

Osnovni nauki

iz

fizike in kemije

za meščanske šole.

V treh stopnjah.

Spisal

Andrej Senekovič

c. kr. gimn. ravnatelj.

II. stopnja.

V berilo je vtisnenih 62 slik.

Cena vezani knjigi 60 kr.

V Ljubljani.

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

1894.



Kazalo.

A. Fizika.

I. Iz nauka o toploti.

	Stran		Stran
§ 1. Žarjenje toplote	1	§ 3. Vrednost različnih goriv . . .	7
§ 2. Izvori toplote	3		

II. Iz nauka o magnetizmu.

§ 4. Magnetni odklon. Magnetni naklon	9	§ 5. Zemlja kot magnet	11
		§ 6. Astatične igle	12

III. Iz nauka o elektriki.

§ 7. Elektrofor ali elektronos . . .	12	§ 12. Svetlobni in toplotni učinki galvanskega toka	18
§ 8. Električna vzbujača po do- tiki	13	§ 13. Fizijologični učinki gal- vanskega toka	19
§ 9. Galvanski člen	15	§ 14. Kemijski 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	38
§ 18. Težišče	27	§ 26. Delo sil	39
§ 19. Položaj teles	27	§ 27. Sestavljanje in razstav- ljanje sil	41
§ 20. Stalnost položaja teles. (Stojálnost)	29	§ 28. Jednakomerno gibanje . . .	45
§ 21. Stroji	30	§ 29. Nihalo	46
§ 22. Vzvod ali navor	30	§ 30. Ovire gibanja	51
§ 23. Uporaba navorov pri teht- nicah	33	§ 31. Določevanje gostote trdnih in kapljivo tekočih teles . . .	53

	Stran		Stran
§ 32. Navadna sesalka. Tla-		§ 34. Zračne sesalke	58
kovna sesalka	55	§ 35. Koliko izgubljajo telesa	
§ 33. Heronova buča. Vozna		v zraku na svoji teži.	
brizgalnica	57	(Zrakoplavi)	61

V. Iz nauka o zvoku.

§ 36. Višina tonov	63	§ 41. Ustnične piščali	68
§ 37. Lestvica tonov	64	§ 42. Piščal z jezičkom	69
§ 38. Zveneče strune	65	§ 43. Jakost zvoka	70
§ 39. Zveneče palice	66	§ 44. Sozvočenje. Resonanca .	71
§ 40. Zveneče plošče	67	§ 45. Odboj zvoka. Jek. Odmev	72

VI. Iz nauka o svetlobi.

§ 46. Vdrto ali jamasto zrcalo	73	§ 51. Lom svetlobe v sredstvih,	
§ 47. Izbočeno zrcalo	76	z vzporednimi ploskvami	
§ 48. Razmet svetlobe	78	omejenih	82
§ 49. Lom svetlobe	78	§ 52. Optične leče	82
§ 50. Popolni odboj svetlobe .	81		

B. Kemija.

§ 53. Kemijske prvine	89	§ 67. Natrij in nekatere njegove	
§ 54. Kemijski osnovni zakoni	89	spojine	108
§ 55. Atomi	90	§ 68. Steklo	111
§ 56. Atomske teže	91	§ 69. Aluminij	112
§ 57. Kemijska pisava	93	§ 70. Glina	113
§ 58. Kisline. Osnove. Soli . .	94	§ 71. Železo	114
§ 59. Žveplene spojine	95	§ 72. Baker	116
§ 60. Fosforova kislina	97	§ 73. Cinek	117
§ 61. Dušikove spojine	97	§ 74. Kositer ali cin	117
§ 62. Oglikove spojine	99	§ 75. Svinec	118
§ 63. Klor in nekatere njegove		§ 76. Živo srebro	118
spojine	101	§ 77. Srebro	119
§ 64. Brom. Jod. Fluor	103	§ 78. Zlato	120
§ 65. Silicij (kremik)	103	§ 79. Platin	120
§ 66. Kalij in nekatere njegove		§ 80. Kovinske zlitine	121
spojine	104		

A. Fizika.

I. Iz nauka o toploti.

(Glej I. stopnjo § 21.—35.)

§ 1. Žarjenje toplote.

Stojiš li blizu zakurjene peči, čutiš vročino le na oni strani telesa, ki je obrnena proti peči; ta vročina pa tekój neha, če postaviš pred se kak zaslon, če tudi je le papirnat. Vročino pa čutiš tekój z nova, če odstraniš zaslon. — Toplota prehaja skozi zrak do tebe, ne da bi se zrak pri tem izdatno segrel, kajti sicer bi toploto moral čutiti tudi zadaj za zaslonom.

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

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

Zadenejo li toplotni žarki ob površje kakega telesa, odbijajo se deloma na tem isto tako, kakor svetloba, deloma pa prodirajo v to telo, katero jih potem več ali manj propušča skozi svojo tvarino, kakor prozorna telesa svetlobo, ali pa jih vsrkava ter se potem segreva. Neprozorna telesa jo navadno odbijajo, prozorna pa propuščajo.

Gledé na to, ali telesa nánja vpadajoče toplotne žarke propuščajo ali pa vsrkavajo, so telesa toploti prehodna (*ditherman*) 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 izžarjene toplote 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 najdeš, 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 postavi solnčnim žarkom. V istem času se segreje voda v počrnjeni posodi do višje temperature nego v drugi.

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

Saje vsrkavajo malo ne vso nánje 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 leskih posodah ostajajo jedila delj 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?) — Kako 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**. Ono nam pošilja svetlobo in toploto ob enem; brez njega bi imeli večno temo in večni mrz. Zrak je solnčni toploti zelo prehoden, 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 mrz, čim više so se dvignili.

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 njih mesto pa prihajajo zopet druge, mrzlejšše, 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.

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 nánjo pravokotno, tem menj pa, čim bolj je proti meri vpadajočih trakov nagnjena. Na strehah in rebrih proti solncu obrnjenih skopni sneg preje, nego drugod, v prisolnčnih krajih zoreva sadje hitreje nego v odsolnčnih. Tudi kakovost zemeljskega površja vpliva zelo na to, ali se zemlja bolj ali menj segreje. — Gola, peščena tla se v istem času in na istem kraju dosti bolj segrejejo, kakor s travo obrastena.

Na ravniku vpadajo solnčni žarki sploh bolj navpično, 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 bolj navpični meri nego po zimi, torej imamo poletu tudi višjo temperaturo.

Od solnčnega vzhoda do poludne narasta temperatura, od poludne 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 januarija 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 leto in zimo stalno temperaturo; do sem ne sega torej niti mraz niti vročina na zemeljskem površju. Ako od te plasti stalne temperature kopljemo 25—30 *m* globokeje, najdemo temperaturo stalno za 1° *C* višjo, nego je v plasti stalne temperature. V globočini 50—60 *m* pod plastjo stalne temperature poviša se 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 10 milj že vse kamenje raztaljeno.

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

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

b) Razvoj toplote z udárom in pritiskom. Ako kovač železo dolgo enakomerno kuje, segreje se mu; more

ga na ta način celo razbeliti. — Pod konjskimi kopiti se iskri, ako s podkovami ob kamenje udarjajo. — Vzemi močno stekleno cev, kakeršno vidiš v sliki 1.; na spodnji konec bāta deni košček kresilne gobe. Ako potisneš bāt naglo v cev, torej močno stisneš zrak v cevi, segreje se toliko, da užgè kresilno gobo. Taka priprava se zove zračno užigalo (*pneumatisches Feuerzeug*).

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

4. Kemijski izvori toplote. Gorénje. 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 vsakokrat toplota, kedar se tvarine kemijsko spajajo. Največ toplote pa se razvija takrat, kedar se kisik spaja z drugimi prvinami in se ob enem razvija tudi svetloba — pri gorénji (*Verbrennung*).

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

Pogoji gorénju so:

1.) Gorivo mora imeti določeno temperaturo. Treba ga je prižgati, t. j. segreti do neke temperature in ga potem vzdržati pri tej temperaturi. Uže prižgano telo razvija navadno samo toliko in še več toplote, kolikor je treba, da ima gorivo stalno višjo temperaturo nego je óna, pri kateri se užgè. Razmaljeno gorivo se užgè laže nego nerazmaljeno. Različna goriva se užigajo pri različnih temperaturah. (Žveplenke ali užigalni klinčki se užgejo z malim drgnenjem, še laže se užge fosfor.)

Slika 1.



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

Kisik privajamo gorivu s tem, da skrbimo za dober preprih, ki donaša na jedni strani čistega zraka, na drugi strani pa odpravlja izgorine.

S plamenom goré tvarine, katere se pred zgoretjem pretvarjajo v pline, n. pr. sveče, olje, petrolej, premôg; druge pa le žaré, n. pr. železo, baker.

Slika 2. predstavlja plamen goreče sveče. Raztopljeno gorivo prilazi po stenju do plamena, tukaj se razkraja in pretvarja v svetilne pline. Ti plini tvorijo teman prostor *a* okoli stenja (jedro plamena). Jedro obdaja okoli in okoli zelo sveteči plašč *b*. V tem gori vodik, ker v ta kraj prihaja premalo kisika, ogljik v njem le žari in daje plamenu svetljivost. 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 óne goreče tvarine, pri katerih se ne razvijajo nobena trdna telesa, n. pr. goreč vinski cvet, vodik. Ako dobiva gorivo toliko kisika, da izločeni ogljik tekój zgoreva ter ne žari, ne sveti se plamen; vender 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 svetilnica, ako nima steklene cevi).

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

Gorênje 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 ni mōči ugasiti. Velika toplota razkraja vodo v njeni sestavini; kisik pospešuje gorenje, vodik pa sam gori, torej postane ogenj še hujsi. Gorečo svečo ali svetilnico ugasnemo, ako dovolj močno nānjo pihnemo; dovolj silen puh ohladi plamen. — Ogenj ugasne tudi, ako gorivo zakrijemo, n. pr. s prstjo, pepelom i. t. d. — Gorečih tolšč z vodo gasiti ni varno. 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 gorênju, 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 gorênju. Životna toplota se razvija v večji množini, ako prihaja več kisika. (Pri delu se segrejemo, ker hitreje dihamo.) Pri hlapenju vode skozi kožo se utaja toplota in to 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 $40-41^{\circ} C$.

6.) Konečno nam je kot izvora toplote omeniti tudi še elektrike.

§ 3. Vrednost različnih goriv.

Gorênje 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 gorênja. Za goriva nam služijo drva, premōg, 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; razloček 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 gorénju se vsa toplota razvija kar na mah ter vsled tega prouzročuje 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° — $100^{\circ} C$

vodik	230	svetilni plin	64
petrolej	117	koks	60
loj	80	rujavi premog	40
lesni ogelj	73	suh les (poprek)	30
vinski cvet	68	šota (najboljša)	30
črni premog	66—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 si moremo priskrbeti 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 goré 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.—39.)

§ 4. Magnetni odklon. Magnetni naklon.

Poskus: Določi natančno mer od juga proti severu, t. j. poldnevno črto, ter si jo zaznamaj na kaki mizi ali drugem horizontalnem predmetu.* Ako na to mizo postaviš magnetno iglo, vrtečo se 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 Declination*).

Slika 3.



* Poldnevno črto dobiš najlažje na ta način, da načrtaj 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 dopoludne 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 ob poludne.

Slika 4.



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

Magnetni odklon ni povsod enak; 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 približno 10° , a zmanjšuje se vsako leto približno za tri minute.

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

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

Slika 5.



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

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

Kot, katerega oklepata magnetna os tako pripravljene in mirujoče magnetne igle in

horizontalna ravnina, imenujemo magnetni naklon (*magnetische Inclination*); na opisani način prirejene magnetne igle pa naklonske igle ali naklonenice (*Inclinationsnadeln*).

Na severni zemeljski polukrogli je severni pol naklonske igle naklonjen proti zemlji, na južni polukrogli 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 narasta: 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, postavi se magnetnica horizontalno; ako potem iglo polagoma premičeš proti severnemu polu magnetne palice, naklanja se nje južni pol proti palici, in sicer tem bolj, čim bliže prihajaš koncu palice; nad južnim polom se postavi igla vertikalno. Na severno magnetni strani palice se naklanja proti njej južni 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 ónih dveh točkah, kjer se postavi naklonska igla 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 na tanki svilnati niti viseči igli, ki sta jednako dolgi in tako zvezani druga z drugo, 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.—52.)

§ 7. Elektrofor ali elektronos.

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

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

Slika 6.



nekoliko manjši okrogel pokrov od pločevine, katerega moremo s steklenim držalom osamljenega nánjo pokladati in isto tako odvzdigovati (slika 6.). — Tepeš li smolno pogačo z lisičjim repom ali s kako drugo kožuho vino, postane negativno električna. Ako položiš potem pokrov na

pogačo, deluje elektrika pogače nánj razdelilno in razsebuje nekoliko elektrike v pokrovu; pozitivno privlači 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 dotakneš s prstom. Vezano pozitivno elektriko pa oprostiš, če pokrov s steklenim držalom odvzdigneš; potlej jo lahko preneseš na druga telesa, n. pr. na lejdensko steklenico. Ker s tem postopanjem smolni pogači ne jemlješ njene negativne elektrike, moreš pokrov na pogačo večkrat z istim uspehom kakor prvikrat pokladati in zopet odvzdigovati. Paziti pa moraš, da se vsakikrat dotakneš pokrova, ležečega na smolni pogači, popreje s prstom, nego ga odvzdigneš z držalom, kajti sicer bi se po razdelbi vzbujena pozitivna in negativna elektrika tekóž zopet združili, ko privzdigneš pokrov in ne dobil bi nobene proste elektrike.

§ 8. Elektrika vzbujena po dotiki.

Poskus: Na bakreno ploščo elektroskopa z zlatima listkoma (slika 7.) polóži tanko stekleno ploščo *b*, na robih pomazano s šelakom, raztopljenim v vinskem evetu; 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 odvzdigneš, ne da bi se bakra dotaknil, kažeta listka razhod; ona sta torej električna. Z drugim elektroskopom se lahko prepričaš, da sta listka negativno električna.

Baker, dotikajoč se razredčene žveplene kisline, postal je torej negativno električen; ker kažeta listka večji razhod še le takrat, ko stekleno ploščo odvzdigneš, moraš sklepati, da je postala razredčena žveplena kislina, dotikajoča se bakrene žice, istotoliko pozitivno električna

Slika 7.



in da se elektriki bakra in razredčene žveplene kisline deloma vežeta, dokler je steklena plošča na elektroskopu. Ako vzameš namesto bakrene plošče na elektroskopu ploščo od cinka, in namesto bakrene žice *cd* cinkovo žico ter jednako postopaš, kakor poprej, prepričaš se, da postane cinek, 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*). Uzrok 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, elektriko prevajajočo. Posebno jaka elektrobudna sila se vzbuja po dotiki kake kovine ali oglja z 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 elektrovida.

§ 9. Galvanski člen.

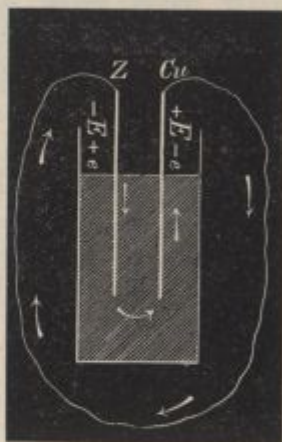
V stekleno posodo, napolnjeno z razredčeno žvepleno kislino, postavi plošči od bakra in cinka tako, da se v kapljevini nikjer ne dotikata in nekoliko centimetrov iz nje molita (slika 8.). Preiskujé iz kapljevine moleča konca plošč najdeš baker pozitivno, cinek negativno električen.

Baker, dotikajoč se razredčene žveplene kisline, dobi vsled delovanja elektrobudne sile negativne elektrike, kapljevina pa pozitivne. Kapljevina je dober elektrovod, torej podeli tudi cinku pozitivne elektrike, da je električna gostota na obéh, na cinku in kapljevini, ista. Cinek, 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 je električna gostota na obéh

jednaka. 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 cinek 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 tej pozitivna elektrika od bakra proti cinku, negativna pa nasprotno od cinka proti bakru. Jednake množine raznoimenskih elektrik se uničujejo. Elektrobudna sila,

Slika 8.



ki neprestano deluje, nadomestuje tekój odteklo elektriko. Torej mora po žici neprestano teči pozitivna elektrika k negativni in nasprotno negativna k pozitivni, dokler se ne začnó 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 zvrho, da dobivamo galvanski tok, imenujemo *galvanski* ali *voltovski člen* (*galvanisches Element*).

