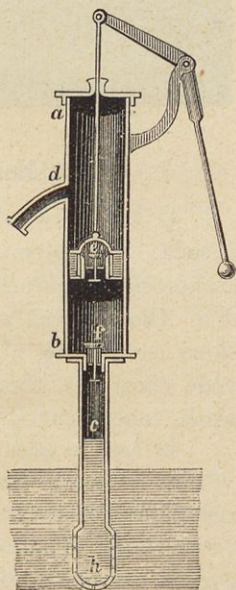
Ker se kapljevine v toploti precej močno raztezajo in vsled tega menjajo gostoto, je delitev na gostomerih veljavna le pri določeni temperaturi, katera je na cevi sploh tudi označena ($15^{\circ} - 20^{\circ} C$).

§ 32. Navadna sesalka. Tlačilna sesalka.

a) Navadna sesalka (*Saugpumpe*) (slika 33.) sestoji iz dveh stikajočih se cevi *ab* in *c*; v širji cevi *ab* (škornjici, *Stiefelröhre*) tiči bat, ki se da v njej premikati zrakotesno ali vsaj tako natančno, da ne propušča vode; na tanjši cevi *c* (sesalni cevi, *Saugröhre*) je spodaj sito *h*. Pri *b* je zaklopnica *f* in v prevrtanem batu zaklopnica *e*, ki se obe odpirata navzgor. Pri *d* je cev za iztok (iztočilna cev, *Ausflußröhre*).

Ako z dvoramnim vzvodom bat kvišku potegneš, se zrak v škornjici pod njim razredči ter dobi manjšo napetost nego je napetost zunanjega zraka. Vsled tega se zaklopnica *e* zapre, tlak zunanjega zraka pa dvigne vodo v škornjico. Ko gre bat zopet doli, se zapre zaklopnica *f*, skozi zaklopnico *e* pa teče voda v škornjici nad bat. To se ponavlja vsakikrat, kadar se bat vzdigne. Dvigaš li bat dalje časa gori in ga spuščaš zopet doli, se v škornjici nabere toliko vode, da začne iztekati skozi iztočilno cev *d*.

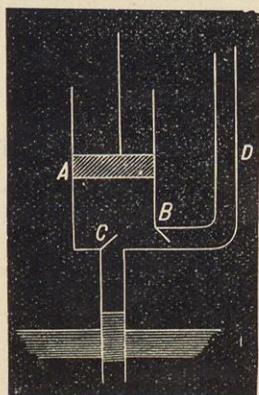
Slika 33.



Navadne sesalke rabimo pri vodnjakih. — Kakor smo učili v I. stopnji, str. 63., je zračni tlak ob morski gladini ravnotežen 76 cm visokemu vertikalnemu živosrebrnemu stebri ali, ker je živo srebro 13·59 težje od vode,

13·59krat višjemu, t. j. približno 10 m visokemu vertikalnemu vodenemu stebru. Zaradi tega zaklopnica f ne sme biti nad površjem vode v vodnjaku 10 m oddaljena, sicer bi voda ne vzhajala v škornjico. Ker prostor nad batom ni nikdar brezračen, se zaklopnica f nareja po največ blizu 6 m nad površjem vode v vodnjaku.

Slika 34.



b) Tlačilna sesalka (*Druckpumpe*) (slika 34.) se razločuje od navadne sesalke 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 zaklopnica B , zrak v škornjici pod batom se razredči in zunanji zrak potisne vodo skozi zaklopnico C . Ko gre bat doli, zapre se zaklopnica C , bat pa potiska vodo mimo zaklopnice B v cev D .

§ 33. Heronova buča. Vozna brizgalnica.

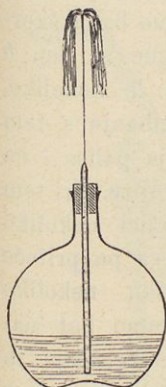
a) Heronova buča (*Heronball*) (slika 35.) je steklena posoda, napolnjena malo ne do polovice z vodo, v grlu pa zrakotesno zamašena. V zamašku tiči cev, ki sega posodi blizu dna. Ako povečaš zračno napetost v buči s tem, da ali pihaš skozi cev v bučo, ali da jo segrevaš, priteče precej visok curek vode skozi cev. Čim večja je zračna napetost v buči, tem više skoči vodeni curek.

To bučo je izumil Heron iz Aleksandrije l. 210. pred Kr.

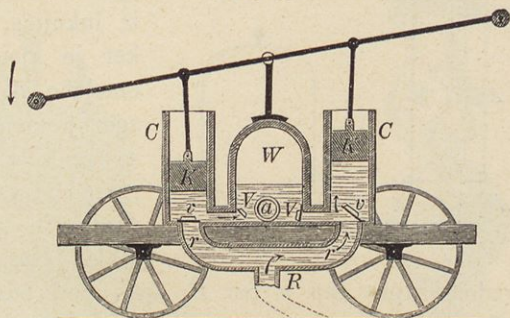
b) Vozna brizgalnica (*Feuerspritze*) (slika 36.) je sestavljena iz dveh tlačilnih sesalk C , C in Heronove buče W , vetrenik (*Windkessel*) imenovane. Sesalni cevi r in r sta po cevi R zvezani z vodovodom ali sploh z veliko posodo polno vode. Bata k in k se gibljeta premenjema s pomočjo dvoramnega vzvoda. Ko gre bat k na levi strani doli, pritiska sprva zrak, pozneje vodo skozi levo zaklopnico v vetrenik;

bat k na desni strani gre takrat gori, zrak pod njim se razredčuje, tlak zunanjega zraka pa pritiska vodo skozi sesalno cev r v škornjico pod bat. Ko gre desni bat doli, tlači vodo v vetrenik, škornjica na levi pa se polni z vodo. S tem, da

Slika 35.



Slika 36.



dvigamo bata premenjema gori in doli, prihaja v vetrenik vedno več vode, katera stiska ondotni zrak in tako povečuje njegovo napetost.

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

Vozne brizgalnice rabijo gasilci pri požarih.

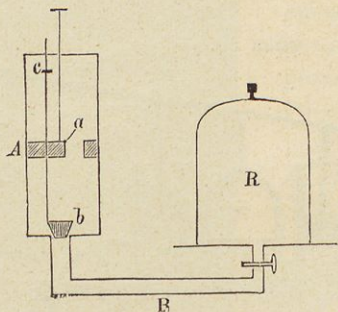
§ 34. Zračne sesalke.

Zračne sesalke (*Luftpumpen*) so aparati, s katerimi v kakem prostoru lahko zrak ali razredčujemo ali zgoščujemo.

a) Zračna sesalka za razredčevanje (*Verdünnungs-Luftpumpe*) (slika 37.) je podobna navadni sesalki, kakršno smo opisali v poprejšnjem paragrafu. Prevrtan bat se da 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 pa stavimo steklen zvonec, poveznik (*Rezipient*) tako, da ne propušča nikjer zraka. Kjer se stikata škornjica in sesalna cev, tiči stožkovit čep *b*, pritrjen na tanko, skozi bat idočo palico *c*.

Slika 37.



Ako potegnemo bat v škornjici kvišku, dvigne se čep *b* iz luknjice, toda le nekoliko, 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 na-

vzdol, 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 ostaja zrak iste napetosti, kakršno ima zunanji. Ko se giblje bat navzgor, se ta zrak razširi po škornjici; kadar ima, razširivši se po vsej škornjici, isto napetost, kakršno ima zrak v povezniku, je dosežena meja razredčevanja.

Prostor, v katerem še ostaja zrak, ako je bat na najnižjem mestu škornjice, se imenuje škodljivi prostor (*schädlicher Raum*).

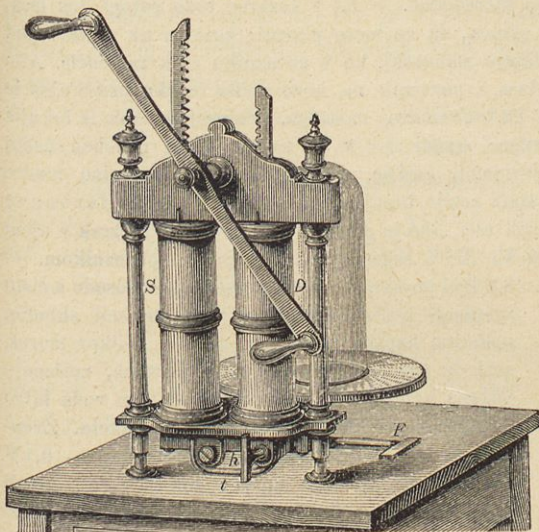
Iz povedanega pa izvajaj: Zrak v povezniku moreš bolj razredčiti: *a*) ako je škodljivi prostor manjši, *b*) ako je prostornina škornjice večja.

Nad sesalno cevjo *B* je pri zračnih sesalkah pod posebnim poveznikom dostikrat še okrajšan dvokrak barometer, preskusni barometer (*Barometerprobe*) imenovan, s katerim merimo zračno napetost v povezniku.

Poveznik preskusnega barometra se da zapirati s posebno pipo.

Višino živosrebrnega stebra merimo kakor pri barometru sploh od gladine živega srebra v odprti cevi do gladine v zaprti cevi. Ako je n. pr. razdalja obeh gladin = 1 mm in ako je zunanji zračni tlak = 740 mm, potem je zrak v povezniku $740 : 1 = 740$ krat redkejši nego zunaj.

Slika 38.



Slika 39.



Delo razredčevanja si zmanjšamo in skrajšamo, ako rabimo namesto jedne škornjice dve: *S* in *D* (slika 38.). Na vsakem batu je zobast drog, čegar zobje segajo med zobe zobastega kolesa. To kolo se da z dvoramnim vzvodom premenjema vrteti na desno in levo, s tem se pa bata premenjema gibljeta gori in doli.

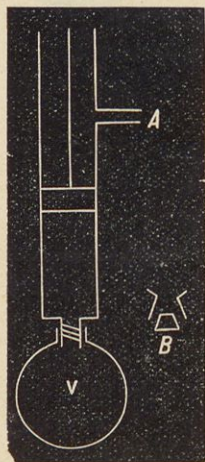
Prvo zračno sesalko je izumil Oton Guericke (l. 1650.). Bat pri tej sesalki ni bil prevrtan, in mesto čepa je bila posebno prevrtana pipa.

Poskusi z zračno sesalko.

1.) Poveznik se prime krožnika, da ga je težko odtrgati, ako je zrak pod njim le nekoliko razredčen. — 2.) Kovinski polukrogli (Devinski polukrogli, *Magdeburger Halbkugeln*) (slika 39.) imata široke in gladko

zbrušene robove. Položeni druga na drugo se ujemata tako dobro, da ne propuščata zraka. Ako ti polukrogli priviješ na sesalno cev *B* in iz njih izsesaš ves zrak, ju ne moreš narazen potegniti. — 3.) Kovinski valj je prevezan na jednom koncu z mehurjem, na drugem pa je obrušen, da na krožnik zračne sesalke postavljen ne propušča zraka. Ako izsesaš zrak iz tega valja, upogiblje se mehur bolj in bolj in končno razpoči. — 4.) Iz vode, piva, mleka i. t. d. vzhajajo mehurčki, ako jih postavimo pod poveznik in zrak v njem razredčimo. — 5.) V kozarec vode potopi kos lesa, kateremu si privezal svinca, da ne more plavati; kozarec pa postavi pod poveznik. Iz lesa vzhajajo mehurčki, ko v povezniku zrak razredčiš. Ako spustiš čez nekoliko časa v poveznik na novo zraka in ako preiskuješ iz vode vzeti les, najdeš ga tudi znotraj mokrega. (Najprej je zrak iz luknjic odšel, potlej pa je vtisnil zračni tlak v nje vode.) — Na podoben način napajajo les s kapljevimi, gnjitje ustavljajočimi, z raztopino modre galice, n. pr. droge, kateri nosijo brzojavne žice i. t. d. — 6.) Iz Heronove buče začne voda curkoma teči, ako jo postaviš pod poveznik in zrak v njem razredčiš. — 7.) Do 60 ali 70° C segreta voda zavre pod poveznikom. —

Slika 40.



8.) Pod poveznik postavi porcelanasto posodo s čisto žvepleno kislino, nad to v mali stekleni skledici nekoliko kapljic vode. Ako izsesaš, kolikor moreš, zrak iz poveznika ter nekoliko počakaš, zmrznejo vodene kapljice. (Pod manjšim tlakom voda hitro izhlapeva, pri hlapenju pa se utaja toplota. Žveplena kislina vpija nastale vodene hlapec.) — 9.) V brezračnem prostoru ugasne goreča sveča, živali pa poginejo. — 10.) Zavita natega neha pod poveznikom teči, ako je zrak iz njega izsesan.

b) Sesalka za zgoščevanje (slika 40.) ima v škornjici neprevrtan bat; posoda *V*, v kateri se zrak zgoščuje, je na škornjico pritrjena z vijakom ter ima zaklopnico, katera se odpira na znotraj (*B*). V škornjici navzdol gibajoči se bat zgoščuje zrak pred seboj; ta odpre potem zaklopnico *B* in odhaja v posodo *V*. Ko gre bat

v škornjici kvišku, se zapre zaklopnica *B*. Ko pride bat mimo stranske cevi *A*, pristopi v škornjico nov zrak. Čim več časa giblješ bat gori in doli, tem večjo napetost dobiva zrak v posodi *V*.

Tudi ta sesalka ima škodljivi prostor, kateri provzročuje, da ni moči zraka zgoščevati do poljubne meje.

§ 35. Koliko svoje teže izgubljajo telesa v zraku. (Zrakoplovi.)

Zrak je težek kakor vsako drugo telo in razvaja nanj delujoči tlak na vse strani ter je v tem čisto podoben kapljevina. Torej je očitno, da velja zanj Arhimedov zakon isto tako kakor za kapljevine.

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

Težo po kakem telesu izpodrinjenega zraka imenujemo zračni vzgon ali nosilnost zraka (*Auftrieb, Tragfähigkeit der Luft*). Ima li katero telo večjo težo nego je teža od njega izpodrinjenega zraka, pada v njem na dno, a plava v njem, ako sta obe teži jednaki; dvigati pa se mora navzgor, ako je njegova teža manjša nego zračni vzgon. Ker je zrak v višavah redkejši, najdemo za vsako še tako lahko telo mesto, kjer je teža izpodrinjenega zraka jednaka njegovi teži; v tej višini mora potem to telo mirno plavati, ne da bi padalo ali se dvigalo.

Na tem pojavu so osnovani zrakoplovi (*Luftballone*).

Zrakoplovi so baloni sploh jajčaste oblike od svilnatega blaga, prevlečeni s firnežem, da ne propuščajo zraka, napolnjeni pa s plinom, ki je redkejši nego obkrožni zrak. Pod balonom visi ladjica na vrvicah, katere preprezajo kakor mreža ves balon. V to ladjico spravljajo orodje in sedajo osebe, katere hočejo v zrak splavati.

Da se more zrakoplov dvigniti, mora biti njegova teža z vsem, kar ima v sebi in kar visi na njem, manjša od teže izpodrinjenega zraka. Čim večji je razloček obeh tež, s tem večjo silo se dvigne zrakoplov navzgor.

Brata Montgolfiera sta izumila prvi zrakoplov l. 1783. in ga polnila s segretim zrakom. Balon je bil spodaj odprt, pod odprtino pa je gorel ogenj z velikim plamenom. Segreti zrak vzhaja v takem balonu

kvišku, se razteza in iztira iz balona nekoliko mrzlejšega zraka. Da tak balon pada, treba ogenj nekoliko časa ugasniti ali odstraniti. Charles je polnil svoj zrakoplov z vodikom, Green (l. 1836.) pa s svetilnim plinom. Zrakoplovom z vodikom ali s svetilnim plinom treba djati v ladjico vreče s peskom kot pritežek, da se s prva ne dvigajo prehitro. Ako tak zrakoplov v kaki višini mirno plava in hote zrakoplovci še više, izmečejo le nekoliko pritežka; plina pa izpuščajo, kadar hote zopet na zemljo.

V. Iz nauka o zvoku.

(Glej I. stopnjo §§ 66. in 67.)

Ponovilo. Kaj imenujemo zvok? — Kako nastane zvok? — Kateri zvok imenujemo zvenk, kateri ton? — Kaj so zvočila ali budila zvoka? — Kako se zvok širi? — Katera telesa so zvokovodi? — Kaj so zvočni trakovi?

§ 36. Višina tonov.

Zvok, ki nastane po pravilnih in redno ponavljajočih se tresih, imenujemo zvenk (*Klang*), oziroma ton (*Ton*), če jemljemo ob jednom v poštev tudi njega višino.

Da zvemo, od česa zavisi višina tonov, rabimo Seebeckovo sireno (*Sirene von Seebeck*), to je okroglo ploščo, ki ima osem sosrednjih ali koncentričnih vrst lukenj, drugo od druge jednako oddaljenih. V prvi vrsti je 24, v drugi 27, v naslednjih pa po vrsti: 30, 32, 36, 40, 45 in 48 lukenj. Ta plošča je nasajena na os, ki gre skozi njeno središče in stoji pravokotno na njej. Vrtiliš li to ploščo jednakomerno okoli te osi ter piháš skozi stekleno cev zdaj na jedno, zdaj na drugo vrsto lukenj, slišiš zvenk različne višine, — različne tone. Nastali ton je višji, ako je več lukenj v vrsti, na katero piháš.

