Schödler-jeva

Knjiga prirode.

K. K. LYCEAL BIBLIOTHEK ZU LAIBACH

K. K. LYCEAL BIBLIOTHEK ZU LAIBACH

I. del

Fizika, Astronomija in Kemija.

S 361 podobami in 2 mapama.

Založila in na svetlo dala

Matica Slovenska v Ljubljani.

1869. 1870.

Natisnil Jožef Blaznik v Ljubljani.

DRŽ. BIBLIOT
LJUBLJ

Kazalo.

Stran

Zgodovinski pregled 1
Vvod 7

Fizika.

Vvod v fiziko §. 1—5 15
Razdelitev fizike §. 6 17

I. Občne lastnosti teles §. 7—21 17
Prostornost 18. — Neprodirnost 20. — Stanovitost 20. (Lenjivost) 21. — Deljivost 21. — Luknjičavost 12. — Stisnost in razteznost 22. — Teža 23. — Težkota 25. — Gostota 26. — Poraba 28.

II. Zunanja različnost teles §. 22—32 28
Zveznost 29. — Kristalovanje 29. — Prožnost 30. — Trdnota 30. — Sprijemnost 32. — Vpoj (endozmoza) 33. — Vpojnost plinov 34.

III. Ravnotežje in gibanje §. 33—113 35
A. Ravnotežje in gibanje trdnih teles 35
a. O ravnotežji sil 37
O silah 35. — Sostavljanje sil 37. — Vzpóredne sile 37. — Težišče 39. — Vzpórednik sil 41. — Vod (vodka) 43. — Škrpec 46. — Strmina 48. — Vijak 51.
b. O gibu 53
Pad 54. — Srednja hitrost 56. — Nihalo 56. — Sredobežnost 59. — O udarcu 60. — Trenje 62.
c. O mehaniki 63
Kolo na vratilu 63. — Mlin 68. — Ura 71.
B. Ravnotežje in gibanje kapljivih teles . . . 77
Hidravlično tiskalo 78. — Gostomer z lestvico 84.
C. Ravnotežje in gibanje plinavih teles 85
Tlakomer (barometer) 89. — Zračna sesalka 91. — Sesalni smok (pumpa sesalka) 94. — Gasilna brizglja 96. — Natega (lever) 97.

Stran

IV. Zvok §. 114—127 98

Tres (vibratio) 100. — Valovanje 100. — Križanje (interferencija) 101. — Odboj in ogib 102. — Zvok, toplota in svetloba 104.

V. Toplota §. 128—156 108

Razteg teles po toploti 109. — Toplomer (thermometer) 109. — Vrenje, parenje 115. — O parah (soparih) 118. — Parna mašina 120. — Kotel parnik 121. — Mašina na mali pritisek 122. — Mašina na véliki pritisek 123. — Razširjanje toplote 126. — Vtajena ali zvezana toplota 129. — Teorija toplote 130. — Primerna (specifična) toplota 130.

VI. Svetloba §. 157—183 131

Razmetavanje ali razpršivanje svetlobe 132. — Zrcala 133. — Ravno zrcalo 133. — Vdrto, vboklo ali povečalno zrcalo 134. — Lom svetlobe 136. — Leče 138. — Gledila 141. — O vidu 144. — Oko 145. — Vidni kot; prividna in prava velikost 148. — Papodobe 150. — Zračno zrcalovanje, fata morgana 150. — Barve 152. — Polarizacija svetlobe 155.

VII. Magnetizem §. 184—192 156

Igla magnetnica; kompas 157.

VIII. Elektrika §. 193—220 160

Elektrika vzbujena z drgnjenjem 161. — Elektrizovanje po razdelitvi 163. — Elektrofor (elektronos) 165. — Lejdenska ali Kleistova steklenica 165. — Kondensator ali gostilnik 167. — Električni kolovrati 168. — Elektrika vzbujena z dotikanjem (galvanizem) 170. — Voltov steber (slop) ali Galvanijev lanec 171. — Stanovitni lanci 173. — Učinki električnega toka 174. — Elektromagnetizem 176. — Električni telegraf 179. — Thermo-elektrika, 182.

IX. Meteorologija §. 221—239 183

Razdelitev toplote. 184. — Srednja toplota 188. — O zračnem tlaku in o vetrovih 191. — O vlažnosti zrakú 193. — Svitlobne prikazni v obsegu atmosfêre 197. — Mavrica ali doga 197. — Veše 200. — Blisek in grom 200. — Strelovod 201. — Severni sij ali žar (burjava) 202.

Kazalo in terminologija po abecedi od . . . . . 205—227

Astronomija.

Stran

Vvod §. 1—7 229

I. Pomočki astronomijskega opazovanja §. 8—22 . . 233

Koti 233. — Krog 237. — Obla (krogla) 238. — Pakrog (elipsa) 239. — Parabola 240. — Merstvo 240. — Trigonometrijsko merjenje 244. — Daljava in velikost nebeskih teles 245.

II. Vsesplošne astronomijske prikazni §. 23 - 50 . . 247

A. Zemlja 247

Podoba zemlje 247. — Velikost zemlje 248. — Razdelitev zemlje 249.

B. Razdelitev neba 251

Dozdevni in pravi obzor 252. — Dozdevno pomikovanje nebeskih teles 253. — Prikazni po dnevi 255. — Solnčanica (ekliptika) 257. — Prikazni po noči 257. — Tečajna visokost 259. — Poldnevnik 261. — Polutnik 262. — Nebeski globus 263.

C. Razdelitev nebeskih teles 266

Stalnice 267. — Zvezdnato nebo v Evropi vidno 268. — Sozvezdja v ekliptiki 271.

III. Posebne astronomijske prikazni §. 51—88 . . . 273

Solnce pa zemlja 273

Položaj zemeljske osí proti ravni zemeljske drage 277. — Letni časi 279. — Zverinski krog 283. — Izprava časa 285.

Zemlja in mesec 287

Solnce, zemlja, mesec 291

Mesečeve spremembe 291. — Koledar 293. — Oseka in plima 295. — Mrkovi 296. — Mesečevi mrkovi 297. — Solnčni mrkovi 298.

Premičnice 299

Sostava premičnic 306.

Zvezde repatice 309

Utrinki, spodnebniki in ognjene kepe 311.

Osvetje 312

Dvozvezdja 312. — Meglénice 313.

Dostavki 315

Kazalo in terminologija po abecedi od . . . . . 331—339

Kemija.

Stran

Vvod §. 1—22 341
Kemična spojina 343. — Kemični razkroj 343. — Enotere tvari 244. — Kemična sorodnost 346. — Kemična ravnomočja (ekvivalenti) 348. — Poraba ravnomočij 351. — Zakon višekratnosti (multipla) 352. — Razne vrste kemičnih spojin 353. — Kemična znamenja ali formule 353. — Splošnje lastnosti kemičnih spojin 354. — Delitev kemijskega nauka 356.

I. Neorganska kemija §. 23–127 357

1. Nekovine §. 26 68 358
1. Kislec 358. — 2. Vodenec 364. — 3. Voda 336. — 4. Dušec 369. — 5. Žveplo 372. — 6. Klor 376. — 7. Brom 378. — 8. Fluvor 379. — 9. Fosfor 380. — 10. Arzen 382. — 11. Ogljenec 383. — 12. Kako se plin dela 392. — 13. Cijan 396. — 14. Kremenec 397. — 15. Bor 398.

2. Kovine §. 69—127 398

a. Lahke kovine §. 71—98 402
14. Kalijum 402. — 15. Natrijum. — Steklo 409. — Amonijak 412. — 16. Kalcijum 413. — 17. Barijum 416. — 18. Stroncijum 416. — 19. Magnezijum 416. — 20. Aluminijum 417. — Porcelan 419.

b. Težke kovine §. 99—127 421
21. Železo 421. — 22. Mangan 426. — 23. Krom 427. — 24. Kobalt 428. — 25. Nikelj 429. — 26. Cinek 429. — 27. Kositar ali cin 429. — 28. Svinec 430. — 29. Bizmut 432. — 30. Antimon 432. — 31. Baker 432. — 32. Živo srebro 434. — 33. Srebro 435. — 34. Zlato 438. — 35. Platina 439.

Elektro-kemične prikazni 439
Galvanoplastika 441.

Kako svetloba kemično deluje 443
Daguerotipija 444. — Fotografija 445.

II. Organska kemija §. 128—218 446

Organski razkroj ali analiza 447
Izomerna (ravnodelna) telesa 450. — Atom, molekul, ekvivalent 451. — Primerna ali specifična toplina in ekvivalenti 455. — Zamena ali substitucija 457. — Sostavljene korenike 457. — Podobne ali sorodne vrste 459. — Nauk o tipih 460. — Razdelitev organske kemije 461.

Stran

I. Organske kisline 461
1. Ščavna kislina 461. — 2. Mravska kislina 462. — 3. Ocetna kislina 462. — 4. Maslena kislina 463. — 5. Valerijanova kislina 463. — 6. Margarinova kislina 463. — 7. Stearinova kislina 463. — 8. Oljna kislina 464. — Tolšče 464. — Mila 465. — Stearinske sveče 466. — Glicerin ali oljni slaj 466. — Vosek 466. — 9. Benzojeva kislina 467. — 10. Mlečna kislina 467. — 11. Jabelčna kislina 468. — 12. Vinska kislina 468. — 13. Jantarova kislina 468. — 14. Citronova kislina 468. — 15. Čreslena kislina 469. — 16. Hipurova kislina 470. — 17. Scalna kislina 470. — 18. Pokalna kislina 470.

II. Alkoholi in njihove prostornine 471
1. Etilov alkohol 471. - Eter 473. — Sostavljeni êteri ali êsteri 474. — 2. Metilov alkohol 474. — Kloroform 475. — 3. Amilov alkohol 475.

III. Organske osnove 475
Rastlinski alkaloidi 476
Kinin. — Morfin. — Strihnin 476. — Kafejin. — Tejin. — Tejobromin. — Konijin. — Nikotin 477.
Alkaloidi iz živalstva 477
Krejatin. — Scanina. — Glikokol. — Levcin 477.
Umetne organske osnove 478
Anilin. — Trojni êtilov amin 478.

IV. Indiferentne organske spojine 478
1. Ogljenčevi hidrati 479
1. Moševina (lesna vlaknina) 479. — 2. Skrob 480. — 3. Guma 482. — 4. Slador ali cuker 483.
2. Barvila 485
3. Eterska olja 487
4. Smole 488
5. Klejevine 490
Rogovina 492.
6. Beljakovine 492
1. Beljak (albumin). — 2. Vlaknovec ali fibrin 494. — 3. Sirnina ali kazejin. — Sladovni beljak ali dijastaza 495.
Beljakovnata hraniva 495
Jajce. — Mleko 495. — Meso 496. — Kruh 497.
Razkoline organskih spojin 498
1. Prostovoljni razpad 499
Vrvež 499. — Žestinske ali opojne pijače 501. — Kisli ali ocetni vrvež 502. — Gnjiloba 503. — Počasna zogljenitev 505.
2. Destilovanje na suhem 508
Izvodi prirodnega destilovanja 510.
Kazalo in terminologija po abecedi od . . . . . 514—535

DRŽ. BIBLIOTEKA
V LJUBLJANI

SCHOEDLER.

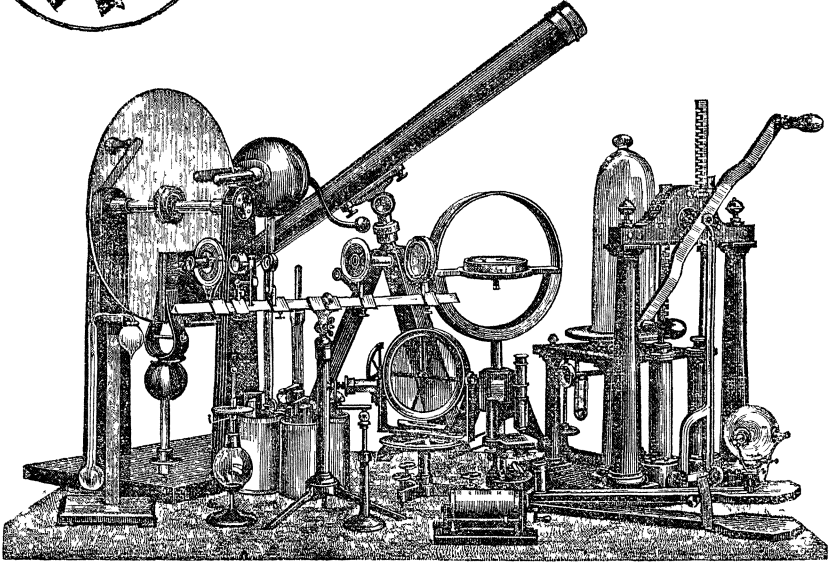
FIZIKA.

K. K. LYCEAL BIBLIOTHEK ZU LAIBACH

Poslovenil

Ivan Tušek,

profesor na véliki realki v Zagrebu.



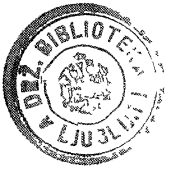
Založila in na svetlo dala

MATICA SLOVENSKA.

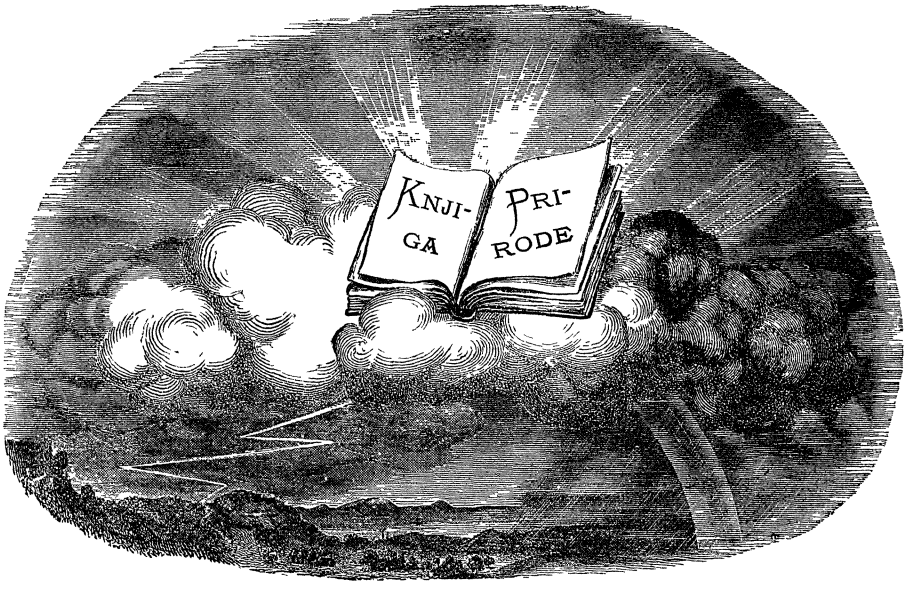
Z 216 podobami.

1869.

Natisnil Jožef Blaznik v Ljubljani.



DRŽ. BIBLIOTEKA V LJUBLJANI



je od starodavnosti odprta človeškim očem. Pisana je z velikimi in prekrasnimi črkami, v njej stoji zapisano, kar je čudnega in koristnega, in zraven bliščečega ima tudi neznatno svoj pomen in svoje mesto.

Vselej in povsod je človek gledal, da bi razumel jezik prirode. Zato jo je na tisuče ljudi pregledovalo in premišljevalo ne le na hitrico in površno, ampak resno in globoko, in najostroumniji ljudje so se trudili, da bi storili obseg te knjige vsem razumljiv in pristopen.

Pa vender je bil vspeh tega truda le nepopolen, vender je v tej knjigi še mnogo znamenj in strani, kterih ne razumemo, ktere nam niso jasne in o kterih zamoremo samo meniti, ali o kterih se nam samo dozdeva, v kakej zvezi da so z drugimi. Pa kakor postaja bolj in bolj vidno, kaj je napisanega v starem napisu, ako se nam usreči, da spoznamo počasi posamna znamenja, tako je človeštvo tudi v spoznanji prirode napredovalo le korak za korakom.

Pa kakor zgodej so ljudje premišljevali prirodo, vender niso tega delali vselej z enako pazljivostjo. Tako skrivnostno in čudovito delo zahteva, da je bralec miren in potrpežljiv. Takih pak najdemo le malo, ako pogledamo v povestnico narodov, ki so živeli v starodavnih časih. Takrat je bilo toliko treba pridobiti in vrediti, da je le malokdaj kteri posamezni imel toliko časa, da je malo pogledal v prirodo. Takrat so se morale pred vsem države osnovati, vrediti in ohraniti, in komaj so se te začele opomagati in vtrjati, večidel po neštetih vojskah in drugih nadlogah, bilo je najsilnije, pečati se sè zakoni, ki so pravici in imetku podstava, in potrebi pobožnega čutja zadovoliti, čemur so pripomagale vesele umetnosti.

Zato nahajamo skoz in skoz verstvo in obrazilne umetnosti kakor prve kali kulturnega življenja narodov, kterim se zatem pridružijo umetnost vojskovanja in znanstvo o državi in o pravici, in ki se pokažejo mnogo poprej in popolnije razvite, kakor znanstvo prirode.

Hodimo tedaj po poti, ktero je prehodilo poslednje.

Najstariji čas.

Najstariji narodi so prirodo le rabili in vživali, pa ne pobližje preiskavali. Morali so se vsega še učiti in zato vidimo pri njih najpoprej le lov in ribarstvo, pozneje pa tudi živinorejo in poljedelstvo kakor tiste opravke, ki so edino morali zadovoljevati človeškim potrebam po živežu in po obleki. Vender so, ravno zavolj tega, ker so vedno občili s prirodo, opazovali marsikaj pri priložnosti in nabrali si skušenj, ki so bile koristne njihovim naslednikom.

Kitajci in Egipčanje, ki so že zgodej imeli precej dobro vredjene države, so prvi, pri kterih nahajamo veliko število umetnij in več naprav, ktere pokazujejo, da sta ta dva naroda še precej zvedena bila v prirodi. Vender sta oba zapopadla le posamne besede one knjige, razumela pa nista notranje zveze tega, kar je v njej, in še takih izrek ne, ki niso ravno posebno temne.

Srednji čas.

Grki, najbolj izobražen narod starih časov, živeli so vsred krasne prirode, ki jim je obilno dajala vsega za življenje potrebnega. Tedaj jim ni bila tolika sila, z delom in preiskavanjem izvijati prirodi njene zaklade, in zatorej so se spoznali ž njo manje, kakor bi bilo pričakovati. Ker pa vidimo, da so sicer Grki spretni bili v marsikterih obrtih in umetnijah, mogle bi jih bile té spodbosti k preiskavanju prirode. Saj vidimo, kako se je še v novejem času marsiktera mnogo vredna opazba in iznajdba povzdignola iz delalnice v krog znanstva. Toda vse, kar se imenuje delo in obrt, storilo se je pri Grkih edino le z rokami sužnjih in nevédnega dela prebivalcev. Visoko izobraženi Grki niso delali, ne pečali se z izdelki, in marali so le za tiste umetne izdelke, ki so bili primerni razvitemu lepočutju tega naroda.

Tim bogateje in rodovitneje pak se je razvijala vsa duševna moč izobraženega Grka na tisto stran, ki ni potrebovala truda polnih poskušenj in naveličalnega dela. Filosofijo in matematiko, državno znanstvo in z obéma zvezano govorništvo, pesništvo in lepe umetnije nahajamo v starej Grškej v resnici že tako visoko razvite, da so deloma še zdaj nepresežene.

Temu nasproti je na nerazmérno nizkej stopinji razvitka prirodoznanstvo, izmed kterega so Grki le v popisnem prirodopisu, v zvezdarstvu in v mehaniki toliko hvale vrednega storili, kolikor jim je bilo mogoče storiti sè svojimi slabimi pripomočki.

Mogočni narod Rimljanov hotel je le prisvojevati in gospodovati. Poglavitno delo mu je bilo vojskovati se in premaganim zakone dajati. Pri Rimljanih se ni nikdar razvil tisti čut za znanosti, ki ga je treba, da se z veseljem in mirno gojé in obdelavajo. In tako vidimo, da ta narod, ki je premagal vse države, ni vedel nič o prirodi, in da se mu med tem, ko je vsem narodom zakone dajal, še dozdevalo ni nič o večnih nepremenljivih zakonih, kteri vladajo v prirodi nad minljivimi zakoni človeškimi.

Po razpadu velike Rimske države prišli so v Evropo burni časi. Neizmerne so trume narodov zapustile svoje domóve, in, novih prebivališč iskaje, prinesle so vojsko in zmešnjavo tje, kamorkoli so privršale kakor pogubna reka. Tù niso cvetele umetnosti, in znanstvo se je izselilo in poiskalo si v mirnejih deželah Azijatskih bolj priložnih prebivališč. Tam se je marsikaj ohranilo, opravljalo in razvijalo, med tem ko je Evropa bila po divjih bojih razrovana, in mnogo dragocenih znanosti iz obsega prirode prinesli so nam od ondod spet Arabi in križarske vojske.

Noveji čas.

Počasi so se tudi v Evropi okolnosti zboljšale. Krščanstvo, ojačano po borbah mučenikov, zedinilo je narode proti navalom tujih surovcev in stvarjale so se spet velike države v obrambo ljudi. In akoravno je bilo tudi zdaj še mnogo vojská, pa vender vidimo, da so v tihih samostanih in v zidovju mogočnih mest znanost in umetnot, trgovina in obrt našle pribežališče in se hitro razcvetale.

Ljudje so zdaj bolj gosto skup prebivali, njih so potrebe se povečale, in že iz tega razloga se je obračala na prirodo veča pazljivost in mislilo se na pripomočke, kako bi se jej izvili njeni zakladi v bolj obilnej množini. Pa tudi drugi vzroki so pospeševali prirodoznanstvo.

Iznajdba tiskarstva dala je pripomoček, da se je mogla lahko vsaka misel, vsaka iznajdba in opazba zadržati in na vse strane razširjati, in odkritje Amerike, ki je začudenim Evropejcem pokazalo mnogo novih in čudnih stvari, izbujalo je, ne le radovednost, ampak tudi veselje za bolj natanko preiskavo.

Razun tega so se v Italiji, na Francozkem, na Nemškem in na Angležkem počasi narejale visoke šole in vseučilišča — učilnice, v kterih so učili najizvrstneji možje svojega časa vse znanosti. S preiskavanjem prirode so se pečali doslej veči del le

z d r a v n i k i , ker ti so bili že zavolj svojega stanu poklicani, da so že od nekdaj preiskavali prirodo.

Odslej ni bilo več mogoče, da bi bila vednost nazadovala ali saj zaostájala. Vsakega leta se je pomnožil zaklad vednosti, odkritve in iznajdbe so se hitro vrstile druga za drugo, in med tem, ko so poprej mnogi preiskávali prirodo le zato, da bi od tega imeli dobička in koristi, se je zdaj s tem úkom pečalo na tisoče ljudi zato, ker so našli v branji te čudovite knjige vir najčistejega in najlepšega veselja.

Najnoveji čas.

Tako se približavamo sedanjosti. Oboróžena z vsemi izkustvi preteklih časov, blagoslóvljena z mnogolétnim mirom, bila je vednostim bolj ugodna, kakor kteri koli prejšnjih časov. Najbolj omikani narodi Evrope so se skušali na polju znanstva, umetnosti in obrtnije.

Posebno pa je bila priroda, s ktero so se počeli pečati najbolj izvrstni duhovi. Živo so jeli spoznavati, kolike je imenitnosti preiskavanje prirode za filosofijo, zdravništvo, za gozdnarstvo in poljedeljstvo, za umetnost in obrt. Vkupni upliv tako priložnih okolnosti in tako mnogoštevilnih moči bil je vzrok ogromnemu napredku.

Po celej se Evropi združújejo prirodoslovci v družbe, vsakega se leta zbirajo na različnih mestih vsi tisti, ki z veseljem in navdušenjem preiskujejo in premišljujejo prirodo. Pogovori o vednosti in pripovedovanje svojih misli širi znanje in ljubezen do prirode, budí drúgove in jim dela veselje do uka.

Saj vednost nema nikakoršnih skrivnosti več, ktere bi boječno in zavidno skrivala, ampak veselo in svobodno vrè njen vir za vsacega, kteri se jej približa žejen lepega znanja.

Tebi pa, srečna mladina sedanjosti, ktere zibel je stala v senci miru in pokoja, tebi kličem: Uživaj lepi ta čas in sprijazni se s prirodo!

Saj, kakor po mislih ljudi, ki so živeli v starodavnih časih, dobi človek, ki se novega jezika nauči, novo dušo, tako on tudi z vsakim oddelkom prirodoznanstva dobi nov čut.

In z besedami Goethe-jevimi:

„Tako govorí priroda znanim, neznanim,
„necenjenim čutom, tako govori sama seboj
„in nam s tisočerimi prikaznimi; pazljivemu ni nikjer ne mrtva, ne nema — “

priporočam Tebi:

„Knjigo prirode“.

VVOD.

1.

Priroda (natura) imenuje se vse skup, kar zamoremo sè svojimi čuti spoznati.

Čutimo tisto, ki se dotakne nam kože, vidimo, kar se v bližini ali v daljini pokaže očem, slišimo raznovrstne glasove okrog nas, vonjamo prijeten duh cvetlic in okušamo lastnosti raznih jedí in pijač.

Čuti so tedaj pravi posredniki med duhom in prirodo. Oni edini duhu naznanjajo, da je res to, kar je zunaj njega, tako da zamore le s pomočjo čutov spoznati zunanji svet.

Ni mogoče, da bi si duh mogel misliti kakov del prirode, kterega mu čuti predstaviti ne morejo. Slepec n. pr. zamore s tipanjem spoznati podobo stvarí, nikakor si pa ne more misliti, kakove barve da so. Tudi ni mogoče, da bi on zadobil spoznanje različnih barv, če se mu popisujejo še tako živo. Modra, rdeča barva se ravno tako malo dá popisati, kakor glas ali okus.

Ako tedaj duh hoče v spoznanju prirode napredovati, mora pred vsem opazovati jo sè čuti; mora tako rekoč poslati svoje sluge v njemu neznano državo in po njihovih sporočilih narejati si misli. Zastonj bi tudi največi človeški duh skušal, da bi iztuhtal in razjasnil samo z razmišljavanjem, kaj da je priroda v celem in v posebnem. Vsakikrat bi bil zavrnjen na čute, in povestnica uči, da so ravno tisti, ki so svoje voditelje zaničevaje preveč drzno edino z duhom hoteli razumeti prirodo, najbolj dalječ zašli.

2.

Če tedaj tudi po pravici čutnosti pripisujemo največo vrednost za spoznanje prirode, pa vender ona edina ni dovoljna za to. Otrok in bebec sta ravno tako kakor divjak podvržena

čutnim vtiskom. Pa oba prav malo razumeta prirodo, ker nemata dovoljno razvitega duha, ki bi to, kar začuti, prav spoznal, se zavedal tega, to vredil in primerjal. Duh edino more spoznati, v kakej zvezi da je vse to, kar začutí; on edino zamore pod vodstvom čutov priti do boljega spoznanja prirode.

Pazljivo pregledavati in premišljevati prirodo imenujemo: opazovati jo, in opazovati jo zato, da bi jo spoznali, imenujemo: preiskovati jo.

Ako sami kaj tacega storimo, da se ponavlja to, kar smo začutili, ali pa, da zamoremo bolje opazovati to, kar začutimo, naredili smo poskus (experiment).

3.

Priroda se razodeva v stvaréh in v prikaznih.

Stvari ali predmeti so vse tiste očitne reči, ki so okrog nas, kakor kamenje, rastline in živali.

Našo pazljivost vabijo ná-se že sa me po sebi sè svojo bitnostjo, sè svojo prostornostjo in sè svojo podobo; spodbadajo nas, da bi jih bolj na tanko preiskavali in spoznavali.

Vse, kar tako napolnuje prostor, da v njem v ravno tistem času nič druzega biti ne more, imenuje se tvar, tvarina, (materija); vsaka v prostoru omejena tvar imenuje se telo. Stvari so tedaj telesa. Telesa pak napolnujejo prostor, in z njimi se zamorejo prostori primérjati in mériti.

Ako ktero stvar bolj pazljivo ogledujemo, ne pokazuje se nam vedno na ravno tisti način. Vidijo se nekake premembe, ali najdemo, da je stvar premenila svoje mesto, ali pa svojo podobo, ali pa svojo barvo; na kratko: na stvaréh se vedno pokazujejo prikazni, ktere za nas niso nič manj važne, kakor stvari same.

Prikazni napolnujejo in razdelujejo čas s tem, kako dolgo trpé, kako se vrsté in kdaj se ponavljajo.

4.

Ako prašamo po vzroku prikazni, dobimo odgovor najlaglje s sledečim primerom:

Na tléh leži kamen. Primem ga in vzdignem k višku. Očitno je, da se premakne. Kamen je stvar ali telo, gibanje je prikazen.

Kaj je bil tedaj najbliži vzrok te prikazni gibanja? Nobeden ne bo dvomil, da je bila moja volja, moje lastno delo, ki je s tem, da sem kamen prijel in vzdignil, spravilo ga v gibanje in ga iz mesta premaknilo.

Pa kaj se zgodi, ako prizdignjen kamen zdaj samemu sebi prepustim s tem, da pest odprem? Ali ostane kamen tam, kjer je ravno zdaj?

Nikakor ne — ne obvisi v zraku, ampak pade na tla v tistem trenutku, ko odmaknem roko od njega.

Tù imamo spet prikazen gibanja in sicer popolnoma neodvisno od volje naše. Saj če tudi tistega trenutka, ko prepustimo kamen samemu sebi, izgovorimo najtrdnejo voljo, da mora ostati na mestu, kjer je, vender bo padel na tla, in ta prikazen se bo ponavljala vselej, kadar koli bomo ravno tako delali.

Kakor uči skušnja, je pri tem vse eno, kako visoko prizdignemo kamen — da, skorej na vseh drugih stvaréh pokazuje se v takih okolnostih ravno tista prikazen.

Ni drugače kakor da mora biti kaki vzrok, ki pri najraznovrstnijih stvaréh enako naréja prikazen padanja; vzrok, ki je popolnoma zunaj volje človeške, ki je nevidno zvezan z vsako stvarjo in ki spada v njeno bitnost.

Tak od človeške volje neodvisen vzrok prikazni imenujemo s i l o ali p r i r o d n o s i l o. Tako n. pr. tisto silo, ktero imamo za vzrok, da telesa padajo, imenujemo p r i v l a č n o s t ali t e ž n o s t.

Ker je pak število najraznovrstnijih prikazni jako veliko, mogli bi si misliti, da je velika množina raznovrstnih sil vedno delavna, da jih naréja.

Temu pa ni tako. Pazljivo opazovanje je učilo, da ena ter ista sila zamore napraviti celo množino najraznovrstnijih prikazni. Verjétno je, da vse skup vzeto je le nekoliko malo poslednjih vzrokov ali sil, ki napravljajo vse prikazni okrog nas.

Pri opazovanji prirode moramo tedaj pred vsem drugim paziti na s t v a r i, ki se nam kažejo, in pa na p r i k a z n i, ki se na njih razodevajo. Potem pa moramo tudi odgovor dajati o vzrokih ali s i l a h, ki napravljajo one prikazni.

Vse to znanje in spoznanje skup imenujemo p r i r o d o z n a n s t v o ali n a u k o p r i r o d i.

5.

Opazujmo tedaj prirodo!

Najbolje, da gremo v ta namen na sprehod in da dobro pazimo na vse, kar se nam pokazuje. Koj zagledamo najraznovrstnije stvari. Polja in tratine pokrivajo trave in zelišča in po bregu se spenja iz grmovja in drevja sestavljen gozd, pod bregom po dolini pak bližči se reka, med tem ko visoko v zraku plavajo óblaki.

Tudi ni nikjer miru in obstanka, listje in veje šumé in se vijó, valovi reke se valé in vrté, in povsod léta, leze in gomizlja vse polno najmnogovrstnijih živali.

Kolika množina stvari, kolika raznovrstnost prikazni! Kje bi začeli preiskovati, kako bi pazili na posamno v vesóljnem gibanju?

Resnično, množina zmeša — lahko se izgubi pogum in véra, da bi mogoče bilo se v njej spoznati, in malo podučeni se vrnemo domu.

Pa tudi tukaj, med našimi štirimi stenami, je tega mnogo, ki je, da se opazuje. Iz peči žaréča toplota, in to, kako gloda ogenj drva v peči, da izginejo, potem šum vrele vode, vse to so prikazni, ki mikajo našo pazljivost. Kako čudno dela na dalje raznovrstno steklo, ki je po sobi. Med tem ko steklene plošče v oknu dopuščajo nepremenjeni pogled stvari, kažejo nam očáli povečano vsako stvar, ktero skoz nje pogledamo, in iz zrcala gleda prava podoba lastne naše osebe.

To vse, se vé da, so stvari, ki jih vsak dan vidimo, ki jih vsak vé, pa ako se poprašamo, zakaj in odkod vse te prikazni, ni lahko kar prvikrat najti odgovor.

Tedaj stvari za opazovanje ne manjka nikoli in nikjer. Samo na tem je ležeče, da pokažemo, kako se mora začeti, da se njih množina pregleda in premága. Vse na enkrat razumeti, bilo bi nemogoče. Tedaj bomo pobirali stvari eno za drugo, samo porazumeti se moramo, po kterem redu.

6.

Prišli smo tedaj zdaj tako dalječ, da vidimo potrebo, da se r a z d e l í celi obseg prirodoznanstva. Kako se mora to storiti, najde se lahko, samo ne sme se vse preveč na drobno cepiti, ker v prirodi je vsaka stvar v bolj ali manj ozkej zvezi z drugimi.

Težava je pak, tistemu, ki ob obsegu prirodoznanstva nič ali le malo vé, pred oči postaviti njegovo razdelitev; saj vsak zamore le to jasno pregledati, kar dobro tudi na drobno pozna.

Ako vse eno tukaj poskusimo, da bi veliko deželo razdelili na razne okraje, storimo to le zavolj tega, da pokažemo pot, kterega se mislimo držati, ko bomo hodili skoz njo.

Povedali smo že poprej, da se priroda razodéva v s t v a r é h in v p r i k a z n i h, in po tem se cela skúpina znanosti razdeli na dva glavna oddelka, namreč: na z n a n o s t s t v a r i in na z n a n o s t p r i k a z n i.

7.

Z n a n o s t s t v a r i deli se na tri oddelke, in to po tem, kakošne so stvari, s kterimi se pečamo. Vsi trije oddelki skupej imenujejo se p r i r o d o p i s. Kako se dobé ti oddelki, dá se razjasniti najbolje na primerih.

Izmed na tisoče stvari, ki nas obdajajo, izberem najpoprej kos peščénjaka, krede in granita, potem kos žeplja, premoga, navadne lončarske ilovice in pa bele gline, iz ktere se žgó lule.

Te stvari so med sabo prav različne, vse se pa vender v tem bitno vjémajo, da je vsaka izmed njih skoz in skoz enakošna.

Ako odkrhnemo od kosa peščénjaka, krede ali premoga košček, imamo v poslednjem ravno tisti peščénjak, ravno tisto kredo in ravno tisti premog, samo da je kos manji. Tedaj zamorem svojemu učencu bitne lastnosti kterega koli teh teles ravno tako na drobcu dokazati, kakor če bi mu predložil celo peč takega kamenja.

Na nobeni teh stvari ne vidimo dela, ki bi bil od drugih bitno različen, in si tedaj tudi ne moremo misliti, da je kteri drobec za obstanek celega peščenjakovega kosa potrebneji kakor je kteri drugi, da ima kteri njegov drobec poseben cilj in konec, ali drugi namen, kakor kteri drug. Najdrobneji prah krede, ki nam obvisi na prstu, je ravno tako kreda, kakor ogromne gruče krede, ki cele gore napolnujejo.

Še celo granit, ki je res zmes različnih tvarin, je le prividni izjemek, ker v celem je vender le nekaj enakošnega.

Kakor bomo namreč pozneje spoznali, imenuje se granit enakošna zmes živčevih in kvarčevih zrn, pa tinjčevih lúsk, in to vse eno, ali je kos samo tako velik, kakor črešnjeva koščica, ali pa taka strašanska skala, kakor je tista, na kterej stoji spomenik Petra Vélikega.

Tedaj je takih stvarí, ki so enakošne tvarine, in na kterih se ne razločijo posebni deli za posebne namene. Take stvari imenujemo **rudnine**, in del prirodopisa, ki se ž njimi peča: **rudninoslovje (mineralogijo)**.

Kako drugače je vse, ako opazujem drevo ali steblo, ali le sam cvet, list ali koren!

Kako različni so tù posamni deli po podobi, barvi in gostoti. Lahko se spozna, da imajo posebni deli drevesa, ki so posebnih podob, tudi posebni namen, saj, naj se vzemó drevesu korenine ali lubje ali listje, vidi se kmalu, da bo vsahnilo. Tudi si iz kterega drevesnega dela ne zamoremo prav misliti, kakšno je celo drevo, ako nam je to poprej bilo popolnoma neznano.

Še bolj posebno je pa to, kar se vidi v notranjem drevesne korenine, luba, lista, ako se pazljivo ogleduje; posebno če se gleda skoz tako steklo, ki vsako stvar poveča. Vidimo, da se v njih notranjem gibajo sokóvi gori in doli, da se tekočine iz njih izparivajo, ali pa, da jih oni jemljejo v sé. Le od zunaj ne vidimo na drevesih, grmih in bílih nikakoršnega gibanja, ktero bi sami napravljali, ali ktero bi iz njih izhajalo. Veter otresa in vije sicer hrastove veje in vrhove, hrast pa sam od

sebe ne listka ganiti ne more. Veter in sevec trosita seme po zemlji; bil pa sama za-se stoji nepremakljivo na mestu, kjer je korenine poganjala.

Stvari, ki imajo dele posebnih podob za posebne namene, ki se pa svojevoljno gibati ne morejo, imenujemo **rastline**, njih znanost pa: **rastlinoslovje (botaniko)**.

Pa mnogo stvari je še, ktere niso, kakor rastline ne, iz enakošne tvarine, ki imajo, kakor te, posebne dele posebnih podob za posebne opravke, in v kterih notrini se vidijo posebna gibanja, kterih pa vender ne prištevamo rastlinam.

Od rastlin pako razločujejo se po tem, da se zamorejo svojevoljno gibati, da zamorejo ne le premeniti lego in mesto svojih posamnih delov, ampak tudi same premakniti se iz enega mesta na drugo.

Stvari, ki imajo dele posebnih podob za posebne opravke, in ki se zamorejo po svojej volji gibati, imenujejo se **živali**, njih znanost pa **živaloslovje (zoologija)**.

Vse stvari so tedaj ali skoz in skoz enakošno sestavljene kakor rudnine, ali pa različno sestavljene kakor rastline in živali. Poslednje imajo dele posebnih podob za posebne opravke, ki se imenujejo organi. Skupna delavnost vseh organov rastline ali živali imenujemo življenje, zato se tudi rastline in živali imenujejo žive stvari, nasproti neživim rudninam.

8.

Tudi znanost prikázni deli se na več oddelkov. Opazbe učé, da delajo vse prirodne prikazni tri glavne skupine, vsaka sè svojimi posebnostimi, ktere bomo razjasnili na primérih.

Ako udarim s kládivom ob zvon, čujem zvok ali zvek. Ravno to se dogodi, ako potegnem z lokom ob napeto struno. Steklo, v lečo brušeno, kaže povečano vsako stvar, ki se skózenj pogleda, in z ravno tisto stekleno lečo zamoremo sončne trake ujeti, na enem mestu zbrati in tako zažgati gorljive stvari. Na vsakej prizdignjenej in samej sebi prepuščenej stvari vidimo prikazen pada; z močno napeto tetivo loka podelimo streli (pšici) gib velike hitrosti; voda, ki jo ogrejemo, spremeni se v paro, in če se ta ohladi, spremeni se spet v vodo.

Tukaj imamo tedaj prav raznovrstnih prikazni: Zvok, povečavo, zažig, pad, gib in izparivanje.

Pa kakor različne so te prikazni, vender imajo vse nekaj vkupnega; to namreč, da se bitno ne spremeni nobena vseh teh stvari, na kterih te prikazni vidimo, ali s kterih pomočjo jih napravimo.

Donéči zvon in zvenéča struna, vnetilno steklo, padajoči kamen, tetiva na loku, vse te stvari ostanejo nepremenjene. Še

celo voda, ktera se ogreta spremeni v paro, dobi spet poprejšnjo podobo, ako se para ohladi, in pri tem ne spremeni prav nič svojih lastnosti.

Ravno tako so nebeška telesa sama na sebi in njih gibanja za nas prikazni, ktere ne spremlja nikakoršna prememba, ki bi se dala na njih dokazati; zatorej se prištevajo tudi zgorej imenovanim prikaznim.

Prikazni brez bitne premembe pri tem udeleženih stvari imenujejo se **fizikalne** in znanost o njih **fizika.**

Vse drugače je pa to pri celej vrsti prikazni, o kterih bomo zdaj govorili.