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

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

§ 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

cinek 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 se razprostira čez elektrode sledečih

členov, negativna elektrika cinkove plošče drugega člena pa čez elektrode pred njim stoječega člena. Pozitivna elek-

trika tretjega, četrtega, . . . člena se razprostira čez elektrode vseh sledečih členov, negativna elektrika tretjega, četrtega, . . . člena pa čez elektrode pred njim stoječih členov. Iz povedanega torej sledi, da sta električna gostota in električni napon na cinku prvega člena in na bakru zadnjega člena petkrat večja 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 sklenenem posameznem členu.

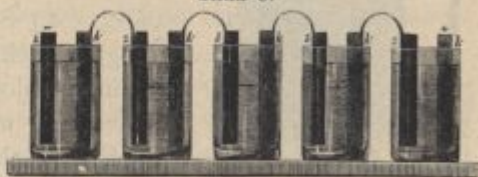
§ 11. Različni galvanski členi.

Razven 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 (diagrama) D , v loncu pa je postavljen odprt bakren valj C . V prstenem loncu je nasičena raztopina modre galice, zunaj njega pa razredčena žveplena kislina. Cinek je negativni, baker pozitivni pol.

2.) Bunsenov člen se razločuje od Daniellovega v tem, da je baker nadomeščen z ogljem, raztopina modre

Slika 9.



Slika 10.



galice pa z nasičeno solitarno kislino. Ogelj je pozitivni pol.

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

4.) Smeejev člen. V štiri-oglati stekleni posodi visita dve cinkovi plošči medsebojno kovinsko zvezani, med njima pa srebrna plošča s platinom na površju prevlečena tako, da se cinka nikjer

ne dotika. Posoda je napolnjena z razredčeno žvepleno kislino. Srebro je pozitivni, cinek 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, cinek negativni pol.

V vsakem imenovanih členov je cinek 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 pól 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 prekineš. Ta iskra je bolj živahna, ako postaviš jedno žico v živo srebro, drugo pa vtikaš vánje, a zopet izvlačiš. — Ako pritrdiš jedno žico na pilo, z drugo pa vlačiš po njéj, siplje pila iskre.

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

Poskus: *c)* Na konca polarnih žic pritrdi priostrena oglja. Ako spraviš njijini osti v dotiko, a ji potem zopet nekoliko oddaljiš, opazuješ med njima zelo bliščečo luč, izvira jočo iz plamena, ki šviga od osti do osti. To luč imenujemo električno luč; nje svetlivost je za solnčno najjačja. Oglja se pri tem na ostéh 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.

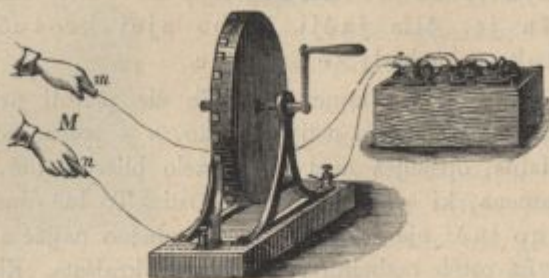
Da dobiš električno luč, moraš imeti prav jako baterijo, sestoječo iz mnogoštevilnih galvanskih členov. — Orodja, služeča v to zvrho, da ostaja razdalja med ogljema delj časa neizpremenjena, imenujemo električne svetilnice. Dandanašnji so izumili veliko število takih svetilnic. — Davy je (l. 1813.) prvi prirejal električno luč, in sicer z 2000 Daniellovimi členi.

§ 13. Fizijologični 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 prekišeš. Dokler teče tok neprenehoma z isto jakostjo skozi tvoje telo, ne čutiš nobenega posebnega pretresa.

Za hitro prekidanje galvanskega toka služi Neefovo prekidalo (*Neef'scher Stromunterbrecher*) (slika 11.). Kovinski kotač, vrtljiv s pomočjo ročice okoli horizontalne osi, ima na obodu celo vrsto zarez, katere so izpol-

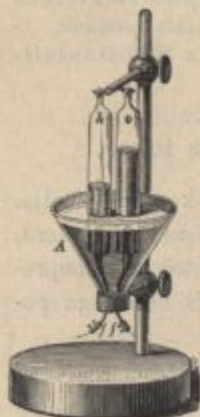
Slika 11.



njene s slonovo kostjo ali z drugim slabim elektrovodom. Na kotačev 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 jednim polom galvanske baterije; drugi pol baterije pa je po žici zvezan s kotačevim osj. Galvanski tok je sklenen, ko leži pero na kovini, prekinen pa, ko leži na slonovi kosti. Kotač okoli njega osi hitro vrtče moreš galvanski tok prav hitro sklepati in prekidati.

§ 14. Kemijski učinki galvanskega toka.

Slika 12.



Poskus: *a*) Skozi dno steklene posode *A* (slika 12.) sta napeljana dva platinova listka, imajoča 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 povezneni 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 cevij. V cevi nad listkom, kjer vstopa pozitivni

tok v vodo (nad pozitivnim polom), razvija se le polovica toliko plina, kakor nad cevjo, kjer vstopa negativni tok (nad negativnim polom). Preiskujemo 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, razkrajajo 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 tekkel skozi raztopino, postane negativna ploščica, to je ona, po kateri vstopa negativni tok v raztopino, rdečkasta ter se prevleče s skorjo, ki se dà z nožem odlučiti in spoznati za čisti baker; pozitivna platinova ploščica pa ostane svetlo bela. — (Modra galica je kemijska spojina bakra in žveplene kisline.) Poskus torej kaže: Galvanski tok, krožeč skozi raztopino modre galice, jo razkrajajo ter izločuje iz nje čist baker.

Dokazati moremo, da razkrajajo galvanski tok celo vrsto kemijskih spojin. Takšen razkroj imenujemo električni razkroj ali elektrolizo (*Elektrolyse*); kemijske 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.) Kemijske spojine so električno razkrojne le takrat, ako so dobri elektrovi in njih molekuli zelo gibljivi; trdna telesa le takrat, ako so raztopljeni ali staljeni.

2.) Sestavine elektrolita se izločujejo samo na elektrodah, in sicer v istem težinskem 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 nánjo 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.),

Slika 13.



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

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

Galvanoplastiko sta l. 1838. izumila Jakob i v Petrogradu in Anglež Spencer. — Predmete od kovin moremo na podoben način s pomočjo galvanskega toka tudi posrebriti in pozlatiti.

III. Iz nauka o mehaniki.

§ 16. O gibanju sploh.

Telo se giblje, ako izpreminja svojo ležo gledé teles v svojem obližju, sicer pravimo o njem, da miruje.

V železniškem vlaku sedeč človek miruje gledé rečij na vlaku, a z vlakom vred se vender giblje; gora miruje gledé predmetov na zemlji, a gledé nebeških teles se giblje z zemljo okoli zemeljske osi in okoli solnca. Ker se gibljejo tudi nebeška 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, dozdeva se nam, da miruje ladja in mi na njej ter da se gibljejo predmeti ob obrežju 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 dolgotno mero: z metri, kilometri i. t. d.

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

5.) Hitrost. Isto pot more narediti jedno telo 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 *jednakomerno* (*gleichförmig*). (Jednakomerno 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 *nejednakomerno* (*ungleichförmig*).

Nejednakomerno 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 *jednakomerno pospeševano*, oziroma *jednakomerno pojemalno*, ako poti v istih časovnih delih jednako narastajo, oziroma jednako pojemajo, se krajšajo.

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

§ 17. O silah sploh.

Vsako telo ima svojstvo vztrajnosti, t. j. ono ne more samo iz sebe svojega stanja preinačiti; mirujoče telo se ne more samo ob sebi začeti gibati, gibajoče se pa ne samo ob sebi se umiriti. Vsakikrat more nánje delovati kak vnanji uzrok. Uzroke izpremembam v stanju teles gledé mirovanja ali gibanja imenujemo sile (*Kräfte*). (Take sile so n. pr. prožnost, težnost, magnetizem, elektrika, prožnost plinov, mišične sile ljudij in živalij i. t. d.) Gledé na to, ali sile prouzučujejo gibanje ali je 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. óno premo črto, v kateri sila giblje telo ali je vsaj teži gibati, ako se telo v meri sile ne more gibati.

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

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

3.) 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 óna 2, 3, 4, . . . n krat večja nego druga, katera v svoji meri 2, 3, 4, . . . n krat jačje tlači ali vleče. Za jednoto sile jemljemo kilogram, t. j. tlak jednega kubičnega decimetra kemijsko 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, upogne se toliko, da je vzbujena prožnost jednaka tlaku uteži na pero.

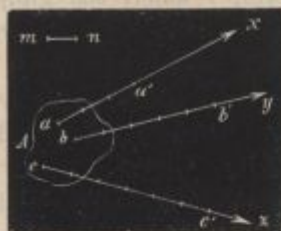
Za merjenje sil služijo nam silomeri (slika 14.), katere smo natančneje opisali v I. delu.

Gledé jakosti (*Intensität*) so sile ali stalne (*constant*) ali izpremenljive (*variabel*); stalne sile delujejo ves čas z isto jakostjo, izpremenljive so časih jačje, časih slabše.

Slika 14.



Slika 15.



Ker moremo sile po njih jakosti meriti, moremo jih tudi načrtovati; treba le, da vzamemo neko daljico za jednoto sile. Vzemimo, da zaznamlja (slika 15.) črta mn jednoto sile kg , potem zaznamljajo daljice: $aa' = 3mn$, $bb' = 5mn$, $cc' = 6mn$ tri druge sile, katerih prva ima 3, druga 5, tretja 6 jednot.

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

Ako delujeta na isto telo dve sili istočasno, more biti njijin učinek 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.

Dve sili sta si ravnotežni (*halten sich das Gleichgewicht*), ako obé istočasno na telo delujoči ne izpreminjata njegovega stanja. Za osnovni resnici smemo jemati ta zakona:

1.) Dve jednako veliki, v isti točki, a v nasprotnih merih delujoči sili sta si ravnotežni.

2.) Vsaka sila prouzročuje gibanje, ako jej ni nobena druga sila ravnotežna.

Govoreči o silah in njihovih učinkih, moramo se ozirati na to, ali so si ravnotežne ali prouzročujejo 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 potegneno premo imenujemo težišnico (*Schwerlinie*); težišnico, katera je ob enem 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 težišnice 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 težišnic. (Primerjaj I. stopnjo, str. 9.) Težišče preme, povsodi 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 óno stran, kjer se nahaja največja masa. — Težišče otljih 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, da se more vrteti okoli nje, in ako zavrtiš kolobar okoli te osi, umiri se vsakikrat tako, da pride njegovo središče, kjer se nahaja ob enem 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

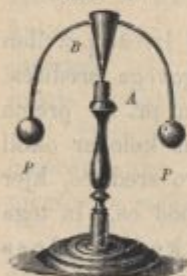
ležeče osi vrtljivo telo more biti v ravnotežju le takrat, ako leži os v meri namernice. Pri tem more bili težišče ali pod osjó ali nad njo.

Recimo, da se nahaja težišče pod osjó. Ako tako telo nekoliko zasukneš okoli osi, pride njegovo težišče nekoliko više ter se bolj oddalji od zemeljskega površja. Spustiš li telo, vrne se 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 osjó, spravi vsaka še toli majhna vrtnja težišče zemeljskemu površju nekoliko bliže. 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 stavi sama po koncu. — V sliki 16. vidiš lesen stožec *B*, skozi njega je potegnena 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. (Stojálnost.)

Da je položaj podprtega telesa stalen, ne zadostuje telo podpreti samo v jedni ali v več premo ležečih točkah, ampak najmenj v treh točkah, ki se ne nahajajo v premi črti. Ploskev, katero oklepajo skozi skrajna podporišča potegnene 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 ležé ob skrajnih robih nóg. — Podporna ploskev na obeh nogah stoječega človeka je trapéc i. t. d.

Zakaj pošev stoječa stolpa v Pizi in Bolonji ne padeta? — V levi roki breme noseč človek se nagiblje nekoliko na desno; na hrbtu breme noseč pa nekoliko naprej. (Zakaj?) — Gređoči premičemo težišče svojega telesa od *podporne ploskve* pod jedno nogo na *podporno ploskev* pod drugo nogo.

Vsako telo, čeravno je v stalnem položaju, dá se vender podreti, treba, da ga n. pr. v horizontalni meri delujoča sila ob robu njegove *podporne ploskve* toliko zavrtí, da namernica ne seče več *podporne ploskve*. Zato pa so pri raznih telesih potrebne razno velike sile. Telesu prisojamo večjo *stojálnost* (*Standfestigkeit*), ako je treba večje sile, da ga podere.

Izkušnja uči:

Telesa imajo večjo *stojálnost*, 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 stojé 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 vzvrčajo. — 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, zagvozde i. t. d. — Klin, nož, škarje, zagvozda so torej stroji.

Stroji so ali jednostavni (*einfach*) ali sestavljeni (*zusammengesetzt*). Prvi sestojé 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, katerega težita dve sili vrteti v nasprotnih merih. Mesto, v katerem je navor podprt in vrtljiv, zove se podporišče (*Unterstützungspunkt*). Ona sila, katero hočemo z drugo premagati, je breme (*Last*). Razdalja prijemališča vsake sile od podporišča je navorova rama (*Hebel-arm*), in sicer je rama bremena razdalja med bremenskim prijemališčem in podporiščem, rama sile pa razdalja med prijemališčem breme zmagujoče sile in podporiščem. Navor, katerega težišče je v podporišču, imenujemo jednostaven ali matematičen, vsak drugi pa fizičen. Navod je dvoramen (*zweiarmig*), ako je podporišče med prijemališčema bremena in sile; jednoramen (*einarmig*) pa je oni navor, pri katerem sta prijemališči bremena in sile na isti strani podporišča.

Ravnotežje na navoru.

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

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

Isto tako je utež 4 *dg* viseča na 7., 8. . . . kljukici ravnotežna jednaki uteži viseči na drugi strani podporišča na 7., 8. . . . kljukici. Iz tega izvajamo: Jednakoramen navor, to je navor, 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 *dg*. Da dobiš ravnotežje, obesi na desni strani ali 12 *dg* na 12. kljukico ali pa 48 *dg* na tretjo kljukico. S tem si dobil nejednakoramen navor. Ako smatraš utež 24 *dg* za breme, potem je razdalja 6 njegova rama. V stanju ravnotežja imaš silo 12 *dg* in njeno ramo 12, ali pa silo 48 *dg* in nje ramo 3. — Iz tega izvajamo:

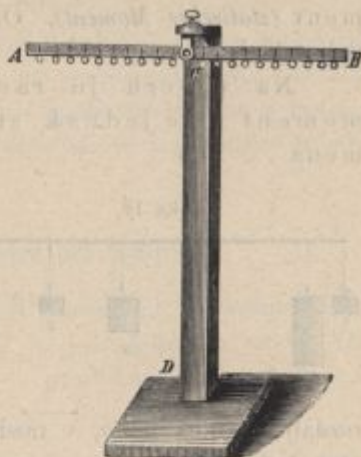
Na nejednakoramnem navoru je jednemu in istemu bremenu ravnotežna 2, 3, 4 . . . krat manjša sila, ako je njena rama 2, 3, 4 . . . krat večja, ali:

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

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

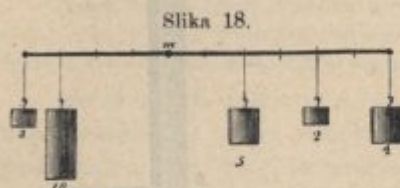
Na navoru je ravnotežje, ako je produkt sile in njene rame jednak produktu bremena in njegove rame . . . 3.)

Slika 17.



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

Na navoru je ravnotežje, ako je statični moment sile jednak statičnemu momentu bremena . . . 4.)



Poskus: Na dvoramen jednostaven in v točki *m* vrtljiv navor (slika 18.) obesi na levi strani v razdalji 3 utež 10 *dg* in v razdalji 4 utež 3 *dg*; na desni strani v

razdalji 2 utež 5 *dg*, v razdalji 4 utež 2 *dg* in v razdalji 6 utež 4 *dg*. Te uteži so si ravnotežne.

