

6858

Fizika in kemija za meščanske šole.

V treh stopnjah.

Spisal

Andrej Senekovič,

c. kr. gimnazijski ravnatelj v pokoju.

I. stopnja.

V besedilu je vtisnjenih 53 slik.

Četrta, po normalnem učnem načrtu z dne 15. julija 1907, št. 2368, predelani natisk.

Kot učna knjiga pripuščena z razpisom c. kr. ministrstva za bogočastje in pouk
z dne 23. januarja 1912, št. 559.

Cena vezani knjigi 1 K 20 v.



V Ljubljani 1912.

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



Dr. Godwin



Fizika in kemija

za meščanske šole.

V treh stopnjah.

Spisal

Andrej Senekovič,

c. kr. gimnazijski ravnatelj v pokoju.

I. stopnja.

V besedilu je vtisnjenih 53 slik.

Četrta, po normalnem učnem načrtu z dne 15. julija 1907, št. 2368, predelani tisk.

Kot učna knjiga pripuščena z razpisom c. kr. ministrstva za bogočastje in pouk
z dne 23. januarja 1912, št. 559.

Cena vezani knjigi 1 K 20 v.



V Ljubljani 1912.

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



Ym. štev. 6858
sig. XII - 92

D.

8. X. 1952.

Vsebina.

- I. **O telesih in njih svojstvih.** (Stran 1. do 2.)
§ 1. Prostornost. — § 2. Neprodirnost. — § 3. Luknjičavost.
- II. **Učinki molekularnih sil.** (Stran 2. do 8.)
§ 4. Mehanična deljivost. — § 5. Skupnost. — § 6. Skupnost trdnih teles.
— § 7. Sprijemnost. — § 8. Lasovitost ali kapilarnost. — § 9. Vpojnost.
— § 10. Raztop. — § 11. Mešanje.
- III. **O težnosti in njenih učinkih.** (Stran 8. do 11.)
§ 12. Težnost. — § 13. Absolutna in specifična teža. — § 14. Relativna gostota. — § 15. Zračji pritisk.
- IV. **O gibanju in ravnotežju trdnih teles.** (Stran 11. do 14.)
§ 16. Gibanje. Mirovanje. Sile. — § 17. Enakomerno gibanje.
- V. **O tekočinah.** (Stran 14. do 18.)
§ 18. Kakšno obliko ima gladina mirujoče tekočine. — § 19. Kako razvajajo tekočine nanje delujoči pritisk. — § 20. Pritisk na dno. — § 21. Pritisk v notranjščini tekočine. — § 22. Pritisk na stranske stene. — § 23. Občujoče posode. — § 24. Arhimedov zakon. — § 25. Plavanje.
- VI. **O plinastih telesih.** (Stran 18. do 23.)
§ 26. Značilna svojstva plinastih teles. — § 27. Kako merimo zračji pritisk. — § 28. Barometer. — § 29. Natega.
- VII. **Iz nauka o toploti.** (Stran 23. do 44.)
§ 30. Toplota. Temperatura. Podelitev toplote. — § 31. Raztezanje teles po toploti. — § 32. Živosrebrni termometer. Termoskop. — § 33. Kako se razteza voda po toploti. — § 34. Provod toplote. — § 35. Taljenje. — § 36. Strjenje. — § 37. Hlapanje. — § 38. Vrenje. — § 39. Zgoščevanje hlapov in par. — § 40. Prekapanje. Razhlapanje. — § 41. Žarjenje toplote. — § 42. Specifična toplota. Kalorija. — § 43. Izvori toplote. — § 44. Vrednost različnega goriva. — § 45. Vetrovi. — § 46. Zračja vlažnost. Rosa. Megla. Dež. Sneg.
- VIII. **Iz nauka o magnetizmu.** (Stran 44. do 50.)
§ 47. Magnetna telesa. — § 48. Magnetiški poli in njih vzajemno delovanje. — § 49. Magnetiška influenza ali indukcija. — § 50. Magnetenje jeklenih palic. — § 51. Magnetiški odklon. — § 52. Magnetiški naklon. — § 53. Zemlja kot magnet.

IX. Iz nauka o elektriki, vzbujeni s trenjem (torni elektriki).

(Stran 50. do 64.)

§ 54. Elektriški pojavi sploh. — § 55. Elektriziranje po podelitvi. — § 56. Dobri in slabi elektrovodi. — § 57. Pozitivna in negativna elektrika. — § 58. Elektroskop. — § 59. Prosta elektrika se razprostira le na površju električnih teles. — § 60. Gostota elektrike. Razdelitev elektrike na površju električnih teles. — § 61. Elektriziranje po influenci. — § 62. Elektriški kolovrat. — § 63. Poizkusi z elektriškim kolovratom. — § 64. Lejdenska steklenica. — § 65. Elektriški pojavi v ozračju. — § 66. Strelodod.

X. Iz nauka o zvoku. (Stran 64. do 66.)

§ 67. Kaj je zvok in kako nastane. — § 68. Kako se zvok širi. Hitrost zvoka.

XI. Iz nauka o svetlobi. (Stran 66. do 69.)

§ 69. Svetloba. Svetla telesa. — § 70. Kako se svetloba širi. Hitrost svetlobe. — § 71. Senca.

I. O telesih in njih svojstvih.

§ 1. Prostornost.

Po svojih čutilih (tipu, vidu, sluhu, vonju in okusu) zaznavamo, da se nahajajo v prostoru okoli nas različne reči, ki so ali druga poleg druge, ali druga nad drugo, ali druga za drugo, ki zavzemajo nekoliko prostora in se razprostirajo na dolžino, širino in višino.

Vse vkup, kar po svojih čutilih zaznavamo ali moremo zaznavati, imenujemo *prirodu* (*Natur*), posamezne reči pa *telesa* (*Körper*).

Kolikost prostora, v katerem se telo razprostira, imenujemo njegova *prostornino* (*Volumen oder Körperinhalt*).

Meje telesu so *ploskve*; način, kako se telo v prostoru razprostira in kako ga ploskve omejujejo, določuje njegovo *obliko* (*Figur, Gestalt*).

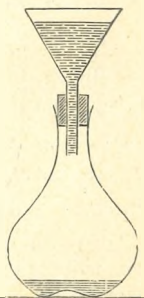
Imenuj več teles in povej, kakšno obliko imajo! — Katera merila služijo merjenju dolžine, širine in višine? — Katera merila merjenju ploskev in katera merjenju prostornine? — Dve telesi utegneta imeti isto prostornino, pa različno obliko. Če n. pr. vliješ liter vode enkrat v steklenico, drugikrat v plitvo a široko skledo, ostane prostornina ista, oblika pa je vsakikrat drugačna.

§ 2. Neprodinost.

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

Prostornino vsakega telesa izpolnjuje nekaj, kar zabranjuje, da na istem prostoru v istem času ne moreta biti dve telesi. To, kar prostornino izpolnjuje, imenujemo *tvarino* (*Stoff, Substanz*). Tvarina je *neprodinra* (*undurchdringlich*) ali ima svojstvo *neprodinosti*.

Slika 1.



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

§ 3. Luknjičavost.

Na kruhu, siru, gobi in mnogih drugih telesih opazujemo s prostim očesom večje ali manjše luknjice, v katerih je zrak, voda ali kako drugo telo. — S povečalnim steklom vidimo take luknjice tudi na svoji koži. — Ako stoji kozarec vode nekoliko časa na gorkem, se na steklu nabere obilo zračjih mehurčkov. — Pri mnogih telesih, n. pr. pri steklu, takih luknjic neposredno ne moremo opazovati, da pa so vsa telesa luknjičava, sklepamo iz tega, ker se raztezajo in krčijo.

Kako si pojasnjuješ pojav, da postane pod vodo ležeč les moker tudi v svoji notranjščini? — Ker se potiš; ali je koža luknjičava? — Skoz les, usnje in drugo se dá živo srebro stiskati. (Stiskalnica za živo srebro.) — Ko bi telesa ne bila luknjičava, bi ne mogli barvati raznega blaga, ne strojiti živalskih kož i. dr. — Da glinaste posode ne propuščajo tekočin, jih pološčujemo, t. j. z loščo zamazujemo njih luknjice.

II. Učinki molekularnih sil.

§ 4. Mehanična deljivost.

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

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

Vsako telo je deljivo, ali ima svojstvo deljivosti (*Teilbarkeit*).

Taka deljivost pa mora imeti vendar tudi svoje meje, zakaj moramo si misliti, da postanejo delci, ki jih dobimo, nadaljujoč tako delitev, naposled tako majhni in neznatni, da jih z mehničnimi pomočki ni mogoče dalje deliti in da jih s svojimi čutili tudi zaznavati ne moremo. Take najmanjše dele teles imenujemo molekule (*Moleküle*); telesa pa so potem skupine molekulov.

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

§ 5. Skupnost.

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

Iz tega izvajamo, da so molekuli vsakega telesa med seboj v neki bolj ali manj tesni zvezi in da se medsebojno privlačujejo.

To medsebojno privlačnost molekulov enega in istega telesa imenujemo zveznost (*Kohäsion*).

Čim teže se dajo molekuli kakega telesa razdružiti, tem večja je zveznost tega telesa in obratno.

Ako prelomiš leseno palico na dva dela, potem ta dva dela natančno tako vkup vtakneš kakor sta bila poprej, in na to še tudi stiskaš, ne sprimeta se na lomišču nikdar več tako močno kakor sta se držala poprej.

Zveznost deluje le na nepremerno majhne daljave.

Pri nekaterih telesih je zveznost toliko, da ima telo svojo posebno obliko in da je treba precejšnjega napora, če hočemo molekule razdružiti.

Taka telesa, n. pr. les, kamen itd., imenujemo trdna telesa (*feste Körper*).

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

Pri tretji vrsti teles pa prave zveze med molekuli niti ne najdemo, n. pr. pri zraku, svetilnem plinu in drugih; molekuli teh teles težé na to, da bi se drug od drugega kolikor mogoče daleč oddaljili. Taka telesa nimajo svoje oblike, shranjevati jih moramo le v zaprtih posodah; imenujemo jih plinasta (raztezno tekoča) telesa (*gasförmige oder ausdehnbar flüssige Körper*).

Spričo razteznosti pritiskajo molekuli plinastih teles na stene posod, v katerih se nahajajo; ta pritisk na stene imenujemo njih napetost (*Expansivkraft*).

Način, kako se medsebojno vežejo posamezni molekuli enega in istega telesa, imenujemo njega skupnost (*Aggregationszustand*).

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

§ 6. Skupnost trdnih teles.

Nekatera trdna telesa moremo mehaničnim pôtjem precej lahko deliti ali jim dajati drugo obliko, nekatera pa bolj težko. Trda (*hart*) telesa so tista, ki se izdatno upirajo, ko jim hočemo odtrgati delce; — nasprotna so mehka (*weich*).

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

Krhka (*spröde*) telesa so tista, ki se zdrobe, če se pretrga zveza le med nekaterimi molekulami.

Steklena plošča se razleti v mnogo kosov, ako jo upogibljemo ali zvrtamo. Steklene kaplje, t. j. kaplje, ki jih dobimo, če izpustimo nekoliko tekoče steklovine v vodo, da se strdi, se razprše v prah, ako jim odtrgamo ost.

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

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

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

Telesa, ki menjajo svojo obliko in časih tudi prostornino, ako deluje nanje sila, a dobé svojo prvobitno obliko in prostornino, ko sila neha, so prožna (*elastisch*). Vzrok, ki v prožnem telesu spravlja telesne molekule v njih naravno ležo, imenujemo prožno silo ali skratka prožnost (*Elastizitätskraft*). Ako kriviš jekleno palico, se vrne popolnoma v svojo prvobitno obliko in ležo le takrat, ako nanjo delujoči pritisk ni prekoračil gotove meje. Ako je pritisk prevelik, se palica ali stare ali pa ostane nekoliko ukrivljena. Telesa so torej prožna le do gotove meje.

Prožnost se vzbuja, ako prožna telesa raztezamo, tlačimo, zvijamo, sučemo ali upogibljemo.

Popolnoma prožna telesa so plinasta telesa, tekočine le pri tlačenju; nekoliko prožna pa so vsa telesa. Stekleno šipo na oknu moreš nekoliko upogniti, pa se ne stare in skoči nazaj, ko odtegneš prst. Toplota in način obdelovanja vplivata močno na prožnost. Če jeklo razbelimo in potem naglo ohladimo, postane trdo in krhko; trdo jeklo do gotove temperature segreto, postane prožno. — Baker, med, srebro postanejo prožni, ako se polagoma kujejo.

Prožna telesa rabimo: 1.) za obleko, da se telesu dobro prilaga in ga v gibanju ne ovira; 2.) kakor gibajočo silo (pri urah itd.); 3.) da zmanjšujemo udarce (peresa pri kočijah; krhke reči je treba zavijati v slamo itd., da se pri pošiljatvi ne potarejo); 4.) da dve ali več reči drugo k drugi pritiskamo (pri ključavnicah, nožih itd.); 5.) da merimo sile in določujemo teže.

Silomer (*Dynamometer*, *Kraftmesser*) (slika 2.) je podolgasto zaviti jekleni prot, ki ima na eni strani ob posebni plošči vrtljivi kazalec, na drugi strani pa vzvod, ki poriva kazalec od desne proti levi, ako raztezamo prot v smeri njegove dolžine.

Kazalec se giblje pred delitvijo, ki jo prirejamo tako, da raztezamo prot po vrsti z utežmi 1, 2, 3 . . . *kg* in zaznamujemo točko, do katere se kazalec vsakokrat pomakne.

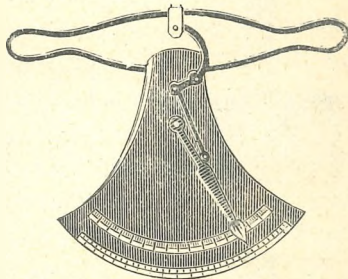
Prožna tehtnica (*Federwage*) je pokonci stoječe zvito jekleno pero. Ako položimo nanje kako telo, se pero upogne, in sicer tem bolj, čim večjo težo ima telo. Teža kamenu n. pr. je 5 *kg*, ako kamen upogne jekleno pero prav toliko, kolikor ga upogne utež 5 *kg*.

Upor, ki ga čutimo, ako skušamo telesu pretrgati zvezo njegovih molekulov, imenujemo njegovo trdnost. — Pavolnato nit laže raztrgaš kakor svileni iste debelosti, še teže pa železno žico. Po kamenu moraš s kladivom ali s kakim drugim orodjem tolči, da ga zdrobiš, kos krede pa se zdrobi pod razmeroma majhnim pritiskom. Telesa imajo različno trdnost.

§. 7. Sprijemnost.

Poizkusi: a) Stekleno ploščo potrosi z moko ali drugim prahom. Na plošči obvisi nekoliko moke ali prahu, četudi jo vzvrneš. — b) Če položiš dve stekleni plošči, ki sta na površju prav gladki, drugo na drugo, se sprimeta tako močno, da ji težko ločiš. — c) Vtakni v vodo prst; iz vode potegneš mokrega.

Slika 2.



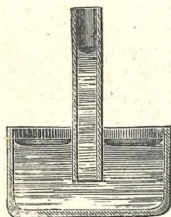
Ako se dotikata dve telesi v več točkah, se tako sprimeta, da jih more ločiti le večja ali manjša sila. Ta pojav imenujemo sprijemnost (*Adhäsion*).

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

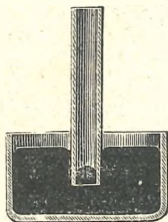
o § 8. Lasovitost ali kapilarnost.

Poizkus: *a*) Ako postaviš na obeh straneh odprto, zelo ozko stekleno cev (lasasto cev) v vodo (slika 3.), se voda v cevi dvigne višje kakor stoji zunaj, njeno površje pa postane jamičasto, vdrtó. — *b*) Ako postaviš isto lasasto cev v posodo z živim srebrom (slika 4.), stoji živo srebro v njej nižje in je na površju izbočeno. Vzemi za ta poizkusa bolj ozke cevi in prepričaj se boš, da se v ožjih cevéh pri poizkusu *a*) voda dviga višje kakor pri širjih, in da ostaja pri poizkusu *b*) živo srebro nižje kakor pri širjih.

Slika 3.



Slika 4.



Pojavi te vrste se imenujejo lasovitost ali kapilarnost (*Kapillarität*). Vzrok jim je sprijemnost.

Telesa z vidnimi luknjicami vpijajo in držé v sebi različne tekočine; nekatere v večji, nekatere v manjši meri; njih luknjice so zelo številne lasaste cevi.

V sladkorju se voda dviga, ako mu pomočiš le spodnji konec v vodo. — Olje in petrolej se dvigata v stenju naših svetiljk. — Imenuj še druge take pojave!

Mokre vrvi se skrajšajo, a postanejo debelejšje. Mnoga telesa, n. pr. les, sočivje, v vodi nabreknejo, časih celo razpočijo (sočivje). Kapilarnost je pri nekaterih telesih tolika, da se molekuli radi vsrkane tekočine drug od drugega bolj oddaljijo, ali da se telo časih celó raztrga.

Posušen škaaf ne drži vode, treba ga je dobro namočiti, da je ne propušča. — Ako zabiješ v skalo lesen klin in ga potem z vodo namočiš, utegne ti skalo razgnati.

§ 9. Vpojnost.

Oblačila, ki vise v prostorih, polnih tobakovega dima, se navzamejo vonja po tobaku. — Voda ima vedno nekoliko zraka v sebi.

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

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

§ 10. Raztop. o

Poizkus: Sladkor, ki ga vržeš v kozarec vode, začne kmalu razpadati v manjše kosce, ti zopet v manjše itd., da končno sladkorja ni več videti. Voda pa dobi sladek okus.

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

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

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

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

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

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

§ 11. Mešanje. o

Ako v kozarec vode vlijemo nekoliko vina, recimo črnega, se vino v vodi tako razdeli, da ga ne moremo več ločiti od vode. Tekočina dobi nekoliko rdečkasto barvo, vonj in okus pa po vinu. — Pravimo, da se je vino zmešalo z vodo in obratno.

Ta pojav imenujemo mešanje tekočin.

Olje se ne meša z vodo; četudi posodo prav krepko stresemo, se zbere kmalu vse olje na površju vode, ako pustimo posodo mirno stati. Vse tekočine se ne mešajo; tiste pa, ki se mešajo, lahko mešamo v kateremkoli razmerju.

Dve ali več zmešanih tekočin imenujemo mešanico (*Mischung*). Kovine se dajo mešati, ako so staljene v tekočine, n. pr. baker in cink, zlato in srebro itd.