Ton nastane vsled zračnih udarov na ploščo. Zrak, katerega piháš skozi stekleno cev proti plošči, odhaja skozi ploščo, ako pride pod cev luknja; udarja pa na ploščo ter se na njej zgoščuje, ako pride pod cev neprevrtan del plošče. Ko se plošča zavrti jedenkrat, udarja in zgoščuje se zrak tolikokrat, kolikor lukenj je v tisti vrsti, ki se nahaja pod cevjo. Ako se plošča

zavrti v sekundi trikrat in ako je v vrsti pod cevjo 24 lukenj, udarja zrak na ploščo $24 \times 3 = 72$ krat, isto tolikokrat odhaja tudi skozi ploščo. Vsak takšen udar na ploščo provzročuje v obkrožnem zraku tresenje, ki se potem postopno širi na vse strani. Ker imajo luknje iste vrste jednako razdaljo, se zračni tresi vrste pravilno drug za drugim, ako se plošča vrti enakomerno. — Poskus torej kaže:

Višina tonov je zavisna od števila tresajev v jedni sekundi.

Število, katero pove število tresajev v jedni sekundi, imenujemo absolutno višino tona (*absolute Tonhöhe*).

Ton je 2, 3, 4, ... krat višji od drugega, ako ga je provzročilo 2, 3, 4, ... krat več tresajev v jedni sekundi nego drugega.

§ 37. Lestvica tonov.

Pihaš li, sireno enakomerno vrteč, zaporedoma na vseh osem vrst lukenj, počenši od znotranje s 24 luknjami, dobiš vrsto osem tonov, kateri posebno prijajo ušesu sledeč drug drugega. Vrsta teh tonov se imenuje lestvica tonov ali skala tonov (*Tonleiter*). Tone te lestvice štejemo od najglobokejšega do najvišjega ter jih imenujemo: primo, sekundo, terco, kvarto, kvinto, seksto, septimo in oktavo, ali 1., 2., 3., 4., 5., 6., 7. in 8. ton. Prvi ton lestvice se imenuje tudi osnovni ton (*Grundton*). — Število, katero pove, kolikokrat več tresajev v jedni sekundi pripada jednemu tonu nego drugemu, imenujemo primerno višino tona (*relative Tonhöhe*).

Deleč število lukenj vsake vrste s številom lukenj (24) notranje vrste dobimo kvocijente, kateri zaznamujejo primerne 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 primerne 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 i. t. d. Ako znamo primerno višino dveh tonov in absolutno višino jednega teh tonov, lahko izračunamo tudi absolutno višino drugega. Ako je n. pr. absolutna višina osnovnega tona 261, potem je absolutna višina kvinte $261 \times \frac{3}{2} = 391.5$, absolutna višina sekste $261 \times \frac{5}{3} = 435$ i. t. d.

V fiziki zaznamljamo posamezne tone lestvice tonov s črkami *C, D, E, F, G, A, H* in *c*. Ton *c* more biti zopet osnovni ton druge višje lestvice tonov, katero zaznamljamo potem s črkami *c, d, e, f, g, a, h, c'*. Oktava tona *c'* je *c''* i. t. d.

Od tona *C* globokejše oktave imajo znake: *C₁, C₂*, i. t. d.

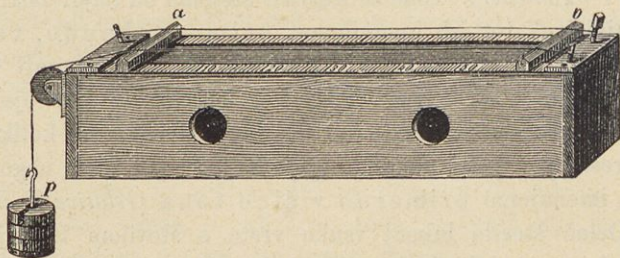
Da moremo katerikoli ton navedene lestvice jemati za osnovni ton posebne lestvice, je potrebno, da nekoliko znižamo ali pa povikšamo nekatere tone navedene lestvice. Ti novo dobljeni toni se imenujejo poltoni (*Halbtöne*). — (Natančnejši pouk o tem spada v nauk o glasbi.)

Dva tona imenujemo zglasna (*consonierend*), ako istočasna ušesu prijata, nasprotno sta nezglasna (*dissonierend*). — Več zglasnih in istočasnih tonov tvori akord (*Akkord*).

§ 38. Zveneče strune.

Da preiskujemo zakone zvonečih strun, v to nam služi samostrun (*Monochord*), t. j. opla škrinjica od prožnih desk, čez katero moremo napeti jedno ali več strun (slika 41.). Jeden

Slika 41.



konec strune je pri *b* privezan, drugi pa se vije čez škripec ter nosi večjo ali manjšo utež. Pri *a* in *b* se struna opira na kobilici ali sedli; tretjo kobilico moremo postaviti med *a* in *b* na kateremkoli mestu ter tako skrajšati zvoneči del strune.

Poskusi: 1.) Potezaj z lokom ob struno tako, da se cela trese in zveni, ter določi višino njenega tona. — Potem postavi

premakljivo 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 bodeš, da je drugi ton dvakrat, tretji trikrat višji od prvega. Ako skrajšamo isto struno na polovico, tretjino, četrtno njene dolžine, daje 2, 3, 4krat višje tone.

2.) Izmed dveh jednako dolgih in jednako napetih strun od iste tvarine daje 2, 3, 4, ... krat debelejša 2, 3, 4, ... krat nižji ton.

3.) Izmed dveh jednako dolgih in jednako napetih strun od različnih tvarin daje višji ton tista, ki ima manjšo gostoto.

Strune od črev dajejo višje tone nego strune od žic.

4.) Ako obesiš na isto struno 4, 9, 16, ... krat večjo utež in torej struno tolikokrat bolj napneš, postane njen ton 2, 3, 4, ... krat višji.

Poskusi: *a)* Struno ab razdeli s kobilico na dva jednaka dela; na jedno polovico obesi papirne odrezke kot jahalce; ob drugo pa potezaj z lokom. Skakljajoči papirčki na drugi polovici ti kažejo, da se tudi ona trese. — *b)* Struno razdeli v tri jednake dele, kobilico postavi v prvo razdelišče, na drugi dve tretjini pa obesi zopet papirne jahalce, med temi jednega v drugo razdelišče. Ako potezaš z lokom ob 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 ob prvi četrtni, tresejo se tudi ostale tri četrtine; le točke koncem prve, druge in tretje četrtine ostanejo mirne. — Take mirujoče točke tresočih se teles imenujemo vozle (*Knoten*).

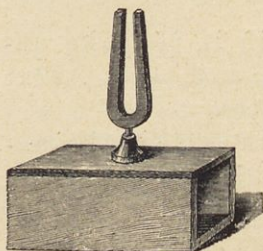
Dva sosedna in po vozlu ločena dela se treseta v nasprotnem zmislu; ko se gibljejo točke na levi od vozla navzgor, se gibljejo točke na desni od vozla navzdol in obratno.

Strune uporabljamo na citrah, glasovirih, goslih, tamburici i. t. d. — Zakaj na glasoviru niso vse strune jednako debele, in katere so najdebelejše? Pri brzojavnih žicah slišimo časih različne tone; kdo jih proizvaja?

§ 39. Zveneče palice.

Opazovanje nas uči, da dajejo prožne palice iste oblike in iste tvarine višje tone, ako so *a*) debelejšje, *b*) krajše.

Slika 42.



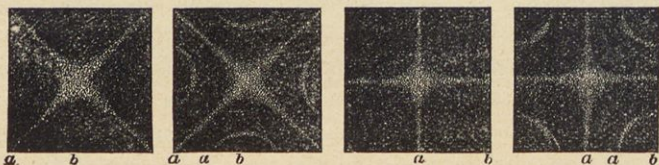
Izmed zvenečih palic so najbolj poznate glasbene vilice (*Stimmgabel*) (slika 42.). To je črki **U** podobno ukrivljena prožna jeklena palica, katera ima na ukrivljenem mestu držalo. Navadno so glasbene vilice pritrjene na otlo škrinjico od zelo prožnega lesa (resonančno dno ali donišče). Glasbene vilice zazvené, ako lahko ob nje udarimo ali pa potegnemo z lokom po njih.

Za ubiranje godal običajne glasbene vilice dajejo ton s 435 tresaji v jedni sekundi.

§ 40. Zveneče plošče.

Poskus: Središče štirioglate ali okrogle medene plošče utrdi v precepu z vijakom, ploščo pa posuj z drobnim peskom. Ako ob robu plošče potezaš z lokom, zazveni plošča; pesek na

Slika 43.



plošči pa odskakuje ter se zbira v nekih črtah, kjer ostane potem miren, dokler daje plošča isti ton. — Ista plošča more dajati različno visoke tone.

Črte, v katerih ostane pesek miren, imenujemo črte vozlovke (*Knotenlinien*). One tvorijo posebne like, Chladnijeve zvočne like (*Chladnische Klangfiguren*).

Zvočni liki so raznovrstni (slika 43.).

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

Oblika zvočnega lika je zavisna od tega, ali ima plošča na vse strani jednako gostoto ali ne, dalje, v katerih točkah je utrjena in v kateri točki potezaš z lokom ob njo. Sploh je zvočni lik sestavljen iz več vozlovk, kadar daje ista plošča višji ton.

Zvočne like je prvi opazoval in opisal Chladni (l. 1787.). — Zvonove si moremo misliti nastale iz ravnih plošč, katere so toliko upognjene in zavite, da so dobile dotično obliko. Na zvonu se tvorijo najmanj štiri vozlovke, ki dele zvonov obod v štiri jednake dele ter gredo od roba proti točki, v kateri je zvon utrjen. Tvoriti se jih pa more tudi 6, 8, 10 i. t. d.

Okrogle napete opne (*Membranen*), kakršne imamo na bobnih, se tresejo ali cele ali v oddelkih z vozlovkami, ki se tvorijo v sosednih krogih, ako udarjamo ob opno v njenem središču.

§ 41. Ustnične piščali.

Ustnična piščal (*Lippenpfeife*) sestoji iz štirioglate ali okrogle cevi *R* (slika 44.), ki ima na spodnjem delu ob strani ozko odprtino *c*, usta (*Mund*) imenovano. Gorenji rob te odprtine je priostren ter tvori zgornjo ustnico *ab* (*Oberlippe*); spodnji nje rob je spodnja ustnica (*Unterlippe*). V isti višini s spodnjo ustnico tiči v cevi *R* tristranična prizma *d* — jedro (*Kern*) tako, da pušča pri *c* ozko špranjo. Cev *R* stoji na drugi, manjši cevi — podnožju (*Pfeifenfuß*) in je na vrhu ali odprta ali zaprta. Z ozirom na to se zove piščal ali odprta (*offen*) ali zaprta (*gedeckt*).

Ako pihamo v podnožno cev, odhaja vpihani zračni tok skozi špranjo med jedrom in spodnjo ustnico, pri tem pa

Slika 44.



udarja ob zgornjo ustnico. Ti zračni udarci spravijo zrak v cevi *R* v tresno gibanje; — piščal zapiska, ako je zračno tresenje dovolj jako, sicer pa slišimo le šum.

Poskusi: *a)* Ako pihamo z isto silo v dve jednako dolgi piščali, katerih jedna je zaprta, druga pa odprta, daje odprta piščal za oktavo višji ton.

b) Da dajeta obe piščali jednako visoka tona, mora biti zaprta piščal za polovico krajša nego je odprta.

c) Izmed več odprtih piščali daje tista, ki je 2, 3, 4 . . . krat krajša, 2, 3, 4 . . . krat višji ton.

Isto velja tudi za zaprte piščali.

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

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

Ton odprte piščali se nekoliko zniža, ako zakriješ jeden del odprtine. — Da se zrak v piščali trese, o tem se prepričaš, ako majhen okvirček, prepet s tankim papirjem, posuješ z drobnim peskom ter ga na niti spustiš v piščalno cev; — pesek na papirju odskakuje. V odprti piščali ostane pesek miren, ako visi okvirček v sredi cevi; to kaže, da se nahaja ondi vozlovna ploskev.

Ustnične piščali v tej obliki, kakršno kaže slika 44., rabimo pri orgljah. Žvegle in pastirske piščali so tudi ustnične piščali.

§ 42. Piščal z jezičkom.

Piščal z jezičkom (*Zungenpfeife*) (slika 45.) sestoji iz treh delov: 1.) Iz otle štirioglate ali okrogle cevi, v katero se piha zrak skozi njeno podnožje. 2.) Iz manjše cevi, ki tiči v prvi in je zgoraj odprta, a na jedni strani tako zarezana, da nastane štirioglata podolžna odprtina. To odprtino zapira prožna kovinska ploščica, jeziček, ki je na zgornjem koncu utrjena, a drugače prosta. Jeziček more biti nekoliko manjši od odprtine, da se giblje skozi njo prav natančno, vendar ne dotikaje

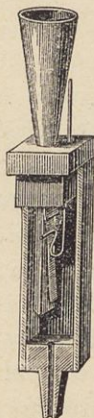
se odstranja; — ali pa večji, da ne more skozi odprtino. 3.) Iz nastavne cevi (*Ansatzröhre*), ki je podobna livniku in stoji na cevi z jezičkom.

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

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

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

Slika 45.



§ 43. Jakost zvoka.

Pok topa je dosti silnejši nego pok pištole. — Velik in težek zvon zveni jačje nego mali in lahek; slišimo ga tudi v večje daljave. — Ako potegneš z lokom ob napeto struno, daje sprva krepek ton, ki pa pojema, ko se struna trese v manjših razmahih. — V daljave kličemo z višjim glasom, da se nas more slišati. — Če stojimo blizu govornika, ga bolje slišimo, kakor če smo daleč od njega. — V zimskem času slišimo zvonjenje v večje daljave nego poleti, ko je zrak bolj topel in vsled tega tudi bolj redek.

Zvok je jačji: a) ako ima zvočeče telo večjo maso, b) ako se trese v večjih razmahih, c) ako je število tresajev v jedni sekundi večje ... 1).

V 2, 3, 4, ... krat večji razdalji od zvočečega telesa postane zvok 4, 9, 16, ... krat slabejši ... 2).

V isti razdalji od zvočečega telesa je zvok jačji, ako ima sredstvo zvoka večjo gostoto ... 3).

§ 44. Sozvočenje. Resonanca.

Poskusa: a) Na mizo postavi dvoje takih glasbenih vilic na resonančnih dneh, ki dajejo popolnem jednako visoke tone. Potegneš li z lokom ob jedne vilice, da dajejo krepek ton, zazvene tudi druge ter zvene tudi dalje, čeravno ustaviš prve, dotaknivši se jih. — b) Zapoješ li v odprt glasovir s krepkim glasom, zazvene vse strune, ki dajejo prav tako visok ton, kakršnega si zapel.

Zvočeče telo more v drugem prožnem telesu vzbujati tresenje, da proizvaja to samo zase prav tako visok ton, kakor prvo zvočeče telo. — Ta pojav imenujemo sozvočenje (*Mittönen*). — Telo sozvoči z drugim zvočnim telesom le takrat, ako se more z jednako hitrostjo tresti kakor prvo.

Poskusi: Prosto v zraku razpeta struna daje prav slab ton, katerega v večje daljave ne moreš slišati; njen ton se izdatno ojači, ako jo napneš čez otlo škrinjico od prožnega lesa. — Ton glasbenih vilic brez resonančnega dna 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.

Zvočeča telesa priobčujejo 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 zvoči prvo telo.

Glasbene vilice in struna imajo same zase premalo mase, da bi mogle v obdajajočem jih zraku vzbujati krepko tresenje. — Čemu imajo godala s strunami otle škrinjice od prožnega lesa, resonančna dna (*Resonanzboden*)?

§ 45. Odboj zvoka. Jek. Odmev.

Sprožiš li pištolo v primerni razdalji proti kakemu zidu ali skali ali gozdu, slišiš pištolin pok še jedenkrat, časih celo se večkrat. Pri tem se ti dozdeva, kakor bi bil sprožil nekdo drugo pištolo zadaj za zidom, skalo ali v gozdu.

V jednom in istem zvokovodu se širi zvok v premih črtah, zvočnih traki. Zadene li zvočni trak ob kako steno, se odbija ob njej prav tako in po istih zakonih, kakor se odbija svetloba ob zrcalih. Odbiti zvočni trak, dospevši v tvoje uho, proizvaja prav takšen, le nekoliko slabejši občutek, kakor neposredno od zvočila prihajajoči. Pri odboju (*Reflexion*) zvoka veljajo isti zakoni, kakor pri odboju svetlobe, namreč:

1.) Odbojni kot je enak vpadnemu.

2.) Vpadni trak, vpadna navpičnica in odbiti trak leže v jedni in isti ravnini.