Vsota statičnih momentov dveh sil, ki težita navor zavrteti na levo stran, je $10 \times 3 + 3 \times 4 = 42$; vsota statičnih momentov drugih treh sil, ki težé navor zavrteti na desno, je $5 \times 2 + 2 \times 4 + 4 \times 6 = 42$. Iz tega izvajamo:

Ako deluje na navoru več vzporednih sil, ravnotežne so si, ako je vsota statičnih momentov sil v istem smislu delujočih jednaka vsoti statičnih momentov sil v nasprotnem smislu delujočih . . . 5.)

Vsi ti zakoni veljajo tudi pri jednoramnem navoru.

Pri fizičnem navoru je treba ozirati se tudi na njegovo težo, to je silo, prijemajočo v težišču vertikalno navzdol. Ravnotežje na fizičnem navoru določuj po zakonu 5.)

Zaporna ranta pri železnici ali mitnici je dvoramen navor, isto tako so navori: klešče, škarje, vile, motika, podnožki pri brusih, kolovratih i. t. d. Imenuj še drugih navorov 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 navora meri 24 *cm*, druga 54 *cm*; kolika sila je ravnotežna bremenu 20 *kg*, ako visi breme *a*) na

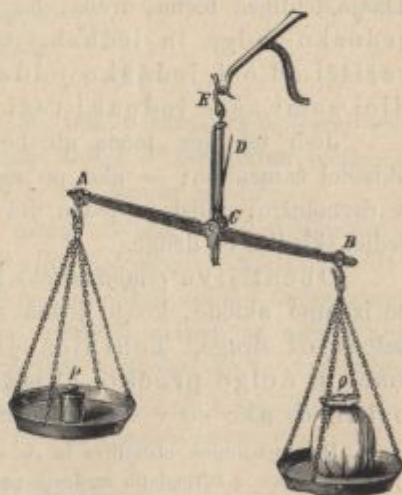
konecu krajše; *b*) na koncu daljše rame? — Zakone o ravnotežju pri navorih je spoznal Grk Arhimedes (287—212 pr. Kr.).

Ravnotežje na navoru 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 navor začne gibati v meri delujoče sile.

§ 23. Uporaba navorov pri tehtnicah.

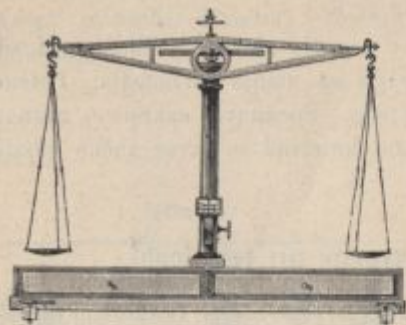
I. Trgovska tehtnica (*Krämerwage*), (kakeršno rabijo v prodajalnicah, lekarnah i. t. d.) je jednakoramen navor *AB* (slika 19.), narejen od kovine — prečka ali gredelnica (*Wagebalken*). Ta se vrti v škarjah *E* okoli horizontalne osi *C*. Na koncih prečke visita skledici; v jedno devamo telesa, katera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

Slika 19.



Pri kemijskih tehtnicah (slika 20.) sestoji os iz ostrega jeklenega klina, ležečega s svojim ostrim robom na vertikalnem stebru v jamičastem valju od jekla ali ahata. Jeziček kaže navzdol, in njegov konec se giblje pred krožno delitvijo, kažoč na ničlo, ko stoji prečka horizontalno. Skledici visita na kljukicah, vrtljivih okoli ostrih robov.

Slika 20.



Od vsake tehtnice terjamo, da je:

1.) njen položaj stalen, t. j. da se vrne, nekoliko v stran odklonena, sama v horizontalno ležo (težišče navora mora biti pod podporiščem); 2.) točna ali pravična; 3.) občutljiva.

Tehtnica je točna (*richtig*), ako se vsakikrat

postavi v ravnotežje, ko sta sila in breme jednaki, ako je torej neobtežena ali obtežena z enakimi utežmi v ravnotežju. Da je tehtnica točna, treba, da sta: *a*) oba dela prečnice jednako dolga in jednako težka; *b*) da sta njijini težišči od osi jednako oddaljeni; *c*) da imata skledici sami zase jednaki teži.

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

Občutljiva (*empfindlich*) je ona tehtnica, katere prečka se izdatno uklone, 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.

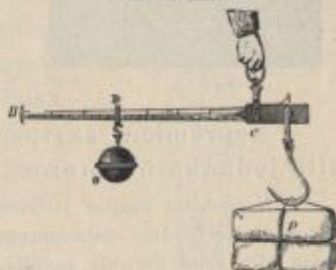
Da so tehtnice občutljive in da morejo nositi precejšnje teže, sestavljene so prečke iz štirioglatih medenih palčic v obliki trapéca (glej sliko 20.).

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

Z dvakratnim tehtanjem, kakeršno 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 Schnell-Wage*) je nejednakoramen navor AB (slika 21.), vrtljiv okoli osi C . Telo, katero treba stehtati, visi na kljuki A ; na drugi rami premiče se pa določena utež O , kembelj (*Laufgewicht*) od osi C proti B za toliko, da ostane prečnica horizontalna, kar kaže jeziček nad C .

Slika 21.



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 .

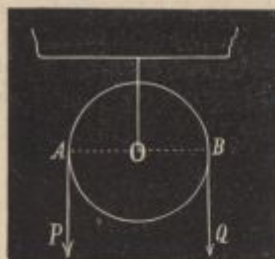
Navadno pa tehtnica sama ob sebi ni v ravnotežju. V tem slučaju se deli prečka CB poskusoma. Na kljuko A se obesi utež 1 kg , kembelj se pa premakne toliko, da se tehtnica uravna. Na mestu, kjer visi kembelj, naredi se zareza z napisom 1 kg . Isto treba ponavljati z utežmi $2, 3, \dots, n\text{ kg}$.

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

§ 24. Škripec.

Škripec (*Rolle*) je okrogla plošča v škarjah vrtljiva okoli osi, idočee skozi njeno središče; na obodu pa ima žleb, okoli katerega se vije vrv. Škripec je nepremičen (*unbeweglich, fix*), ako je njegova os v prostoru nepremakljiva; a premičen

Slika 22.



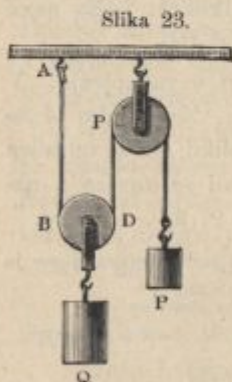
(*beweglich*), ako se njegova os more gibati v prostoru, ko se vrti škippec okoli svoje osi.

Na nepremičnem škipcu (slika 22.) visi breme Q na enem koncu vrvi, na drugem koncu deluje sila P , hoteča breme dvigniti. Ta škippec je prav za prav dvoramen navor; AO in BO sta njegovi rami. Ker je $AO = BO$, velja zakon:

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

Nepremični škippec je zaradi tega priročen, ker more na njem sila delovati v meri, zánjo 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 škipcu (slika 23.) je jeden konec vrvi pri A trdno privezan, od tod se vije vrv po žlebu premičnega škipca BD in po žlebu nepremičnega škipca. Na drugem njenem koncu prijema sila P .



Breme Q visi na škarjah premičnega škipca. Ako sta oba dela vrvi vzporedna in vertikalna, nosita oba vse breme enakomerno, torej nosi vsak le polovico bremena. Da ostane premični škippec v ravnotežju, treba vrv pri

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

Premični škippec 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 škipca.

Premični škripec moreš smatrati za jedno-ramen navor, ki je vrtljiv okoli točke *B*. Rama sile je dvakrat daljša nego rama bremena.

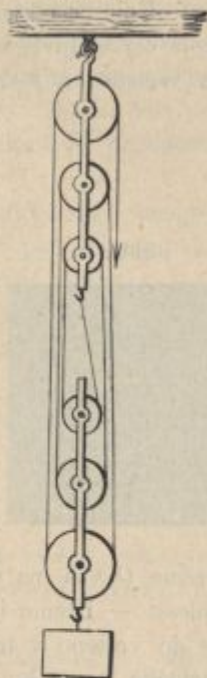
Sestavljeni škripci (*Flaschenzug*) sestojé iz več premičnih in nepremičnih škripev, zvezanih z jedno samo vrvjo. Pri navadno sestavljenih škripcih (slika 24.) so po trije škripci v jednih škarjah. Zgornji trije škripci so nepremični, spodnji trije pa premični. Slika kaže, kako se vije vrv čez vse škripe. Brema visi na škarjah premičnih škripev. V tem slučaju visi vse brema na šestih delih vrvi. Da si postaneta sila in brema 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 škripev. Bremenu je prištevati tudi teža vseh premičnih škripev.

Ako sestavimo več nego šest škripev, 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 brema v določeno višino.

Kolika sila je ravnotežna bremenu 80 *kg*, visečemu na premičnem škripcu, ako teže škripeca ne jemljemo v poštev? — Koliko ljudij more vzdržati s pomočjo sestavljenih 6 škripev ravnotežje bremenu 1420 *kg*, ako je teža premičnih treh škripev = 20 *kg* in ako vsak mož vleče s silo 40 *kg*? — Koliko je brema na premičnem škripcu, kateremu je sila 16 *kg* ravnotežna, ako tehta škripec 0.4 *kg*?

Slika 24.

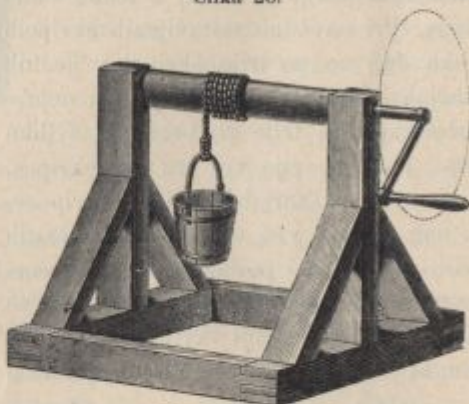


§ 25. Kolo na vretenu.

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.).

Slika 26.

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, smatrati smemo brez razločka v učinku obé sili v isti ravnini delujoči. Potem pa je ta stroj dvoramen navor. Rama bremena je jednaka polumeru vretena AO , rama sile je jednaka polumeru kolesa BO .

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, imenuje se motovilo (*Haspel*); óno, čegar os je vertikalna, pa vitel (*Winde*).

Kolika sila mora delovati na obodu kolesa s polumerom $1\frac{1}{4}$ m, da je ravnotežna bremenu 200 kg, visečemu na vretenu s polumerom 7 cm? — Vitel ima 4 ročice 60 cm dolge, té 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, zmagovati moraš ves čas dviganja njegovo težo; ako cepiš drva, zmagovati moraš molekularno zveznost. Da se telo po horizontalni ravnini giblje, zmagovati treba trenje med njim in podlago. Da se telo po toploti razteza, zmagovati mora toplota molekularne privlačne sile in zračni tlak.

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

Ako nese jeden izmed dveh delavcev 50 *kg* težko breme 20 *m* daleč, drugi pa isto breme 40 *m* daleč, potem je drugi delavec opravil dvakrat večje delo.

Isto tako opravi delavec dvakrat večje delo, ako nese 50 *kg* težko breme 20 *m* daleč, kakor takrat, ko je nesel ravno tako daleč 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 zmaga 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 óne 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 množimo premikano breme (zmagani upor) z dolžino poti . . . 3.)

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

Da ne pade telo, mora nanj delovati v vertikalni meri navzgor sila, ki je jednaka teži tega telesa, torej jednaka bremenu, katero 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 tudi izraziti 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 živalij. Primerjavna števila dobivamo, ako jemljemo v poštev pote narejene v enakih časih, n. pr. v jedni sekundi.

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

Isto najdemo pri navoru, 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 gledé dela nimamo nobenega dobička; 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 na delu. Navzlic temu uporabljamo jih zategadelj, ker moremo z njihovo pripomočjo opravljati dela, katerih drugače ni možno. Nobeden človek ne vzdigne neposredno 1000 *kg* težkega bremena; s pomočjo strojev mu je to prav lahko.

§ 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 ljudij. — Dva slaba konja moreš pri vozu nadomestiti tudi z jednim samim, se vé 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 le samo v jedni meri. Potem pa more

biti tudi možno dve ali več sil nadomestiti z jedno samo, katera v meri gibajočega se telesa nánje deluje z istim uspehom kakor vse druge sile.

Dve ali več sil z istim uspehom nadomeščujoča sila se zove njih poslednjica (*Resultierende*); nadomeščene sile pa sile sestavljache (*Componenten*).

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 isti meri delujočih. Poskus: Ako položiš v skledico navadne tehtnice dve uteži 2 kg in 3 kg, uspeh je ravno tisti, kakor če položiš vánjo utež 5 kg.

Poslednjica v jedni točki istomerno delujočih sil je jednaka vsoti sestavljach 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 meri *Ox* sila 70 gr, v meri *Oy* sila 30 gr. Da najdemo

Slika 27.



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

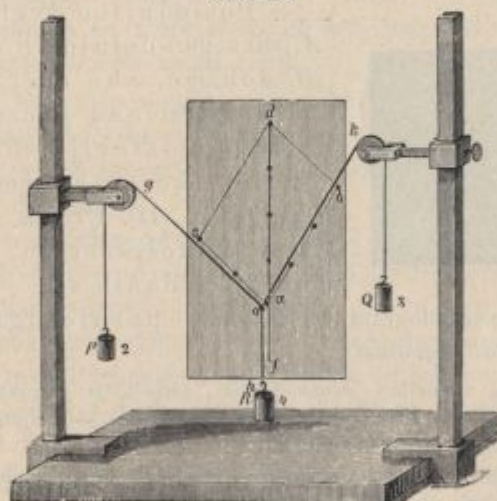
Poslednjica dveh v isti točki, a v nasprotnih merih delujočih sil je jednaka razliki sestavljač in deluje v meri večje sestavljače . . . 2.).

Obratno moremo jedno silo razstaviti v dve v nasprotnih merih delujoči sili, ako je njijina 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 $ab = 3\text{ dm}$, $ac = 2\text{ dm}$,

Slika 28.



diagonala $ad = 4\text{ dm}$. Paralelogram postavi med stebroma, no-sečima škripca g in k tako, da stoji diagonala vertikalno. Čez škripca g in k ovij vrvico in obesi na levem koncu utež $P = 2\text{ dg}$, na desnem koncu utež $Q = 3\text{ dg}$; pri o pa skušaj obesiti toliko utež R , da ostaneta dela vrvi og in ok vzporedna

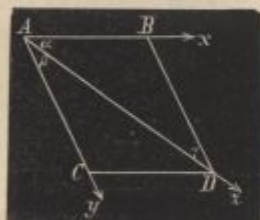
s stranjo ac , oziroma ab . Da se to zgodi, mora biti utež $R = 4 dg$. Ako vzameš R manjšo kot $4 dg$, dvigne se o , ako pa vzameš R večjo kot $4 dg$, pade o nekoliko; dela vrvi og in ok nista več s stranema vzporedna.

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

Načrtaj še druge paralelograme in ponavljaj to postopanje! Vsakokrat bodeš našel, da se imata v stanju ravnotežja vzporedno s stranema delujoči sili proti vzporedno z diagonalo delujoči poslednjici kakor dotični strani paralelograma proti diagonali od njiju oklepami.

Iz tega pa sledi ta-le zakon:

Slika 29.



Poslednjico dveh v točki A (slika 29.) delujočih sil AB in AC dobimo, ako načrtamo paralelogram nad premama AB in BC , predstavljajočima dani sili, in ako potegnemo v tem 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 večji kot oklepata sestavljači, tem večja je poslednjica. — Kolika je poslednjica dveh sil, kateri oklepata kot 0° ali 180° ?

Poslednjico več v isti točki prijemajočih in v raznih merih delujočih sil $P_1, P_2, P_3, \dots$ dobimo sestavljajoč 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 nam je 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 njijina poslednjica je $= AD$.

Nad dano premo AD moremo načrtovati brezkončno veliko paralelogramov, torej jedno silo razstavljati na brezkončno veliko 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. óno ne more samo ob sebi predružačiti 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 nánje delujoča sila v gibanje, ne umiri se, 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 nedeluje nobena sila, mora se gibati 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 $100 : 20 = 5\ m$.

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

hitreje, od te v stran pa vedno bolj počasno. 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.

Uzrok nihanju je težnost.