Zmesi staljenih in potem strjenih kovin imenujemo zlitine (*Legierungen*).

III. O težnosti in njenih učinkih.

§ 12. Težnost.

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

Smer prosto padajočega telesa imenujemo vertikalno (*vertikal*, *lotrecht*).

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

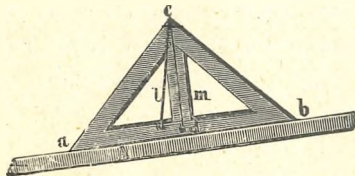
Poizkus: Ako obesimo svinčnico nad mirno stoječo vodo v veliki posodi in ako položimo eno kateto pravokotnega trikotnika vzporedno z nitjo, vidimo, da stoji nit na površju vode pravokotno.

Vsako ravnino, na kateri stoji vertikalna prema pravokotno, imenujemo horizontalno (vodoravno, *horizontal*, *wasserrecht*).

Da se prepričamo, stoji li kak predmet horizontalno ali ne, služi nam grebljica (*Schrotwage*) (slika 5.).

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

Slika 5.



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

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

Težnost deluje na vsako najmanjše delce teles, torej tudi na vsak molekul.

§ 13. Absolutna in specifična teža.

Poizkus: Ako držiš v roki nit, na kateri visi kamen, čutiš, da kamen nateza nit in po niti tvojo roko. Ako z drugo roko kamen privzdigneš, da nit ni več napeta, čutiš v tej roki pritisk kamena navzdol.

Težnost se javlja v tem, da viseče telo natezuje ali vleče proti zemlji pripravo, na kateri visi, ali da na kaki podstavi ležeče telo pritiska na to podstavo v smeri proti zemlji.

Teg obešenega telesa v vertikalno smer ali pritisk podloženega telesa na horizontalno, mirujočo podstavo imenujemo absolutno (nasebno) težo tega telesa (*absolutes Gewicht*).

Ako položiš h kamenu v roki še drugega, tretjega, čutiš tem večji pritisk na roki, čim več je kamenov.

Telesa imajo tem večjo težo, čim več imajo mase.

Da moremo težo različnih teles medsebojno primerjati, moramo vzeti težo nekega, sicer poljubnega telesa za enoto teže. Taka enota teže je teža kubičnega centimetra vode (pri temperaturi $4^{\circ}C$); imenujemo jo gram. Ako rečemo: Teža telesa A je enaka 25 gramom, ima ta izrek ta zmisel, da je pritisk telesa A tolik, kolikršen je pritisk 25 cm^3 čiste vode (pri $+4^{\circ}C$).

Orodja, s katerimi določujemo težo teles glede določene enote, imenujemo tehtnice. Težo teles določevati se pravi telesa tehtati. Da postane tehtanje priročajše, ne jemljemo vode, ampak telesa iz kovin, uteži (*Gewichte*) imenovana, katerih teža je glede vode natančno določena.

Kakor pri merjenju dolžin, ploskev in prostornin, tudi za tehtanje nimamo samo ene enote, ampak več, n. pr. dekagrame, kilograme itd. — Koliko gramov ima kilogram, decigram itd.? Ponavljaj to, kar si se učil o utežih v računstvu!

Če iztehtamo po eno železno in srebrno kocko, katerih vsak rob meri en centimeter, se prepričamo, da je teža železne kocke enaka $7.8\ g$; teža srebrne kocke pa enaka $10.5\ g$.

Prostorno enaka telesa nimajo enake teže, ampak vsako ima svojo posebno težo. Težo kakega telesa, čigar prostornina je enaka

enoti, imenujemo njegovo specifično težo. Za enoto prostornine jemljemo 1 cm^3 ali 1 dm^3 ; specifična teža je dana potem v gramih, oziroma v kilogramih.

Specifična teža železa je $7\cdot8$, specifična teža srebra $10\cdot5$.

Recimo, da ima neka železna palica prostornine 5 cm^3 , potem tehta ta palica tolikokrat $7\cdot8 \text{ g}$, kolikor kubičnih centimetrov znaša njena prostornina, t. j. $7\cdot8 \text{ g} \times 5 = 39\cdot0 \text{ g}$.

Iz tega izvajamo:

Absolutno težo kakega telesa izračunamo, ako pomnožimo mersko število njegove prostornine z njegovo specifično težo.

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

Kolika je absolutna teža svinca, čigar prostornina znaša 8 cm^3 , specifična teža pa $11\cdot4$?

§ 14. Relativna gostota.

Ker tehta 1 cm^3 vode 1 g , 1 cm^3 srebra pa $10\cdot5 \text{ g}$; — zato je 1 cm^3 srebra $10\cdot5$ krat težji od 1 cm^3 vode; sploh mora biti vsako srebrno telo $10\cdot5$ krat težje nego voda, ki ima s srebrom enako prostornino. V vsakem kubičnem centimetru srebra mora torej biti $10\cdot5$ krat več mase, kakor v kubičnem centimetru vode, zakaj telo ima tem večjo težo, čim več ima mase.

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

Relativna gostota čiste vode (pri temperaturi 4° C) je torej enaka enoti, relativna gostota srebra = $10\cdot5$. Relativno gostoto kakega telesa dobiš potem, kar smo pravkar učili, ako mersko število absolutne teže tega telesa razdeliš z merskim številom absolutne teže vode, ki ima s tem telesom enako prostornino.

Gostota nekaterih teles:

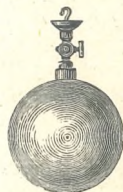
platin	21·5	lito železo . . .	7·6	pluta	0·24
zlato	19·5	diamant	3·5	voda	1·00
svinec	11·4	aluminij	2·6	živo srebro . . .	13·6
srebro	10·5	steklo	2·6	mleko	1·03
baker	8·9	žveplo	2·00	petrolej	0·8
nikelj	8·7	led	0·95	čisti alkohol . .	0·79

§ 15. Zračji pritisk.

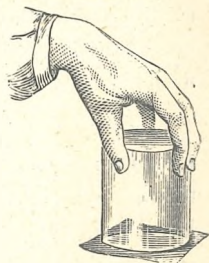
Zemljo obdaja krog in krog zrak ali vzduh. Sicer ga ne vidimo, a čutimo ga pri vsakem hitrem gibanju. Zrak nosi oblake; veter ni nič drugega kakor gibajoči se zrak. Ves zrak okoli zemlje imenujemo ozračje ali atmosfero (*Atmosphäre*).

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

Slika 6.



Slika 7.



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

Zračji pritisk pojasnjuje tudi tale poizkus:

Napolni kozarec do vrha z vodo ter položi nanj list papirja. Kozarec moreš počasi vzvrniti (slika 7.), a list ne odpade in voda ne izteka.

IV. O gibanju in ravnotežju trdnih teles.

§ 16. Gibanje. Mirovanje. Sile.

Kadar kako telo svoje stališče nasproti svoji okolici izpreminja, tako da se nekaterim telesom približuje, od drugih oddaljuje, tedaj pravimo, da se telo giblje, sicer pa, da miruje.

Človek, ki se pelje z železnico, se giblje z vlakom vred, na vlaku samem pa lahko miruje ali pa hodi semintja in se giblje. — Gibanje teles utegne biti tudi le navidežno. Če se n. pr. peljemo z železnico, se nam dozdeva, da se okolica ob železniškem tiru giblje v nasprotno smer, kakor vlak.

Kadarkoli opazimo v stanju mirujočega ali gibajočega se telesa kako izpremembo, mora imeti ta izprememba nek poseben vzrok, ki ga imenujemo silo (*Kraft*).

Govorimo o mišičnih silah ljudi in živali, ker s temi lahko provzročujemo gibanje kakega telesa ali pa njegovo gibanje izpremenimo ali ustavimo. Težnost, prožnost, napetost plinastih teles itd. so sile, ki provzročujejo gibanje.

Ako hočemo, da spravi kaka sila mirujoče telo v gibanje ali da gibanje ustavi, je treba, da na dotično telo nekoliko časa deluje, da se učinek njenega delovanja raztegne na vse dele telesa, sicer se utegne pripetiti, da se telo raztrga. — Ako v tinto namočeno pero streseš, odpade nekoliko tinte. — Če ustreliš kroglo v prosto visečo desko, bo krogla desko predrla, a deska sama pa se ne bo premaknila iz svoje leže.

Pri vsaki sili je treba vpoštevati: 1.) prijemališče, 2.) njeno smer, 3.) dobo njenega delovanja in 4.) njeno jakost.

Prijemališče sile je tista točka, v kateri sila neposredno deluje in telo prijema. Smer sile je prema črta, v kateri sila telo giblje ali ga vsaj hoče gibati, če se telo iz kateregakoli vzroka v to smer ne more gibati. Če dela sila na telo le zelo kratek čas, le en hip (n. pr. udar, sunek), se imenuje hipna sila (*momentane Kraft*). Sile pa, katerih delovanje traja dalj časa, n. pr. pritisk, teg, so neprenehljive (*kontinuierliche Kräfte*).

Jakost sile (*Intensität der Kraft*) določujemo tako, da primerjamo njen pritisk ali teg v tisti smeri, v kateri deluje, s pritiskom ali tegom znanega telesa v isti smeri. Za enoto sile jemljemo kilogram, t. j. pritisk enega kubičnega decimetra čiste vode na horizontalno podstavo. Sila ima jakost 2, 3 . . . kilogramov, ako na kako telo prav tako pritiska, kakor če nanje položimo 2, 3 . . . kubične decimetre vode, ali uteži 2, 3 . . . kilogramov, ali ako telo prav tako vleče, kakor če nanje obesimo uteži 2, 3 . . . kilogramov.

Ako hočemo n. pr. izvedeti, kolike sile je treba, da se kaka nit pretrga, tedaj obešamo nanjo vedno več uteži, dokler se ne pretrga. — Ako na prožno pero položimo utež, se pero toliko upogne, da je vzbujena prožnost enaka vertikalnemu pritisku na pero.

Glede jakosti so sile ali stalne (*konstant*) ali izprememljive (*veränderlich, variabel*); prve obdrže vso dobo delovanja isto jakost, druge so časih jačje, časih slabše.

Ako na isto telo istodobno delujeta dve sili, pa se radi tega stanje telesa ne izpremeni, t. j. da prej mirujoče telo ostane mirno ali da se prej gibajoče se telo prav tako dalje giblje kakor poprej,

pravimo, da sta si ti sili ravnotežni (*halten sich das Gleichgewicht*); ako telo takrat miruje, pravimo, da je v ravnotežju.

Ako potegnemo s svinčnikom po papirju, da nariše črto, tedaj vsebuje ta črta vse točke, skoz katere se je gibala svinčnikova ost.

Vse točke, skoz katere je teklo kako telo v določeni dobi, tvorijo skupaj zvezane pot tega telesa v tej dobi.

Pot je lahko premočrtna (n. pr. pot prosto padajočega kamna) ali krivočrtna (n. pr. pot pošev vrženega kamna).

Dolžino poti merimo z dolgotno mero: s kilometri, metri, centimetri itd.

§ 17. Enakomerno gibanje.

Vsaka točka kazalca na uri, ki kaže minute, opiše v eni uri ves krog, v pol ure polovico kroga, v četrt ure četrtno kroga, v vsakih petih minutah eno dvanajstino in v vsaki minuti eno šestdesetino kroga. Vsaka točka naredi v istih časovnih dobah vedno enako dolge poti.

Gibanje, pri katerem nareja gibajoče se telo v enakih časih enako dolge poti, imenujemo enakomerno (*gleichförmig*).

Pot, ki jo naredi enakomerno gibajoče se telo v eni sekundi, imenujemo njegovo hitrost (*Geschwindigkeit*).

Ako naredi enakomerno gibajoče se telo v prvi sekundi pot 10 *m*, (ako ima hitrost 10 *m*), potem naredi v dveh sekundah pot 20 *m*, v treh sekundah pot 30 *m* itd.

Pot enakomerno gibajočega se telesa izračunamo, ako pomnožimo število, ki nam pove njegovo hitrost, s številom sekund, v katerih je trajalo gibanje. . . 1.)

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

Hitrost enakomerno gibajočega se telesa dobimo, ako razdelimo število, ki nam pove dolžino poti, s številom sekund. . . 2.)

Če ima enakomerno gibajoče se telo hitrost 5 *m* in je naredilo 100 *m* dolgo pot, je rabilo za to pot toliko sekund, kolikorkrat je 5 *m* v 100 *m*; t. j. 20 sekund.

Čas enakomernega gibanja je enak kvocijentu iz merskih števil poti in hitrosti. . . 3.)

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

Hitrost svetlobe je enaka 300.000 km ; koliko časa potrebuje svetloba od sonca do zemlje, ako znaša razdalja teh dveh teles $148.000.000\text{ km}$? — Polž zleze v eni sekundi $1,5\text{ mm}$ daleč, kako daleč zleze v eni uri?

V. O tekočinah.

§ 18. Kakšno obliko ima gladina mirujoče tekočine.

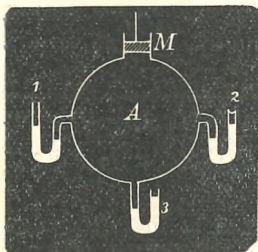
Površje v kaki posodi mirujoče tekočine imenujemo gladino (*Niveau, Flüssigkeitsspiegel*). Preiskujemo li s pomočjo grebljice obliko gladine, tedaj vidimo, da je v vsaki večji posodi na vse strani ravna in pravokotna na smeri svinčnice. Vzrok temu imamo iskati v težnosti in zelo veliki gibljivosti molekulov.

Morska gladina ima obliko krogle, to pa radi tega, ker je zemlja okrogla in ker merijo vse vertikalne smeri, v katerih telesa padajo, proti zemeljskemu središču.

§ 19. Kako razvajajo tekočine nanje delujoči pritisk.

Ako tlačimo ali pritiskamo kako trdno telo, recimo v vertikalno smer navzdol, čutimo, da se vsled tega povečuje njegov pritisk na podstavo, ne čutimo pa, da bi telo tudi na strani kaj pritiskalo. Pri tekočinah je to drugače. Pri teh so molekuli zelo gibljivi, vsled te gibljivosti se skušajo vsakemu pritisku s katerekoli strani umakniti ter pritiskajo na vse strani, a ne samo na tisto, v katero deluje nanje zunanji pritisk. To kaže tudi ta poizkus:

Slika 8.



Okrogla posoda *A* (slika 8.) ima na različnih mestih zavite steklene cevi 1, 2, 3; v vsaki je nekoliko živega srebra. Posodo napolni

do vrha z vodo; v grlo *M* pa vtakni bat, ki ne propušča vode. Pritiskaš li s tem batom na vodo, se živo srebro dviga v vseh ceveh za isto višino. — Isto opazuješ, ako je v posodi katerakoli tekočina.

Bat pritiska tekočino le vertikalno navzdol; ker pa se živo srebro v vseh ceveh enakomerno dviga, kaže to, da razvajajo tekočine nanje delujoči pritisk enakomerno na vse strani.

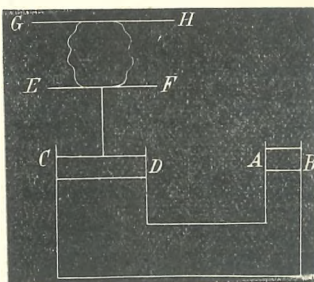
Tekočina pritiska na enake ploskve v steni z enako silo; na 2-, 3-, 4-krat večjo ploskev pa z 2-, 3-, 4-krat večjo silo.

O resničnosti tega zakona te prepriča tale poizkus:

Posodo $ABCD$ (slika 9.) napolni z vodo; v odprtini pa vtakni premična bata AB in CD , da se vode neposredno dotikata in je ne propuščata. Ako na vodo pritiskaš z batom AB , se dviga bat CD navzgor. Da se ne dviga, moraš nanj položiti utež, ki pa mora biti tolikokrat večja, kakor je pritisk na bat AB , kolikorkrat je prerez bata CD večji kakor prerez bata AB . Ako ima CD 6krat večji prerez kakor AB in si pritiskal na bat AB s silo 10 kg , pritiska voda bat CD s silo 60 kg navzgor, ter stiska s to silo telo, ki se nahaja med EF in GH .

Na uporabo tega zakona se opira hidravlična ali vodna stiskalnica (*hydraulische Presse*).

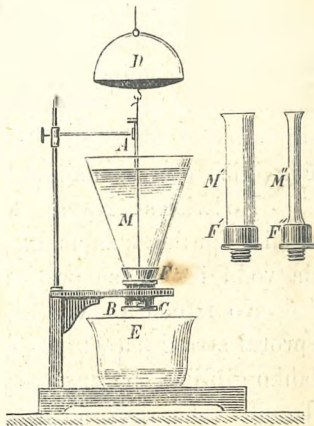
Slika 9.



§ 20. Pritisk na dno.

Poizkus: Kovinska plošča (slika 10.) ima vrezano vijakovo matico; v to se dajo privijati steklene posode M , M' , M'' : ena izmed teh je povsem valjasta, druga zgoraj širja, tretja zgoraj ožja. Dno tem posodam nadomeščuje kovinska plošča BC , viseča na skledici D navadne enako-ročne tehtnice. — Najprej vzemimo valjasto posodo. Da se plošča BC posodi dobro prilega, položimo v drugo skledico uteži. Ako potem v posodo nalijemo vode, ne izteka, dokler je njena teža manjša kakor so uteži v drugi skledici tehtnice. S kazalcem A zaznamujemo mesto, do katerega smemo v posodo naliti vode, da začne iztekati. V tem primeru je pritisk vode na ploščo enak utežim v drugi skledici tehtnice.

Slika 10.



Ako potem posodo M' nadomestimo s posodo M ali M'' , vidimo, da smemo v vsaki vode naliti do iste višine, da postane njen pritisk

na ploščo BC istotolik kakor je bil poprej. V posodah M in M'' pa ni prav toliko vode, kolikor je drži posoda M' .

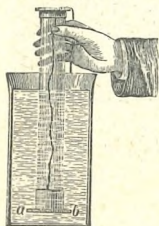
Zato izvajamo:

Pritisk tekočine na horizontalno dno je nezavisen od oblike posode in množine tekočine, ki je v posodi, ter je enak teži valja iz tekočine, ki ima dano dno za osnovno ploskev in razdaljo gladine od dna za višino.

§ 21. Pritisk v notranjščini tekočine.