3.) Odbiti trak leži glede vpadnega na nasprotni strani vpadne navpičnice.

Zvok se odbija sploh vsakokrat, ako se zvokovodu menja gostota.

Odbiti zvok provzročuje jek (*Echo*), ali pa odmev (*Nachhall*).

Pride li odbiti zvok v takem času do našega ušesa, da ga moremo razločiti od prvobitnega, nastane jek; pride li odbiti zvok v takem času do ušesa nazaj, da ga ne moremo natančno razločiti, ampak da nam le nekoliko podaljša prvobitni zvok, nastane odmev.

Prav lahko je določiti pogoje, kdaj nastane jek, kdaj odmev. Človeško uho more v jedni sekundi le devet zvokov natančno razločevati; vsak zvok sam zase more torej v ušesu biti $\frac{1}{9}$ sekunde. Hočemo li slišati jek, mora odbiti zvok do ušesa priti najmanj $\frac{1}{9}$ sekunde pozneje nego prvobitni. V $\frac{1}{9}$ sekunde nareja zvok približno 37 m dolgo pot. Ako je stena od nas 18.5 m oddaljena in ako od nas izhajajoči zvočni trakovi vpadajo na steno v pravem kotu, tedaj slišimo jednozložen jek (*einsilbiges Echo*).

Ako je stena, ki odbija zvok, 2, 3, ... krat 18.5 m oddaljena, tedaj lahko nastanejo 2, 3, ... zložni jeki; t. j. jek ponavlja od kakega govora zadnje 2, 3, ... zloge.

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

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

Odmev opazujemo prav lahko v vsaki večji prazni dvorani ali cerkvi. Odpravimo ga vsaj deloma, če ne popolnem, ako naredimo stene grbaste. Na takih stenah se odbija zvok nepravilno na vse strani ter izgublja na svoji jakosti; v polnih cerkvah n. pr. odmev ni toliko čuten kakor v praznih. — Vsakikrat, ko se zvok odbija, tudi nekoliko oslabi; nekoliko zvoka prehaja namreč tudi v novo sredstvo — v zvok odbijajoče telo. Skozi dvojna okna ropota z ulic ne slišiš tako močno kakor skozi jednojna. — Po razno gostih zračnih plasteh razširjajoči se zvok zelo oslabeva. V noči se nam dozdeva vsak ropot jačji nego po dnevu.

Na odboj zvoka se opira uporaba doglašala (*Sprachrohr*) in slušala (*Hörrohr*). Doglašalo je stožkovita 1 do 2 m dolga cev od kake trdne tvarine. Govorimo li v doglašalo na ožjem koncu, se zvočni traki na odstranjanju 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 zmislju. Na široko odprta cev prestreza zvočne valove, jih zbira ter vodi bolj zgoščene do ušesa.

VI. Iz nauka o svetlobi.

(Glej I. stopnjo §§ 68. do 73.)

Ponovilo. Kaj imenujemo svetlobo? — Katera telesa so samosvetla, katera temna? — Katera telesa so prozorna, katera neprozorna, katera prosojna? — Kako in s katero hitrostjo se svetloba širi? — Kako nastane senca? — Od česa je svetlost razsvetljenih teles zavisna? — Po katerih zakonih se odbija svetloba? — Katera telesa imenujemo ravna zrcala? — Kakšne so slike, ki jih dajejo ravna zrcala?

§ 46. Vdrto ali jamasto zrcalo.

Kroglin odsek, katerega vdrta ali jamasta stran je tako gladka in leska, da pravilno svetlobo odbija, imenujemo vdrto ali jamasto zrcalo (*Hohl- oder Konkavspiegel*).

Recimo, da je AB (slika 64.) jamasto zrcalo, da je točka C središče tiste krogle, h kateri pripada odsek, in da je D točka v središču zrcalne ploskve, optično središče (*optischer Mittelpunkt*) imenovana. Prema DC , ki veže optično središče s središčem krogle, se imenuje optična os, lok AB širina ali odprtina zrcala.

Kroglini polumeri stoje pravokotno na zrcalnem površju, torej določujejo ob jednem tudi vpadne navpičnice. — Svetlobni traki, idoč skozi središče C , vpadajo v pravih kotih na zrcalo, torej se odbijajo v isto mer. Taki svetlobni traki so glavni traki (*Hauptstrahlen*).

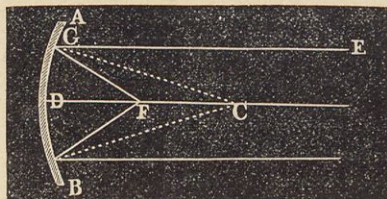
Poskusi: Jamasto zrcalo drži proti solncu, da vpadajo solnčni traki vzporedno z njegovo osjo, odbite trake pa prestrežaj na malem koščeku prozornega papirja.

Odbiti solnčni trakisestikajov točki F (slika 47.), ležeči med točkama C in D . Tu se užigajo lahko gorljive reči, n. pr. kresilna goba, užigalice; svetloba pa je zelo jaka. Točka F se imenuje gorišče (žarišče, *Brennpunkt*), nje razdalja od točke D (slika 46.) je daljina gorišča (*Brennweite*). Kakor uče natančno opazovanje in računi, razpolavlja točka F premo CD .

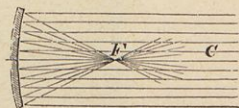
Vzporedno z osjo vpadajoči svetlobni traki se sečejo, ko so bili na zrcalu odbiti, v jedni točki, v gorišču, katero razpolavlja zrcalov polumer... 1.).

Postaviš li gorečo svečo ali kako drugo majhno svetlo telo v gorišče F ter prestrezaš na zrcalu odbite trake, najdeš jih z osjo vzporedne.

Slika 46.



Slika 47.



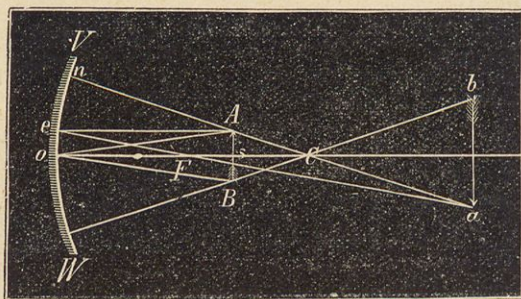
Iz gorišča na jamasto zrcalo prihajajoči svetlobni traki se odbijajo na zrcalu v take meri, da so po odboju z optično osjo vzporedni . . . 2.).

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 trake. V neki razdalji od zrcala dobiš na zaslonu večjo in vzvrnjeno sliko goreče sveče.

Svetel predmet, stoječ med goriščem in središčem jamastega zrcala, daje zadaj za goriščem večjo in vzvrnjeno sliko . . . 3.).

Ta slika se imenuje objektivna ali fizična, ker jo moremo na papirju prestrezati. Na zrcalu odbiti svetlobni traki se v resnici stikajo v točkah te slike.

Slika 48.



Kako nastane ta slika, o tem se prepričaj lahko z načrtovanjem. — Misli si, da je AB (slika 48.) svetel predmet, stoječ pred zrcalom VW pravokotno na njegovi osi. — Svetlobni trak An , katerega podaljšek meri skozi središče C , vpada na zrcalo pravokotno ter se odbija v svojo mer. Svetlobni trak Ae , ki je vzporeden z osjo Co , se odbija (po 1.) skozi gorišče F ter se seče z odbitim trakom 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 slede isto tako, kakor slede točke na predmetu druga drugi, ab je torej slika predmeta AB , večja je nego predmet AB , vzvrnjena in od zrcala bolj oddaljena nego točka C .

Isto tako se prepričaš s poskusi o resničnosti teh zakonov:

Slika v središče jamastega zrcala postavljenega svetlega predmeta leži tudi v središču, je vzvrnjena in prav tolika, kakor predmet . . . 4.).

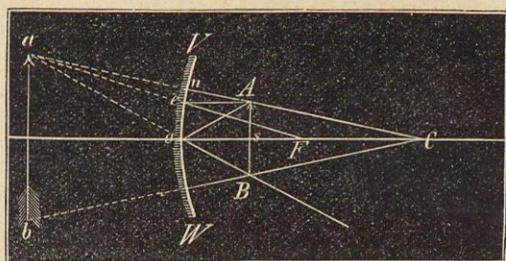
Svetel predmet, ki je od zrcala bolj oddaljen nego zrcalovo središče, daje med goriščem in središčem vzvrnjeno in zmanjšano sliko . . . 5.).

Čim bolj oddaljuješ predmet od zrcala, tem bolj se zmanjšuje njegova slika in tem bolj se bliža gorišču.

Svetel predmet, stoječ med goriščem in zrcalom, daje zadaj za zrcalom povečano in po koncu stoječo sliko . . . 6.).

Ta slika se ne da prestrezati, torej je le geometrična ali navidezna.

Slika 49.



Z načrtovanjem dobivaš to sliko tako-le:

Misli si, da je AB (slika 49.) svetel predmet, stoječ med zrcalom VW in med goriščem F , in da zaznamlja C zrcalovo središče. Glavni trak AC se odbija v svojo mer, vzporedno z osjo vpadajoči trak Ae se odbija skozi gorišče F . Ta dva odbita svetlobna traka se sečeta zadaj za zrcalom, ako ju le zadosti podaljšaš. Slika točke A je torej v točki a zadaj za zrcalom. Iz istega vzroka je b slika točke B in ab slika predmeta AB .

Jamasta zrcala uporabljamo: da majhne predmete povečujemo (pri drobnogledih), da kak majhen prostor razsvetljujemo, da užigamo lahko gorljive reči i. t. d.

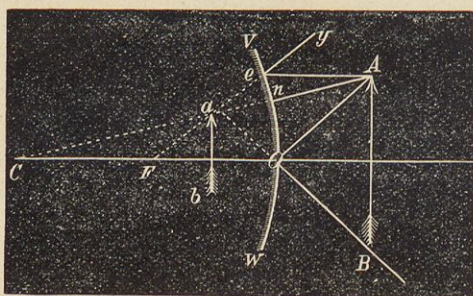
§ 47. Izbočeno zrcalo.

Kroglasto telo, katero je na svojem zunanjem, izbočenem površju lesko in tako uglajeno, da odbija svetlobo, imenujemo izbočeno zrcalo (*Konvexspiegel*).

Poskus: Gledaš li v izbočeno zrcalo, n. pr. v stekleno kroglo, katera je znotraj obložena s kositrovim amalgamom, vidiš v njem po koncu stoječe in zmanjšane slike onih predmetov, ki stoje pred zrcalom. Predmeti, ki so od zrcala bolj oddaljeni, dajejo manjše in od zrcala bolj oddaljene slike, nego predmeti, stoječi blizu njega.

Solnce daje v izbočenem zrcalu sliko, ki je majhna kakor točka in izmed vseh slik od zrcalne ploskve najbolj oddaljena. — Na zrcalo vpadajoči vzporedni svetlobni traki se odbijajo na zrcalu tako, da se stikajo po odboju njih podaljški v jedni točki zadaj za zrcalom. To točko imenujemo navidezno ali geometrično gorišče izbočenega zrcala. Gorišče razpolavlja polmer zrcala.

Slika 50.



Z načrtovanjem dobivaš pri izbočenem zrcalu slike tako-le:

Misli si, da je VW (slika 50.) del izbočenega zrcala in da zaznamlja AB svetel predmet, od katerega izhajajo svetlobni traki. Iz točke A v mer preme AC prihajajoči svetlobni trak vpada pravokotno na zrcalo, zato se odbija v svoji meri. Svetlobni trak Ae , ki je vzporeden z osjo OC , se odbija v meri ey tako, da gre njegov podaljšek skozi gorišče F . Premi ey in AC se sečeta zadaj za zrcalom v točki a , ki je slika točke A . — Iz istega

vzroka je b slika točke B , ab slika celega predmeta AB . Slika ab se nahaja med točkama F in O in sicer je zrcalu tem bliže, čim bliže mu je predmet, in obratno.

Izbočena zrcala razpršujejo vzporedne svetlobne trake; imenujemo jih tudi razpršna ali razmetna zrcala (*Zerstreuungsspiegel*).

§ 48. Razpršba ali razmet svetlobe.

Površje hrapavih teles si lahko mislimo sestavljeno iz mnogoštevilnih na razne strani naklonjenih zelo majhnih ravnin. Svetlobni traki, ki izvirajo iz jedne 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.

Popolnem gladke ploskve bi ne mogli videti, ker bi pravilno odbijala vso svetlobo. Takih ploskev vendar ni. Zrcala še toliko uglajena imajo vendar le majhne jamice in grbe, na katerih se svetloba razpršuje ter dela zrcala vidna.

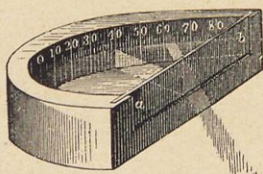
V zraku plavajoči prah nam dela solnčne svetlobne trake vidne. — Solnčna svetloba se razpršuje tudi na zračnih molekulih, vodenih kapljicah in prašnih delih v zraku; torej je lahko razvidno, da imamo razsvetljene tudi prostore, v katere neposredno ne dohaja solnčna svetloba. — Jutranjemu in večernemu svitanju vzrok je razpršba solnčne svetlobe v višjih zračnih plasteh. Zjutraj, ko je solnce še pod obzorom, in zvečer, ko je že zatonilo, dohajajo njegovi traki v višje zračne plasti ter se na teh razpršujejo na vse strani. Ta razpršena svetloba dela nam zgornje zračne plasti vidne. Svitanje neha ali se začenja, ko je solnce 18° pod obzorom. Na ravniku je svitanje najkrajše, proti tečajema pa traja več časa. Po letu traja v naših krajih skoro vso noč; meseca marca in oktobra pa le dve uri.

§ 49. Lom svetlobe.

Poskus: Slika 51. predstavlja iz pločevine narejeno posodo v obliki polukroga. Stena ab , ki gre skozi središče tega polukroga, ima natančno v središču polukroga ozko, s steklom

pokrito špranjo. Polukrog je razdeljen na ločne stopinje, in njegova sredina je zaznamovana z O . — To posodo napolni do polovice z vodo; skozi špranjo pa spusti snopič solčnih

Slika 51.

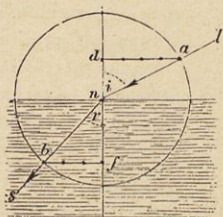


trakov tako, da jih vpada jeden del na vodo, drugi del pa gre skozi špranjo po zraku. Ako daš po zraku idočim svetlobnim trakom tako mer, da razsvetljujejo na obodu polukroga točko 60° , opaziš, da je razsvetljena tudi točka 40° , in sicer od onih svetlobnih trakov, ki gredo od oboda skozi vodo.

Poskus kaže, da menja svetloba svojo mer, ko prehaja iz zraka v vodo; — pravimo, da se svetloba lomi.

Svetloba se širi premočrtno le v jednom in istem sredstvu; kadar pa prehaja iz jednega sredstva v drugo, se deli na površju novega sredstva v dva dela. Jeden del svetlobe se odbija po zakonih, ki so nam že znani, drugi del pa prehaja v novo sredstvo, pri čemer menja svojo poprejšnjo mer ali se lomi.

Slika 52.



Mislino si, da je n (slika 52.) vpadišče iz zraka na vodo vpadajočega svetlobnega traka ln ter da ima ta trak v vodi mer ns .

Prema dn , stoječa v padišču pravokotno na površju novega sredstva, je vpadna navpičnica, kot i , katerega oklepata vpadni trak in navpičnica, je vpadni kot, kot r , katerega oklepata trak ns in vpadna navpičnica, je lomni kot (*Brechungswinkel*), trak ns pa lomljeni trak (*gebrochener Strahl*); ravnina lnd je vpadna ravnina (*Einfallsebene*), ravnina snf lomna ravnina (*Brechungsebene*). — Ako je lomni kot manjši od vpadnega, pravimo, da se svetloba lomi proti vpadni navpičnici (*zum Einfallslot*); ako je lomni kot večji od vpadnega, lomi se svetloba od vpadne navpičnice (*vom*

Einfalltslote). — Pri gori popisanem poskusu znaša vpadni kot 60° , lomni kot 40° . V vodi se lomi svetloba proti vpadni navpičnici. — Sploh velja pravilo: Svetlobni traki se lomijo proti vpadni navpičnici, ako prehajajo iz redkejšega sredstva v gostejše; od vpadne navpičnice pa se lomijo, ako prehajajo iz gostejšega sredstva v redkejšo.

Ako pri poskusu (slika 51.) posodo toliko zasukneš, da razsvetljujejo skozi zrak idoči svetlobni traki točko O , razsvetljujejo skozi vodo idoči traki ravno isto točko.

Pravokotno na površje novega sredstva vpadajoči svetlobni traki se ne lomijo, marveč imajo v novem sredstvu isto mer.

Ako sukaš posodo tako, da se menjava vpadni kot svetlobe, menjava se tudi lomni kot; ako se je povečal prvi, povečal se je tudi drugi, in obratno.

Svetloba se lomi po teh dveh zakonih:

Lomljeni svetlobni trak ostaje v vpadni ravnini... 1.).