Ako spravimo nihalo OA v ležo Ob , postala je razdalja med težiščem krogle in zemeljskega površja 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 tekój 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 ravno toliko, da je lok bA enak loku Ab' . Da se nihalo čez nekoliko časa

vender ustavi in umiri, prouzročujeta 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 $\angle bOA = \angle b'OA$ je kot nihaja (*Elongationswinkel*) 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 nánje teža stvarne točke v meri preme bg . Njeno kolikost načrtajmo si s premo bg ter jo razstavimo v dve sestavljači: v bh , delujočo v podaljsku niti Ob , in v bf , delujočo v meri tangente bf , katero potegnemo v točki b na lok Ab . Trdnost niti uničuje učinek sestavljače bh , delavna ostane jedino le sestavljača bf , katera vleče nihalo v njegovo prvobitno ležo ter prouzroči v tej meri gibanje, ako spustimo nihalo v točki b . Da zvemo, kakšno gibanje prouzročuje 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 $ac = bg$. Isto tako, kakor v b , razstavimo jo v sestavljači ae , v podaljsku niti Oa , in v ad tangencialno na lok bA . Gibanje prouzročuje 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 prouzročujoča 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, prouzročujejo nejednakomerno pospeševano gibanje. Hitrost s točke b proti A gibajočega se nihala mora torej narastati 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 nánje 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 pojemalno, in sicer nejednakomerno pojemalno, 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 uzroka, kakor pri b , nazaj proti A nejednakomerno pospeševano in od A proti b nejednako-

merno pojemalno. 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 narastala 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 razvidimo:

Čas nihaja je nezavisen od nihalove 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 záse 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 (*Secundenpendel*). Dolžina takega nihala je približno jeden meter.

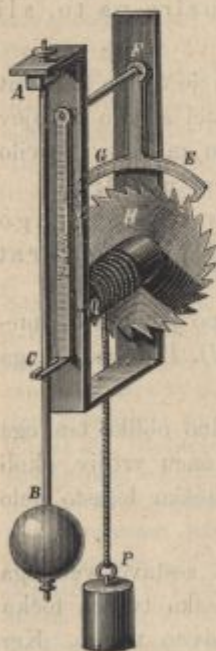
Sestavljenemu nihalu dajemo navadno obliko tankega štirioglatega prota, kateri je na jednom koncu vrtljiv okoli horizontalne osi in nosi na drugem koncu težko lečasto telo (AB v sliki 31.).

Sestavljeno nihalo smemo smatrati za sestavo velikega števila jednostavnih različno dolgih nihali. Vsaka tvarna točka sestavljenega nihala tvori sama záse jednostavno nihalo. Ker

so pa vse stvarne točke nepretrgljivo zvezane, mora biti čas nihaja vsem jeden in isti. Krajša nihala se morajo v tej sestavi gibati bolj počasno, daljša nihala pa bolj hitro, nego bi se gibala sama záse. 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 (*reducierte Pendellänge*). Prevedena dolžina potem ni nič drugega nego dolžina jednostavnega nihala, katero v istem času po jedenkrat nihne, kakor sestavljeno.

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.

Slika 31.



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, najpripravnije je za merjenje časa. 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 jednom 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* spravi 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 vrstoma med zobe kolesa *H*; ko nihne nihalo na desno, grabi 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 udárce, 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 niže 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 z óno hitrostjo, katero je imelo v hipu, ko je sila nehala nánje delovati. Izkušnja pa nas uči, da se giblje vsako telo, izimši nebeška telesa, pojemalno, ako delovanje sile neha. Torej morajo biti ovire, katere ustavljajo gibanje. Take ovire so: trenje in upor sredstva.

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

Vsa telesa so na površju bolj ali manj hrapava. Ako se giblje 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 uporabi se 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 táka, 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 tákanju je sploh manjše od trenja pri drsanju in je tem večje, čim večji je tlak na podlago, a tem manjše, čim večji je polumer tákajočega se telesa.

Trenje pri drsanju pretvarjamo po gostem 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 prouzročimo gibanje, nego bi bile potrebne, ko bi trenja ne bilo. Zaradi trenja se tudi strojevi deli radi ogóljijo in pokvariyo. — Brez trenja na tleh ne mogli bi ne varno stati ne hoditi; brez trenja ne držal bi ne vijak ne klin i. t. d. — Železniški vlak se more pomikati le takrat, ako je trenje med kolesi lokomotive in šinami dovolj veliko. — Po strmíni navzdol leteče vozove zaviramo, da pretvorimo trenje pri takanju v drsno trenje. — Imenuj še 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 kapljeviní. 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 ónih straneh, s katerimi se naprej gibljejo, n. pr. ladje, óolne, 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 ta njih letanju ne stavil nobenega upora?

§ 31. Določevanje gostote trdnih in kapljivo tekoóih teles.

Telesa od različne tvarine a iste prostornine imajo sploh različno težo. Število, katero pové, 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 te 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 kemijsko čisto vodo, da visi prosto v njej. Po Arhimedovem zakonu izgubi v vodi viseče telo na svoji teži ravno toliko, kolikor tehta od njega odrinena voda. Da se ravnotežje na tehtnici ne poruši, treba v krajšo skledico položiti nekoliko utežij. Te uteži povedó nam težo od telesa odrinene vode, ali težo toliko vode, kolikoršna ima s tem telesom isto prostornino. Izračunimo li potem, kolikokrat je absolutna teža telesa večja nego teža odrinene vode, ali kar je isto, nego je njegova izguba na teži, ako visi v vodi, pové nam to število, kolikokrat je telo gostejše od vode.

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

Gostoto kapljivo tekoóih teles določujemo tako, da določimo, koliko izgubi kako trdno telo, n. pr. kos svinca, na svoji teži v kemijsko čisti vodi in v dotični kapljeвинi ter

potem delimo tega telesa izgubo na teži v tej kapljevini z izgubo na teži v vodi.

Kolika je gostota cinka, ki tehta v zraku 144.2 gr, a v vodi izgubi na svoji teži 20 gr? ($144.2 : 20 = 7.21$.) — Kos svinca izgubi na svoji teži v vinskem cvetu 4 gr, v vodi pa 5 gr; 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 $+4^{\circ}C$) 1.

Težo telesa, katerega prostornina je jednaka enoti, imenujemo specifično težo. Ker jemljemo težo kubičnega centimetra kemijsko čiste vode (pri $+4^{\circ}C$) za jednoto 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 pové 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 gr in je ob enem tudi 19.5 težji, kakor kubični centimeter čiste vode; gostota zlata je torej tudi 19.5.

Slika 32.



b) Gostomeri z lestvico (*Scalenaräometer*) 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 stalno plavajo v kapljevinah. V cevi *X* je posebna lestvica ali skala, t. j. na poseben način razdaljena papirna proga.

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

Na nekaterih gostomerih je lestvica tako narajena, da beremo 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 potapljaajo, z dotičnimi števili gostote.

Druga vrsta gostomerov so odstotni gostomeri (*Procentaräometer*). Ti imajo tako prirejeno lestvico, da se tekó j 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 sladorja je v sladkorjevi raztopini i. t. d.

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

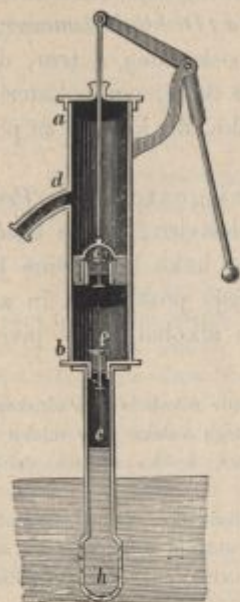
Časih rabimo tudi gostomere s poljubno deljeno lestvico. Taki kažejo jedino le, ali je jedna izmed dveh kapljevin gostejša od druge ali ne.

Ker se kapljevine v toploti precej močno raztezajo in vsled tega menjajo gostoto, veljavna je delitev na gostomerih le pri določeni temperaturi, katera je na cevi sploh tudi označena (15° — 20° C).

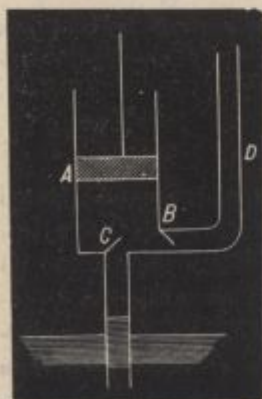
§ 32. Navadna sesalka. Tlakovna sesalka.

a) Navadna sesalka (*Saugpumpe*) (slika 33.) sestoji iz dveh stikajočih se cevij *ab* in *c*; v širji cevi *ab* (škornjici, *Stiefelröhre*) tiči bät, ki se dá v njej premikati neprodušno 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 prevrtnem bätu zaklopnica *e*; obé se odpirata navzgor. Pri *d* je cev za iztok (iztočilna cev, *Ausflussröhre*).

Slika 33.



Slika 34.



Ako s pomočjo dvoramnega navora kvišku potegneš bät, razredči se zrak v škornjici pod njim ter dobi manjšo napetost nego je óna zunanjega zraka. Vsled tega se zapre zaklopnica *e*, tlak zunanjega zraka pa dvigne vodo v škornjico. Ko grè bät zopet doli, zapre se zaklopnica *f*, skozi zaklopnico *e* pa teče voda v škornjici nad bät. To se ponavlja pri vsakem vzdigu bàta. Dvigaš li bät večkrat gori in ga spuščáš zopet doli, nabere se v škornjici toliko vode, da začne iztekati skozi iztočilno cev *d*.

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 steburu ali, ker je živo srebro 13·59 težje od vode, 13·59krat višjemu, t. j. približno 10 m visokemu vertikalnemu vodenemu steburu. Zaradi tega zaklopnica *f* ne sme biti nad površjem vode v vodnjaku 10 m oddaljena, sicer bi voda ne vzhajala v škornjico. Ker prostor nad bätom ni nikdar brezračen, nareja se zaklopnica *f* po največ blizu 6 m nad površjem vode v vodnjaku.

b) Tlakovna sesalka (Druckpumpe) (slika 34.) se razločuje od navadne sesalke v tem, da bät *A* ni prevrtan in da je na škornjico pritrjena kvišku idoča cev *D* z zaklopnico *B*. Ko potegneš bät *A* kvišku, zapre se zaklopnica *B*, zrak v škornjici pod bätom se razredči, in

zunanji zrak potisne vodo skozi zaklopnico *C*. Ko gre bät doli, zapre se zaklopnica *C*, bät pa potiska vodo mimo zaklopnice *B* v cev *D*.

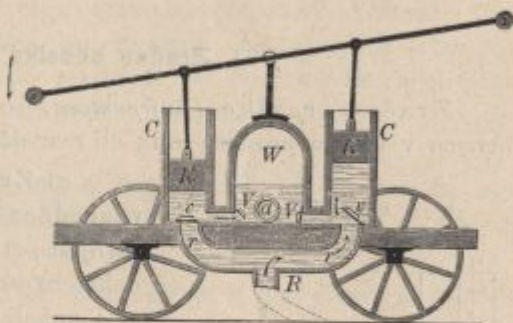
§ 33. Heronova buča. Vozna brizgalnica.

a) Heronova buča (*Heron'sball*) (slika 35.) je steklena posoda malo ne do polovice z vodo napolnjena; v grlu pa ne-

Slika 35.



Slika 36.



produšno zamašena. V zamašku tiči cev, ki sega blizu dna posode. 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. pr. Kr.

b) Vozna brizgalnica (*Feuerspritze*) (slika 36.) je sestavljena iz dveh tlakovnih 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 menjavno s pomočjo dvoramnega navora. Ko gre bät *k* na levi strani doli, pritiska sprva zrak,

pozneje vodo skozi levo zaklopnico v vetrenik; bät k na desni strani gre takrat gori, zrak pod njim se razredčuje, tlak zunanjšega zraka pa pritiska vodo skozi sesalno cev r v škornjico pod bät. Ko gre desni bät doli, tlači vodo v vetrenik, škornjica na levi pa se polni z vodo. S tem, da dvigamo bät menjavno gori in doli, prihaja v vetrenik vedno več vode, katera stiska ondotni zrak ter povečuje njegovo napetost.

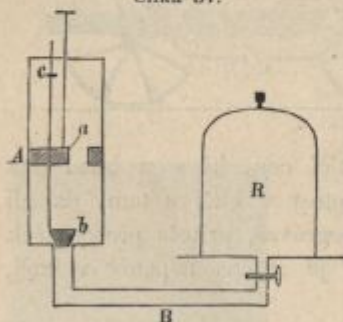
V vetreniku zgošчени zrak tira potem vodo skozi cev a na plano, in sicer s tem večjo silo, torej tudi tem više, čim večja je njegova napetost.

Vozne brizgalnice rabijo gasilci pri požarih.

§ 34. Zračne sesalke.

Zračne sesalke (*Luftpumpen*) so orodja, s katerimi moremo v kakem prostoru zrak ali razredčevati ali zgoščevati.

Slika 37.



a) Zračna sesalka za razredčevanje (*Verdünnungs-Luftpumpe*) (slika 37.) je podobna navadni sesalki, kakeršno smo opisali v poprejšnjem paragrafu. Prevrtan bät se dá v stekleni cevi A — v škornjici — premikati gori in doli, prilega joč se cevi tako dobro, da ne propušča nikjer zraka. Bätov 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 (*Recipient*) tako, da ne propušča nikjer zraka. Kjer se stičeta škornjica in sesalna cev, tiči stožkovit čep b , pritrjen na tanko, skozi bät idočo palico c .

Ako potegnemo bät v škornjici kvišku, dvigne se čep *b* iz luknjice, vendar ne veliko, ker je njegovo gibanje s tem omejeno, da udärja palica *c* na zgornjo steno škornjice. Pri tem se zrak v škornjici nekoliko razredči; vsled tega pa priteče vänjo iz poveznika nekoliko zraka. Ko pritiskamo bät navzdol, zapre čep *b* tekój cev *B*, zrak pod bätom se zgoščuje in odpre vsled svoje napetosti zaklopnico *a*, skozi katero potem odhaja. Gibajoč bät gori in doli odstranjujemo torej zrak iz poveznika *R*. Vsega zraka iz *R* vendar ne moremo odstraniti. — Ko je bät 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, kakeršno ima zunanji. Ko se giblje bät navzgor, razširi se ta zrak po škornjici; kadar ima, razširivši se po vsej škornjici, isto napetost, kakeršno ima zrak v povezniku, dosežena je meja razredčevanja.

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

Iz povedanega pa sledi: 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.

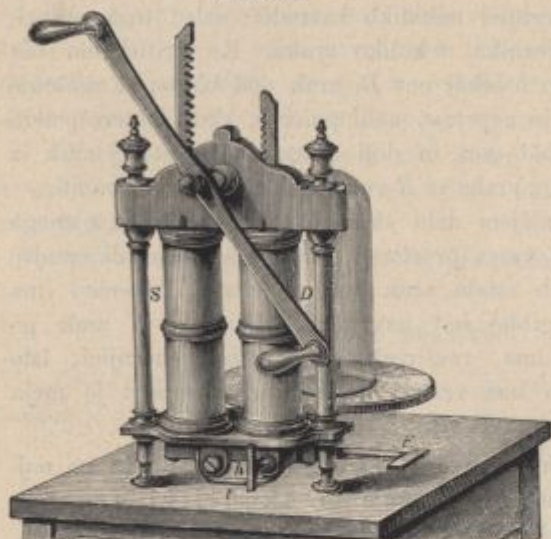
Poveznik preskusnega barometra se dá zapirati s posebno pipo.

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

Delo razredčevanja si zmanjšamo in skrajšamo, ako rabimo namesto jedne škornjice dve: *S* in *D* (slika 38.). Na vsakem bätu je zobast drog, katerega zobje sezajo med zobe

zobastega kolesa. To kolo je z dvoramnim navorom vrtljivo in dviga jeden bät, ko gre drugi doli.

Slika 38.



Slika 39.



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

Poskusi z zračno sesalko.