Poizkus: Vzemi na obeh straneh odprt steklen otel valj, ki ima na enem koncu dobro obrušen rob. Na ta valj pritisni na niti visečo kovinsko ploščo ab (slika 11.), tako da ne propušča vode, četudi valj potisneš v vodo, kakor kaže slika. Ako si potisnil valj s ploščo ab v vodo precej globoko, smeš nit izpustiti, a ploščica vendar ne pade na dno. V valj smeš naliti tudi precej vode, potem šele pade ploščica na dno.

Slika 11.



Teočine pritiskajo v svoji notranjščini tudi odspodaj navzgor. Ta pritisk imenujemo vzgon (*Auftrieb*).

Ta pritisk navzgor je na vsako z gladino vzporedno ploskev prav tolik, kolikršen je pritisk na isto ploskev od zgoraj navzdol, sicer bi teočina ne mogla mirovati.

§ 22. Pritisk na stranske stene.

Ker teočine vsak nanje delujoči pritisk razvajajo na vse strani, je jasno, da morajo ob stenah posode ležeči molekuli pritiskati na steno, in sicer s prav tisto silo, s katero pritiskajo nanje nad njimi ležeči molekuli. Pritisk na kak del stene mora biti tem večji, čim bliže dna se nahaja ta del stene.

Poizkus: Na nit obesi valjasto posodo polno vode, ki ima v steni blizu dna z zamaškom zatvorjeno luknjico. Ako luknjico otвориš, da voda izteka, se posoda odkloni v nasprotno stran.

Ko izteka voda iz luknjice, neha ondi pritisk na steno; na nasprotni strani pa ostane pritisk na steno neizpremenjen. Ker je posoda lahko gibljiva, povzročuje ta enostranski pritisk gibanje v svoji smeri. To gibanje posode je nastalo po odbojnem (vzratnem) delovanju tekočine (*durch Rückwirkung oder Reaktion*).

Odbojno delovanje tekočih tekočin se uporablja pri Segnerjevem kolesu in pri turbinah.

Odbojno delovanje opazujemo tudi pri plinastih telesih. Top odskoči pri vsakem streli nekoliko; rakete se dvigajo iz istega vzroka.

§ 23. Občujoče posode.

Ako se nahaja več posod v taki zvezi, da se tekočine lahko pretakajo iz ene v drugo, imenujemo jih občujoče posode (*Kommunikationsgefäße*); njih posamezne, pokonci stoječe dele pa krake.

Poizkus: Vlijemo li v krak *A* občujočih posod (slika 12.) nekoliko vode, se razteče v obeh krakih tako, da ležita gladini *ab* in *cd* v isti horizontalni ravnini.

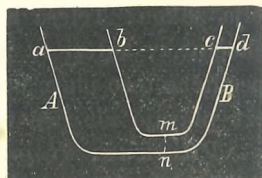
V občujočih posodah je tekočina v ravnotežju, ako stoji v vseh krakih do iste višine.

Vzemimo občujoče posode z dvema krakoma, od katerih je eden krajši od drugega in zgoraj zatvorjen.

Ako napolnimo to posodo z vodo, da stoji v daljšem kraku do vrha, hoče se tudi v drugem kraku dvigniti do iste višine. Ker pa je krak zatvorjen, ga mora voda kvišku pritiskati. Ako naredimo v to steno luknjico, pridere voda skoz njo, hoteč se dvigniti do iste višine, do katere stoji v odprtem kraku. Trenje ob stenah, zračji upor in teža doli padajoče vode ovirajo nekoliko to dviganje. Tako nastanejo vodometi (*Springbrunnen*).

Zakaj priteka voda o deževnem vremenu mnogokrat v kleti in potem zopet sama izgine? — S parnimi kotli so spojene steklene cevi (vodokazne cevi), da se vidi, do katere višine stoji voda v kotlu.

Slika 12.



§ 24. Arhimedov zakon.

Poizkus: *a)* Vzemimo tehtnico, katere ena skledica visi na krajšji niti ter ima spodaj kljukico (taka tehtnica se imenuje hidrostatična); na kljukico skledice obesi votel valj *c* (slika 13.), na tega tako velik masiven valj *p*, da votlino valja *c* popolnoma izpolnjuje, ako ga vanj potisneš. Da ostane tehtnica v ravnotežju, moraš položiti v drugo skledico istotolike uteži. — Ravnotežje se poruši, ako postaviš pod valj *p* kozarec vode, da visi valj v vodi, pa se ne dotika niti dna niti stene. Tehtnica pa se zopet uravnava, ako napolniš votel valj *c* do vrha z vodo.

Slika 13.



Namesto vode moreš jemati tudi druge tekočine.

Vsako v tekočino potopljeno telo izgubi toliko svoje teže, kolikor tehta od njega izpodrinjena tekočina.

Ta zakon je našel Arhimed (250. l. pr. Kr.) ter se imenuje po njem Arhimedov zakon.

§ 25. Plavanje.

Ako potopimo telo v kako tekočino, more biti njegova absolutna teža ali večja nego je teža od njega izpodrinjene tekočine ali tej enaka ali pa manjša. V prvem primeru pade telo na dno tekočine, v drugem primeru plava ali visi v tekočini, v zadnjem primeru pa splava v tekočini na površje ter se dvigne toliko iz nje, da postane teža izpodrinjene tekočine čisto enaka njegovi absolutni teži. Sploh velja zakon: Telesa z večjo specifično težo, nego je specifična teža tekočine, v kateri se nahajajo, padajo v njej na dno, telesa z manjšo specifično težo plavajo na površju tekočine, in telesa enake specifične teže plavajo ali visé v notranjščini tekočine.

Poizkus: Večjo prazno steklenico zamaši ter jo potopi v vodo. Ako jo izpustiš, splava kvišku ter plava na vodi. Steklenica pa pade na dno, če je odprta in se tudi znotraj napolni z vodo. — Kos svinca utone v vodi; če ga pa zvežeš z večjo ploščo plute, lahko dosežeš, da plavata oba na vodi.

Telesa z večjo specifično težo nego je teža tekočine, plavajo na njej, ako so zvezana z lahkimi telesi v takem razmerju, da je njih skupna teža manjša nego teža od njih izpodrinjene tekočine, ali ako jih na primeren način izdolbemo.

Železna krogla potone v vodi, a plava v živem srebru. — Tekočine, ki se ne mešajo, se v isti posodi razvrščujejo po svoji specifični teži, n. pr. živo srebro, voda, olje. — V rekah se pogrezajo ladje bolj globoko nego v morju. (Morska voda je slana in ima vsled tega večjo specifično težo kakor sladka.) — Ljudje, ki ne znajo plavati, si privezujejo okoli prsi mehurje ali pluto.

VI. O plinastih telesih.

§ 26. Značilna svojstva plinastih teles.

Plinasta telesa so dosti bolj prožna kakor trdna telesa in tekočine, zelo stisljiva ter se raztezajo na vse strani, dokler njih raztezanja ne ovira kak poseben upor. Zaraditega pritiskajo na stene

posod, v katerih se nahajajo, in sicer navzdol, na strani in navzgor. Pritisk plinastega telesa na ploskovno enoto (1 cm^2) jemljemo za mero njegove napetosti. — Da so plinasta telesa tudi težka, smo že poprej (§ 15.) dokazali; zaradi svoje teže pritiskajo istotako kakor tekočine na dno in na stranske stene svojih posod.

Ker so molekuli plinastih teles še bolj gibljivi kakor molekuli tekočin, a sami zase nestisljivi, razvidimo neposredno, da razvajajo plinasta telesa nanje delujoči pritisk na vse strani prav tako kakor tekočine, in da je pritisk, s katerim pritiska plin na kako steno, sorazmeren ploščini te stene.

§ 27. Kako merimo zračji pritisk.

Torricellijev poizkus. Stekleno cev, ki je približno 85 cm dolga in na enem koncu zavarjena ali s posebno pipo zaprta, napolni do roba z živim srebrom, potem jo s prstom zamaši in postavi v skledico z živim srebrom tako, da pride odprtina cevi pod gladino živega srebra (slika 14.). Ako sedaj prst odtegneš, izteče le toliko živega srebra iz cevi, da meri živosrebrni steber v vertikalno stoječi cevi približno 76 cm . V prostoru nad živim srebrom ni nobenega zraka, ta je torej čisto prazen; imenujemo ga Torricellijevo praznino (*Torricellische Leere*). (Ta učenjak je prvi delal ta poizkus.)

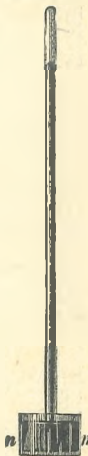
Ako cev iz vertikalne smeri nakloniš nekoliko vstran, zleze živo srebro nekoliko više proti vrhu cevi, vertikalna razdalja gladin živega srebra v cevi in zunaj cevi pa ostane ista kakor poprej.

Živosrebrnemu stebru v cevi vzdržuje ravnotežje zunanji zrak, ki pritiska na gladino živega srebra v posodi, kajti živo srebro v cevi pade takoj za več centimetrov, če izpustiš vanjo le nekoliko zraka. Izpustiš li v cev toliko zraka, da dobi z zunanjim isto napetost, pade živo srebro v cevi do iste višine, do katere stoji zunaj v skledici.

Zračji pritisk na vsak kvadratni centimeter je tedaj prav tolik, kolikršna je absolutna teža živosrebrnega stebra, čigar osnovna ploskev meri 1 cm^2 in višina 76 cm .

Ker je specifična teža živega srebra $13 \cdot 59 \text{ g}$, znaša absolutna teža tega živosrebrnega stebra (glej § 13.) $1 \times 76 \times 13 \cdot 59 = 1032 \cdot 84$ gramov ali v okroglem številu en kilogram. Tolikšen zračji pritisk

Slika 14.



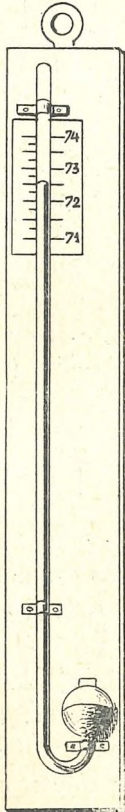
imenujemo pritisk ene atmosfere; tolikšen je navadno le na površju morja. V krajih, ki leže više kakor je morsko površje, pa je zračji pritisk manjši.

Ali je zračji pritisk v sobi prav tolik kakor zunaj? — Naprstnik se prime ustnic, ako iz njega izsesaš zrak. — Kolik je zračji pritisk na mizo, ki je 80 cm dolga in 60 cm široka, ako stoji živo srebro v cevi 74 cm više nego zunaj? — Površje odraslega človeka meri 1.5 m², s koliko silo deluje nanj zračji pritisk? — Zakaj ga človek ne čuti? (Ta pritisk deluje od vseh strani, odzunaj in znotraj.)

Slika 16.



Slika 15.



§ 28. Barometer.

Priprava, s katero merimo zračji pritisk, se imenuje barometer (*Barometer*). Zračjega pritiska navadno ne zaznamujemo v kilogramih, marveč navajamo le dolžino živo-srebrnega vertikalnega stebra v enostransko zaprti, a drugače brezračni cevi, ki ga vzdržuje zračji pritisk. — Dolžino tega stebra imenujemo barometрово višino (*Barometerhöhe, Barometerstand*). Če poznamo to višino, lahko izračunamo silo zračjega pritiska v gramih ali kilogramih.

a) Navadni barometer (slika 15.) sestoji iz zavite zgoraj zavarjene cevi, ki ima spodaj hruški podobno odprto posodo. V cevi je steber živega srebra, ki ga nosi zračji pritisk; prostor nad živim srebrom v zaprti cevi mora biti popolnoma prazen. Ta cev je pripeta na desko, hruška pa tiči v majhni škatlici, da ne more prah do živega srebra, ampak le zrak. Na deski je napravljeno merilo s centimetri in z milimetri, ki ima svoj začetek pri gladini živega srebra v hruški. Vsi deli merila pa na deski niso zaznamovani, marveč le zgornji.

Ako se zračji pritisk poveča ali manjša, tedaj pade ali se dvigne živo srebro v hruški, v cevi pa obratno. Potem pa se začetek merila ne ujema več z gladino živega srebra v hruški. Čitajoč število, do katerega sega živo

srebro v cevi, ne zremo natančno dolžine živosrebrnega stebra, ki ga vzdržuje zračni pritisk. Ta pogršek postane majhen, ako je premer hruške v razmerju s premerom cevi precej velik.

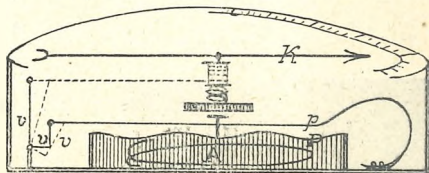
b) Dvokraki barometer (*Heberbarometer*) (slika 16.) ima zavito cev, toda brez hruške. Daljši krak je zavarjen, krajši pa odprt. Cev je pritrjena na desko in se dá s posebnim vijakom nekoli premikati gori in doli. Dolgostno merilo ima svoj začetek pri točki *a*. Hoteč zvedeti dolžino živosrebrnega stebra, ki ga vzdržuje zračni pritisk, premaknemo najprej cev z vijakom toliko, da se gladina živega srebra v odprti cevi ujema z začetkom merila, potem šele čitamo število, pri katerem stoji gladina živega srebra v zaprti cevi.

Barometer je le takrat dober in zanesljiv, kadar je: 1.) prostor nad živim srebrom v zaprti cevi popolnoma prazen; 2.) živo srebro čisto, da se ne prijema stekla; 3.) premer cevi tolik, da kapilarnost ne vpliva na gladino živega srebra; 4.) dolgostna mera vertikalna in nje začetek v isti horizontalni ravnini z gladino živega srebra v odprti cevi.

Je li prostor nad živim srebrom čisto prazen ali ne, spoznaš po zvenku, s katerim udari živo srebro ob steklo, ako si barometer nekoliko nagnil. V praznem prostoru je ta zvenk glasen in kovinskem zvenku podoben. — Čitajoč barometrovo višino, moraš imeti oko v isti horizontalni višini, v kateri je gladina živega srebra. — Da odstraniš vpliv kapilarnosti (sprijemnost med živim srebrom in steklom), udari parkrat prav lahko po cevi.

Kovinski barometri (*Metallbarometer*) (slika 17.) sestojé iz na vse strani zrakotesno zaprte škatlice *A*. Za pokrov tej škatlici služi tenka prožna in valovito zavita kovinska plošča *P*. Iz škatlice pa je zrak kolikor mogoče odstranjen. Zračni pritisk na ta pokrov se javi v tem, da se pod večjim pritiskom pokrov bolj upogne, pri manjšem nekoliko bolj zravna. V središču tega pokrova je pritrjen majhen stebrič ter zvezan s prožnim peresom *p* in več vzvodi *v*, ki povečujejo majhno gibanje pokrova ter ga prenašajo na poseben kazalec *k*. Lestvica tega barometra se dela poizkusoma z živosrebrnim barometrom. (Vidijevi aneroidi.)

Slika 17.



Barometer nam služi v prvi vrsti za to, da merimo zračni pritisk na posameznih krajih ter s tem opazujemo njegove izpremembe.

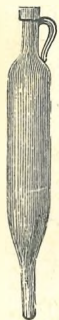
Barometer nas uči, da se zračni pritisk tem bolj zmanjšuje, čim više pridemo od morskega površja. Ker so učenjaki spoznali zakon, po katerem se v rastočih višavah zračni pritisk zmanjšuje, merijo sedaj s pomočjo barometra višine gorá n planin.

Opazovanje nas uči, da stoji barometer na enem in istem kraju vobče o lepem vremenu dokaj više kakor o deževnem in da o času neviht in viharjev navadno zelo hitro pada. Zato rabimo barometer tudi kot vremenokaz ter sklepamo iz njegovega dviganja na lepo vreme, iz počasnega padanja na dež, iz hitrega padanja na vihar. To sklepanje vendar ni vsekdar zanesljivo, zakaj na kakovost vremena vplivajo poleg zračjega pritiska še druge okoliščine, n. pr. vlaga v zraku, smer in sila vetrov.

§ 29. Natege.

1.) Navadna ali sesalna natega (*Saugheber*) je na sredi širja steklena ali tudi kovinska posoda, katere en konec je dokaj dolg (slika 18.). Ako postaviš spodnji, daljši konec cevi v kako tekočino, na zgornjem koncu pa z ustmi zrak izsrkavaš, se natega napolni s tekočino. S tem, da zrak iz natega izsrkavaš, razredčiš zrak v nategi ter mu zmanjšaš napetost. Vsled tega dvigne zunanji na tekočino pritiskajoči zrak, ki ima večjo napetost, tekočino v natego. — Zamašiš li potem spodnjo odprtino, lahko tekočino v nategi preneseš v drugo posodo.

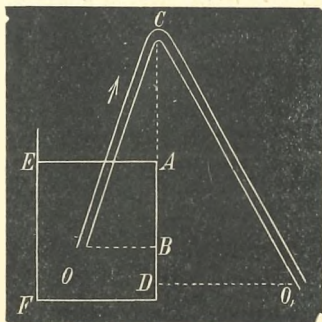
Slika 18.



Kako dolga bi smela biti natega, da bi se napolnila vsa z vodo, ako se spodnji del vode ravno dotika in bi izsesal iz natega ves zrak, ker ima voda 13·6krat manjšo specifično težo nego živo srebro?

2.) Zavita natega (*Krumm- oder Winkelheber*) je črki V podobno zavita cev OCO_1 (slika 18.), katere krak CO je nekoliko krajši od kraka CO_1 . Ta natega nam služi v to, da pretakamo tekočine iz ene posode v drugo. V ta namen postavimo krajši krak v tekočino, na daljšem

Slika 19.



kraku pa izsesamo zrak, da se napolni vsa natega s tekočino, ki jo zrak pritiska v cev v smeri pristavljene puščice. Kadar se je vsa cev napolnila s tekočino, potem teče tekočina sama ob sebi pri O_1 toliko časa, da se posoda izprazni do B . — Odprtino O_1 smeš postaviti tudi v kako drugo posodo; tekočina teče iz prve posode tako dolgo, da pride gladina tekočine v obeh posodah do iste horizontalne ravnine ali da tekočina v prvi posodi pade

do točke B . — Pojasnilo tega pojava. Zunanji zrak pritiska na tekočino v nategi pri točki O_1 , neposredno, na drugem koncu pri O

posredno, pritiskajoč na tekočino zunaj cevi. Temu pritisku nasproti deluje pritisk tekočine v cevi na dno. Vertikalna višina tekočine v krajšem kraku je CA , v daljšem kraku pa CD , torej večja. Zato ostane končni zračni pritisk pri O nekoliko večji nego pri točki O_1 , ter žene tekočino v smeri pristinjene puščice toliko časa, da stoji v obeh ceveh v isti horizontalni ravnini ali pa, da pride O izven tekočine.