Ako požgem ogelj, leseno trsko ali kos žepla, izginejo ogelj, les in žeplo popolnoma nam izpred oči. Spremené se tako, da so popolnoma izgubili svoje poprejšnje lastnosti. Ako se zmešata pesek in pepeljika, ter zmes dolgo časa in močno žgè, stopí se v steklo, v kterem gotovo nobeden ne more spoznati onih dveh stvari. Še bolj posebna je prikazen, ako se žeplo in živo srebro skup grejeta. Oba nam izgineta popolnoma izpred oči, in namesto rumenega žepla in namesto živega srebra leskečega se kakor srebro, dobi se živo-rdeči cinober. In takih primerov je še na tisoče, kjer se vselej stvarì, s kterimi napravljamo prikazni, bitno spremené, in kjer se namesto njih dobé stvari vse drugačnih lastnosti.

Prikazni z bitno premembo pri tem udeleženih stvari imenujejo se **kemijske** prikazni in znanost o njih **kemija.**

Zadnjič imamo še tretjo skupino posebnih prikazni, ki se imenujejo prikazni življenja, ker se godé le na živih stvaréh, tedaj na rastlinah in na živalih.

Take prikazni so n. pr. rást teh stvari, gibanje raznih tekočin v njihovej notrini, vžitje in poraba živeža itd.

Te prikazni na živih stvaréh imenujejo se **fiziologijske** in znanost o njih imenuje se **fiziologija.**

Ako sestavimo vse v poprejšnjem omenjene posebne dele skupne znanosti o prirodi, dobimo sledeči pregled:

A. Znanost prikazni			B. Znanost stvari		
1. brez premembe stvari,	2. s premembo stvari,	3. na živih stvaréh,	4. ki so enakošne tvarine,	5. ki so raznovrstne tvarine in brez svojevoljnega gibanja,	6. ki so raznovrstne tvarine sè svojevoljnim gibanjem.
Fizika	**Kemija**	**Fiziologija**	**Mineralogija**	**Botanika**	**Zoologija.**

9.

Ni vse eno, po kterem se redu obdelujejo ti razni oddelki prirodoslovja. Za zreliji um je najpripravneje, da se najpoprej spozna s tistimi najbolj splošnimi prikaznimi in z njihovimi zakoni, ki se pri opazovanji skorej vsake stvari ponavljajo. Razvitemu umu je laže in priložneje, da poprej pregleda veče očrte i splošneje resnice, preden se spušča v opazovanje in premišljevanje mnogih posameznosti. Tedaj je najbolje, da se nauk začne s fiziko in astronomijo, za tem pa da se uči kemija. Tej se pridruži kot potrebna dopolnitev mineralogija. V teh štirih znanostih se tudi uči, kar je najbolj potrebnega, da se dobro razumejo dogodki rastlinskega in živalskega življenja. Zdaj pridejo na vrsto botanika in zoologija, med ktere se navadno vzame tudi fiziologija, če ni na tem ležeče, da se ta obdeluje na bolj visokoučeni način.

Te uredbe smo se držali v knjigi prirode, in sicer tako, da je vsaki prejšnji oddelek bolj ali manj vvod sledečemu.

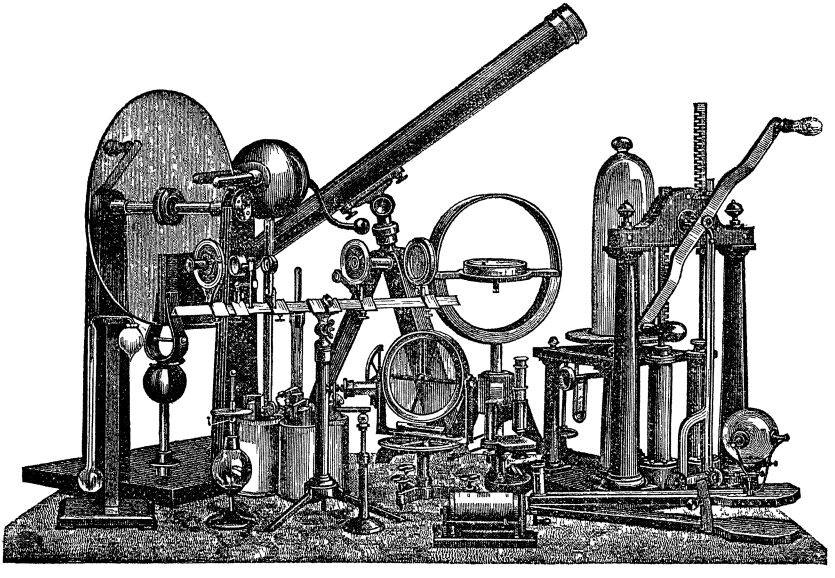
Drugač pa treba stvar urediti, ako hočemo že zgodaj seznaniti mladino s prirodo. Otrok namreč mnogo lože spozna stvari po njihovej podobi in po njihovih drugih lastnostih, kakor pa razume sile in zakone, iz kterih izvirajo v prirodi prikazni, in o kterih se težko doseže, da bi jih mladež dobro pojmila in jasno si jih mislila.

Z otroci sprehajajmo se počasi in na široko po kraljestvu živali; izmed teh pa dajejo posebno žuželke vse polno tistega, ki dela veselje otrokom do tega uka, in s kterim zamoremo izhajati celo leto. Žuželke so tudi povsod žive pri rokah. Ko so otroci že stareji in bolj vajeni v opazovanji in bolj razumni, takrat naj se prejde ž njimi skoz kraljestvo rastlin k rudninam.

Še le s petnajstim letom življenja se sploh zamore početi nauk o fiziki in kemiji. Na koncu se še enkrat pregleda celi obraz prirode, ki se zdaj pokaže v tistej notranjej zveznosti, ktero vselej le deloma razvezati zamoremo.

Vsak voditelj naj si pa sicer izbere svoj pot, samo da je v stanu varno stopati, da zna izbuditi veselje do stvari in ohraniti pridnost v uku.

Potem vodijo vsi poti do cilj in konca; toda, kdor hoče doseči svoj cilj, ne sme se bati težavnega pota!



FIZIKA.

„Vse si vredil z mero, sè številom in z vago; ker velika moč je vedno pri Tebi.“
Knjiga modrosti Salomon. 11, 21. 22.

Pomočki.

Robida K. Naravoslovje ali fizika. V Ljubljani. Natisnil Jožef Blaznik. 1849.

Pisko F. J. Lehrbuch der Physik für Unterrealschulen. Vierte, verbesserte und vermehrte Auflage. Mit 403 in den Text aufgenommenen Holzschnitten. (Mit slovenischer Terminologie.) Brünn bei Carl Winiker. 1859.

Vvod.

Fizika je znanost, ki preiskuje vzroke in zakone tistih 1
prikazni v prirodi, ki niso zvezane z bitno premembo tiste stvari, ktera služi na to, da se prikazen pokaže.

Pad kamena, donenje zvona, z očali storjeno povečanje so take fizikalne prikazni, ker se pri tem rabljene stvari nič ne spremené. Ravno tako steklene plošče v oknu nič ne spremeni svetloba, ki gre skoz njo, in celo toplota spremeni le za nekoliko časa stan stvari.

Fizikalne prikazni razločevati se nam zdi težko samo takrat, kader jih spremljajo tudi drugačne prikazni.

Toplota, ki se razvija, ko ogelj gorí, je fizikalna prikazen, p r e m e m b a na oglju pako, ki se pri tem dogodi, je k e m i j s k a prikazen.

2 Za rane mladosti pride človek s tem, da gleda z očmi, da tipa sè svojimi udi, še bolje pa s tem, da se sè svojim telesom premika od mesta do mesta, do spoznanja, da so vse stvari zunaj njega ena zraven druge, ali s drugimi besedami, on pride do spoznanja p r o s t o r n o s t i.

Vid sam mu tega spoznanja ne podeli. Mlado dete grabi po daljnih stvaréh n. pr. po mésecu, ravno tako, kakor po bližnjih. Slep rojen, ki je v starijih letih še le po operaciji spet vid zadobil, ne more v tistem trenutku, ko se je to dogodilo, prav nič soditi z očmi o daljavi in o prostornosti stvari. Vse stvari se mu zdé enako dalječ, in ravno tako ne zna razločevati njih velikosti. Še le ko hodi okrog in tipa vidne mu stvari, uči se spoznavati, kaj je blizo in kaj je dalječ, kaj je veliko in kaj je malo. Le zato, ker smo od mladosti navajeni z obema čutoma opazovati, smo v stanu z očmi soditi o velikosti in daljavi.

Skušnja nam nadalje dá prepričanje, da se prostornost dá meriti na tri strani, ktere imenujemo v i š a v o, š i r j a v o in d a l j a v o.

To, kar je raztegneno na tri strani (na tri méri), je p r o s t o r. Ker si vsako teh méri zamoremo misliti brez konca in kraja podaljšano, zato se more prostor tudi označiti kakor brezkončnost zunaj nas, kar imenujemo b r e z k o n č n i p r o s t o r s v e t a. Pa mnogo laže si je misliti kteri omejêni del prostora, kakor pa ono brezkončnost.

3 Ravno tako postane v vsakem človeku, da sam ne vé kako, zapopadek (pojem) š t e v i l a, in to zavolj raznovrstnosti in zavolj ponavljanja stvari, ki ga obdajajo. Zato pa, ker se prikazni, vrsté ena za drugo, pridemo do pojma č a s a. Za razsojevanje števila in časa potrebujemo posebnih zunanjih opór in privajene urnosti, drugač ne bi bili v stanu, da bi si zamogli jih misliti; ravno tako ne, kakor tudi prostora ne. Naši dihljeji, tolčenje žile, menjava dneva in noči in letnih časov so take prikazni, ki nam pomagajo čas meriti in ga deliti.

Prostor, število in čas so tedaj občni pojmovi, ktere dobivamo z vsakim čutnim názorom vred in kteri so tedaj prav posebne važnosti skoraj za vse prirodne nazore. Bliže premišljevanje prostora in števila je predmet posebne znanosti — 4 namreč m a t e m a t i k e.

Tisto, ki napolnuje prostor, je t v a r i n a. Ko bi bil ves prostor napolnjen s tvarino, bila bi ta tudi brezkončna, in prostor in tvarina bi bila eno in tisto. Temu pa ni tako. Tvarina je le na nekterih mestih prostora, ona je vedno omejena. Kteri

kol omejên del tvarine, vse eno kako velik ali kako majhen da je, imenuje se telo ali stvar.

Sonce, mesec, zvezde so taki v prostoru nahajajoči se, omejeni deli tvarine ali telesa. Njih velikost je v primeri s prostorom neizmerno majhna.

Ako si mislimo tvarino samo na sebi, kakor smo jo gori 5
označili, nema v sebi nikakoršnega nagiba k premembi. Kakor taka bila bi vedno enaka, v nepremenjenem stanu, vedno na tistem mestu. Bila bi tedaj popolnoma nepremenljiva, krepna in negibna, in ne bi mikala in vabila naše pazljivosti z menjavo prikazni na sebi. Tedaj si moramo misliti, da je zunaj tvarina posebni vzrok tistih prikazni, ki se na nji pokazujejo, kteri vzrok se sila imenuje.

Tako pripisujemo znano prikazen, da na zemljo padejo stvari, ki se ne držé, ali ki niso podprte, posebnej privlačnej sili, ki se težnost imenuje.

Med prebiranjem fizikalnih prikazni spoznali se bomo sè silami, ki imajo svojo moč v neznano velike daljave, potem pa tudi s takimi silami, ktere pokazujejo svojo delavnost le v največej bližini.

Kot primér prve vrste sil imenujemo medsebojno privlačnost sonca, meseca in zemlje, in pa magnetičnost zemlje, ktera povsod magnetičnej igli podeli posebno mér.

V najmanjo daljavo delajoče sile so pa tiste, od kterih je odvisna zveza teles, njih bolj ali manj pravilna podoba, njih kemijska prememba in več drugih prikazni. Sile te vrste imenujejo se posebej molekularne sile. Taka molekularna sila je tista, ki uvrstuje zmrzujoče vodene kapljice v mične zvezdice, ktere občudujemo na vjetih snežinkah.

Celi obseg prav mnogobrojnih fizikalnih prikazni razdelu- 6
jemo na sledečih devet oddelkov:

1) Občne lastnosti teles.
2) Zunanja različnost teles.
3) Ravnotežje in gibanje.
4) Zvok.
5) Toplota.
6) Svetloba.
7) Magnetizem.
8) Elektrika.
9) Meteorologija.

I. Občne lastnosti teles.

Ker se fizika peča s prikaznimi telesnega sveta, zato je pred 7
vsem drugim potrebno, da si zadobimo pravo misel, kaj da so telesa, in ta se zadobi najpoprej s premišljevanjem njihovih občnih lastnosti, to se pravi, tistih lastnosti, ki jih opazu-

jemo na vseh telesih, naj bodo sicer telesa kakor koli različna. Te lastnosti so sledeče: 1) Prostornost; 2) neprodirnost; 3) stanovitost (lenjivost); 4) deljivost; 5) luknjičavost; 6) stisnost in razteznost; 7) teža.

8 *Prostornost.* Ker tvarina posebne dele prostora napolnuje, mora biti prostorna, mora imeti lastnost prostornosti; ker nam bo pri popisovanji fizikalnih prikazni tolikokrati treba se na to lastnost ozirati, zato je že zdaj potrebno, da se pové, kako se pride do jasne pomisli prostornosti, in kako se ona méri.

Raztego v enej nepremenjenej méri imenujemo ravno črto, in pripomoček, s kterim se ona méri, imenuje se méra dolgosti. Jasno je, da je kakor za znanstveno preiskavanje, tako tudi za trgovino velike imenitnosti, da se ima občna, nepremenljiva mera dolgosti.

Posebno treba, da se edinica dolgosti tako označi, da, ako bi se kdaj izgubila ali izkrivila, bi jo vselej lahko spet napravili.

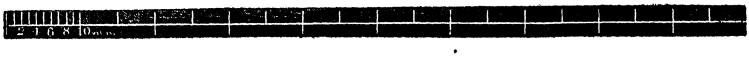
Na Francoskem so bili učenjaki dobili nalogo iskati edinice dolgosti. Merili so četrti del, skoz zemeljska dva tečaja (pola) idočega, največega kroga tako natanko, kolikor je to mogoče; razdelili so ga na deset miljonov enakih delov in eden taki del vzeli za edinico dolgosti in imenovali ga meter.

Meter deli se na sledeči način na manje dele:

Meter M.		Decimeter DM.		Centimeter Cm.		Millimeter mm.
1	=	10	=	100	=	1000
		1	=	10	=	100
				1	=	10

Pod. 1. je decimeter, razdeljen na centimetre in na millimetre.

Pod. 1.



0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Millimeter je tedaj tukaj najmanja mera, in zdaj, ko smo jo odredili, zamore prav dobro služiti v to, da primerjamo razne mere.

Po drugih deželah je mérna edinica čevelj, kteri se deli ali na 10 ali na 12 palcev. Palec ima 10 ali pa 12 delov, ki se črte imenujejo.

Primerjanje mér raznih dežel.

	čevelj		palcev		črt		millimetrov
Avstrija	1	=	12	=	144	=	316
Badenska	1	=	10	=	100	=	300

	čevelj		palcev		črt		millimetrov
Bavarska	1	=	12	=	144	=	291
Englezka	1	=	12	=	144	=	304
Francezke (stara parižka méra)	1	=	12	=	144	=	324
Hesenska	1	=	10	=	100	=	250
Pruska (renska mera) . . .	1	=	12	=	144	=	313.

Povečanje metra zaznamova se z grškimi besedami, dodanimi metru, tako, da dekameter znamenuje 10, hektometer 100, kilometer 1000 metrov.

Desetinske mere imenujejo se tiste mere, ki se delé na 10 enakih delov, kakor n. pr. meter; dvanajstinske mere so pa tiste, ki se delé na 12 enakih delov, kakor n. pr. stari parižki, renski in avstrijski čevelj.

V dve méri raztegnjena ravna ploskev meri se s četvorno (štirjaško, kvadratno) mero.

Posebni deli prostora, in pa prostori, ki jih zavzamejo telesa, merijo se s kockovno (kubično) mero, in z njo izrazimo telesnino ali prostornino (volumen) teles.

Razdelitev in zaznamba mér.

1. Desetinske mere.

	znamen			znamen
1 čevelj	(1′)	=		
10 palcev	(10″)	=	100 črt	(100‴)
1 palec	(1″)	=	10 črt	(10‴)
1 kvadratni čevelj	(1□′)	=		
100 kvadr. palc.	(100□″)	=	10000 kvadr. črt	(10000□‴)
1 kvadr. palec	(1□″)	=	100 kvadr. črt	(100□‴)
1 kubični čevelj	(1k′)	=		
1000 kub. palcev	(1000k″)	=	1000000 kub. črt	(1000000 k‴)
1 kubični palec	(1k″)	=	1000 kub. črt	(1000k‴)

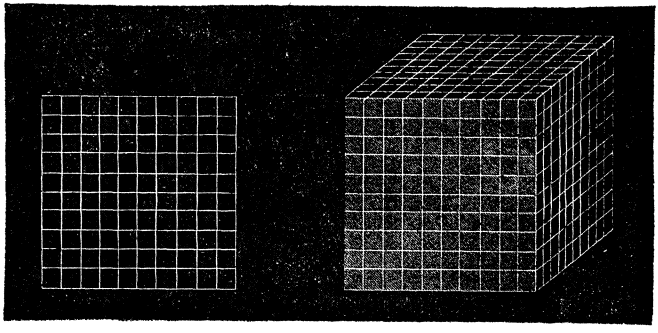
2. Dvanajstinske mere.

	znamen			znamen
1 čevelj	(1′)	=		
12 palcev	(12″)	=	144 črt	(144‴)
1 palec	(1″)	=	12 črt	(12‴)
1 kvadratni čevelj	(1□′)	=		
144 kvadr. palc.	(144□″)	=	20736 kvadr. črt	(20736□‴)
1 kvadr. palec	(1□″)	=	144 kvadr. črt	(144□‴)
1 kubični čevelj	(1k′)	=		
1728 kub. palc.	(1728k″)	=	2985984 kub. črt	(2985984k‴)
1 kub. palec	(1k″)	=	1728 kub. črt	(1728k‴).

Ravno tako lahka kakor koristna fizikalna predvadba je, da se na tanko izmerijo znane ploskve in prostori, n. pr. šolske sobe in nektere reči v njih, in pa to, da se tako dobljena števila dobro vtisnejo v glavo.

Pod. 2. je na kvadratne črte razdeljen kvadratni palec hesenske desetinske mere. Pod. 3. je na kubične črte razdeljen kubični palec.

Pod. 2. Pod. 3.



Po zgorej danih omérih se ta razdelitev lahko izpelje tudi na kterej koli drugej meri.

9 Da tvarina prostor napolnuje, razodeva se nam po njenej *neprodirnosti*. V tistem prostoru, ki ga zemlja napolnuje, ne more v ravno tistem času biti kako drugo nebeško telo, in ravno tako nas uči vsakdanja skušnja, da v tistem prostoru, v kterem je gora, kamen ali naše lastno telo, ravno takrat nobeno drugo telo biti ne more.

Zadržki, na ktere se kmali zadenemo, ako hočemo vedno le ravno naprej iti, niso nič druzega, kakor posledki neprodirnosti teles, ki so nam na poti.

Zrak tudi napolnuje prostor, je neprodiren, zato si ga mislimo kot del tvarine, kot telo. To treba bolje dokazati. Ako kupico v vodo poveznem, ne stopi v njo nič vode, če jo še tako globoko pod vodo potisnem. To pride od todi, ker je zrak v kupici neprodiren, ker tedaj voda njegovega prostora zavzeti ne more. Da je mogoče podati se v potapljalskem zvonu na dno morja, pride od todi, ker je v njem zaprti zrak neprodiren.

Lahko se pokaže, kako da se zamore potapljalec podati na dno morja. Nad košček plute, ki plava v stekleni posodi na vodi, povezne se kupica in počasi potopi (Pod. 4.). Pri tem se vidi, da pluta gre do dna pod vodo in spet navzgor, ako se kupica prizdigne, da se pa njeno površje kar nič ne zmoči. Potapljalstvo je po napredku v mehaniki in kemiji zadobilo

veliko popolnost, ker se je našlo, kako da se z dihanjem pokvarjen zrak odpravi iz zvona in nadomestí sè čistim.

Pod. 4.

Po navadnem pomenu prazna posoda je vender le napolnjena s tvarino, namreč sè zrakom, in le če zrak odpravimo, odrinemo, zamoremo kako drugo tvarino, n. pr. vodo, spraviti na tisto mesto, kjer je bil poprej zrak.

10

V celej prirodi se ne dogodi nobena prememba na telesih, ktere ne bi napravile posebne sile. Telesa se tedaj prizadevajo, da bi nepremenjeno pridržale stanje, v kterem ravno so, in ta njih lastnost se imenuje *stanovitost* (lenjivost). Zavolj stanovitosti vsako telo, ki je mirno, ostane tudi mirno, dokler ga zunanja sila ne gane; temu nasproti pa telo, ki se giba, ostane po zakonu stanovitosti v stanju gibanja dotle, dokler ga ne ustavijo zunanje sile. Moč stanovitosti na prikazni gibanja bomo niže doli premišljevali.

11

Deljivost. S pravimi pripomočki se dá vsako telo na manje dele razdeliti. Najtrdneje kamnje na cesti razdrobé v prah čéz-nj drdrajoči vozovi, in mlinska kamna zméljejo žitna zrna v drobno moko; kovine spremení pila v drobne trščice, kladivo jih stolče v tanke listke, dajo se tudi raztegniti v nitke, ki so tanje od lasu. Voda v posodi se lahko razdeli na posamne kaplje, in vsaka kaplja se dá sprostréti precej na široko. Čez nekaj časa se zmočena stvar spet posuši, ker se voda izpari; pri tem se spremeni v tako neznano drobne delke, da jih posamnih še videti ne zamoremo več.

Deljivost je tedaj občna lastnost teles; telesa se razdelé ali z orodjem, in takrat se delitev imenuje mehanična, ali pa s prirodnimi silami, potem se delitev imenuje fizikalna.

Kako na drobno se telesa dajo razdeliti, naj pokažejo posebni primeri. Kratka med zaporkama tukaj stoječa črta (-) znamenuje dolgost mere, ki se millimeter imenuje (glej §. 8.).

Svilni prejec prede niti, kterih se mora sto ena pokraj druge položiti, da se dobi širokost enega millimetra. Ali plátino so razvlekli v tako strašansko tanke niti, da njih sto in štirdeset skup še le dá povezek od debelosti ene svilne niti. Dvanajst takih platinovih niti ena poleg druge položenih niso širji od svilne niti; tedaj gre 1200 takih tankih kovinskih niti na millimeter.

Na fizikalni način se dajo telesa še mnogo bolj razdeliti. Ako se n. pr. zrno soli raztopi v kupici vode, je potem nekaj soli v vsakej kapljici osoljene vode, ki jo z iglo zajamemo. Dokler je košček pižma v hiši, je vsa polna močnega duha, in pižem le za spoznanje ne izgubí na težkoti.

Kakor neizmerno majhni so taki delki, na ktere se tvárina razdeliti dá, vender mnogo prikazni govori prav gotovo za to, da se tvarina ne da v brezkončno deliti, ampak da je vsako telo sestavljeno iz nedeljivih najmanjih delov, ki se atomi imenujejo.

Imamo povečalna stekla, ki povečajo dvanajst- do šestnajststokrat. Kakor kemija uči, morajo oni atomi biti manji, kakor skoz tako steklo še vidna stvar.

Ako si stvari tako mislimo, vidimo, da je tvarina nekakega telesa le odvisna od števila njegovih atomov, in da so lastnosti telesa odvisne od tega, kakšni so njegovi atomi in kako so poredani.

Imeli bomo priložnost videti, da posledki prirodoslovja bolj ali manj potrjujejo take sklepe.

12 *Luknjičavost.* Telesna tvarina ne napolnuje popolnoma vseh mest prostora, ki ga telesa zavzamejo, ampak pušča med deli teles veče ali manje luknjice (pore), v kterih pa zamore biti kaka druga tvarina, n. pr. zrak, voda. Koža naša, n. pr. ima luknjice, skoz ktere stopa pot. Telesa, skoz ktere zamore iti voda ali zrak, imenujejo se ljuknjičave, in ker se to opazuje skorej na vseh telesih, prišteva se luknjičavost tudi občnim lastnostim teles.

Jako luknjičava telesa so n. pr. goba, les, oglje, kruh; njih mnogoštevilne in velike luknjice vidimo na prvi pogled.

Na drugih telesih se pa luknjičavost zamore opazovati le v posebnih okolnostih. Ako se napravijo n. pr. votle krogle iz železa, zlata ali iz kake druge goste kovine, z vodo napolnijo, dobro zamaše in tlačijo, stopi voda v drobnih kapljicah iz njih skoz luknjice v kovini.

Steklo in nektera druga telesa nikakor in nikdar ne puščajo vode ali zraku skoz se. Če ravno imamo razlogov zato, da so tudi taka telesa luknjičava, vender je navada le tista imenovati luknjičava, ktera pokazujejo povedane lastnosti v navadnih okolnostih.

13 *Razteznost in stisnost.* Eno in tisto telo ne zavzame vselej enako velikega prostora; poveča se, ako se raztegne ali ogreje, pomanjša se, ako se stlači ali ohladi. Stisnost sledi iz luknjičavosti. Saj ako so med tvarino kakega telesa praznine, mora mogoče biti stlačiti ga, ako zamoremo dovolj veliko moč porabiti.

In res, ni se našlo še telo, kterega ne bi s tlačenjem bilo mogoče spraviti v manji prostor.

Očevidno je, da telo postaja tem gosteje, čim bolj se tlači, in upor, s kterim se protivi daljnemu tlačenju, je tem veči, čim dalje se tlači.

Zrak je gotovo izmed vseh teles tisti, ki se najbolj dá stlačiti, med tem ko se, kar je imenitno, voda in druge kapljíne prav malo dadó stlačiti. Ako bi n. pr. hoteli v cevi kanone, tri palce debelih sten, dvadešet kubičnih palcev vode tako stlačiti, da bi zavzela prostor le še devetnajst kubičnih palcev velik, bi se kanona poprej razletela, kakor bi to dosegli.

Prav luknjičava telesa, se vé, dajo se jako stlačiti, pa tudi kovine zavzamejo po kovanju in tiskanju manji prostor kakor poprej, in še celo steklo se da nekoliko stlačiti, zavolj česa mora v notrini imeti praznine, ki so, se vé da, nevidno majhne.

Razteznost teles imenuje se tista njih lastnost, vsled ktere svoj prostor povečajo, ako se ogrejejo, ali, ako se manjemu tisku podvržejo.

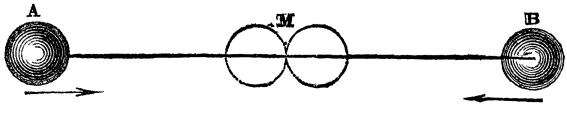
More se reči, da prostor, ki ga telo zavzame, je tem veče, čim bolj se telo ogreje.

Najbolj jasno se vidi razteznost na takih telesih, kterih tudi naj veča vročina ne razkroji, kakoršna sta voda in zrak. En kubični čevelj vode, tako dolgo gret, da se popolnoma v paro spremeni, zavzame potem prostor 1700 kubičnih čevljev velik.

Teža. Vsa telesa se privlačijo medsebojno sè silo, ki je primérna njihovej tvarini. Ta sila imenuje se teža ali gravitacija. 14

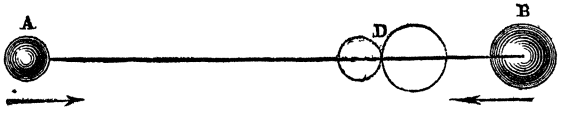
Mislimo si obe tvarini *A* in *B* (pod. 5), kteri ste si popol-

Pod. 5.



noma enaki in kteri se tedaj medsebojno enako močno privlačite, pa ne da bi ktera druga sila to privlačenje zavirala ali motila; jasno je, da se obe tvarini, sledé svojej privlačnosti, druga drugej približavate z enako hitrino, dokler se ne dotaknete v točki *M*, ki je ravno sredina njihove prvotne dálje. Ako je pa, kakor v pod. 6, tvarina *B* še enkrat tolika, kolikoršna

Pod. 6.



je A, je privlačnost, s ktero dela B na A, tudi še enkrat tolika, kolikoršna je privlačnost od A na B delajoča, in ko se druga drugej bližate, ima A dvakratno hitrino od B in tedaj dvakrat toliki pot prihodi. Dotikati se tedaj morate obe v točki D, ki leži v tretjini cele dálje. Kakor se vidi, je manja tvarina dalji pot prehodila, kar se še bolj očitno vidi, ako je razloček med obema tvarinama še veči, kakor v pod. 7., kjer naj bo

Pod. 7.

A enaka 1, B pa enaka 100. Tu je gibanje tvarine B tako majhno, da se vidi, kakor da bi stala popolnoma na miru, med tem ko manje telo A z veliko hitrino leti k velikemu. V tem imamo razjasnjenje ene najbolj vsakdanjih prikazni, namreč p á d a teles, ker v primeri sè zemljo so vsa telesa, ki so na njenem površji, neskončno majhna, tako da jih ona privlači sè znatno močjo. Teža je tedaj vzrok p a d a n j u teles, in opazba uči, da pade telo, če pada eno sekundo dolgo, 15 parižkih čevljev ali 4 metre globoko.

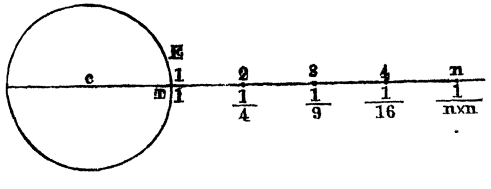
Pod. 8.

Ako se kako telo, n. p. svinčena krogla, obesi na nit, ne more sicer pasti, ali vsled zemeljske privlačnosti podeli níti lego, ki kaže mér težnosti (pod. 8). Ta mér se imenuje n a v p i č n a (vertikalna), in enostavna priprava, ki nam jo kaže, imenuje se s v i n č n i c a (kalamér, plajba). Tista mér, ki z navpično dela kot 90° velik (pravi kot), imenuje se v o d o r a v n a ali horizontalna. Vodoravna se imenuje zato, ker površje mirno stoječe vode v posodi ima vedno to mér.

15

Z a k o n t e ž n o s t i. Ako si mislimo mér, ktero kaže svinčnica, podaljšano, dobimo črto, ki gre skoz središče zemeljsko, in ker je temu tako na vsakem mestu povrh zemlje, vidi se nam skupna privlačnost zemlje (pod. 9) E zedinjena v njenem središču c. Vsako telo

Pod. 9.



na njenem površju je tedaj od središča privlačnosti toliko oddaljeno, kolik je polomér zemlje r in se tam privlači z močjo, ki jo zaznamovamo z visino pada od 15 čevljev za sekundo. V večej daljini privlaka ni več tolika, ampak tem manja, čim bolj se oddaljimo od zemeljskega središča. To manjšanje teže godi se po posebnem zakonu, ki se tako-le dá izgovoriti: Ako se moč težnosti v daljini 1 od zemeljskega središča zaznamova z visinom pada od 15 čevljev, je v 2 enaka $\frac{15.}{4}$, v 3 enaka $\frac{15.}{9}$, v 4 enaka $\frac{15}{16}$, itd. Tedaj zamoremo v vsakej dálji velikost težine zaznamovati z vlomkom, kterega številnik je 15 in kterega imenovalnik se dobi iz dálje same seboj pomnožene, ali krajše izgovorjeno: Teža se manjša po oméru kvadrata daljine.

Moglo bi se tedaj misliti, da je na prav visokih gorah visokost pada v enej sekundi manja od 15 čevljev. Ali najvisokeje gore na zemlji so v primeri sè zemeljsko tvarino tako neznatne pičice, da ne zamorejo prav nič delati na hitrost padanja.

Pad v praznem prostoru. Ker teža na posamne 16
tvarinine delke ravno tako dela, kakor na njih več, ki se skup držé, morajo tedaj vsa telesa enako hitro padati, vse eno, kako so velika, ali kako so majhna.

Vidimo pa, da list papirja, pero, slamka bolj počasi padajo, kakor pa pade iz enake visočine kamen ali kos svinca. Temu je pa vzrok edino le veči upor zraka pri onih, in ako se tedaj imenovane stvari spusté v brezzračnem prostoru, da padajo, padejo ravno tako hitro kakor poslednje.

O vidnem pospehu, ki ga hitrina padajočega telesa vedno dobiva, govorili bomo pozneje v posebnem oddelku.

Težkóta. Ker zemlja vsaki delek telesa k sebi privlači, 17
mora vsako telo, na kakej podlogi ležeče, na to bolj ali manj pritiskati. Vkupni pritisek vseh delov telesa na njegovo vodoravno podlogo imenuje se njegova težkota. Tedaj, kolikor več delkov, kolikor več tvarine ima telo, toliko veča je njegova težkota.

Tvarine ali težkote dveh teles zamorejo se primérjati, ako telesi obesimo na konce enakoramnega vóda. Ako ta ostane v ravnotežji, ste težkoti obeh teles enaki. Ako pa dve telesi nemate enakih težkot, nakloni se vód na stran težega telesa.

Taka priprava za primérjanje težkot dveh teles imenuje se vaga (tehtnica).

Tiste posebne edinice tvarin, ki jih po raznih deželah imajo 18
za vaganje, t. j. za to, da tvarine teles primérjajo in izrazujejo, imenujejo se uteží.

Pri znanstvenih preiskavah je gram utežna edinica za primérjanje. Dobi se, ako se kockasta posoda, ktere vsaka stran je, kakar v pod. 10, 1 centimeter dolga, ktere prostornina je tedaj 1 kockovni (kubični) centimeter velika, do dobrega napolni z vodo, 4 stopnje toplo.

Pod. 10.

Ako tedaj rečem, neko telo je 80 gramov težko, sledi iz tega, da, ako v eno skledico na vagi položim to telo, moram v drugo skledico deti 80 kubičnih centimetrov vode, da bo vaga v ravnotežji. Jasno je pa tudi, da ako napravim kepice iz kovine, kterih vsaka ima ravno toliko težkoto, kolikor eden kubični centimeter vode, da je še bolj pripravno vagati. Število gramov ali funtov, ki jih ktero telo vaga, imenuje se njegova nasebna težkota.

V trgovini je funt najbolj navadna utežna edinica za primérjanje. Prav priložno bi bilo, ako bi po vseh deželah bil funt enako težak; temu pa ni tako, kakor se vidi iz sledeče sostave:

1	funt	ima	560	gramov v Avstriji in na Bavarskem.
1	„	„	500	„ na Pruskem in po drugih državah colne (carinske) zveze.*)
1	„	„	484	„ v Hamburgu.
1	„	„	467	„ v Kurhessenskej (kolonjski funt).
1	„	„	453	„ na Angležkem.

1 kilogram ali kilo ima 1000 gramov na Francoskem.

19 *Gostota.* V eno skledico vage položim kubični palec vode, v drugo pa kubični palec svinca. Ker so tu na obeh straneh tvarine enake prostornosti, bilo bi misliti, da se vzdržé v ravnotežji. Ali temu ni nikakor tako, ampak da se drži onemu enemu kubičnemu palcu svinca ravnotežje, mora se v drugo skledico deti enajst kubičnih palcev vode. Ako bi bili vzeli namesto svinca živo srebro, bili bi trebali 13 kubičnih palcev vode, in pri enem kubičnem palcu zlata bi jih trebali 19, da bi dobili ravnotežje.

Ako naredimo ravno tisti poskus s kubičnim palcem vode in s kubičnim palcem vinskega cveta, morala se bo gornjemu nasproti množina vinskega cveta povečati ali pa množina vode pomanjšati, da se dobi ravnotežje. Podobno se imajo proti vodi terpentinovo olje, makovo olje in druga olja.

Iz tega se vidi prav jasno, da imajo razna telesa v enakem prostoru neenako število delkov. Ako si mislimo te delke bolj ali manj blizo enega poleg drugega, razumevamo lahko, da se v enakih prostorninah raznih teles zamore nahajati razno mnogo tvarine, da imajo tedaj telesa neenako gostoto.

*) Ta funt, na kteri se računa tudi po vseh naših železnicah, imenuje se colni funt ali carinski funt.

Kubični palec svinca ima enajstkrat toliko tvarine kolikor kubični palec vode, in vaga tedaj enajstkrat toliko, kolikor ta. Vinski cvet in olja so pa manj gosta od vode.

V navadnem življenji se imenujejo tista telesa lahka, ki imajo v razmerno velikem prostoru le malo tvarine, kakor n. pr. pluta, perje, itd.

Gostota večidel vseh kapljivih in trdnih teles je primérjena z gostoto vode, in število, ki izgovarja, kolikokrati je kubični palec kterega telesa teži ali laži od kubičnega palca vode, imenuje se gostota ali primérna težkóta telesa. Tukaj dodajamo ta števila nekterih najbolj znanih teles:

Telo	gostota	telo	gostota
Pluta	0·240	Žeplo	2·033
Topolovina (suha)	0·383	Peščénjak	2·350
Lipovina „	0·439	Bazált	2·600
Jelovina „	0·555	Steklo buteljino	2·660
Bukovina „	0·590	Aluminij (kovan)	2·670
Orehovina	0·677	Mramor	2·717
Eter	0·713	Granit	2·800
Vinski cvet (brezvoden)	0·793	Démant	3·520
Kalium	0·865	Barít (težec)	4·426
Terpentinovo olje	0·872	Krom	5·900
Led	0·916	Antimom	6·712
Makovo olje	0·929	Činek	7·037
Natrium	0·972	Železo (kovano)	7·788
Vino rensko	0·999	Jeklo	7·816
Voda	1·000	Baker (kovan)	8·878
Voda morska	1·026	Bizmut	9·822
Mleko	1·030	Srebro	10·474
Hrastovina	1·170	Svinec	11·352
Fosfor	1·826	Živo srebro	13·598
Hudičevo olje (žepléna kislina)	1·848	Zlato	19·325
Slonova kost	1·917	Platina	22·100

Kako se najde gostota teles. Iz prejšnjega se vidi, da treba dve reči najti, ako hočemo gostoto kterega telesa določiti, namreč: 1) njegovo nasebno težkoto in 2) težkoto vode enake prostornine. Ako se potem prva z drugo razdeli, dobi se primérna težkota (gostota) telesa. 20

Pri kapljínah ni to posebno težko. Če bi n. pr. hoteli primérne težkote žeplene kisline iskati, zvagali bi najpoprej v

steklenici ozkega vratú 1000 granov vode prav na tanko, na steklenici zaznamovali, kako visoko je voda stala, in jo potem spet izlili. Potem se steklenica napolni prav do onega znamenja sè žvepleno kislino, in najde se, ako se vaga, da je njena težkota 1848 granov. Tedaj je $\frac{1848}{1000} = 1{\cdot}848$ primérna težkota žeplene kisline.

Da bi našli primérno težkoto trdnih teles, mogli bi, kakor je bilo v §. 18. povedano, napraviti enako velike kocke iz svinca, iz lesa, iz žepla, iz železa, iz zlata, itd., potem pa primérjati njih težkoto s težkoto enako velike vodene kocke.

Velika težava je pa napraviti take kocke, da bi se natanko mogla najti primérna težkota, in razun tega se more še drugače ravnati, da se dobi prostornina vsacega telesa kakoršne koli podobe in velikosti; s tem ravnanjem se bomo pozneje seznanili in tedaj še enkrat govorili o tem, kako da se najde primérna težkota teles.

Tudi se more še le pozneje razlagati, kako se ravná, da se najde gostota plínavih teles.

21 *Poraba.* Ako se vpraša, ktero korist imamo od tega, če vemo ta števila, dá se dokazati ta korist na več strani:

Ker ima n. pr. vsako telo v sicer enakih okolnostih vselej ravno tisto gostoto, zato je ta eno izmed najimenitnejših znamenj za razločevanje različnih teles. Ako bi mi kdo prodal najčisteje srebro, mora kubični palec njega na tanko 10·474 lotov težak biti. Ako je njegova gostota manja, morem si misliti, da mu je primešanega bakra; ako je pa njegova gostota veča, morem si misliti, da mu je svinca primešanega. Ako si dam napraviti hrastovo gredje, ki je 1170 funtov težko, bilo bi jelovo gredje, ki bi ravno toliko prostora zavzelo, le 555 funtov težko. Steklenica, v ktero gre 10 funtov vode, drži 17 funtov žeplene kisline, ker je ta skorej še enkrat gosteja od vode, itd.

II. Zunanja različnost teles.

22 V §. 11. bilo je rečeno, da nam je misliti tvarino sostavljeno iz prav majhnih delkov, iz tako imenovanih atomov. Ko bi bili vsi atomi teles med sabo popolnoma enakošni, imeli bi v obče le enovrstno tvarino. V resnici so pa prav raznovrstni atomi, s kterimi nas kemija seznanja, koliko sè samimi zá-se toliko tudi v medsebojnem delovanji.