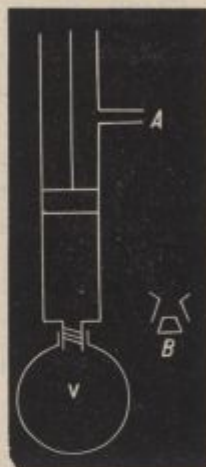
1.) Poveznik se prime krožnika, da ga je težko odtrgati, ako je zrak pod njim le nekoliko razredčen. — 2.) Kovinski polukrogli (Devinsk polukrogli, *Magdeburger Halbkugeln*) (slika 39) imata široke in gladko zbrušene robove. Položeni druga na drugo se ujemata tako dobro, da ne propuščata zraka. Ako té polukrogli priviješ na sesalno cev *B* in iz njiju izsesaš ves zrak, ni mōči ji narazen potegniti. — 3.) Kovinski valj je prevezan na enem koncu z mehurjem, na drugem pa je obrušen, da postavljen na krožnik zračne sesalke ne propušča zraka. Ako izsesaš zrak iz tega valja, upogiblje se mehur bolj in bolj in konečno razpoči. — 4.) Iz vode, piva, mleka i. t. d. vzhajajo mehurčki, ako jih postavimo pod poveznik in razredčimo zrak v njem. — 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, in potem je vtisnil zračni tlak v nje vode.) — Na podoben način napajajo les s kapljevimi, gnjilje ustavljačimi, z raztopino modre galice, n. pr. droge, kateri nosijo brzotjavne žice i. t. d. — 6.) Iz Heronove buče začne voda curkoma teči, ako jo postaviš pod poveznik in razrediš v njem zrak. — 7.) Do 60 ali 70° C segreta voda zavre pod poveznikom. — 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, zamrznejo vodene kapljice. (Pod manjšim tlakom voda hitro izhlapeva, pri hlapenju pa se utaja toplota. Žveplena kislina vpija nastale vodene hlape.) — 9.) V zraku praznem 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 bät; posoda *V*, v kateri se zrak zgoščuje, pritrjena je na škornjico z vijakom ter ima zaklopnico, katera se odpira na znotraj (*B*). V škornjici navzdol gibajoči se bät zgoščuje zrak pred seboj; ta odpre potem zaklopnico *B* in odhaja v posodo *V*. Ko gre bät v škornjici kvišku, zapre se zaklopnica *B*. Ko pride bät mimo stranske cevi *A*, pristopi v škornjico nov zrak. Čim več časa giblješ bät gori in doli, tem večjo napetost dobiva zrak v posodi *V*.

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

Slika 40.



§ 35. Koliko izgubljajo telesa v zraku na svoji teži. (Zrakoplavi.)

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

Vsako telo izgubi v zraku na svoji teži ravno toliko, kolikor tehta od njega odrinjeni zrak.

Težo po kakem telesu odrinjenega zraka, ki je jednaka izgubi tega telesa na njegovi teži, imenujemo zračni vzgon ali nosilnost zraka (*Auftrieb, Tragfähigkeit der Luft*). Ima li katero telo večjo težo nego je óna od njega odrinjenega zraka, pada v njem na dno, a plava v njem, ako sta obé 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 odrinjenega 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 zrakoplavi (*Luftballone*).

Zrakoplavi so baloni sploh jajčaste oblike od svilnate robe, prevlečene s firnežem, da ne propuščajo zraka, napolnjeni pa s plinom, redkejšim od obkrožnega zraka. Pod balonom visi ladjica na vrvicah, katere preprezajo kakor mreža ves balon. V to ladjico spravljajo orodja in sedajo osebe, katere hočejo v zrak splavati.

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

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

IV. Iz nauka o zvoku.

(Glej I. stopnjo § 66. in 67.)

§ 36. Višina tonov.

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

Da zvemo, od česa zavisi višina tonov, najpripravnejša je Seebeckova sirena (*Sirene von Seebeck*), to je okrogla plošča, 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. Vrtiš li to ploščo jednako-merno okoli te osi ter pihaš 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 pihaš.

Ton nastane vsled zračnih udarov na ploščo. Zrak, katerega pihaš skozi stekleno cev proti plošči, odhaja skozi ploščo, ako pride pod cev luknja; udarja pa na ploščo ter se zgoščuje na njej, ako pride pod cev neprevrtan del plošče. Ko se plošča zavrti jedenkrat, udarja in zgoščuje se zrak tolikokrat, kolikor lukenj je v óni vrsti, katera se nahaja pod cevjó. 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 prouzučuje v obkrožnem zraku tresenje, ki se potem postopno širi na vse strani. Ker imajo luknje iste vrste jednako razdaljo, vrste se zračni tresi pravilno drug za drugim, ako se plošča vrti jednakomerno. — Poskus torej kaže:

Višina tonov zavisi od števila tresajev v jedni sekundi.

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

Ton je 2, 3, 4, . . . krat višji od drugega, ako ga je prouzročilo 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, počenshi od znotranje s 24 luknjami, dobiš vrsto osem tonov, kateri posebno prijajo ušesu sledeč drug drugega. Vrsta teh tonov se imenuje lestvica tonov ali škala 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 pové, 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 gledé 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 izračunimo tudi absolutno višino drugega. Ako je n. pr. absolutna višina osnovnega tona 260, potem je absolutna višina kvinte $260 \times \frac{3}{2} = 390$, absolutna višina sekste $260 \times \frac{5}{3} = 433$ 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.

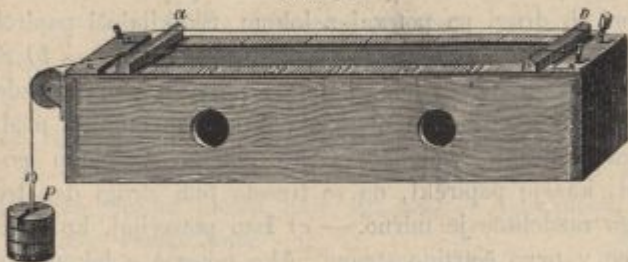
Da moremo katerikoli ton navedene lestvice jemati za osnovni ton posebne lestvice, potrebno je, da nekoliko znižamo ali pa povikšamo nekatere tone navedene lestvice. Ti novo dobljeni toni se imenujejo polutoni (*Halbtöne*). — (Natančnejši pouk o tem spada v nauk o glashi.)

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

§ 38. Zveneče strune.

Da preiskujemo zakone zvenečih strun, v to nam služi samostrun (*Monochord*), t. j. ota 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 katerem koli mestu ter tako skrajšati zveneči del strune. Poskusi:

1.) Potezaj z lokom ob struni 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 prvi polovici 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, 4 krat 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 drugi 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 po prvi tretjini, kažejo papirčki, da se treseta tudi drugi dve tretjini; a drugo razdelišče je mirno. — *c)* Isto ponavlaj, ko si postavil kobilico v prvo četrtino strune. Ako potezaš z lokom po prvi četrtini, 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, gibljejo se točke na desni od vozla navzdol in obratno.

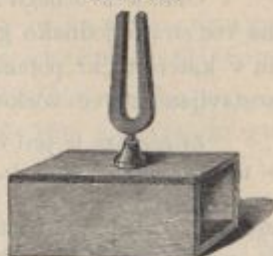
Strune uporabljamo na citrah, glasovirih, goslih, tamburici i. t. d. — Zakaj na glasoviru niso vse strune jednako debele, in katere so najdebelejše? Pri brzojavnih žicah slišimo časih različne tone; kdo jih proizvaja?

§ 39. Zveneče palice.

Opazovanja učé, da dajejo prožne palice iste oblike in od iste tvarine višje tone, ako so *a)* debelejše, *b)* krajše.

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 z lokom po njih potezamo.

Slika 42.



Za ubiranje godbil 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 plošči pa odskakuje ter se zbira v nekih črtah, kjer ostane potem miren, dokler plošča daje 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.).

Slika 43.



Potezaš li z lokom ob štirioglati prožni plošči v točki *b* in držiš li ploščo v točki *a*, da se v njej ne more tresti, dobivaš like, kakeršne kaže slika.

Oblika zvočnega lika je zavisna od tega, ali ima plošča na vse strani jednako gostoto ali ne, v katerih točkah je utrjena in v kateri točki potezaš ob njej z lokom. Sploh je zvočni lik sestavljen iz več vozlovk, ako 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 upognene in zavite, da so dobile dotično obliko. Na zvonu se tvorijo najmanj štiri vozlovke, ki delé zvonov obod v štiri jednake dele ter gredó 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*), kakersne imamo na bobnih, tresejo se ali cele ali v oddelkih z vozlovkami, ki se tvorijo v sosednih krogih, ako udarjamo ob opno v njenem središču.

Slika 44.



§ 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* tristrana 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 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 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 obé piščali jednako visoka tona, mora biti zaprta piščal za polovico krajša nego je odprta.

c) Izmed več odprtih piščalij 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 v njó bolj ali menj močno pihamo.

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

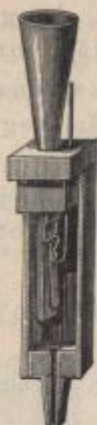
Ton odprte piščali se nekoliko zniža, ako se cev na vrhu nekoliko zakrije. — Da se zrak v piščali trese, o tem se osvedočiš, ako majhen okvirček, prepet s tankim papirjem, posuješ z drobnim peskom ter ga na niti spustiš v piščalno cev; — pesek na papirju odskakuje. V odprti piščali ostane pesek miren,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

Ustnične piščali v tej obliki, kakeršno kaže slika 44., rabimo pri orgljah. Žveglo 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 njó prav natančno, vender ne dotikaje se obstranja; — ali pa večji, da ne more skozi odprtino. 3.) Iz nastavne cevi (*Ansatzröhre*), katera je livniku podobna in stoji na cevi z jezičkom.

Slika 45.



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

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

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

§ 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 napeti struni, 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. — Govornika bolje slišimo blizu njega stoječi nego v večji oddaljenosti. — V zimskem času slišimo zvonjenje v večje daljave nego v poletnem času, 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 zvoččega telesa postane zvok 4, 9, 16, . . . krat slabejši . . . 2.).

V isti razdalji od zvoččega 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 jednih vilicah, da dajejo krepke ton, zazvené tudi druge ter zvené tudi dalje, čeravno ustaviš prve, doteknivši se jih. — *b)* Zapoješ li v odprt glasovir s krepkim glasom, zazvené vse strune, ki dajejo uprav tako visok ton, kakeršnega si zapel.

Zvočeče telo more v drugem prožnem telesu vzbujati tresenje, da proizvaja to samo záse uprav tako visok ton, kakor prvo zvočeče telo. — Ta pojav imenujemo sozvočenje (*Mittönen*). — Telo sozvoči z drugim zvočnim telom 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; ojači se pa, ako postaviš držalo zvenceh vilic na mizo. Otup te uveri, da se miza trese istočasno z vilicami in da se tekój 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 záse premalo mase, da bi mogle v obdajajočem jih zraku vzbujati krepko tresenje. — Zakaj imajo godbila s strunami otle škrinjice od prožnega lesa, resonančna dna (*Resonanzböden*)?

§ 45. Odboj zvoka. Jek. Odmev.

Sprožiš li pištolo v primerni razdalji od kakega zida ali skalovja ali gozda, slišiš pištolin pok še jedenkrat, časih celo še večkrat. Pri tem se ti dozdeva, kakor bi sprožil nekdo drugo pištolo zadaj za steno, skalo ali v gozdu.

V jednom in istem zvokovodu se širi zvok v premih črtah, zvočnih trakovih. Zadene li zvočni trak ob kako steno, odbija se ob njej ravno tako in po istih zakonih, kakor se odbija svetloba ob zrealih. Odbiti zvočni trak, dospevši v tvoje uho, proizvaja ravno 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 ležé v jedni in isti ravnini.

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

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

Odbiti zvok prouzročuje 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, kedaj nastane jek, kedaj odmev. Človeško uho more v jedni sekundi le devet zvokov natančno razločevati; vsak zvok sam záse 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. Stena od nas najmenj 18,5 m oddaljena more prouzročevati jek, ako vpadajo zvočni trakovi nánjo pravokotno. V tem slučaju slišimo jednozložen jek (*einsilbiges Echo*).

Ako je stena, ki odbija zvok, 2, 3, . . . krat 18·5 *m* oddaljena, prouzučuje 2, 3, . . . zložne jeke; t. j. jek ponavlja od kakega govora zadnje 2, 3, . . . zloge.

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

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

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, oslabi tudi nekoliko; nekoliko zvoka prehaja namreč tudi v novo sredstvo — v zvok odbijajoče telo. Skozi dvojna okna ropôta z ulic ne slišiš tako močno kakor skozi jednojna. — Po razno gostih zračnih plastéh razširjajoči se zvok zelo oslabéva. 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, odbijajo se zvočni traki na odstranju doglašala tako, da izstopajo vzporedno iz cevi. Ker se potem zvok ne more širiti na vse strani, tudi v daljavo ne oslabi toliko. — Slušalo je sploh podobno doglašalu, samo da služi v nasprotnem zmislu. Na široko odprta cev prestreza zvočne valove, zbira jih ter vodi bolj zgoščene do ušesa.

V. Iz nauka o svetlobi.

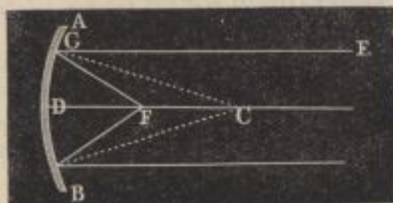
(Glej I. stopnjo § 68.—73.)

§ 46. Vdrto ali jamasto zrcalo.

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

Vzemimo, da je *AB* (slika 46.) jamasto zrcalo, da je točka *C* središče óne krogle, od katere je zrcalo odsek, in da je *D* točka v središču zrcalne ploskve, optično središče (*optischer Mittelpunkt*) imenovana. Prema *DC* se imenuje optična os, lok *AB* širina ali otvor zrcala.

Slika 46.



torej se odbijajo v isti meri. Taki svetlobni trakovi so glavni trakovi (*Hauptstrahlen*).

Poskusi: Jamasto zrcalo drži proti solncu tako, da vpadajo solnčni trakovi vzporedno z njegovo osjó, odbite trakove pa prestrezaj na majhnem kosčku prozornega papirja.

Slika 47.



Odbiti solnčni traki se stičejo v točki *F* (slika 47.), ležeči med točkama *C* in *D*. V tej točki se užigajo lahko gorljive reči, n. pr. kresilna goba, užigalni klinčki; svetloba v njej je zelo jaka. Točka *F* se imenuje gorišče (žarišče, *Brennpunkt*), nje razdalja od točke *D* (slika 46.) je daljina gorišča (*Brennweite*). Kakor uče natančna opazovanja in računi, razpolavlja točka *F* premo *CD*.

Vzporedno z osjó na zrcalo vpadajoči, a na njem odbiti svetlobni traki se sečejo v jedni točki — v gorišču, katero razpolavlja zrcalni polumer . . . 1.).

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

Iz gorišča na jamasto zrcalo prihajajoči svetlobni traki se odbijajo na zrcalu v takih merih, da so po odboju z optično osjó vzporedni . . . 2.).

Pravokotno na os postavi med točkama *F* in *C* gorečo svečo, pred zrcalom pa premikaj prosojen papirnat zaslon v taki

Kroglini polumeri stojé pravokotno na zrealnem površju, torej določujejo ob jednem tudi vpadne navpičnice. — Svetlobni trakovi, idóci skozi središče *C*, vpadajo v pravih kotih na zrcalo,

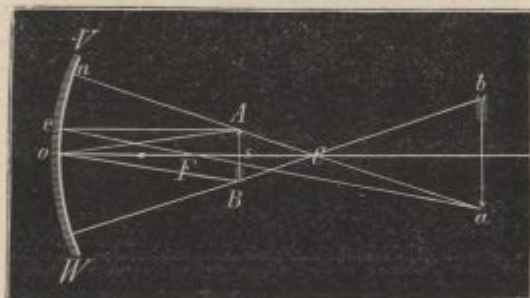
meri, da prestreza iz sveče izhajajoče, a na zrcalu odbite svetlobne trakove. V neki razdalji od zrcala dobiš na zaslonu večjo in vzvrneno sliko goreče sveče.

Svetel predmet, stoječ med goriščem in središčem jamastega zrcala, daje zadaj za goriščem večjo in vzvrneno sliko . . . 2.).

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

Kako nastane ta slika, o tem se prepričaš lahko z načrtovanjem. — Vzemi, da je AB (slika 48.) svetel predmet, stoječ pred zrcalom VW pravokotno

Slika 48.



na njegovi osi. — Svetlobni trak An , katerega podaljšek meri skozi središče C , vpada na zrcalo pravokotno ter se odbija v svoji meri. Svetlobni trak Ae , ki je vzporeden z osjo Co , odbija se (po 1.) skozi gorišče F ter se seče z odbitim trakom An v točki a . V tej točki se stičejo tudi vsi drugi iz točke A prihajajoči in na zrcalu odbiti svetlobni traki; torej je a slika točke A . Iz istega vzroka je b slika točke B . Slike drugih predmetovih točk sledé isto tako, kakor sledé točke na predmetu druga drugo. ab je torej slika predmeta AB ; večja je nego predmet AB , vzvrnena in od zrcala bolj oddaljena nego točka C .