Ali bi zavita natega delovala tudi v brezračnem prostoru? (Zakaj ne?) — Ali moreš z zavito natega vodo pretakati čez hrib na drugo, seveda nekoliko nižjo stran?

VII. Iz nauka o toploti.

§ 30. Toplota. Temperatura. Podelitev toplote.

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

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

Toplotnost enega in istega telesa je torej izpremenljiva, ali v toplotnosti moramo razločevati stopinje (*Grade, Abstufungen*).

Stopinjo toplotnosti kakega telesa imenujemo njega temperaturo (toplino, *Temperatur*).

Kadar ima isto telo v sebi več toplote, pravimo, da ima višjo temperaturo ali višjo stopinjo toplotnosti in obratno. Kjer je malo toplote, pravimo, da je mraz.

Ako vlijemo v posodo z mrzlo vodo vrele vode, opazujemo, da postane mrzla voda toplejša, vrele voda pa se ohladi, končno dobi vsa voda neko srednjo temperaturo. Toplota prehaja torej s telesa na telo, in sicer vedno le s toplejšega na mrzlejše.

Tak prehod toplote s telesa na telo, ki se dotika prvega, imenujemo podelitev toplote (*Mitteilung der Wärme*) ter pravimo, da pri dotiki dveh teles z različnima temperaturama toplejše telo

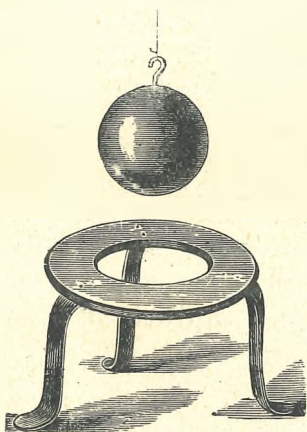
podeli del svoje toplote mrzlejšemu. Ako se dotaknemo mrzlejšega telesa nego smo sami, mu oddamo nekoliko toplote; nasprotno pa dobimo nekoliko toplote, ako se dotaknemo toplejšega telesa nego smo sami.

Poizkus: Desno roko vtakni v vročo vodo, levo pa v mrzlo; črez nekoliko časa pa obe v mlačno vodo. Pri tem dobiš na desni roki občutek, da je mlačna voda mrzla; na levi pa se ti bo dozdevala gorka. — Podzemeljske kleti se nam dozdejavajo v poletnem času hladne, v zimskem času pa tople.

S svojimi čutili ne moremo telesom določevati temperature.

§ 31. Raztezanje teles po toploti.

Slika 20.



Poizkus *a*): Slika 20. kaže kroglino iz kovine, visečo na tenki žici, spodaj pa obroč iz kovine, ki ima prav tolikšno luknjo, da zdrsne kroglina skozi njo. Ako to kroglino nad plamenom vinskega cveta segreješ ter potem položiš na obroč, obtiči na obroču in nikakor ne gre skozi luknjo. Ko se ohladi do svoje poprejšnje temperature, se zopet skrči in zdrsne skozi obroč.

Poizkus *b*): Precej ozko cev, ki ima na enem koncu napihnjeno kroglino (slika 21.), napolni do točke *a* s tekočino, potem pa jo polagoma segrevaj. Pri povišanju temperature se začne tekočina raztezati ter se dvigne v cevi nad točko *a*, in sicer

Slika 21. tem višje, čim bolj vroča je postala. Pri ohlajenju pa se zopet krči.



Poizkus *c*): Steklenico z bolj ozkim, pa precej dolgim grlom povezni z grlom v posodo z vodo, da pride vse grlo pod vodo. — Ako steklenico in zrak v njej segrevaš, vzhajajo iz vode zračni mehurčki. Segret zrak se raztegne in nima v steklenici več zadosti prostora, zato ga nekoliko uhaja. Ko pa se zrak zopet ohladi, se skrči na manjšo prostornino, radi česar se voda v grlu nekoliko višje dvigne kakor stoji zunaj.

V toploti se vsa telesa raztezajo, to je: dobivajo večjo prostornino, v mrazu pa krčijo.

Raznovrstni poizkusi so dokazali tele zakone:

Tvarno različna trdna telesa in tekočine se neraztezajo v enaki meri, če jih istotoliko segrejemo... 1.)

Tekočine se raztezajo bolj močno kakor trdna telesa, še bolj močno kakor tekočine se raztezajo plinasta telesa... 2.)

Vsa plinasta telesa se raztezajo v enaki meri in je razteznost pri vseh enaka, če jih enako segrejemo... 3.)

Les, ilovica in druga telesa, ki imajo v svojih luknjicah nekoliko vode, se pri segrevanju izprva krčijo, ko pa je toplota iz njih izgnala vso vodo, se raztezajo kakor druga telesa.

Sila, s katero se telesa po toploti raztezajo ali v mrazu krčijo, je zelo velika. — Kovač nabija na kolesa šine, ko so vroče. Z ohlajenjem se skrčijo ter drže kolo trdno skupaj. — Parnih kotlov ne smemo trdno vzdati, sicer zid razpoči, ko se kotli segrejejo. — Na železnici se šine ne smejo dotikati. (Zakaj?) — Okenska krila v poletnem času ne zapirajo tako tesno, kakor v zimskem. — Brzojavnih žic ne smemo zelo napeti, sicer se v zimskem mrazu raztrgajo.

§ 32. Živosrebrni termometer. Termoskop.

Vsako orodje, s katerim moremo meriti temperaturo teles, imenujemo termometer.

Živosrebrni termometer (*Quecksilberthermometer*) se prireja na tale način:

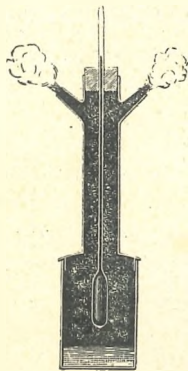
Na tenko in povsod enako široko cev se na enem koncu napihne steklena kroglica. To kroglico in nekoliko cevi napolnimo s čistim živim srebrom tako, da cev segrevamo in jo potem z odprtim koncem stavimo v živo srebro. Pri segrevanju se je zrak v cevi in krogli raztegnil ter ga je nekoliko odšlo; pri ohlajenju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

Za to je treba na cevi določiti stanje živega srebra pri dveh temperaturah, ki jih vsakikrat lahko in natančno dobimo. To sta temperatura talčnega se ledú in temperatura vrele vode. — Da določimo živemu srebbru stanje pri temperaturi talečnega se ledú, postavimo cev v posodo, polno čistega razdrobljenega ledú. Živo srebro

se nekoliko časa krči, naposled pa obstoji pri gotovi točki, od katere se ne premakne, dokler se ni stalil ves led. To točko zaznamujemo na cevi ter jo imenujemo ledišče (*Gefrier- oder Eispunkt*).

Ko smo določili ledišče, obesimo termometrovo cev v posebno posodo (slika 22.), v kateri je na dnu nekoliko čiste vode. To vodo segrejemo, da zavre. Vodene pare krožijo okoli cevi in odhajajo po stranskih dveh luknjah. Živo srebro v cevi se dvigne do gotove točke, pri kateri obstoji, dokler voda vre. To točko imenujemo vrelišče (*Siedepunkt*). — Ledišče in vrelišče sta temelj vsaki delitvi, zato se imenujeta temeljni točki (*Fundamentalpunkte*), njuna razdalja pa temeljna razdalja (*Fundamentalabstand*).

Slika 22.



Temeljno razdaljo delimo ali v 80 ali v 100 enakih delov, stopinj (*Grade*) imenovanih; potem imamo 80delne ali termometre z Réaumurjevo, 100delne ali termometre s Celsijevo delitvijo. Pri ledišču stavimo ničlo; pri vrelišču imajo potem 80delni termometri število 80, 100delni pa šte-

vilo 100. Stopinje vnašamo tudi pod lediščem in jih od ledišča proti krogli vnovič štejemo. Stopinje nad lediščem imenujemo stopinje toplote, stopinje pod lediščem pa stopinje mraza, prve zaznamujemo s + (*plus*), druge z — (*minus*). Znak stopinje je °.

Ako stoji živo srebro v kakem primeru do števila 14 delitve po Réaumurju, pišemo to : + 14° R in čitamo: 14 stopinj Réaumurjevih, in sicer toplote, ako stoji spredaj znak +, ali mraza, ako stoji spredaj znak —.

Enako znači + 14° C toploto 14 stopinj Celsijevih.

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

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

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

Slika 23. kaže ugotovljen termometer s Celsijevo in z Réaumurjevo delitvijo.

Opazovanju majhnih razlik o temperaturi služi termoskop (*Thermoskop*) (slika 24.).

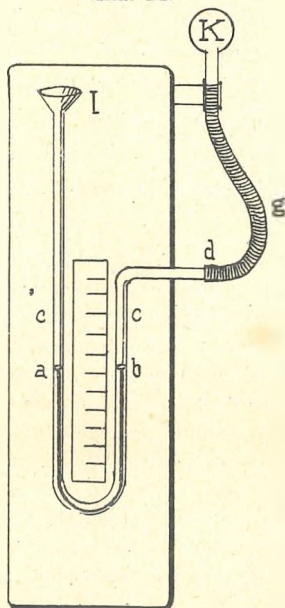
Na pokonci stoječi deščici je pritrjena črki U podobno ukrivljena tenka steklena cevka *cc*, katere levi konec je livniku podobno razširjen, desni konec *d* pa vstran zavrt. Na konec *d* je nataktnjena drobna gumijeva cev *g*, v nji tiči na drugem koncu steklena cevka z otlo kroglo *k*. V cev se nalije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

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

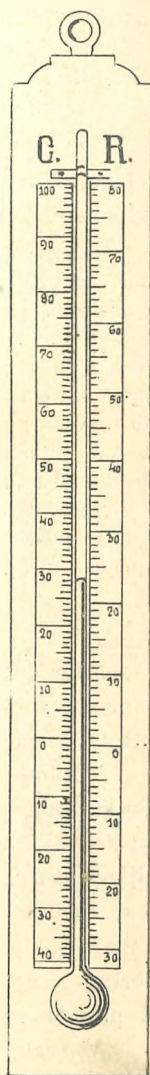
§ 33. Kako se razteza voda po toploti.

Poizkus: Majhno steklenico napolni do vrha s čisto vodo, zamaši ji grlo, skoz zamašek pa vtakni termometer in poleg njega na obeh straneh odprto stekleno cev, da moli več centimetrov iz grla in da stoji voda v njej 3 do 4 *cm* visoko. Pri vsem pa pazi, da ti pod zamaškom ne ostane kaj zraka. Tako pripravljeno steklenico postavi potem v zmes iz ledú in soli. — Videl boš, da stoji voda v

Slika 24.



Slika 23.



cevi najnižje, ko ima temperature $+ 4^{\circ} \text{C}$; pri katerikoli višji ali nižji temperaturi pa stoji više.

Iz tega poizkusa sledi, da zavzema določena množina vode najmanjšo prostornino pri $+ 4^{\circ} \text{C}$, in da se pri nižji ali višji temperaturi razteza.

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

Pri temperaturi $+ 4^{\circ} \text{C}$ ima voda največjo gostoto; pri tej temperaturi tehtja en kubični centimeter vode en gram, en liter en kilogram.

O pričetku mraza se ohlaja površje stoječih voda. Ohlajena voda pada proti dnu, na površje pa vzhaja odspodaj navzgor toplejša, ki pa se tudi ohladi in potem pada proti dnu. Tako gibanje vode traja toliko časa, da se vsa voda ohladi do $+ 4^{\circ} \text{C}$. Na nadaljnjem ohlajenju se voda razteza in postaja obenem specifično lažja. Zato ostane najmrzlejša voda na površju, kjer se tvori tudi prvi led. Led plava na vodi in varuje mraza spodnje plasti vode in vse v vodi živeče živali. — Ko bi voda glede raztezanja po toploti ne delala te izjeme, padal bi led na dno in voda bi zmrzovala odspodaj navzgor, radi česar bi morale vse v vodi živeče živali poginiti.

Reke in potoki zmrzujejo istotako kakor stoječa voda najprej na površju. V hitro tekočih potokih pa se toplejša in mrzlejša voda mešata mehanično, zato nahajamo v takih potokih led tudi na dnu.

§ 34. Provod toplote.

Ako držiš en konec železne paličice v roki, drugega pa vtakneš v ogenj, se izprva segreje konec v ognju, polagoma pa se toplota širi od tega konca do drugega.

Toplota prehaja v enem in istem telesu od toplejšega dela proti mrzlejšemu in se tako v telesu širi. Prehod toplote v enem in istem telesu od molekula do molekula imenujemo provod toplote (*Wärmeleitung*).

Ako držimo dve enako dolgi paličici, eno iz železa in eno iz lesa, z enim koncem v ogenj, se segreje železna paličica tudi na drugem koncu, lesena pa ne. Gorečo vžigalico lahko držimo v roki, čeravno je plamen že prav blizu roke.

V različnih telesih se toplota širi z različno hitrostjo. Telesa, v katerih se toplota hitro širi od toplejšega konca na mrzlejšega, imenujemo dobre provodnike toplote (*gute Wärmeleiter*); druga pa slabe provodnike toplote (*schlechte Wärmeleiter*).

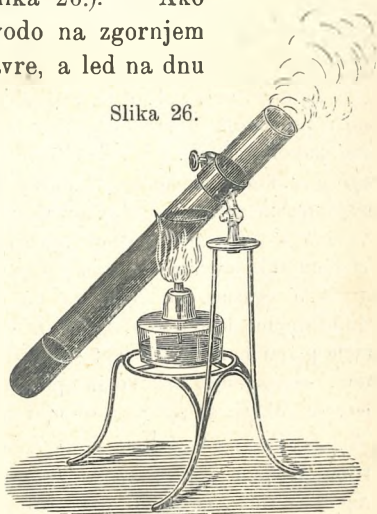
Da zvemo, je li katero telo boljši ali slabši prevodnik toplote nego drugo, jemljemo enaki palici iz obeh teles in na njih pritrdimo z voskom v enakih razdaljah majhne lesene kroglice. — Ako segrevamo potem konca obeh palic na istem plamenu (slika 25.), odpadajo kroglice na boljšem prevodniku prej in v večjo daljavo od segretega konca nego pri drugem, slabšem prevodniku.



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

Poizkus a): Na dno na enem koncu zavarjene steklene cevi daj nekoliko ledu, potem pa cev napolni z vodo in jo postavi na posebnem stojalu nekoliko pošev (slika 26.). — Ako segrevaš s plamenom vinskega cveta vodo na zgornjem koncu cevi, lahko voda na vrhu že zavre, a led na dnu se ne stali. — Isto lahko ponavljaš z drugimi tekočinami.

Slika 26.



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

Tekočine, izvzemši živo srebro, ki spada med kovine, in plinasta telesa so slabi prevodniki toplote, ako jih segrevamo odzgoraj.

Poizkus c): Steklenico napolni dobri dve tretjini z vodo, ki si ji primešal jantarovega prahu. Potem postavi steklenico nad plamen vinskega cveta (slika 27.). Kmalu zapaziš, da se dviga jantarov prah v vodi nad plamenom kvišku, ob straneh pa pada zopet na dno. Iz tega razvidiš, da je nastal v vodi, ki jo segrevaš odspodaj, dvojen tok (*Strömung*); termometer, ki ga vtakneš v vodo, pa ti pokaže, da se segreva vsa voda.

Nad plamenom vzhaja segreti voda proti površju, na straneh pa priteka mrzla na mesto nad plamenom.

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

Slika 27.



Ako stoji segreti tekočina na mrzlejšem zraku, da mu oddaja toploto na svojem površju, nastane drug tok, ki je ravno nasproten toku pri segrevanju.

Tekočina se ohladi najprej na površju (posodo si mislimo pri tem iz slabega prevodnika toplote), postane gostejša in težja ter pada na dno. Od dna vzhaja na površje toplejša in redkejša tekočina.

Tudi plinasta telesa se segrevajo na ta način, da nastaja v njih enak tok kakor pri tekočinah. N. pr. pri zakurjeni peči vzhaja zrak, ki se je segrel, dotikajoč se peči, kvišku proti stropu, na njegovo mesto pa prihaja mrzlejši od tal in od strani.

Železne peči nam sobo hitreje segrejejo kakor lončene, ker je železo dosti boljši prevodnik toplote nego ilovica; zato pa lončene peči toploto dalj časa drže kakor železne. — V poletnem času se voda v kovinskih posodah hitreje segreje kakor v lončenih. — Kovač ima na kleščah lesena držala. — Likalniki imajo lesene ročaje. — V zimskem času nosimo volneno, suknenno obleko, kožuhe. (Zakaj?) — Žito pod snegom je varno mraza. — Mlada drevesa in kovinske cevi pri vodnjakih ovijamo za zimo s slamo. — Žareče oglje na mrzli kovinski plošči kaj hitro ugasne, na deski pa ne. (Zakaj?). — Pod slamnato streho poleti ni tolike vročine kakor pod streho iz opeke ali pločevine. — Na vse strani zaprte zračje plasti nam služijo kot slabi prevodniki toplote, n. pr. dvojna okna, dvojna vrata. — Žaganje, blazine in sploh telesa, v katerih je mnogo zraka, ki se ne more pretakati, so slabi prevodniki toplote.

Ako v zimskem času vrata dobro zakurjene sobe nekoliko odpreš in v odprtino postaviš gorečo svečo, se nagne njen plamen v sobo, če je sveča na pragu; iz sobe, če je sveča visoko gori; v polovični višini odprtine pa ostane miren. — Kaj kaže ta pojav? Kako ga pojasnjuješ?

§ 35. Taljenje.

Poizkus a): Ako v kaki posodi segrevaš vosek, obenem pa opazuješ njegovo temperaturo, opaziš, da se pri temperaturi 64°C začne pretvarjati v tekočino.

Enak pojav se vidi pri svincu, bakru, železu itd.; treba je le ta telesa segreti do višje temperature.

Pretvorbo trdnih teles v tekočine imenujemo taljenje (*Schmelzen*).

Temperatura, pri kateri se začne kako telo taliti, se imenuje njegovo tališče (*Schmelztemperatur*, *Schmelzpunkt*). — Vsaka taljiva tvarina ima svoje posebno tališče.

Vsa trdna telesa niso taljiva, ker se mnoga pri segrevanju začno razkrajati v druga telesa, n. pr. les, ki zgori.