Razun razločka, ki sledi iz raznovrstnosti atomov, opazujemo na telesih tudi razločke stanja, ki izhaja iz načina, kako so delki kakega telesa med sabo zvezani, in prav znan primer,

voda, nam kaže, da eno in tisto telo zamore biti ali trdno, ali kapljívo, ali pa plínavo.

Ta posebna stanja tvarine, ki se skupnost imenujejo, so odvisna od molekularnih sil, ki delajo med njenimi delki, in od moči toplote.

Zveznost. Ako skušamo delke kakega telesa razdeliti, 23
skusimo vselej veči ali manji upor. Da se ti delki z nekako močjo skup drže in da narazen ne padejo, to pripisujemo posebnej molekularnej sili, ki jo imenujemo zveznost (cohaesio).

Pri bolj natankem opazovanji najdemo to posebnost te sile, da dela le v neizmérno male daljave. Kajti ako prelomimo les, kovino ali steklo, je na mestih loma pretrgana zveza, in ostane tudi pretrgana, ako razlomljena kosa še tako dobro spet skup zložimo. Samo pri takih telesih, ki so lahko gibljivi, kakor pri kapljinah, je mogoče njih odločene dele spet tako približati, da zadobé spet svojo zvezo.

Sila, s ktero se delki teles skup držé, je skoz in skoz odvisna od toplote. Ako si mislimo celo tvarino, iz ktere je zemlja sostavljena, nekoliko tisočkrat toplejo od vrele vode, bila bi zveza med posamnimi delki tvarine popolnoma pretrgana. Ako bi pa nasprot toplota zemlje bila nekoliko tisočkrat manja, bi se vsi delki tvarine tako trdno skup držali, da bi jih ne mogli ločiti z nikakoršnim orodjem.

Pri toploti pa, kakoršna je navadno na zemlji, je pa to drugače. Nahajamo namreč telesa, ki imajo stanovito podobo, kterih drobci se le siloma dado drug od drugega odločiti, in ktere imenujemo trdna telesa; drobci drugih teles se pa lahko premaknejo ali odločijo, in ta so kapljiva telesa, ki nemajo stanovite podobe, ampak podobo posode, v kterej so. Zadnjič so tudi taka telesa, kterih drobci so po toploti tako odmaknjeni drug od drugega, da se nam zdi njih zveza popolnoma pretrgana, in ta se imenujejo plínava telesa ali plíni. Ti zadnji nemajo stanovite podobe, ne stanovite prostornine, ker se ta poslednja po tlaku od zunaj delajočem, zamore kakor koli povečati ali pomanjšati.

Razun toplote dela tudi poredanje drobcev na moč zveze. Znano je, da se les laže cepi kakor lomi. Kaljeno železo se laže lomi kakor kovano.

Besede, ktere zaznamovajo razne stopinje zveznosti, kakor trd, krhek, vléčen, mehak, raztézen, gnjéten, gosto tekóčen, lahko tekóčen, ne potrebujejo nikakoršnega potrebnega razjasnjevanja.

Kristalovanje. Posebna lastnost tiste sile, ki je vzrok zvez- 24
nosti teles, je ta, da vedno hoče najmanje tvarinine dele enega poleg drugega porédati po nekej stanovitej pravilnosti, tako da postanejo telesa, ki jih mejé ploskve, robovi in ogli,

in ki se kristali imenujejo. Sneg, sol, tisti slador, ki se imenuje kandis, so znani priméri.

Mnogo vzrokov in po imenu nektere druge prirodne sile zavirajo pa narejanje kristalov, in pozneje se bomo še le učili bolje razumevati pogodbe, pod kterimi se narejajo.

25 *Prožnost.* Ako se ktero telo stlači s ktero zunanjo silo, pokazujejo njegovi delki večo ali manjo voljo, da bi prišli spet v prejšnjo lego.

Ta lastnost imenuje se prožnost (elastičnost) in telesa imenujejo se tedaj próžna (elastična).

To lastnost imajo pa telesa v prav neenakej meri.

Tako n. pr. zavzame posebna množina zrakú vselej spet poprejšnji prostor, ako ga še tako močno in kolikorkoli krati tlačimo. Zrak je tedaj popolnoma prožen. Jako prožna telesa so dalje kavčuk (prožna smola), peresa in lasje, ribja kost, nektere lesenine in kovine, posebno jeklo.

Na nekterih telesih, kakor n. pr. na kapljinah, na ilovici, itd. se dá prožnost komaj videti in to le v posebnih okolnostih, zato se imenujejo ta unim nasproti neprožna telesa.

Ako se na mramorno ploščo, ki je namazana sè sajami od lampe, polahko položi krogla iz slonove kosti, dobi krogla le črno pičico na mestu, s kterim leži na plošči. Ako se pa krogla spusti, da pade na ploščo, dobi okroglo, črno marogo, ki je toliko veča, iz kolikor veče visočine je krogla padla. To dokazuje, da se krogla sploščí v tem trenutku, ko prileti na ploščo, da pa koj zavolj svoje prožnosti zadobi prejšnjo okroglo podobo.

Lok, samostrel in metala starodavnih narodov so priprave, kterih učinki imajo vzrok v prožnosti.

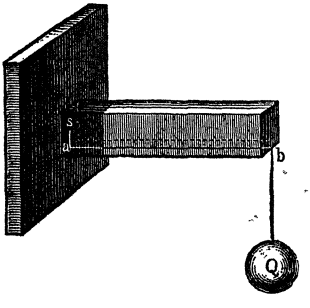
Največo porabo ima prožnost v mehaniki, in poimence je prožnost médnih in jeklenih dratov in próg, tako imenovanih zméti ali peres, ki se v obče rabi kakor gibna sila. Take zméti zapirajo ključavnice na vratih in na puši, in žepne noževe; zavite zméti dajejo oblazinjenim stolom njih prožnost in vozém lastnost, da se lahko gujajo in zibljejo. Najbolj bo pa povzdignilo imenitnost prožnosti, ko bomo pozneje pokazali, da ona goni vse žepne ure in tiste viseče ure, ki nemajo uteži.

26 *Trdnota.* Sila, s ktero se telo ustavlja razdelitvi svojih delov, imenuje se njegova trdnota.

Trgopórna (absolutna) trdnota imenuje se tista sila, s ktero se telo vpira pretrgu, ako se podolgoma napénja. Kakor je lahko previdéti, je ona tem veča, čim debeleje je telo, ki ga hočemo pretrgati. Djanska potreba je bila, iznajti to silo, in našlo se je, da je utež od 120 funtov potrebna, da se pretrga okrogel želézni drat, debel en millimeter. Za ravno tisto debelost je treba colnih funtov, da se pretrgajo sledeča

telesa: za kovano železo 90, za jeklo 60 do 80, za lito železo 28, za médni drat 60 do 120, za bakreni drat 42, za steklene palice ali cevi 5, za svinčeni drat $2^1/_2$, za hrastovo šibico 36, za gabrovo šibico 28, za jelovo šibico 18, za konopno vrvco 12.

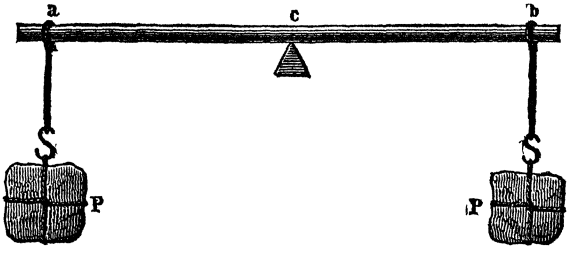
Pod. 11.



Takrat, kader je treba to, kar smo tukaj povedali, djansko porabiti, se pa smé vzeti zavolj varnosti le tretji del naznanjene nosne moči.

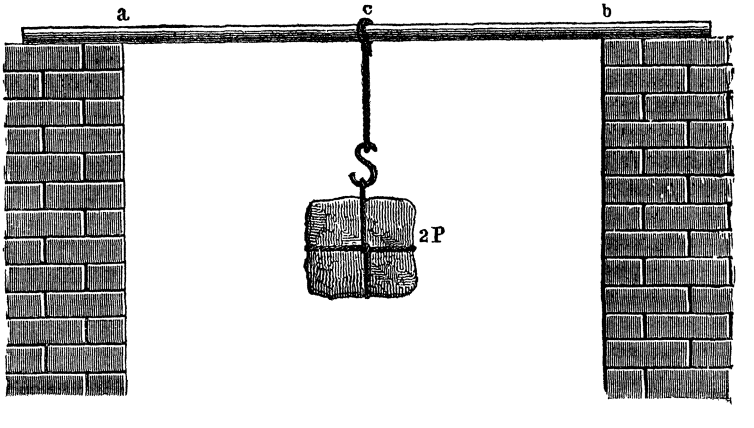
Lomopórna (relativna) trdnota se imenuje sila, s ktero se telo ustavlja lomu. Ko se je iskala relativna trdnota raznih teles, vzela so se ta v poskušnjo v raznih okolščinah. Ali je 27

Pod. 12.



telo, ki ga hočemo raztrgati, vtaknjeno v steno, kakor v pod. 11., med tem ko sila dela na koncu njegove podolžne osi, ali je pa palica

Pod. 13.



ali bruno podprto v središči, med tem ko so na njegovih obeh koncéh obešene enaki bremeni, pod. 12. Tretji slučaj je slednjič ta, da je na bruno, podprto na obéh koncéh, breme obešeno v središči, pod. 13. Iz sklepov, ki jih bomo razkladali pozneje pri pretresovanji zakonov vóda, dobi se, da za prelomitev v pod. 11. potrebna sila raste v ravnem oméru brunove širokosti in v ravnem omèru kvadrata njegove visokosti, da je pa z njegovo dolgostjo obratno razmérna.

Veliko moč pokazuje pri teh poskusih gíbkost. Da se, kakor v pod. 13., prosto ležeče bruno prelomi, potrebno je samo pol tistega bremena, ki ga je treba, da se bruno prelomi, ako je na obéh koncéh tako pritrjeno, da se nikakor ne more vdati.

28 *Sprijemnost* (adhaesio). Ako se dve ravni in gladki plošči, n. pr. stekleni ali kovinski, položite ena na drugo, sprimete se z nekako močjo, tako da je mogoče, z eno ploščo vred tudi drugo prizdigniti.

Sploh uči skušnja, da se kteri koli dve telesi, ako pridete medsebojno v dotiko, bolj ali manj močno sprimete.

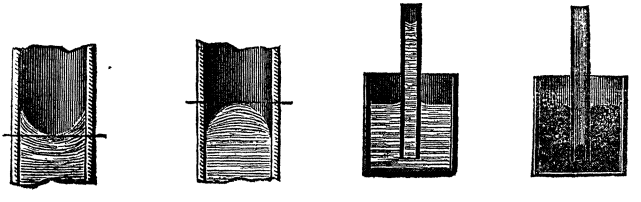
To se razlaga iz tega, da na površju enega telesa ležeči delki privlačijo delke drugega telesa. Koliko več delkov se tedaj medsebojno dotika, toliko močneja je privlačnost. V resnici ne pokazujete nikakoršne privlačnosti dve krogli, ki se dotikate samo v enej točki, med tem ko se plošče tem močneje skup držé, čim so one veče in čim ravnije je njih površje. Ta med površji različnih teles delajoča privlačnost imenuje še s p r i j e m n o s t (adhaesio), in dela tudi le v neizmérno male daljave. Sicer se pa ne nahaja samo med trdnimi telesi, ampak tudi medsebojno med trdnimi, kapljivimi in plinavimi telesi, in poimence visi zrak z veliko trdovratnostjo na površju trdnih teles. Kader se kapljevine primejo trdnega telesa, se reče, da ga z m ó č i j o. Djanska uporaba sprijemnosti je malanje, belitev, lepitev, klejitev, itd.

29 Čudno je pa, da se nektere kapljíne ne sprimejo ne s trdnimi telesi, ne z drugimi kapljinami. Ako se n. pr. steklena palica vtakne v vodo ali olje, obvisi od obeh nekoliko na njej, kar se pa ne zgodi, ako se vtakne v živo srebro. Ako se steklo poprej s tolščo namaže, potem ga ne zmoči voda. Olje in voda se ne zmešata.

Da, podoba je, kakor da bi med delki stekla in živega srebra in med delki olja in vode ne vladala nikakoršna privlaka, ampak še celó odboj. Ali, ako si mislimo, da zamore zveznost delkov ktere kapljíne med sabo veča biti, kakor njih sprijemnost na druga kapljiva ali trdna telesa, razjasné se nam gornje prikazni tako, da ni treba pripisivati jih posebnej odbojnej sili.

Ako se tedaj steklena cev vtakne v vodo, druga pa v živo srebro, ne bo ne prva ne druga teh kapljin stala v cevki popolnoma vodoravno, ampak voda stopi s pomočjo svoje sprijemnosti sè steklom na njegovih stenah k višku, in njeno površje zadobi zavolj tega globino, kakor v pod. 14., med tem ko živo srebro, ki se sè steklom ne sprijema, naréja polkroglasto povišbo (pod. 15.). 30

Pod. 14. Pod. 15. Pod. 16. Pod. 17.



Ako se pa vzemó za to poskus prav ozke cevke, tedaj se voda ne prizdigne samo pri kraji, ampak stopi v steklenej cevki k višku tako, da stoji v cevki bolj visoko kakor zunaj nje, med tem ko živo srebro v cevki mnogo niže stoji, kakor zunaj nje. (Pod. 16. in 17.)

Prav ozke cevke imenujejo se lasovite cevke, in sila, s ktero se kapljine v njih k višku dvigujejo, imenuje se tedaj lasovitost (kapilarnost).

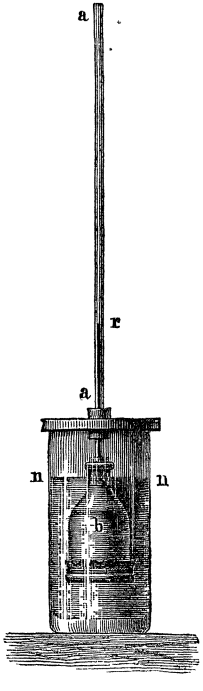
Kapljine se v lasovitih cevkah vzdigavajo tem bolj visoko, čem ože so cevke, in vse eno je, iz kakošne da so tvarine, samo da jih móčijo kapljine. Zato vidimo, da luknjičava telesa z veliko silo upijajo tekočine in da jih v sebi držé, ker luknjice niso nič druzega, kakor brezštevilna množina nepravilno nakupičenih lasovitih cevk.

Beli slador, les, peščénjak, da, kup peska ali pepela pokazujejo tedaj take prikazni. Zidovje iz luknjičavega kamenja, ki stoji na mokrotnih tleh, je vedno vlažno, in kup suhega peska se v ravno tistih okoliščinah hitro napije vode prav do vrha. Lastnost sténja v lampi in pijočega papira, olje in vodo vsrkavati, in mnogo drugih prikazni razlagajo se iz te vrstí privlake.

Vpój (*endosmoza*). Ako dvé raznovrstni kapljini delí drugo od druge kaka luknjičava pregraja, n. pr. mehur ali nepaljena glina, premočijo jo počasi obe kapljini. Pri tem je posebno to, da take pregraje ne puščajo vsake kapljine enako lahko skoz se. Ako se n. pr. steklenica brez dna *b*, pod. 18., zaveže z mehurjem, sè zmesjo iz beljaka in vode napolni, zgorej steklena cev *aa* nastavi, in cela ta priprava v posodo z vodo *nn* vtakne, opazuje se, da se čez nekaj časa kapljina vzdigne 31

do *r* in dalje, in da se nazadnje še celó zgorej iztáka, popolnoma zoper zakon teže! Enaka bila bi prikazen, ako bi notranjo posodo napolnili z vinskim cvetom, zunanjo pa z vodo, ali prvo z raztopljeno modro bakreno galico (vitrijolom), poslednjo pa z vodo. Ta zadnji krat se že na barvi pozna, da gre tudi nekaj raztopljenega bakrenega vitrijola iz notranje posode v zunajno vodo. Spozna se, da se ta posebna prevpójna sila luknjičavih teles, ki se endosmoza imenuje, navrstuje prikaznim lasovitih cevk. Kako se vpoj godi, odvisno je ne le od lastnosti kapljin, ampak tudi od pregráje. Skoz pregrájo iz kavčuka gre vinski cvet laže kakor voda: skoz mehúr je pa ravno narobe.

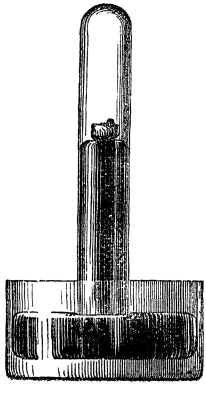
Pod. 18.



Te prikazni so jako mikale pazljivost prirodoslovcev, ker té vrste so tisti dogodki, ki so največe moči pri gibanju sokov v telesih živalskih in rastlinskih, gibanja, ktera se drugač ne dadó razložiti, kakor, n. pr. vzdigovanje mezge v drevesih, ktero se godi z vednim vpójem iz ene tanke rastlinske stánice v drugo.

32 *Vpójnost plínov.* Da tudi med zraku podobnimi telesi, med plini, in med trdnimi telesi vlada medsebojna privlačnost, to se dá dokazati iz več prikazni. Ako se n. pr. vlije vode v stekleno posodo, izrine se zares zrak iz nje. Ali če se postavi ta steklena posoda na toplo peč, vidi se koj vse njeno notranje dno pokrito z drobnimi zračnimi mehurčiči, kakor z biseri. Ti mehurčiči pridejo od zraka, ki ga je privlačnost steklene stene pridržala v posodi, in ki se zdaj pokaže, ker ga je toplota raztegnila. Še bolj znamenit je sledeči poskus. K ogljenčevej kislini, ki je v steklenem valju, pod. 19., sè živim srebrom zaprta, se dá košček ravno izžganega drevnega oglja. To poslednje tako privlači plínavo ogljenčevo kislino, da jo zgostí in tako rekoč požrè, kar se koj spozna na tem, da je plina vedno manj in manj v valju, in da se živo srebro k višku dviguje. En kubični palec oglja vsrka dvadeset kubičnih palcev ogljenčeve kisline. Moramo si misliti, da je površje vseh trdnih teles pokrito z lego zgošče-

Pod. 19.



nega zrakú. V kemiji bomo še bolj znamenite, sem spadajoče primére spoznali in opazili, da je vpojnost kisleca vzrok temu, da se po fabrikah za strelni prah včasih samo vžgé drobno zmléto oglje. Kapljine vpijajo pline še v večej meri. Vender se glede tega ne ravnajo vsi plínovi enako. Med tem ko voda posrka navadnega zraku le 18 tisučin svoje lastne prostornine, zamore vsrkati vodenčenega klorca 500krat toliko in amonijakovega plina 700krat toliko prostornino, kolikor je sama zavzame.

III. Ravnotežje in gibanje.

V tem oddelku bomo premišljevali celo vrsto prikazni, ki 33
so najvsakdanjije in najnavadnije in ki so ravno zavolj tega vredne naše posebne pazljivosti. Sèm prištevamo pred vsem drugim g i b a n j e, ki oživlja celo prirodo od bučečega viharja do tripanja naše žile, in za čegar napravljanje zbiramo vso znanost in umetnost, od parovoza kakor blisk hitrega, do počasnega kazálca na uri.

Ako pa začnemo ktero gibanje pobliže premišljevati, se nam narinejo koj tri vprašanja: Kaj je vzrok gibanja — kaj se giblje — in kako se giblje? Iz tega sledi vredba nauka. Naj poprej bomo govorili o vzrokih gibanja, o s i l a h. Potem bomo razlagali, da so prikazni gibanja prav raznovrstne, in to po tem kakoršna so telesa, tako da nam bo treba trdna, kapljiva in plínava telesa v tem pogledu posebej pretresovati.

A. Ravnotežje in gibanje trdnih teles.

O silah. Že v §. 5. bilo je dokazano, da je vsaka prika- 34
zen, ki jo opazujemo na kterem telesu, posledek neke na-nj delajoče sile. Pravo bistvo v prirodi delajočih sil nam je popolnoma neznano. Kar o njih vemo in učimo, je le po mogočnosti natanki izraz njih djanja, kakor se pokazuje našim čutom. Vender se moramo varovati misli, da so sile kaj za se obstoječega, da tako delajo na tvarino, kakor na primér človeška volja na gibanje lastnega telesa. Sila je s tvarino zvezana nerazločljivo. Kjer je tvarina, tam se ona razodeva ob enem kakor sila, in narobe, kjer se moč kake sile čuti, tam je tudi telo, od kterega izvira, in drugo telo, na ktero dela; brez tega ne bi nič vedeli ne o silah ne o tvarini.

Pa vse eno zamoremo za naš namen sile posebej premišlje- 35
vati, — in to bomo storili tukaj s tistimi silami, ki jih imamo za vzroke raznih prikazni gibanja.

Téh je pa mnogo. Tako je n. pr. težnost (§. 14.) največkrat edini ali saj sodelajoči vzrok prikazni gibanja. Dalje poznamo kot gibne sile magnetično in električno privlačnost, raztezno silo topline, kakor tudi tisto silo, s ktero ljudje in živali zamorejo ne le svoje lastno telo, ampak tudi druga telesa spraviti v gib, in ktera v notrini rastlinskih in živalskih teles napravlja posebne prikazni življenja.

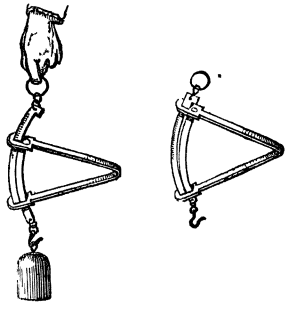
Za občne zakone gíba je pa prav vse eno, ktera sila da je vzrok gibanju.

36 Velikost sile spozna se na njenem djanju, ki pa nikakor ni vselej gibanje. Kamen, ki na stolu leži ali ki je na niti obešen, tlači stol ali vleče nit z nekako močjo zavolj težnosti, ná-nj delajoče, in imamo več pripomočkov, to moč meriti. Mislimo si precej debelo šino iz prožnega jekla, kakoršne se rabijo za loke in samostrele, in sila je tim veča, čim bolj pregnjeno drži ona šino.

Že v starej povesti pripoveduje nam Homér, da je junak Ulises imel več moči, kakor snubači, ker ti niso zamogli njegovega loka napeti.

V pod. 20. in 21. vidimo take kljukasto zavite jeklene zméti, tako imenovane silomére (dynamometer), s kterimi se zamorejo razne sile med seboj primérjati, n. pr. človeške ali konjske moči z utežimi.

Pod. 20. Pod. 21.



Takrat, kader se djanje kake sile pokazuje kot gibanje, mora se v račun vzeti tako kakor tvarina, t. j. težkota, tako tudi hitrost gibanega telesa, da se dobi velikost sile. Sile so enake, ako enakim tvarinam dajo enake hitrosti, ali ako so tvarine obratno razmérne z njim danimi hitrostimi. To je takrat, kader so enaka tista števila, ki se dobijo, ako se vsaka tvarina pomnoži sè svojo hitrostjo. N. pr. tvarina 4 ima hitrost 2; in tvarina 2 ima hitrost 4. Obakrat je pomnožek množitbe = 8, tedaj ste delali enaki gibni sili.

Pomnožek iz tvarine gibanega telesa in iz njegove hitrosti imenuje se mehanični učinek sile (mehanični moment sile).

Jakost mašin se meri navadno sè števili, ki kažejo, kako veliko utež da zamore mašina v stanovitnem času v stanovitno visino vzdigniti. Edinica te mere je čeveljski funt (Fusspfund, naznačuje se sè čf), namreč sila, ki v enej sekundi vzdigne en funt en čevelj visoko. Tako n. pr. je delavna moč moža enaka 62 čeveljskim funtom; ena konjska sila je enaka

430 čf. t. j. enaka naporu, ki je potreben, da se 430 funtov v enej sekundi vzdigne en čevelj visoko.

a. O ravnotežji sil.

Ako več sil na enkrat dela na kako telo, pa se ne 37
pokaže kaka prememba v njegovem stanju, morajo se njih moči medsebojno uničevati in reče se takrat: Sile si držé ravnotežje, ali, telo je v ravnotežji.

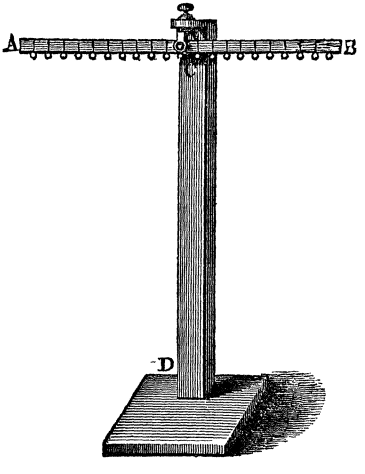
Vse eno je, ali je pri tem telo v stanju počitka ali v stanju gíba. Ako n. pr. z enakošno hitrostjo tekoči lokomotiv pride do mesta, kjer je železnica nekoliko navkréber napeta, in ako mu se takrat dá tej zapreki ravno primérna parna sila, teče naprej s dosedanjo hitrostjo — ravno tako je, kakor da ne bi bilo obéh teh sil, ker so si v ravnotežji.

O ravnotežji teles bomo govorili v oddelku o težišču.

Sostavljanje sil. Lahko se sprevidi, da se zamore skorej 38
vselej nadomestiti z eno samo silo učinek, ki ga napravi več na enkrat na kako telo delajočih sil skupej. Poteznost več ljudi zamore se nadomestiti s poteznostjo enega konja, in poteznost mnogo konj s parno mašino. Pri istočasnem delovanji več sil zamore se vender razločevati več slučajev. N. pr. več sil zamore v enako mér in v enakem zmislu delati na telo; takrat je, kakor se vidi, njih učinek enak njihovej vsóti (soštevku, sumi). Ako pa sile vlečejo sicer v enako mér, ali v protivnem zmislu, mora njih učinek enak biti njihovej razliki.

Dalje so prav važni tisti slučaji, kader več sil dela na telo ali v vsporednej méri, ali pa tako, da narejajo med sabo kot. V sledečem bomo te slučaje bolj na široko pretresovali: za zdaj naj bo samo to omenjeno, da se sila, ki več drugih sil natanko nadomestuje, imenuje poslednjica (resultirende), med tem ko se une nadomeščene sile imenujejo sostavljače (componenten).

Pod. 22.



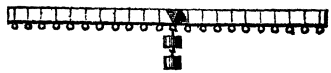
Vzpóredne sile. Leseni drog 39
(žrd) *AB*, pod. 22., ima v središči jekleno os, ktere réz na pripravnem stojálu *CD* tako leži, da se drog zamore prosto okrog ósi vrtéti. Razdeljen je na več enakih delov in natanko pod vsakim deliščem ima po eno malo kljukico. Sam sebi prepuščen visi drog v popolnoma

vodoravnej legi. Kot vzporedno delajoči sili služite nam uteží, ki ste popolnoma enaki in ki imate zdolej in zgorej male kljukice. Začnimo tedaj s poskusi.

Dve uteží obesimo kjerkoli na drog, samo tako, da so enako dalječ od središča, n. pr. na desno in levo četrto kljukico, pod. 23., in vidimo, da ostane vodoravna lega drogova nepremenjena. Ravno tisto se zgodi, ako obesimo obe uteži eno pod drugo v središči, pod. 24.

Pod. 23.

Pod. 24.

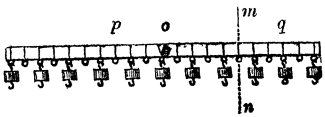


Tudi zamoremo sè silomérom (gl. §. 36.) pokazati, da obe ti dve sili enako močno tlačite na podlogo, ako ste obešeni v središči ali pa kje koli v enakih daljavah od njega.

Iz tega sklepamo: da dve enaki vspóredni sili nadomesti sila poslednjica, ki je enaka njihovej vsóti in ki grabi v središči vezoče jih črte: da dve enaki in vzporedni sili stojite v raznotežji, ako prijemate (grabite) v enakih daljavah od podporišča ali vrtišča ravnega droga.

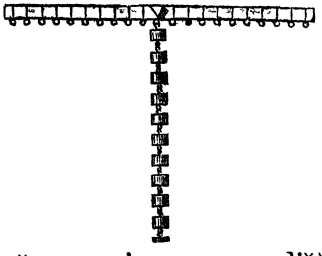
Ta zakon bomo tudi našli potrjen, kakor v pod. 25., ako obesimo več uteži na drog, in sicer vedno po dve in dve enako dalječ od podporišča *o*; in ako potem po dve in dve, v enakih daljavah se nalazeči, obešamo v drogovem središči *o*, pod. 26.

Pod. 25.

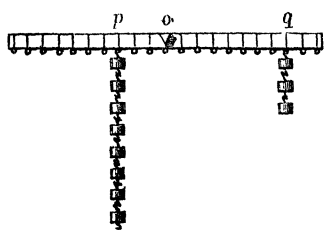


Ako si pa mislimo drog s črto pri *mn* v pod. 25 razdeljen na dva razna (neenaka) dela, mora mogoče biti, za vsaki del najti poslednjico sil, v njem delajočih. Tri uteží krajšega dela,

Pod. 26.



Pod. 27.



združene v njegovem središču *q* (pod. 27.) bodo tistega učinka kakor poprej; ravno tako je mogoče osem uteži daljega dela v njih pri *p* ležečem središču združiti brez premembe učinka. Zdaj vidimo na drogu dve neenaki sili v delu, ki si držé popolno ravnotežje. Pri tem nam pa vdarja v oči kakor posebno imenitna ta okolnost, da manja poslednjica 3 grabi za 8 delov, poslednjica 8 pa le za 3 dele dalječ od *o* proč.

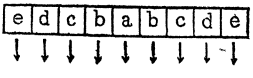
Iz tega sledi važni zakon: Ako ste dve vzpóredno delajoči sili neenaki (razni), daste se nadomestiti sè silo poslednjico, ki je enaka njihovej vsóti (sumi); njeno prijemališče (grabišče) pa deli daljavo med obema sostavljačama na dva neenaka dela, ki sta obratno razmerna s pripadajočima sostavljačama. Z uporabo na gornji poskus rečemo tudi: neenake sile, ki prijemajo na drogu, stojé v ravnotežji, ako so obratno razmerne z njihovimi dáljami od njegovega podporišča.

Pozneje bomo imeli priložnost govoriti o praktičnih posledkih, ki se iz tega dobivajo pri uporabi voda (gl. §. 45. in 48). 40

Težišče. Kakor je bilo že v §. 11. razloženo, mislimo si v fiziki, da je vsako telo iz mnogo najmanjih delkov ali atomov sostavljeno, ktere zveznost skup drži. Ker težnost dela na vsaki

Pod. 28.

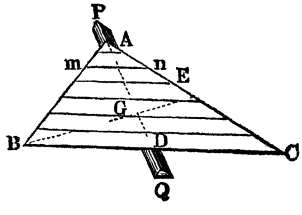
Pod. 29.



posamni teh atomov z enako močjo in v vzporednih mérih, mora mogoče biti za vsako telo najti točko, v kterej se vsóta onih vzporednih sil kakor sila poslednjica delavna pokazuje, in ktera se imenuje težišče telesno. Ako na to točko dela primérna sila v protivnem zmislu, kar se godi, ako se telo v svojem težišču podprè ali obesi, nahaja se telo v ravnotežji.

Naj pod. 28. predstavlja iz treh atomov, *abb*, sostavljeno telo, med tem ko strele zaznamovajo mér težnosti, delajoče na vsaki izmed njih; jasno je, da bo tukaj ravnotežje sil, ako telo v *a* podpremo ali obesimo. Ravno tisto velja o sledečem telesu (pod. 29), ktero je iz več atomov sostavljeno. Ako je težišče telesa podprto, kaže se uničena moč težnosti na njega, in ta sila ne more napraviti ne gibanja njegovih delov, n. pr. kakšno guganje, ne gibanja telesa samega, n. pr. njegovega padanja. Tedaj je v mnogovrstnem pogledu od velike vrednosti, da se iznajde lega težišča danih teles. Kakor se iz opazovanja pod. 28. in 29. vidi, ne bi to bilo od nikakoršne težave pri telesih, ki bi bila sostavljena le iz ene vrste atomov. Pri takih telesih leži težišče v njihovem središči. Na tej podlagi se da dokazati, da je pri vseh pravilnih telesih, kakor pri krogli, kocki, valju, pri prizmah, itd. težišče vselej v njihovem matematičnem središči.

Pod. 30.



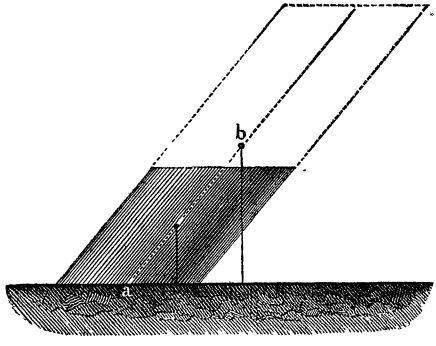
Težišče tríkota se najde s tem, da se iz razpolovišč D in E (pod. 30.) dveh njegovih strani potegnejo črte DA in EB v nasprot ležeči kot. Njih presecišče G

je težišče tríkota, ki leži vedno tako, da je DG tretjina črte AD. Ako si mislimo ta tríkot vzporedno sè stranjo BC razcepljen na same ozke proge, morajo vsa njih težišča ležati v črti DA, ker ta vse proge razpolovi. In res, ako se trikot po meri te črte težiščnice DA položi na oster rob PQ, leži on v ravnoteži. Ravno tako se, začenši od strani AC, dobi črta težiščnica EB, iz česar zatim sledi, da je G, kakor vkupno mesto obeh težiščnic, težišče celega tríkota.

Pri nepravilnih telesih leži težišče blizo tistega dela, v kterem je največ tvarine. V piramidi in koželju (keglju) je očitno več tvarine v tistem delu, ki je blizo podlage, kakor pa v vrhu. V teh telesih leži res težišče v četvrtem delu njihove visine. Ako je stvar iz tvarine razne gostote narejena, kakor n. pr. kladivo iz lesa in železa, išče se najpoprej težišče vsakega posamnega dela zá-se, in dobljena težišča se zvežeta z ravno črto, na kterej se potem vkupno težišče najde po zakonu, razvitem v §. 39.

41 Ker leži težišče notri v telesih, ne moremo ga, se vé, neposredno podpreti; ali podprto je vselej, dokler iz njega spuščena navpična črta gre notri podlage, s ktero se telo tál dotika, ali notri ploskve, omejene z njegovimi podporišči, kakor pri mizi, stolu, konju, itd.

Pod. 31.



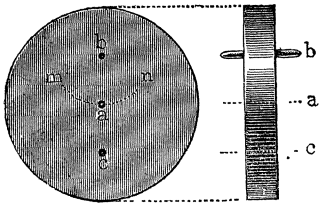
Napošev stoječi kamen ali bruno, pri kterem, kakor v pod. 31., iz težišča spuščena navpičnica še gre skoz podlago, ne more opasti. Ako bi pa bruno bilo tako dolgo, kakor je to s točkami zaznamovano, imelo bi svoje težišče pri b, in moralo bi potlej opasti.

Telo stoji trdneje, čim večo podlago ima in čim bliže nje leži njegova poglavitna tvarina. Prej ko ne zavolj tega so bili Egipčanje podobo piramide izbrali za svoja velikanska zidanja, ki jih tisučletja niso še porušila. Senéni voz se laže zvrne kakor s kamenjem obloženi.

Živali in ljudje, ki gibajo z udi, premenjajo zatorej vsak trenutek lego svojega težišča. Kdor breme nosi na hrbtu, ta je pripognjen naprej, kdor je nosi v desnej roki, stegne levo od sebe, kdor z obema rokama kamen nosi, hodi kolikor mogoče nazaj pripognjen, in kdor je v nevarnosti na ktero stran pasti, hoče ogniti se tej nevarnosti nehoté s tem, da stegne roke na drugo stran.

Po tem, ali je težišče kakega telesa, ki se dá vrteti okrog 42
vodoravne osi, v osi samej, ali pod njo, ali nad njo, se telo vselej drugač obnaša, ako dregnemo va-nj. Ako sta n. pr. kotačevo težišče in vrtišče (pod. 32.) oba v *a*, ostaja kotač v ravnotežji v vsakej legi, ki se mu podelí. Tako ravnotežje imenuje se nerazločeno (indifferentes Gleichgewicht). Ako pak napravimo os v *b*, leži težišče kotačevo pod njegovo osjo. Ako sedaj in kader koli začnemo vrteti kotač, vrne se vselej sam spet v svojo poprejšnjo lego. Tako ravnotežje imenuje se stojno (stabil). Ako pa gre kotačeva os skoz *c*, med tem ko je njegovo težišče pri *a*, tedaj nad osjo, se vselej, če se ga še tako malo dotaknemo, na pol zavrtí, dokler namreč težišče *a* spet ravno pod os ne pride. Tako ravnotežje se tedaj po pravici imenuje pádno ravnotežje (labil).

Pod. 32.



Ako se tedaj telesa zamorejo prosto vrteti okrog svoje osi, kar se n. pr. godí pri tistih, ki plavajo po zraku ali po vodi, obrnejo se vselej sama od sebe tako, da leži težišče ravno pod osjo, okrog ktere se obračajo, ali kakor se navadno reče, težišče skuša vselej, da pride na najniže mesto, kolikor mogoče.

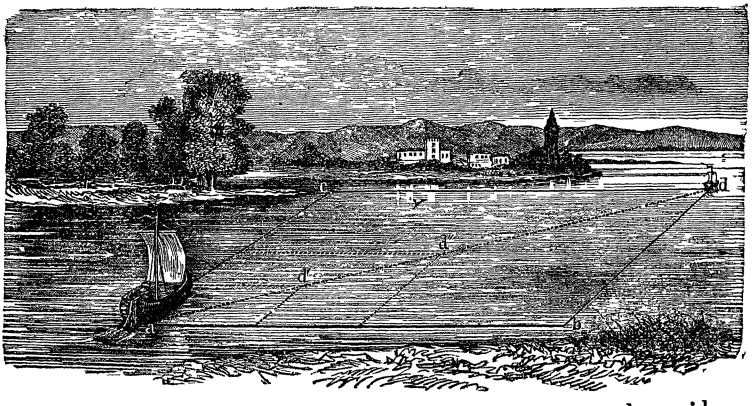
Vzpórednik sil. Mnogokrat se dogodi, da delajo na telo 43
istočasno dve sili, kterih méri narejate kot med sabo. Lahko se sprevidi, da takrat telo ne more slediti ne samo prvej, ne samo drugej sili, ampak da je njegovo gibanje sostavljeno. Lep primer tega daje nam ladja, ktero žene veter prek reke in ktero nese tudi reka navzdol.

Pri premišljevanju teh dogodkov ne bomo več delavnih sil predstavljali z utežimi, ampak sè črtami, ktere ne zaznamovajo samo méri, ampak tudi dolgost pota, ki ga telo prehodi v odločenem času. Črte dajejo tedaj prav dobro podobo sil. Enake sile zaznamovajo se z enakimi črtami, neenake sile, n. pr. 1, 2, 3, 44
zaznamovajo se s črtami enójne, dvojne in trojne dolgosti.

Da se tedaj najde pot, ki ga prehodi ladja, v isti čas gnána od vetra in od reke v razni meri (pod. 33.), hočemo si misliti, da dela na-njo najpoprej le tók reke, in da ladja v enej uri pride od *a* do *b*; dalje, da od tega mesta neha tok in da dela le vetrova sila, ki žene v enej uri ladjo prek reke do *d*. Ako pa obe sili delate ne ena za drugo, ampak na enkrat, ali ni verjetno, da boste v polovici časa storili ravno tisto, da boste namreč ladjo v enej uri prignali do *d*, in sicer po krajšem potu? In temu je res tako. Ker mislimo si kakor poprej, da delate oni sili ena za drugo v manjih oddelkih časa, n. pr. vsaka četvrt

ali pol ure, prišla bo ladja na mesti d' in d'', ki ležite na črti, naravnánej od a do d. Ako to dalje premišljujemo za vedno krajše in krajše čase, za minute in sekunde, pridemo do posledka, da se dve na kako telo delajoči sili, kterih meri med sabo narejate kot, prizadevate gibati to telo po dvokotnici (diagonali) ad sè sostavljačama ab in ac načrtanega vzporednika (parallelogramma) $abcd$.

Pod. 33.

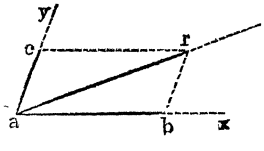


Iz tega smo dobili sledeči zakon vzporednika sil:

Če delate dve sili na telo pod kotom, je njihova poslednjica zaznamovana glede velikosti in glede méri z diagonalo vzporednika, načrtanega na silah sostavljačah.

Na točko a (pod. 34.) delate sostavljači ab in ac v merih ax in ay. Njih poslednica je po prejšnjem tedaj ar.

Pod. 34.



Ni težavno najti poslednjico, ako je danih več kakor dve sili, ki vse na enkrat delajo v razne meri na isto točko. Kader smo našli tako, kakor je bilo povedano, poslednjico dveh izmed teh sil, treba samo s to in s tretjo silo načrtati vzporednik, kterega diagonala je poslednjica danih treh síl.