Isto tako se prepričaš s poskusi o pravosti teh zakonov:

Slika v središču jamastega zrcala postavljenega svetlega predmeta leži tudi v središču, vzvrnena je in ravno tolika, kolik je predmet . . . 4.).

Svetel predmet, kateri je od zrcala bolj oddaljen nego zrcalno središče, daje med goriščem in središčem vzvrtno in zmanjšano sliko . . . 5.).

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

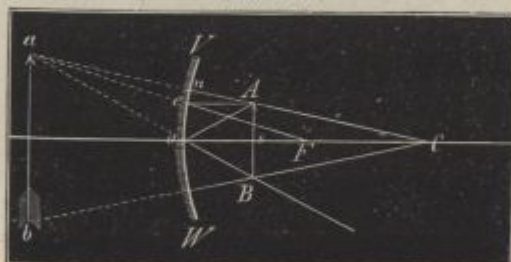
Svetel predmet, stoječ med goriščem in zrcalom daje zadaj za zrcalom povečano in po koncu stoječo sliko . . . 6.).

Ta slika se ne dá prestrezati, torej je le geometrijska ali navidezna.

Z načrtovanjem dobivaš to sliko tako-le:

Vzemi, da je AB (slika 49.) svetel predmet, stoječ med zrcalom VW in med goriščem F , in da zaznamlja C središče zrcala. Glavni trak AC se

Slika 49.



odbija v svoji meri, 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 uglašeno, da odbija svetlobo, imenujemo izbočeno zrcalo (*Convexspiegel*).

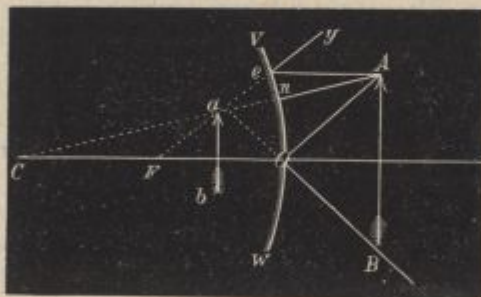
Poskus: Gledaš li v izbočeno zrcalo, n. pr. v stekleno kroglo, katera je znotraj obložena s cinkovim amalgamom, vidiš v njem po koncu stoječe in zmanjšane slike ónih predmetov, ki stojé pred zrcalom. Predmeti, ki so od zrcala bolj oddaljeni, dajejo manjše in od zrcalne ploskve bolj oddaljene slike, nego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

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

Z načrtovanjem dobivaš pri izbočenem zrcalu slike tako-le :

Vzemi, da je VW (slika 50.) del izbočenega zrcala in da zaznamlja AB svetel predmet, od katerega izhajajo svetlobni traki. Iz točke A v meri

Слика 50.



prema AC prihajajoči svetlobni trak vpada pravokotno na zrcalo, odbija se torej v svoji meri. Svetlobni trak Ae , ki je vzporeden z osjo AC , odbija se 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 razmetna zrcala (*Zerstreuungsspiegel*).

§ 48. Razmet svetlobe.

Površje hrapavih teles je sestavljeno iz brezštevilnih, razno naklonenih malih ravnin; svetlobni traki, vpadajoči na taka telesa, ne odbijajo se več pravilno. Vsak snopič vzporedno vpadajočih svetlobnih trakov se razpršuje na vse strani v uprav toliko odbitih trakov, katerih vsak záse prav slabo sveti. Tak odboj svetlobe se imenuje razmet (*Zerstreuung des Lichtes*). Pri hrapavih ploskvah ne morejo nastajati slike predmetov, razpršena svetloba pa dela posamezne dele površja vidne.

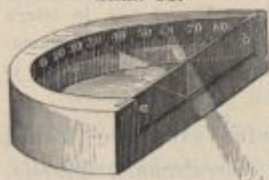
Popolnem gladke ploskve bi ne mogli videti, ker bi pravilno odbijala vso svetlobo. Takih ploskev vendar ni. Zrcala še toliko uglajena imajo vendar le majhne jamice in grbe, na katerih se svetloba razpršuje ter dela zrcala vidna.

V zraku plavajoči prah nam dela solnčne svetlobne trake vidne. — Solnčna svetloba se razpršuje tudi na zračnih molekulih, meglenih mehurčkah 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 razmet solnčne svetlobe v višjih zračnih plastéh. 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 neba ali se začnjenja, ko je solnce 18° pod obzorom. Na ravniku je svitanje najkrajše, proti tečajema pa traja delj časa. Po letu traja v naših krajih skoro vso noč; meseca marca in oktobra pa le dve uri.

§ 49. Lom svetlobe.

Poskus: Polukrožna otlá posoda (slika 51.) ima steno *ab* neprozorno, v središču polukroga je prirejena in s stekleno ploščico zakrita ozka špranjica. Polukrog je razdeljen na ločne

Slika 51.



stopinje in središče polukroga zaznamovano z 0. Posodo napolni do polovice z vodo; skozi špranjico spusti snopič solnčnih trakov tako, da jih vpada nekoliko na vodo, nekoliko pa jih gre po zraku. Na razdeljenem polukrožnem obodu vidiš razsvetljeni

dve mesti; jedno (60°) je razsvetljeno od svetlobnih trakov, prihajajočih skozi zrak, drugo (40°) je razsvetljeno od svetlobnih trakov, prihajajočih 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; ako pa prehaja iz jednega sredstva v drugo, deli se 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 se lomi ali menja svojo poprejšnjo mer.

Vzemimo, 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 Einfallslothe*); ako je lomni kot večji od vpadnega, lomi se svetloba od vpadne navpičnice (*vom Einfallslothe*). — Pri gori popisanem poskusu znaša vpadni kot 60° , lomni kot 40° . V vodi se lomí 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 redkejše.

Slika 52.



Ako zasukneš pri poskusu (slika 51.) posodo toliko, da razsvetljujejo skozi zrak idočí svetlobni traki točko 0^0 , razsvetljujejo skozi vodo idočí traki ravno isto točko.

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

Ako sukaš posodo tako, da se izpreminja vpadni kot svetlobe, izpreminja 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 poljubnim polumerom krog, kateri seče vpadni in lomljeni trak v točkah a in b , in potegneš iz teh točk na vpadno navpičnico pravokotnici ad in bf , ostane razmerje teh pravokotnic ($ad:bf$) neizpremenjeno, naj si bode vpadni kot tolik ali tolik, dokler ne izpremenita svetlobni sredstvi svoje gostote . . . 2.).

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

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

V posodo z neprozornimi stenami položi kak denar a (slika 53.), oko pa nastavi pri točki O tako, da denarja ne vidiš. Naliješ li v posodo vode,

postane ti denar tekój viden.

— Od denarja v meri preme ab prihajajoči svetlobni trak se lomi na površju vode od vpadne navpičnice ter prihaja v tvoje oko v meri preme bO .

Slika 53.



Astronomijski lom svetlobe (*astronomische Strahlenbrechung*). Zrak je navzgor bolj redek kakor

blizu zemeljskega površja. Svetlobni traki, prihajajoči od nebeških teles, lomijo se na svoji poti proti zemlji vsakikrat proti vpadni navpičnici, ko prehajajo iz menj gostih zračnih plastij v gostejše. — Nasledek tega loma je ta, da vidimo nebeška telesa nekoliko bližje svojemu temenišču nego so v resnici. Telesa stoječa v našem temenišču vidimo ondú, kjer so v resnici, ker vpadajo od njih izhajajoči svetlobni traki na posamezne zračne plasti pravokotno ter se vsled tega ne lomijo. Druga nebeška telesa pa so proti temenišču tem bolj vzdignena, čim bližje so obzoru. — Astronomijski lom svetlobe nam podaljšuje dan približno za štiri do šest minut.

Ako je zrak nemiren, lomijo se svetlobni traki v vedno drugih merih, kar prouzročuje, da se nam predmeti dozdevajo nemirni, tresoči se.

§ 50. Popolni odboj svetlobe.

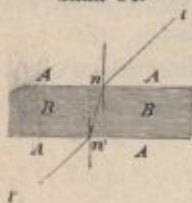
Poskus: V temni sobi napelji s pomočjo ravnega zrcala snopič solnčnih trakov proti štirioglati posodi, polni vode, toliko pošev od spodaj navzgor, da vpadajo na gladino vode približno v kotu 49° . Ako si vodi primešal nekoliko kredinega prahu, postane ti pot solnčnih trakov v vodi vidna. Ako gledaš na 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, lomni kot je večji od vpadnega. Ako vpadni kot povečujemo, narasta tudi lomni kot, in na vsak način najdemo tolik vpadni kot, da je njemu pripadajoči lomni kot enak 90° . Za vsak večji vpadni kot moral bi 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 je pripadajoči mu lomni kot prav kot, imenuje se mejni kot (*Grenzwinkel*), ker tvori mejo med lomom in popolnim odbojem svetlobe.

§ 51. Lom svetlobe v sredstvih, z vzporednimi ploskvami omejenih.

Vzemimo, da je BB (slika 54.) prozorna plošča, omejena z vzporednima ploskvama AA , in da je gostejša od zraka.

Slika 54.



Vpadajoči svetlobni trak ln se lomi pri n proti vpadni navpičnici, pri n' pa od vpadne navpičnice. Vpadni kot pri n' je enak 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 tej priklonil; ali $ln \parallel n'l'$. Gledajoč pošev skozi steklene plošče vidimo predmete nekoliko v stran potisnene,

vender ostane njih medsebojna leža neizpremenjena. — Gledajoč skozi tanko prozorno ploščo navadno še ne čutimo, da vidimo predmete nekoliko v stran potisnene.

§ 52. Optične leče.

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

Leče v sredini debelejšje nego ob robih so izbočene ali zbiralne (*Convex- oder Sammel-linsen*); leče v sredini tanše nego ob robih so jamaste ali razmetne (*Concav- oder Zerstreuungslinsen*) (slika 55.).

Slika 55.



Izbočene leče so:

1.) Dvojnoizbočena (*biconvex*) a , omejena od dveh kroglastih ploskev, kateri obračata izbočeni strani nazven; 2.) ravnoizbočena (*planconvex*) a' , omejena od

jedne ravne in jedne kroglaste ploskve; 3.) jamastoizbočena (*concaconvex*) a'' , omejena od jedne izbočene in jedne jamaste ploskve; izbočena ploskev je bolj ukrivljena nego jamasta.

Jamaste leče so:

1.) Dvojnojamasta (*biconcav*) b , omejena od dveh kroglastih ploskev, kateri obračata jamasti strani navzven; 2.) ravnojamasta (*planconcav*) b' , omejena od jedne ravne in jedne jamaste ploskve; 3.) izbočenojamasta (*convex-concav*) b'' , omejena od jedne izbočene in jedne jamaste ploskve; jamasta je bolj ukrivljena nego izbočena.

Prema, idoča skozi središči mejnih ploskev, zove se lečina os (*Axe 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, da vpadajo solnčni traki nánjo vzporedno z njeno osjó. Na drugi strani leče pa premikaj papirnat zaslon. Zadaž za lečo najdeš mesto, v katerem dobiš točki podobno, zelo svetlo sliko solnea. V bolj oddaljenih ali leči bolj bližnjih mestih nego je to, razsvetljen je zaslon v večjem krogu. V točki F , v kateri se stičejo solnčni traki, prihajajoči iz leče, je tudi največja toplota; lahko gorljive reči, n. pr. kresilna goba, žveplenke i. t. d., se užigajo. Točka F se imenuje gorišče (žarišče, *Brennpunkt*); njena razdalja od lečinega središča pa daljina gorišča (*Brennweite*).

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

Slika 56.



Izbočena leča lomi vzporedno s svojo osjó nánjo vpadajoče svetlobne trake v takih merih, 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 lečo prehajajoči svetlobni traki izstopajo iz njé vzporedno z osjó . . . 2.).

Leča lomi vsak nánjo vpadajoči svetlobni trak dvakrat, pri vstopu proti vpadni navpičnici, pri izstopu od vpadne navpičnice. Polumeri mejnih ploskev so ob jednom tudi vpadne navpičnice. — Načrtaj pot vzporedno z osjó 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 solnčnih trakov določil daljino gorišča, moreš s to pripravo dokazati tudi te-le zakone:

Slika 57.



Ako je razdalja svetlega predmeta večja nego dvakratna daljina gorišča, daje predmet na drugi strani leče vzvrneno 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 stoječ predmet daje na drugi strani leče v isti razdalji vzvrneno, fizično in isto toliko sliko . . . 4.).

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

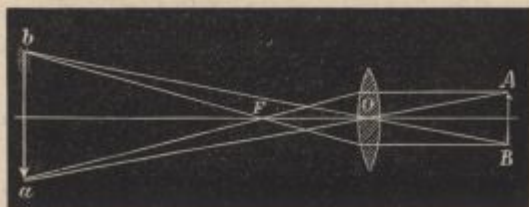
Slika postaja vedno večja in se od leče bolj oddaljuje, ako se predmet bliža gorišču; stoji li predmet v gorišču, leži njegova slika v neskončni oddaljenosti — iz leče prihajajoči svetlobni trakovi so vzporedni.

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

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

O pravosti navedenih zakonov se uverimo lahko tudi z načrtovanjem. Vzemimo dvojnoizbočeno lečo O (slika 58.) in pred njo pravokotno na osi

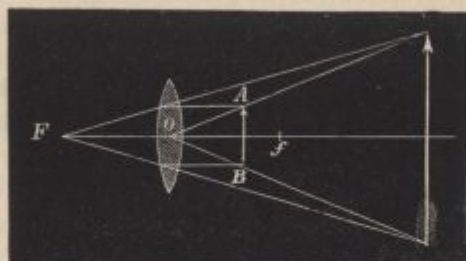
Slika 58.



stoječ predmet AB ter recimo, da je F gorišče leče. Da določimo sliko točke A , treba je preiskovati pot najmenj 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 uzroka 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 vpadajoč; 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 v resnici sečeta. Iz istih uzrokov 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.



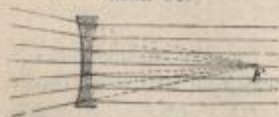
Vzemimo, da je svetel predmet AB (slika 59.) leči O bližje nego gorišče f , in da sta F in f gorišči leče. Jednako postopaje, kakor poprej, dobimo na tisti strani leče, kjer je predmet, večjo in po koncu stoječo sliko. Glavni trak AO in vzporedno z osjo vpadajoči trak se po izstopu iz leče ne sečeta na levi strani,

pač pa njijina podaljška na desni. Slika je torej geometrijska ter se ne dá 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 veliko vrsto optičnih orodij, o katerih bomo pozneje govorili.

Slika 60.



II. Lom svetlobe v jamastih ali razmetnih lečah.

Poskus: Dvojnojamasto lečo (slika 60.) postavi proti solncu tako, da vpadajo solnčni trakovi

nánjo vzporedno z njeno osjó. Za lečo pa premikaj papirnat zaslon. Iz leče prihajajoči svetlobni traki razsvetljujejo zaslon v vedno večjih krogih, ako ga 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 razmetišče (*Zerstreuungspunkt*) ali umišljeno gorišče (*imaginärer Brennpunkt*); njena razdalja od središča leče je daljina razmetišča ali gorišča.

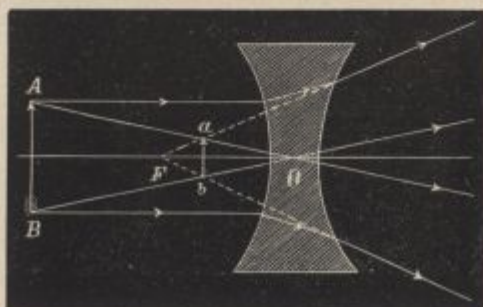
Tudi ta leča ima dve jednako od središča oddaljeni gorišči, ker moreš vsako stran obračati z istim uspehom proti solneu.

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

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

Z načrtovanjem dobiš prav lahko slike, ki jih narejajo jamaste leče. — Vzemi, da je AB svetel predmet pred lečo O (slika 61), pravokotno na osi stoječ. Trak AO je glavni trak ter se v leči ne lomi. Vzporedno z osjó FO vpadajoči trak izstopa iz leče v meri, kakor bi prihajal iz gorišča F , njegov

Slika 61.



podaljšek pa seče glavni trak v točki a , katera je slika točke A . — Iz istih uzrokov je ab slika predmeta AB ; manjša je, po koncu stoječa, navidezna ter bliže leči nego gorišču.