Tališča nekaterih tvarin: alkohola — 110°C , bakra 1080°C , cinka 417°C , kositra 232°C , ledu 0°C , sirovega masla 32°C , srebra 968°C , svinca 328°C , voska 64°C , zlata 1072°C , živega srebra — 39°C , žvepla 111°C , kovnega železa 1600°C , litega železa 1100 do 1200°C , jekla 1350°C . Tališče zlitin je sploh nižje nego so tališča njihovih sestavin. Zlitina 4 delov bismuta, 1 dela svinca in 2 delov kositra se tali že pri 94°C .

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

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

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

Toploto, ki jo privajamo telesu, ki pa njegove temperature ne poviša, imenujemo utajeno ali skupnostno toploto (*latente, gebundene oder Aggregationswärme*). Nasprotno se zove toplota prosta ali čutljiva (*frei*), ako temperaturo povišuje in je po termometru čutljiva.

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

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

Toplota se tudi takrat utaja, kadar setrdna telesa topé; utajeno toploto jemlje raztopina sama sebi in okolici.

Nekatere raztopine utajajo posebno veliko toplote; take se zovejo mrazotvorne zmesi (*Kältemischungen*).

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

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

§ 36. Strjenje.

Poizkus: Ako raztaljenemu vosku ne privajaš več toplote, se začne hladiti. Ko se ohladi do 64°C , se tekočina polagoma pretvarja v trdno telo. Ščasoma dobiš zopet trden vosek.

Pretvorba tekočin v trdna telesa se imenuje strjenje (*Erstarren*).

Tekočine se strjujejo pri isti temperaturi, pri kateri se talé.

Voda zmrzuje pri 0°C ; led se tali pri 0°C itd.

Poizkus: V zatvorjeni posodi moreš vodo, iz katere si s kuhanjem izgnal ves zrak, ohladiti do -10°C , da se ne strdi (zmrzne); treba je le, da stoji čisto mirna.

Ako pa do -10°C ohlajeno vodo nekoliko streseš, se en del takoj strdi, temperatura pa ji poskoči od -10° do 0°C .

Povišanje temperature kaže, da tekočine toploto, ki so jo pri taljenju utajile, pri strjenju izpuščajo, da postane zopet prosta ali čutljiva.

Z natančnimi poizkusi je dokazano, da postane vsa pri taljenju trdnega telesa utajena toplota prosta, kadar se tekočina zopet strdi.

§ 37. Hlapenje.

Poizkus: Ako vliješ v odprto, plitvo posodo žveplovega étra, vinskega cveta ali vode, izgine čez nekoliko časa tekočina iz posode, posoda se posuši. Tekočina se je pretvorila v plinasto telo, v hlapé (*Dünste*).

Pretvorbo tekočin v plinasta telesa imenujemo hlapenje (*Verdunstung*).

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

Hlapna telesa (*flüchtige Körper*) so taka, ki že pri navadni temperaturi jako izhlapevajo. Žveplov éter, vinski cvet itd. so hlapna telesa.

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

Hlapanje se dá torej pospešiti s tem, da

1.) povečamo površje hlapeče tekočine, 2.) povišamo temperaturo, 3.) s preprihom odstranjujemo nastale hlape in 4.) zmanjšamo pritisk na tekočino.

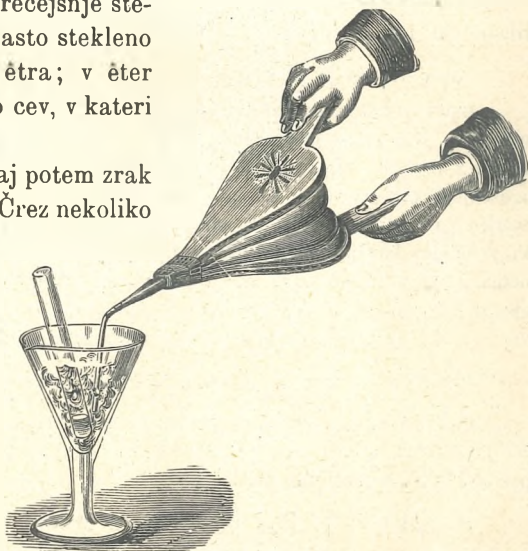
Poizkus: *a)* Termometrovo kroglo omotaj s platnom ali predivom in jo pomoči v vinski cvet. Vinski cvet izhlapeva, in sicer tem hitreje, ako mahaš s kroglo po zraku; termometer pa pada za precejšnje število stopinj. — *b)* V livkasto stekleno posodo nalij žveplovega étra; v éter pa postavi tenko stekleno cev, v kateri je nekoliko vode.

S pomočjo meha pihaj potem zrak v žveplov éter (slika 28.). Črez nekoliko časa zmrzne voda v stekleni cevi.

Tekočine, pretvarjajoče se v plinasta telesa, utajajo toploto; ta utajena toplota se uporablja v to, da popolnoma pretrga zvezo med posameznimi molekulami in da zmaga na tekočino delujoči zračji pritisk. Hlapeča telesa jemljejo utajeno toploto sebi in svoji okolici.

Zakaj nas zebe, če pridemo iz kopeli, zlasti takrat, kadar je vetrovno? — Zakaj čutimo mraz, ako na roko vlijemo vinskega cveta? — Zakaj mraz ni tolik, ako na roko vlijemo vode? (Voda je manj hlapna.) — Zakaj nas hladi, ako stojimo v preprihu? — V mokri obleki se kaj hitro prehladimo. — Da ostane sirovo maslo dalj časa sveže, ga zavijemo v mokro platno. — Hlapanje na našem telesu pomaga mnogo k temu, da ostane temperatura našega telesa stalna.

Slika 28.



§ 38. Vrenje.

Poizkus: Stekleno posodo, v kateri sta približno dve tretjini čiste vode, postavi nad plamen vinskega cveta; v vodo pa obesi termometer. — Ko se voda nekoliko segreje, vzhajajo iz nje drobni zračji mehurčki; pri višji temperaturi vidiš vzhajati od dna majhne mehurčke, ki pa poprej izginejo nego dospo do površja. Pri temperaturi 100°C vzhajajo od dna drobni mehurčki, ki na svoji poti na površje vedno bolj naraščajo in na površju razpokajo. Ti mehurčki spravijo vodo v neko kipeče gibanje, tedaj pravimo, da voda vre. Od tistega hipa, ko je voda zavrela, kaže termometer eno in isto temperaturo, dokler je le še nekoliko vode v posodi.

Vrenje (*Sieden*) je pretvorba tekočin v hlape ali pare v notranjščini in na površju. Temperatura, pri kateri tekočina zavre, se imenuje nje vrelišče (*Siedepunkt*). — Pri vrenju nastala plinasta telesa imenujemo navadno pare (*Dämpfe*), dočim imenujemo pri hlapenju na površju tekočine nastale pline hlape (*Dünste*).

Pojav vrenja je tale:

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

Vsaka tekočina ima svoje posebno vrelišče.

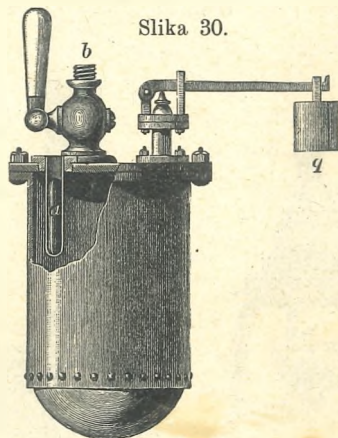
Pod navadnim zračjim pritiskom zavre: alkohol pri $87,5^{\circ}\text{C}$, bencin pri 90 do 110°C , laneno olje pri 316°C , petrolej (očiščen) pri 150°C , živo srebro pri 357°C , žveplov éter pri $34,5^{\circ}\text{C}$ itd.

Poizkus: a) Pod poveznikom zračje črpalke zavre voda že pri temperaturi 60 do 70°C , ako odstraniš zrak iz poveznika. — b) V steklenici s precej dolgim grlom pusti vodo toliko časa vreti, da iztirajo vodene pare ves zrak iz nje; potem pa vzemi steklenico od izvora toplote, jo dobro zamaši in postavi vzvrujeno na posebno držalo (slika 29.). Voda neha vreti; zavre pa takoj vnovič, ako poliješ steklenico z mrzlo vodo. To moreš nekolikokrat ponoviti. Mrzla voda zgosti vsakikrat vodene pare v vodo, pritisk na vodo se zmanjša in voda zavre vnovič.

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

Na Sv. Gotthardu (višina 2075 m) zavre voda pri 92·9° C, na Montblanku (višina 4800 m) pri 84° C.

Da povišamo vrelišče vode, služi nam Papinov lonec (slika 30.). To je močan železen lonec s privitim železnim pokrivalom. Na pokrivalu je privarjena cev *a* do malega polna živega srebra, v katero se vtakne termometer za merjenje



temperature v loncu. Na pokrivalu je tudi varovalna zaklopnica, ki jo zapira utež *q*. Ko doseže napetost par gotovo mejo, se zaklopnica odpre in izpusti nekoliko par, s čimer se pritisk v loncu zmanjša.

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

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

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

§ 39. Zgoščevanje hlapov in par.

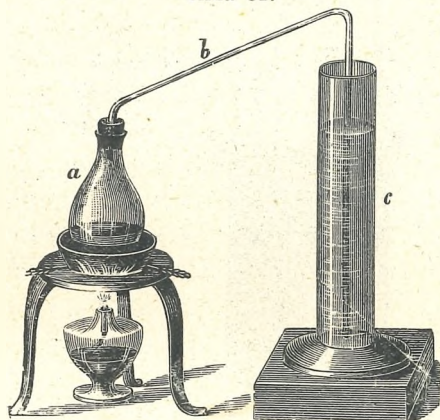
Poizkusa *a*): Mrzla steklena plošča, ki jo držiš nad vrelo vodo, se orosi ter postane mokra. — Nad vrelo vodo vzhajajo beli megleni mehurčki. Vzhajajoče vodene pare se ohladi in postanejo zopet kapljivo tekoče. — *b*) Vzemi na enem koncu zatvorjeno stekleno cev polno vodenih par in jo potisni v drugo širšo cev z živim srebrom. Ako prvo cev v drugo pogrezneš in tako vodene pare v

njej zadosti stisneš, pretvori se jih nekoliko v vodo. — Iz teh poizkusov sledi: Pare in hlapi se pretvarjajo zopet v tekočine, ako jih zadosti ohladimo ali pa stisnemo.

Pretvorbo par in hlapov v tekočine imenujemo njih zgoščevanje (*Kondensation*).

Poizkus: V posodi *a* (slika 31.) vre voda, njene pare morejo odhajati skoz cev *b*. Najprej počakaj, da vodene pare iztirajo iz

Slika 31.



posode *a* ves zrak, potem pa postavi pod cev *b* posodo *c*, v kateri je do posebnega znamenja mrzla voda določene temperature.

Pare vrele vode se v mrzli zgoščujejo v tekočo vodo, v posodi *c* se zbira vedno več vode in njena temperatura poskoči za nekoliko stopinj. Temperatura segrete vode določi in si jo zapomni. Potem izprazni posodo *c*, napolni jo drugič z mrzlo vodo do iste višine kakor prvič ter prilij toliko vrele

vode, kolikor se je je prej zgostilo. Termometer te sedaj uči, da se voda ni za toliko stopinj segrela, kakor prvič z zgoščevanjem par. Torej sledi:

Ako se pare ali hlapi zgoščujejo v tekočine, izpuščajo prej utajeno toploto ter jo oproščujejo. Natančni poizkusi uče, da izpuščajo pare pri zgoščevanju prav toliko toplote kolikor se je je utajilo, ko se je tekočina pretvarjala v pare.

§ 40. Prekapanje. Razhlapanje.

Ako iz kateregakoli vzroka pretvarjamo tekočine v pare in te pare zopet zgoščujemo, imenujemo to postopanje prekapanje (*distilacija*, *Distillation*). Navadno prekapamo tekočine raditega, da jih očistimo njim primešanih ali v njih raztopljenih trdnih teles ali primešanih manj hlapnih tekočin. S prekapanjem lahko ločimo alkohol od vode (kuhanje žganja), žveplovo kislino od vode itd. Prekapana voda je kemijsko čista. — Nekatera trdna telesa se dajo takoj pretvoriti v pare, ki jih lahko zopet zgostimo. Z izparivanjem mcremo

torej tudi v kaki zmesi trdnih teles ločiti bolj hlapna od manj hlapnih. To postopanje imenujemo razhlapanje (sublimacijo, *Sublimation*). Zgoščene pare razhlapanih teles so razhlapina (*Sublimat*); dobivamo jih sploh kakor droben prah, n. pr. žveplovo cvetje.

§ 41. Zarjenje toplote.

Ako se z obrazom obrneš proti prostemu ognju, čutiš v obrazu vročino, ki je tem večja, čim močnejši je ogenj. — Ta vročina pa takoj neha, če postaviš pred se kak zaslon. — Iz tega razvidiš, da ta vročina ne prihaja od zraka okoli tebe, marveč neposredno od ognja skoz zrak, ne da bi se ta kaj segrel. — Kaj podobnega občutiš, če se postaviš zakurjeni železni ali lončeni peči nasproti. Tudi tukaj čutiš vročino na tisti strani telesa, ki je obrnjena proti peči. Vročina pa izgine, če postaviš pred se kak zaslon, četudi le papirnat. — Če v zimskem času stopiš na sonce, čutiš takoj izdatno toploto na onih delih telesa, ki jih zadenejo solnčni žarki, dočim je zrak okoli tebe ostal mrzel. Grejoča moč solnca pa neha, ako vstopiš v senco, ali ako zakrije sonce kak oblak.

V poletnem času se s solnčniki varujemo pred pripekajočim solncem.

Iz teh opazovanj sklepamo, da toplota dostikrat prehaja s toplejšega telesa na mrzlejšo skoz kako tretje telo, ki se pri tem izdatno ne segreje. Toploto, ki se na ta način v prostoru širi, imenujemo žarečo toploto (*strahlende Wärme*).

Opazovanja nas uče, da topla telesa izžarivajo toploto v premih smerih v mrzlejšo okolico, ali da se žareča toplota širi premočrtno. Preme črte, ki kažejo smeri, v katerih se žareča toplota širi, imenujemo toplotne trake ali toplotne žarke (*Wärmestrahlen*).

Iz dejstva, da pri solnčnih žarkih obenem s svetlobo čutimo tudi toploto, sklepamo, da se svetloba in žareča toplota širita z isto hitrostjo.

Čim bolj se od zakurjene peči oddaljimo, tem manj čutimo žarečo toploto; učinek žareče toplote se torej v daljavi zmanjšuje. — Ako zadenejo toplotni žarki ob površje kakega telesa, se na tem deloma odbijajo, deloma pa prodirajo v notranjščino telesa, ki jih potem več ali manj propušča skoz svojo tvarino (n. pr. zrak, steklo), ali pa jih vsrkava ter se tako segreva.

Poizkusa: a) Kovinsko posodo kockaste oblike, ki ima eno stran uglajeno, drugo razpraskano in grapavo, tretjo prevlečeno s

svinčevo beljo, četrto pa pomazano s sajami, napolni z vrelo vodo. Če postavljaš potem kroglo *k* termoskopa (slika 24.) v enakih razdaljah zdaj pred eno, zdaj pred drugo stran posode, razvidiš, da se krogla najbolj segreje, ko je stala sajasti strani nasproti, najmanj pa, ko je stala gladki strani nasproti. — *b)* Dve popolnoma si podobni in enako veliki steklenici, od katerih pa je ena zunaj s sajami počrnjena, napolni z vodo iste temperature, potem pa ji postavi na kak hladen prostor. — Voda v počrnjeni steklenici se hitreje ohladi kakor v drugi.

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

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

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

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

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

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

§ 42. Specifična toplota. Kalorija.

Poizkus: Enako težke krogle iz bakra, svinca in železa segrej skupno v olju približno do temperature 150° C. Potem položi te krogle na približno 2 cm debelo ploščo iz stearina (slika 32.). Krogle oddajajo svojo toploto stearinu; ta se začne polagoma taliti, krogle pa

vdirati v ploščo. Najbolj globoko se vdere železna, najmanj pa svinčena krogla. — Iz tega sklepamo, da krogle pri isti temperaturi niso imele iste množine toplote v sebi. Železna krogla, ki je stalila največ stearina, je morala imeti največ toplote, najmanj pa svinčena.

Telesa enake teže potrebujejo različne množine toplote, da se segrejejo do iste temperature. — Množina toplote, ki segreje utežno enoto (*kg*) kakega telesa za 1°C , se zove specifična toplota tega telesa.



Izmed vseh teles ima voda največjo specifično toploto, in to jemljemo za enoto toplotne množine in jo imenujemo kalorijo (*Kalorie*).

Števila, ki nam povedo specifično toploto drugih teles, so pravi ulomki.

Specifična toplota nekaterih teles: aluminija 0·2, bakra 0·09, ledu 0·5, srebra 0·055, stekla 0·18, železa 0·11, živega srebra 0·04, vode 1·0.

Ker ima voda tako veliko specifično toploto, lahko umejemo, zakaj se voda v ribnikih in jezerih počasi segreva pa tudi počasi ohlaja. Na otokih in morskih obalah je poleti bolj hladno in pozimi bolj toplo nego na kopnem pod isto zemljepisno širino.

§ 43. Izvori toplote.

1.) Največji izvor toplote je solnce, brez katerega na zemlji ne bi mogli uspevati ne ljudje, ne živali, ne rastline. Toplota, ki jo solnce v enem letu na zemljo izžariva, je tolika, da bi mogla staliti ledeno plast, ki bi obdajala zemljo krog in krog na 30 *m* visoko. Solnčni žarki prihajajo na zemljo skoz zrak, ne da bi ga neposredno kaj segreli, to nam pričajo visoke gore, ki so leto in dan pokrite s snegom, to so dokazali tudi zrakoplovci, ki so našli v ozračju tem večji mraz, čim više so splavali.

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

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

Ker je solnce v primeri z našimi zemeljskimi daljavami od nas zelo, zelo oddaljeno, smatramo solnčne trakove medsebojno vzporedne. Posledek tega pa je

ta, da zadeva isto ploskev največ žarkov takrat, ako vpadajo nanjo pravokotno, tem manj pa, čim bolj je proti smeri vpadajočih žarkov naklonjena. Na strehah in rebrih, obrnjenih proti solncu, skopni sneg prej nego drugod, v prisojnih krajih dozoreva sadje hitreje nego v osojnih. Tudi kakovost zemeljskega površja vpliva zelo na to, ali se zemlja bolj ali manj segreje. — Gola, peščena tla se v istem času in na istem kraju dosti bolj segrejejo kakor s travo porastla.