Dalje se lahko previdi, da se more vsaka dana sila nadomestiti ali razložiti, če se namreč namesto njej dá dvema drugima silama, da delate kakor treba. Saj ako se n. pr. po podobi 34. namesto obeh sil ab in ac zamore staviti njih poslednjica ar, mora narobe, ako je sila ar dana, mogoče biti, da se njena moč nadomesti z obema silama ab in ac.

V mehaniki je mnogokrat koristno skladanje in razkladanje sil.

Uporaba. Raven negibčen drog ali žrd, ki se dá okrog 45
nepremičnega náslona vrteti, imenuje se vód. Daljave pa, v kterih dve sili pravokotno prijemate, ter vód v protivnih merih obračati hočete, imenujete se vodovi rami. Iz onega, kar je bilo v §. 39. o ravnotežji vzpórednih sil rečeno, sledi, da je na vodu ravnotežje sil, ako ste vódovi rami obratno razmérni sè silama, na njih delajočih. Pomnožek, ki se dobi, ako se na vódu delavna sila pomnoži s tisto vódovo ramo, na kterej ona prijema, imenuje se statični moment sile.

Na vódu je tedaj ravnotežje, ako sta statična momenta na njem med sabo enaka.

Razločujejo se enakoramni vód, raznoramni vód in enoramni vód. Malo kedaj ima pa vód prosto podobo droga. Res komaj bi bilo pričakovati, da se po zakonih vóda ravnajo dela vsake vage, škarij in klešč, mlinskega kolesa in kolotúrnika, ključa in tačke, itd. Ali pri teh napravah se vselej dá dokazati ravna črta, ktero si moramo misliti preko vrtišča položeno in na kterej grabijo sile. Ako poslednje ne bi bile pravokotne in vzporedne meri, dá se to doseči s pomočjo vzporednika sil. Več silam, ki grabijo na enej vódovej rami, odgovarja moč vsóte njihovih statičnih momentov.

Enakoramen vód je v ravnotežji, ako ste na njem gra- 46
beči sili med sabo enaki. Dva enako težka dečka, n. pr. ki se hočeta na deski gugati, podložila jo bosta v sredi, da bo narejala enakoramen vod.

Najimenitnejša uporaba vóda pak je vaga (tehtnica). Navadna vaga sostavljena je iz prečke (gredelnice) in iz obeh skledic; os z ostrim ali malo tumpastim robom deli prečko na dve enako dolgi rami in dopušča, da se vód kolikor mogoče lahko vrti okrog nje. Jeziček v sredi vóda je pa zato, da kaže natanko, za koliko da se je vód uklonil iz vodoravne lege. Prečkino težišče mora ležati nekoliko niže od njene osi, okrog ktere se vrtí. Tu imamo tedaj primer stojnega ravnotežja (§. 42.) in prečka zamore viseti le vodoravno, bodi sama za-se, bodi pri enakih bremenih, v skledice položenih. Vrne se tudi vselej v to lego nazaj, ako jo premaknemo iz nje. Ako bi pak ležalo prečkino težišče v osi, okrog ktere se prečka vrtí, imeli bi primer nerazločenega ravnotežja in pri enakih bremenih v skledicah bila bi vaga v ravnotežji ne le v vodoravnej legi, ampak v kterej koli prečkinej legi. Ravno tako ne sme prečkino težišče biti nad vrtiščem; ker potem bi imeli primer pádnega ravnotežja in pri najmanji preteži na enej skledici bi se vaga prevrnila, t. j. prečka bi se podala v navpično lego, ker šlo bi njeno težišče pod vrtišče.

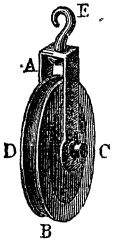
Vaga je samo takrat pravična, ako ste obe rami enako dolgi in ako ležé točke, v kterih so skledice obešene, z vrtiščem v istej ravnej črti. Občutljivost vage je tim veča, čim dalji ste njeni rami, čim manja je težkota prečke in čim bliže vrtišča

leži njeno težišče. Da se prepričamo o pravičnosti vage, moramo tako-le delati: V eno skledico se dene kolika koli utež, v drugo skledico se potem naklada kar koli toliko časa, da je vaga v ravnotežji; ako se potem uteži med sabo premestijo, in se ravnotežje ne podére, pravična je vaga.

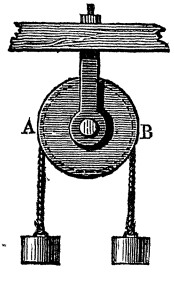
Kader je treba največe natankosti v vaganju, vaga se stvar dvakrat na sledeči način. V eno skledico položim stvar, ki jo hočem zvagati; v drugo skledico devam kamenčke, grahova zrna, itd. tako dolgo, da pride vaga v ravnotežje. Potem vzamem stvar iz skledice in pokladam namesto nje toliko časa uteží v skledico, dokler ne pride vaga spet v ravnotežje. Očevidno kažejo zato potrebne uteži prav natanko težkoto one stvari in to sicer tudi takrat, če vaga ne bi bila popolnoma pravična.

47 Negibni škripec (pod. 35.) je kotač, ki ima na okolo žleb, da se vrv va-nj dene; njegova os, okrog ktere se vrti, mu gre skoz središče, in je vtrjena v škarjah tako, da se škripec ne more drugač makniti, kakor edino le vrteti se. Ako si mislimo takemu škripcu (pod. 36.) v meri AB vodoravno črto skoz njegovo središče položeno, predstavlja nam ta enakoramni vód; ako na njegovih koncéh vlečete enaki sili, mora biti ravnotežje. S pomočjo gibnega škripca se tedaj jakost sile ne more premeniti, ali pač njena mer, zatorej se imenuje tudi namérni škripec, in v tej lastnosti je mnogokrat jako koristen. Ravno tako pripomore mnogo, da se lahko pregibne naredé viseče stvari, n. pr. veliki svetilniki in lampe po cerkvah, gazometri (plinoméri), itd. in to s tem, da jih na nasprotnej strani škripca obešena protutéž drži v ravnotežji.

Pod. 35.

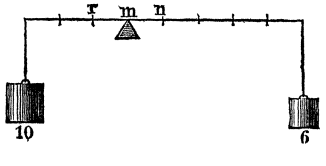


Pod. 36.



48 Raznoramni vód ima moč, da se moramo čuditi. Bréme 6 (pod. 37.) delajoče na rami velikosti 5, drži ravnotežje sili 10, ki prijema na vódovej rami 3, ker so po zakonu razloženem v §§. 39. in 45., sile obratno razmerne s svojima ramama, ali ker sta statična momenta obeh strani enaka, saj je $5 \times 6 = 10 \times 3$. V obče so male, na prav dolgih ramah delajoče sile dovoljne, da prizdignejo prav velika bremena,

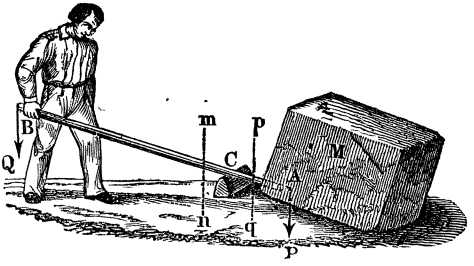
Pod. 37.



česar nam pod. 38. kaže eden izmed najnavadnijih primerov, in pravijo, da je grški mérec Arhimed, ki je prvi spoznal zakone vóda, navdušeno zaklical: „Dajte mi podporišče in vzdignil bom zemljo iz njenih tečajev.“

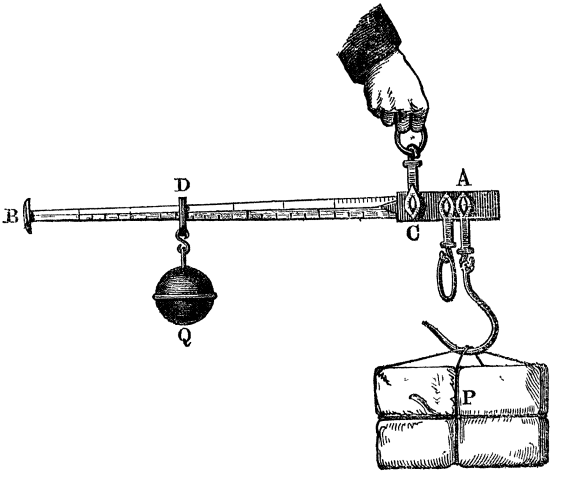
Raznoramni vód rabi se brezštevilno mnogokrat, n. pr. kakor návor, vržel, zavóra, vitel, motovilo, ročica, sveder, ključ,

Pod. 38.



klešče, škarje, itd. Pod. 39. kaže nam vago s kemblji ali rimsko vago, pri kterej je breme P obešeno na krajšo ramo vodovo, med tem ko se kembelj Q dá premikati po daljej rami BC; poslednja je sè zarezami razdeljena na enake dele, in lahko je previdéti, da se Q mora tim dalje od vrtišča pomakniti, čim veče je breme.

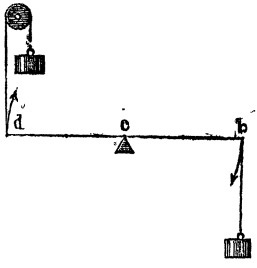
Pod. 39.



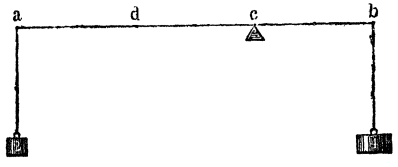
Enoramni vod predstavlja ravna, negibna črta, ki je na enem koncu trdno podprta, in ki jo hočete dve v protivnem

zmislu delajoči sili okrog podporišča verteti. Opomnimo najpoprej, da naredi na enakoravnem vodu b c d (pod. 40.) sila 4 ravno tisti učinek, ako vleče na rami *cb* navzdol, ali pa če vleče s pomočjo pri *d* obešenega škripca na rami *cd* navzgor. Obakrat se bo vod vrtel okrog točke *c* z enako silo v eno in

Pod. 40.

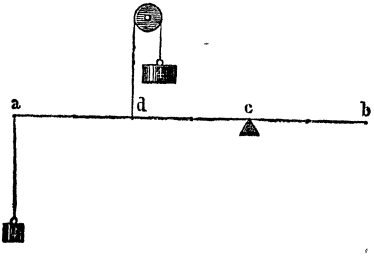


Pod. 41.



isto mér, ki je sè strelama zaznamovana. Poglejmo zdaj raznoramni vód *acb* (pod. 41.), ki je v ravnotežji, ker ste njegovi rami 2 in 4 obratno razmerni z delajočima silama 4 in 2. Vsled rečenega bo sila 4 storila očevidno ravno tisti učinek (t. j. držala bo sili 2 ravnotežje), ako jo od *b* proč vzamemo in jo zato pustimo, da v *d* navzgor vleče, kakor je to v podobi 42. načrtano. Ker se na ta način rama *cb* ne rabi več, dobimo pa

Pod. 42.



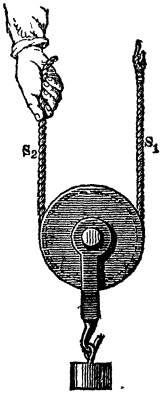
enoramni vód, *adc*, kterega vrtišče je v *c* in kterega hoče sila 4 navzgor, sila 2 pak navzdol vrteti. Dokazali smo pa ravno poprej, da se v danih okolnostih morajo moči obeh síl ena drugo uničiti, in tedaj tudi za enoramni vód velja zakon, da je potrebna enakost statičnih momentov, ako hoče biti ravnotežje.

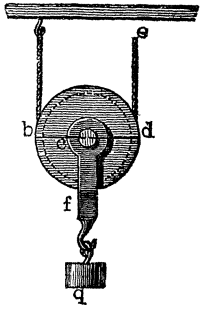
Uporaba tega vóda so tačka, nož, slamorezna kosa, podložnik statev, podložnik kolovrata in slamoreznice, luskač orehov, rezilnik, itd.

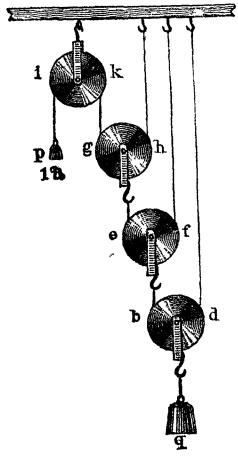
50 Gibni škripec (pod. 43.) zamoremo si tudi misliti kot enoramni vód, ki ga predstavlja njegov vodoravni premer *bcd*, pod. 44. Vrtišče je pri *b*, med tem ko vleče na rami *bc* breme *q* navzdol, na rami *bd* pak sila navzgor. Ker se tukaj rame vódove imajo med sabo kakor polomér proti preméru, tedaj kakor 1 proti 2, zato je dovolj samo pol sile, da drži bremenu *q* ravnotežje. In res ako se obesi na kljuko *f* štiri funte težka utež, treba pri *e* samo sè silo od dveh funtov navzgor vleči, da

se drži onim štirim funtom ravnotežje, in najmanji presežek sile zadostí, da se breme spravi v gib.

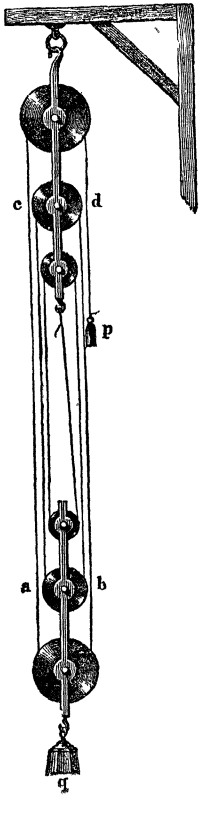
Pod. 43. Pod. 44. Pod. 45.







Pod. 46.



Ako se tedaj združi, kakor pri vzmnožnem kolotúrniku (pod. 45.) več gibnih škripcev, dajejo to veliko korist, da se z malo silo zamore vzdigniti veliko breme. Ako je breme q 8 funtov težko, treba pri uporabi treh gibnih škripcev samo en funt, da je drži v ravnotežji. Kakor se vidi iz tega, kar je bilo o pod. 44. rečenega, pomanjša se sila pri vsakem sledečem škripcu za polovino. Najpriložnija priprava, da se z gibnimi škripci vzdigujejo bremena, je navadni kolotúrnik (pod. 46.), ki je sostavljen iz treh negibnih in iz treh gibnih škripcev. Jasno je, da breme q nosi šest vrví, ki vežejo gornje in dolnje škripce med sabo; breme se tedaj razdeli enakomérno na šest vrví, tako da vsako izmed njih napenja $^1/_6$ bremena q. Ako je n. pr. $q = 60$ funtov, je vsaka izmed šest vrví toliko napeta, kakor da bi nosila sama zá-se deset funtov. Ako pak na enej strani najgornjega škripca vrv ca napenja sila od deset funtov, mora se, da je ravnotežje, tudi vrv dp druge stranî ravno tako močno napeti, kar se dogodi, ako se pri p obesi utež od deset funtov. Pri tej pripravi

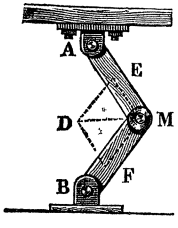
drží tedaj bremenu q ravnotežje $^1/_6$ njegove težkote, vlečeča pri p.

Misliti bilo bi tedaj, da se z uporabo prav mnogo škripcev lahko vzdignejo grozno velika bremena. Ali takrat niso več od tolike koristi, kakor bi bilo želeti, in sicer prvič zavolj tega ne, ker se z vsakim novim škripcem pomanjša pot, ki ga breme prehodi, drugič pa tudi zavolj tega ne, ker se poveča trênje, ki je velik zadržek gibanja, kakor bomo skorej videli.

Opomniti se vender mora, da se način delanja škripcev tudi da izpeljati iz zakonov vzporednika sil.

51 Ker smo na koncu §. 44, rekli, da je v mehaniki koristno razkladanje sil, hočemo si tú, kakor tega primer, izbrati koleno, (pod. 47.) in razložiti njegovo moč s pomočjo vzporednika sil.

Pod. 47.



Koleno je sostavljeno iz dveh železnih kolov, ki jih veže zgib M; gornji je s pomočjo zgiba A pribit na trdno opóro, med tem ko se dolnji upira na ploščo, ktera se zamore umikati tlaku, ná-njo delajočemu. Ako pograbi v točki M sila MD, ktera se prizadeva poravnati železne kole MA in MB, razdeli se njena moč na dve sili sostavljači ME in MF, ki jih dobimo, ako načrtamo vzporednik $MFDE$, kterega diagonala je MD. Moč navzgor tlačeče sile ME vniči trdna opora, med tem ko navzdol tlačeča sostavljača MF pri B pritiska na ploščo, spodej ležečo.

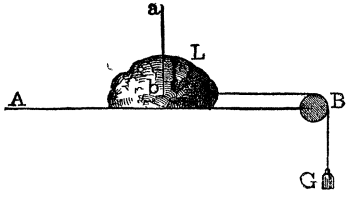
S to pripravo se dá prihraniti sile, ker je očevidno MF veča kakor MD, da, MF je tim veča, čim bolj tumpast je kot pri M. Koleno se z veliko koristjo rabi pri tiskalih in prešah, pri kterih se dela o tem, da se na kratke daljave kratki čas, ali prav močno pritisne.

52 Strmina je tudi primer razkladanja sile na dve sostavljači. Ali preden o njej govorimo, moramo še nekaj opomniti. Po §. 17. imenuje se tlak, s kterim neko telo tlači vsled težnosti na vodoravno podlago, težkota tega telesa. Ako tako ležeče telo premaknemo, nam ni nikakor ne premagati njegova težkota, ker to vso nosi vodoravna podlaga, ampak le trenje (drganje) telesa ob ravnino, ktero je tim manje, čim gladkeje ste obe površini. Pri sledečem premišljevanju se pa ne bomo prav nič ozirali na trenje ampak misliti hočemo, da je enako ničli, kar se, se vé da, v resnici nikdar doseči ne more. Ako si stvar tako mislimo, mora že prav majhna sila dovoljna biti, da premakne telo, čegar težkoto nosi njegova podloga.

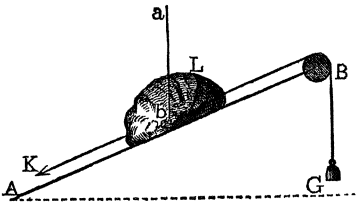
Tako naj bo mala utež G ravno dovoljna, da vleče telo L (pod. 48.) po plošči AB, pri čemer črta ab predstavlja velikost tiska, ki ga AB trpi od L. Ako pa to ploščo naklonimo, (pod. 49.) ni G več dovoljna, da bi telo L premikala v méri AB; tim več telo se bo v nasprotno mér proti A drsalo, ravno tako, kakor

da bi ga pri K neka sila vlekla v vsporednej meri sè strmino. Iz tega sledi, da plôh AB ne nosi več vse telesne težkote, da

Pod. 48.



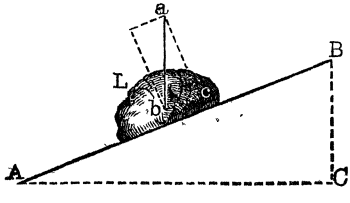
Pod. 49.



tedaj tisek, ki ga on trpi, ne predstavlja več črta ab, (pod. 48.), ampak da se mora zaznamovati s krajšo črto.

Sila ab namreč, s ktero je telo L (pod. 48.) tlačilo ravnico, razloži se pri strmini AB (pod. 50.) na dve sili: na silo ac, ktera dela kakor navpičen tisek na AB, in na silo cb, ktera je umérjena vzporedno s AB navzdol.

Pod. 50.



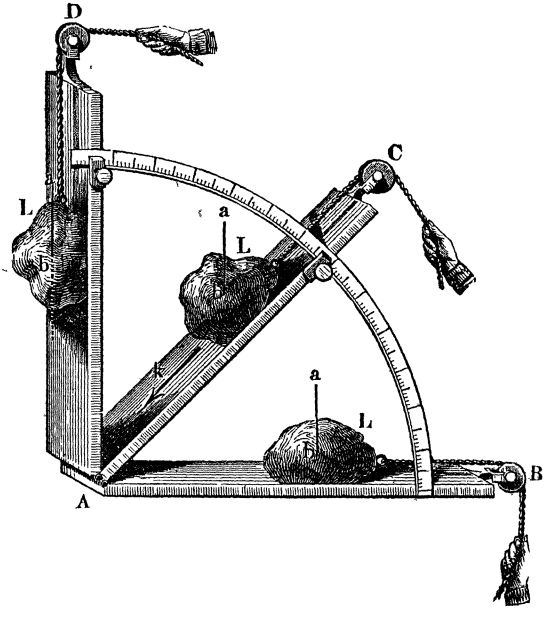
Ako AB imenujemo dolgost in BC visokost strmine AB, se dá po naukih merstva iz podobnosti trikotov abc in ABC dokazati, da se navzdol vlečeča sila bc ima proti težkoti ab telesa L, kakor visokost BC strmine proti njenej dolgosti AB. Ako je tedaj visokost BC četvrti, peti ali šesti del dolgosti AB, je sila bc enaka četvrtini, petini, šestini telesne težkote.

Kar se tiče uporabe strmine, služi nam ona sploh v to, da nam olajša vzdigovanje bremen v dano visokost, tedaj pri prevalih bregov, pri zidáriji, itd. in polajšanje je pri tem tim večje, čim je manja njena visokost BC v razmeru z njeno dolgostjo AC, ali, kakor se navadno reče, čim manj je strmina napeta; to pri navadnih cestah ne bi smelo iznašati čez 5 odstotkov in pri železnicah ne čez $^1/_2$ odstotka. Tudi postava naših nog doprinaša k temu, da nam je po hudih strminah prav težavno ali še celo nemogoče svoje telo gori in doli premikati. Zato so stopnice, da se gibanje napošev razloži v navpično prizdigovanje in v vodoravne stopinje. Prikazni gibanja se dado prav dobro razjasniti z nekterimi pripravami, kterih podobe tukaj pokazujemo. Tako naša roka koj čuti, da je druge moči treba, če se mora breme L (pod. 51.) vleči po vodoravnem plohu AB, ali če je pomikamo po naklonjenem plohu AC, ali če ga vlečemo po navpičnem plohu AD navzgor. Še bolj natanki poskusi se dado napraviti s pomočjo strmine RS (pod. 52.). Da bremenu a, narejenemu iz likanega médnega valja, držimo

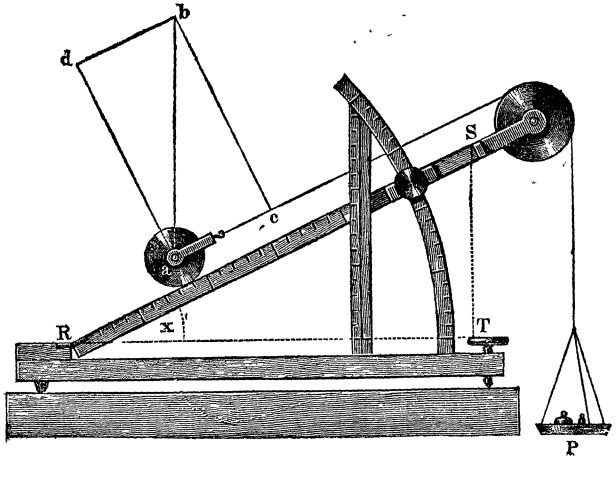
53

ravnotežje, moramo v skledico P tim več uteži položiti, čim veča je visokost TS v razmeru z dolgostjo RS. Na obeh pripravah zamore se strmina po volji bolj ali manj nakloniti s pomočjo naravnalnega vijáka.

Pod. 51.

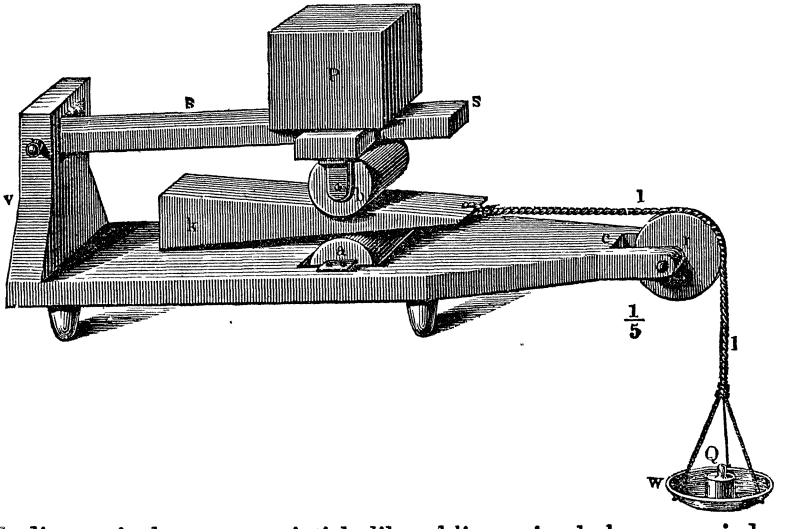


Pod. 52.



Razun tega rabi se strmina pri mnogih naših pripravah in orodjih. Tako réz noža, dleta in sekire nareja dve v oster rob spahnjeni strmini, kakor je to tudi pri klinu, pri tem ednostavnem orodji, ki nam dobro služi za cepenje drvá, za

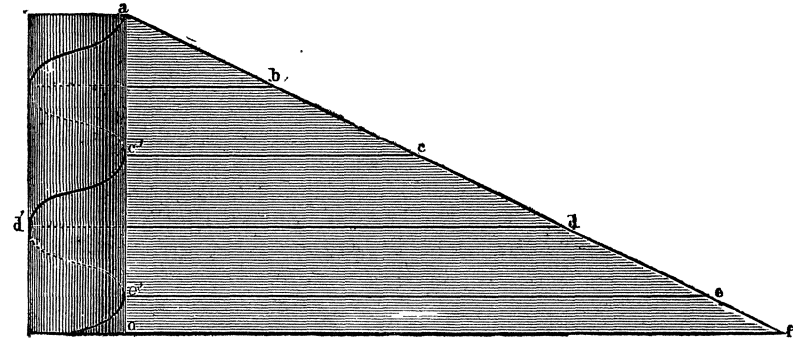
Pod. 53.



vzdigovanje bremen, pri tiskalih s klinom in kakor zagojzda. Kakor se vidi v pod. 53., zamore se s pomočjo male uteži Q, ki vleče klin k med valjarji a in b skozi, prizdigniti razmerno veliko breme P, in sicer tim veče breme, čim ožji je hrbet klina v razmeru z njegovo dolgostjo.

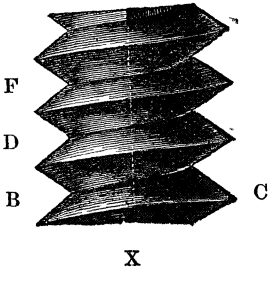
Viják (šravf). Naj se izreže iz papira raznokràki, pravokoten tríkot *aof* (pod. 54.), in naj se zaznamova dalji kràk *af* 54

Pod. 54.

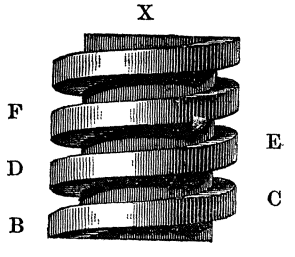


z debelo črno črto; potem naj se krajši krak *ao* prilepi na kak valjar. Ako se trikot zdaj ovije okrog valjarja, nareja črna črta *af* okrog njega zavito vzvojnico. Ako je *cc'* enaka ob-

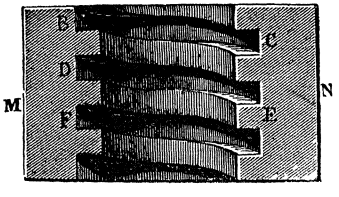
Pod. 55.



Pod. 56.



Pod. 57.



segu valjarja, nareja črta *ac* pri ovijanju popolni vzvoj, ker pride *c* v *c'*, navpično pod *a*. Visokost od *c'* do *a* imenuje se visokost vzvoja. Po tem, ako si mislimo na tako črto vzvojnico položeno ali trirobato ali štirobato prizmo in okrog valjarja zavito, dobimo oster vijak (pod. 55.) ali tumpast vijak (pod. 56.). Ako si mislimo enake vzvóje napeljane po notranjej steni votlega valjarja, dobimo tako imenovano vijakovo matico (pod. 57.), v ktero pride tak vijak (tudi vreteno imenovan), ki se z njo popolnoma vjéma. Korist, ki jo nam daje uporaba vijákov, leži v tem, da se ž njimi zavolj silnega trenja, ki se pri njih godi, zamorejo stvari jako pritrditi, med tem, ko na drugo stran spet dopuščajo nekako gibnost in to kakor strmini, ena ob drugej gori in doli se drséči. Gibnost vijákov je tem veča, čim manja je visokost vzvojev. Razun navadnega vijaka, svedra in mačka, s kterim se zamaški iz steklenic vlečejo, treba še oméniti sledeče uporabe vijáka: tiskalo z vijakom, ladja z vijaki, znamenita iznajdba Čeha Josipa Ressla (rojen 1793 v Hrudimu, živel dalj časa na Dolenskem, umrl v Ljubljani 10. oktobra 1857) Arhimedov polž in drobnomerov (mikrometrov) vijak.

b. O gibu.

Telo se giba, ako je vidimo zaporedoma na raznih mestih 55
prostora. Takrat menja vedno svojo lego glede lege stvari, ki je obdajajo, in na tem spoznamo sploh gibanje. Kazalec na uri se pomika od številke do številke, ladja plava mimo doline in hriba, vlak drči po železnici skoz dežele in mesta — ta telesa se gibajo, ker vidimo, da se od bližnjih stvari oddaljivajo in daljnim približavajo.

Negibna je pa temu nasproti visoka gora, nepomična je hiša, trdno vkoreninjeno je drevo. To ostajanje telesa in njegovih delov v vedno enakej daljavi od stvari njegove okolice imenuje se pokoj.

Da zamoremo opaziti gibanje, je tedaj potreba, da se nam nektera telesa vidijo, kakor da bi bila vedno na istem mestu. Saj ako bi se vsa enakomerno gibala, zdelo bi se nam, kakor da so vsa v pokoju, ker bi ostajala njih medsebojna lega nepremenjena, kakor se to vidi pri pogledu sè zvezdami nasejanega nebeza, gorá, gozdov in mest na zemeljskem površji.

Ali natanko opazovanje nas uči, da so v vednem gibanji vsa nebeška telesa in še celo zvezde nepomičnice, ki so le zavolj neizmerne oddaljenosti prividno stalne; in prav za gotovo moremo reči, da ni ne najmanji košček vesoljnega sveta v popolnem pokoju. Znano nam je, da se pri vsakdanjem vrtenju zemeljskem tega gibanja udeléžijo gore, gozdi in mesta.

Ni ga tedaj popolnega (nasebnega) pokoja, ampak le primeren (relativen) je pokoj stvari, ktere se nam zdé, da se nikakor ne gibajo. Ako sem na ladji, zamore moje telo z ozirom na stvari najbliže okolice, kakor ozirom na jambor, stol in klop, biti v pokoju, med tem ko me pogled na stvari, ginoče na bregu prepriča, da se ladja z vsem, kar je na njej, prav hitro premika.

Prvi in poglavitni zakon za prikazni giba je sledeči: 56

1. V pokoju ležeče telo se ne more samo od sebe začeti gibati.

2. Gibajoče telo se ne more samo od sebe stanje giba premeniti ali vstaviti se.

Obe izreki ste natanki izraz v §. 10. že omenjene brezvoljnosti tvarinske.

Ako tedaj kako telo spravimo v gíb, bi ono, po drugej izreki, podeljeno mu gíbanje neoslabljeno nadaljevalo v brezkončno, kakor se to v resnici godi pri nebeških telesih. Na zemlji pa ne zamoremo nobenemu telesu podeliti tako večno gibanje. Ako se izstreli n. pr. krogla v zrak, ali ako se kotaklja po ledu, gladkem kakor zrcalo, postaja njeno gibanje vedno bolj počasno in na zadnje preneha popolnoma. Obakrat

krogla ne pride sama od sebe k pokoju, ampak upor zraka in privlačnost zemlje sta, ki jo vstavita.

57 Pri daljnem premišljevanju giba nam je najpoprej paziti na njegov omér k prostoru in k času, namreč na njegovo mér in na njegovo hitrost.

Daljava od mesta, kjer se gib začne, do mesta, kjer preneha, imenuje se njegov pot, in črta, ktera kaže ta pot, imenuje se mér. Ta je ali vedno ista, ravnočrtna, ali pa krivočrtna. Krožno gibanje telesa samega okrog sebe imenuje se vrtenje.

58 S primerjanjem dolgosti pota sè časom, v kterem se pot preteče, dobi se hitrost giba.

Neizmerno razna je hitrostna velikost. Tako n. pr. minutni kazalec na uri prehodi v enej uri tisti pot, za kteri treba dvanajst ur tisti kazalec, ki kaže ure. Polž preleze v enej sekundi eno črto, človek preteče v hitrem teku 25 čevljev, vlak na železnici 44 čevljev, brzonogi konj 50 čevljev, vihar 124 čevljev, glas 1050 čevljev, 24funtna kanonska krogla 2400 čevljev in svetloba celo 42000 milj za sekundo.

59 Daljne preiskavanje nas uči, da je hitrost ali enakošna ali različna.

Pri enakošnej hitrosti pretekó se v enakih delih časa tudi enaki poti, še celo takrat, če so delki časa še tako majhni. Ako tedaj telo v enej uri preteče eno miljo, mora v enej minuti preteči šestdeseti del milje, v enej sekundi pa $^1/_{3600}$ milje.

Enakošni gib predpostavlja, da je gibano telo pod močjo stanovitno delajoče sile, ktera natanko izravna zoper gib delajoče zadržke, tako da ostaja začetna hitrost nepremenjena.

Različna je hitrost, ako se ona na gibanem telesu za vsaki sledeči oddelek časa ali veča ali manjša. Ako se veča, imenuje se pospeševana hitrost, ako se pak manjša, reče se jej pojémalna hitrost.

Enakošno pospeševana hitrost postane, ako na gibajoče se telo dela vedno ista sila v isto mer, kar se godi pri padajočem telesu. Pri pojemalnej hitrosti dela gibanemu telesu vedno sila nasproti, n. pr. težnost na kamen vržen v vis.

60 *Pad.* Vsled gori omenjenega zakona brezvoljnosti ne more telo, kteremu je bil podeljen gib, samo od sebe priti k pokoju, da, pridržalo bo ta gib z nepremenjeno hitrostjo in z nepremenjeno mérjo, dokler ga ne vstavlja ali moti ktera druga sila. Tedaj mora telo, kterega zalučim in kteremu s tem podelim neko hitrost n. pr. 30 čevljev v enej sekundi, to hitrost pridržati nepremenjeno v vseh sledečih sekundah, tako da v vsakej izmed njih proteče pot, 30 čevljev dolg. Ako bi pa jaz to telo na početku druge sekunde spet ravno tako močno sunil, je jasno, da mora zdaj dobiti dvakrat toliko hitrost, in ako je na početku vsake sledeče sekunde enako močno sunen, dobilo bo

v tretjej, četvrtej, petej sekundi trikrat, štirikrat, petkrat toliko hitrost, njegova hitrost bo enakošno pospeševana. Zamoremo si pa tudi misliti, da se ti udarci godé bolj hitro eden za drugim, tako da med dvema in dvema preteče le neizmerno majhen oddelek časa. To si vse smemo misliti pri padu teles, in tukaj je težnost tista sila, ki dela pospeševalno v vsakem oddelku časa.

Natanki poskusi so pokazali, da telo, ki pada le eno sekundo dolgo, v tem času preteče pot od 15 parižkih čevljev = 4·9 metra. Ker pa v drugej sekundi težnost ravno tako dela na telo kakor v prvej, zato raste njegova hitrost ravno tako, kakor čas padanja, in tedaj je

na koncu	prve	druge	tretje	četvrte	*n*te sekunde
hitrost =	30	60	90	120	*n*30 čevljev.

Preiskujmo zdaj dalje višino pada, t. j. pot, ki ga preteče prosto padajoče telo vsled te vedno rastoče končne hitrosti v določenem času.

Na koncu prve sekunde je prehodilo že 15 čevljev; ima na dalje končno hitrost od 30 čevljev, ki dela ravno tako, kakor da bi telo na početku druge sekunde tako sunili, da bi ga sila 30 čevljev dalječ gnala. Popolnoma neodvisno od tega dela pa tudi na to telo težnost, zavoljo ktere same na sebi mora v drugej sekundi ravno tako 15 čevljev globoko pasti, kakor v prvej. Ako bi v resnici jaz na koncu prve sekunde telo en hip vstavil, tedaj njegovo končno hitrost 30 uničil, bi spet spuščeno v drugej sekundi 15 čevljev globoče padlo; ako je pa ne vstavim, mora očevidno 15 + 30 = 45 čevljev globoko pasti v drugej sekundi. Ako k temu prištejem v prvej sekundi že prehojen pot od 15 čevljev, dobim, da je telo, ki je dve sekundi dolgo padalo, prehodilo pot od 15 + 15 + 30 = 60 čevljev.

Ako ravno tako preiskovanje ponavljamo, izide, da se za vsako sledeče število sekund najde visina pada, ako se sošteje: 1) visina pada telesa samega na sebi za sekundo; 2) končna hitrost poprejšnje sekunde; 3) že prehójeni pot, n. pr.

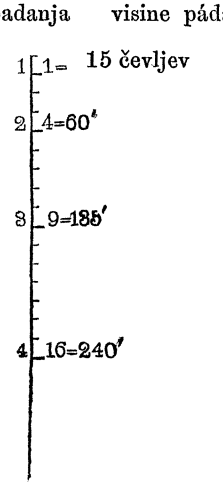
Časi padanja =	5	2	3	4	5 itd. sekund
1. Visina pada za sekundo . . . . . =	15	15	15	15	15
2. dobljene končne hitrosti . . . . =	0	30	60	90	120
3. že prehójeni poti . =	0	15	60	135	240
Visine páda =	15	60	135	240	375 itd. čevljev.

Ako dobljene vsóte med seboj primerjamo, dobimo koj, da se imajo med sabo kakor števila 1 : 4 : 9 : 16 : 25 ali kakor

$1 : 2^2 : 3^2 : 4^2 : 5^2$ in iz tega izide sledeči zakon pada: Visine páda se imajo kakor četveri (kvadrati) časov padanja.

Resničnost tega zakona se dá potrditi s poskusi na Galilejevej strmini in pa na Atwoodovem padalu, in pod. 58. nam kaže omér visin páda za 4 sekunde.

Pod. 58.



61 *Srednja hitrost.* Telo, ki pada eno sekundo dolgo, prehodi pot od 15 čevljev; njegova hitrost, ki je bila na početku sekunde enaka 0, raste v vsakem sledečem delu sekunde in je na njenem koncu enaka 30. To telo bilo bi natanko isti pot prehodilo, ako bi bilo imelo koj s početka sekunde hitrost od 15 čevljev in ako bi se bilo s to hitrostjo enakomerno gibalo eno sekundo dolgo. Taka enakomerna hitrost, ki v odločenem času ravno tisto stori kakor pospeševana, imenuje se njena srednja hitrost; ona je tista, ktero je telo zadobilo v polovini časa, v kterem se je gibalo. Srednja hitrost je enaka polovini končne hitrosti, $\frac{30}{2} = 15$.

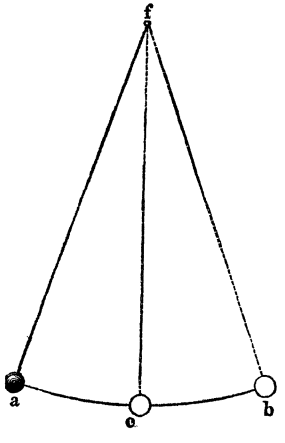
Zgorej smo videli, da pospeševano padajoče telo v 4 sekundah pade 240 čevljev globoko; dalje da je njegova hitrost v polovini tega časa, na koncu druge sekunde, enaka 50; ako bi se bilo telo koj s početka gibalo s to srednjo hitrostjo 4 sekunde dolgo, bil bi njegov pot ravno tisti, namreč $4 \times 60 = 240$.

62 *Níhalo* (pendel). Težko telo, n. pr. železna krogla ali kotač, obešeno na niti, dela nihalo.