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

Zakaj imenujemo jamaste leče tudi razmetne leče? — Pokaži z načrtovanjem, kako lomi katera koli jamastih leč nánjo vpadajoče svetlobne trake. — Preiskuj z načrtovanjem, kako se izpreminjata veličina in leža slike pri isti leči, ako se predmet leči bliža ali od nje oddaljuje!



B. Kemija.

§ 53. Kemijske prvine.

S pomočjo toplote, svetlobe, elektrike in kemijske sorodnosti sploh 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, katera se doslej z nobenim izmed poznanih pripomočkov niso dala razkrojiti v druge tvarine. Taka telesa imenujemo kemijske prvine (*chemische Elemente oder Grundstoffe*).

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

Prvine, katerih je doslej znanih 64, delimo v kovine (*Metalle*) in nekovine (*Ametalle oder Metalloide*). Kovine so, izimši živo srebro, pri navadni temperaturi trdna, neprozorna, v vodi neraztopna 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 pet, sicer so težke. Nekovine so nekatere trdne, nekatere plinaste, ali časi kapljivotekoče.

§ 54. Kemijski osnovni zakoni.

a) Ako razvročimo v epruveti zmes, sestojeko iz 7 gr železnih opilkov in 4 gr žvepla, dobimo kemijsko spojino železni sulfid (glej I. stopnjo § 74.), ki tehta natančno 11 gr. — Če pa zmešamo n. pr. 9 gr železnih opilkov s 4 gr žvepla ter razvročimo to zmes, dobimo tudi le 11 gr železnega sulfida, poleg tega pa ostaneta 2 gr 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)* Goreč magnezij se spaja s kisikom v bel prah, magnezijo ali magnezijev okis, 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 5 proti 3. — *c)* Galvanski tok razkroja 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 ravno toliko, kolikor tehtata vodik in kisik skupaj.

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

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

2.) Teža vsake kemijske spojine je jednaka vsoti tež njenih sestavin.

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

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

§ 55. Atomi.

Najmanjše dele, v katere moremo z mehaničnimi sredstvi razdeliti kako telo, imenujemo molekule. (Glej I. stopnjo § 3.). Molekuli sestojé 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 železnega sulfida iz železa in žvepla. Najmanjše dele prvin, ki se nahajajo v molekulih

spojeni, katerih ne moremo ne mehaničnim ne kemijskim potom dalje deliti, imenujemo atome (*Atome*).

Vsako prvino si mislimo sestavljeno iz atomov, kateri so v jedni in isti prvini vsi jednako veliki in jednako težki, pri različnih prvinah pa gledé teže in velikosti sploh različni. Atome plinastih prvin smatramo pri jednaki temperaturi in pod enakim tlakom vse jednako velike.

Jeden atom sam záse ne more ostati, ampak pritegne k sebi še najmenj jeden atom ter tvori ž njim molekul. Silo, katera molekule združuje in priteza, imenujemo kemijsko privlačnost ali kemijsko sorodnost (*chemische Anziehung oder Affinität*).

Kemijske spojine se vrše jedino le med atomi. Najprej razpadejo molekuli spajajočih se tvarin v atome, potem pa se združijo v nove molekule atomi ónih prvin, med katerimi je največja sorodnost. Pri kemijskih presnovah ima toplota zelo važno ulogo, bodi si, da jih proužročuje, 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 tehta pod tlakom jedne atmosfere in pri temperaturi $0^{\circ} C$ jeden liter vodika 0.09 gr , jeden liter kisika 1.44 gr , jeden liter dušika 1.26 gr . Jeden liter kisika ima torej 16krat, jeden liter dušika 14krat večjo težo nego jeden liter vodika.

Ker pa smatramo atome plinastih teles pod istim tlakom in pri jednaki temperaturi jednako velike, mora biti v jednom litru vodika ravno toliko atomov, kolikor je atomov v jednom litru kisika ali v jednom litru dušika; radi tega mora biti jeden atom kisika 16krat, jeden atom dušika pa 14krat težji kakor jeden atom vodika. Vzamemo li težo jednega vodikovega atoma za jednoto teže, potem je teža jednega kisikovega atoma $= 16$, jednega dušikovega atoma $= 14$.

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, očitno je, da je jeden atom magnezija 24krat težji od jednega vodikovega atoma.

Na podoben način so spoznali kemijki 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 tabéli so našteje najvažnejše kemijske prvine; pristavljeni so jim kemijski znaki in atomske teže.

Ime	Znak	Atom. teža	Ime	Znak	Atom. teža
Nekovine.			Bismut (Bismuthum) .	<i>Bi</i>	210
Bor	<i>B</i>	11	Cinek (Zincum) . . .	<i>Zn</i>	65
Brom	<i>Br</i>	80	Kalcij (Calcium) . . .	<i>Ca</i>	40
Dušik (Nitrogenium) .	<i>N</i>	14	Kalij	<i>K</i>	39
Fluor	<i>Fl</i>	19	Kobalt (Cobaltum) . .	<i>Co</i>	58.8
Fosfor (Phosphor) . .	<i>P</i>	31	Kositer (Stannum) . . .	<i>Sn</i>	118
Jod	<i>J</i>	127	Krom (Chromium) . . .	<i>Cr</i>	52
Kisik (Oxygenium) . .	<i>O</i>	16	Magnezij	<i>Mg</i>	24
Klor (Chlorum) . . .	<i>Cl</i>	35.5	Mangan	<i>Mn</i>	55
Kremik (Silicium) . . .	<i>Si</i>	28	Natrij	<i>Na</i>	23
Ogljik (Carbonium) . .	<i>C</i>	12	Nikelj	<i>Ni</i>	58
Vodik (Hydrogenium) .	<i>H</i>	1	Platin	<i>Pt</i>	197.4
Žveplo (Sulfur) . . .	<i>S</i>	32	Srebro (Argentum) . . .	<i>Ag</i>	108
Kovine.			Stroneij	<i>Sr</i>	87.5
Aluminij	<i>Al</i>	27.4	Svinec (Plumbum) . . .	<i>Pb</i>	207
Antimon (Stibium) . .	<i>Sb</i>	122	Uran	<i>U</i>	120
Aržen (Arsenicum) . . .	<i>As</i>	75	Volfram (Wolframium) .	<i>W</i>	184
Baker (Cuprum) . . .	<i>Cu</i>	63.4	Zlato (Aurum) . . .	<i>Au</i>	197
Barij	<i>Ba</i>	137	Železo (Ferrum) . . .	<i>Fe</i>	56
			Živo srebro (Hydrargyrum)	<i>Hg</i>	200

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 kemijski 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. Kemijska pisava.

S kemijskimi 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.

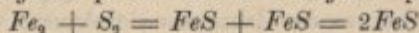
S temi znaki si predstavljamo ob enem tudi sestavo molekulov iz atomov s tem, da stavimo znak k znaku. Kemijski znak ali formula za železni sulfid je *FeS* ter pomenja, da je molekul tega sulfida sestavljen iz jednega atoma železa (*Fe*) in jednega atoma žvepla (*S*), da sta si v vsakem molekulu teža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

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.

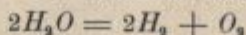
Znak ogljikove kisline je: *CO₂* ter pomeni, da sestoji molekul ogljikove kisline iz jednega atoma ogljika (*C*) in dveh atomov kisika (*O₂*) ter ima težo $12 + 16 \times 2 = 44$.

Več molekulov kakega telesa zaznamljamo s koeficijentom; n. pr. *3CO₂* pomeni tri molekule ogljikove kisline.

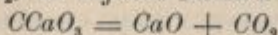
Kemijske presnove (*Processe*) zaznamljamo z jednačbami. Pred jednačaj stavimo prvine ali njih spojine pred medsebojno zvezo, za jednačajem pa proizvode njih spojitve. Take jednačbe imenujemo potem črteže kemijskih presnov. N. pr.



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

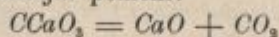


pomeni, da se razkrojita dva molekula vode (H_2O) v dva molekula vodika (H_2) in v jeden molekul kisika (O_2).



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*); proizvode okisanja pa okise ali okside (*Oxyde*).

Nekateri okisi so v vodi raztopni, kislega okusa in porudečijo modro lakmusovo tinkturo, n. pr. ogljikov dvokis. Take okise imenujemo kisline (*Säuren*).

Druga vrsta okisov je v vodi raztopna, pa lužnatega okusa in pomodri rudečo lakmusovo tinkturo, n. pr. žgano vapno. Take okise imenujemo osnove (*Basen*).

Tretja vrsta okisov se ne topi v vodi, nima nobenega razločnega okusa in ne izpreminja lakmusove 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 lakmusovo tinkturo; — osnove pa

so vse spojine, ki so lužnatega okusa in pomodré rudečo lakmusovo tinkturo.

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

§ 59. Žveplene spojine.

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

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

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

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

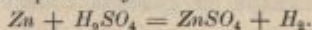
2.) Žveplena kislina (*Schwefelsäure*, H_2SO_4). Čista žveplena kislina je brezbarvena, oljasta tekočina, jako jedka, kislá in vode pohlepna. Ako jej prilijemo malo vode, spoji se z njo, pri tem se zelo močno segreje, časi celo toliko, da se pretvarja v pare, katere razprše tekočino vsled svoje razpenjavosti. (Kedar 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 spojitev imenujemo sulfate. Ako polijemo v stekleni posodi drobne kose cinka z razredčeno žvepleno kislino, začne v posodi močno šumeti, na plano pa ubaja plin — čist vodik. (Glej I. stopnja § 76.) Pri tem presnavljanju zgineva in razpada cinek ravno tako, kakor raztopna telesa, kedar se topé v kaki kapljevini — zaradi tega časi tudi pravimo, da se cinek topi v razredčeni žvepleni kislini, ali da je v njej raztopen.

V resnici pa se cinek ne topi, marveč vrši se posebna kemijska 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 kemijski presnovi je



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

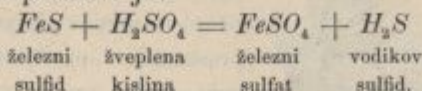
Drugi sulfati so n. pr. zelena galica ali železni sulfat (*Eisenvitriol*, FeSO_4), modra galica ali bakrov sulfat (*Kupfervitriol*, CuSO_4), mavec ali kalcijev sulfat (*Gyps*, *Calciumsulphat*, CaSO_4), Glauberjeva sol ali natrijev sulfat (*Glauber-salz*, *Natriumsulphat*, Na_2SO_4).

Dobitev žveplene kisline je precej sestavljena kemijska presnova. Dobiva se s tem, da izgoreva žveplo v zraku, dotikaje se vode in solitarne kisline (HNO_3). Pri zgorettju žvepla nastali žvepleni dvokis jemlje solitarni kislini kisik in vodik ter se pretvarja v žvepleno kislino. To je tako imenovana angleška žveplena kislina.

Razven te je običajna v trgovini tudi še kadéča se žveplena kislina, Nordhausenska ali češka žveplena kislina (hudičevo olje). Ta se dobiva s prehlapanjem suhe, brezvodne železne galice; oljasta je in rujava ter pušča na zraku megle. Kadéča se žveplena kislina ni čista, primešan ima žvepleni trokis (SO_2), ki na zraku odhaja ter se spaja z vodo v pare žveplene kisline. Uporaba žveplene kisline je zelo mnogovrstna, tudi v obrstvu.

3.) Vodikov sulfid (*Wasserstoffsulfid*, *Schwefelwasserstoff*, H_2S). Poskus: V stekleni posodi polij železni sulfid

(FeS) z razredčeno žvepleno kislino ter segrevaj to zmes. Razvijajoči se plin prestrežaj v posodi nad živim srebrom ali nad toplo vodo. Ta plin je vodikov sulfid ali žveplovodik. Črtež presnovi je:



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

Voda ga vpija velike množine ter dobiva neprijeten, smrdljiv okus in porudečuje modri lakmusov papir.

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

§ 60. Fosforova kislina.

Ako gori fosfor na suhem zraku ali v kisiku, tvori se bel prah, anhidrid fosforove kisline (P_2O_6), kateri je vode zelo pohlepen in se spaja z njo (po črtežu $P_2O_6 + 3H_2O = 2H_3PO_4$) v fosforovo kislino (H_3PO_4). Ta kislina je brez barvena 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 kostij.

§ 61. Dušikove spojine.

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

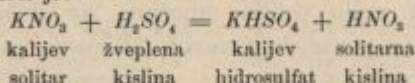
Slika 62.



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

kapljevino in ta 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 gledé 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 prodaja čista, ampak z vodo pomešana. Na solncu se polagoma razkraja v kisik in dušikove okise, ki se v njem raztopé in jo orumené.

Rastlinske in živalske tvarine, n. pr. les, kožo, lase, rogovino i. t. d., najprej orumení, potem pa razjé, 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 solitarno kisle soli ali nitrates. Take soli so: srebreni nitrat ali peklenski 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 ločitev 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 gledé zraka mu je 0.59. Pod tlakom $6\frac{1}{2}$ atmosfere ali pri temperaturi $-40^\circ C$ postane kapljivo tekoč, pri $-80^\circ C$ se strdi. Voda ga vpija prav pohlepno ter dobiva potem vsa svojstva amonijakova. Liter vode more pri temperaturi $45^\circ C$ 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 topé v amonijaku.

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

Rabi nam v zdravilstvu, za pranje in odstranjevanje tolšče v oblačilih, 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 (*Carbonate*, *kohlensaure Salze*). N. pr. kalcijev karbonat ali ogljikovokislo vapno (*kohlensaurer Kalk*, $CaCO_3$);

soda ali natrijev karbonat (*kohlensaures Natron*, Na_2CO_3); kalijev karbonat ali pepelik (*kohlensaures Kali*, *Pottasche*, K_2CO_3), i. dr.

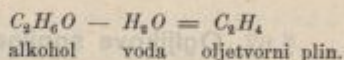
Omeniti hočemo še nekaterih posebno važnih ogljikovih spojin.

1.) Lahki ogljikovodik ali močvirni plin (*leichter Kohlenwasserstoff*, *Sumpf- oder Grubengas*, CH_4). Ako s palico ruješ po blatu na močvirnatem kraju, vzhajajo posebni mehurčki. Če prestrezaš te mehurčke v posebni posodi, 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 počasno gnijó. 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 êtilén (*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 alkoholn 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, od tod njegovo ime: oljetvorni plin.

Ogljikovodik je glavna sestavina svetilnega plina.

Svetilni plin je zmes raznih gorljivih plinov, namreč močvirnega plina, êtilena, ogljikovega okisa in vodika. Delajo

ga dandanes na veliko destilujoč črni premog v posebnih tvornicah, plinarne imenovanih. 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 žvepleni 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 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 sivkastočrno in luknjičasto oglje, kôks, 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 svetilnici.

§ 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 moreš prestrezati v pokončni posodi.

Klor je plin rumenkasto zelene barve in posebnega vonja. Ako ga dihaš, sili h kašlju in k pljuvanju krvi, torej je otroven. Ker ga moreš prestrezati v posodah, po koncu stoječih, težji je nego zrak (2·44 krat).

Goreča trska ugasne v kloru, svetilni plin pa gori v njem isto tako, kakor v zraku. Voda ga vsrkava precej pohlepno.

Voda, 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*).

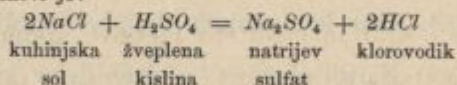
Posebno rad se spaja z vodikom. Zmes enakih prostornin obeh plinov razpokne, svetlobi izpostavljena, z glasnim pokom; plina se spojata v vodikov klorid ali klorovodik (*Chlorwasserstoff*). Organskim tvarinam jemlje klor vodik, spajajoč se z njim.

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, katerega moreš prestrezati v pokončno stoječi posodi.

Črtež presnovi je:



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

Cista solna kislina je brezbarvena, jedka in na zraku kadeča se tekočina. Ako jo segrevaš, oddaje svoj klorovodik. Solna kislina, kakeršna se dobiva navadno v prodajalnicah, ni čista, ampak ima v sebi nekoliko organskih tvarin, žveplene

kislina in železnega 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 služi nam 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 je slabo, v alkoholu pa zelo raztopen. V alkoholu raztopljen se zove jodova tinktura in služi v zdravilstvu. Skrob dobiva od njega posebno vijoličasto barvo. — Fluor je plin, kateri se samočist v prirodi ne nahaja. Največ ga je v fluoritu ali jedavcu. Ako v svinčeni posodi poliješ nekaj nadrobno 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 (*Flussäure*).