Napišeš li iz vpadišča n (slika 52.) s katerim koli polumerom krog, ki seče vpadni in lomljeni trak v točkah a in b , in ako potegneš iz teh točk na vpadno navpičnico pravokotnici ad in bf , ostane razmerje teh pravokotnic ($ad:bf$) jedno in isto, naj si je vpadni kot tolik ali tolik, dokler ne izpreme-nita svetlobni sredstvi svoje gostote... 2.).

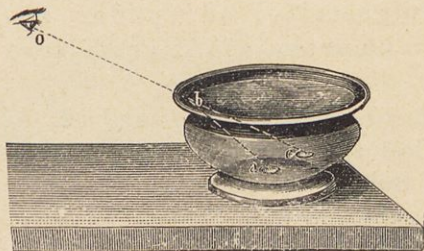
Prehaja li svetloba iz zraka v vodo, znaša to razmerje $\frac{4}{3}$, prehaja svetloba iz zraka v steklo, pa $\frac{3}{2}$ i. t. d.

Da se svetloba tudi lomi, ko prehaja iz vode v zrak, kaže ta-le poskus:

V posodo z neprozornimi stenami položi malo telo a (slika 53.), oko pa nastavi pri točki O tako, da tega telesa ne vidiš. Naliješ li v posodo vode, zagledaš to telo. — Od telesa v meri preme ab prihajajoči svetlobni trak se lomi na površju vode od vpadne navpičnice ter prihaja v tvoje oko v meri preme bo .

Astronomični lom svetlobe (*astronomische Strahlenbrechung*). Zrak je navzgor bolj redek kakor blizu zemeljskega površja. Svetlobni traki, ki prihajajo od nebesnih teles, se na svoji poti proti zemlji vsakikrat

Slika 53.



lomijo proti vpadni navpičnici, ko prehajajo iz manj gostih zračnih plasti v gostejše. — Posledica tega loma je ta, da vidimo nebesna telesa nekoliko bliže svojemu temenišču nego so v resnici. Jedino le telesa v svojem temenišču vidimo ondu, kjer so v resnici, ker vpadajo od njih izhajajoči svetlobni traki na posamezne zračne plasti pravokotno ter

se vsled tega ne lomijo. Druga nebesna telesa pa so proti temenišču tem bolj vzdignjena, čim bliže so obzoru. — Astronomični lom svetlobe nam podaljšuje dan približno za štiri do pet minut.

Kadar je zrak nemiren, se svetlobni traki vsak čas lomijo po drugih merih, kar nareja, da se nam predmeti dozdevajo nemirni, tresoč se.

§ 50. Popolni odboj svetlobe.

Poskus: V temni sobi napelji z ravnim zrcalom snopič solnčnih trakov proti štirioglati stekleni posodi, polni vode, toliko pošev od spodaj navzgor, da vpadajo na gladino vode približno v kotu 49° . Ako si vodi primešal nekoliko kredinega prahu, postane ti pot solnčnih trakov v vodi vidna. Ako gledaš na površje vode od zgoraj, ne vidiš solnčne svetlobe v nobeni meri, kar kaže, da ne izstopa čez gladino iz vode. Nasprotno pa vidiš vodo razsvetljeno proti drugi strani posode, kar kaže, da se vsa svetloba na površju vode odbija.

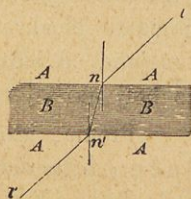
Svetlobni traki se lomijo na poti iz vode v zrak od vpadne navpičnice, in lomni kot je večji od vpadnega. Ako vpadni kot povečujemo, narašča tudi lomni kot, in na vsak način najdemo tolik vpadni kot, da je njemu pripadajoči lomni kot jednak 90° . Za vsak večji vpadni kot bi moral biti lomni kot večji nego 90° , kar pa ne more biti. Svetloba se potem več

ne lomi, ampak se popolnem 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.

§ 51. Lom svetlobe v sredstvih, ki so omejena z vzporednimi ploskvami.

Mislimo si, da je BB (slika 54.) prozorna plošča, omejena z vzporednima ploskvama AA , in da je gostejša od zraka. Vpadajoči svetlobni trak ln se lomi pri n proti vpadni navpičnici, pri n' pa od vpadne navpičnice. Vpadni kot pri n' je jednak lomnemu kotu pri n (ker sta izmenična kota), torej se mora izstopivši trak $n'l'$ pri n' toliko odkloniti od vpadne navpičnice, kolikor se je pri n te priklonil; ali $ln \parallel n'l'$. Gledaje pošev skozi steklene plošče vidimo predmete nekoliko v stran potisnjene, vendar ostane njih medsebojna leža ista. — Gledaje skozi tanko prozorno ploščo navadno še ne čutimo, da vidimo predmete potisnjene nekoliko v stran.

Slika 54.

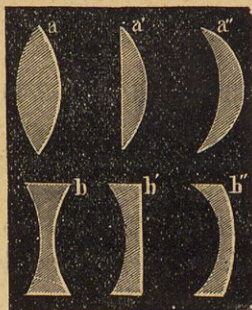


§ 52. Optične leče.

Vsako prozorno telo, ki je omejeno od dveh kroglastih, ali od jedne kroglaste in jedne ravne ploskve, se imenuje optična leča (*optische Linse*).

Leče v sredini debelejšje nego ob robih so izbočene ali zbiralne (*Konvex- oder Sammellinsen*); leče v sredini tanše nego ob robih so jamaste ali razpršne (razmetne) (*Konkav- oder Zerstreuungslinsen*) (slika 55.).

Slika 55.



Izbočene leče so:

1.) Dvojnoizbočena (*bikonvex*) *a*, omejena od dveh kroglastih ploskev, kateri obračata izbočeni strani navzven; 2.) ravnoizbočena (*plankonvex*) *a'*, omejena od jedne ravne in jedne kroglaste ploskve; 3.) jamastoizbočena (*konkavkonvex*) *a''*, omejena od jedne izbočene in jedne jamaste ploskve; izbočena ploskev je bolj ukrivljena nego jamasta.

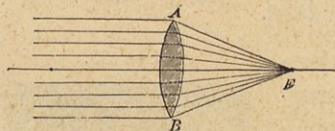
Jamaste leče so:

1.) Dvojnojamasta (*bikonkav*) *b*, omejena od dveh kroglastih ploskev, ki obračata jamasti strani navzven; 2.) ravnojamasta (*plankonkav*) *b'*, omejena od jedne ravne in jedne jamaste ploskve; 3.) izbočenojamasta (*konvexkonkav*) *b''*, omejena od jedne izbočene in jedne jamaste ploskve; jamasta je bolj ukrivljena nego izbočena.

Prema, idoča skozi središči mejnih ploskev, se zove os leče (*Achse der Linse*); točka na osi od obeh mejnih ploskev jednako oddaljena je optično središče leče (*optischer Mittelpunkt der Linse*).

I. Lom svetlobe v izbočenih ali zbiralnih lečah. Poskus: Lečo *AB* (slika 56.) drži proti solncu tako,

Slika 56.



da vpadajo solnčni traki na njo vzporedno z njeno osjo. Na drugi strani leče pa premikaj papirnat zaslon. Zadaž za lečo najdeš mesto, v katerem dobiš točki podobno, zelo svetlo sliko solнца. V bolj

oddaljenih ali leči bolj bližnjih mestih nego je to, razsvetljen je zaslon v večjem krogu. V točki *F*, v kateri se stikajo solnčni traki, prihajajoči iz leče, je tudi največja toplota; lahko gorljive reči, n. pr. kresilna goba, užigalice i. t. d., se užigajo. Točka *F* se imenuje gorišče (žarišče, *Brennpunkt*); njena razdalja od lečinega središča pa daljina gorišča (*Brennweite*).

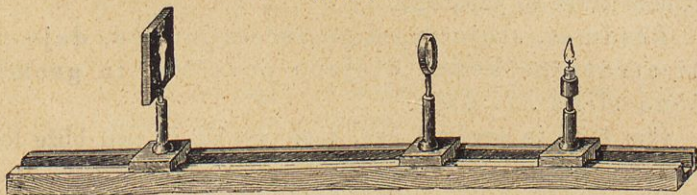
Ker moremo obrniti zdaj to, zdaj ono stran proti solncu, je razvidno, da ima vsaka leča dve gorišči: jedno na levi, drugo na desni strani; obe imata isto daljino.

Izbočena leča lomi svetlobne trake, ki vpadajo na njo vzporedno z njeno osjo, tako, da se na drugi strani leče sečejo v jedni točki — v gorišču... 1.).

Poskus: Ko si na tak način določil ležo gorišča, postavi v temni sobi v jedno gorišče gorečo svečo, zadaj za lečo pa papirnat zaslon. Zaslon je v raznih razdaljah za lečo v jednako velikem krogu razsvetljen; iz leče prihajajoči svetlobni traki so torej vzporedni.

Iz svetle točke v gorišču skozi izbočeno lečo prehajajoči svetlobni traki izstopajo iz nje vzporedno z osjo... 2.).

Slika 57.



Leča lomi vsak na njo vpadajoči svetlobni trak dvakrat, pri vstopu proti vpadni navpičnici, pri izstopu od vpadne navpičnice. Polmeri mejnih ploskev so ob jednom tudi vpadne navpičnice. — Načrtaj pot vzporedno z osjo vpadajočih trakov!

Za druge poskuse služi ta-le priprava: Na deski, v centimetre razdeljeni (slika 57.), postavljeni so po vrsti: goreča sveča, izbočena leča in papirnat zaslon. Ko si s pomočjo solčnih trakov določil daljino gorišča, moreš s to pripravo dokazati tudi te-le zakone:

Ako je razdalja svetlega predmeta večja nego dvakratna daljina gorišča, daje predmet na drugi strani leče vzvrnjeno in zmanjšano fizično sliko, ležečo med jedenkratno in dvakratno daljino gorišča... 3.).

Slika se zmanjšuje in bliža gorišču, ako se predmet oddaljuje od leče. Predmet v neskončni oddaljenosti daje sliko v gorišču, in sicer je slika le točka.

V dvakratni daljini gorišča stoječi predmet daje na drugi strani leče v isti razdalji vzvrnjeno, fizično in isto toliko sliko . . . 4.).

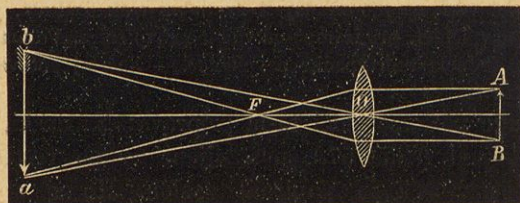
Ako je razdalja svetlega predmeta od leče manjša nego dvakratna daljina gorišča, pa večja nego jedenkratna, tedaj je njegova slika na drugi strani leče povečana, vzvrnjena, fizična in v večji razdalji, nego je dvakratna daljina gorišča . . . 5.).

Slika postaja vedno večja in se od leče bolj oddaljuje, ako se predmet bliža gorišču; stoji li predmet v gorišču, leži njegova slika v neskončni oddaljenosti — iz leče prihajajoči svetlobni traki so vzporedni.

Predmet, stoječ med goriščem in lečo, daje na isti strani po koncu stoječo povečano in geometrično sliko . . . 6.).

Čim bliže je predmet leči, tem manjša in tem bliže leči je njegova slika.

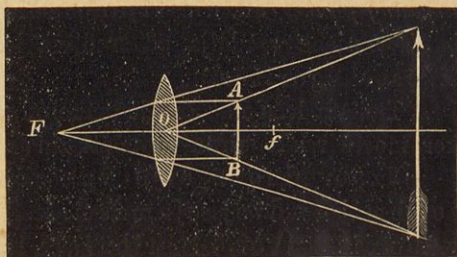
Slika 58.



O resničnosti navedenih zakonov se uverimo lahko tudi z načrtavanjem. Mislimo si dvojnoizbočeno lečo O (slika 58.) in pred njo svetel predmet, ki stoji pravokotno na osi leče ter recimo, da je F gorišče leče. Da določimo sliko točke A , je treba preiskovati pot najmanj dveh iz nje izhajajočih svetlobnih trakov. Svetlobni trak, na lečo prihajajoč v meri preme AO , vpada na lečo v tako malem kotu, da ga smemo smatrati za pravokotno vpadajočega. Torej se na desni mejni ploskvi ne lomi; iz istega vzroka se ne lomi tudi na drugi strani leče. — (Svetlobni traki, mereči skozi

središče leče, se v njej ne lomijo, imenujejo se glavni traki.) Drugi iz točke A prihajajoči svetlobni trak, kateri je zelo pripraven za določevanje slike, je z osjo vzporedno vpadajoči; ta meri, prihajajoč iz leče, skozi gorišče F in seče glavni trak AO v točki a . Točka a je torej slika točke A , in sicer fizična slika, ker se svetlobna traka v njej resnično sečeta. Iz istih vzrokov je b slika točke B in ab slika predmeta AB . ab je večja nego AB in leži izven dvakratne daljine gorišča. — Ko bi bil ab svetel predmet, bila bi AB njegova slika. (Zakaj?)

Slika 59.



Mislino si, da je svetel predmet AB (slika 59.) leži O bliže nego gorišče f ,

in da sta F in f gorišči leče. Z enakim postopanjem kakor poprej dobimo na tisti strani leče, kjer je predmet, večjo in po koncu stoječo sliko. Glavni trak AO in vzporedno z osjo vpadajoči trak se po izstopu iz leče ne sečeta na levi strani, pač pa njuna podaljška na desni. Slika je torej geometrična ter se ne da prestrezati.

Navedeni zakoni so veljavni za vse tri izbočene leče; vendar daljine gorišč niso pri vseh treh lečah jednake, čeravno so polumeri mejnih ploskev jednaki. Največjo daljino gorišča ima jamastoizbočena, najmanjšo dvojnoizbočena leča. Izbočene tri leče se imenujejo zbiralne, ker zbirajo vzporedno vpadajoče svetlobne trake v gorišču.

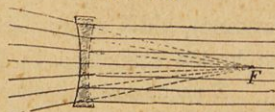
Zbiralne leče rabimo za zažigalna in povečalna stekla in za celo vrsto optičnih orodij.

II. Lom svetlobe v jamastih ali razpršnih lečah.

Poskus: Dvojnojamasto lečo

(slika 60.) postavi proti solncu tako, da vpadajo solnčni traki na njo vzporedno z njeno osjo. Za lečo pa premikaj papirnat zaslon. Iz leče prihajajoči svetlobni traki razsvetlujejo zaslon v vedno večjih krogih, ako ga

Slika 60.

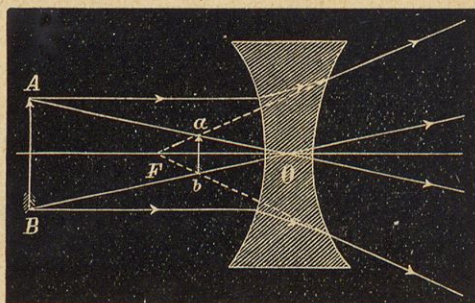


oddaljuješ od leče; razsvetljena ploskev na zaslonu ima v središču najmanjšo, ob obodu največjo svetlost. Iz tega razvidiš, da izstopajo svetlobni traki iz leče razhodno in da imajo takšno mer, kakor bi prihajali iz svetle točke F , ležeče pred lečo. Točka F se imenuje razpršišče (razmetišče) (*Zerstreuungspunkt*) ali umišljeno gorišče (*imaginärer Brennpunkt*); njena razdalja od središča leče je daljina razpršišča ali gorišča.

Tudi ta leča ima dve jednako od središča oddaljeni gorišči, ker moreš vsako stran obračati z istim vspehom proti solncu.

Vzporedno z osjo vpadajoči svetlobni traki se lomijo v dvojnojamasti leči tako, da izstopajo v merih, kakor bi prihajali iz gorišča pred lečo.

Slika 61.



Poskus: Ako gledaš skozi dvojnojamasto lečo kak večji predmet, vidiš ga na isti strani, kjer je v resnici, zmanjšanega, po koncu stoječega in leči nekoliko bliže.

Z načrtavanjem dobiš prav lahko slike, ki jih narejajo jamaste leče. — Misli si, da je AB svetel predmet pred lečo O (slika 61.), stoječ pravokotno na osi. Trak AO je glavni trak ter se v leči ne lomi. Vzporedno z osjo FO vpadajoči trak izstopa iz leče v meri, kakor bi prihajal iz gorišča F , njegov podaljšek pa seče glavni trak v točki a , ki je slika točke A . — Iz istih vzrokov je ab slika predmeta AB . Ta slika je navidezna, manjša kakor predmet, stoji po koncu in se nahaja med lečo in goriščem.

Kar smo povedali o dvojnojamasti leči, velja tudi o drugih dveh jamastih lečah.

Zakaj imenujemo jamaste leče tudi razpršne leče? — Pokaži z načrtavanjem, kako lomi katerakoli jamastih leč na njo vpadajoče svetlobne trake! — Preiskuj z načrtavanjem, kako se izpreminjajo slike pri isti leči, ako se predmet leči bliža ali od nje oddaljuje!