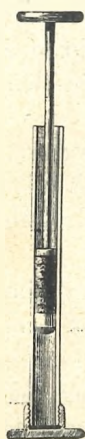
Na ravniku solčni žarki sploh vpadajo manj pošev kakor na krajih proti tečajema, torej je ob ravniku sploh tudi višja temperatura nego v krajih proti tečajema. — Na enem in istem kraju zadevajo solčni žarki zemljo v poletnem času v manj poševni smeri nego pozimi, torej povzročujejo poleti tudi višjo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

Od solčnega vzhoda do poldne narašča temperatura, od poldne naprej pa pojema. Najnižja temperatura je ob času solčnega vzhoda, najvišja pa v zimskem času ob dveh, v poletnem času pa med 3. in 4. uro popoldne.

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

V kletéh pariške zvezdarne, globokih 27·5 *m*, kaže termometer od leta 1783. neprenehoma 11·8° C. — Pozimi so kleti toplejše, poleti hladnejše nego je zunaj. — Kmetovalci čuvajo repo, krompir itd. mraza s tem, da ga zakopljejo precej globoko v zemljo. — Izmed toplic omenjamo: Karlovi vari imajo temperature + 75° C, wiesbadenske pa + 70° C itd.

Slika 33.



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

b) Razvoj toplote z udarom in s pritiskom. Ako kovač železo dolgo enakomerno kuje, se mu segreje; more ga na ta način celo razbeliti. — Pod konjskimi kopiti se iskri, ako udarjajo s podkvami ob kamenje. — Slika 33. kaže stekleno cev, ki je spodaj dobro zadelana, znotraj povsod enako široka in v kateri se dá zrakotesno premikati bat. Na spodnji del bata pritrdi kosček kresilne gobe. Ako bat prav naglo potisneš v cev in s tem zrak hitro in močno

stisneš, se pri tem toliko segreje, da se kresilna goba vžge. Taka priprava se imenuje zračje (pnevmatično) vžigalo (*pneumatisches Feuerzeug*).

Kadar se plinasta telesa naglo raztezajo, se nareja mraz; n. pr. vodene pare velike napetosti, ki odhajajo skoz ozko cev, se zunaj cevi izdatno ohlade.

4.) **Kemijski izvori toplote.** Ako poliješ žgano apno z vodo (ga gasiš), dobi veliko toploto; istotako se čista žveplova kislina izdatno segreje, če ji priliješ nekoliko vode. Sploh se toplota razvija vsakikrat, kadar se tvarine kemijsko spajajo, in sicer največ pri gorenju.

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

6.) Končno imamo še kot izvor toplote omeniti tudi **elektriko.**

§ 44. Vrednost različnega goriva.

Gorenje je za nas največjega pomena, kajti vso toploto, s katero si pripravljamo jedila, s katero v zimskem času varujemo svoja bivališča, s katero pretvarjamo v parnih kotlih vodo v pare, da nam gonijo parne stroje, dobivamo potem gorenja.

Kot gorivo nam služijo les (drva), premog, šota, špirit, petrolej, svetilni plin in še mnoga druga telesa.

Poizkusoma so učenjaki dognali, da se pri zgorettju vsakega kilograma enega in istega telesa razvija ista množina toplote, bodisi da telo zgoreva počasi ali hitro. Počasi goreče telo razvija toploto polagoma in se je raditega precěj izgubi v okolico, ne da bi izdatno povišala temperaturo gorečega telesa. Pri hitrem gorenju pa se toplota razvija kar na mah ter raditega goreče telo bolj močno segreje.

Poizkusoma je dognano, da razvija kilogram spodaj naštetih vrst goriva ali kuriva pristavljeno število kalorij.

alkohol	5.700	petrolej	10.500
bencin	11.000	premog, rjav	3.500
koks	7.000	premog, črn	7.000 do 8.000
les, suh	3.600	svetilni plin	12.000
loj	8.400	šota, suha	4.000
lesno oglje	7.500	špirit	5.700

Iz teh podatkov razvidimo absolutno vrednost različnih vrst goriva; njih praktično vrednost pa dobimo, ako vpoštevamo tudi ceno različnega goriva. Vpoštevati pa moramo tudi to, da ima gorivo manjšo vrednost, če je vlažno ali če pušča mnogo pepela. Vlažno gorivo gori šele takrat, ko je pótém izparivanja izgubilo svojo vlago, za kar se uporablja manj ali več toplote, ki gre s tem pri gorenju v izgubo.

§ 45. Vetrovi.

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

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

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

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

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

2.) Pasatni vetrovi. V krajih ob ravniku vpadajo solnčni žarki malone v navpični smeri, zato imamo tukaj tudi najhujšo vročino. Segreti zrak se razteza, vzhaja kvišku in odteka v višavah od ravnika proti tečajema. Na zemeljskem površju pa teče mrzli tok od tečajev proti ravniku. To kroženje zraka imenujemo pasatne vetrove (*Passatwinde*). Ker se zemlja vrti, pasatni vetrovi nimajo natančne smeri proti tečajema; na severni poluti je polarni veter (ki veje od tečaja proti ravniku) severo-vzhodnik, ravniški veter pa jugo-zahodnik. Gorovje odklanja na posameznih mestih tudi te vetrove od navedenih smeri.

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

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

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

§ 46. Zračja vlažnost. Rosa. Megla. Dež. Sneg.

Ako o hudem mrazu odpremo okno dobro zakurjene sobe, pada v sobo megla. V zraku nahajajoči se nevidni vodeni hlapi, ki se nahajajo v sobi, se po vpadajočem mrzlem zraku ohladi, pretvorijo v drobne vodene kapljice, katerih skupino imenujemo meglo. Šipe na oknih gorkih stanovanj se orose, ako se temperatura zunanjemu zraku naglo zniža, n. pr. če potegne mrzel veter. Če nastane večji mraz, pa ta rosa tudi zmrzne ter dobimo potem na šipah lepe ledene cvetice.

V zraku se nahaja vedno več ali manj vodenih hlapov. Če jih je toliko, da se že pri majhnem znižanju temperature zgoščujejo v vodene kapljice, imenujemo zrak zelo vlažen. Temperatura, pri kateri se vodeni hlapi v zraku začno zgoščevati v tekočino, imenujemo rosišče (*Taupunkt*).

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

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

Nekatere tvarine, n. pr. strune iz čreves, les, lasje itd., vsrkavajo vodene hlape iz zraka in izpreminjajo pri tem bolj ali manj svojo obliko. Če pritrdiš 3 do 4 cm dolgo struno iz črevesa na enem koncu tako, da visi struna navzdol, in če na drugem koncu na struno natakneš majhen papirnat kazalec, si naredil najenostavnejši vlagokaz (*Hygroskop*), t. j. pripravo, ki naznanja, ali je zrak bolj ali manj vlažen.

Kadar se struna nasrka zračje vlage, se odvíja, obratno pa se zavíja in suče kazalec v nasprotno smer, kadar se bolj posuši. Da izveš, za koliko se struna v vsakem primeru zasuče, je treba, da postaviš pod struno v kote razdeljeno krožnino, tako da struna visi nad njenim središčem.

Odkod prihaja megla iz naših ust, ako dihamo v mrzlem zraku? — V zelo močvirnatih krajih je več megle in rose nego v drugih. — V jesenskem času vidimo zjutraj in zvečer po rekah in jezerih nastajati meglo. (Zakaj?) — Kako je to, da majhni oblaki dostikrat kar izginejo, ako jih solnce obsije? — Kako moreš pojasniti, da nam prinašajo južni in južnozahodni vetrovi deževno vreme? — Kako pojasnjuješ, da vzhodni in severovzhodni veter nebo razvedrujeta?

VIII. Iz nauka o magnetizmu.

◦ § 47. Magnetna telesa.

Nekatere rude, posebno magnetni železovec, privlačujejo železo in jeklo nase, da na njih obvisi. Isto svojstvo dobivata na umeten način tudi železo in jeklo. Taka telesa imenujemo magneti, njih svojstvo in stanje magnetnost, vzrok magnetnosti pa magnetizem (*Magnetismus*).

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

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

Telesa, ki imajo že v prirodi svojstvo magnetnosti, so prirodni magneti (*natürliche Magnete*); vsi drugi magneti so narejeni ali umetni (*künstlich*).

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

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

Magnetizem deluje tudi v daljave in skoz druga telesa.

§ 48. Magnetiški poli in njih vzajemno delovanje.

Poizkus: Magnetno palico posuj z železnimi opilki. Opilki obvisijo na njej, toda ne povsod v enaki množini: na koncih jih obvisi največ, v sredi pa nič (slika 34.). — Magnetnost torej ni po

vsem magnetu enaka; največja je v skrajnih točkah, ki jih imenujemo magnetiška pola (*Magnetpole*), najmanjša pa v sredi magnetu, v *mm*. To mesto imenujemo magnetiško razmejo (*Indifferenzzone*); prema, ki veže oba pola, je magnetiška os.

Poizkus: Drobnno magnetno palico obesi na tenko svileno nit ali pa jo natakni na priostreno vertikalno os, da se more v horizontalni ravnini zlahkoma vrteti (slika 35.). Ako zavrtiš ta magnet okoli njegove osi, se po daljšem vrtenju ustavi v taki smeri, da kaže en pol proti severu, drugi proti jugu. V to ležo se vrača magnet vsakikrat, kadarkoli ga spraviš iz njegove ravnotežne leže. Pol, ki kaže proti severu, imenujemo severni pol (*Nordpol*); pol ki kaže proti jugu, pa južni pol (*Südpol*).

Za te poizkuse uporabljamo navadno tenke magnetne palice, na koncih priostrene in s kápico iz ahata, s katero jih polagamo na jekleno ost (slika 35.). Take magnetne imenujemo magnetnice (*Magnetnadeln*).

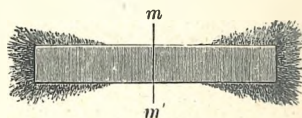
Poizkus: Ako severnemu polu magnetnice bližáš severni pol drugega magnetu, se magnetnica odklanja, kar kaže, da se pola odbijata. — Ako istemu polu magnetnice bližáš južni pol drugega magnetu, opazuješ, da se začne magnetnica bližati drugemu magnetu.

Istoimenski magnetni poli se odbijajo, raznoimenski pa privlačujejo.

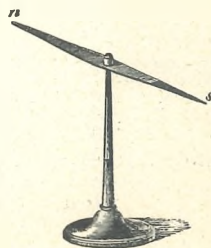
Kako moreš preiskovati, ali je kak kos železa ali jekla magneten ali ne?

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

Slika 34.



Slika 35.

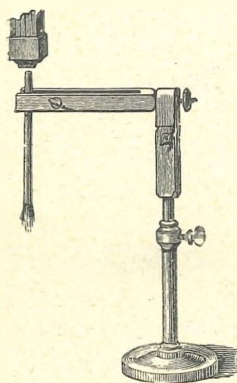


Čim bolj sta dva magnetna pola drug od drugega oddaljena, tem manjša postaja sila, s katero se privlačujeta, če sta raznoimenska, in odbijata, če sta istoimenska.

§ 49. Magnetiška influenza ali indukcija.

Poizkus: Ako se z močnim magnetnim polom dotakneš paličice iz mehkega železa, da na njem obvisi, se paličica omagneti ter privlači drugo, ta zopet tretjo itd. Od magnetna bolj oddaljene paličice so slabši magneti. Z magnetno iglo se prepričaš, da imajo omagnetene železne paličice na koncih, ki so magnetu najbližji, raznoimenske pole, na koncih pa, ki so od magnetna najbolj oddaljeni, istoimenske pole. — Odstraniš li magnet od prve paličice, izgube vse takoj svojo magnetnost. — Da se železo na tak način omagneti, ni treba, da bi se magnetna neposredno dotikalo, marveč zadošča, da je le blizu krepkega magnetna (slika 36.). — Jemlješ li za ta poizkus namesto mehkega železa jeklo, opazuješ, da se tudi jeklo v bližini magnetna omagneti; vendar ostane jeklo potem trajen magnet, čeravno ga od magnetna odstraniš. — Iz tega izvajaj:

Slika 36.



Jeklo in mehko železo postajata v bližini magnetov magnetna, in sicer jeklo trajno, mehko železo pa le začasno. Raznoimenski pol je na strani, obrnjena proti magnetu, istoimenski pol pa na strani, ki je od magnetna obrnjena v stran. Tako magnetenje imenujemo magnetiško influenco ali indukcijo (*magnetische Influenz oder Induktion*).

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

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

Ker sestoji vsako telo iz molekulov, si mislimo, da so pri magnetu posamezni molekuli že popolni magneti, ki imajo svoje

severne pole obrnjene na tisto stran, kjer ima magnet svoj severni pol, južne pa na nasprotno stran.

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

Če se približa magnet jeklu ali železu, zavrti v njem molekularne magnetne tako, da se njih raznoimenski poli obrnejo proti magnetu, istoimenski pa od magneta. Takemu vrtenju pa se molekuli bolj ali manj upirajo, in sicer pri jeklu dosti bolj kakor pri železu.

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

Kako pojasnuješ, da postane novi magnet jačji: *a)* ako z drugim po njem večkrat potezaš, *b)* ako je debelejši?

§ 50. Magnetenje jeklenih palic.

Magnete si prirejamo iz povsod enako gostega in trdega jekla, navadno v obliki palic, ki jih omagnetujemo s tem, da potezamo po njih z drugimi magneti.

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

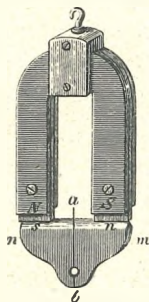
Polovica palice, po kateri si potezal z južnim magnetiškim polom, postane severno magnetna, druga polovica pa, po kateri si potezal s severnim polom, postane južno magnetna.

Po bolj debelih palicah je treba z magnetom potezati ob vseh straneh.

Jakost v novem magnetu vzbujenega magnetizma je zavisna od jakosti magneta, s katerim se poteza, od velikosti in kakovosti jekla in od števila

potegov. Izkušnja uči, da pridemo pri vsakem magnetu do meje, čez katero njegov magnetizem ne more rasti, četudi potezamo po njem prav dolgo z drugim magnetom. To mejo imenujemo sitišče (*Sättigungspunkt*).

Slika 37.



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

Magnete večje nosilnosti dobimo, ako damo magnetom obliko podkve ter več enakih magnetov zvežemo v magnetno baterijo, položivši jih z istoimenskimi poli drugega na drugega (slika 37.). Navadno je v sredi ležeči magnet nekoliko daljši nego drugi.

Vsak magnet, ki ne nosi uteži, oslabi sčasoma. Da mu njegovo magnetnost ohranimo, polagamo mu na pole kose mehkega železa, kotvice (*Anker*).

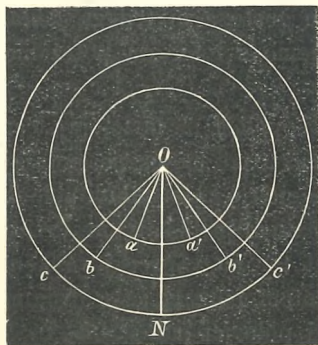
V sliki 37. je *mn* taka kotvica, na katero se obešajo še uteži na kljukico pri *b*.

Silni udarci, večkratno odtrgavanje kotvice in velika toplota zmanjšujejo magnetnost. — Nasprotno se jeklena orodja, žage, pile i. dr. časih z drgnjenjem in množestvilnimi slabimi udarci nekoliko omagnetijo.

§ 51. Magnetiški odklon.

Poizkus: Določi smer od juga proti severu, to je poldnevno črto ter jo nariši na kaki horizontalni mizi,* na to črto pa postavi

Slika 38.



okoli vertikalne osi vrtljivo magnetnico. Prepričal se boš, da severni pol magnetnice ne kaže točno proti severu, marveč nekoliko vstran proti zapadu, južni pa nekoliko proti vzhodni strani.

Poldnevnicca in magnetiška os oklepata kot, ki ga imenujemo magnetiški odklon (*magnetische Deklination*).

Magnetnica, ki se v horizontalni ravnini lahko vrti okoli vertikalne osi, se zove odklonica (*Deklinationsnadel*).

* Prav natančno poldnevno črto dobiš na ta način, da načrtaš na horizontalni deski več koncentričnih krogov (slika 38.) in postaviš v njih skupnem središču kratko palico vertikalno ali navpično na desko. Ako desko in palico obseva solnce, opazuj dopoldne točke *a, b, c*, v katerih se palična senca zaporedoma dotika raznih krogov. Prav tako opazuj popoldne točke *a', b', c'*, v katerih se palična senca dotika ravno istih krogov. Razpoloviš li potem po vrsti kote *aOa', bOb', cOc'*, vidiš, da imajo vsi eno in isto razpolovnico *ON*; ta je poldnevna črta, v to smer kaže palična senca točno opoldne.

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

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

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

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

§ 52. Magnetiški naklon. *magnetische*

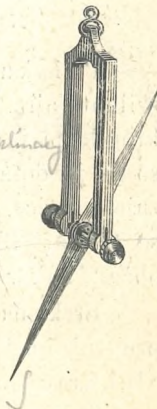
Poizkus: Jekleno iglo, ki se v medenih vilicah lahko vrti okoli horizontalne, skoz njeno središče (težišče) idoče osi, obesi na tenko svilnato nit (slika 39.). Dokler igla ni magnetna, ostane mirna, spravi jo v katerokoli ležo.

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

Kot, ki ga oklepa os take mirujoče igle s horizontalno ravnino, imenujemo magnetiški naklon (*magnetische Inklination*), na opisani način prirejene magnetne igle pa na naklonice (*Inklinationsnadeln*).

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

Slika 39.



§ 53. Zemlja kot magnet.

Poizkusa: a) Na mizo položi magnetno palico, nad njo pa premikaj naklonico tako, da stoji os, okoli katere se vrti, pravokotno na magnetiški osi palice. Ako držiš naklonico nad središčem magnetne palice, se magnetnica postavi horizontalno; njen južni pol

pa se naklanja proti severnemu polu magnetne palice, ako naklonico premičeš proti severnemu polu palice, in sicer tem bolj, čim bliže prihajaš koncu palice. Nad severnim polom palice se naklonica postavi v vertikalno smer. — Na južnomagnetni strani magnetne palice se naklanja proti njej severni pol naklonice ter se postavi nad polom v vertikalno smer. — *b)* Dolgi železni drogi, ležeči v smeri mirujoče naklonice, se nekoliko omagnetijo, o čemer se prav lahko prepričaš z občutljivo magnetnico.

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

IX. Iz nauka o elektriki, vzbujeni s trenjem (torni elektriki).

§ 54. Elektriški pojavi sploh.