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 razjé potem prosta mesta. Ako potem odstranimo vosek, javi se 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, ali njegove spojine so zelo razširjene. Dobivamo ga iz njegovih spojin ali v drobnih, temnosivkastih,

svetlih, luskavih in zelo trdnih kristalnih, ali pa kot brezlik rujavkasto siv prah, ki se spoji, razvročen na zraku ali v kisiku, s kisikom v silicijev dvokis ali kremenico (*Siliciumdioxid* oder *Kieselerde*, SiO_2).

1.) Kremenica je ali kristalizovana ali brezlika, sedaj več, sedaj menj čista. Čista kremenica se nahaja v kremenjaku (*Quarz*) v mnogih različnih, kakor: kámena strela (*Bergkrystall*), ametist, čadavec, citrin, ahát, 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 lišp.

2.) Kremíkova kislina (*Kieselsäure*, H_4SiO_4). Ako vodeno steklo polijemo z nekoliko solne kisline, naredi se neka nova, žolci podobna tvarina, kremíkova 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 tekój izhlapi. S kovinami se spaja v razne kremikovokisle soli ali silikate.

Kremíkova 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°C otrdi in postane krhka. Pri temperaturi 62°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_2O), prisvajajoč si iz zraka kisik. Če ga razvročimo tako, da ima zrak do njega pristop, užge se in gori z vijoličastim plamenom. Tudi v vodi se užge sam ob sebi. Kalij razkrajja 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 lakmusovo 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 óne sestavine pepela, ki so v vodi raztopne = katere je voda izlužila (*ausgelaugt*). Natančna raziskovanja učé, da ima surovi pepelik v sebi največ ogljikovokislega kalija (kalijevega karbonata), poleg tega pa še tudi drugih solij, kakor klorkalija, žveplenokislega kalija in napósled še ostanke organskih tvarin, ki niso popolnem zgorele. Organske tvarine odstranimo s tem, da žgemo surovi pepelik v posebnih pečeh, dokler ne postane malo ne čisto bel. Žgani surovi pepelik nazivljejo v prodajalnicah kalcinovan pepelik (*calcinierte Pottasche*).

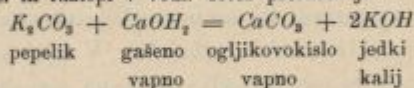
Za nekatere namene je treba žgani pepelik očistiti še drugih mu primešanih solij. To pa se zvrši tako, da se na pepelik ulije 2—3krat toliko mrzle vode, kolikor znaša njegova prostornina. V tej vodi se raztopi le pepelik, druge soli pa ne, ker so precej menj raztopne nego pepelik. Ako se potem raztopina 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 jej prilij par kapljic solne kisline. Ako tekočina več ne vzkipi, odstavi posodo od ognja za toliko, da se tekočina sčisti; s pomočjo natége odtoči potem očiščeno tekočino od usedline.

Ako to tekočino izpariš v srebrni posodi do suhega 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, tali se in tvori brezbarveno, 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 (ravno tako tudi kalijev lug) razjeda steklene in prstene posode, posebno pa organske 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 tolščnate pege.

Milarji pridelujejo kalijev lug neposredno iz lesnega pepela. V to zvrho nakopičijo na kamenitih tleh kup pepela, na vrhu mu naredé 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 dobé dober lug.

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

Kalijev solitar je bela sol, slanega in ob enem tudi hladečega okusa ter tvori prozorne stebričaste kristale. Pri temperaturi $350^{\circ} C$ se tali v tanko tekočino, ki se pri višji temperaturi razkrajja, oddajajoč kisik. V vodi se precej rad topi, posebno, ako je gorka. Solitar je zelo krepko okisilo; fosfor, ogelj in žveplo zgoré 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 Ogerskem, 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 prekajamo. 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 záse 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 naredé zrna. Ta zrna še zbrusijo in ugladijo v vrtečih se sodih ali bobnih.

Ako smodnik segrevamo, užge se najprej ogelj, od njega pa žveplo, obé telesi 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, katerega je zavzemal smodnik, torej imajo zelo veliko razpenjavost, ki se v nastali vročini še izdatno poveča. Ta razpenjavost je óna sila, ki meče iz topov in pušek izstrelke v ogromne 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 od klorovokislega kalija in žvepla ali oglja razpokne že vsled takega udarca.

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

5.) Kremikovokisli kalij, kalijev silikat (*kieselsaures Kalium, Kaliumsilicat*). Kremikova kislina in kalij se spajata v različnih razmerjih. Ako stalimo kristalizovano kremenico (pesek) s pepeliko in lesnim ogljem, dobimo prozorno, steklu podobno tvarino, ki se topi v vreli vodi 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, prevleče se s tanko stekleno skorjo. Ta skorja jo varuje, da se ne užge z lahka.

§ 67. Natrij in nekatere njegove spojine.

Natrij je srebrno svetla, pri navadni temperaturi kakor vosek mehka kovina, ki se na zraku okisuje in vodo isto tako razkraja kakor kalij. Sploh je kaliju zelo podoben; tali se pri višji temperaturi ($95.6^{\circ} C$) kakor kalij; v vodi pa se ne užge kakor kalij, ampak poskakuje sem ter tje, dočim se razvija prost vodik. 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 (*Natriumcarbonat*, *Soda*, Na_2CO_3) je sol močno lužnatega okusa in pepeliku zelo podobna; razločuje pa se od njega posebno v tem, da se ne razmoči na zraku. 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, stali se sprva v svoji kristalni vodi, potem pa izpariva ta voda tako, da dobimo naposled sodo brez vsake vode — žgano ali kalcinovano sodo (*calcinierte Soda*).

Soda se nahaja samorodna ali pa v spojinah. Na nekaterih krajih Ogerske pričetè 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. Jedki natrij je bela in krhka tvarina, ki se v vročini tali in pretvarja v pare. Sploh ima ista svojstva kakor jedki kalij in služi ravnoistim 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 (kámena

sol), ali pomešana z ilovico, vapnencem in sadro; napósled se nahaja tudi raztopljena v morju, 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, raztopé jo v vodi, pri čemer se usedejo primešane neraztopne tvarine na dno. Iz čiste raztopine se dobiva sol potom izparivanja. Iz morske vode se dobiva sol v posebnih gredicah (*Salzgärten*). Morsko vodo napeljejo v plitve jame, kjer potem voda izhlapeva, sol pa ostane. Čisti klorid natrija 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 se tekóji vlage, če ima primešanih količjak drugih solij.

Kuhinjska sol je potrebna začimba našim jedilom, jako dobro tekne tudi živalim; z njo solimo meso, da si je delj 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, brezbarvenih in prozornih kristalov, ki se v vodi precej neradi topé. 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. V lekarnah se imenuje ta spojina «Bicarbonas Sodae».

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 (*kiesel-saures Natrium*, *Natriumsilicat*) ima podobna svojstva kakor

kalijev silikat. Vodena raztopina natrijevega silikata se imenuje natrijevo vodeno steklo (*Natronwasserglas*).

§ 68. Steklo.

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

Gledé 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 ogljikovo-kislega kalija (pepelika), vapnenca in kremikove kisline, ki se nahaja v prirodi kot kremenják, kreselnik, pesek i. t. d. To steklo je popolnem čisto in težko raztalno. Od tega stekla izdelujejo najboljšo stekleno robo in steklenovino za kemijske in fizikalne posode, ki se morajo močno razgrevati, ne da bi se stalile. Največ takšnega stekla izdelujejo na Češkem; zatega del se imenuje tudi češko steklo.

2.) Natrijevo steklo (*Natronglas*) sestoji iz ogljikovo-kislega natrija (sode), vapnenca in kremikove kisline; zelenkasto je 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, brezbarveno, 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 gledé na množino v njem nahajajočega se svinca tri vrste. Najmanj svinca ima v sebi

kristalno steklo (*Krystallglas*), največ pa stras (*Strass*); flint ali kremikovo steklo (*Flintglas*) pa menj nego stras a več nego kristalno steklo. Od flinta se izdelujejo optične leče, od strasa pa posnemki 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 železnega okisa in celo neke hribine (basalta in trahita). Barva mu je različna, n. pr. rujava, zelena, rumena i. t. d., ter je zavisna od železnih spojin, nahajajočih se v tvarinah, ki se rabijo za izdelovanje stekla.

Od takega stekla se izdelujejo steklenice za kisló 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, vender od tega precej lažja kovina, kajti ima specifično težo 2.6. Zelo vlečna je in se dá razkovati v prav tanke ploščice. Debelejši kosi aluminija se ne spajajo s kisikom niti pri navadni temperaturi, niti pri žareči vročini; tanki listi ali drobne žice od aluminija pa goré v kisiku s svetlim plamenom. Tudi z razredčenimi kisljinami nima posebne sorodnosti.

V prirodi se nahaja aluminij jedino le v spojinah, a v teh je v rudninstvu zelo razširjen. Aluminijev okis ali glinica (*Aluminiumoxyd*, *Thonerde* 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 (*Thon*) je jedrnata, gručava in krhka prst, ki se čuti med prsti opolzla, kakor bi bila mastna. Suha se pileplja na jezik in pušča neki poseben vonj, ako nánjo hukamo, ali ako se je navzela nekoliko vlage. Vodo vpija hlastno, pa je ne propušča. Ako se je z vodo nasitila, umeči se in postane vlečna in gnetna kakor testo. V ognju oddá vsrkano vodo, skrči se 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 napósled v prah, pri čemer se vršé tudi kemijske presnove. Pravimo, da kamenje prepereva ali prhni (*verwittert*) ali: da oprstenuje ali se pretvarja v prst. Prhlenina (*Verwitterungsproduct*) ostane časi na mestu, največkrat pa jo voda odnaša in naplavlja drugje v nižavah.

V kemijskem 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.

Gledé 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 (*Pfeifenthon*), ki je bele ali rumene barve. — Lončarska in suknarska glina (*Töpferthon und Walkererde*) imata v sebi vapnenca in železnega 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 glinice se izdelujejo in žgó 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 žgá 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 loščati (*glasieren*). Navadno se to godi tako, da se žgana posoda namaže z zmesjó od kremenjaka in svinčene gladkine, potem pa se žgá še jedenkrat. Pri žganju se loščevina raztopi in prevleče posodino površje kot tanka steklena skorja.

§ 71. Železo.

Kemijsko čisto železo je bela, po barvi nekoliko srebru podobna, raztezna, žilava, trdna in lepo sijajna kovina. Na prelomu je zrnkasta, dá se kovati in dobro ugladiti, tali se v veliki vročini; razbeljena se nekoliko omehča. Ako položimo dva razbeljena kosa železa drug na drugega ter ju tolčemo s kladvom, poprimeta se tako, da njiju 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 — rjó, 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 z 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 2—5 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 dá se niti kovati niti variti. Tali se pri dosti nižji temperaturi kakor vsako drugo železo. Gledé barve je sivo ali belo. V sivem ogljik ni spojen z železom, marveč mu je primešan le v obliki drobnih luskinic. Sivo lito

železo je precej mehko, dá se 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 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 ($0.5 \frac{0}{0}$), časi tudi malce mangana in silicija. Tali se le v zelo veliki vročini ($1600^{\circ} C$), vlaknato je, na prelomu rog-ljasto in sivo, odlikuje pa se po veliki vlečnosti in žilavosti. Dá 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 je ali od surovega železa, če temu odvzamemo nekoliko ogljika, ali od kovnega, ako temu dodamo nekoliko ogljika. Jeklo je sivobelega barve, zrnato in mehko, dá se kovati, variti in lepo izgledati; gledé 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 počasno, — postane pa krhko in trdo kakor steklo, ako je hitro ohladimo s tem, da je pogreznemo v mrzlo vodo — ukalimo (*ablöschen*). Čim bolj je jeklo razbeljeno in čim hitreje se ohladi, tem bolj postane trdo. Ukaljeno jeklo menja svojo barvo, ako je segrevamo; najprej porumeni, potem postane zaporedoma zlatorumeno, škrlatasto, vijoličasto, modro in naposled črnkasto sivo. Pri vsaki teh barv menja tudi trdoto in prožnost; najtrše in najbolj krhko je, kedar je rumeno, najbolj mehko in prožno, kedar 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 železne spojine. Največ kemijsko 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 (*Rotheisenstein*, Fe_2O_3 , 70 % železa), jeklenec (*Spateisenstein*, $FeCO_3$, 40 – 48 % železa), železni kršec (*Schweifelkies*, FeS_2).

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

§ 72. Baker.

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

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

S kislínami se spaja baker precej rad, posebno, če ima do njega pristop ob jednom tudi zrak. Vse bakrove spojine so otrovne in, če so v vodi raztopne, 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 (*Rothkupfererz*, Cu_2O), bakrenega sijajnika (*Kupferglanz*, Cu_2S), bakrenega kršca (*Kupferkies*, Cu_2FeS_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 elektrode i. t. d. Bakrene posode za jedila ali sploh takšne posode, ki pridejo v dotiko s kislínami, treba je znotraj pociniti, ali pa kar največ snažiti, kajti sicer se dela bakrena rja ali zeleni volk.

§ 73. Cinek.

Cinek je bel, a nagiblje malo na modro. Kovinsko je svetel, na prelomu zrnat; pri navadni temperaturi malo upogljiv in krhek. Pri temperaturi med $120 - 150^{\circ} C$ postane raztezen, v višji temperaturi pa zopet krhek; pri $412^{\circ} C$ se tali, pri $1000^{\circ} C$ se pretvarja v hlape. Ako staljeni cinek na zraku razvročimo do $500^{\circ} C$, užge se 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 cinek daljšega okisanja. S kislinami rad vstopa v kemijske spojine. Cinek sam kakor tudi njegove spojine 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 galvanskih 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, vender od njega ne moremo delati žic, ker ima zelo majhno trdnost. Dokler njegova temperatura ne presega $100^{\circ} C$, moreš ga 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 zavre. Če ga na zraku segreješ do razbeljenosti, užge se in gori z belim plamenom. Na zraku ali v vodi se ne izpremeni. S kislinami nima velike sorodnosti.

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

Od kositra izdelujejo razne posode, igrače, nekatera cerkvena orodja, piščali za orglje; kujejo ga v stanijol. Marsikatero 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 hitro 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, topi se nekoliko, pri čemer se tvori svinčev hidroksid (PbH_2O_2); ne loti se ga pa voda, v kateri so raztopljeni karbonati ali sulfati (trda voda). Z razredčeno solitarno kislino se spaja kaj rad, spaja se tudi polagoma z ocatovo kislino in z drugimi organskimi kisljinami, ako je ob jednem 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 množine svinca se nahajajo 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 jedne teh rud.

Od svinca se izdelujejo razne plošče za kemijske 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 13,6krat težje kakor voda. Po steklu, porcelanu i. dr. teče v okroglih kapljicah; ako ima primešanih drugih kovin, teče v podolgastrih 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 ž 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, ž njim se loči zlato in srebro iz stolčnega 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, dá se raztezati v drobne žice ali zvaljati v pločevino tanko kakor papir. Kubični centimeter srebra tehta 10,5 gr. Tali se v zelo veliki vročini ($1000^{\circ}C$). V ognju in v čistem zraku se ne izpremeni. S solitarno kislino se kaj rado spaja v srebreni nitrat ali peklenski kamen ($AgNO_3$). Velika mu je sorodnost s klorom, bromom, jodom in žveplom. Dotikajoč se žveplovodika prevleče se s črno kožico, ker se spaja z žveplom v žvepleno 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 veliko srebra.

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

Ker je srebro samo ob sebi mehko, primeša se mu navadno 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 dá 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 kisline (v zlatotopki, *Königswasser*); druge kisline se ga pa ne lotijo.

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

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

§ 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 svoje žilavosti, ako so mu primešane druge kovine, n. pr. iridij.

Tali se le v največji vročini ($2000^{\circ}C$); razbeljen se zmešča ter se dá variti in kovati kakor železo. Na zraku se ne izpremeni, ker s kisikom sploh nima sorodnosti; topí se jedino le v zlatotopki.

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

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

Od platina se izdelujejo ponajveč le kemijska 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 (*Kanonmetall*) 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, iz katere se ulivajo črke, je zlitina svinca in antimona.

6.) Rose-jeva kovina (*Rose'sches Metall*) je zlitina jednega dela kositra, jednega dela svinca in dveh delov bismuta. Ta zlitina se topi pri temperaturi $94^{\circ} C$.

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