B. Kemija.

(Glej I. stopnjo §§ 74. do 86.)

Ponovilo. Katere pojave imenujemo kemične? — Kaj je kemična privlačnost ali sorodnost? — Kaj si se učil o kisiku, vodiku, dušiku, ogljiku, žveplu in fosforu?

§ 53. Kemične prvine.

S pomočjo toplote, svetlobe, elektrike in še drugih sredstev moremo marsikatero telo razkrojiti v dve ali več različnih tvarin, n. pr. vodo v vodik in kisik. Izkušnja pa nas uči, da so tudi taka telesa, ki se doslej z nobenim izmed poznanih pripomočkov niso dala razkrojiti v druge tvarine. Taka telesa imenujemo kemične prvine (*chemische Elemente oder Grundstoffe*).

Kisik, vodik, dušik, ogljik, žveplo in fosfor, o katerih smo govorili v I. stopnji §§ 75. do 86., so kemične prvine.

Prvine, katerih je doslej znanih blizu 70, delimo v kovine (*Metalle*) in nekovine (*Ametalle oder Metalloide*). Kovine so, izimši živo srebro, pri navadni temperaturi trdna, neprozorna, v vodi neraztopljiva in vlečna telesa, dobri prevodniki toplote in elektrike, imajo tudi neko posebno svetlost (kovinsko svetlost, *Metallglanz*). Kovine so lahke, če imajo manjšo specifično težo nego 5, sicer so težke. Nekovine so nekatere trdne, nekatere plinaste, ali časi kapljivotekoče, in se po svojih svojstvih kaj zelo razlikujejo.

§ 54. Kemični osnovni zakoni.

a) Ako razvročimo v epruveti zmes, sestojeko iz 7 g železnih opilkov in 4 g žvepla, dobimo kemično spojino železov sulfid (glej I. stopnjo § 74.), ki tehta natančno 11 g. —

Če pa zmešamo n. pr. 9 g železnih opilkov s 4 g žvepla ter razvročimo to zmes, dobimo tudi le 11 g železovega sulfida, poleg tega pa ostaneta 2 g čistega železa, katero moremo z magnetom ločiti od sulfida. — Železo se torej spaja z žveplom le takrat, ako sta si teža železa in teža žvepla kakor 7 proti 4. — b) Goreči magnezij se spaja s kisikom v bel prah, magnezijo ali magnezijev oksid, in sicer vedno le tako, da nastane iz vsakih treh gramov zgorelega magnezija pet gramov magnezije. Obratno moremo magnezijo razkrojiti v magnezij in kisik, katerih teži sta si kakor 3 proti 2. — c) Galvanski tok razkrajja vodo v njeni sestavini, v kisik in vodik tako, da se razvija vsakikrat dvakrat toliko vodika kakor kisika in da ima razvijajoči se kisik osemkrat večjo težo kakor vodik. Obratno se spajata vodik in kisik v vodo, ako znaša prostornina vodika dvakrat toliko, kolikor prostornina kisika; nastala voda pa tehta prav toliko, kolikor tehtata vodik in kisik skupaj.

Iz teh poskusov, kakor tudi iz brezštevilnih drugih, katere so narejali kemiki, izvajamo ta velevažna zakona:

1.) Teža vsake kemične spojine je jednaka vsoti tež njenih sestavin.

2.) Kemične prvine se spajajo le v stalnih utežnih razmerjih; plinaste tvarine se spajajo tudi v stalnem razmerju prostornin.

V prirodi ostane torej množina tvarine neizpremenjena, jedna in ista.

Števila, katera povedo, v katerem razmerju se prvine medsebojno spajajo, imenujemo njih spojinske teže (*Verbindungsgewichte*).

§ 55. Atomi.

Najmanjše dele, v katere se da z mehaničnimi sredstvi razdeliti kako telo, imenujemo molekule. (Glej I. stopnjo § 3.). Molekuli sestojе iz iste tvarine, iz katere je sestavljeno vse telo. Kemija pa nas uči, da molekuli ne morejo biti najmanjši

deli tvarine, kajti vsak molekul vode sestoji iz vodika in kisika, vsak molekul železovega sulfida iz železa in žvepla. Najmanjše dele prvin, ki se nahajajo v molekulih spojeni, katerih pa ne moremo ne mehaničnim ne kemičnim potom dalje deliti, imenujemo atome (*Atome*).

Molekuli obstajajo sami zase, atomi pa ne. Če se atomi izločujejo iz kake spojine in takoj dobijo drugovrstne njim sorodne atome, tedaj se neposredno s temi spajajo v molekule novih spojin. Če pa drugovrstnih sorodnih atomov ni, potem se atomi iste prvine združujejo v molekule. Vsak molekul katerekoli prvine ali spojine sestoji iz najmanj dveh atomov.

Molekuli so najmanjši deli prvin in spojin, ki sami zase obstajajo, atomi pa so najmanjši deli prvin, ki se spajajo v molekule prvin in sestavin.

Molekuli različnih teles se glede teže in velikosti v obče razlikujejo. Iz mnogih dejstev pa sklepamo, da se nahaja v enakih prostorninah vseh plinastih teles pri isti temperaturi in pri istem tlaku jednako število molekulov (Avogadrova hipoteza).

Kemične spojine se vrše jedino le med atomi. Najprej razpadejo molekuli spajajočih se tvarin v atome, potem pa se združijo v nove molekule atomi tistih prvin, med katerimi je največja sorodnost. Pri kemičnih presnovah ima toplota zelo veliko ulogo, bodi si da jih provzročuje, bodi si da se pri teh razvija.

§ 56. Atomske teže.

Tudi atomi morajo imeti svojo težo, katere pa ne moremo določiti neposredno, ampak le posredno.

Z natančnimi poskusi so učenjaki dognali, da tehtja pod tlakom jedne atmosfere in pri temperaturi $0^{\circ} C$ jeden liter vodika 0.09 g, jeden liter kisika 1.44 g. Jeden liter kisika ima torej 16krat večjo težo nego jeden liter vodika.

Ker je v jednom litru vodika prav toliko molekulov kakor v jednom litru kisika in ker sestoji vsak molekul vodika in vsak molekul kisika iz po dveh atomov, tedaj mora biti vsak atom kisika 16krat teži kakor jeden atom vodika.

Vzamemo li težo jednega vodikovega atoma za jednoto teže, potem je teža jednega kisikovega atoma = 16.

V magneziji sta si teža magnezija in kisika kakor 3 : 2 ali 24 : 16. Ker je dokazano, da sestoji molekul magnezije iz jednega atoma magnezija in jednega atoma kisika, je jasno, da je jeden atom magnezija 24krat težji od jednega vodikovega atoma.

Na podoben način so spoznali kemiki utežna razmerja med atomi vseh prvin in pri tem našli, da je teža vodikovega atoma najmanjša. Vzeli so jo za jednoto teže ter izračunali, kolikorkrat so težji atomi drugih prvin. Našli so pa tudi, da so utežna razmerja atomov ista, kakor utežna razmerja, v katerih se prvine spajajo.

V naslednji tabeli so našteje najvažnejše kemične prvine; pristavljeni so jim kemični znaki in atomske teže.

I m e	Znak	Atom. teža	I m e	Znak	Atom. teža
Nekovine.			Kovine.		
Bor.	<i>B</i>	11	Aluminij	<i>Al</i>	27·3
Brom	<i>Br</i>	80	Antimon (Stibium)	<i>Sb</i>	120
Dušik (Nitrogenium)	<i>N</i>	14	Arzen (Arsenicum)	<i>As</i>	75
Fluor	<i>Fl</i>	19	Baker (Cuprum)	<i>Cu</i>	63·6
Fosfor (Phosphor)	<i>P</i>	31	Barij	<i>Ba</i>	137
Jod	<i>J</i>	127	Bismut (Bismuthum)	<i>Bi</i>	208·5
Kisik (Oxygenium)	<i>O</i>	16	Cink (Zincum)	<i>Zn</i>	65·4
Klor (Chlorum)	<i>Cl</i>	35·5	Kalcij (Calcium)	<i>Ca</i>	40
Kremik (Silicium)	<i>Si</i>	28	Kalij	<i>K</i>	39
Ogljik (Carbonium)	<i>C</i>	12	Kobalt (Cobaltum)	<i>Co</i>	59
Vodik (Hydrogenium)	<i>H</i>	1	Kositer (Stannum)	<i>Sn</i>	118·5
Žveplo (Sulfur)	<i>S</i>	32	Krom (Chromium)	<i>Cr</i>	52·1

I m e	Znak	Atom. teža	I m e	Znak	Atom. teža
Magnezij	<i>Mg</i>	24	Svinec (Plumbum) . .	<i>Pb</i>	207
Mangan	<i>Mn</i>	55	Uran	<i>U</i>	239·5
Natrij	<i>Na</i>	23	Volfram (Wolframium)	<i>W</i>	184
Nikelj	<i>Ni</i>	58·7	Zlato (Aurum) . . .	<i>Au</i>	197·2
Platin	<i>Pt</i>	194·8	Železo (Ferrum) . .	<i>Fe</i>	56
Srebro (Argentum) .	<i>Ag</i>	108	Živo srebro (Hydrar- gyrum)	<i>Hg</i>	200
Stroncij	<i>Sr</i>	87·5			

V prvem vertikalnem razredku 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 kemični znak prvine, v tretjem atomska (ob enem tudi spojinska) teža. Znaki prvinam so začetne črke njih latinskega imena, n. pr. znak za vodik (*Hydrogenium*) je *H*. Izmed dveh prvin z isto začetno črko dobiva pozneje poznata k prvi črki še drugo; n. pr. žveplo (*Sulfur*) ima znak *S*, kositer (*Stannum*) pa *Sn* i. t. d.

§ 57. Kemična pisava.

S kemičnimi znaki, katere smo navedli v poprejšnjem paragrafu, ne zaznamljamo samo prvin, ampak ob enem tudi utežna razmerja, v katerih se prvine spajajo. Tako pomenja *H* jeden atom vodika z atomsko težo 1, *N* pomenja jeden atom dušika z atomsko težo 14 i. t. d.

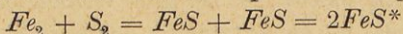
S temi znaki si predstavljamo ob enem tudi sestavo molekulov iz atomov s tem, da stavimo znak k znaku. Kemični znak ali formula za železov sulfid je *FeS* ter pomenja, da je molekul tega sulfida sestavljen iz jednega atoma železa (*Fe*) in jednega atoma žvepla (*S*), da sta si v vsakem molekulu teža železa in žvepla kakor 56 : 32, naposled da ima molekul železovega sulfida teža $56 + 32 = 88$.

Ako je molekul kake spojine sestavljen iz več atomov jedne prvine, zaznamljamo to s tem, da pridenemo znaku te prvine spodaj na desni še kazalec.

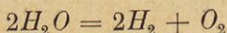
Znak ogljikove kisline je: CO_2 ter pomeni, da sestoji molekul ogljikove kisline iz jednega atoma ogljika (C) in dveh atomov kisika (O_2) ter ima težo $12 + 16 \times 2 = 44$.

Več molekulov kakega telesa zaznamljamo s koeficijentom; n. pr. $3CO_2$ pomeni tri molekule ogljikove kisline.

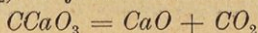
Kemične presnove (*Prozesse*) zaznamljamo z jednačbami. Pred jednačaj stavimo prvine ali njih spojine pred medsebojno zvezo, za jednačajem pa proizvede njih spojitve. Take jednačbe imenujemo potem črteže kemičnih presnov. N. pr.:



pomeni, da se spajata po jeden molekul železa (Fe_2) in jeden molekul žvepla (S_2) v dva molekula železovega sulfida ($2FeS$).

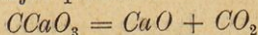


pomeni, da se razkrojita dva molekula vode (H_2O) v dva molekula vodika (H_2) in jeden molekul kisika (O_2).



pomeni, da se razkroji jeden molekul marmorja ali kalcijevega karbonata ($CCaO_3$) v jeden molekul kalcijevega oksida ali žganega vapna (CaO) in v jeden molekul ogljikove kisline (CO_2).

V utežnih razmerjih pomeni:



$$12 + 40 + 3 \times 16 = (40 + 16) + (12 + 2 \times 16)$$

$$90 = 46 + 44, \text{ t. j.:}$$

iz 90 utežnih delov marmorja dobimo 46 utežnih delov žganega vapna in 44 utežnih delov ogljikove kisline.

§ 58. Kisline. Osnove. Soli.

Kisik se spaja z vsemi prvinami, izimši fluor. Spajanje kisika s kako drugo prvino imenujemo okisanje ali oksidacijo (*Oxydation*); proizvede okisanja pa okise ali okside (*Oxyde*).

* Navadno pišemo: $Fe + S = FeS$, kar sicer ni popolnem pravilno, pa je malo bolj pregledno ter pomeni, da se iz pojednega atoma železa in pojednega atoma žvepla tvori jeden molekul železovega sulfida.

Nekateri okisi so v vodi raztopljeni, kislega okusa in porudečijo modro lakmovo tinkturo, n. pr. ogljikov dvokis. Take okise imenujemo kisle (*sauer*); njih raztopine v vodi pa kisline (*Säuren*).

Druga vrsta okisov je v vodi raztopljiva, pa lužnatega okusa in pomodri rudečo lakmovo tinkturo, n. pr. žgano vapno. Take okise imenujemo osnovne (*basisch*), njih raztopine v vodi pa osnove (*Basen*).

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

Jednaka svojstva kakor okisi imajo tudi nekatere druge spojine. Splošno imenujemo kislino vsako spojino, ki je kislega okusa in porudeči modro lakmovo tinkturo; — osnove pa so vse spojine, ki so lužnatega okusa in pomodre rudečo lakmovo tinkturo.

Kisline in osnove se čestokrat spajajo v nove spojine, katere imenujemo soli (*Salze*).

§ 59. Žveplove spojine.

Žveplo se kaj rado spaja s kisikom, z vodikom in s kovinami. Žveplove spojine s kovinami imenujemo sulfide (*Sulfide*).

1.) Žveplov dvokis (*Schwefeldioxyd*, SO_2) se tvori, ako žveplo gori v zraku ali v kisiku; izbruhajo ga po nekoliko tudi nekateri ognjeniki.

Žveplov dvokis je plin brez barve, kislega okusa, rezek in sili h kašlju. Živali poginejo v njem, goreča trska pa ugasne; torej ne služi ne dihanju ne gorenju. Voda je tega plina zelo pohlepna in dobi, ako se ga je nasrkala, isti vonj in okus, kakršnega ima plin. Na zraku si privzame taka raztopina kisika ter se spaja z njim v žvepleno kislino.

Ako postavimo kako rudečo cvetlico v posodo, ki je polna tega plina, izgubi cvetlica svojo barvo ter popolnem obledi. — Žveplov dvokis rabimo za beljenje slame, volne, svile, slonove kosti i. t. d.

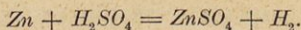
2.) Žveplena kislina (*Schwefelsäure*, H_2SO_4). Čista žveplena kislina je brezbarvna, oljasta tekočina, jako jedka, kisl in vode pohlepna. Ako ji prilijemo malo vode, se z njo spoji, pri tem pa se zelo močno segreje, časi celo toliko, da se pretvarja v pare, katere razpršijo tekočino vsled svoje razpenjavosti. (Kadar hočeš žvepleno kislino razredčiti z vodo, prilivaj kislino vodi, a nikoli narobe.)

Žveplena kislina odteguje zraku vodene hlape, jemlje rastlinskim in živalskim tvarinam vodo, oziroma kisik in vodik, ter jih razdene in zogleni. Nje gostota je 1.84; pri $326^{\circ}C$ zavre ter pušča na zraku megle.

S kovinami se kaj rada spaja, posebno če je nekoliko razredčena z vodo. Proizvode take spojitive imenujemo sulfate. Ako polijemo v stekleni posodi drobne kose cinka z razredčeno žvepleno kislino, začne v posodi močno šumeti, na plano pa uhaja plin — čist vodik. (Glej I. stopnja § 76.) Pri tem presnavljanju izgineva in razpada cink ravno tako, kakor raztopljiva telesa, kadar se tope v kaki kapljevini — zaradi tega časi tudi pravimo, da se cink v razredčeni žvepleni kislini topi, ali da je v njej raztopljiv.

V resnici pa se cink ne topi, marveč vrši se posebna kemična presnova, kajti izparivajoč tekočino, ki je v posodi ostala po zvršeni presnovi, ne dobimo več cinka, ampak čisto novo, belo in kristalasto telo, ki se imenuje bela galica ali cinkov vitrijol.

Črtež tej kemični presnovi je



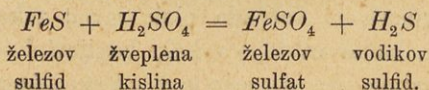
Cink (Zn) in žveplena kislina (H_2SO_4) se spojita v belo galico ($ZnSO_4$) in vodik (H_2) odhaja.