Poizkus: Ako dobro obrisano stekleno palico drgneš (tereš) s svilnato ali z volnato tkanino in jo potem bližajš lahkim telesom, n. pr. kroglicam iz bezgovega stržena, priskakujejo ta telesa k palici; ko so se je dotaknila, pa odskakujejo zopet na vse strani. V temi opazuješ iskrice, ki preskakujejo z majhnim praskom s palice na bližajoča se telesa. Blizu take palice se začno lasje ježiti, pri čemer dobiš občut, kakor bi bil s pajčevino prepreden.

Steklena palica je dobila s trenjem neka svojstva, ki jih poprej ni imela; s trenjem si jo spravil v stanje, ki mu pravimo električnost (elektriško stanje, *elektrischer Zustand*).

Telesa, ki se nahajajo v elektriškem stanju, imenujemo električna (*elektrisch*); vzbujanje električnosti v kateremkoli telesu imenujemo elektriziranje (*Elektrisierung*), vzrok električnosti pa elektriko (*Elektrizität*).

Elektrika, ki se vzbuja s trenjem, je torna elektrika (*Reibungselektrizität*).

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

Ako poprej popisani poizkus večkrat ponavljaš, in stekleno palico časih bolj močno, časih le bolj slabo tereš ali drgneš, opazuješ, da iste kroglice iz bezgovega stržena ne priskakujejo in nato ne odskakujejo vsakikrat z isto živahnostjo; tudi iskrice ne boš vsakikrat opazil. — Iz tega moraš sklepati, da je električnost steklene palice časih jačja (kadar priskakujejo kroglice z večjo silo in iz večje daljave), časih slabša, da moramo pri telesih razločevati razne stopinje električnosti.

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

§ 55. Elektriziranje po podelitvi.

Poizkus: Na dvakrat zaviti stekleni cevi (slika 40.) visi na svilnati niti kroglica iz bezgovega stržena. Taká priprava se zove elektriško nihalo (*elektrisches Pendel*). Ako se z električno stekleno palico te kroglice dotakneš in ji potem bližajš drugo prav tako visečo kroglico, priskočita druga k drugi, potem pa se odbijeta.

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

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

Tako elektriziranje imenujemo elektriziranje po podelitvi (*Elektrisierung durch Mitteilung*) in pravimo, da električna telesa svojo električnost podeljujejo telesom, ki pridejo z njimi v dotiko.

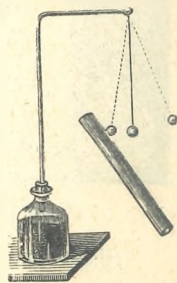
Natančni poizkusi uče, da izgubi električno telo pri tem toliko elektrike, kolikor je dobi drugo telo, ki se ga je bilo dotaknilo.

Kakšen razloček opazuješ med magnetnimi in električnimi telesi?

§ 56. Dobri in slabi elektrovođi.

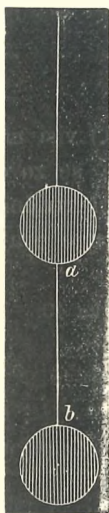
Poizkusi: *a*) Kroglica iz bezgovega stržena *a* (slika 41.) visi, kakor pri elektriškem nihalu, na svilnati niti; pod njo pa druga kroglica *b* na pavolnati niti. Ako kroglici *a* podeliš s kakim električnim telesom elektrike, postane električna tudi kroglica *b*, kajti privlačuje in potem odbija tretjo kroglico, ki jo njej približajš. —

Slika 40.



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

Slika 41.



krogle s prstom dotakneš, izgubi takoj po vsem površju svojo električnost, steklena pa edinole na onem mestu, kjer se je s prstom dotakneš.

Na nekaterih telesih se elektriško stanje izlahka širi na vse strani, na nekaterih pa ne, ali: nekatera telesa provajajo elektriko, nekatera pa ne. Telesa prve vrste imenujemo dobre, telesa druge vrste slabe elektrovođe (*gute und schlechte Elektrizitätsleiter*).

Razlika med dobrimi in slabimi elektrovođi je v tem, da telesa razširjanju elektrike stavijo manjše ali večje ovire ali upor, ki se zove elektriški provodni upor (*elektrischer Leitungswiderstand*); čim večji je ta upor kakega telesa, tem slabši elektrovođ je to telo.

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

Slabe elektrovođe imenujemo tudi izolatorje (*osamila, Isolatoren*).

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

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

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

§ 57. Pozitivna in negativna elektrika.

Poizkusa: a) Kroglici dveh elektriških nihal elektriziraj z električno stekleno palico. Bližaj li potem kroglici drugo proti drugi, se odbijata, in druga drugi umikata. — Iste pojave opazuješ, ako kroglicama podeliš elektriko s palico iz pečatnega voska ali ebonita, ki si jo trl z lisičjim repom. — b) Ako podeliš kroglici enega nihala elektriko s stekleno palico, kroglici drugega nihala pa s palico iz pečatnega voska ali ebonita ter bližaj potem drugo drugi, se že izdaleč privlačujeta.

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

Istoimensko električna telesa se odbijajo, raznoimensko električna pa privlačujejo.

§ 58. Elektroskop.

Elektroskop se imenuje vsako orodje, s katerim lahko izvemo, ali je kako telo sploh električno in, če je električno, katere vrste elektriko ima. Najbolj enostavni elektroskop je elektriško nihalo (slika 40.), ki pa je precej slabo občutljivo. — Prav občutljiv elektroskop kaže slika 42. V grlu suhe steklenice tiči kovinska palica, ki gre skoz stekleno, v stekleničnem grlu s pečatnim voskom utrjeno cev. Ta palica ima na zunanjem koncu kovinsko ploščo p , na notranjem koncu pa dva tenka listka iz zlata ali aluminija.

Če plošči p , dotakniviši se je s kakim električnim telesom, podeliš nekoliko elektrike, se elektrika razteče po kovinski palici in po listkih; listka postaneta istoimensko električna ter se odbijata in razhajata, in sicer tem bolj, čim več sta dobila elektrike ali čim višja je stopinja njune električnosti.

Slika 42.



Z jako električnimi telesi pa se plošče p ne smemo dotakniti, kajti sicer se listka vsled velike odbojne sile lahko odtrgata. — Da se temu izognemo, se poslužujemo poizkusne kroglice (*Probekugel*), t. j. majhne kovinske kroglice, ki je pritrjena na palico iz ebonita ali kakega drugega slabega elektrovida. Če vzamemo konec te palice v roko in se s kroglico dotaknemo kakega električnega telesa, preide nekoliko elektrike na kroglico: to elektriko pa lahko potem prenesemo na elektroskop. Čim več elektrike je bilo v točki, ki smo se je s poizkusno kroglico dotaknili, tem več je prenesemo na elektroskop, tem večji razhod kažeta listka na elektroskopu. Elektroskop nam služi torej tudi za merilo stopinje električnosti onega telesa, ki se ga dotika, ali s katerim je po dobrem elektrovidu zvezan.

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

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

Pozitivna in negativna elektrika sta si v učinkih protivni, tako da ena uničuje učinke druge. Telo, ki dobi istotoliko pozitivne elektrike, kolikor ima negativne, izgubi svojo električnost.

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

§ 59. Prosta električna se razprostira le na površju električnih teles.

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

§ 60. Gostota elektrike. Razdelitev elektrike na površju električnih teles.

Kakor smo že poprej omenili, more elektriško stanje enega in istega telesa časih biti jačje, časih slabše, ali kakor tudi pravimo, eno in isto telo je časih z elektriko bolj napolnjeno (*geladen*), časih manj. Na enem in istem delu površja more električna biti torej časih bolj, časih manj gosta. Množino elektrike na ploskovni enoti na površju električnega telesa (n. pr. na kvadratnem milimetru površja) jemljemo za mero elektriške gostote na dotičnem mestu.

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

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

Na kroglastih telesih se električna razširja po vsem površju v enaki meri, tako da je elektriška gostota povsod enaka; na telesih drugačne oblike je

elektriška gostota večja v onih točkah, ki so od srede telesa bolj oddaljene, največja pa ob robih in osteh.

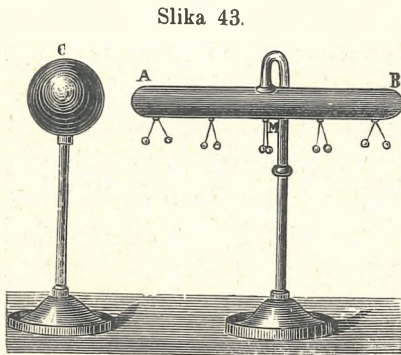
Ker se istoimenske elektrike odbijajo, izvajamo, da elektrika teži na to, da bi odšla z električnega telesa, in da mora biti ta težnja tem večja, čim večja je elektriška gostota. Ta težnja se javlja kot elektriška napetost (*elektrische Spannung*), in je ob robih in osteh največja.

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

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

§ 61. Elektriziranje po influenci.

Poizkus a): Na zgornjem delu ukrivljena steklena palica nosi kroglasto obrobljen kovinski valj *AB* (slika 43.), na katerem visita na več mestih na pavolnatih nitih



po dve kroglici iz bezgovega stržena. Temu valju nasproti stoji na stekleni palici izolirana krogla *C*. — Ako krogli *C* podeliš katerekoli elektrike in jo potem postaviš pred valj, kakor kaže slika, vendar ne tako blizu, da bi s krogle na valj preskočila elektriška iskra, kažejo kroglice na valju razhod, in sicer one na koncih *A* in *B* večjega, kakor one proti sredi.

— Kroglice pa upadejo, ako električno kroglo *C* odstraniš, ali ji, dotakniviši se je s prstom, odvzameš elektriko.

Kovinski valj *AB* postane v bližini električnega telesa električen, izgubi pa svojo električnost, ako ga od električnega telesa odstranimo.

Poizkus b): Pozitivno električno kroglo *C* postavi pred valj *AB* kakor pri poizkusu a), potem pa bližaj pozitivno električno stekleno

palico zdaj tej zdaj oni kroglici na valju AB . Steklena palica odbija kroglice na polovici MB , privlači pa kroglice na polovici MA . — Ko bi bila krogla C negativno električna, odbijala bi steklena palica kroglice na polovici MA , privlačila pa kroglice na polovici MB .

Telesa, ki postanejo v bližini električnega telesa električna, imajo na sebi obe elektriki, raznoimensko na strani, ki je obrnjena proti električnemu telesu, istoimensko pa na oddaljeni strani.

Poizkus c): Pozitivno električno kroglo C postavi pred valj AB kakor pri poizkusu a), potem se s prstom dotakni valja AB . Kroglice na polovici MB upadejo, na polovici MA pa kažejo še nekoliko večji razhod. — Pozitivna elektrika valja AB je torej odvodna ali prosta (*ableitbar oder frei*), negativna pa ni odvodna, marveč vezana (*gebunden*). — Ako je krogla C negativno električna, je na valju AB negativna elektrika prosta in odvodna, pozitivna pa vezana.

Poizkus \check{c}): Pozitivno električno kroglo C postavi pred valj AB kakor pri poizkusu a), nato se dotakni s prstom valja AB , t. j. odvzemi mu prosto pozitivno elektriko, in končno odstrani kroglo C ali pa ji odvzemi njeno elektriko, dotaknivši se je s prstom. — Sedaj javijo na valju AB vse kroglice razhod. Z elektroskopom pa lahko dokažeš, da ima valj AB odvodno ali prosto negativno elektriko. — Valj AB postane električen tudi takrat, kadar se nabaja med njim in električno kroglo steklena plošča ali sploh kaka plošča iz slabega elektrovođa.

Iz navedenih poizkusov izvajamo tele zakone:

Vzrok električnosti, t. j. elektriko ima vsako telo že po narodi v sebi, in sicer obojo, pozitivno in negativno v enaki meri, tako da se njuni učinki na zunaj uničujejo... 1.)

Vsako električno telo deluje že iz daljave skoz slabe elektrovođe na dobre elektrovođe tako razdelilno, da razsebuje obe elektriki, ki sta si bili ravnotežni, ter raznoimensko privlačuje, istoimensko pa odbija... 2.)

Ta pojav imenujemo elektriško influenco (elektriško razdelbo, *Verteilung der Influenz*).

Po influenci vzbujena istoimenska elektrika je prosta, raznoimenska pa vezana... 3.)

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

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

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

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

§ 62. Elektriški kolovrat.

Elektriški kolovrat (*Elektrisiemaschine*) (slika 44.) ima tri glavne dele: 1.) drgač, 2.) drgalo, 3.) vodilo ali konduktor. — 1.) Drgač (*Reiber*) je velika okrogla steklena plošča *S*, ki se dá vrteti okoli horizontalne osi. 2.) Drgalo (*Reibzeug*) *H* sestoji iz dveh z amalgamiranim usnjem prevlečenih deščic, ki jih pritiskata dve prožni peresi od obeh strani k drgaču. Drgalo je kovinsko zvezano s kroglasto obrobljenim kovinskim valjem *O* (negativnim konduktorjem, vodilom), stoječim na stekleni palici. 3.) Konduktor (vodilo, *Konduktor*) *A* je medena krogla na steklenem stebru *G*. S tem konduktorjem sta kovinsko zvezana lesena obroča *D*, sesalnika (*Sauger*) imenovana, ki imata na straneh proti drgaču več kovinskih, iglam podobnih osti. Konduktor *A* se imenuje pozitivni konduktor.

S tem strojem vzbujamo elektriko na tale način: Ako vrtimo drgač z ročico okoli njegove osi, se tare ob amalgamiranem usnju; steklo postane pozitivno električno, usnje pa negativno. Negativna elektrika usnja se nabira na negativnem konduktorju *O* in odhaja

navadno v zemljo po verižici, ki veže konduktor *O* z zemljo. Pozitivno električna plošča se vrti do sesalnikov *D*; tam elektrizira pozitivni konduktor *A* in sesalnika *D* po influenci, negativna elektrika je vezana in se nabira na sesalniku, ponajveč v njegovih osteh, pozitivna je odvodna in se nabira na konduktorju *A*. Vezana negativna elektrika ima v osteh toliko gostoto in tolik pritisk, da prehaja skoz zrak na drgač in uničuje njegovo pozitivno elektriko. Odtod naprej se vrti steklena plošča do drgala neelektrična; teroča se ob drgalu postaja pa vnovič pozitivno električna. Vsled tega se navedeni pojavi ponavljajo. —

Ako vrtimo drgač okoli njegove osi, dobivamo na konduktorju velike množine pozitivne elektrike; nje gostota narašča na konduktorju do gotove meje, ki zavisi od kakovosti elektriškega stroja in od tega, je li zrak bolj ali manj suh.

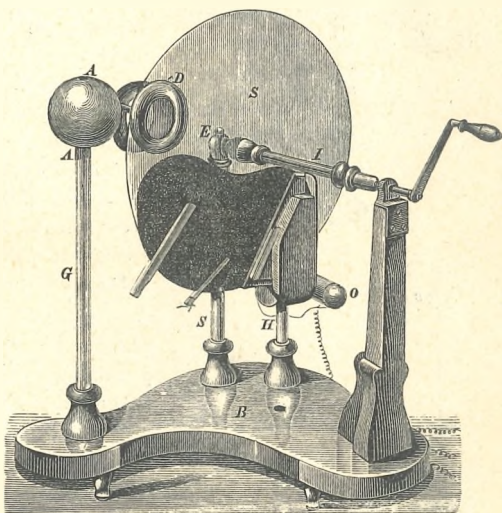
Ako pozitivnemu konduktorju nasproti postavimo kovinsko kroglo, ki je po dobrem elektrovodu zvezana z negativnim konduktorjem, preskakujejo

električne iskre s konduktorja na to kroglo, dokler vrtimo drgač in dokler razdalja med kroglo in konduktorjem ni prevelika.

S pozitivnega konduktorja ne moreš izvabiti nobene elektriške iskre, ako ga zvežeš po kovinski verižici z negativnim. Pozitivna in negativna elektrika obeh konduktorjev se v dobrem elektrovodu, v verižici, združujeta: — s tem pa nastane elektriški tok (*elektrischer Strom*), in sicer govorimo o pozitivnem in negativnem elektriškem toku. Pozitivni elektriški tok teče s pozitivnega konduktorja skoz verižico proti negativnemu, negativni pa v nasprotno smer. Navadno govorimo le o pozitivnem elektriškem toku.

Prvi elektriški kolovrat je izumil Oton pl. Guerike (leta 1672.). Njegov elektriški kolovrat je imel namesto steklene plošče žveplovo kroglo, ki se je vrtela okoli horizontalne osi, na katero se je pritiskalo z rokami.

Slika 44.

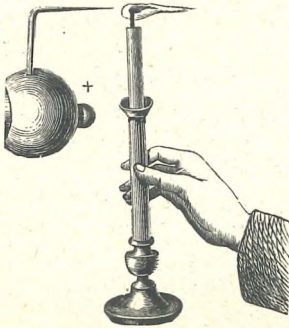


§ 63. Poizkusi z elektriškim kolovratom.

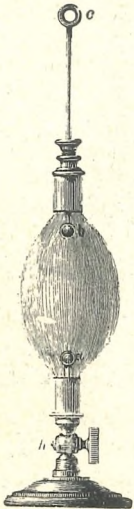
Učinki elektrike so: 1.) mehanični, 2.) svetlobni in toplotni, 3.) fiziološki, 4.) magnetiški, 5.) kemijski.

1.) Mehanični učinki. Steklen valj brez dna postavi na kovinsko ploščo, v valj vsiplji precej veliko kroglic iz bezgovega stržena, na valj pa položi drugo kovinsko ploščo. Zvežeš li z izoliranim dobrim elektrovodom zgornjo ploščo s pozitivnim konduktorjem, spodnjo pa z negativnim, skačejo kroglice v valju med ploščama gori in doli, ako vrtiš drgač (elektriška toča). — Podobne pojave opazuješ pri elektriškem zvoncu in drugih elektriških igračah. — Človeku, stoječemu na stolcu, ki ima steklene noge, in dotikajočemu se pozitivnega konduktorja, vstajajo lasje pokonci, ako vrtiš drgač. (Zakaj?) — Elektriški veter. Ako postaviš na pozitivni konduktor ukrivljeno in priostreno kovinsko palico (slika 45.) in blizu osti gorečo svečo, se plamen sveče upogne vstran, ako vrtiš drgač in vzbujaš elektriko; s konduktorja pa ne moreš izvabiti nobene večje iskre. (Zakaj?)

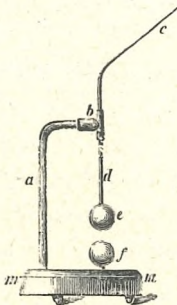
Slika 45.