Če se nihalo iz navpične ali ravnotežne lege *fc* (pod. 59.) premakne, tako da je krogla po priliki pri *b*, in ako se zatim sama sebi prepusti, pada proti točki *c* in se potem vzdiguje na nasprotnej strani do *a*, ktero mesto komaj za spoznanje niže leži kakor *b*. Do *a* prišla krogla pade spet in se vzdigne na nasprotnej strani, pa ne da bi natanko spet dosegla visino od *b*, in tako trpe dalje ta gibanja, ktera se imenujejo nihanja ali kolebanja, in sicer tako, da je vsako sledeče komaj za spoznanje manje, dokler nihalo ne pride spet k pokoju. Bolj natanko opazovanje kaže, da je nihanje od teže odvisna, nekoliko predrugačena

prikazen padanja. Pri *b* z ene strani privlači zemlja kroglo, ktero z druge strani nit v nepremenjenej daljavi drži od mesta, kjer je obešena. Iz teh dveh sil postane krogast pot, po kterem pada nihalo proti najniže ležečej točki *c*, in to po zakonu pada, povedanem v §. 60., z vedno rastočo hitrostjo. V tej legi *fc*, primernej težnej méri, ostalo bi nihalo pri pokoju, da ni s tem, da je od *b* do *c* padlo, zadobilo nekako hitrost. S to hitrostjo, ki jo teža vedno manjša, prizdiguje se na nasprotno stran dotle, dokler je teža ne vniči popolnoma: potem pa nihalo spet pada od *a* proti točki *c*. Tako bi ta nihanja večno trpela, ako ne bi trênje tam, kjer je obešeno in upor zrakú njemu nasprotovala in na zadnje pokoj napravila.

Pod. 59.



O nihanju našli so nektere zakone, izmed kterih so poglavitni sledeči:

1. Posamni nihaji enega in istega nihala enako dolgo trpé, naj se nihalo bolj ali manj zamahuje, s tem pogojem, da lok *ab* ni čez pet stopinj dolg.

2. Dve nihali enake dolgosti napravite v enakem času enako mnogo nihajev.

3. Dve nihali razne dolgosti napravite v enakem času razno mnogo nihajev, in sicer jih napravi dalje nihalo manj kakor krajše.

4. Ravno tisto nihalo napravi povsod, kjer dela teža na ravno tisti način in z ravno tisto močjo, v določenem času enako mnogo nihajev. Ako bi mogli tisto nihalo, ktero na zemlji v določenem času neko število nihajev napravi, prenesti na mesec ali na solnce in tam je opazovati, napravilo bi na mesecu manj, na solncu pa mnogo več nihajev, ker mesec 50krat slabeje, solnce pa štiristotisučkrat močneje privlači kakor zemlja.

Iz tega slede nektere uporabe, ktere tej tako ednostavnej pripravi dajejo veliko imenitnost. Nihalo služi prvič za to, da se pri urah izravna različno gibanje, kakoršno je vselej, naj se napravi že to gibanje s pomočjo uteží ali s pomočjo zméti, potem pa nam daje tudi mero dolgosti določene in nepremenljive velikosti. **63**

Sekundno nihalo imenuje se tako nihalo, ktero v enej minuti napravi natanko 60 nihajev, tako da tedaj vsaki nihaj eno **64**

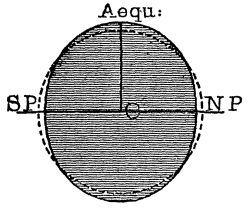
sekundo trpi. Iz tega, kar je bilo zgorej povedano, se razume, da mora sekundno nihalo imeti popolnoma določeno dolgost. Kajti ako bi bilo krajše, napravilo bi v enej minuti več kakor 60 nihajev, ako bi pak bilo daljše, napravilo bi jih manj.

Zatorej se zamore sekundno nihalo kakega kraja rabiti kakor določena, nepremenljiva mera dolgosti. V Parizu mora tako nihalo biti natanko 3 parižke čevlje 8 črt dolgo, tedaj je le $2^2/_3$ črte krajše od metra. Na Angležkem so dolgostni meri dali nepremenljivo velikost s tem, da so vstanovili, koliki del Londonskega sekundnega nihala da naj je angležki čevelj.

65 Začudili so se pa fizikarji, ko so temu nasproti zapazili, da isto nihalo ne napravi na vseh mestih zemeljskega površja enako mnogo nihajev na minuto. Če se n. pr. 3 čevlje 8 črt dolgo Parižko sekundno nihalo prenese na polutnik (ekvator), nareja na minuto manj, na severnem tečaju (polu) pak več kakor 60 nihajev.

Ker je pa gibanje nihala odvisno od teže, in ker moč teže pojéma (§. 15.) tim bolj, čim bolj se udaljimo od zemeljskega središča, sklepali so iz opazovanja nihala, da so kraji na ekvatoru bolj oddaljeni od zemeljskega središča, kakor kraji na tečajih. Zemlja tedaj ni popolna krogla, ampak je (pod. 60.) na tečajih nekoliko splošnjena. Premer zemlje na ekvatorju je 1719 milj dolg, od tečaja do tečaja pa le $1713^1/_2$ milj. Sredobežnost, ktero ima zemlja zato, ker se vrti, pa sicer tudi pripomore, da je nihanje na ekvatorju počasneje.

Pod. 60.



66 *Krivočrtni poti* postanejo vsled posebnega skupnega delovanja več sil na telo. Tako n. pr. delate na telo, kteremu se v vodoravnej méri neka hitrost podeli, istočasna sila, ki ga vodoravno dalje žene, in pa teža, ki ga navpično na zemljo vleče. Iz tega sledeči pot je zakrivljen, ki je po razmeru, v kterem stojé obe sili med seboj, bolj ali manj od vodoravnega pota različen.

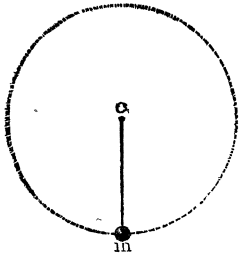
Znano je, da strelec, ki hoče v daljino zadeti, nekoliko bolj visoko meri, kakor kamor hoče zadeti, in to zavolj tega, ker teža tek krogle nekoliko zniža.

67 Ako se udari ob kroglo *m*, visečo na niti (pod. 61.) gibala bi se ona vodoravno dalje, da je ne bi držala nit in vlekla proti *c*. Iz tega sledi krožno gibanje.

Jasno je, da bi se godilo enako krožno gibanje, ako bi namesto niti vlekla sploh ktera sila kroglo *m* vedno proti *c*.

Ako imenujemo silo, vedno proti središči vlečečo, sredotežnost, in drugo, na to pravokotno namérjeno, sredobežnost, je popolnoma jasno, da je pot, ki ga mu skupno delovanje obeh sil podeli, odvisen od medsebojnega oméra teh dveh sil. Pri krožnem gibanji vlada sledeči omér: Sredobežna hitrost, sama seboj pomnožena, mora enaka biti krogovemu preméru, pomnoženemu sè sredotežno hitrostjo. Ako bi bil prvi pomnožek veči od drugega, bi postavša kriva črta ne bila krog, ampak pakrog (ellipsa); ako bi prvi pomnožek bil ravno še enkrat tolik, kolik drugi, postala bi parabola (metnica), in ako bi prvi pomnožek bil še veči, dobila bi se hiperbola (kosática), same krive črte, ktere bomo pri drugej priložnosti bolj natanko popisali.

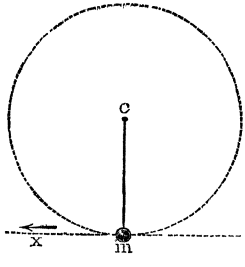
Pod. 61.



Pota nebeških teles nam dajejo prevelikanske primere takih gibanj. Tako delajo na mesec vedno dve sili, namreč privlačnost zemeljska, in druga na njeno mér pravokotno umérjena sila, ktera ga vsake minute po priliki 200000 čevljev daleč žene. Ako bi v tistem času privlačnost zemeljska bila sama delavna, bi mesec 15 čevljev globoko v navpičnej méri proti zemlji padel. Iz obeh sil pa sledí njegov pakrožen pot.

Sredobežnost. Ako se na niti držana krogla *m* (pod. 62.) hitro v krogu okoli središča *c* zavrti, potem pa na enkrat nit izpusti, oddaljí se krogla od središča, okoli kterega smo jo vrteli. Mér, v ktero gre krogla, zaznamuje črta, ki je navpična na nitno mér v tem trenutku, ko se nit izpusti. Ako je n. pr. krogla takrat, ko smo jo izpustili, ravno v točki *m*, leti v mér *mx* dalje. 68

Pod. 62.



Hitrost bežeče krogle je tim veča, čim veča je bila hitrost, s ktero je bila vrtena okrog stalne točke.

Otroci delajo mnogokrat tako, ko mečejo svoje na vrvici držane žoge visoko v zrak.

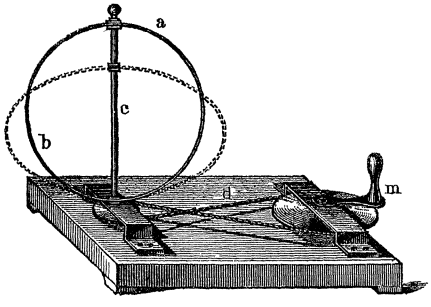
Ta prikazen je pa še veče obsežnosti, če opazujemo sploh telesa, ki se sama okrog sebe vrté. Takrat opisujejo vsi takega telesa deli, ki ne ležé v črti, okrog ktere se telo vrti (v osi), kroge krog nje in dobé prizadetje, oddaljiti se od osi. To prizadetje imenuje se sredobežnost. Ker pri takem vr-

tenji vsi delki enako dolgi čas potrebujejo, da se okrog osi zavrté, morajo od nje bolj udaljeni delki imeti večo hitrost, tedaj tudi večo sredobežnost, kakor bolj blizo osi ležeči.

Zemlja je tako telo, ki se vrti okrog svoje osi; konci njene osi se tečaji (poli) imenujejo. Iz poprejšnjega sledi, da morajo deli zemeljski, ki na polutniku ležé, imeti veliko sredobežnost, med tem ko je ona manja za tiste dele, ki so bliže tečajev.

Moč sredobežnosti se zamore samo takrat djansko pokazati, kader je veča od zveznosti vrtečega se telesa, tedaj posebno na takih telesih, kterih tvarina je mehka ali kterih deli so premični. S pomočjo odsrednje mašine (pod. 63.) se dá cela vrsta lepih poskusov narediti, da se razjasni zgorej povedano, in poimence se s prožnim mednim obročem *ab* dá dokazati vzrok, zakaj da je zemlja oplošnjena (primerjaj §. 65.).

Pod. 63.



Sredobežna sila se mnogovrstno rabi v mehaniki in v tehniki, kakor n. pr. pri odsrednjem ravnaru parnih mašin in za čistenje trsténega sladora. Poslednji je sostavljen iz malih belih kristalov, ki so rujavo pobarvani sè sirupom, na njih visečim. Spravi se vlažna tvarina v bobnu podobne posode, ki imajo kakor sito luknjaste stene, in potem se te posode prav hitro vrte okrog svojih osi. Skorej ves sirup pobrizga skoz luknjice zavolj dobljêne sredobežnosti.

69 *O udáru.* Ako se telo, ki se giba, zadene ob drugo telo, dogodi se udar. Pri tem zamorejo se dogoditi prav raznovrstne prikazni po tem, kaka je tvarina, velikost, mér in hitrost udeleženih teles. Sploh naj bo omenjeno, da se pri udaru mehka, neprožna telesa za vselej oplošnjajo, prožna pa le začasno; dalje, da ima udar le takrat celo svojo moč, kader je osréden, t. j. kader je namérjen na težišče zadetega telesa.

Kako da se imajo trda telesa pri udaru, dá se prav lepo dokazati s kroglami iz slonove kosti, ki so na vrvcah obešene in ki dajo sledeči posledek:

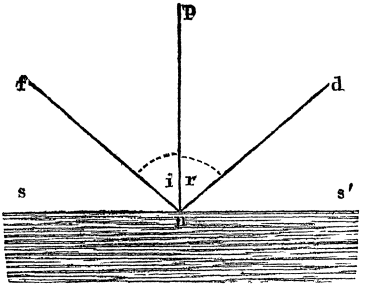
Ako gibajoče se telo udari ob mirno telo enake tvarine, neha gibanje prvega popolnoma, med tem ko se poslednje dalje giba s tisto hitrostjo, ktero je imelo prvo telo, ki je udarilo ob drugo. Ako je bila tvarina mirnega telesa veča od tvarine

onega telesa, ki se je v njega zadelo, je njemu podeljena hitrost po omeru tvarin manja od hitrosti gibanega telesa, in narobe. Zamore se tedaj z veliko tvarino male hitrosti podeliti malej tvarini velika hitrost, narobe pa zamore prav majhna krogla, ki z jako veliko hitrostjo zadene ob veliko kroglo, njo spraviti v gibanje.

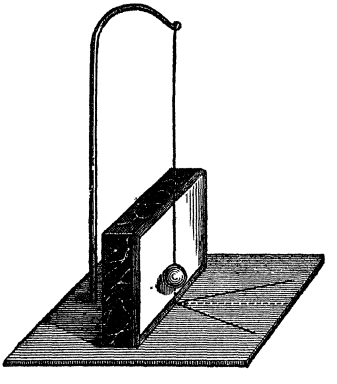
Padajoča toča in šprih (šreteljni) imata svojo pogubno moč le od svoje hitrosti.

Ako telo prileti navpično na plôh *ss'*, (pod. 64.) odleti, v ravno tisto mér nazaj vsled prožnosti obeh; ako se pa udar dogodi pod ostrim kotom *dns'*, odleti priletélo telo pod enakim

Pod. 64.

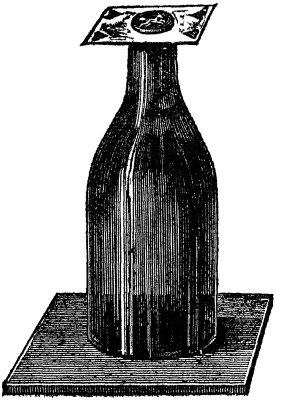


Pod. 65.



kotom v mér *nf*. To se da lahko dokazati s pomočjo male priprave (pod. 65.). Djanska uporaba tega godi se mnogokrat na biljaru in pri tako imenovanih ricochet-strelih (izgovori: rikošé) artiljerije.

Pod. 66.



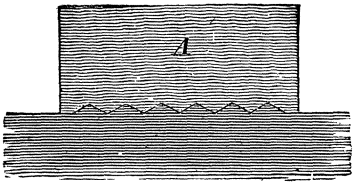
Gib se ne podeli vsem de- 70
lom telesa v isti čas, ampak najpoprej le tistim, na ktere sila, n. pr. udar neposrednje dela. Od teh delov se širi še le na druge. Slab udar zamore stekleno ploščo v oknu raztreti na vse strani, med tem ko krogla, iz puške izstreljena, le malo, okroglo luknjo v njo naredi, ker se takrat neposrednje zadeti deli stekla tako hitro od drugih odtrgajo, da njim podeljeni gib nima časa, dalje širiti se. Nekoliko na to, nekoliko na brez-

voljnost opira se to, da se sekira nasadi na toporišče, ako se s tem ob tla udarja; na dalje znana prikazen (pod. 66.), da majhen denar, položen na kvarto ravno nad grlo steklenice, v njo pade, če se kvarta hitro izpodbije, itd.

71 *Trênje.* Glavni zadržek gibanja je trênje. Ono pride od tod, ker ga ni telesa, čegar površje bi popolnoma gladko bilo. Ako se gleda najgladkeje telo, n. pr. uglájeno jeklo, vidi se, da je njegovo površje sostavljeno iz samih povišeb in globinic.

Ako se tedaj kako telo poriva po drugem, morajo se grbavice enega prizdigniti čez grbavice drugega, kakor je to pokazano v pod. 67. Kolikor niži so ti hribčeki, tedaj kolikor gladkeje je telo, toliko manje je trênje. Pri kapljinah, kterih deli so lahko premakljivi, je trênje razmerno prav malo. Ako se globinice površja napolnijo s kapljinami, n. pr. z oljem, z mastjo, sè smolnjakom, ali sè stvarmi, v prah zmletimi, n. pr. z v prah zmletim grafitom, se s tem trênje jako pomanjša. S takimi stvarmi se tedaj mažejo podvozi in drugi deli mašin.

Pod. 67.



Velikost trenja je dalje odvisna od težkote telesa, ki se ima gibati. Čim veča je težkota, tim veče je trenje. Na tem pa ni nič ležeče, kako veliki da ste površji, ki se drgnete eno ob drugo, kajti da se n. pr. 100 funtov železa po železnici poriva, treba je sile od $27^7/_{10}$ funtov, vse eno, ali se ta železna tvarina dotika šin v podobi plošče ali v podobi valjarja, ki se dá okrog svoje osi vrteti.

Upor proti gibanju, ki izhaja od trênja, je v mehaniki imenitna stvar, na ktero treba vselej dobro paziti. Sè skrbnostjo so se tedaj določili vsótnike trênja (Reibungscoëfficient), t. j. števila, ktera kažejo, koliki del je ta upor od tlaka, s kterim telo tlači svojo podlogo. Kakor je bilo že v §. 52. razloženo, je pri premikanju bremena po vodoravnem potu potrebna le tista sila, ki je primérna uporu, izhajočemu od trênja. Naj je n. pr. neko brême 500 funtov težko, njegov po skušnji najdeni vsótnik trenja pa naj je $^2/_5$, tedaj je potrebnih samo 200 funtov, da to breme premaknejo. V pod. 51. obrazovana priprava služi tudi za primerjajoče poskuse o drsnem trenju. Pokazuje se, da se telesa z drugačnim površjem tudi na drugač naklonjenej podlagi začenajo drsati.

Sicer je trênje mnogokrat od velike koristi. Ako n. pr. na ledu ali na gladkem podu izpodrsnemo, pride to od premajhnega trenja; konj včasih v posebnih okolnostih zamore več vleči, ako se voznik vsede na voz, in s tem trênje poveča. Pri

uporabi vijaka, klina, zagojžde, vrvce na kolovratu in širokega jermena, ki pri mašinah vrtenje prenaša s kolesa na kolo, dalje pri vseh zavornicah do zavornic pri vlakih na železnicah, vselej je trênje, ki nam korist daje.

c. O mehaniki.

Mehanika uči o silah in o gibanju. Naloga mehanikarjeva je, da napravi zahtevano gibanje z najmanjimi pripomočki. To nalogo reši z uporabo pripravnih orodij, ktera se imenujejo mašine (stroji). Ne more biti namen te knjige, široko polje mašinstva do dobrega obdelati. Pa vendar je prav, da se pečamo kolikor mogoče z mašinami, ki so postale tako rekoč pozemeljska moč. 72

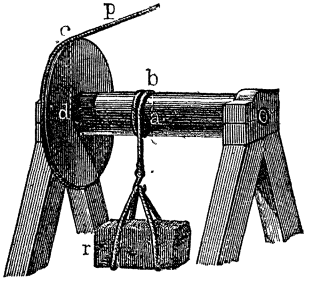
Mašine so ednostavne in zložene. S prvimi smo se že v poprejšnjem večidel spoznali, in te so n. pr.: vod, strmina, škripec in njih razne podobe, in vse naše navadne priprave in orodja so take ednostavne mašine.

Da, anatomija uči, da se skorej vsa gibanja naših udov godé po zakonih vóda.

Iz skupnega delovanja več ednostavnih mašin postanejo zložene, in kakor zamršene in težko razumljive se nam na prvi pogled časih dozdevajo, vender se vselej dado razložiti na one ednostavne mašine.

Kolo na vratilu, (pod. 68.), sostavljeno je iz valja, v mehaniki vratilo imenovanega, in iz kolesa, ki je na-nj tako nabito, da stoji navpično na vratilovo os, in da je njegovo središče v njej. Kader koli se kolo zavrti, mora se tudi vratilo zavrteti, in narobe. Na obodu kolesnem vleče na vrvi *cp* sila, da bi držala ravnotežje bremenu *r* na obsegu vratilovem. Sila in breme delate tukaj po zakonih vóda, razvitih v §. 48.; rama silina je polomer *cd* kolesa, rama bremenna je pa polomer *ab* vratila. Sila se ima tedaj proti bremenu obratno kakor polomér kolesa proti poloméru vratila. Ako je n. pr. *ab* samo petina od *cd*, zamore se na vrvi *cp* sè 100 funti držati v ravnotežji breme *r*, 500 funtov težko. 73

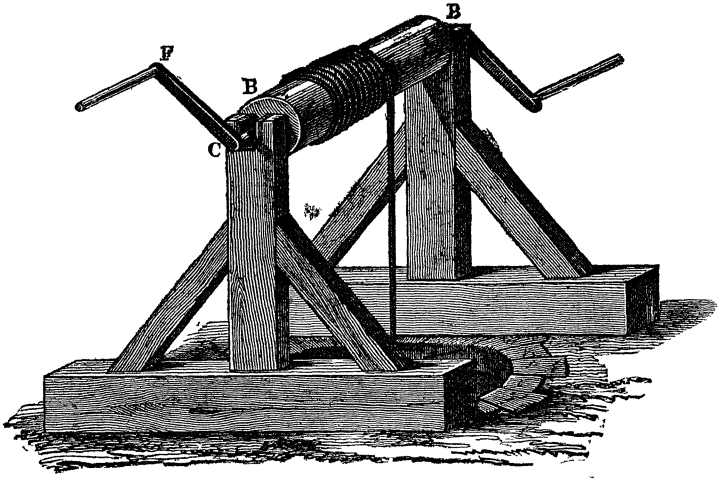
Pod. 68.



Namesto kolesa so mnogokrat na koncu vratila skoz njega navskriž vtaknjene motaroge, na kterih dela sila, in priprava se takrat imenuje motovilo z motarogami. Na njej je

rama silina tisti del motaroge, ki je med točko, na kterej dela sila, in med vratilovo osjo. Ako dela sila na ročici, imenuje se priprava motovilo z ročico (pod. 69.). Pri vretenu s

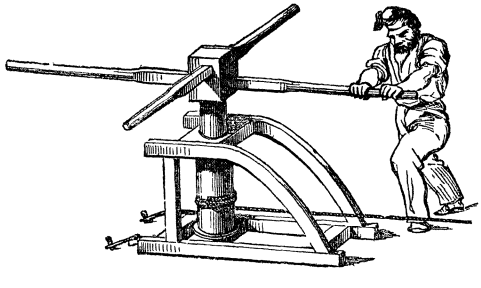
Pod. 69.



palci (Spiellrad) so po kolesnem obodu klinci ali palci, na kterih sila prijema.

Vitel (vinta) razločuje se od do zdaj omenjenih priprav v tem, da njegovo vratilo stoji navpično, kakor nam pod. 70. kaže pritlični vitel.

Pod. 70.



Iz vseh tukaj povedanih primerov se vidi, da sila zamore pri kolesu na vratilu delati na najmnogovrstniji način. Kolo na vratilu, se pokazuje v podobi zobatih koles, v podobi valjarja naših oknenih zastorov (rulet) in v podobi mlinskega kolesa.

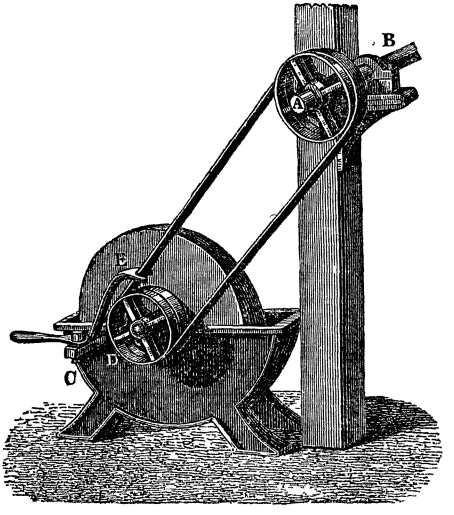
74 Prenašanje giba (transmissija). Vsaka mašina je sostavljena iz treh glavnih delov, namreč iz prvega, na kterem gibajoča sila dela, potem iz drugega, na kterem dela upor, ki se ima premagati, in zadnjič iz tretjega, med onima dvema ležečega, ki prenaša silo iz prvega dela na drugi. Pri ednostavnih mašinah, n. pr. pri vrželi, so vsi ti deli večidel iz enega kosa in ne ležé daleč narazen.

Temu nasproti je pa pri sostavljenih mašinah mnogokrat potrebna velika priprava, da vodi silo do tistega oddelka mašine, kjer se delo opravlja, n. pr. od zunanjega mlinskega kolesa do kamna, ki žito melje. Za prenos giba se imajo najbolj prenosna vratila, vrvca brez konca, posamna zobata kolesa in zobato kolesje sploh.

Ako stopimo v mehanično predilnico ali v mašinsko delalnico, vidimo na desnej in na levej strani hódnika po dolgej sobi celo vrsto mašin pridno delati, med tém ko nikjer ne vidimo take mašine, na kterej bi gibajoča sila neposredno prijemala. Ako pa pogledamo k stropu sobe, zagledamo vratilo, vrteče se, ki sega podolgama skoz celo sobo, in ki pride skoz lino v steni, in ki mnogokrat tudi gre skoz nasprotno steno še v drugo sobo, da tudi tje vodi gib. S tem prenosnim vratilom so zvezani na pripravni način posamni stoli, na kterih se dela. Tista sila pa, ki to prenosno vratilo vrti, dela zunaj poslopja, in je ali voda, ki goni kolo, ali pa parna mašina.

75 Vrvca brez konca se rabi, kader treba gib prenesti iz vratila, vrtečega se, na drugo s prvim vzporedno vratilo, ki je pa nekoliko oddaljeno od njega, n. pr. iz zgorej popisanega prenosnega vratila na vratila stolov, na kterih se dela. Zato so na vratilo na nekterih mestih nataknjena vretena, ki se z njim vred vrté in ki jim gre okrog ali vrvca ali pa jermen, ki tečeta sama v sebe nazaj, ki sta tedaj brez konca. Taka vrvca gre tedaj okrog pripravnega vretena na mašini, in tako na-njo prenaša gib.

Pod. 71.



Pod. 71. nam kaže vratilo AB, ki vrti brus. Ako hočemo

delo prenehati, potisnemo s pomočjo vóda *CDE* goneči jermen na drugo vreteno, ki je prav blizo zraven, ki pa ni trdno nataknjeno na brusovo os, ampak ki se da okrog nje vrteti, tako da se zdaj le vreteno vrti, brus pa ne. Taka pripravà imenuje se snemalo.

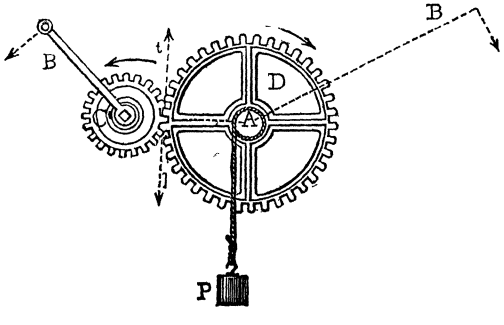
Vrvca brez konca je ali premo, kakor v pod. 71. ali pa navzkriž napeljana, kakor na navadnem kolovratu in na odsrednjej mašini (pod. 63.). Glede njenega delovanja je opomniti, da je ena njena polovina, ki se imenuje goneča stran, bolj napeta, kakor druga, kajti vreteno se ne bi moglo vrteti, ako bi bila vrvca na obeh straneh enako napeta.

Ako imate dve kolesi *A* in *B*, okrog kterih teče vrvca brez konca, enaka premera in ako se *A* zavrti, dobi *B* ravno tisto hitrost vrtenja kakor jo ima *A*. Ako je pak zavrteno kolo *A* veče od kolesa *B*, dobi poslednje večo hitrost, kakor jo ima *A*, in namreč po omeru premerov koles, tako da je na ta način mogoče napràviti prav hitro vrtenje koles, kakor n. pr. vretena na kolovratu, odsrednje mašine, itd.

Mislimo si dalje dve kolesi *A* in *B*, zvezani z vrvco brez konca, in da na vratilu manjšega kolesa *A*, čegar premer more biti $^1/_2$, $^1/_3$, $^1/_4$, $^1/_n$ od premera drugega kolesa *B*, dela dana sila s pomočjo ročice, stori ta sila ravno tisto, kakor da bi z ročico 2-, 3-, 4-, ali *n*kratne dolgosti vrtela neposredno vratilo večega kolesa *B*.

76 Zobata kolesa delajo tista kolesja, ki se v mehaniki tako mnogovrstno rabijo, in ki prenašajo gib od enega vratila na drugo, ki je blizo in ki je s prvim ali vzporedno ali pa proti njemu naklonjeno. Na obsegu se zobovi vrsté sè škrbami,

Pod. 73.



ki se tako vjemajo, da se ne more eno kolo vrteti, da ne bi se vrtelo drugo kolo v nasprotno mer.

Sicer pa velja o zobatih kolesih to, kar je bilo rečeno o vrvci brez konca, namreč da kolesa enakih premerov prenašajo gib nepremenjen od valja na valj; ako je pa prvo kolo veče,

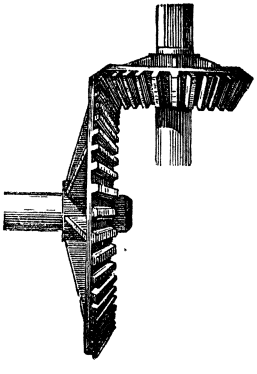
dobi drugo tolikokrat večo hitrost, kolikokrat je število njegovih zobov preseženo od števila zobov prvega kolesa. Drugo kolo zamore pa tretje, in to spet četvrto, itd., vedno manje in manje kolo vrteti in s tem se zamorejo dobiti zavrti (obračaji) povoljne in v posebnih okolnostih neznansko velike hitrosti.

Ravno tako se mora omeniti, da ako na vratilu manjega kolesa C dela dana moč F z ročico B (pod. 72.), in ako je premer manjega kolesa C, kakor tukaj, tretjina, ali $^1/_4$, $^1/_5$, $^1/_n$ od premera večega kolesa, da stori sila ravno tisto, kakor ko bi neposrednje na vratilu A večega kolesa D delala z 3-, 4-, 5- ali $n$krat daljo ročico (tukaj B'). Ker so pa take dolge ročice zlo nevkretne ali nikakor ne za rabo, zato se jemlje zveza več zobatih koles, kterih se najmanjše, ki ga sila neposrednje vrti (C, pod. 72.) gonjenik imenuje.

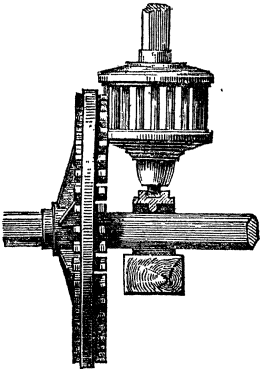
Lahko se razvidi, da se vse te prikazni godé narobe, ako se prenaša gib iz večega na manje zobato kolo, kakor tudi to, da trenje (drganje) jako slabí moč kolesja.

Preslice prenašajo gib iz vodoravnega vratila na navpično 77
vratilo (pod. 73. in 74.), in narobe, in o njihovem delovanju

Pod. 73.



Pod. 74.



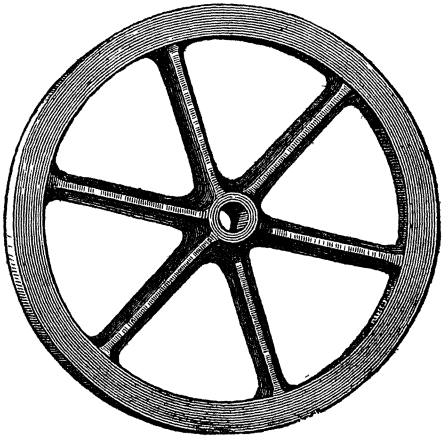
velja vse tisto, kar je bilo rečeno o zobatih kolesih sploh. Zobovi na kolesu z vodoravnim vratilom v pod. 74. imenujejo se palci.

Pravilni tek mašine bi se prav lahko skazil, keř gibajoča 78
sila ne dela vedno v enakošnej meri, in skorej nobeno delo ne bi se dalo z mašinami delati, ako ne bi imeli pripomočkov, razne hitrosti poravnavati.

V ta namen natakne se v večih delavnicah na gibno vratilo veliko, težko kolo iz litega železa, (pod. 75.) ktero se ž njim vred vrti in ktero se zamašnjak, ali gon (Schwungrad) imenuje. Ako se goneča sila naglo poveča, podelí se ta presežek sile tudi težkemu zamášnjaku, in njena moč

na tek cele mašine se manj čuti; ako pa nasprotno gibajoča sila pojema, ali celo za kratek čas preneha, ne gre zavolj tega mašina počasneje ali da bi celo ostala, ker po zakonih stanovitosti (§. 56.) zamašnjak pridrži saj nekoliko časa svojo hi-

Pod. 75.



trost in z njeno pomočjo tudi druge mašinske dele v pravem teku dotle, dokler gibajoča sila spet ne začne delati, kakor treba. Zamašnjak se rabi v valjarnah, v kovačnicah, pri stoječej parnej mašini, pri tokarni, pri žepnej uri in brusilec je od pazljivosti svojega pomagača tim neodvisniji, čim veče je kolo, na kterem ga pusti vrteti.

79 Izmed brezštevilnih mašin, namenjenih v raznovrstne svrhe, zdite se nam dve najbolj vredni bolj natankega popisa, ker je njuna naloga našim najsilnijim potrebam tako bližna, da je mikavno in koristno izvedeti, kako da ste narejeni. Te ste mlin, ki nam melje moko za vsakdanji kruh, in pa ura, ktere mali železni prst ravná in določuje dela in ravnanja celega širokega sveta.

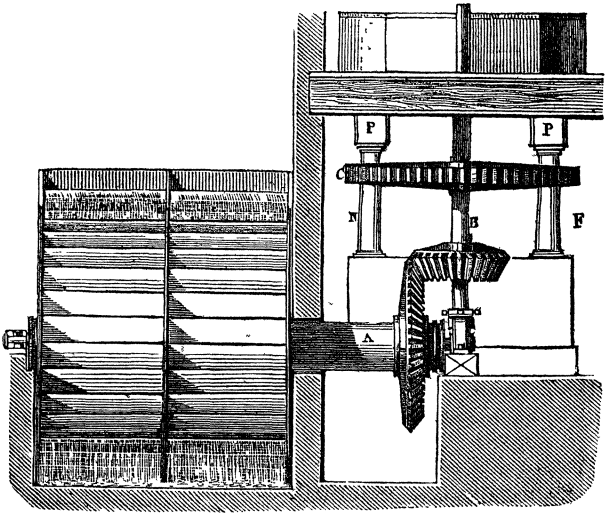
80 *Mlin.* V naših krajih skorej vse mline voda goni. Pri tem ali teče, pod mlinskim kolesom, in bije ob njegove lopate (kolo na lopate), ali pa teče po žlebu v korce, ki so na obsegu mlinskega kolesa (kolo na korce), ali pa bije ob žlice, ki so namesto kolesa zasajene v navpično stoječe vratilo (mlin na žlice) na ktero je na gornjem koncu nasajen mlinski kamen.

Kolo z lopatami vrti voda sè svojo hitrostjo, kolo s korci in mlin na žlice pa vrti voda z udarom in sè svojo težkoto. Od množine in od pada vode je odvisno, ktero teh treh vrsti mlin-

skih koles je koristneje postaviti. Mlin na žlice je najbolj navaden po goratih krajih Hrvaškega.

V pod. 76. imamo kolo na korce, ki obrača vratilo *A*. Vratilo drži v mlin, kjer je nanj nasajeno notranje kolo, čegar palci se vjemajo sè zobovi (z navlakami) preslice, tako da se vrtenje zunanjega kolesa prenaša na navpično preslično vratilo *B*, na

Pod. 76.

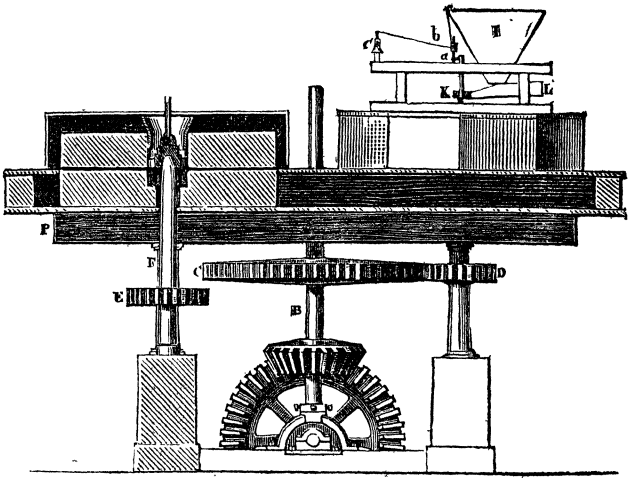


ktero je nasajen gornji mlinski kamen. Med tem ko se v tej podobi vidi le zveza mlina z vodno silo, kaže nam sledeča pod. 77. daljno sostavo mlina.

Kolo *C* ima nalogo, da žene dva kamna, kterih prvi se tukaj vidi v prerezu, drugi pa v svojej zunanjej podobi. Zatega voljo ste na navpičnih vratilih *F* in *N* zobati kolesi *E* in *D* tako pritrjeni, da se daste premikati in tako nastaviti, da se vjemate s palčnim kolesom *C*, in kader je to, začne mlin mleti. V našej podobi desni kamen melje, levi pa stoji. Na levem tečaju mlina hočemo pregledovati notranjo sostavo. Koželj *F* stoji s tečajem v šiški, in gre zgorej skoz mlinsko mizo *P* in skoz spodnji kamen (spodnjak). Na svojem zgornjem koželjastem (kegljastem) koncu nosi to vratilo še zgornji mlinski kamen (vršnjak), ki je na-nj pritrjen sè železno nasado, poprica imenovano, in se tedaj s koželjem vred vrti. Med obema mlinskima kamnoma je prav malo prostora, in skrbno se pazi na to, da je zgornji kamen prav v svojem težišču nasajen, da je tedaj med kamnoma povsod enako mnogo prostora. Poprica ne zapira popolnoma žrela, ki je v sredi gornjega kamna, ampak v njej je nekoliko luknjic, skoz ktere pada žito doli med kamna, kjer se vsled vrtenja gornjega kamna smelje v otrobe in moko.

Zato pa mlinar drugo proti drugej obrnjeni plati obeh kamnov skleplje z oskrvi, da dobite male grčice, ktere pri mlévi delajo podobno škarjem. Sredobežno gibanje spravi smletev počasi

Pod. 77.



izpod kamnov v krog, iz kterega pada skoz zarezo v sito (mikec). Mikec, naprava v mlinskem košu za razločitev otrobi od moke, ni načrtan v gornjej podobi, da ni cela stvar preveč sostavljena in tedaj težę razumljiva. Giblje ga podaljšano vratilo *B*.

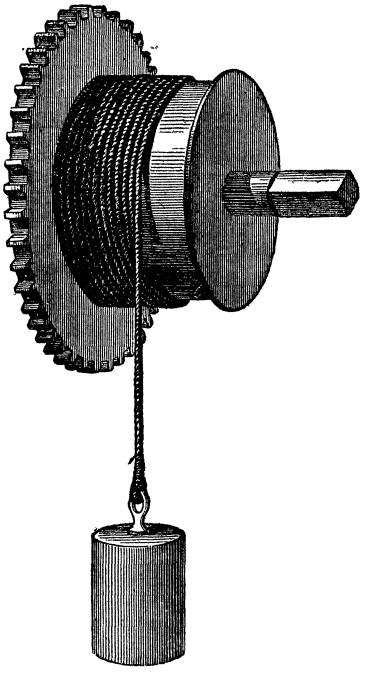
Žito se vsúje v lijasto škrinjo, grot imenovano, ktero zdolej napošev postavljena škatljica *L*, klepetec imenovana, skorej popolnoma zapira. Na podaljšanem vratilu, ki nosi zgornji kamen, je več palcev *K*, ki se med vrtenjem malo zadevajo ob klepetec, tedaj ga stresajo, da zrna počasi doli zdrčé in v žrelo gornjega kamna popadajo.

Zvonček *C* naznani mlinarju, kdaj da grot *I* nima skorej nič več žita v sebi. Pri zvončku je namreč kladivec, od kterega gre vrvca do klinca *b*, in od tod preko škripca v grot. Na njenem koncu privezano je veliko ali lahko poleno, ktero mlinar, kádar žito vsipa, pod to pritisne, tako da je klinec *b* tako visoko, da ga palec *a* med vrtenjem vratila ne dosega. Žita je pa počasi na zadnje tako malo v grotu, da ne more več onega polena k dnu pritiskati, poleno se vzdigne, klinec *b* pade tako globoko, da se palec *a* va-nj zadene vsakikrat, ko se vratilo zavrti, in tako bije kladivec na zvonček *c*.

Premer mlinskega kamna je navadno 4 čevlje. Zgornji kamen zavrti se po priliki vsake minute 70krat, in na en kamen se smelje v 24 urah 500 do 600 funtov rži,

Ura. Ako je mogoče kakemu telesu podeliti popolnoma 81
enakošno gibanje, tako da v enakih oddelkih časa prehodi enake prostore, zamore nam to gibanje opravljati imenitno službo, da nam čas meri, in to je tista naloga, ki jo dajemo dobrej uri. Lahko bi bilo rešiti to nalogo, ako bi nam bile na službo sile, ki bi delale popolnoma enakošno. Temu pa nikakor ni tako, ker ne delate vselej enakošno ne utež in ne zmet (pero), kteri ste se pokazali, da ste najbolji za gibanja naših ur.