Drugi sulfati so n. pr. zelena galica ali železov sulfat (*Eisenvitriol*, $FeSO_4$), modra galica ali bakrov sulfat (*Kupfervitriol*, $CuSO_4$), mavec ali kalcijev sulfat (*Gips*, *Kalziumsulphat*, $CaSO_4$), Glauberjeva sol ali natrijev sulfat (*Glauber-salz*, *Natriumsulphat*, Na_2SO_4).

Žveplena kislina se dobiva s tem, da zgoreva žveplo v zraku, dotikaje se vode in solitarne kisline (HNO_3). Pri zgoretju žvepla nastali žveplov dvokis jemlje solitarni kislini kisik in vodik ter se pretvarja v žvepleno kislino. To je tako imenovana angleška žveplena kislina.

Razen te je običajna v trgovini tudi še kadeča se žveplena kislina, nordhausenska ali češka žveplena kislina (hudičovo olje). Ta se dobiva s prehlapanjem suhe, brezvodne železne galice; je oljasta in rujava ter pušča na zraku megle. Kadeča se žveplena kislina ni čista, primešan ima žveplov trokis (SO_3), ki na zraku odhaja ter se spaja z vodo v pare žveplene kisline. Uporaba žveplene kisline je zelo mnogovrstna, tudi v obrtstvu.

3.) Vodikov sulfid (*Wasserstoffsulfid*, *Schwefelwasserstoff*, H_2S). Poskus: V stekleni posodi polij železov sulfid (FeS) z razredčeno žvepleno kislino ter segrevaj to zmes. Razvijajoči se plin prestrezaj v posodi nad živim srebrom ali nad toplo vodo. Ta plin je vodikov sulfid ali žveplo-vodik. Črtež presnovi je:



Vodikov sulfid je plin brez barve, smrdeč po gnilih jajcih, plućam škodljiv in čist silno otroven. V zraku zgoreva z modrim plamenom v vodo in žveplov dvokis.

Voda ga vpija velike množine ter dobiva neprijeten, smrdljiv okus in poruđečuje modri lakmov papir.

Veliko kovin se v vodikovem sulfidu počrni; tvorijo se namreč kovinski sulfidi. Vodikov sulfid se razvija tudi ondu, kjer gnijo žveplenate rastlinske in živalske tvarine, n. pr. na gnojščih in straniščih. V žvepljenih toplicah ga je precej, spoznaš ga takoj po smradu.

§ 60. Fosforova kislina.

Ako gori fosfor na suhem zraku ali v kisiku, se tvori bel prah, anhidrid fosforove kisline (P_2O_5), kateri je vode zelo pohlepen in se spaja z njo (po črtežu $P_2O_5 + 3H_2O = 2H_3PO_4$) v fosforovo kislino (H_3PO_4). Ta kislina je brezbarvna in neotrovna tekočina ter se rabi v zdravilstvu; pri višji temperaturi izgubi vodo ter se pretvori v steklasto fosforovo kislino (HPO_3).

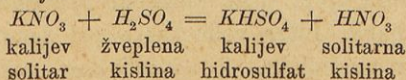
Spojine fosforove kisline s kovinami imenujemo fosfate ali fosforovokisle soli. — Najimenitnejši izmed vseh fosfatov je kalcijev fosfat ali fosforovokislo vapno (*phosphorsaurer Kalk*, $Ca_3P_2O_8$), ki je glavna sestavina kosti.

§ 61. Dušikove spojine.

Dušik sploh nima velike sorodnosti z drugimi prvinami, najmanjšo pa s kovinami.

1.) Solitarna kislina (*Salpetersäure* HNO_3). Dobitev: V retorti *a* (slika 62.) segrevaj kalijev solitar (KNO_3) in čisto žvepleno kislino. Razvijajoči se plin prestrezaj v posodo *b*, na katero pada curkoma mrzla voda. Z ohlajenjem se zgoščuje plin v kapljevino, in to je solitarna kislina.

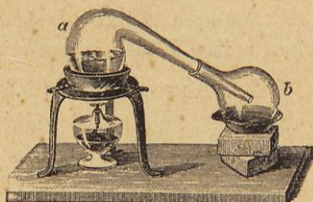
Črtež presnovi je:



kalijev sulfat ostane v retorti.

Čista solitarna kislina je pri navadni temperaturi podobna vodi, zelo kislega okusa in jedka. Nje gostota glede vode je 1.5, pri $86^\circ C$ zavre; na zraku pušča bele megle. Z vodo se rada meša v vsaki meri. Navadno se ne prodaje čista, ampak z

Slika 62.



vodo pomešana. Na solncu se polagoma razkrajja v kisik in dušikove okise, ki se v njej raztope in jo orumene.

Rastlinske in živalske tvarine, n. pr. les, kožo, lase, rogovino i. t. d., najprej orumeni, potem pa razje, ker jih okisuje.

V prodajalnicah se prodaja tudi kadeča se solitarna kislina, to je zmes čiste solitarne kisline in solitarne okisline (NO_2). Ta zmes je rumenkasto rudeča ali rumena in pušča na zraku rujavkaste megle; sicer pa deluje še bolj močno kakor čista solitarna kislina.

Solitarna kislina se spaja z vsemi kovinami, izimši zlato in platin, v solitarnokisle soli ali nitrates. Take soli so: srebrov nitrat ali peklenški kamen (AgNO_3), kalijev nitrat (kalijev solitar, KNO_3), natrijev nitrat (čilski solitar, NaNO_3) i. t. d.

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

Solitarna kislina se rabi kot zdravilo, za izjedanje in ločenje kovin, zlasti srebra in zlata, za prirejanje strelnega bombaža i. t. d.

2.) Amonijak (NH_3). Dobitev: V trgovini običajni salmijak pomešaj z jedkim vapnom ter segrevaj to zmes v retorti. Razvijajoči se plin je amonijak, prestrezati ga moraš nad živim srebrom.

Amonijak je plin brez barve, zelo bodečega vonja in peče v očeh. Sam ne gori in goreče tvarine ugasnejo v njem. Specifična teža glede zraka mu je 0.59. Pod tlakom $6\frac{1}{2}$ atmosfere ali pri temperaturi -40°C postane kapljivo tekoč, pri -80°C se strdi. Voda ga vpija prav pohlepno ter dobiva potem vsa svojstva amonijaka. Liter vode more pri temperaturi 15°C vpiti 700 litrov amonijaka. Z amonijakom nasičena voda se imenuje salmijakovec ali vodeni amonijak (*Salmiakgeist*, *Ätzamoniak*). Ako kapljivo tekoči amonijak izhlapeva, utaja se zelo veliko toplote, radi česar se temperatura njemu in njegovi okolici izdatno zmanjšuje. Tolšče se tope v amonijaku.

Amonijak se razvija v obili meri po gnojiščih in straniščih, posebno ob vlažnem vremenu, sploh vsakikrat, kadar gnijejo dušičnate tvarine.

Služi nam v zdravilstvu, za pranje in odstranjevanje tolšče iz oblačil, pa tudi za umetno prirejanje ledu.

§ 62. Ogljikove spojine.

Ogljik je bistvena sestavina vsake organske tvarine; zato se nahaja v prirodi brezštevilo ogljikovih spojin. Največjo sorodnost ima s kisikom, z vodikom in žveplom. O dveh ogljikovih spojinah, namreč o ogljikovem okisu (CO) in ogljikovi kislini (CO_2), smo govorili že v I. stopnji §§ 81. in 82. Ogljikova kislina se kaj rada spaja s kovinami; take spojine imenujemo karbonate ali ogljikovokisle soli (*Karbonate, kohlenaure Salze*). N. pr. kalcijev karbonat ali ogljikovokislo vapno (*kohlensaures Kalk, $CaCO_3$*), soda ali natrijev karbonat (*kohlensaures Natron, Na_2CO_3*), kalijev karbonat ali pepelik (*kohlensaures Kali, Pottasche, K_2CO_3*), i. dr.

Omeniti hočemo še nekaterih posebno važnih ogljikovih spojin.

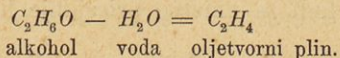
1.) Lahki ogljikovodik ali močvirni plin (*leichter Kohlenwasserstoff, Sumpf- oder Grubengas, CH_4*). Ako ruješ s palico po blatu na močvirnatem kraju, vzhajajo posebni mehurčki. Če prestrezaš te mehurčke v posebno posodo, dobiš močvirni plin. Ta plin je brez barve in vonja, gorenju ne služi, a sam gori s slabo svetečim plamenom, lažji je nego zrak, razvija se povsod, kjer rastline pod vodo počasi gnijo. Pomešan s kisikom in užgan razpokne s silnim treskom. Velike množine tega plina se razvijajo po nekaterih rudnikih. Rudarji ga imenujejo treskavi plin (*schlagendes Wetter*).

2.) Težki ogljikovodik, oljetvorni plin ali etilén (*schwerer Kohlenwasserstoff, ölbildendes Gas oder Äthylen, C_2H_4*). Dobitev: V retorti segrevaj alkohol (jedno prostornino)

z žvepleno kislino (tri prostornine). Pri tem se razvija plin — oljetvorni plin, prestrezaj ga nad vodo.

Žveplena kislina odvzame alkoholu nekoliko vodika in kisika v istem razmerju, v katerem sta v vodi spojena.

Črtež presnovi je:



Oljetvorni plin ali težki ogljikovodik je plin brez barve, slabega vonja in otroven. Gorenju ne služi, sam pa gori s svetlo svetečim plamenom, gostoto ima manjšo nego zrak. Z zrakom pomešan in užgan razpokne še s hujšo silo nego močvirni plin. S klorom se spaja v neko posebno oljasto tekočino, odtod njegovo ime: oljetvorni plin.

Ogljikovodik je glavna sestavina svetilnega plina.

Svetilni plin je zmes raznih gorljivih plinov, namreč močvirnega plina, etilena, ogljikovega okisa, vodika i. dr. Izdelujejo ga s tem, da destilujejo črni premog v posebnih tvornicah, plinarnah. V ta namen se premog razžariva v zaprtih glinastih posodah. Pri tem razžarivanju razvijajoči se svetilni plin ima v sebi še kotranove pare, ogljikovo kislino, amonijak in vodikov sulfid. Te tvarine deloma niso gorljive, deloma pa zmanjšujejo njegovo svetlivost. Zato ga je treba še očistiti. To se vrši tako, da se plin napelje skozi več posod, napolnjenih z različnimi tvarinami, katerih vsaka vsrkava to ali ono tvarino, ki bi zmanjševala njegovo svetlivost ali bila zdravju posebno škodljiva. Očiščeni svetilni plin nabiramo potem v plinohranu ali gazometru. Odtod ga napeljujemo po železnih ceveh na različne kraje, kjer ga rabimo v razsvetljavo. — Po dovršeni destilaciji ostaje v glinastih posodah neko sivkasto-črno in luknjičasto oglje, koks, katero je prav dobro kurivo.

Svetilni plin je brez barve, nekega posebnega neprijetnega vonja, malo ne polovico lažji od zraka in zdravju škodljiv ali otroven. Z zrakom pomešan daje zelo razpokljivo zmes. — Razvija se tudi pri vsaki goreči sveči, oljnati ali petrolejski svetiljki.

§ 63. Klor in nekatere njegove spojine.

Poskus: Naredi si zmes iz dveh delov kuhinjske soli, dveh delov rujavega manganovca, petih delov žveplene kisline in dveh in pol delov vode. Ako to zmes polagoma segrevaš v retorti, razvija se plin, klor, katerega lahko prestrezaš v pokončno posodo.

Klor je plin rumenkasto zelene barve in posebnega vonja. Ako ga dihaš, draži pluća, sili h kašlju in k pluvanju krvi, torej je otroven. Ker se da prestrezati v odprte in po koncu stoječe posode, je težji, kakor zrak (2.44 krat). Goreča trska v kloru ugasne, svetilni plin pa gori v njem prav tako kakor v zraku. Voda ga vsrkava precej pohlepno. Voda, ki je s klorom nasičena, se imenuje klorovnata voda (*Chlorwasser*) ter ima svojstva klora.

V prirodi nahajamo klor le v spojinah; največ ga je spojenega s kovinami, posebno pa z natrijem (*NaCl*, kuhinjska sol). S kovinami se spaja klor v kovinske kloride (*Chlor-metalle*).

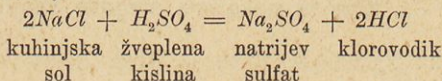
Posebno rad se spaja z vodikom. Zmes enakih prostornin obeh plinov razpokne, svetlobi izpostavljena, z glasnim pokom; plina se spojita v vodikov klorid ali klorovodik (*Chlorwasserstoff*). Organskim tvarinam jemlje klor vodik, spajajoč se ž njim.

Rastlinske barve, smrdljivi in škodljivi plini imajo več ali manj vodika v sebi; klor jim ga jemlje, s tem pa uničuje barve in škodljive pline. S klorom belimo platenine; s klorovnatim vapnom, t. j. z žganim vapnom, skozi katero je krožil klor, razkužamo zrak.

Klorovodik (*HCl*) dobivaš med drugim tudi tako-le:

V stekleno posodo daj zmes kuhinjske soli in žveplene kisline. Zmes se začne peniti in razvija se plin, ki se da prestrezati v po koncu stoječo posodo.

Črtež presnovi je :



Klorovodik je plin brez barve, bodečega vonja in zelo kislega okusa ter porudeči modro lakmovo tinkturo. Dihanju in gorenju ne služi, specifično težo ima večjo nego zrak. Voda ga vsrkava zelo pohlepno; jedna prostornina vode vsrka pri temperaturi $15^{\circ} C$ 480 prostornin klorovodika. Voda, ki je s klorovodikom nasičena, se imenuje solna kislina (*Salzsäure*).

Čista solna kislina je brezbarvna, jedka in na zraku kadeča se tekočina. Ako jo segrevaš, oddaje svoj klorovodik. Solna kislina, kakršna se dobiva navadno v prodajalnicah, ni čista, ampak ima v sebi nekoliko organskih tvarin, žveplene kisline in železovega klorida ter je rumene barve. Solna kislina raztaplja malo ne vse kovine; pri tem se spaja klor s kovino, vodik pa uhaja.

Zmes dveh delov solne kisline in jednega dela solitarne kisline se zove zlatotopna voda (*Königswasser*); v njej se topita tudi zlato in platin.

Solna kislina nam služi mnogovrstno: v zdravilstvu, barvarstvu, da narejamo klor in razne njegove spojine i. t. d.

§ 64. Brom. Jod. Fluor.

Brom je rujavkasto rudeča in otrovna tekočina zelo neprijetnega okusa. Pri navadni temperaturi izhlapeva, torej ga treba hraniti pod vodo. Rabi nam ali sam ali v spojinah v zdravilstvu in fotografiji. — Jod je pri navadni temperaturi trden, grafitu podoben in otroven; vonja pa bromu podobno. V vodi se slabo, v alkoholu in etru pa kaj rad topi. V alkoholu raztopljen se zove jodova tinktura in služi v zdravilstvu. Skrob dobiva od njega posebno vijoličasto barvo. — Fluor je plin, ki se samočist v prirodi ne nahaja. Največ ga je v fluoritu ali jedavcu. Ako v svinčeni posodi poliješ nekaj drobno

stolčenega jedavca z žvepleno kislino ter to zmes polagoma segrevaš, razvija se poseben brezbarven in zelo škodljiv plin, ki razjeda steklo in dela na koži hude mozole. Ta plin je vodikov fluorec (*FlH*, *Fluorwasserstoff*). Voda ga zelo pohlepno vsrkava in se imenuje potem jedavčeva kislina (*Flußsäure*).

Vodikov fluorec rabimo za pisanje v steklo. V ta namen prevlečemo steklo z voskom, potem pa načrtamo z jekleno iglo v vosek to, kar bi radi napisali v steklo. Ko se je to zvršilo, izpostavimo steklo v zaprti svinčeni posodi param vodikovega fluorovca; ta razje potem prosta mesta. Ako potem odstranimo vosek, se javi na steklu to, kar smo bili načrtali v vosek.

§ 65. 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 (v kremikovokislih soleh). Dobivamo ga iz njegovih spojin ali v drobnih, temnosivkastih, svetlih, luskavih in zelo trdnih kristalih, ali pa kot brezlik rujavkasto siv prah, ki se spoji, razvročen na zraku ali v kisiku, s kisikom v silicijev dvokis ali kremenico (*Siliziumdioxid* oder *Kieselerde*, SiO_2).

1.) Kremenica je ali kristalizovana ali brezlika, sedaj bolj, sedaj 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. Brezlika kremenica se nahaja v opalu in v kremenovi sigi (*Kieselsinter*). Kremenica ima veliko trdoto in se tali jedino le v plamenu gorečega pokalnega plina. Izimši jedavčevo kislino se ne spaja z nobeno drugo kislino. Ako se tali skupno ali z jedkim kalijem ali z jedkim natrijem, tvori se 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.