Slika 46.



Slika 47.



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

V majhnih daljavah so te iskre bolj ali manj vijoličaste, v večjih daljavah pa svetlobele, posebno ako ima elektrika veliko gostoto. Čim redkejši je zrak, v tem večje daljave more preskočiti elektriška iskra z enega dobrega elektrovoda na drugega. V zelo redkem zraku ne vidimo več pravih isker, ampak le vijoličaste proge. Take proge lahko opazujemo v elektriškem jajcu (slika 46.), t. j. jajcu podobni stekleni posodi, ki je povsod zrakotesno zaprta. V notranjščino molita kovinski kroglici *a* in *b*, pritrjeni na kovinskih paličicah. Podnožje je dobro obrušeno; od njega pa vodi v notranjščino tenka cev, ki jo zapira pipa *h*. Ako je zrak v jajcu zelo razredčen, in ako zvežeš podnožje z negativnim, obroč *c* pa s pozitivnim vodilom elektriškega kolovrata, vidiš med kroglama *a* in *b* lepe vijoličaste proge. — Geisslerjeve steklene cevi. — Elektriška iskra vžiga lahko gorljive reči, n. pr. segret vinski cvet, pokalni plin, žveplov eter itd. (Elektriška pištola.) — Svetlobni pojavi na osteh. Ako pritrliš kovinsko ost na pozitivni konduktor (slika 45.), vidiš v temi na njej lep vijoličast šopek. Če postaviš isto ost

na negativni konduktor, vidiš v temi na njej le svetlo točko. — Slika 47. kaže pripravo, sestojčo iz kovinske paličice cd , pri b pritrjene na stekleno palico. Paličica cd je pri c priostrena, pri e pa ima majhno kroglo. Na stojalu mm tiči krogla f ; razdalja med kroglama f in d se dá nekoliko premenjevati, ker je cd pri b nekoliko premična. Ako zvežeš kroglo f z negativnim konduktorjem, ost c pa držiš proti pozitivnemu konduktorju, opazuješ v osti c svetlo točko, med kroglama e in f pa preskakujoče iskre; konduktor pa izgubiva polagoma svojo električnost. — Navidezno vsrkava ost c elektriko s konduktorja nase.

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

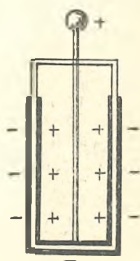
4.) Magnetiški učinki. Železen valj, ovit z dolgo, tenko in dobro osamljeno žico, se kaže nekoliko magneten, ako teče skoz žico več časa krepke elektriški tok.

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

§ 64. Lejdenska steklenica.

Lejdenska ali Kleistova steklenica (*Leydener* oder *Kleistische Flasche*) (slika 48.) je steklena posoda, ki je zunaj in znotraj dobre tri četrtine svoje višine oblepljena s štanijolom, na neoblepljenem robu pa pomazana s pečatnim voskom ali s šelakom, raztopljenim v vinskem cvetu. V posodi stoji, utrjena z lepenko ali kako drugo tvarino, palica iz medenine, ki se z enim koncem dotika dna, na drugem pa nosi kroglo iz medenine. Ta steklenica služi temu, da v njej nabiramo večje množine elektrike nego je sicer moremo nabrati na konduktorju elektriškega kolovrata.

Slika 48.



Ako vzamemo lejdensko steklenico na spodnjem delu v roko in se s kroglo dotaknemo na delujočem elektriškem kolovratu pozitivnega konduktorja, steče z njega gotova množina pozitivne elektrike v notranjščino steklenice. Ta elektrika se razširi po vsej notranji oblogi in deluje po influenci na vnanjo oblogo. Po influenci vzbujena istoimenska (pozitivna) elektrika je prosta in steče po našem telesu v zemljo, raznoimenska (negativna) pa je vezana ter teži prosti pozitivni elektriki na notranji oblogi. Vsled te težnje veže negativna elektrika gotov del pozitivne elektrike na notranje obloge, tako da od te ostane le en del prost ali odvođen. Gostota in napetost proste elektrike na notranji oblogi se nekoliko manjšata. Zaraditega

more v konduktorja steči nova prosta pozitivna elektrika, ki na vnanjo oblogo istotako po influenci deluje kakor prva. To se ponavlja toliko časa, da dobi prosta elektrika na notranji oblogi isto napetost, kakršna je na konduktorju. Takrat pravimo, da je lejdenska steklenica z elektriko napolnjena.

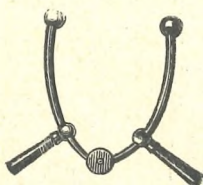
Kadar na popisani način v lejdenski steklenici nabiramo elektriko, pravimo, da steklenico polnimo.

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

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

Močni elektriški udarci postanejo človeku lahko škodljivi ali celo smrtni. Da se taki nevarnosti izognemo, se poslužujemo za izpraznjevanje lejdenske steklenice posebne priprave, izpraznjevalca (*Auslader*) (slika 49.) Ta sestoji iz dveh medenih žic, ki sta zvezani v zglobec, da se dasta primakniti in odmakniti. Na vsako žico je pritrjeno stekleno držalo. Da izpraznimo z izpraznjevalcem lejdensko steklenico, položimo eno kroglo izpraznjevalca na zunanjo oblogo lejdenske steklenice, z drugo pa se dotaknemo njene krogle.

Slika 49.



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

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

Lejdensko steklenico sta izumila Kunäus v Leidenu in Kleist v Kaminu (l. 1745.).

§ 65. Elektriški pojavi v ozračju.

Učinki in pojavi bliska in močne elektriške iskre so si v vsem podobni. Opazovanje nas uči, da je zrak v višjih plasteh vsak čas, in sicer o jasnem vremenu pozitivno, o deževnem časih pozitivno, največkrat pa negativno električen. Navadni oblaki so negativno,

hudourni pa časih negativno, časih pozitivno električni, in sicer je na teh največ proste elektrike. Elektrike polni oblaki delujejo po influenci na bližnje neelektrične oblake in na bližnje pozemeljske predmete; raznoimensko elektriko privlačujejo in vežejo, istoimensko pa odbijajo. Ako je privlačna sila med oblačno in po influenci vzbujeno raznoimensko elektriko dovolj velika, preskoči z oblaka elektriška iskra, — blisk ali strela. Preskoči li ta elektriška iskra na zemljo, pravimo, da trešči ali strela udari. Blisk spremljajoči zvok imenujemo grom. Grom in blisk nastajata istočasno, a zvok se širi dosti bolj počasi kakor svetloba: od bolj oddaljenih točk bliskove poti ga slišimo pozneje kakor od bližnjih.

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

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

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

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

Časih opazujemo učinke elektriškega udarca, čeravno ni z oblaka preskočila nobena elektriška iskra. Recimo, da visi pozitivno električen oblak prav blizu zemlje. Njegova elektrika veže primerno množino po influenci vzbujene negativne elektrike na predmetih, ki so mu najbližnji. Ako izgubi oblak svojo elektriko s tem, da preskoči z njega elektriška iskra v drug oblak, ali pa v bolj oddaljen predmet na zemljo, postane na zemeljskih predmetih poprej vezana elektrika v hipu prosta ter steče nazaj v zemljo. Tak odtok elektrike se imenuje elektriški odskok ali vodena strela (*elektrischer Rückschlag*). Neposredno iz oblakov prihajajočo strelo imenujemo, razločujoč jo od vodene strele, ognjeno strelo. Elektriški odskok more usmrtiti ljudi in živali, ali ne vžiga nikoli.

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

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

§ 66. Strelovod.

Da strela našim stanovanjem in poslopjem sploh ne moro škodovati, postavljamo nanje strelovođe (*Blitzableiter*). Na najvišjem delu poslopja stoji 2 do 4 m dolg železen, v zrak moleč

drog, na zgornjem koncu koničast in pozlačen ali platiniran, prestrezalo (*Auffangstange*). S tem je zvezano vože iz žice, odvodnik (*Ableitung*), ki je nekoliko od poslopja oddaljen in napeljan v vlažno zemljo ali v kak vodnjak. — Dolgo poslopje mora imeti več prestrezal in več odvodnikov. Ako je v poslopju nakopičenih veliko kovin, morajo z odvodnikom biti kovinsko zvezane.

Delovanje strelovodov je dvojno: 1.) Strelovodi zmanjšujejo oblakom njih električnost. V osteh strelovodov nabirajoča se raznomenska električna odhaja počasi v zrak ter se združuje z elektriko v oblakih; s tem pa se zmanjšuje oblakom njih električnost. — V temnih nočeh opazujemo časih, da se svetijo prestrezala strelovodov in osti dobrih elektrovodov molečih visoko v zrak. (Ogenj sv. Elma, *Elmsfeuer*.) — 2.) Ako trešči strela v strelovod, steče po najkrajši poti v zemljo ter poslopju ne stori škode.

Ali bi strelovod kaj koristil, ako bi bil na katerem mestu pretrgan?

Strelovođe sta izumila malone istočasno Benjamin Franklin (l. 1753.) in Prokop Diviš iz Znojma (l. 1764.).

X. Iz nauka o zvoku.

§ 67. Kaj je zvok in kako nastane.

S svojimi ušesi slišimo govorjenje ljudi, petje ptic, žuborenje potoka, šumenje gozda, ropot železniškega vlaka, gromenje topov itd. itd.

Vse dojme, ki jih sprejemamo s svojimi ušesi, ali vse, kar slišimo, imenujemo zvok (*Schall*).

Poizkus: Jeklen, 30 do 40 *cm* dolg prot *ab* (slika 50.) utrdi na enem koncu v primožu, kakor kaže slika. Upogneš li prot v ležo *ac* in ga potem izpustiš, se giblje vsled vzbujene prožnosti proti svoji prvobitni leži *ab*, odtod v nasprotno stran v ležo *ad* in potem zopet proti *ac*. Razmahi prota postajajo vedno manjši, čez nekoliko časa se prot umiri v leži *ab*. Prot niha na dve nasprotni strani svoje mirovne leže prav tako, kakor niha nihalo pri uri.

O telesu, ki se giblje na ta način, pravimo da se trese.

Če je prot precej dolg, moreš njegovo tresenje z očmi opazovati, če ga pa skrajšaš, se trese hitreje, da tresenja morebiti z očesom več ne vidiš. Pri hitrem tresenju zaslišiš šum; če prot potem še bolj skrajšaš, zaslišiš neko zvenenje.

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

Ako udariš ob zvon, slišiš poseben zvenk; položiš li nanj prst, čutiš, da se zvon trese. Kadar se umiri, izgine tudi zvenk.

Vzrok zvoku je tresenje zvočeih teles.

Ozirajte se na to, kako nastane zvok, govorimo o puku, šumu, ropotu, zvenku itd.

Pok nastane z enim samim hitrim in močnim udarcem, n. pr. pok puške, pok biča. Po več nepravilno ponavljajočih se tresov povzročuje: šum, ropot, krik itd. Po pravilnih in pravilno ponavljajočih se tresih nastali zvok imenujemo zvenk (*Klang*).

V glasbi se zvenk imenuje ton in se je pri njem treba ozirati na višino ali globočino in na jakost.

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

Telesa, ki povzročujejo zvok, morajo biti prožna; imenujemo jih zvočila (*Schallerreger*).

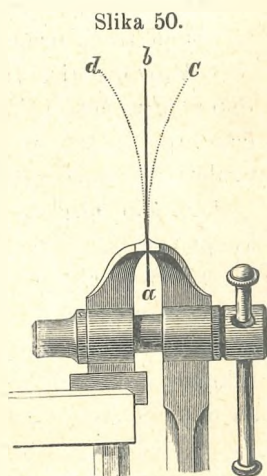
§ 68. Kako se zvok širi. Hitrost zvoka.

Zvonenje s kakega cerkvenega stolpa slišimo na vse strani, v dolini in na hribu, tudi skoz zaprta okna, v gotovih mejah tudi skoz zidovje. V veliki oddaljenosti ga pa ne slišimo.

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

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

Da moremo zvok slišati, morajo med zvočili in nami posredovati prožna telesa, zvokovodi (*Schallmittel*, *Schalleiter*). Navadni zvokovod je zrak; toda tudi vsa druga prožna telesa so za to sposobna.



Tikanje žepne ure, ležeče na enem koncu klopi, slišiš na drugem koncu prav razločno, ako položiš uho na klop. — Prožna trdna telesa so sploh boljši zvokovodi nego plinasta; izmed plinastih zopet gostejša boljša nego redkejša.

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

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

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

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

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

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

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

XI. Iz nauka o svetlobi.

§ 69. Svetloba. Svetla telesa.

Da telesa vidimo, je treba razen zdravega očesa, da so v nekem posebnem stanju — da so svetla. To, kar nam dela telesa svetla, imenujemo svetlobo.

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

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

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

Imenuj nekatera prozorna, neprozorna in prosojna telesa!

§ 70. Kako se svetloba širi. Hitrost svetlobe.

Poizkus a): Na mizi stoječo svečo vidiš od vseh strani, da le ni med svečo in tvojim očesom nobenega neprozornega telesa.

Svetloba se širi od svetlih teles v prostoru na vse strani. . . . 2.)

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

Svetloba se širi v enem in istem sredstvu premočrtno. . . . 2.)

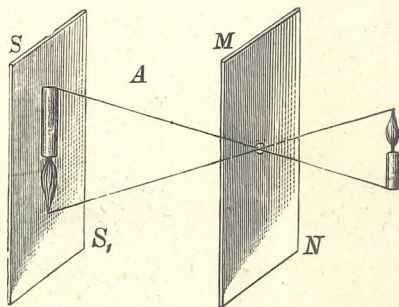
Preme črte, ki kažejo smer razširjajoče se svetlobe, so svetlobni traki (žarki, *Lichtstrahlen*). — Telesa vidimo, ako prihaja z ene točke več svetlobnih trakov v oko; vidimo jih v isti smeri, v kateri prihajajo svetlobni traki do očesa, čeravno izvor svetlobe ni v isti smeri (n. pr. pri zrcalih).

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

V temni sobi postavi na mizo gorečo svečo, pred svečo pa večji papirnati zaslon *MN*, ki ima v sredi majhno luknjico (slika 51.). Na drugem papirnatem zaslonu *SS*, ki stoji z *MN* vzporedno, dobiš vzvrnjeno sliko sveče.

Od vsake točke svečinega plamena izhajajo svetlobni trakovi na vse strani; skoz luknjico na zaslonu *MN* pa jih more le zelo majhno število; ti razsvetljujejo

Slika 51.



potem zaslon SS_1 tudi le v primernih točkah. Razsvetljena ploskev na zaslonu SS_1 ima raditega obliko goreče sveče. — Slika na zaslonu SS_1 je manjša kakor sveča, če je zaslon SS_1 od zaslona MN manj oddaljen kakor sveča. (Zakaj?) — Ako je luknja na zaslonu MN velika, ne dobimo na SS_1 več slike, ampak le razsvetljeno ploskev. (Zakaj?)

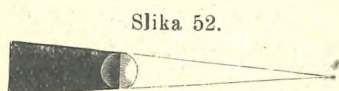
Po opazovanjih in računih je dognano, da naredi svetloba v vsaki sekundi v okroglem številu 300.000 *km* ali 40.500 zemljepisnih mil dolgo pot in da se svetloba zemeljskih teles širi z isto hitrostjo, kakor svetloba solнца in drugih nebesnih teles.

Hitrost svetlobe je enaka 300.000 *km*.

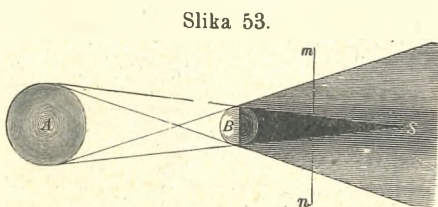
Svetloba potrebuje malone 8 minut, da pride s solнца na zemljo, z nekaterih zvezd stalnic pa potrebuje do zemlje celó več let.

§ 71. Senca.

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



Ako izhaja svetloba iz ene same točke (slika 52.), dobimo senco za kakim neprozornim telesom znane oblike na ta način, da iz sveteče točke potegnemo preme črte, ki gredo črez telo in se ga dotikajo. Če ima temno telo obliko krogle, dobimo zadaj za njim prostor v obliki priskanega stožca, kamor od svetle točke ne pride noben svetlobni trak. Ta prostor imenujemo polno senco (*Kernschatten*).



Recimo, da imata izvor svetlobe A in razsvetljeno telo B (slika 53.) obliko krogle in da je A večji od B , tedaj dobimo zadaj za telesom B stožkast prostor z vrhom s , v katerega ne prihaja noben svetloben trak, to je polna senca; okoli polne sence pa je prostor, v katerega prihajajo svetlobni traki le od nekaterih točk svetečega telesa A , ta prostor je polusenca (*Halbschatten*).

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

S pomočjo slike 53. si lahko pojasnimo, kako nastajata solnčni in mesečev mrk. Zemlja in mesec dobivata svojo svetlobo od solnca. Ker so vsa tri telesa okrogla in ker je solnce izmed njih največje, ima polna senca, ki jo delata zemlja in mesec, obliko stožca. Srednja dolžina zemljine senca znaša 1,350.000 *km*, srednja dolžina mesečeve senca pa 375.000 *km*. — Mesec se giblje okoli zemlje po poti, ki ima obliko elipse, in pride v vsakem obhodnem času enkrat med solnce in zemljo, enkrat pa zadaj za zemljo. Ob času ščipa stoji zemlja med solncem in mesecem, tedaj se lahko zgodi, da vstopi mesec ali ves ali le deloma v zemljino senco. — Če se to zgodi, pravimo, da mrkne ali otemni. Mesečev mrk je popoln, ako vstopi ves mesec v zemljino senco; sicer je le delen. — Ob času mlaja stoji mesec med solncem in zemljo. Pada li takrat mesečeva polna senca na zemljo, mrkne ali otemni solnce na vseh krajih, ki se nahajajo v polni senci — tedaj nastane popolni solnčni mrk. Oni kraji, kamor pada mesečeva polusenca, imajo delni solnčni mrk. — Kadar je mesec ob času mlaja od zemlje najbolj oddaljen (če se nahaja v odzemlju [*Erdferne*]), tedaj je mesečeva polna senca prekratka, da bi dosegla zemljo. Zemljani, ki so na premi, ki veže središči solnca in meseca, vidijo takrat mesec pred solncem kakor temno ploščo, obdano s svetlim solničnim obročem, in imajo takrat obročasti solnčni mrk. Na drugih delih zemlje, kamor pada mesečeva polusenca, imajo delni solnčni mrk.

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