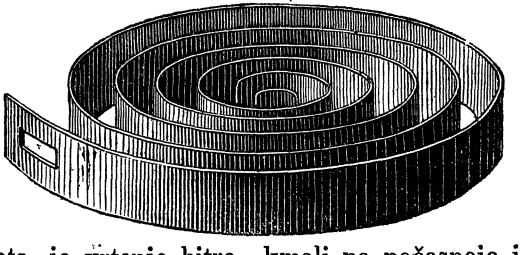
Pod. 78.



Ako navijemo (pod. 78.) vrvco, na kterej visi utež, na vratilo, ki je združeno sè zobatim kolesom zavolj prenosa giba, bode to napravo utež, ki vleče navzdol, od začetka počasi, potem pa vedno hitreje in hitreje vrtela, ker utež kakor padajoče telo (§. 60.) zadobi brzo pospevašeno hitrost.

Ako pa rabimo pero ali zmét, ki ni druzega, kakor prožni jeklení trak (pod. 79.), čegar zunanji konec je pribit na negibno mesto, notranji konec pa na os, ki je samo okrog sebe vrtilna, je pa stvar tako-le: Ako se zmet navije, mora potem ta naprava, sama sebi prepuščena, zavolj prožnosti zmeti vrteti os v nasprotno mer (pod. 80.). Od začetka, dokler je zmet

Pod. 79.

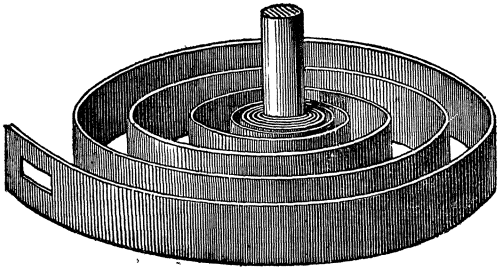


močno napeta, je vrtenje hitro, kmali pa počasneje in preneha popolnoma, kader zadobi zmet spet svojo prvotno podobo.

Kolesja, ki jih tam z utežjo, tukaj sè zmetjo v gib spravimo, dobivala bi prerazlično hitrost v vrtenju, tako da njih

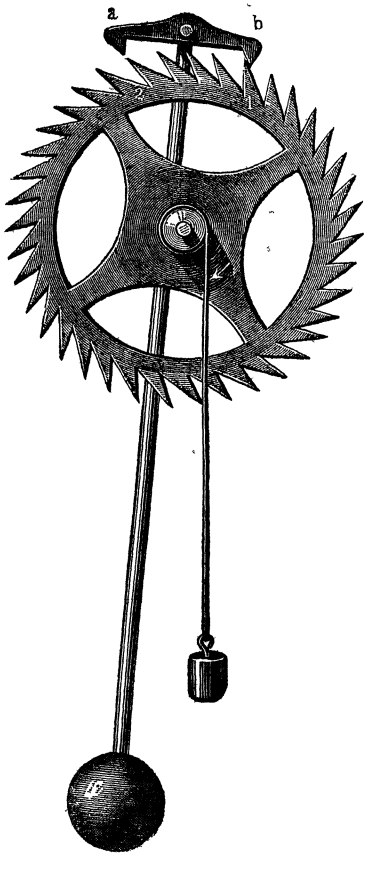
gnani kazalec na cifrenici ne bi mogel uro za uro prehajati enakih prostorov.

Pod. 80.



82 Ako pa odvijanje vrvce, ki je dela padajoča utež, ustavljamo z oviro, ki se hitro eden za drugim zatika med zobe vrtečega se kolesa, je jasno, da utež ne more dobiti pospeševane hitrosti, da se tedaj vrvca počasi in pravilno odvija in da vratilu, na ktero je privezana, kakor tudi s tem zvezanemu kolesju podeli primerno gibanje. Ako je nadalje navita in tedaj napeta zmet s pomočjo svoje osi zvezana s kolesjem, in ako se kolesje tudi zavira prav hitro eden za drugim vsakikrat le za trenutek, ne more se zmet na enkrat razviti, ampak njena moč se razdeli na dalj časa.

Pod. 81.



To premišljevanje vodi nas do primerne naprave na vseh naših urah, ki se imenuje ravnalo (echappement).

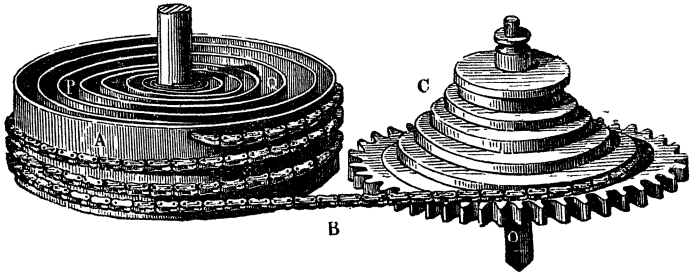
Naj bolje se da napraviti ravnalo, ako se nihalo vzame na pomoč, o kterem smo v §. 62. slišali, da vsi njegovi nihaji trpe enako dolgo, ako niso preveč široki.

V pod. 81. je zobato kolo, zvezano z osjo, na kterej utež vleče in nad njem je obešeno nihalo, čegar gornji del, sidro imenovan, ima dve kljuki *a* in *b*, ki ste zato, da se zatikate med

zobe kolesne. Lahko se sprevidi, da se, ako se to nihalo niše, njegovi ključki zdaj na levej, zdaj na desnej strani zatikate med zobe kolesne, in da tako morate vsakikrat za kratek čas zavreti kolo v gibu, s čimur se pospeševana hitrost padajoče uteži spremeni v enakošno. Ako sidro leži vodoravno, ste obe ključki zataknjeni za zob in ovirate vrtenje zobatega kolesa popolnoma, tako da se, kakor je znano, ura z nihalom more ustaviti, ako se nihalo zadrži nekoliko trenutkov v navpičnej legi, in da se spet zažene, ako se v nihalo malo dregne.

Žepne ure uravnati je pa že bolj težko, ker se v nje ne 83
da vdelati nihalo. Najpoprej so poskušali uravnati moč zmeti s pomočjo polžastega kolesa *C*, (pod. 82.) z napravo, ki

Pod. 82.



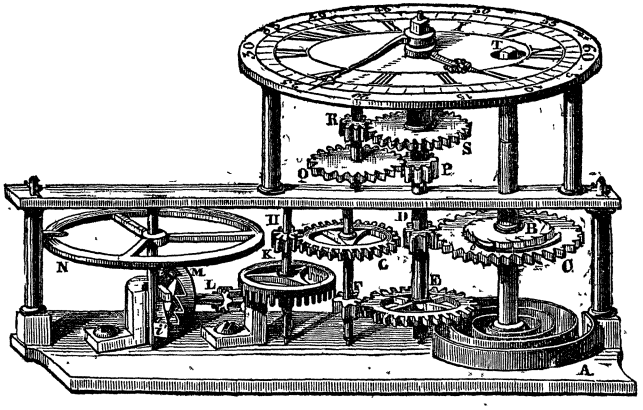
se največkrat nahaja na starejih urah, na tako imenovanih urah na vretence.

S ključkom zavrti se čunjasto kolo *C*, čegar gornji del ima polžasto zavite zavóje. Verižica veže to kolo sè zmétnico *A*, na ktero je verižica prikovana in navita. Na znotranjej strani zmétnice je pritrjen en konec zméti (peresa), njen drugi konec je pa pripét v negiben klinček. Ako se tedaj pri navijanju ure verižica iž zmetnice na zavóje polžastega kolesa navije, se zmetnica večkrat zavrti in tedaj napne zmet, ki se pozneje, ko se mašina sama sebi prepusti, spet razvija in zmetnico *A* v nasprotno mer vrti. Pri tem vrtenju mora pa zmetnica s pomočjo verižice tudi polžasto kolesce *C* vrteti, čegar zobovi zadnjič tudi drugo kolesje v uri v tek spravijo. Koj potem, ko smo uro navili, ko je tedaj zmet najbolj napeta, vleče z verižico nanajgornjem zavoju polžastega kolesca, kteri zavoj ima najmanji premer, in v tej meri, kakor se zmet razvija, tedaj kakor njena napetost pojema, se zavoji večajo, tako da vedno slabeja sila prijema na vedno večej vódovej rami in da se različnost giba tako uravna, da je prav koristno za naše namene.

Za popolno uravnavo pa tukaj popisana naprava ni dovoljna, da, pri novejih urah, ki imajo bolj popolna ravnala, so jo odpravili popolnoma. V sledečej podobščini (pod. 83.) vi-

dimo vse kolesje navadne žepne ure, v kterej smo pa zavolj veče razločnosti izpustili polžasto kolo, in vse osi, kolesca noseče, so bolj dolge, kakor so v resnici. Že tukaj naj bo

Pod. 83.



rečeno, da so kolesa *P*, *Q*, *R*, *S* kazalo (kazalo kolesje), vsa ostala kolesa pa da so hodilo ure (kolesje za hod).

S pomočjo vratila za navijanje *T* napne se zmet *A*, ali kakor se reče, ura se navije, in zatem zmet sè svojo prožnostjo vrti v nasprotno mer svojo lastno os in tudi na njo nataknjeno zobato kolo *C*, ki se spodnje kolo imenuje.

Spodnje kolo se ujema najpoprej z gonjenikom *D*, in spravi s pomočjo tega kazalo v gib. Napetost zmeti in delovanje ravnala, ktero bomo še le pozneje popisali, morate biti tako uravnani, da se os manjega kolesa *P*, minutno kolo imenovanega, obrne enkrat vsako uro. Na konec te osi, nad cifrenico, je nataknjen kazalec, ki kaže minute, ki tedaj v 12 urah naredi 12 obhodov.

Znano je pa, ka mora kazalec, ki kaže ure, v ravno tistem času narediti samo en obhod. Najpoprej omenimo, da je os kazalčeva, ki ure kaže, votla, da se v podobi cevi vrti okoli osi minutnega kazalca, in da na svojem koncu nosi zobato kolo *S*. Pregledujmo dalje, kako se z uporabo več zobatih koles (primerjaj §. 76.) dvanajst obračajev minutnega kolesa *P* spremeni v eden obračaj kolesa *S*, ki ure kaže. V ta namen ima minutno kolo osem zobov in se ujema s kolesom menjačem *Q*, kteri ima 24 zobov, zavolj česar se os poslednjega, z na-njo nataknjenim gonjenikom *R* vred, v 12 urah samo štirikrat zavrti.

Gonjenik *R* ima 8 zobov, ki se vjemajo z 32 zobmi úrinega kolesa *S*, ki se tedaj samo enkrat obrne med tem ko se *R* štirikrat in minutno kolo dvanajstkrat obrne.

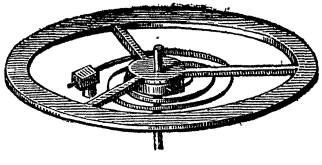
Ako pregledujemo dalje hodilo (kolesje za hod ure), vidimo, da srednje kolo *E*, gonjenik *F*, menjač *G*, gonjenik *H* prenašajo gib in da vrte palčno kolo *K*, ktero s gonjenikom *L* svoj gib podeluje vodoravno ležečej osi sè stopnjatim kolesom *M*. Pred stopnjatim kolesom vidimo postavljeno navpično os, vretence, ktera nosi prav zgorej zamašnjak *N*, (primerjaj §. 78.) kimavica ali ravnotežnica (balansier) imenovani, bolj zdolej pa dve medni peroti *ii'*, kterih medsebojna událjenost je enaka premeru stopnjatega kolesa *M*, in ktere ste na vretencu postavljeni med seboj navpično (pravokotno). Ti deli sè stopnjatim kolesom vred so ravnalo kolesja v uri.

Ako se namreč sreča zob na gornjem delu stopnjatega kolesa *M* s perotko *i*, sune zob perotko nazaj. Koj potem sreča se pa spodnja perotka *i'* z enim izmed spodnjih zobov od *M*, ki jo sune naprej, tako da ste dotle, dokler se stopnjato kolo vrti, perotki *ii'* premenjema naprej in nazaj sovani. Iz tega se vidi, da zavolj tega mora vretence s kimavico vred naprej in nazaj kimati in to vselej za četvrt obhoda. Vselej pa, kader se perotka zadene ob zob stopnjatega kolesa, dobi tudi to kolo od kimavice udarec proti nazaj, ker kimavica takrat še ni bila izgubila vse svoje hitrosti, s čimur je tedaj stopnjato kolo nekoliko zadržano ali zavrto.

Ako bi popisani nihaji kimavice, kakor nihaji nihala, vsi enako dolgo trpeli, bi tudi opovire, ki iz tega izhajajo, vse enako dolgo trpele in bil bi tedaj hod ure pravilen. Temu pa ni tako, ker je zmet sama tista gibna moč, ki od začetka vzrokuje nihaje kimavice in je vedno nareja, tako da se raznosti njene gibne moči prenašajo tje do kimavice.

Bitno poravnajo se pa te nepravilnosti, ako se na kimavico pripnè prav ozka zmet, spiralka (pod. 84.) Ako se v to pripravo, nepokoj imenovano, le malo zadene, začne se nihati tako, da njeni nihaji vsi skorej enako dolgo trpé kakor na nihalu, samo da nepokoj niše v vodoravnej ravnici, nihalo pa v navpičnej, in da prožnost spiralke vzdrži nepokoj v nihanju, nihalo pa težnost zemeljska.

Pod. 84.



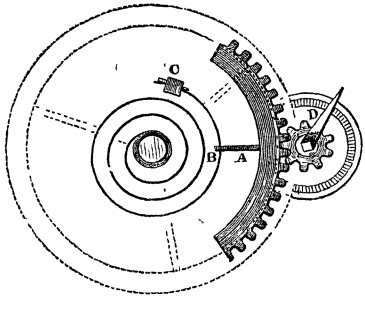
Tako je bilo mogoče, tek žepnih ur uravnati, in res, kar se rabi spiralka pri njih, mogoče jim je dati najpravilnejši tek.

Ker po tem, kar je bilo ravno rečeno, tek ure uravnavajo nihaji nepokoja, morajo biti ti prav določenega trpeža. Ura gre prehitro, ako nepokoj prehitro niše, prepočasi pa, ako so nihaji nepokoja prepočasni. Zato mora biti pripomoček,

da se dá nihajem nepokoja natanko tisti trpež, ki ga je treba. To se zgodi s tem, da se spiralka po potrebi podaljša ali prikrajša, šaj je razumljivo, da bo spiralka bolj napeta, ako se prikrajša, in da manj, ako se podaljša, in da se v enakej meri s tem tudi število nihajev v nekem določenem času poveča ali pomanjša.

V to služi poprava (korrekcija, pod. 85.). Spirala, ki jo držé kleščice *C*, gre pri *B* skoz zarezo ročice *A*, ki je sè zobatim krogovim krajcem iz enega kosa delana. Tega je posledek ta, da je prožnost spiralke delavna še le od mesta *B* dalje. Ako se tedaj kazalec *D* na eno ali na drugo stran zavrti, premakne se primerno tudi ročica *A* zavolj tega, ker se gonjenik vjema sè zobovjem krogovega krajca, in s tem se spiralkini nedelavni kos *BC* ali podaljša ali prikrajša, in tedaj dá nihajem potrebni trpež.

Pod. 85.



84 Ure na valj razločujejo se od popisanih ur na vretence v tem, da se pri poslednjih tek ravná s po koncu stoječim stopnjatim kolesom (*M*, pod. 83.), med tem ko se pri urah na valj zobovi ležečega kolesa vjemajo sè zarezami votle nepokojeve osi, ktera os se valj imenuje. Ta naprava je od te koristi, da se ure na valj zamorejo narediti prav ploščnate, zavolj česar so lože nositi in zavolj česar se že od zunaj ločijo od drugih.

85 Glede na zgodovino je omeniti, da v starih časih ni bilo ur s kolesjem, in da se ne vé za gotovo, kdo in kdaj jih je izumil. Umetna kolesja, posebno v zveždarske namene, nahajajo se najpoprej po samostanih, in tam je skorej gotovo tudi živel tisti, ki je iznašel ure z utežmi.

Iznajdba žepne ure pripisuje se navadno Norinberščanu Petru Hele-tu (1500), in njegove ure imenovali so zavolj njihove podobe Norinberška jajca.

Gotovo je pa, da je potrebno natančnost v teku ur dosegel še le slavni holandski fizikar Huygens (1657), ki je prvi izpeljal misel, rabiti nihalo in spiralko za ravnala pri urah.

B. Ravnotežje in gibanje kapljivih teles.

Posamni delki kapljin se sicer za spoznanje privlačijo, 86
ali vender tako slabo, da se lahko dajo premikati in drug od drugega odločiti. Iz tega postane tista znana velika gibljivost kapljin, ker vsak njihovih delov zamore slediti privlačnosti zemeljskej. Vse prikazni, ki jih bomo tu premišljevali, se dajo razložiti iz teh poglavitnih lastnosti kapljin.

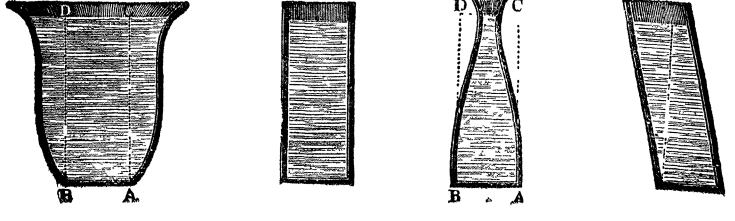
Kapljina je v ravnotežji, ako so vsi na njenej prostej površini ležeči delki enako udaljeni od zemeljskega središča. Tedaj mora površje vsake mirne kapljine biti del krogline ploskve. In temu je res tako, in na večih vodah, n. pr. na površji morja, jasno očevidno. Manjše ploskve kapljin se pa kažejo v ravnotežji kakor popolne ravnice, tako imenovane gladine ali lica, ki ležé pravokotno proti meri teže.

In res ako se kteri del kapljine prizdigne nad druge, nastane zavolj lahke premakljivosti delkov gibanje dotle, dokler ne pridejo vsi spet v svojo ravnotežno lego. Reke tečejo proti morju zato, ker se hoče vsa voda na zemeljskem površji spraviti v ravnotežje.

Iz omerov ravnotežja pri kapljinah sledi, da v posodah, kterih eden del je širji kakor drugi, ali v različnih posodah, ki so med sabo v zvezi in se tedaj *staknjene* ali *občevalne* posode imenujejo, da v vseh stoji kapljina enako visoko nad dnom. To nahajamo potrjeno pri škropilnicah, pri čajniku, pri oljenki, v kterih na pravah stoji kapljina v ožem delu ravno tako visoko, kakor v širjem. Ako se studenec, izvirajoč na višavi, napelje po cevih v ravnino, narejajo cevi z vodnjakom občevalno posodo, v kterej se v vseh njenih delih, voda enako visoko vzdiguje, tako da se iz tega razloži naprava *vodometov*.

Velikost tlaka, s kterim tlači kapljina na dno posode, ni 87
nikakor odvisna od tega, koliko kapljine je v posodi, ampak edino le od tega, kako visoko stoji kapljina v posodi in kakšino je dno posode. Z najravnovrstnejšimi poskusi je dokazano, da ako sta dno in visokost različnih posod enaka, kakor je to v podobščinah 86., 87., 88. in 89., da je tlak kapljine na dno pri vseh ravno tisti. Množina kapljine v teh posodah je pa,

Pod. 86. Pod. 87. Pod. 88. Pod. 89.



kakor se vidi, prav različna. Tedaj se zamore z malo kapljine napraviti velik tlak, ako se kapljina vlije v ozko cev, ki je prav visoka in ki se spodej precej razširja. Učinek je potem ravno tisti, kakor da bi cev do vrha imela ravno tisto širokost, kakor pri dnu.

Ako je kubični palec vode 1 lot težak, in ako meri dno posode 32 kvadratnih palcev, in ako stoji v posodi voda 1 palec visoko, je tlak na dno enak 1 × 32 kubičnih palcev vode, ki so skup 32 lotov ali en funt težki.

Ako je pa vodni steber (slop) 100 palcev visok, je tlak na dno enak 100 × 32 kubičnih palcev vode ali enak 100 funtov. Kapljina tlači tudi na stranske stene posodine, in na enako velike dele stranskih sten je tlak tim veči, čim bliže dna so ti deli. Da se ta tlak da porabiti za gibno silo, lahko se pokaže na prikladnih pripravah, kakoršne so Segner-jevo kolo in turbina.

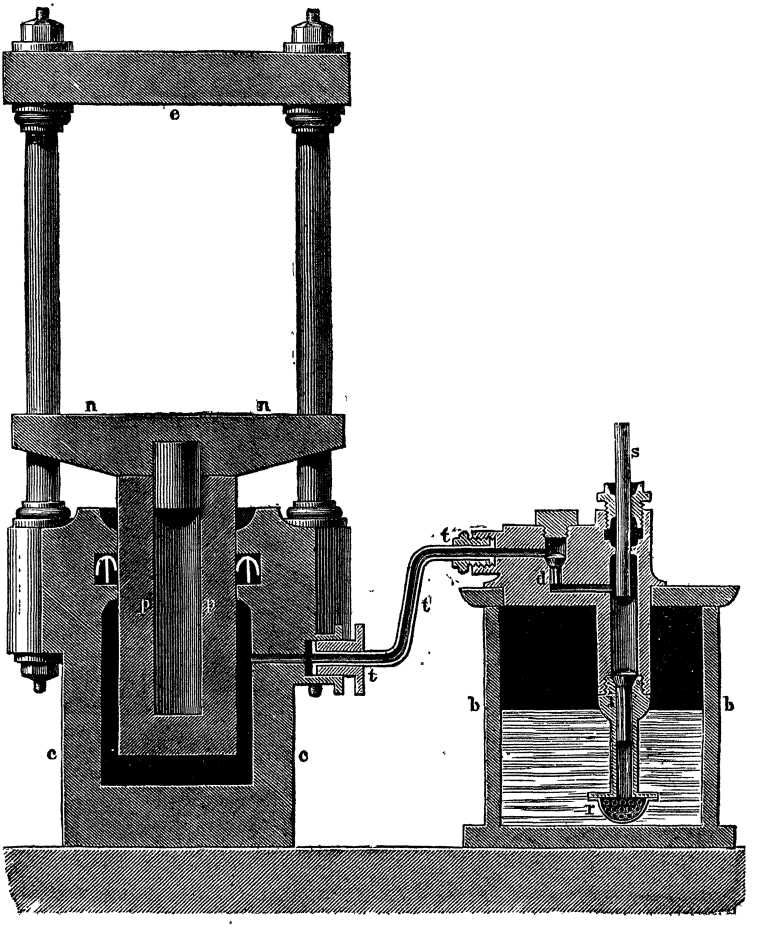
88 **Ako je en del površja kakove kapljina podvržen nekemu tlaku, širi se ta tlak enakošno na vse strani.**

V posodo, od vseh strani zaprto, izrežem zgorej in na strani luknjo, vsako kvadratni palec veliko. Stransko luknjo zamašim sè zamaškom, napolnim posodo do vrha z vodo, in pritiskam zdaj s pahom skoz gornjo luknjo na vodo sè silo od 100 funtov. Vsaki del sten te posode, ki je en kvadratni palec velik, mora zdaj zdržati tlak od 100 funtov, delajoče od znotraj proti zunej. Ako je površina posode 60 kvadratnih palcev velika, je vkupni tlak na stene 60 × 100 = 6000 funtov. V stransko luknjo zataknjen zamašek mora zdržati tlak od 100 funtov. Ako ga ne more zdržati, izžene ga tlak iz luknje. Ako bi bila stranska luknja 2 kvadratna palca velika in s ploščo zaprta, morala bi se plošča od zunaj z močjo od 200 funtov pritiskati, da bi držala notranjemu tlaku ravnotežje. Iz tega se razloži, zakaj da morajo stene tistih posod, v kterih se kapljine tlačijo, imeti primerno debelost. Ako steklenico napolnimo zvrhoma z vodo, potem zamašek na vrat nastavimo in na-nj malo udarimo, da bi ga v vrat potisnili, bo gotovo razletela se steklenica. Da se to ne dogodi, zato se pri napolnovanji z vinom steklenice, ki jih treba dobro zamašiti, nikdar ne napolnijo zvrhoma z vinom, ampak pusti se v vratu vselej palec visoka lega zraku, ki zavolj svoje lahke stisnosti odpravi ono nevarnost.

89 *Hidravlično tiskalo* (vodno tiskalo) opira se na uporabo gornjega zakona. To tiskalo obstoji iz tlačilnega smrka, čegar zunanjo podobo kaže podobščina 90., njegov prerez in zvezo s tiskalnico pa podobščini 91. in 92. To zveza dela cev *tt*. Vidimo tukaj, da je v votli valj *cc* spuščen bat *pp*, kteri nosi zgorej ploščo *nn* in se da gori in doli premikati. Prizdigovanje bata godi se s pomočjo vodnega tlaka.

Ako se goni bat *s* tlačilnega smrka gori in doli, žene se voda skoz cev *tt* v votlino valja *cc* in potiska se tedaj bat *pp* navzgor. Kolikokrat je dolnja ploskev tiskalničnega bata *pp* veča, kakor je prerez bata *s* v smrku, tolikokrati je tudi sila, s ktero se tiskalnični bat žene navzgor, veča od sile, s ktero se navzdol pritiska bat *s* v tlačilnem smrku. Naj je prerez od *s*

Pod. 91.

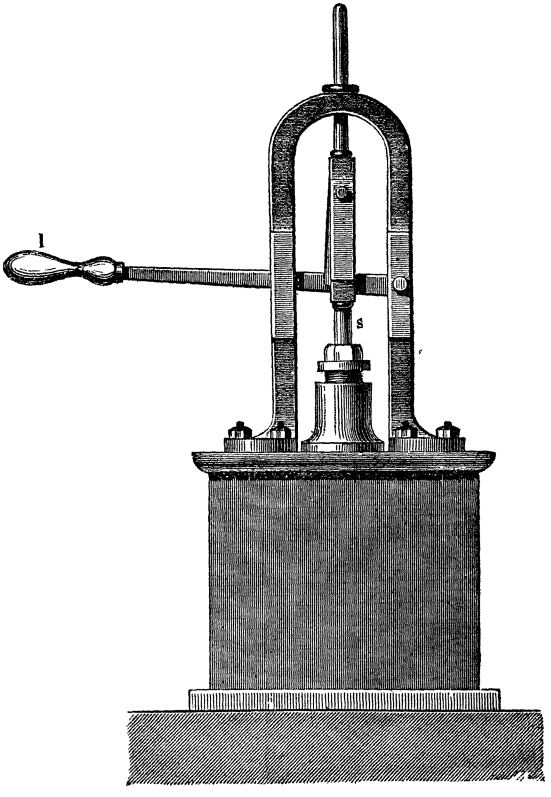


enak 1 kvadratnemu palcu; prerez od *pp* pa enak 100 kvadratnim palcem. Ako se zdaj *s* sè silo od 600 funtov navzdol pritisna, kar se s pomočjo vóda *l* zamore storiti sè silo le 100 funtov veliko, tlači se tiskalnični bat *pp* sè silo od 60000 funtov navzgor in tedaj se z ravno tisto silo stiska stvar, ki je

denemo med ploščo *nn* in med trdno oporo *e*. Majhen prostor, ki ga zavzame vodno tiskalo in njegova priložnost mu mnogokrat dajejo predstvo pred tiskali z vódom in z vijakom.

90 Ako skušamo ktero-koli prazno posodo, n. pr. kupico ali vedro z dnom naprej v vodo potopiti, čutimo vselej znaten upor; potrebna je neka sila, da se na ta način spravi posoda pod vodo. Koj ko ona sila popusti, se potopljena stvar spet vzdigne na vrh. Očevidno je, da dela na potopljeno stvar nek

Pod. 90.

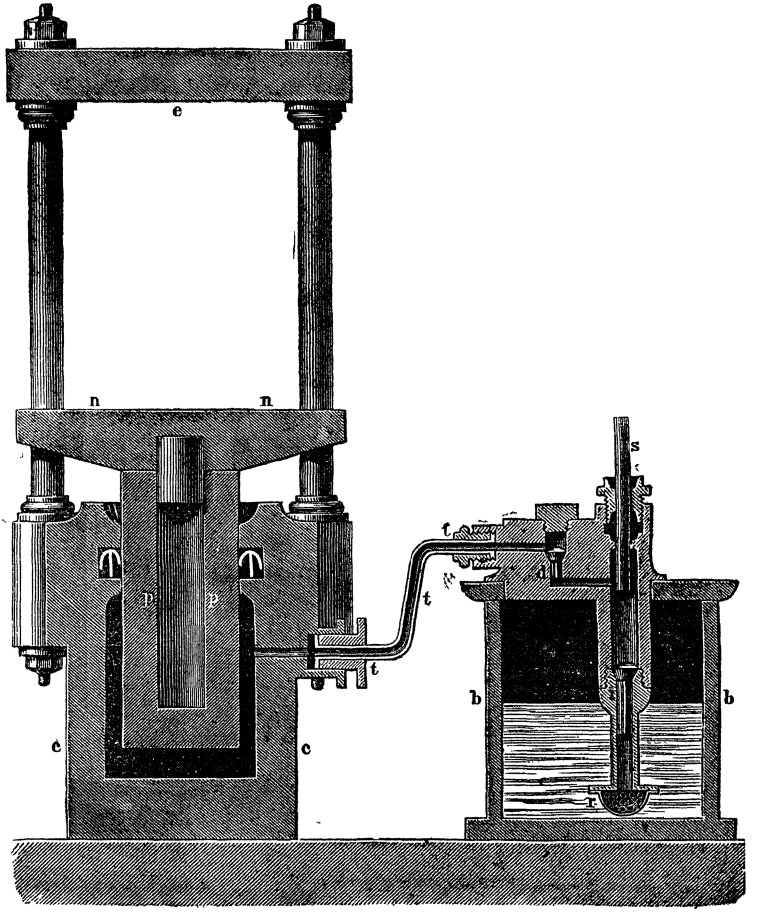


tlak od spodej gori, ki je vzrok tej prikazni, in ki se **vzgon** imenuje.

Tlak je enak težkoti vodnega stebra (slopa), ki ima tisti premer kakor potopljena stvar, in kterega visina sega od dna potopljene stvari do vrh vode. Ako n. pr. dno vedra meri 1 kvadratni čevelj, in ako smo vedro en čevelj globoko potisnili v vodo, je vzgon enak težkoti kubičnega čevlja vode ali enak

56 funtov 13 lotov. In res ako se vlije v vedro kubični čevelj vode, drži se zdaj vzgonu ravnotežje, tedaj se on ne čuti več, akoravno je še vedno delaven. Iz povedanega se dá sklepati, da trpé vse v vodo potopljene stvari tak vzgon, čegar moč se pa po različnej gostoti potopljenih stvari tudi različno pokazuje, kar bomo v sledečem preiskavali.

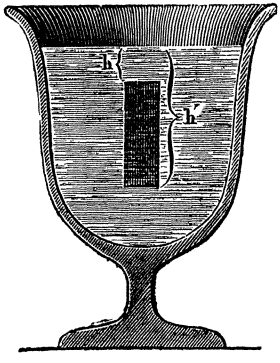
Pod. 92.



V pod. 93. vidimo v vodo potopljeni valj. Voda, ki ga obdaja, tlači na vso njegovo površino. Vsaki od strani na-nj delajoči tlak uniči enaki tlak od nasprotne strani. Tudi na dolnjej ploskvi valja srečate se dve v nasprotno mér tlačeči sili. Navzdol tlači valjeva težkota z vodnim stebrom *h* vred, ki je nad

njim. Temu nasproti pa dela na dolnjo ploskev vzgon, kteri je po zgorej povedanem enak težkoti vodnega stebra, ki ima tolik prerez, kolikoršnega ima valj, in toliko visokost, kolikor je od dolnje valjeve ploskve do vrh vode, tedaj enako h'. Ako smo za ta poskus izbrali telo, ki ima toliko gostoto, kolikoršno ima voda, je vsóta iz valjeve težkote in iz vodnega stebra h, tedaj navzdol tlačeča sila, enaka težkoti vodnega stebra h', ki predstavlja vzgon. Oba na valj delajoča tlaka držita si tedaj ravnotežje; valj se tedaj ne vzdiguje, pa se tudi ne potaplja bolj globoko. Dá se dokazati, da vzgon popolnoma uniči težkoto tega telesa, in to s tem, da obesimo valj z nitjo na prečko vage. Vaga ne izgubi ravnotežja ravno tako ne, kakor ne, ko bi na stolu ležeč kamen z nitjo privezali na njeno prečko.

Pod. 93.



Ali kako je pa stvar, ako je potopljeno telo veče ali manje gostote, tako da ima sicer ravno tisto prostornino, pa večo ali manjo težkoto kakor ta valj?

Takrat je tlak vode na valj ravno tisti. Ali, ako je valj laži, ne more držati ravnotežja tlaku vode, prizdigne se tedaj k višku in plava po vodi; ako je pa valj teži od gori imenovanega valja, zamore sicer voda nositi nekoliko njegove težkote, ali vse ne, in valj se potopi na dno.

91 Iz prejšnjega razviti in po njegovem najdecu Arhimedovi imenovani zakon se glasi:

„Vsako telo, v kapljino potopljeno, izgubi toliko od svoje težkote, kolikor vaga kapljina, ktere mesto zavzame telo.“

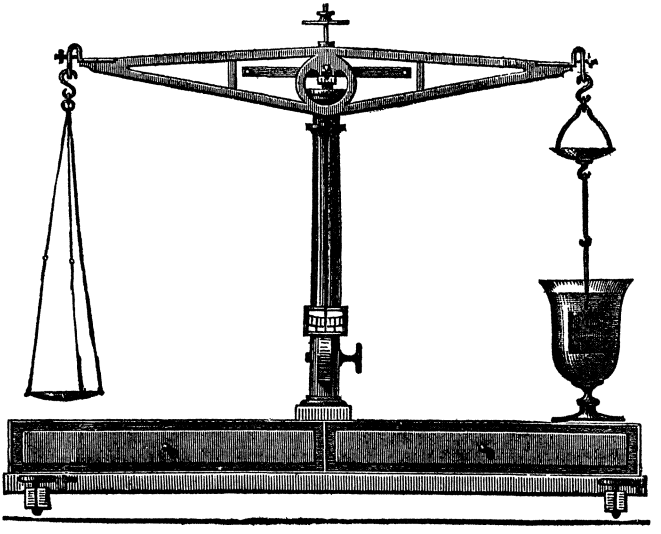
Nekteri prav navadni primeri služijo za dokaz rečenega. Lahko se z vodo napolnjeno vedro prizdigne, sem ter tje giba, dokler je pod vodo, ker ta nosi vso njegovo težkoto. Zunaj vode je pa za to potrebna moč, ki je primérna celej težkoti bremena. Ravno tako zamoremo človeka v vodi z enim prstom prizdigniti in premikati.

Za plavajoča telesa, ki so le nekoliko potopljena v kapljine, velja sledeči zakon: Težkota plavajočega telesa je enaka težkoti vode, ki zavzame tisti prostor, kakor njegov potopljeni del.

92 Na Arhimedov zakon se opirajo sledeči načini, s kterimi se natanko določi gostota trdnih in tekočih teles. Kubični palec vode n. pr. naj vaga 1 lot. Nekako telo, n. pr. kos svinca, se zvaga, kakor navadno, najpoprej na prostem zraku, in najde

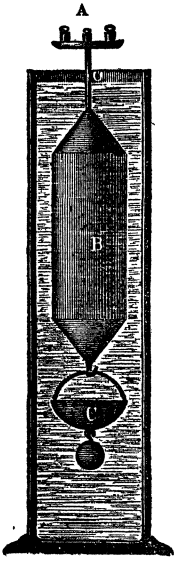
se, da je 22 lotov težko; zdaj se zvaga telo, kakor v pod. 94. v vodo potopljeno, in najde se, da je izgubilo 2 lota od svoje

Pod. 94.



težkote. Iz tega pokusa izvemo, da 22 lotov svinca zavzame tisti prostor kakor 2 lota vode (namreč 2 kubična palca), ali kar je ravno to, da 11 lotov svinca ravno tisti prostor zavzame kakor 1 lot vode. Iz tega sklepamo, da je svinec enajstkrat gosteji od vode.

Pod. 95.



Druga, prav ednostavna priprava za določbo gostote je Nicholsonov gostomér (areometer), (pod. 95.). Sostavljen je iz mednega valja *B*, ki nosi zgorej na tenkem držalcu skledico *A*, spodej je pa ná-nj obešena majhna, kakor sito luknjasta košarica *C*. Priprava ta je tako narejena, da valj *B* še nekoliko iz vode gleda, ako se v njo potopi. Na držalcu je zareza *O*. Telo, čegar gostoto hočemo odrediti, položi se v skledico *A*; priprava se zdaj zavolj tega nekoliko globokeje potopi, in z dokladanjem uteži v skledico se pripravi, da je potopljena do zareze *O* v vodo. Ako se potem telo iz skledice vzame, in namesto njega v njo položi toliko uteži, kolikor jih je potrebnih, da je gostomér spet do zareze potopljen, je očevidno ta nadomestilna utež enaka nasebnej težkoti onega telesa.

Zdaj se nadomestilna utež vzame spet iz skledice, in telo se položi v košarico *C*; zdaj se gostomér ne more potopiti do zareze *O*, kajti telo, v vodo potopljeno, izgubi nekaj od svoje težkote, in sicer toliko, kolikor vaga voda, ki jo odrine; njegova težkota se pa najde, ako se v skledico spet položi toliko uteži, kolikor jih je potrebnih, da se gostomér spet do zareze potopi v vodo. Iz teh števil izračuna se gostota telesna, kakor je bilo že pokazano v §. 20.

93 *Gostomêr z lestvico.* Ako vzamem stekleno cev, po priliki te podobe, kakoršne je v pod. 96. in ako je v njej na dnu toliko živega srebra, da leži njeno težišče tako globoko, da cev, v vodo potopljena, v njej po koncu plava, gotovo se bo ta priprava v kapljinah različne gostote tudi različno globoko potapljala. Iz naše tablice na strani 27. že vemo, da se gostote vinskega cveta, vode in žepljene kisline imajo med sabo, kakor števila 0·79 : 1 : 1·84. Ako se cev, v vodo potopljena, potopi n. pr. do točke *x*, vaga izrinjena voda toliko, kolikor cela priprava; v vinski cvet potopljena priprava mora ga gotovo več izriniti, tedaj se va-nj globokeje potopiti, ker je vinski cvet manj gost od vode. Temu nasproti potopi se ta priprava v žepljeno kislino mnogo manj, ker ta je skorej dvakrat gosteja od vode.

Pod. 96.

Ako se tedaj taka cev potâplja povrstoma v kapljine znanih gostot in ako se na cevi sè zarezami zaznamova, kako globoko se potopi v vsako kapljino, dobi se lestvica, ki ta gostomer dela za najpriložnijo pripravo, da se gostote raznih kapljin hitro med sabo primerjajo. Te cevi rabijo se tudi kaj mnogovrstno v tehniki, da se odredi gostota žganja, vina, luga, slane vode in kislin. Opomniti se pa mora, da na lestvicah gostomérov mnogokrat niso zaznamovane gostote, ampak njim primerni postotki ali stopnje, ki kažejo, koliko delov vinskega cveta, soli, itd. je v 100 delih dotične kapljine.

94 Ako tečejo kapljine iz lukenj v dnu ali v stranskih stenah posode in ako kapljina vedno enako visoko v posodi stoji, t. j. ako ostane visokost tlaka vedno ravno tista, je hitrost, s ktero se kapljine iztakajo, tolika, kolikoršna hitrost, ki bi jo dobilo prosto padajoče telo, ktero bi padlo od vrha kapljine do luknje, iz ktere kapljina teče. Hitrost iztakanja je tedaj odvisna edino od tega, kako globoko pod površjem leži luknja, nikakor pa ne od kakovosti kapljine, tako da se pri enakej visokosti tlaka enako hitro iztaka voda in živo srebro. Hitrosti iztakanja se imajo

med sabo, kakor četvorni (kvadratni) koreni iz visokosti tlaka. Ako ste n. pr. poslednji bili 100 in 16, imajo se dotične hitrosti med sabo kakor 10 proti 4.

Množina iztekajoče vode je pa razun visokosti tlaka tudi odvisna od velikosti in od podobe luknje, iz ktere teče, in kakor prav posebna prikazen se mora omeniti, da se iz luknje v tenkej steni tekoči curek pri iztoku znatno stisne, skorej za tretjino, tako da se v resnici pomanjša množina iztekajoče vode. Ako se pa v luknjo nastavijo valjaste koželjaste cevi, se poveča množina iztekajoče vode. Iz stranskih sten tekoči curek dela krivo črto, ktere podoba se dá izračunati iz visokosti tlaka in iz zakona o padu in ki se pokaže, da je porabola (métnica).

Voda, ki je po cevih napeljana, dobi zavolj trenja ob stene, posebno tam, kjer so cevi zakrivljene, znatno pomanjšanje svoje hitrosti. Pa tudi prosto po žlebih, prekopih in strugah tekoča voda je podvržena temu pojémanju; reka teče zavolj tega bolj hitro, kader je voda velika, kakor pa, kader je majhna. Udár tekoče vode rabi se, kakor je znano, mnogovrstno kot gibna sila.