2.) Kremikova kislina (*Kieselsäure*, H_4SiO_4). Ako vodeno steklo polijemo z nekoliko solne kisline, se naredi neka nova, žolci podobna tvarina, kremikova kislina. Ta kislina se posuši v zraku v bel prah, v vodi in kislinah pa se raztopi. Ako jo razžarimo, 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 prihaja tudi v rastline in celo v živalska telesa. Nekatere rastline je imajo zelo veliko v sebi.

§ 66. Kalij in nekatere njegove spojine.

Kalij je svetla, lahka, pri navadni temperaturi kakor vosek mehka kovina, ki se pri $0^{\circ} C$ strdi ter postane krhka. Pri temperaturi $62^{\circ} C$ se tali, pri višji temperaturi tudi zavre ter pušča zelenkaste pare. S kisikom ima posebno veliko sorodnost. Na zraku izgubi kmalu svojo sijajnost ter se prevleče s sivo mrenico (kalijevim okisom, K_2N), prisvajajoč si iz zraka kisik. Če ga razvročimo tako, da ima zrak do njega pristop, se užge in gori z vijoličastim plamenom. V vodi pa se užge sam ob sebi. Razkraja namreč vodo, kisik in kalij se spajata, vodik pa postane prost. Pri tem razkrajanju se tvori tolika toplota, da se vodik užge. Kalij moremo shranjevati pod kamenim oljem ali petrolejem, ki nima v sebi kisika.

V prirodi se nahaja kalij jedino le v spojinah.

1.) Ogljikovokisli kalij ali pepelik (*kohlensaures Kali oder Pottasche*, K_2CO_3). Poskus: V navadni posodi polij lesni pepel z vodo. Čez nekoliko časa precedi to zmes, precedino pa pusti mirno stati, da se popolnem sčisti. Čista precedina ima lužnat okus in porumeni rudečo lakmovo tinkturo. Segrevajoč jo v porcelanasti posodi, da izhlapi vsa voda, dobiš sivo tvarino, ki se imenuje surova lugova sol ali surovi pepelik (*rohe Pottasche*). V njej se nahajajo tiste sestavine pepela, ki so v vodi raztopljive = katere je voda izlužila

(*ausgelaugt*). Natančno raziskovanje uči, da ima surovi pepelik v sebi največ ogljikovokislega kalija (kalijevega karbonata), poleg tega pa še tudi drugih soli, kakor klorkalija, žveplovokislega kalija in naposled še ostanke organskih tvarin, ki niso popolnem zgorele. Organske tvarine odstranimo s tem, da surovi pepelik v posebnih pečeh žgemo, dokler ne postane malo ne čisto bel. Žgani surovi pepelik nazivljejo v prodajalnicah kalcinovan pepelik (*kalzinierte Pottasche*).

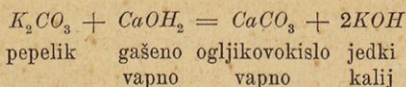
Za nekatere namene je treba žgani pepelik očistiti še drugih mu primešanih soli. To se zvrši tako, da se na pepelik ulije dva- do trikrat toliko mrzle vode, kolikor znaša njegova prostornina. V tej vodi se raztopi le pepelik, druge soli pa ne, ker so precej manj raztopljive nego pepelik. Ako se potem razstopina odlije in izpariva, dobi se čist pepelik.

Pepelik se rabi pri izdelovanju stekla, galuna, solitra in mila, pri pranju i. t. d. — Dobiva pa se sploh od lesnega pepela s tem, da se pepel luži v velikih lesenih posodah (lužnjakih), in da se čisti lug potem izpariva do suhega.

2.) Jedki kalij, kalijev hidroksid (*Ätzkali, Kaliumhydroxyd, KOH*). Dobitev: V železni posodi kuhaj raztopino od jednega dela pepelika v 12 delih vode, kateri si polagoma dodal $\frac{2}{3}$ gašenega vapna. Čez nekaj časa precedi za preskušnjo nekoliko te tekočine in ji prilij par kapljic solne kisline. Ako tekočina več ne vzkipi, odstavi posodo od ognja za toliko, da se tekočina sčisti; s pomočjo natege odtoči potem očiščeno tekočino od usedline.

Ako to tekočino v srebrni posodi do suhega izpariš in jo potem še žariš, dobiš kakor kamen trdo tvarino, jedki kalij ali kalijev hidroksid.

Pri kuhanju pepelikove raztopine in gašenega vapna odtegne vapno pepeliku ogljikovo kislino, spajajoč se z njo v ogljikovokislo vapno, jedki kalij pa se oprosti in raztopi v vodi. Črtež presnovi je:



V mirno stoječi posodi se usede ogljikovokislo vapno na dno, jedki kalij pa ostane raztopljen.

Jedki kalij je bela, neprozorna tvarina, lužnatega in zelo jedkega okusa. Ako ga toliko segrejemo, da postane temno-rudeč, se tali in tvori brezbarvno, olju podobno tekočino; v veliki vročini pa se pretvarja v pare in se tudi razkraja sam ob sebi. Na zraku se polagoma razmoči, prisvajajoč si vodenih hlapov. V vodi se kaj rad topi, pri čemer se razvija toplota; topi se tudi v vinskem cvetu. V vodi raztopljeni jedki kalij imenujemo kalijev lug (*Kalilauge*).

Jedki kalij (prav tako tudi kalijev lug) razjeda organske, posebno pa živalske tvarine (kožo, tolščo, volno) in je radi tega zelo nevarna tvarina.

Trden jedki kalij služi v zdravilstvu, v vodi raztopljen (kalijev lug) pa marsikaterim obrtnikom, vzlasti milarjem za izdelovanje mila in pericam, da iz perila odstranijo tolščinate pege.

Milarji pridelujejo kalijev lug neposredno iz lesnega pepela. V to svrho nakopičijo na kamenitih tleh kup pepela, na vrhu mu naredo jamo, katero izpolnijo z gašenim vapnom. Ko je čez nekoliko časa vapno razpalo, pomešajo vse vkupe, spravijo to zmes v lužnjake in jo polijejo z vodo. V 24 urah dobe dober lug.

3.) Kalijev solitar, kalijev nitrat (*Kalisalpeter*, *Kaliumnitrat*, KNO_3).

Kalijev solitar je bela sol, slanega in ob jednom tudi hladečega okusa ter tvori prozorne stebričaste kristale. Pri temperaturi $350^{\circ}C$ se tali v tanko tekočino, ki se pri višji temperaturi razkraja, oddajajoč kisik. V gorki vodi se rad topi, v mrzli pa le malo. Solitar je zelo krepko okisilo; fosfor, ogelj in žveplo zgore s silnim pokom in razpuhnejo, ako jim primešamo solitra in jih užgemo.

Solitar se dela povsod, kjer na zraku gnijejo živalske tvarine, n. pr. na gnojiščih, živalskih stajah i. t. d. V takih krajih se pokaže na zidovih in po kamenih kot bel prah ali tanka skorja. V nekaterih toplih pokrajinah na Ogrskem, v Vzhodnji Indiji in Egiptu cvete po deževnem vremenu iz

zemlje kot bel prah. Največ solitarja pa izdelujejo v tvornicah iz njegovih spojin, posebno iz čilskega solitra.

Solitar nam služi pri izdelovanju solitarne kisline, umetalnega ognja, v zdravilstvu in kot dober gnoj; z njim solimo svinjino, predno jo prekažamo. Največ pa se ga porabi za smodnik ali strelni prah.

Smodnik je zmes od 75 delov solitra, 12 delov žvepla in 13 delov oglja. Izdelujejo ga v smodnikarnah ali v stopah za smodnik. Najprej zmeljejo vsako tvarino zase v posebnih mlinih ali stopah v droben prah. Potem zmočijo ta prah z vodo in zmešajo vse tri reči; zmes pa stlačijo skozi sita, da se narede zrna. Ta zrna še zbrusijo in ugladijo v vrtečih se sodih ali bobnih.

Ako smodnik segrevamo, užge se najprej ogelj, od njega pa žveplo, obe telesi pa dobita od solitra toliko kisika, da hipoma zgorita in razpuhneta. Pri tem se razvija velika vročina (približno $2000^{\circ}C$) in poleg nekega trdnega telesa množina plinov: ogljikova kislina, dušik i. dr. Ti plini so sprva stisnjeni na majhen prostor, ki ga je zavzemal smodnik, torej imajo zelo veliko razpenjavost, ki se v nastali vročini še izdatno poveča. Ta razpenjavost je tista sila, ki meče iz topov in pušek izstrelke v ogrome daljave, ki trga in lomi najtrše skale, ako jih s smodnikom razstreljujemo.

4.) Klorovokisli kalij ali kalijev klorat (*chlorsaures Kali* oder *Kaliumchlorat*, $KClO_3$) je svetlo bela, kristalasta tvarina, hladečega in malo ne takega okusa kakor solitar. Tali se pri nizki temperaturi, ne da bi se razkrajal; pri višji temperaturi pa se razkraja in oddaje kisik. Zmes iz klorovokislega kalija in žvepla ali oglja razpokne že vsled kakega udarca.

Klorovokisli kalij rabimo v zdravilstvu, da narejamo umetalni ogenj, užigala, da dobivamo kisik i. t. d.

5.) Kremikovokisli kalij, kalijev silikat (*kieselsaures Kalium*, *Kaliumsilikat*). Kremikova kislina in kalij se spajata v različnih razmerjih. Ako stalimo kristalizovano kre-

menico (pesek) s pepelikom in lesnim ogljem, dobimo prozorno, steklu podobno tvarino, ki se v vreli vodi topi in se imenuje kalijevo vodeno steklo (*Kaliwasserglas*).

Kalijev silikat se nahaja kot sestavina mnogih rudnin, posebno obilo ga je v živcu.

Kalijevo vodeno steklo se rabi kot firnež. Lesena roba, katero smo pomazali z raztopino tega stekla, se prevleče s tanko stekleno skorjo. Ta skorja jo varuje, da se ne užge zlahka.

§ 67. Natrij in nekatere njegove spojine.

Natrij je srebrnosvetla, pri navadni temperaturi kakor vosek mehka kovina. Na zraku se polagoma okisuje kakor kalij. Sploh je kaliju zelo podoben; tali se pri višji temperaturi ($96^{\circ}C$) kakor kalij. Ako ga vržemo v vodo, poskakuje sem ter tje, ter jo razkraja, pri čemer se razvija vodik. Pri tem razkroju razvijajoča se toplota pa ni toliko, da bi se vodik užgal. Na zraku gori natrij z rumenim plamenom in se spaja s kisikom v natrijev oksid. Tudi natrij treba hraniti pod kamenim oljem.

V prirodi nahajamo natrij jedino le v spojinah.

1.) Natrijev karbonat ali soda (*Natriumkarbonat*, *Soda*, Na_2CO_3) je sol močno lužnatega okusa in pepeliku zelo podobna; razločuje pa se od njega posebno v tem, da se na zraku ne razmoči. Dobiva se v kristalih, ki imajo 63 odstotkov kristalne vode. V vodi se kaj rada topi. Na zraku hitro prepereva in razpada v bel prah, ker izgubiva svojo kristalno vodo. Ako sodo segrevamo, se stali v svoji kristalni vodi, potem pa ta voda izpariva, da dobimo naposled sodo brez vsake vode — žgano ali kalcinovano sodo (*kalzinierte Soda*).

Soda se nahaja samorodna ali pa v spojinah. Na nekaterih krajih Ogrske pricvete po letu iz tal kot bel prah. Nahaja se tudi v nekaterih vodah, posebno v tako zvanih 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 pepelik.

Soda se rabi pri izdelovanju stekla in mila, v barvarstvu, za beljenje tkanin, pri pranju i. t. d. Sploh služi istim namenom kakor pepelik, a je cenejša.

2.) Natrijev hidroksid ali jedki natrij (*Natriumhydroxyd* oder *Ätznatron*, NaHO) se dobiva iz sode in gašenega vapna na isti način kakor jedki kalij ter je bela in krhka tvarina, ki se v vročini zlahka tali in pretvarja v pare. V obče ima ista svojstva kakor jedki kalij in služi ravnostim namenom; v vodi raztopljen se imenuje natrijev lug (*Natronlauge*).

3.) Klornatrij, natrijev klorid ali kuhinjska sol (*Chlornatrium*, *Kochsalz*, NaCl) je najbolj razširjena in ljudem kakor živalim najbolj koristna natrijeva spojina. Nahaja se samorodna kot trd kamen, ali popolnem čista (kamena sol), ali pomešana z ilovico, vapnencem in sadro; naposled se nahaja tudi raztopljena v morju, v solinah in po nekoliko tudi v jezerih, vodnjakih in vrelih.

Čisto kameno sol kopljejo in lomijo kakor druge rude. Kjer pa je pomešana z drugimi tvarinami, jo raztopijo v vodi, pri čemer se primešane neraztopljive tvarine usedejo na dno. Iz čiste raztopine se dobiva sol z izparivanjem. Iz morske vode se dobiva sol v posebnih gredicah (*Salzgärten*). V ta namen napeljejo morsko vodo v plitve jame, kjer potem voda izhlapeva, sol pa ostane. Čisti klornatrij kristalizuje v kockah, ima značilno prijeten okus, topi se v vodi, v veliki vročini se tali in pretvarja v pare. Na zraku ostane suh; navzame pa se takoj vlage, če ima primešanih količjakaj drugih soli.

Kuhinjska sol je potrebna začimba našim jedilom, jako dobro tekne tudi živalim; z njo solimo meso, da si ga več časa ohranimo. Služi pa tudi obrtnikom pri izdelovanju sode, solne kisline i. t. d.

4.) Dvojno ogljikovokisli natrij (*doppeltkohlen-saures Natrium*, HNaCO_3) se dobiva v obliki drobnih, brezbarvnih in prozornih kristalov, ki se v vodi precej neradi topijo. Nahaja se v mnogih mineralnih vodah (slatinah). Rabi se posebno v zdravilstvu ter je dobro sredstvo proti mnogim kislinam, ki se časi tvorijo v želodcu.

5.) Žveplenokisli natrij, natrijev sulfat ali Glauberjeva sol (*schwefelsaures Natrium*, *Natriumsulphat* oder *Glaubersalz*, Na_2SO_4) se prodaja v obliki debelih, prozornih kristalov, v katerih je do 55 odstotkov vode. Na suhem zraku izgubivajo kristali svojo vodo ter razpadajo v bel prah. V vodi se Glauberjeva sol rada topi. Nahaja se v mnogih mineralnih vodah in solinah, po nekoliko tudi v morski vodi in krvi. Rabi se pri izdelovanju sode in stekla, pa tudi kot zdravilo.

6.) Kremikovokisli natrij, natrijev silikat (*kieselsaures Natrium*, *Natriumsilikat*) ima podobna svojstva kakor kalijev silikat. Vodena razstopina natrijevega silikata se imenuje natrijevo vodeno steklo (*Natronwasserglas*).

§ 68. Steklo.

Steklo je zmes dveh ali več skupaj staljenih kremikovih spojin ali silikatov. Čisto steklo je brezbarvno, popolnem prozorno, trdo in zelo krhko. Ako se toliko segreje, da žari v rudeči barvi, se zmehta kakor testo. Takrat se da napihniti, razvleči, zvaljati ali stiskati v kalupe. V veliki vročini se stali; takrat se da vlivati. V kislinah in sploh v kapljevinah se ne topi, jedina jedavčeva kislina ga nekoliko razjeda.

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

1.) Kalijevo steklo (*Kaliglas*) se izdeluje od ogljikovokislega kalija (pepelika), vapnenca in kremikove kisline, ki se nahaja v prirodi kot kremenjak, kresilnik, pesek i. t. d. To steklo je popolnem čisto in težko taljivo. Od tega stekla izdelujejo najboljše stekleno robo in steklenovino za take kemične 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.

2.) Natrijevo steklo (*Natronglas*) sestoji iz ogljikovokislega natrija (sode), vapnenca in kremikove kisline, je zelenkasto in se laže tali nego kalijevo steklo. Od tega stekla izdelujejo šipe za okna ali zrcala in raznovrstne namizne steklene posode.

3.) Svinčeno steklo (*Bleiglas*) se izdeluje iz svinčene gladkine, vapnenca in kremikove kisline. 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. V nekaterih kislinah se nekoliko topi. Takšnega stekla razločujemo glede na množino v njem nahajajočega se svinca tri vrste. Najmanj svinca ima v sebi kristalno steklo (*Kristallglas*), največ pa stras (*Stras*); flint ali kremikovo steklo (*Flintglas*) pa manj nego stras a več nego kristalno steklo. Od flinta izdelujejo optične leče, od strasa pa posnemke dragih kamenov.

4.) Navadno steklo za buteljke (*Bouteillenglas*) ima najmanjšo vrednost. Dobiva se iz najnavadnejših tvarin, iz vapnenca, gline, sode, pepelika, peska i. t. d. Časih ima v sebi železovega okisa in celo neke hribine (basalta in trahita). Barva mu je različna, n. pr. rujava, zelena, rumena i. t. d., ter je zavisna od železovih spojin, nahajajočih se v tvarinah, ki se rabijo za izdelovanje stekla.

Od takega stekla se izdelujejo steklenice za kislo vodo, za vino, pivo, zdravila i. t. d.