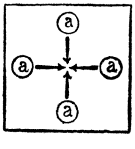
C. Ravnotežje in gibanje plínavih teles.

V §§. 22. in 23. smo dokazali lastnosti, zavolj kterih se 95
tako vidno ločijo plinava telesa od trdnih in kapljivih teles.

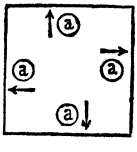
Pri bližem opazovanji plinov bomo navadno zrak, ki nas obdaja, jemali za primér, ker je vse, kar se gledé občnih lastnosti na njem pokazuje, veljavno tudi za druge pline.

Toplota drži zračne delke tako daleč narazen, da se nam njihova medsebojna privlačnost dozdeva popolnoma uničena. Mislimo si tedaj o določenem prostoru (pod. 97.) štiri delke a;

Pod. 97.



Pod. 98.



ti delki nemajo nikakoršnega prizadevanja, v méri strel se eden drugemu približavati, dokler bi se dotikali. Tem več pokazujejo prizadevanje, se vedno dalje udaliti eden od drugega, kakor to zaznamujejo strele v pod. 98.

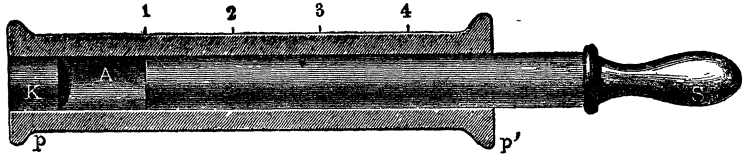
Plini so tedaj taka telesa, kterih delki si prizadevajo vedno bolj dalječ udaliti se eden od drugega. Ta njihova lastnost pripisuje se posebnej, med njihovimi delki delajočej sili, ki se odbojnost (repulsio) imenuje.

Ta razteznost plinov, ki se imenuje prožnost, raz- 96
penjavost ali širivost (ekspansivnost), je njih bitna in glavna lastnost, iz ktere izpeljujemo najimenitneje posledke.

Te posledke zamoremo razjasniti na prav ednostavnej pripravi, v kterej vsak koj spozna otročjo igračo. V cev pp'

(pod. 99.) potisnemo pah S, ki se v njo tesno prilega, tako daleč, da preostane še prostor A, kteri potem z zamaškom K zapremo. Ta prostor ima neko število zračnih delkov, n. pr. 16, ki se medsebojno odbijajo, ki si prizadevajo, udaliti se drug

Pod. 99.



od drugega, ki tedaj tlačijo na stene, jih obdajajoče, in to sè silo, ki je primérna njihovemu številu. Notranja površina prostora A trpi tedaj tlak enak 16.

Ako pah do 2 nazaj potegnem, postane prostor, ki je očevidno še enkrat tolikšen, kolikšen je A. Medsebojno odbijajoči se zračni delki napolnijo koj ta celi prostor in se po njem porazdelé enakomérno. Mislimo si zdaj pri 1 pregrajo vtaknjeno v cev, ki prvotni prostor A zapira, imeli bi zdaj v njem samo pol toliko zračnih delkov kakor poprej, njihov ukupni tlak na stene od A zamore tedaj tudi biti samo na pol tolik, namreč 8. Ako se pah še dalje nazaj potegne, po priliki do 4, postane prostor štirikrat veči; istočasno porazdeli se pa število zračnih delov tako, da jih je v prvotnem prostoru A samo še 4, tedaj da je tlak samo še $^1/_4$ tolik, kolikoršen je bil s početka.

Ako bi pa narobe pah dalje notri potiskali, tedaj prostor A umanjili, bi se zračni delki bolj in bolj eden k drugemu stiskali. Ako se n. pr. prostor pomanjša na četvrtino od A, se potem razteza tlak zaprtih zračnih delkov na štirikrat manjo površino, in je tedaj štirikrat močneji. Mislimo si, da pritiskajo štirje možje, enako daleč narazen drug od druga, na steno, ki vender zamore tlak zdržavati; ako se zdaj ti štirje možje tako skupej pomaknejo, da vsa njihova moč dela le na četvrtino stene, mora očevidno ta četvrtina zdržavati štirkrat veči tlak, kakor poprej; tu bi tedaj možje mogli steno poprej predreti.

In res, saj vemo že zdavnej, da se zamašek K povečanemu tlaku na zadnje ne more več ustavljati, da se s potiskanjem páha v cev izžene z glasnim pokom.

97 V poprejšnjem primeru imeli smo tedaj eno in tisto množino zraka v različnej razširnosti. Prav jasno smo videli, da čim bolj smo razširili eno in tisto množino zrakú, tim manja je postajala njena napetost, med tem ko je razpenjavost rastla, v čim manji prostor smo zrak stlačili.

Po Mariotte-u o tem najden zakon se glasi:

„Razpenjavost plina je obratno razmérna s prostorom, ki ga zavzame.“

Za eno in isto množino zrakú je tedaj:

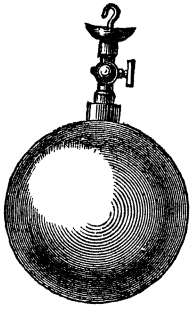
za prostor	1	$^1/_2$	$^1/_3$	$^1/_4$	$^1/_5$	$^1/_6$	. .	$^1/_{100}$	$^1/n$
razpenjavost	1	2	3	4	5	6	. .	100	n

Ako tedaj zrak s priložno pripravo stisnemo v prav majhen prostor, poveča se njegova razpenjavost tako, da zadobí silno moč, kakor vidimo to na puški vetrovki. 98

Zavolj prizadevanja zračnih delov, vedno bolj daleč udaliti se drug od drugega, raztrosil bi se zrak v brezkončni prostor, ako ne bi privlačnost zemeljska temu nasprotovala. Zemlja je zatorej z zrakom kakor z lupino obdana, ki se vzdušnica ali ozračje (atmosfêra) imenuje in ktere visokost je po priliki 10 do 12 zemljopisnih milj velika.

Drugi posledek privlačnosti je ta, da zrak na vsako podlogo tlači. Ta tlak zamoremo meriti ali, z drugimi besedami, težkota zraku zamore se odrêditi. Za to se vzame velika votla steklena krogla, (pod. 100.), in zvaga se, z zrakom napolnjena, prav natanko. Potem se izsesa zrak z zračno sesaljko iz krogle, in ta poslednja se spet zvaga. To, kar krogla zdaj manj vaga, je težkota zrakú, ki je bil v njej. Tako se je našlo, da je zrak 770krat manj gost kakor voda. Recimo, da je v krogli bilo natanko 1 lot zrakú, šlo bi v to kroglo ravno 770 lotov vode. Tedaj 770 kubičnih palcev zrakú vaga toliko, kolikor 1 kubični palec vode.

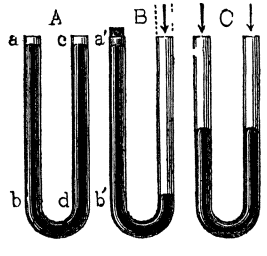
Pod. 100.



Razun zrakú poznamo še več drugih plinov, ki imajo pa drugo gostoto kakor on. Tako n. pr. je vodenec 14krat manj gost od zrakú; svetilni plin ima polovino zrakove gostote; klorov plin nasprot pa je $2^1/_2$krat, ogljenčeva kislina $1^1/_2$krat gosteja kakor zrak. 99

O uporabi manj gostih plinov za vožnjo po zraku bomo pozneje pobliže govorili.

Pod. 101.



Pa tudi če se zrak ne vaga z vago, se dá dokazati in odrêditi tlak, s kterim on tlači. V dvokràkej steklenej cevi *A* (pod. 101.) je živo srebro. Vsléd v §. 86. rečenega stoji ono v obeh kràkih enako visoko, iz česar izhaja, da steber (slop) živega srebra *ab* stebru *cd* popolnoma ravnotežje drži. Kràk *ab* se pri *a* z zamaškom tako zamaši, da 100

ne propušča zrakú, in polovina živega srebra se iztoči iz cevi. Začudeni gledamo, da zdaj živo srebro ne stoji v obeh kràkih enako visoko, ampak ono o s t a n e v enem kraku, kakor kąže v pod. 101. cev *B*. Kaj drži tedaj ravnotežje temu stebru živega srebra? Nič druzega kakor zračni steber, tlačeč v drugem kràku, kteri steber si moramo misliti podaljšan zuňaj steklene cevi do meje vzdúšnice (atmosfêre).

Ako se zamášek vzame iz vratú *a'*, pade v tistem trenutku živo srebro, in se postavi, kakor v pod. 101. *C*, v obeh kràkih enako visoko. Zakaj? Zato, ker zdaj zrak enako močno tlači v obeh krakih na živo srebro, in tedaj tako napravi spet ravnotežje.

101 Nekoliko drugačen je pa nasledek tega poskusa, ako vzamemo precej dolgo stekleno cev, tako, da je vsak njen kràk po priliki 36 palcev dolg. Ako se zdaj naredi kakor zgo-

Pod. 102.

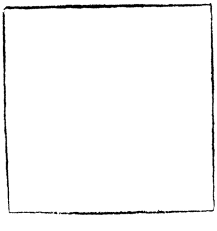
rej, se najde, da živo srebro v zaprtem kràku ne ostane popolnoma do *a*, ampak da se nekoliko zniža do *c*, kakor se vidi v pod. 102. Ako se meri, kako visoko še stoji živo srebro v zaprtej cevi od *b* do *c*, se najde, da je ta visokost 28 parižkih palcev ali 760 millimetrov velika.

102 Iz tega vidimo prav jasno, da zrak ne more v ravnotežji držati vsakega, kakor koli visokega slopa (stebra) živega srebra.

Vzemimo, da je prerez naše cevi 1 parižki kvadratni palec velik, pa imamo sledeče tlačilne sile, ki si držé ravnotežje: Na enej strani slop živega srebra, ki je en kvadratni palec debel in 28 palcev visok, ki ima tedaj 28 kubičnih palcev živega srebra, na drugej strani pa zračni slop, ki je tudi tiste debelosti enega kvadratnega palca, ali ki je tako visok, kakor visoko se zrak razširja, ki ima tedaj visokost atmosfêre (vzdušnice, ozračja.)

Tak slop živega srebra je pa 7439 grammov ali $14^4/_5$ funtov težak; tedaj je tudi $14^4/_5$ funtov težak tisti zračni slop, kterega prerez meri 1 kvadratni palec, in kteri je tolike visokosti, kolike atmosfêra. Ker pa zrak obdaja našo zemljo in vsako stvar na njej, in ker se zračni tlak ravno tako kakor vodni tlak (§. 88.) na vse strani razširja, mora vsaki parižki kvadratni palec (pod. 103.) površine tistega telesa, ki je v zraku, vedno izdržavati tlak od $14^4/_5$ funtov. Ako n. pr. površina mizje plošče meri 1 kvadratni

Pod. 103.



meter = 1378 kvadratnih palcev, mora ta plošča izdržavati zračni tlak od 1378 × 14·8 = 20392 funtov.

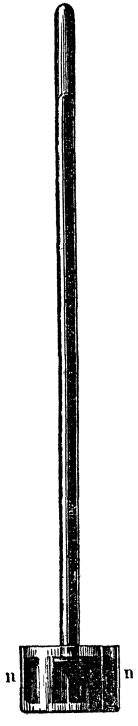
Površina telesa doraslega človeka meri po priliki 1 kvadratni meter. Tedaj iznese zračni tlak, ki ga človeško truplo mora prenašati, silno težkoto od 20000 funtov.

Ali tega tlakú ne čutimo, deloma zato ne, ker nas tlači od vseh strani, in se tako poravnava in uničuje sam, deloma pa zato ne, ker razpenjavost zraku noter v našem telesu ravnotežje drži zunanjemu zrakú. Ako bi mogli na enej strani človeka na enkrat popolnoma odpraviti zračni tlak, občutil bi on na drugej strani udar od 10000 funtov; takemu tlaku pa ne bi se mogla ustavljati moč nobenega človeka.

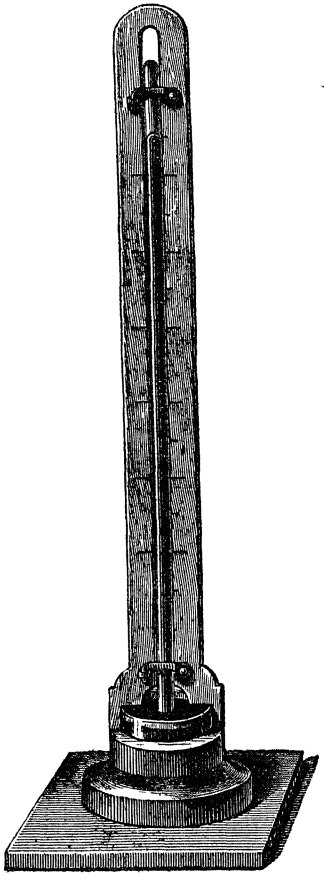
Najednostavneja priprava za to, da se meri zračni tlak, je tlakomér (barometer), (pod. 104. in 105.). Tlakomér ni druzega kakor steklena cev, nekoliko črt široka in 36 do 40 palcev dolga, ki ima na enem koncu dno. Dno se jej naredi s tem, da se konec cevi drží v hud plamen, ki raztopi steklo tako, da se zlije skup in cev zaprè. V njo natoči se zdaj živega srebra toliko, da stoji v njej zvrhoma, potem se cev začepi s palcem, prekucne, in potem, ko smo jo v živo srebro potopili (pod. 104.), vzamemo palec spet proč. Živo srebro se v cevi zniža do neke posebne točke, ki leži 28 palcev ali 76 centimetrov visoko nad površjem živega srebra v posodi *nn*. Ta daljava imenuje se tlakomérna visina. Očevidno je, da tudi tukaj edino le zrak, ki tlači na površje živega srebra v posodi, ga drží v cevi v ravnotežji.

103

Pod. 104.



Pod. 105.



Zdaj je pa vprašanje, kaj je nad živim srebrom v cevi tlakoméra? Nič druzega, kakor popolnoma prazen prostor, kteri se po nájdecu tega poskusa imenuje Toricelli-jeva praznina.

Da bo tlakomér dober, ne sme se vzeti preozka cev, ampak mora biti saj 3 do 4 črte široka, steklo in živo srebro morata biti popolnoma čista, in v praznem prostoru tlakoméra ne sme biti prav nič zraku, ker bi sicer ta zavolj svoje širivosti vničil nekoliko tlakú atmosfêrinega. Da se zrak popolnoma odpravi, kuha se nekoliko časa živo srebro v cevi po tem, ko smo jo bili napolnili.

104 Skušnja uči, da živo srebro v enem in istem tlakoméru ne stoji vselej in povsod enako visoko, iz česar sledí, da zračni tlak ni vselej in povsod enako velik.

Te premembe v tlakomérnej visini izgovoré se, da se reče: tlakomér gre k višku in tlakomér pada.

Ako je n. pr. tlakomér kraj morja kazal 28 palcev, in ako ga nesemo na kak hrib, ne bo več stal tako visoko. Padel bo tim bolj, čim visokeji je kraj, kamor smo ga prinesli.

Vzrok temu je lahko najti. Od vrh hriba do kónca atmosfére gotovo ni tako daleč, kakor je od niže ležečega morskega obrežja. Zračni slop, ki tlači na tlakomer, je tedaj tim krajši, čim visokeje nad morjem je tlakomér; in zavolj tega tedaj tudi njegov tlak tim manji.

Tlakomer je tedaj prav imenitna priprava za merjenje visokosti gora. Naredili so ga tako, da je pripraven za nošnjo, in prirodoslovci so ga nesli že na najvisokoje vrhove Alp, kakor tudi Kordiljêrskih in Andskih gorá.

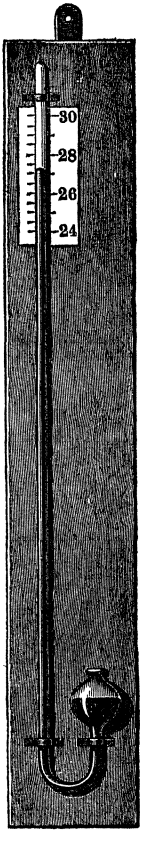
105 Razun visokosti kraja delajo na tlakomér tudi drugi vzroki, ki mnogokrat kar na enkrat naredé premembe v njegovem stanji. Močne piše, viharje in potrese, ktere spremljajo velike premembe v ravnotežji atmosfére, naznanja navadno močno padanje tlakoméra.

Ako je v zraku mnogo vode v podobi pare, kar je v toplem in jasnem vremenu, poveča se zračni tlak še po razpenjavosti vodne pare, zavolj česar barometer v takih časih posebno visoko stoji. Ako se pa zrak ohladi in tedaj vodne pare svojo razpenjavost izgubé, pomanjša se s tim zračni tlak in tlakomér pade. Zgoščene vodne pare pokažejo se kmalu v podobi oblakov in dežja.

Ker pa tlakomér take premembe že mnogo poprej naznanuje, preden se pokažejo oblaki in dež, zato je on v resnici pravi vremenski prerok, in zavolj tega ga imajo po mnogih hišah. Navadno se mu dá podoba taka, kakoršna se vidi v pod. 106. Tlakomérna visina računa se tu od površja živega srebra v cevinem kraku, razširjenem kakor hruška.

Atmosfêra ni v vsakej visokosti enako gosta. Blizo ze- **106**
meljskega površja je najgosteja, ker morajo tu dolnje lege izdržavati tlak gornjih.

Pod. 106.

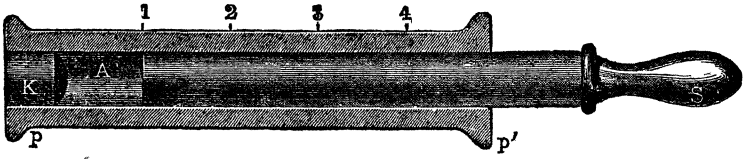


Na prav visokih hribih se opazuje že jako, da je zrak manj gost. Ako se nese z zrakom napolnjena in dobro začepljena steklenica na prav visoko goro, izžene gosteji zrak v steklenici zamašek iz njenega vratú. Srce goni kri z nekako silo v jako tenke in drobne žilice zunanjih delov našega telesa, ki pa pri navadnem zračnem tlaku prav dobro prenašajo to silo. Ali v visokosti od 24000 do 26000 čevljev, kjer je zračni tlak na površino telesa mnogo slabeji, počijo te tenke žilice, in kri teče iz njih. Tudi za dihanje tam zrak ni več dovolj gost.

Širivost ali razpenjavost zrakú daje **107**
nam pripomoček, v zaprtih prostorih zrak tako izredno zredčiti, da si jih smemo misliti skorej popolnoma prazne zrakú. Priprave zato imenujejo se z r a č n e s e s a l j k e.

Da razjasnimo, kako so narejene zračne sesaljke, zato bomo še enkrat govorili o ednostavnej valjastej pripravi (pod. 107.). Lahko se vidi, da se v prostoru *A* zaprti zrak razširi dva-, tri- in štirikratno, ako se páh do 2, 3 in 4 nazaj potegne. Mislimo si ktero posodo, napolnjeno z zrakom, tako, da jo cev veže s prostorom *A*. Če páh nazaj potegnemo, se bo zrak iz te posode razširil tudi po cevi in se tedaj razredčil. Dela se zdaj samo o tem, da se zabrani, da zrak ne more spet nazaj v posodo, če se páh spet notri potisne, ker sicer bi zrak v njej zadobil spet prejšnjo gostoto. Poglejmo kako se to naredi.

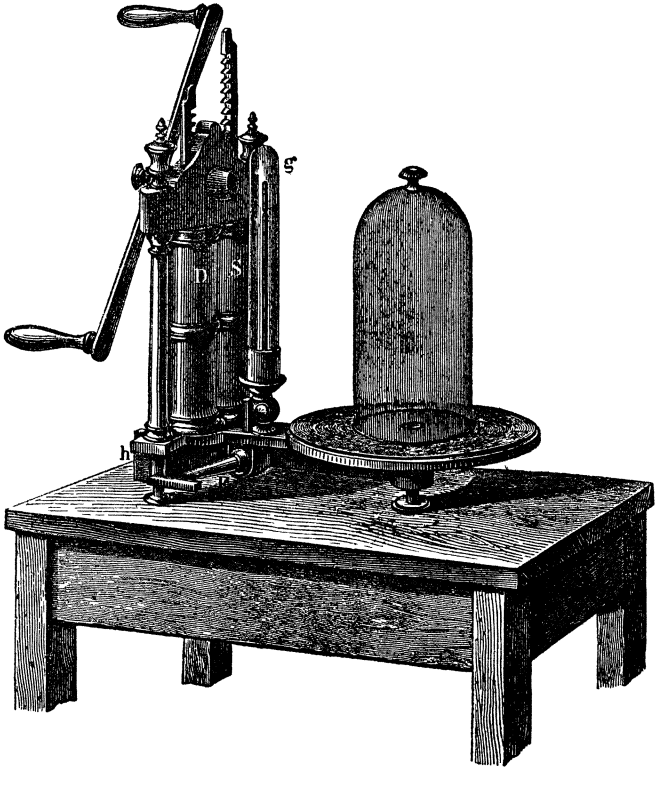
Pod. 107.



Pod. 108. kaže nam zračno sesaljko. Vidimo steklen zvon, ki se p o v e z n i k (recipient) imenuje; rob se mu z lojem na-

maže, in povezne se na ploščo *R*, na tako imenovani sesaljkin t a l j e r, tako, da ne propušča zraku. Plošča ima v sredi luknjo, tako da je zvon s pomočjo cevi v zvezi z obema valjema *D* in *S*, kterih bat se vrstoma gori in doli premika s pomočjo dveh

Pod. 108.

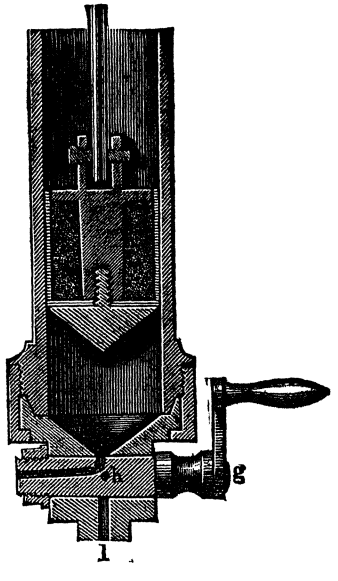


zobatih drogov, kolesa in dvoramnega vóda, s tem je tedaj mogoče razredčiti zrak v zvonu. Za to so pa vender potrebne tudi še pipe, na posebni način prevrtane, in z a k l o p n i c e (Ventil). Zaklopnice so priprave, ki se same od sebe odpró, če zrak od ene strani na-nje tlači, ki se pa spet same od sebe zapró, če tlači zrak od nasprotne strani. Zatorej se imenuje zračna sesaljka po tem, kako da je narejena, ali s e s a l j k a s p i p o ali pa s e s a l j k a z z a k l o p n i c a m i.

V pod. 109. vidimo prerez valja, ali kakor se tudi imenuje, š k o r n j e zračne sesaljke s pipo. Pipa *g* je dvakrat prevrtana. Bat se pomika doli in izganja zrak, ki je pod njim, iz škornje skoz sapnik, ki vodi skoz pipo na stran. Če se zdaj pipa

za četrtino zavrtí in tedaj tako postavi, da se luknja *h* vjema z dolnjim koncem škornje, je postranski sapnik zaprt, nasprot pa zveza storjena sè cevjo *l*, ki vodi do zvona. Ako se zdaj bat navzgor potegne, se zamore zrak razširiti po škornji, tedaj razredčiti se v zvonu; preden se pa zdaj bat spet navdol potisne, dá se pipi poprejšnja lega, tako da gre zrak spet na strani vèn iz škornje. S ponavljanjem tega dela skuša se, kolikor mogoče, razredčiti zrak v zvonu. Koliko se je razredčil zrak, pozna se na tako zvanem r e d k o m é r u *g* (pod. 108.), ki je v zvezi sè cevjo.

Pod. 109.



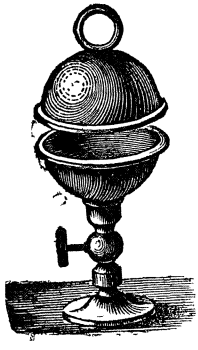
Zračne sesaljke so prav raznovrstne, in to po uporabi, kterej so namenjene. Velike in majhne so, z eno ali z dvema škornjama, s pipami ali z zaklopnicami, z mednimi ali sè steklenimi valji. V pod. 108. naslikana mašina je zračna sesaljka sè zaklopnicami, z dvema škornjama. Vsakako mora biti zračna sesaljka prav natanko delana in kdor ima z njo opraviti, mora delati varno in poznati jo skoz in skoz. Potem je pa ona tudi ena izmed najbolj imenitnih fizikalnih priprav, s ktero se dá napraviti cela vrsta najpodučnijih in najzanimivijih poskusov; poskusov, ki v gledalcu izbujajo začudenje tim bolj, ker služijo v to, da se prav očevidno prepričamo o bitnosti nevidnega zrakú in o njegovem povsod razširjenem in mogočnem delovanji. Kakor nepričakovana sila pokaže se na enkrat mogočni zračni tlak, kader le delovanje sesaljkino kjer koli podrè ravnotežje, ktero ga po navadno drží v skrivnostjej neopaznosti.

Izmed mnogo znamenitih poskusov, ki se dado napraviti s pomočjo zračne sesaljke, naj omenimo posebno enega, ki je zadobil zgodovinsko imenitnost. 108

O t t o G u e r i k e v Saskem Devinu (Magdeburgu), najdec zračne sesaljke, je napravil iz bakra dve votli polkroglji, kterih robova sta se natanko vjemala (pod. 110.) Robova sta se namazala z lojem, tako drug na drugi pritisnila, da nista propuščala zraku, in skoz pipo izsesal se je zrak iz kroglje. Te polkroglji, ki ste poprej same od sebe narazen padli, tiščal je zdaj tlak tako drugo k drugej, da jih šest parov konj, zapre-

ženih z vsake strani v obroča, ni moglo narazen raztrgati (pod. 111.).

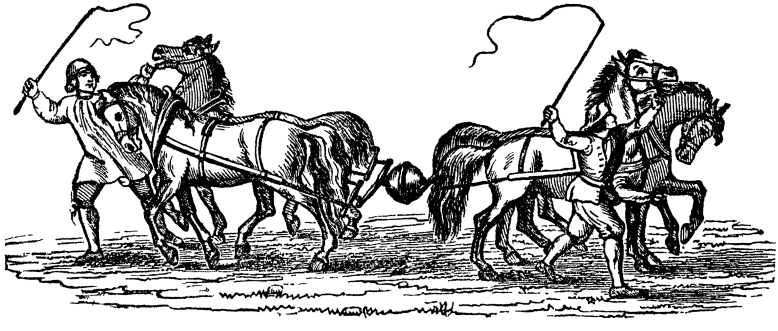
Pod. 110.



Ta lepi poskus napravili so leta 1650 na državnem zboru v Ratisboni (Regensburg) pred cesarjem Ferdinandom III. in pred mnogimi knezi in gospodi v največe začudenje vseh gledalcev.

S pomočjo zračne sesaljke se daljed dá okazati: Težkota zrakú; zračni tlak kakor oziroma na tlakomer, kakor tudi s tem, da se ž njim potró steklene plošče in raztrgajo mehurji; dalje, da so v zrakú praznem prostoru vsa telesa enako težka, da v takem praznem prostoru ne morejo živeti živali, da goreče stvari v njem vgasnejo in da se zvok v njem ne razvodi dalje; zadnjič, da se kapljine tem hitreje paré in pri tem nižej toploti vró, čem manji je zračni tlak, ki tišči na-nje.

Pod. 111.



109 Od zračnega tlaka in od tega, da je mogoče zrak v kterem danem prostoru razredčiti, pride mnogo prikazni, kakor po imenu d i h a n j e, s e s a n j e in več koristnih priprav, kakor s e s a l n i s m r k (pumpa sesaljka) in g a s i l n a b r i z g l j a (štrcaljka).

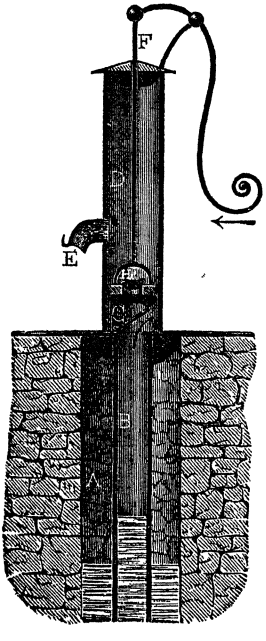
Ako s pomočjo posebnih mišic razširimo prostor v prsih, postane zrak v njih bolj redek, kakor je zunanji, in zavolj tega teče gosteji zunanji zrak v prsa, t. j. m i d i h n e m o v s é. Ako se pa temu nasproti skrčijo prsne stene, stlačijo zrak, ki je v prsnej votlini, tako da teče iz njih vèn, t. j. m i d i h n e m o i z s e b e.

Ako se steklena cev, ali cev od lule, ali slamka z enim koncem v vodo potopi, in sè sesanjem na drugem koncu zrak

v njej razredči, stopi v takej cevi voda k višku; in to zato, ker zunanji zrak na njo bolj tlači, kakor razredčeni zrak notri v cevi.

Ako ne sesamo z ustmi, ampak ako ta opravek naložimo **110** drugej pripravi, ki je za to, imamo sesalni smrk (pumpo sesaljko). On je sestavljen iz vodnjaka *A* (pod. 112.), ki je navadno rupa (štérna), izkopana v zemljo; v njo molí sesalna cev ali škornjica *B*, ktera se zgorej zapira sè zaklopnico *C*. Nad njo dviguje se stoječa cev (dedec) *D* s cevjo za iztok (roka) *E*. V dedcu giba se gori in doli na drogu *F* prevrtan bat z zaklopnico (čepalj) *H*.

Pod. 112.



Če gre bat navzgor, razredči se zrak pod njim, zavolj tega se zaklopnica *H* zaprè, zaklopnica *C* se pa odpré in voda stopi po škornjici k višku gori v dedca. Če gre bat navzdol, zaprè se zaklopnica *C*, a voda, ki je nad njo, prizdigne čepalj *H* in stopi skoz bat v gornji del dedca. To se ponavlja vsakikrat, kader gre bat gori in doli, in voda stopa k višku, dokler ne doseže cevi za iztok, in se ne iztaka.

Ali se s tako sesalno pumpo **111** zamore voda dvigavati tako visoko, kakorkoli hočemo?

Nikakor ne. Že zavolj tega ne, ker zračni tlak ne zamore vode vzdigniti visokeje od 32 čevljev. Iz §. 102 namreč vemo, da zamore on ravnotežje držati slopu živega srebra, 28 parižkih palcev visokemu. Ker je pa voda 13krat manj gosta od živega srebra, moram 13 × 28 palcev visok vodni slop imeti, da drži ravnotežje tlaku 28 palcev visokega slopa živega srebra, ali da drži ravnotežje tlaku atmosfêre. 13 × 28 = 364 palcev pa dá 30 parižkih čevljev.

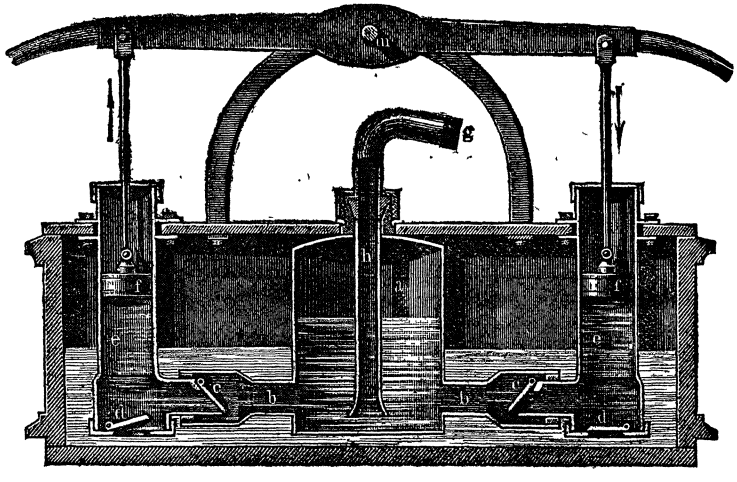
Prva zaklopnica *C* smé tedaj k večemu 28 čevljev visoko nad površjem vode v vodnjaku biti. Zdaj se, se vé da, zamore še vzdigovati voda v gornjej cevi (v dedcu), toda ravno ne visoko, ker bi sicer delo pretežavno bilo.

Ako tedaj treba vodo vzdigovati iz velikih globočin ali v ravno tolike visočine, rabi se zato tlačilni smrk (pumpa tiskaljka), ki se razločuje od onega posebno v tem, da bat

tlači vodo v postransko cev, in v njej k višku; pri dovolj silnem tlaku na bat zamore se postranska cev napeljati kakorkoli visoko. Bat v tej pumpi ni zavrtan, ampak je cel, zato je pa zaklopnica v postranskej cevi; ostali deli niso drugačni od onih pri pumpi sesaljki.

112 Gasilna brizglja (pod. 113.) ima svojo moč bitno v povečanej razpenljivosti stlačenega zrakú. Njeni deli stoje v čebru, ki je vedno z vodo napolnjen. V sredi je močan kotelj

Pod. 113.



a, vetrenik imenovan, v kteri skorej do dna sega brizgljina cev *h*. Ta cev se pri porabi brizglje od začetka pri *g* zaprè s pipo. Z obema pumpama *ee* žene se voda v kotel vetrenik, in ker zrak ne more iz njega bežati, ga voda, ki stopa v kotel, bolj in bolj tlači. Ko je to do posebne mere storjeno, odpre se pipa pri *g*, in zrak, stlačen v gornji del kotla vetrenika, žene zdaj na enkrat z veliko silo vodeni curek skoz cev iz kotla. Ker pa gasilniki neprenehoma gonijo vodo v kotel, zato teče tudi iz cevi v nepretrganem curku.

O tem, kako da dela kotel vetrenik, prepričamo se lahko, ako napolnimo malo steklenico na pol z vodo, jo zamašimo in skoz zamašek leseno ali stekleno cev v njo skorej do dna tako vtaknemo, da zamašek nikjer ne prepušča zrakú. Ako se zdaj z ustmi v cev močno piha, zgosti se zrak v steklenici, in žene, kader se prenehà pihati, vodni curek precej silno iz posode, (pod. 114.).

113 Ako se kupica zvrhoma napolni z vodo, s papirčkom pokrije in potem prekucne, ne teče voda iz nje; zračni tlak, ki tlači na dolnjo plat papirja, brani vodi, da ne more iz kupice

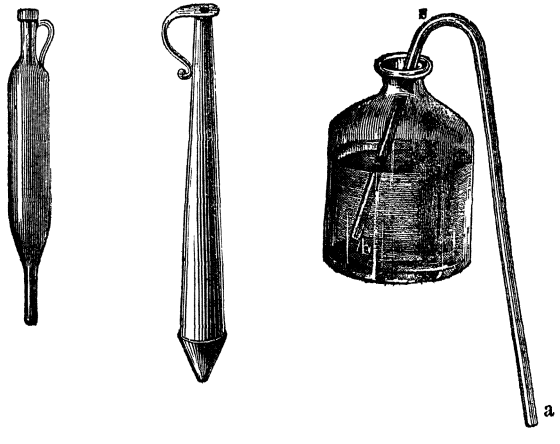
pasti. Papir je samo zato potreben, da se zamore kupica prekucniti, sicer bi voda pri strani izcurila iz kupice, in namesto nje bi šli zračni mehurčki v posodo.

Pod. 114.

Ako je doljna odprtina dovolj majhna, da se ni treba bati, da bi pri straneh izcurila kapljina, kakor je to pri nategi, pa ni treba več papirja. Natega ali lever je cevi podobna posoda, (pod. 115. in 116.), ki je zgorej in spodej nekoliko oža in na obéh koncéh odprta. Ako jo potopimo v kapljino, napolni se z njo, in ako zdaj zgornjo luknjo s palcem začepimo, zamoremo natego prizdigniti k višku, tako da ne teče iz nje kapljina, s ktero je napolnjena.

Kriva natega (pod. 117.) je zakrivljena cev *asb*, ktera ima rame razne dolgosti. Ako je krajša njena rama potopljena v kako kapljino, in cela cev z njo napolnjena, iztaka se kapljina vedno na koncu *a* daljše rame, kteri konec bolj glo-

Pod. 115. Pod. 116. Pod. 117.



boko kakor leži *b*, tako da se s pomočjo krive natege lahko zamore posoda izprazniti. Učinek natege je lahko razjasniti. Na enej strani imamo vodni slop *sa*, na drugej strani pa vodni slop od *s* do površja kapljine v posodi, ki oba zavolj svoje teže hočeta, da bi padla; teži vodnih slopov v obeh cevinih ramah opira se na obeh straneh zračni tlak, kteri na enej strani tlačí na odprtino *a*, na drugej strani pa na površje vode v posodi, in ki s tem brani, da se ne naredi brezzračen prostor znotrej v cevi, ki bi se vsakako moral narediti pri *s*, ako bi voda na obéh straneh tekla iz cevi. Ker zrak na enej strani ravno tako

močno tlači, kakor na drugej, vladalo bi popolno ravnotežje, ako bi bila vodna slopa v obeh ramah enako visoka, ako bi tedaj bila luknja *a* tako visoko, kakor je površje vode v posodi; ker pa *a* bolj nizko leží, zadobi vodni slop v rami *sa* pretežnost, in v tistej méri, v kterej se tù voda iztaka, jo na drugej strani zračni tlak z novega potiska v cev, tako da teče voda neprenehoma iz cevi pri *a* dotle, dokler se kapljina v posodi ne zniža toliko, da stoji tako nizko, kakor odprtina *a*, ali dokler odprtina *b* ne pride nad vodo.

Natege se navadno spravijo v delovanje s tem, da se krajša rama potopi v kapljino, in da se na daljšej rami sè sesanjem z ustmi zrak odpravi iz cevi.

Delovanje natege razjasnuje nam znano prikazen padanja vode po leti v Cirkniškem jezeru, itd.

IV. Z v o k.

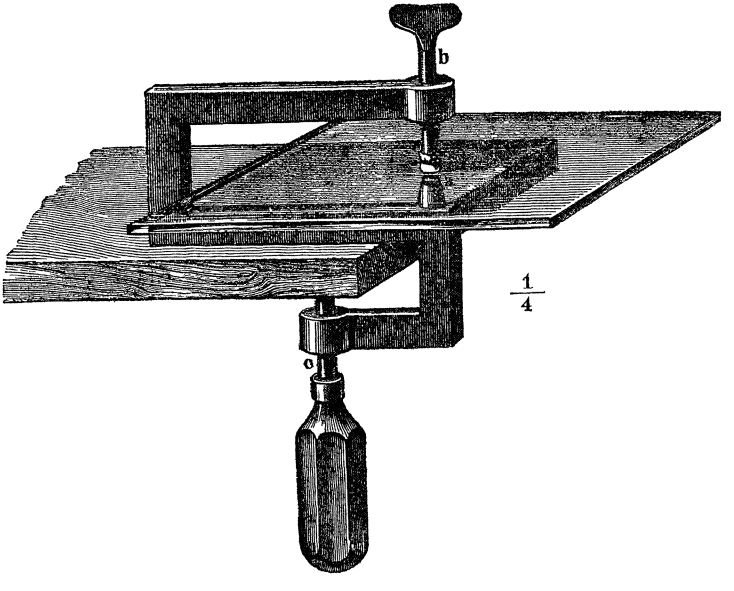
114 Vsakdanja skušnja nas uči, da se vse tisto, kar slišimo, in kar imenujemo z v o k, glas, zvenk, pok ali šum, naredí s tem, da se delom nekega telesa po kakem vzroku podeli posebno trepetajoče gibanje, ki se imenuje t r e s (vibratio). In res, koj na prvi pogled se vidi, da se trese zvočeča struna; ako udarimo ob zvon in ako potem rahlo položimo prst na njegov rob, čutimo prav dobro, da nek notranji trepet spremlja zvonenje zvona, ki je sicer po zunanje popolnoma miren. Še bolj očeviden je sledeči poskus. V precep z vijákom (pod. 118.), ki je nalašč v ta namen narejen, pritrdi se steklena plošča, in se potrese s prav drobnim peskom; potem se pa potegne ob njen rob z lokom tako, da se dobi čist glas. Ako ravno tačas gledamo po plošči, vidimo, da peščena zrnca poskakujejo k višku, iz tega se jasno vidi, da ni morebiti kako zunanje gibanje steklene plošče krivo, da zrnca mnogokrat za palec visoko poskakujejo, ampak da jih meče k višku nekaki notranji trepet ploščinih delov.

Tedaj po vsej pravici smemo reči, da leží vzrok zvoku v tem, da se stresajo tvarni delki zvočeče stvari.