Barvano steklo se dobiva s tem, da se steklovini primešajo razni kovinski okisi. Kromov okis daje steklu smaragdno-zeleno barvo, bakrov okis zeleno, antimonov okis rumeno, manganov okis vijoličasto barvo.

§ 69. Aluminij.

Aluminij je svetlo bela, srebru podobna, pa zelo lahka kovina (specifična teža = 2.7). Zelo vlečna je in se da razkovati v prav tanke ploščice. Debelejši kosi obdržijo na zraku svojo

kovinsko svetlost in svetlo belo barvo; tudi pri žareči vročini se le v majhni meri spaja s kisikom (okisuje); pri temperaturi $700^{\circ} C$ zavre. V mrzli žvepleni in solitarni kislini se kaj malo topi, zlahka pa v solni kislini. Topi se pologama tudi v kalijevem in natrijevem lugu, pri čemer se razvija vodik.

V prirodi se nahaja aluminij jedino le v spojinah, a v teh je v rudnistvu zelo razširjen. Aluminijev okis ali glinica (*Aluminiumoxyd*, *Tonerde* oder *Alaunerde*, Al_2O_3) se nahaja čist in kristalizovan kot korun, rubin in safir, nečist kot smirek (*Schmirgel*). Največ aluminija pa je spojenega s kremikovo kislino (v aluminijevih silikatih), n. pr. v živcu, sljudi, glini in ilovici.

§ 70. Glina.

Glina (*Ton*) je jedrnata, gručava in krhka prst, ki se čuti med prsti opolzla, kakor bi bila mastna. Suha se prileplja na jezik in pušča neki poseben vonj, ako na njo hukamo, ali ako se je navzela nekoliko vlage. Vodo vpija hlastno, pa je ne propušča. Ako se je z vodo nasitila, postane mehka, vlečna in gnetna kakor testo. V ognju odda vsrkano vodo, se skrči in otrdi tako, da zveni; ob jednom pa postane tudi luknjičava.

Glina se tvori 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 ti naposled v prah, pri čemer se vrše tudi kemične presnove. Pravimo, da kamenje prepereva ali prhni (*verwittert*) ali: da oprstenuje ali se pretvarja v prst. Prhlenina (*Verwitterungsprodukt*) ostane časi na mestu, največkrat pa jo voda odnaša in naplavlja drugje v nižavah.

V kemičnem oziru je glina zmes aluminijevih silikatov, vapnenca in raznih spojin od magnezija, kalija, natrija in železa. Časi se nahajajo v njej tudi trohneče organske tvarine.

Glede na to, koliko ima glina v sebi jedne ali druge teh tvarin, razločujemo več vrst glin. Porcelanka (*Porzellanerde*) ali kaolin (*Kaolin*) sestoji malo ne iz same kremikovokisle

glinice. Ta je najbolj čista glina, barve je bele, v ognju se ne tali, tudi v najhujši vročini ne. Iz porcelanke se izdeluje najlepša in najboljša lončena roba. — Porcelanki zelo podobna je glina za pipe (*Pfeifenton*), ki je bele ali rumene barve. — Lončarska in suknarska glina (*Töpferton und Walkererde*) imata v sebi vapnenca in železovega okisa. V ognju se porumenita ali porudečita. Suknarska glina ima tudi to svojstvo, da vsrkava maščobo iz tolstih tvarin, ako jih namažemo s to glino, v vodi namočeno. Iz lončarske gline se izdelujejo in žgo navadne glinene posode; suknarska pa se rabi posebno v suknarnah. — Ilovica (*Lehm*) je zmes rumene gline z vapnencem, peskom in organskimi tvarinami. Iz ilovice se izdeluje in žge navadna opeka.

Ker je žgana glina precej luknjičava in torej propušča kapljevine, treba je glineno posodo, v kateri hočemo shranjevati kapljevine, na površju postekleniti ali položiti (*glasieren*). Navadno se to godi tako, da se žgana posoda namaže z zmesjo od kremenjaka in svinčene gladkine, potem pa se žge še jedenkrat. Pri žganju se loščevina raztopi in prevleče površje posode kot tanka steklena skorja.

§ 71. Železo.

Kemično čisto železo je bela, po barvi nekoliko srebru podobna, raztezna, žilava, trdna in lepo sijajna kovina. Na prelomu je zrnkasta, se da kovati in dobro ugladiti, tali se v veliki vročini; razbeljena se nekoliko omehča. Ako položimo dva razbeljena kosa železa drug na drugega ter ju s kladvom tolčemo, se tako poprimeta, da nju ne moremo več ločiti — pravimo, da sta se zvarila.

Na suhem zraku se železo ne izpremeni; na vlažnem pa se prevleče z neko temnorujavo skorjo — rjo, ki je spojina od železa in kisika. V razredčenih kislinah se topi. Staljeno železo topi v sebi ogljik, meša pa se tudi z drugimi prvinami, n. pr. z dušikom, fosforom, silicijem in žveplom. Potem pa dobiva drugačna svojstva, namreč drugačno taljivost, trdoto in prožnost.

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

Surovo ali lito železo (*Roh- oder Gußeisen*) ima v sebi dva do pet odstotkov ogljika, ki je deloma z njim spojen, deloma pa nespojen v obliki drobnih luskinic. Časi ima v sebi tudi še nekaj silicija, fosfora, mangana, žvepla i. dr. tvarin. Krhko je in zrnato, ne da se niti kovati niti variti. Tali se pri dosti nižji temperaturi kakor vsako drugo železo. Glede barve je sivo ali belo. V sivem litem železu ogljik ni spojen z železom, marveč mu je primešan le v obliki drobnih luskinic. Tako železo je precej mehko, se da vrtati, piliti in stružiti. Od tega se ulivajo različne reči (ulitine, *Gußwaren*), n. pr. 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%), časi tudi malce mangana in silicija. Tali se le v zelo veliki vročini (1600° C), je vlaknato, na prelomu rog-ljasto in sivo, odlikuje pa se po veliki vlečnosti in žilavosti. Da se dobro kovati in variti. Od kovnega železa izdelujejo razne žice, pločevino in vsakovrstne kovane železne reči.

Jeklo (*Stahl*) ima v sebi ogljika jeden do dva odstotka, poleg tega tudi nekoliko dušika, časi tudi malce mangana in silicija. Dobivamo ga ali od surovega železa, če temu odvzamemo nekoliko ogljika, ali od kovnega, ako temu dodamo nekoliko ogljika. Jeklo je sivobebe barve, zrnato in mehko, se da 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. Razbeljeno jeklo postane mehko, raztežno in zvarno kakor železo, če se ohlaja prav počasi, — 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 zlaturumeno, 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, n. pr. nožev, sekir, škarij, britev, pil, žag, svedrov, prožnih peres i. t. d.

Samorodnega železa je v prirodi zelo malo, zelo razširjene pa so železove spojine. Največ kemično spojenega železa je v tako zvanih »železnih rudah».

Najbolj imenitne železne rude so: magnetovec ali magnetni železovec (*Magneteisenstein*, Fe_3O_4 , 72% železa), rusi železovec (*Roteisenstein*, Fe_2O_3 , 70% železa), jeklenec (*Spateisenstein*, $FeCO_3$, 40 do 48% železa), železni kršec (*Schwefelkies*, FeS_2).

Nekoliko kemično 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 plavežih (*Hochöfen*).

§ 72. Baker.

Baker se odlikuje po posebni barvi, ki se po njem imenuje bakrena; je jako raztezen in žilav, se da dobro kovati, ne pa variti. Baker je izboren prevodnik toplote in elektrike. Na zraku izgubi polagoma svojo lepo barvo in svetlost ter potemni; na vlažnem zraku pa se prevleče z zeleno prevlako — bakreno rjo (*Grünspan*) ali ogljikovokislim bakrovim okisom (*kohlensaures Kupferoxyd*, $CuCO_3$), ker se polagoma spaja s kisikom in ogljikovo kislino, nahajajočo se v zraku.

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

S kislinami se baker precej rad spaja, posebno, če ima do njega pristop ob jednom tudi zrak. Vse bakrove spojine so otrovne in, če so v vodi raztopljive, tudi zopernega in gnjusnega okusa.

Baker se nahaja v prirodi samoroden in v raznih rudah spojen z drugimi prvinami. Dobiva se po največ iz bakrenih rud, n. pr. iz rudečega bakrenca (*Rotkupfererz*, Cu_2O), bakrenega sijajnika (*Kupferglanz*, Cu_2S), bakrenega kršca (*Kupferkies*, $Cu_2F_2S_4$).

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.

Od bakra se izdelujejo razne posode, kuje se denar, vlečejo se žice za elektrovođe i. t. d. Bakrene posode za jedila ali sploh takšne posode, ki pridejo v dotiko s kislinami, je treba znotraj pociniti ali pa kar največ snažiti, kajti sicer se dela bakrena rja ali zeleni volk.

§ 73. Cink.

Cink je bel, a. nagiblje malo na modro, kovinsko svetel, na prelomu zrnat; pri navadni temperaturi krhek in malo upogljiv. Pri temperaturi med 120 do $150^{\circ} C$ postane raztezen, v višji temperaturi pa zopet krhek; pri $420^{\circ} C$ se tali, pri $1000^{\circ} C$ se pretvarja v hlape. Ako staljeni cink na zraku razvročimo do $500^{\circ} C$, se užge in zgori s svetlim, belomodrim plamenom v cinkov okis (ZnO). Na suhem zraku obdrži dolgo svojo svetlost, na vlažnem pa kmalu potemni in se prevleče s sivo prevlakom, ki se ne topi v vodi in varuje pod njo ležeči cink daljšega okisanja. S kislinami rad vstopa v kemične spojine, cinkove soli, ki so otrovne.

V prirodi se nahaja le v spojinah. Dobiva se po največ iz dveh rud: iz kalamine (*Galmei*, $ZnCO_3$) in cinkove svetlice (*Zinkblende*, ZnS).

Uporaba cinka je mnogovrstna. Od cinkove pločevine izdelujejo razne posode, žlebove pri strehah, ž njo pokrivajo strehe i. t. d. Dosti cinka se porabi pri galvanjskih baterijah.

§ 74. Kositer ali cin.

Kositer ima belo barvo, ki se nagiblje nekoliko na modro, in lepo svetlost. Ako ga izprevijaš, škriplje. Mehkejši je nego zlato, tudi zelo raztezen, vendar od njega ne moremo delati

žic, ker ima zelo majhno trdnost. Dokler njegova temperatura ne preseže $100^{\circ} C$, se da razkovati v ploščice, tanke kakor papir, koje imenujemo stanijol. Pri $200^{\circ} C$ postane zelo krhek, pri $228^{\circ} C$ se tali, v veliki vročini pa zavre. Če ga na zraku segreješ do razbeljenosti, se užge in gori z belim plamenom. Na zraku ali v vodi se ne izpremeni. Do kislin nima velike sorodnosti.

Samorodnega kositra ne nahajamo v prirodi; dobivamo ga iz njegovih spojin, sešobno od kositrovca (*Zinnerz*, SnO_2).

Od kositra izdelujejo razne posode, igrače, nekatera cerkvena orodja, piščali za orglje; kujejo ga v štanjoli. Marsikateri bakrene, medene ali železne posode imajo tanko prevlako od kositra, da ostanejo svetle in se ne spajajo s kisikom.

V kositernih posodah se nahaja sploh tudi nekoliko svinca, to pa radi tega, da so bolj trde in se prehitro ne obrusijo.

§ 75. Svinec.

Svinec je sivkastobela, zelo raztezna, 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. Spajajoč se s kisikom v svinčev sokis (*Bleisuboxyd* Pb_2O). Tali se pri temperaturi $335^{\circ} C$. V mehki ali destilovani vodi, ki ima v sebi kaj zraka, se nekoliko topi, pri čemer se tvori svinčev hidroksid (PbH_2O_2); ne loti se ga pa voda, v kateri se raztopljeni karbonati ali sulfati (trda voda). Z razredčeno solitarno kislino se spaja kaj rad, spaja se tudi polagoma z osetovo kislino in z drugimi organskimi kisljinami, ako je ob jednom v dotiki tudi z zrakom. Z žvepleno kislino, s solno kislino in z jedavčevo kislino pa nima skoro nobene sorodnosti.

Svinec sam je zdravju škodljiv in otroven, isto tako tudi vse njegove spojine.

V prirodi je samorodnega svinca kaj malo, a mnogo se ga nahaja v spojinah z žveplom v svinčenem sijajniku

(*Bleiglanz*, *PbS*), poleg tega tudi v raznobarvanih svinčencih (v belem, rumenem in zelenem svinčencu). Dobiva se sploh le iz teh rud.

Od svinca se izdelujejo razne plošče za kemične tovarne, vodovodne in plinovodne cevi, ulivajo se svinčenke (za puške) in šibre. Za izdelovanje kuhinjskih posod pa zaradi svoje otrovnosti ni poraben.

§ 76. Živo srebro.

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

V solni kislini in razredčeni žvepleni kislini se ne topi, a precej rado se topi v solitarni kislini in v vreli žvepleni kislini.

Z mnogimi kovinami, n. pr. z zlatom, srebrom, cinkom, se kaj rado pomeša in tvori z njimi zmesi, katere imenujemo *amalgame*.

V prirodi se nahaja nekoliko kot samorodno, po največ pa spojeno z žveplom, v cinobru (*Zinnober*, *HgS*). Največ se ga dobiva iz njegovih spojin. Najbogatejši rudniki za živo srebro so v Idriji, potem v Almadenu na Španjskem in v Kaliforniji v severni Ameriki.

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

§ 77. Srebro.

Srebro se odlikuje po svojem lepem zvenku, po krasno beli barvi in močni kovinski svetlosti. Zelo raztežno je in pri tem tudi žilavo, da se raztezati v drobne žice ali zvaljati v pločevino tanko kakor papir. Kubični centimeter srebra tehta 10·5 g. Tali se v zelo veliki vročini (1000°C). V ognju in v čistem zraku se ne izpremeni. S solitarno kislino se kaj rado spaja v srebrov nitrat ali peklenski kamen (AgNO_3). Veliko sorodnost ima s klorom, bromom, jodom in žveplom. Dotikajoč se žveplovodika se prevleče s črno kožico, ker se spaja z žveplom v žveplovo srebro (*Schwefelsilber*, Ag_2S).

Srebro se nahaja v prirodi samorodno ali pa v srebrnatih rudah, spojeno z drugimi prvinami. Najbogatejša srebrnata ruda je srebrni sijajnik (*Silberglanz*, Ag_2S). Tudi nekateri svinčeni sijajniki imajo v sebi precej mnogo srebra.

Od srebra izdelujejo razne posode, lepoticja, svečnjake, kujejo se novci i. t. d.

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

§ 78. Zlato.

Zlato, najbolj dragocena kovina, ima čislano rumeno barvo in krasno svetlost, katere ne izpremeni niti v vodi niti v ognju. Mehko je kakor svinec in izmed vseh kovin najbolj raztežno. Jeden gram zlata se da raztegniti v 2400 m dolgo žico, ali pa razklepati v tako tanke listke, da znaša debelina le 0·0001 mm. Taki tanki listki so prosojni in propuščajo zeleno barvo. Topi se v zmesi od solne kisline in solitarne kislini (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 s tem, da se take rude stolčejo in potem izpirajo ali z vodo ali z živim srebrom, s katerim se zlato amalgamuje. 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 neso dalje.

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

§ 79. Platin.

Platin je izmed vseh kovin najtežja kovina (specifična teža mu je 21·5), ima belo barvo kakor kositer in močno svetlost. Raztezen in žilav je kakor srebro, vendar izgubi svojo žilavost, ako so mu primešane druge kovine, n. pr. iridij. Tali se le v največji vročini ($2000^{\circ}C$); razbeljen se zmehča ter se da variti in kovati kakor železo. Na zraku se ne izpremeni, ker s kisikom sploh nima sorodnosti; topi se jedino le v zlatotopki.

Platin 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 užge in goreč razbeli gobo.

Platin se nahaja sicer samoroden, pa vendar je sploh po nekoliko pomešan z drugimi kovinami.

Od platina se izdelujejo po največ le kemična orodja; za izdelovanje druge robe mu je cena previsoka.

§ 80. 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 nego

pri posameznih sestavinah. Barva jim je različna in zavisi od razmerja, v katerem so kovine zlite.

Najbolj navadne zlitine so:

1.) Med ali mesing, t. j. zlitina bakra in cinka. Rumena med ima okoli 30 % cinka in 70 % bakra, rudeča 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 (*Kanonennmetall*) iz 90 % bakra in 10 % kositra.

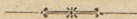
3.) Bronovina, iz katere se vlivajo razni spomeniki, okraski i. t. d., je zlitina bakra s cinkom in kositrom. Časi ima v sebi tudi nekoliko svinca.

4.) Britanska kovina ali novo srebro je zlitina jednega dela bakra, treh delov cinka, 86 delov kositra in 10 delov antimona.

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

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

7.) 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.



NARODNA IN UNIVERZITETNA
KNJIŽNICA

COBISS



00000380256