115 Temu dodajmo še sledeč poskus: V pod. 119. vidimo tako imenovano b u d i l o, pri kterem bije kladivo pet do deset minut dolgo ob notranjo zvončevo plat. To budilo se postavi na taljer zračne sesaljke in se sproži. Glasno zvonenje se čuje koj slabeje, če se nad budilo povezne stekleni zvon. Ako se pa s pomočjo zračne sesaljke začne zrak odpravljati izpod steklenega zvona, se sliši zvonenje vedno slabeje in slabeje, dokler ne sliši uho nikakoršnega glasu več, med tem ko oko vender vidi, da kladivo vedno še enako hitro bije ob zvon. Ako se potem

zrak spet spušča počasi v stekleni zvon, se spet zasliši zvonenje, ki postaja tim močneje, čim gosteji postaja zrak pod zvo-

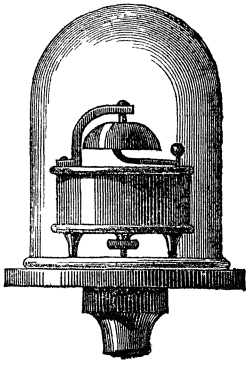
Pod. 118.



nom, tako da se na zadnje sliši ravno tako jasno, kakor od začetka.

To nas uči, da se zrak bitno vdeležuje pri razširjanji zvoka, da ga on res vodi od zvočečega telesa do naših ušes, med tem ko se v prostoru, zrakú praznem, zvok ne razširuje dalje. Pobliže opazovanje uči nadalje, da se pri tem tudi zrak po zvočečem telesu pripravi, da se trese, in da njegovi tresaji, ki se valovito razširjajo nam do ušes, obstojé v tem, da se njegove plasti vrstoma zgostujejo in zredčujejo. Močan pok nam je najbolj jasen primér takega stresanja zrakú, ki je mnogokrat toliko, da steklene plošče v oknih zašklepetajo, ali da se celo razdrobé.

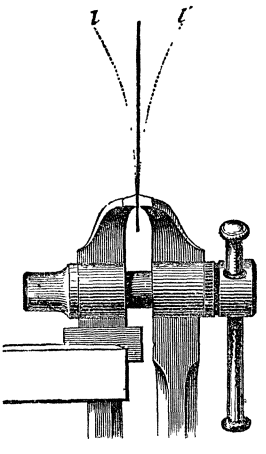
Pod. 119.



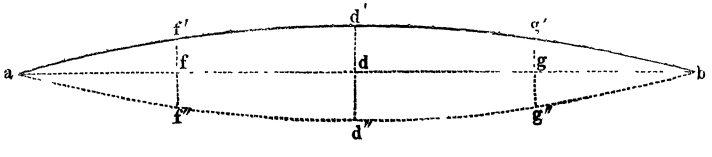
Preden bomo opazovali prikazni zvoka, bomo tedaj govorili o tresu in o valovanju.

116 *Tres* (vibratio). Že v nauku o nihalu smo govorili o gibanju, tresu nekako podobnem. Ono gibanje imenovali smo nihanje. Pri nihanju nihala ostane medsebojna lega njegovih posamnih delkov nepremenjena. Ali če jekleni prot z enim koncem trdno uklenemo (pod. 120.), drugi njegov konec pa iz prvobitne r a v n o t e ž n e l e g e pregnemo proti *l* in ga potem samega sebi prepustimo, začne se gibanje, drugačno kakor pri nihalu. Ravno to se godi sè struno, ki je z obema koncema trdno zapeta (pod. 121.). Vsi delki jeklenega prota in strune, ki se trese, začnejo se vsi na enkrat gibati, gredó vsi v ravno tisti čas preko ravnotežne lege, pridejo vsi v ravno tisti čas vsak do kraja svojega pota in se vsi v ravno tisti čas spet nazaj vrnejo. Tako gibanje imenuje se s t o j e č t r e s.

Pod. 120.



Pod. 121.



Če je pa gibanje posamnih delkov takošno, da tresi prestopajo iz enega delka na drugi, tako da se vsaki delek tako trese kakor poprejšnji, le s tem razločkom, da se pozneje začne tresti, je tako gibanje p o s t o p n i (pomikajoči) t r e s, iz katerega se narejajo v a l o v i. Stresanje te vrste napravi se, če se udari ob vrv, močno napeto, ali če se naredé v mirno stoječej vodi valovi, od kterih ravno je imenovanje tega gibanja vzeto.

117 *Valovanje.* Zvočnih valov, ki se po zraku razširjajo, ne moremo videti, ker je zrak tako popolnoma prozorno telo, da ni mogoče v njem zapaziti, ali je tu ali tam zgoščeno ali razredčeno. Kar vemo o pravilnosti tega valovanja, ni nasledek neposrednjega opazovanja, ampak le sklep, izpeljan iz tega, da se je domenjalo o pravilnosti tega gibanja, in potrjen pozneje še le s primernimi prikaznimi.

Nasproti temu so pa valovi vode izvrsten pripomoček, da se razjasni valovanje. Kakor vsak vé, širijo se valovi vode od tistega mesta, kjer so se začeli, v vedno večih in večih kolobarih enakomerno povrh vode, ker se sčasoma bolj in bolj oddaljeni delki vode začnejo gibati. Valovi imajo povišbe, hribi imenovane, ki se menjajo z globinami, ktere imenujemo d o l i n e valov. Vse valove skup, ki se naredé, če se vrže kamen v vodo, imenujemo s o s t a v o v a l o v.

Na prvi pogled se nam dozdeva, kakor da bi se voda od središča válovega začetja prav hitro odtekala na vse strani v podobi kolobarjastega obronka. Pobližje opazovanje pa uči, da temu ni tako. Saj, ako n. pr. poleno ali list na mirnej vodi plavata, in ako se zdaj v njej napravijo valovi, teh plavajočih teles valovi nikakor ne odnesejo proč, kar bi se vender zgoditi moralo, če bi se res vsa voda, kar je je v valu, odtekala narazen od središča. Tem več se vidi, da plavajoči list ostane vedno na ravno tistem mestu, in da se samo gori in doli ziblje, med tem ko válovi kolobarji pod njim drug za drugim narazen bežé. Prava lastnost valovanja je namreč to, da vsaki delek vode prehodi majhen krogast pot in da se spet na prejšnje mesto povrne, med tem ko njegovi obližnji, drugi, tretji in sledeči delki, tako gibanje začenajo in da vsi skup naredé to, da se gibljiva kapljina vrstoma vzdiguje in znižuje, kar se nam pokazuje kot valovanje. Da bomo še bolje razumeli, kako da se valovi pomikajo dalje, med tem ko delki vode ostajajo vsak na svojem mestu, pomislimo le na njivo, obsejano z ržjo. Ako pri enakomernem vetru gledamo po malo večem polju, z žitom zaraščenim, vidimo valove, ki se po njem valé, in ki so valovom vode prav podobni. Ko je veter klasje prvih leh priklonil, se to zavolj prožnosti bíli spet vzdigne, med tem ko se sledeče klasje prikloni in tako dalje. Vsak klas predstavlja nam tu delek vode, ki se na svojem mestu v krogu giblje.

Križanje (interferencija). Posebne prikazni se godé, ako 118
se dve sostavi valov srečate, n. pr. če dva kamena nekoliko narazen eden od druzega v vodo padeta. Ko pridete obe sostavi valov druga v drugo, naleté ali hribi ene sostave na hribe druge, in ravno tako doline, tako da postanejo viši hribi in globokeje doline valov, ali pa naletí hrib ene sostave na dolino druge. Ako ste bili obe sostavi enaki, se na tistih mestih, na kterih se poslednje dogodi, ne more, se vé da, narediti povišba in ne globina, ker se oba vala poravnata; valovanje tedaj preneha. Take po gibanju ali po tako imenovanem k r i ž a n j u raznih sostav v mir spravljene točke imenujejo se v o z l i. Več vozlov, ki ležé eden pokraj druzega, narejajo vedno mirno črto v o z l o v k o.

Treba pa opaziti, da se dve sostavi valov, ki se križate, na posamnih mestih sicer tako predrugačite, kakor je bilo re-

čeno, v vsem pa da gre vsaka svojo pot dalje in da se razširja, kakor da druge sostave ne bi ni bilo. Da, ravno tisto se dogodi, ako pridejo tri ali še več valovnih sostav skupej, če tudi takrat oko le težko zamore razločevati posamezne sostave. Iz tega se dá razložiti, kako da zamoremo ravno tisti čas slišati najraznovrstnije glasove, kterih zvočni valovi nam pridejo do ušes, in kako da jih zamoremo dobro razločevati.

119 *Odboj in ogib.* Ako se valovi, dalje se premikajoči, zadenejo ob trdno stvar, n. pr. ob steno, se ne ustavi s tem samo njih daljno pomikanje, ampak stena jih vrže nazaj, ali odbije jih, in sicer tako, kakor da bi valovi, vračajoči se, prišli od središča, ki leži ravno tako daleč za steno, kakor točka, od ktere so prišli začetni valovi, leži pred steno. Ako tedaj valovi, ki se n. pr. po vrvi dalje pomikajo, pridejo skup z odbitimi, se tudi tu lahko naredé vozli, ki razdelé vrv na več stoječih valov. Postavimo, da je voda, ki smo jo izbrali za opazovanje valovanja, na dva dela razdeljena sè steno, ki ima vender nekje luknjo, tako da je vsa voda med sabo v zvezi. Ako se zdaj v prvem oddelku napravijo valovi, razširijo se ti, se vé, do stene, ktera jih na to odbija, razun tistega dela prihajočih valov, ki gre skoz luknjo v drugi oddelek. Pri tem se pa vender dogodí ta posebnost, da se pri vsakem robu luknje napravi nova, če ravno slabeja, sostava valov, ki se razširja na vse strani. Ta prikazen, ki se imenuje ogib valov, razjasnuje nam, kako da je mogoče, tudi takrat slišati glasove, kader njihovi valovi ne zamorejo priti na ravnost do ušes.

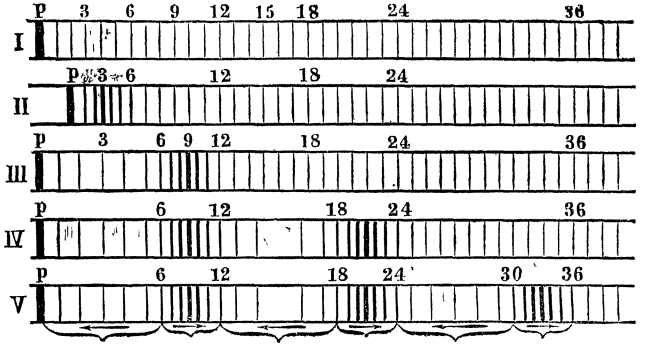
120 Gibanje valov je najmočneje v tistem trenutku, kader so se valovi začeli deliti, in na tistem mestu, kjer so se začeli delati. Valovi so v vsakem sledečem oddelku časa manjši in so tim slabeji, čim dalje so se razširili od mesta svojega začetka. Zvok je tedaj tim slabeji, čim bolj se udaljimo od tistega mesta, kjer je postal, in sicer se moč zvoka manjša po oméru kvadrata daljave.

Valovi tresoče se vrvi širijo se le po méri njene osi podolgoma; valovi vode širijo se pa v podobi vedno večih krogov od mesta svojega začetka povrh vode na vse strani. Da si bomo pa zamogli misliti tres zraku, moramo izbrati si drugo podobo.

Tisto mesto, na kterem se zvok začne, mislimo si v sredi brezštevilno mnogih zračnih plasti, ki obdajajo mesto v podobi vedno večih votlih krogelj. Zvok se zdaj širi dalje s tem, da se vse te oble plasti po redu ena za drugo od znotraj proti zunaj začnó tresti. Ti tresaji obstojé v tem, da se posamne zračne plasti vrstoma druga k drugi približavajo in druga od druge oddaljivajo, s čemur se na dotičnih mestih zrak zgosti in zredči. Zatorej se zvok od mesta svojega začetka širi na vse strani. Tak dogodek, ki se v prostoru godi, ni nikakor mogoče narisati, in

moramo si tedaj podobščino 122. misliti le kakor pripomoček, da si laže mislimo, kako se narejajo taki valovi s tem, da se zgostuje in redčuje zrak, in kako se razširjajo dalje. Ta naris kaže nam odprto cev; v njenej odprtini je pah *P*, ki se več-

Pod. 122.



krat notri potisne in spet nazaj potegne, kakor se to vidi pri I., II. in III. Črte kažejo nam zračne plasti, ki so od začetka vse pri miru in vse enako oddaljene druga od druge, kakor pri I. Ako se pah prvikrat v cev potisne, kakor nam to kaže II., zgosti se pred njim zrak; če se pa pah nazaj potegne, razredči se za njim zrak zavolj svoje prožnosti, kakor se to vidi pri III. Tako nam dalje kaže IV. tisti trenutek, ko sta se po dvakratnem premiku paha sem ter tje naredila dva vala, in pri V. naredil je trikratni premik tri valove. Strele nam kažejo, v ktero mér da se gibajo zračne plasti. Vidimo, da so te strele na mestih, na kterih je zrak zgoščen, obrnjene ven od paha proč; da so pa na mestih, na kterih je zrak zredčen, obrnjene proti pahu.

Tiste ravne črte, ki gredo skoz kroge vodnih valov od njih središča, ali ki gredó skoz votlim krogljam podobne plasti tresočega se zrakú od njih središča, imenujejo se *trakovi valov*, in govorí se zatorej o zvočnih trakovih, ki gredó vedno v ravno tisto mér dalje.

Različni zamorejo biti tresáji gledé dolgosti in visokosti valov, in gledé svoje hitrosti, t. j. gledé števila, ki kaže, koliko se jih naredi teh, koliko onih ravno tisti čas.

Zavolj velike imenitnosti, ktere je valovanje za najbolj posebne fizikalne prikazni, napravili so fizikarji prav umno narejena orodja, da se s poskusi na njih olajša razumljenje teh tako posebnih prikazni gibanja. Da ne govorimo o drugih pripravah, izmed kterih je *Fessel-ova mašina valovnica* naj-

popolnija, priporočamo najbolj Müller-ovo ploščo valovnico.*)

121 *Zvok, toplota in svetloba.* Kakor različno delajo imenovane tri prirodne prikazni na naša čutila, pa vender pokazujejo na več strani tako nenavadno skladnost, da moramo sklepati, da je nekaj vsem vkupnega vzrok njihovemu izvirku.

Enako pravilno širijo se trakovi zvočni, toplotni in svetlobni na vse strani, vsi se slabé po oméru kvadratov daljave, in se vsi na isti način odbijajo in ogibajo. Že iz tega bi se tedaj moglo soditi, da je valovanje tudi vzrok toploti in svetlobi. Pa med tem, ko se pri zvoku lahko dá dokazati, da se res trdna telesa tresejo in da prenašajo svoj três na zrak, pokazujete toplota in svetloba to posebnost, da se razširjate skoz prostore popolnoma zrakú prazne. Kakor je znano, pošilja solnce svoje dobrodelne trakove skoz neizmerni, prazni prostor sveta — kaj bi tu zamoglo biti nosilec valovnega gibanja?

Fizikarji mislijo, da je povsod po celem svetskem prostoru razširjena neizmerno redka in tanka tvarina, ki se imenuje êter. Te êterove tvarine same na sebi nikakor ne zamoremo doznati sè svojimi čutili, ker še celo ni podvržena zakonom teže, ki tedaj nima nikakoršne težkote in ki ne dela nikjer nikakoršnega upora. Ali če se ta êter trese, je nosilec in razširjalec svetlobe in toplote.

122 Kar se tiče posebej prikazni zvoka, so pri strunah, pri zvonovih in glasbenih vilicah (zvenulje, Stimmgabel), te stvari same, ki doné, zrak pa le raznaša glas. Pri piskalih in pri človeškem glasu so pa temu nasprotno tresoči se zračni slopi, ki sami doné.

V obče veljajo sledeče opazke: Visokost in globokost glasu odvisni ste od števila tresájev, ki jih telo naredi v določenem času. Čem manje je to število, (postavim na sekundo), tem globokeji je glas, in narobe. S tem v naj ožej zvezi je dolgost različnih zvočnih valov. Globokeji glas se prenaša in se širi vedno z daljnim, viši pa s krajšim zvočnim valom.

Najglobokeji glas izmed vseh, v godbi navadnih, naredi 16 tresájev na sekundo. Ta glas je tisti glas, ki ga dá šestnajst čevljev dolga, zgorej zaprta piščal v orglah; on dale v zraku zvočne valove 64 čevljev dolge. Temu nasproti so pa tudi visoki glasovi, ki narejajo do 8000 tresájev na sekundo. Dolgost vala najvišega glasú v godbi je 18 črt. Viših in globokejih glasov, kakor tu imenovanih, uho ne zamore več dovolj čisto razločevati, zato se pa tudi ne imenujejo več glasovi.

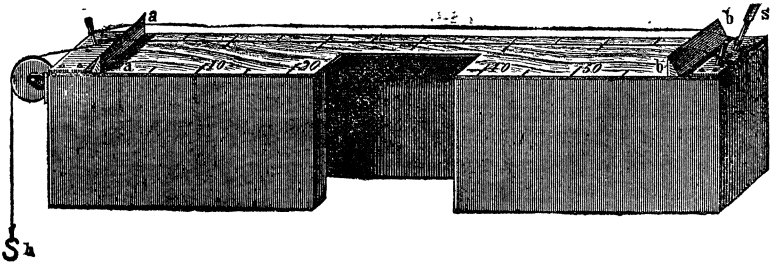
123 Três strun se najlaže preiskuje s pomočjo strune, ktera se zamore, kakor v pod. 123. s pomočjo gibljive podstavke (kobilice) podaljšati in prikrajšati in z utežmi pri *h* bolj ali manj

*) Pri I. V. Albert-u, v Frankfurtu n. M., cena 4 for. 15 novč.

močno napeti. Ta priprava imenuje se sámostrun ali monochord.

Na njem se lahko dokaže, da je število tresajev strune tim veči, čim krajša, čim tanjša in čim močneje

Pod. 123.



napeta je struna, in zadnjič, čim manja je njena gostota. Take strune dajejo tedaj tudi najviše glasove.

Čim veča je pa dolgost, debelost in gostota strune, in čim slabeje je napeta, tim globokeji glas daje. Strune na klaviru, na harfi so nam tega primeri. Na goslih in na basu so tiste strune, ktere imajo dajati najglobokeji glas, omotane s kovinskim dratom. Strune enake dolgosti zamorejo se tedaj razno ubrati, ako se jim dá razna napetost in razna debelost. Nektera doneča telesa, kakor ravno strune, ne podelujejo lahko svojih tresajev zraku, in dajejo same za-se le slab glas. Zatorej se pa navežejo na telesa, ki imajo veliko površino. Ko se ta telesa tudi začnó tresti, prenaša se s tem glas laže v zrak in postane zatorej močneji. Takošna priprava imenuje se donišče ali resonančno dno.

Ako si zaznamovamo glas, ki naredi neko posebno število 124
tresajev na sekundo, in ako ga n. pr. imenujemo *C*, imenuje se tisti glas, ki naredi na sekundo ravno dvakrat toliko tresajev, viša oktava (osmica), in tisti, ki naredi na sekundo le pol toliko tresajev, imenuje se niža oktava od *C*. Med vsacem glasom (tonom) in med njegovo oktavo je še šest drugih glasov; red vseh teh glasov imenuje se stopnica ali škala, in njihova imena in števila tresajev so sledeča:

Glavni glas,	sekunda,	terca,	kvarta,	kvinta,	seksta,	septima,	oktáva.
C	*d*	*e*	*f*	*g*	*a*	*h*	*c*
1	$^9/_8$	$^5/_4$	$^4/_3$	$^3/_2$	$^5/_3$	$^{15}/_8$	2

Ta števila, ki kažejo, kolikokrat kteri glas več tresajev na sekundo nareja kakor glavni glas, imenujejo se njegova relativna visokost, in njihovi tu napisani oméri imajo veljavo v vseh oktavah in za vse glasove, naj se napravijo s kterimkoli inštrumentom (godbinim orodjem). Ako globoki *C*

šestnajst čevljev dolge piščali naredí na sekundo 32 enojnih ali 16 dvojnih tresajev, ima njegova viša oktava 64, njegova terca 40, njegova kvinta 48 tresajev, itd.

Oméri med števili za dva in dva glasa tega reda, sledeča eden za drugim, niso enaki. Sledečimi črkami pridjani ulomki kažejo, za koliki del da je število tresajev za vsaki glas veči od števila prejšnjega glasu.

c	*d*	*e*	*f*	*g*	*a*	*h*	*c*
$^1/_8$	$^1/_9$	$^1/_{15}$	$^1/_8$	$^1/_9$	$^1/_8$	$^1/_{15}$	

To je tako razumeti, da tedaj *d* v ravno tistem časa $1\,^1/_8$krat toliko tresajev umaha kolikor *c*; *e* $1\,^1/_9$krat toliko, kolikor *d*; *f* $1\,^1/_{15}$krat toliko, kolikor *e*, itd.

Interval ali presledek med *c* in *d*, med *d* in *e*, med *f* in *g*, med *g* in *a*, med *a* in *h* imenuje se celi glas (celi ton), in iznaša ali $^1/_8$ ali pa $^1/_9$. Temu nasprot so pa presledki med *e* in *f* in med *h* in *c* skorej le polovina gornjih, namreč $^1/_{15}$, in imenujejo se zatorej pologlasovi (polotoni). Ako pa hočemo v intervalih, kakor so zaznamenovani v gornjem redu, postopati do kteregakoli glasú, moramo še uložiti pologlase med *c* in *d*, *f* in *g*, *g* in *h*, kteri se imenujejo *cis*, *es*, *fis*, *gis* in *b*.

Glavni glas sè svojo oktavo, ali sè svojo terco ali sè svojo kvinto daje zglasje (konsonanco), in s terco in s kvinto daje soglas ali akord; sè sekundo ali sè septimo daje nezglasje (dissonanco).

125 Ako se napeta struna podprè na sredi s podstavko (s kobilico) in ako se z lokom potegne ob eno polovico, trese se tudi druga polovica strune, o čemur se zamoremo prepričati, če se na-njo obesijo mali zavihani papirčeki; takrat opadejo vsi doli, zato ker se struna trese.

Ako se struna podprè v tretjini svoje dolgosti, in ako se ostali dve tretjini obložé s papirčeki, ter ako se z lokom potegne ob prvo tretjino, odskočijo vsi papirčeki, razun tistega, ki sedi ravno v sredi teh dveh drugih tretjin strune. Ta točka se tedaj ne trese z ostalo struno vred, in imenuje se vozel. Ako se struna podprè v četvrtini svoje dolgosti, razdeli se na štiri tresoče se dele s dvema vozloma, ki se ne treseta, itd.

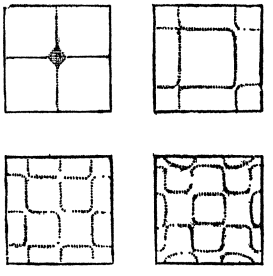
Ravno tako se na donečih ploščah in zvonovih tudi ne tresejo vsi deli. To se dobro vidi, ako se n. pr. steklene plošče pospó z drobnim peskom, na enem mestu trdno primejo in ako se potem od njih rob potegne z lokom (glej pod. 118.). Tresoči se deli vržejo takrat pesek proč na mirna mesta tako, da se narede črte razne medsebojne lege, ktere črte se imenujejo črte vozlovke.

Po tem, ali je steklena plošča štirivogljasta ali pa okrogla, in po tem, na kterem je mestu pritisnjena, in po tem, kje in kako močno se z lokom ob njo potegne, naredé se najrazno-

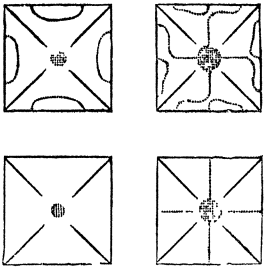
vrstneje zvočne podobščine, kakoršne se vidijo v pod. 124. in 125.

Zvok se širi na vse strani, ker delki, tresoči se, podelujejo sosednjim delkom svoj gib. To se godi prav hitro, ker 126

Pod. 124.



Pod. 125.



opazovalo se je, da v navadnem zraku prehodi zvok v enej sekundi pot od 1050 čevljev. Vender se pa svetloba še bolj hitro širi, o tem se lahko prepričamo, če se nekoliko daleč od nas proč ustreli iz puške. Vidimo plamen in dim, in še le nekoliko časa pozneje zaslišimo pok.

Blisk vidimo poprej, kakor slišimo grom, ki se z unim v ravno tisti čas dogodi, in sodimo po pravici iz časa, ki med obema preteče, kako daleč da je hudourni oblak.

Čudno je to, da se zvok hitreje širi skoz gosta telesa, kakor pa skoz bolj redka. Znano je, da se streljava s kanonami, pekêt konjskih kopít, itd. sliši iz mnogo veče dálje, ako se z uhom na tlà vležemo, kakor pa skoz prosti zrak. Tudi vôda vódi zvok prav daleč, in ribe slišijo zvon ali piščal, ki jih vabi h krmljenju.

Na visokih gorah, na kterih je zrak manj gost, je človeški glas slabeji in pok puške se ne sliši več ravno daleč. Povedano je že bilo, ako doní kako telo o prostoru, zrakú praznem, da se glas ne vodi dalje, in tedaj tudi ne čuje.

Ako se zvočni valovi, ki se širijo po zraku v ravno mér, zadenejo ob gosteje stvari, premení se njihova mér bolj ali manj. Da, zamore se dogoditi, če se zadenejo ob trdno uporo, da jih ta kar na ravnost nazaj vrže, odbije, enako kakor se krogi valov na bregu lomijo. Prikazen odbitega zvoka imenuje se jeka (echo), kakor je znano. 127

Uho naše zamore v enej sekundi razločevati le 9 glasov, tedaj trpí vsak vtisek glasu $^1/_9$ sekunde, v kterem času uho ne more razločevati nobeden drug glas; ako sledé glasovi bolj hitro drug za drugim, jih uho ne more dobro razločevati.

V času od $^1/_9$ sekunde prehodi pa zvok pot od

$$\frac{1050}{9} = 116^2/_3 \text{ čevljev.}$$

Ako je tedaj tista stena, ki naš glas odbija, tako dalječ od nas, da glas do nje in nazaj od nje do nas potrebuje najmanj $^1/_9$ sekunde, tedaj ako je ta stena saj polovino od $116^1/_3$ čevljev, t. j. saj $58^1/_3$ čevljev daleč proč od nas, nam pride odbiti glas $^1/_9$ sekunde pozneje v uho kakor izgovorjeni, in zamogli ga bomo tedaj slišati. Da tedaj zamoremo slišati jeko enega zloga, mora stena, ki glas odbija, biti po priliki saj 60 čevljev daleč, da pa slišimo jeko več izgovorjenih zlogov, mora pa stena biti 2, 3, 4, ... krat tako daleč od nas. Če je stena, ki glas odbija, bliže od 60 čevljev, se sliši samo odmev govorice, kakoršen se n. pr. sliši po cerkvah.

Da se vodi zvok, posebno glas človeški, v veče daljave, zato se imajo občevalne cevi. Te so plehnate cevi, po priliki en palec široke, ki vodijo n. pr. od enega nadstropja do druzega, ali pa od vršela (Mastkorb) na jadrani doli v ladjo. Ako se govorí na enem koncu v tako cev, gredó zvočni valovi, ker se ne morejo narazen širiti, do uha, ki ga pritisnemo na drugi konec.

Govorilo (legat) je kegljasto in tudi drží zvočne valove bolj skupej, in jih meče posebno močno na eno stran. Podobno orodje je slušalo, čegar široka odprtina nabira zvočne valove in jih v uho vodi.

V. Toplota.

128 Različni so vzroki, ki spravijo tvarino v posebna stanja, ktera smo navajeni imenovati z besedami: vroče, toplo, hladno ali mrzlo, in ktera niso kaj med sabo nasprotnega, ampak le različne stopinje splošne (občne) prikazni, ki jo toploto imenujemo. Toplota ima, ne govoreč o onih znanih njenih vtiskih na naš čut, vselej tudi moč na raztezanje teles.

Ako prašamo, kaj je vzrok toplote, najdemo, da jih je več teh vzrokov. Toplota se pokaže, če se telo ob telo drgne, ali če se s kako stvarjo tolče ali bije druga stvar.

Znano je, da si divjaki narejajo ogenj s tem, da drgnejo suho poleno ob suh panj, da zamore kovač razbeliti žebelj, če ga dolgo kuje. Ravno tako se razvija toplota pri struganji in pri vrtanji, posebno mnogo se je razvija pri vrtanji kovin. Če se telesa prav hitro zgosté, se pri tem razvije kaj mnogo toplote. Najbolj očevidno se to pokazuje pri pnevmatičnem kresilu. To kresilo je ozka steklena cev, v ktero se zrak s pomočjo paha, dobro se prilegajočega, stlači kolikor mogoče hitro in močno, s tem se razvije toliko toplote, da se vžgè goba na koncu paha. Enako se ima, če se zmeša voda sè žepleno kislino ali z vinskim cvetom, ker se pri tem zgosté te tekočine, zavolj česar se razvije mnogo toplote.

Velika množina znamenitih prikazni toplote se zgodí vsled kemijskega spajanja, ki se vedno godí v obsegu prirode. Najbolj znana prikazen kemijskega spajenja je gorénje, saj si z njegovo pomočjo mnogokrat priskrbimo toplote. Pa tudi kemijski razkroj jedil, ki se vedno godi v človeškem truplu, je mogočen vir toplote. Elektrika izbuja tudi mnogo toplote, kar nam v največej meri blisk kaže.

Razun tega ima zemlja sama na sebi tudi nekako toploto, ktero na površju zemeljskem sicer malo čutimo, ki se pa v globokih jamah prav dobro čuti, tako da imamo razloga, misliti si, da je v sredi zemlje prav velika vročina.

Zadnjič imamo kakor glavni vzrok vse toplote na površji zemeljskem solnce, ki nam pošilja vsaki dan razun svetlih trakov tudi tople žarke, brez kterih bi bila naša zemlja bitno drugačnih lastnosti.

Pa naj bo karkoli vir toplote, ona nam kaže v svojim obnašanji proti drugim predmetom vselej enake prikazni.

Razteg teles po toploti. Ena izmed najbolj očevidnih pri- **129**
kazni, ktere napravi toplota, je raztezanje teles. Poprej smo že videli (§. 23.), da je trdno, kapljivo in plínavo stanje tvarine pripisovati edino le moči toplote na-njo.

Priméri takega raztega so lahko najti. Naj se vzame kovinska krogla in kovinski obroč, kteri je tolik, da ravno zamore še kroglja skoz njega. Ako potem ogrejemo kroglo, zamoremo jo položiti na obroč, pa ne pade skoz njega, ker jo je toplota raztegnila. Če jo pa pustimo dalj časa ležati, se manjša njen obseg s tem, da se ohladi, in na zadnje pade spet skoz obroč.

Ako se posoda napolni prav zvrhoma s kterokoli kapljino in ako se ta počasi greje, začne se kmalu čez rob cediti zavolj tega, ker jo toplota razteza.

Naj se stisnjeni mehur, v kterem je še nekoliko zrakú in ki je dobro zavezan, nese na toplo mesto, kmalu bo zadobil zavolj raztezanja zaprtega zrakú tako podobo, kakor da bi ga bili z ustmi napihnili.

Raztezanje teles je tedaj prav dober pripomoček, da se primerjajo učinki toplote in tedaj tudi njeno povečavanje in **130**
manjšanje. Temperatura ali toplina imenuje se velikost sogretja teles, in orodje, s kterim se meri, imenuje se toplomér ali thermometer.

Tudi toplomér ima v svojej napravi z drugimi imenitnimi orodji vred, post. z nihalom in s tlakomérom, to prednost, da je prav enostavno narejen.

Naredi se iz steklene cevi, ki je povsod enako široka, in sicer toliko, da bi mogla po priliki igla vá-njo iti. Enemu njenemu koncu pripihne se majhna steklena kroglja, ki se potem napolni sè čistim živim srebrom. Živo srebro, ki se potem razgreje, se raztegne, da napolnuje ves prostor 6 do 10 palcev

dolge cevi. Kader se hoče zgorej iztakati, zavári se cev, tako da v njej zdaj ni zrakú, ampak edino le živo srebro, ki se spet v manji prostor stisne, kader se ohladi, tako da napolnuje le tretjino ali četvrtino cevi.

Ako se tako pripravljena cev zdaj potopi v led, ki se ravno taja, zniža se steber živega srebra do nekega posebnega mesta, ki se točno zaznamova sè črto na steklenej cevi. Potem se prenese toplomér za nekoliko časa v vrelo vodo, in zaznamova se spet točka, do ktere se zdaj živo srebro vzdigne.

Živo srebro stopi vselej do zaznamovanega mesta, kaderkoli denemo toplomér v taleči led ali v vrelo vodo, iz česar spoznamo, da telo pri večej toploti zavzame veči prostor, in da je ta prostor tim manji, čim manja je toplina telesova.

Mesto, do kterega se živo srebro skrči, ako se toplomér potopi v taleči led, zaznamova se z ničlo in imenuje se ledišče. Mesto, do kterega se vzdigne živo srebro, potopljeno v vrelo vodo, se imenuje vrelišče.

Ako prenesemo zdaj toplomér kam drugam, sodimo iz tega, kako visoko da tam stoji, na toplino okolice. Toplino imenujemo veliko, ako stoji živo srebro bolj blizo vrelišča; malo pa, ako stoji živo srebro bolj blizo ledišča.

Da se pa zamore to bolje zaznamovati, razdeli se daljava med obema točkama na več med sabo enakih delov, ki se imenujejo stopinje ali gradi. Ta razdelitev razširi se tudi nad vrelišče in pod ledišče. Stopinje nad lediščem imenujejo se stopinje toplote, in zaznamovajo se sè znamenjem +; stopinje pod lediščem imenujejo se pa stopinje mraza, in zaznamovajo se sè znamenjem —.

Pod. 126.

131

Največ toplomérov je takih, da je na njih dálja med lediščem in vreliščem, kakor v pod. 126., razdeljena na 80 enakih delov. Tako je toplomér razdelil najpoprej Réaumur (čitaj: Reomir), in po njem se še dan današnji imenuje to orodje. Na Francoskem in v učenih knjigah se najbolj rabi stodelni Celsijev toplomér, na kterem je dálja med lediščem in vreliščem vode razdeljena na 100 enakih delov, tedaj vrelišče zaznamovano sè 100. Na Angleškem so se pa po navodu Fahrenheitovem poprijeli vse drugačne razdelitve. Sledeča tablica primerja prav jasno te različne razdelitve.

Celsius	Réaumur	Fahrenheit
— 20	— 16	— 4
— 10	— 8	+ 14
0	0	32
+ 10	+ 8	50
20	16	68
30	24	86
40	32	104
50	40	122
60	48	140
70	56	158
80	64	176
90	72	194
100	80	212

Kakor vidimo, je vsakih 5 stopinj 100 delnega toploméra enakih 4 stopinjam 80delnega. Da se ogiba zmešnjavam, doda se vselej napisanej ali povedanej toplini tudi toplomér, s kterim smo jo merili. Tako se n. pr. + 15° R., pravi: 15 stopinj toplote po Réaumurju; ali — 16° C. je enako 16 stopinj mraza po Celsiju.

Ednačbe (formule) za spremembo stopinj Réaumurovih v stopinje Celsijeve in Fahrenheitove, in narobe. (n = številu stopinj).

$n°$ R. = $^5/_4\ n°$ C. = $(^9/_4\ n + 32)°$ F.
$n°$ C. = $^4/_5\ n°$ R. = $(^9/_5\ n° + 32)°$ F.
$n°$F. = $^4/_9\ (n-32)°$R. = $^5/_9(n-32)°$C.

Najniža toplina, ki je bila do zdaj opazovana, je bila — 114° C.; napravili se jo z izparivanjem kapljivega dušče-vega kisca (Stickoxydul).

Sledeče topline so posebno znamenite: 132

	Réaumur.	Celsius.
Ledišče vinskega cveta	— 72	— 90
Ledišče živega srebra	— 32	— 40
Mraz polarnih krajev	— 28 do 32	— 36 do 40
Hud zimski mraz naših krajev	— 10 „ 16	— 12 „ 20
Navadni zimski mraz	— 5 „ 10	— 6 „ 12
Ledišče vode	0	0
Največa gostota vode pri	+ $3^1/_{10}$	+4
Telesna toplina rib } je popolnoma	12 do 20	15 do 25
Telesna toplina dvoživk (amfibij) } neodvisna od njihove okolice.	12 „ 24	15 „ 30
Navadna toplina po sobah	16	20
Navadna poletna toplina	15 do 20	20 do 25
Poletna vročina	19 „ 28	24 „ 36
Srednja toplina na ravniku (ekvatoru)	23	29
Toplina človeške krvi	29	37
Vrelišče êtera	28	35
Toplina tičje krvi	34	42
Tališče voska	54	68

	Réaumur.	Celsius.
Vžig fosfora	60	75
Vrelišče vinskega cveta	62	78
Vrelišče vode	**80**	**100**
Tališče žepla	87	109
Tališče svinca	267	334
Vrelišče žeplene kisline	260	326
Vrelišče živega srebra	288	360
Tališče srebra	800	1000
Tališče litega železa	980	1200
Tališče zlata	1000	1250
Tališče kovanega železa	1280	1600

Čudno je v tem redu to, da je voda pri + 4° C. gosteja od ledu.

Kader voda zmrzne, raztegne se za $^1/_{11}$ svoje prostornine, iz česar se razlaga, zakaj da led plava na vodi. Popolnoma mirna voda zamore se ohladiti do — 8°, da, celo do — 12° C. pa ne zmrzne. Če se pa potem še tako malo potrese, pa zmrzne na enkrat; pri tem se pa opazuje to, da v njo potopljeni toplomér stopi na 0°; to pa zato, ker se zvezana toplota razveže (glej. §. 155.).

134 Ker živo srebro zmrzne pri — 40° C., zato se merijo prav nizke topline s toploméri, ki so napolnjeni z vinskim cvetom. Ravno tako se s toplomérom, ki je napolnjen z živim srebrom, ne morejo meriti topline, ki so blizo ali nad vreliščem živega srebra. Razni pripomočki za mero viših toplin so že bolj težavni, in najbolj zanesljiv pripomoček je še razteznost zrakú.

Porabili so tudi razteznost trdnih teles, posebno jekla, in izdelali toplomére, drugače narejene; ali ti so se le malo razširili med svet.

134 Sila, s ktero toplota razteza telesa, je neizrečeno velika. Najmočneje posode niso mnogokrat v stanu, se ustavljati jej, ako jih napolnimo s kapljinami ali z zrakom, ter jih močno zamašimo in potem ogrejemo. Pri trdnih telesih je mnogokrat, posebno pri sostavljanju mašin, potrebno, da se zvé, za koliko da se raztegnejo pri posebnih premembah topline, zavolj tega so to ljudje izmerili in določili z največo pazljivostjo in natančnostjo. Našlo se je, da se sledeča telesa, če se ogrejejo od 0° do 100° C., raztegnejo podolgoma za dodani ulomek njihove dolgosti: Platina za $^1/_{1167}$, steklo $^1/_{1147}$, jeklo kaljeno, $^1/_{807}$, železo $^1/_{819}$, baker $^1/_{584}$, med (mesing) $^1/_{531}$, svinec $^1/_{351}$, cinek $^1/_{340}$. Tedaj ima n. pr. železna palica, ki je bila pri 0 stopinj 819 črt dolga, pri 100° C. dolgost 820 črt. Ako se zgorej stoječa števila pomnožijo z 2, dobimo povečavo

površine (oplošja), in ako jih pomnožimo s 3, dá nam pomnožek povečavo telesnine za ravno tisto stopinjo ogretja.

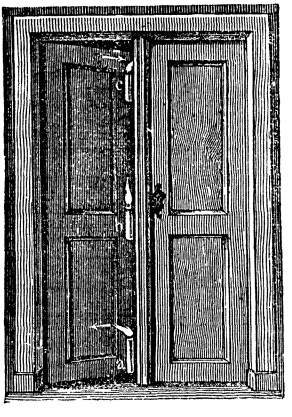
Razteznost kapljin je pa še mnogo veča, kajti od 0° do 100° se raztegnejo: živo srebro za 1·8, voda za 4·5, vinski cvet in olje za 10 odstotkov svoje poprejšnje prostornine, tako da se pri kupčiji mora na to gledati.

Prav znana prikazen je tá, da póčijo trdna telesa zavolj 135
neravnomérnega raztezanja, n. pr. če se steklena kupica postavi na toplo peč. To razložiti ni težavno. Spodnji deli stekla se poprej ogréjejo in raztegnejo, kakor gornji, ki ostánejo vedno še v poprejšnjej svojej legi. Zavolj tega postane notri v steklu napétost, ki je navadno vzrok, da steklo poči. Čim tanji je steklo, ali čim počasneje se ogreva, n. pr. s tem, da se list papirja pód-nj podloži, tim manja je neravnomérnost napetosti in tedaj tim manja je nevarnost, da bi steklo počilo.

Drugi nasledek raztezanja teles s toploto je pomanjšanje 136
njihove gostote. To se posebno očitno pokaže na kapljívih in na plínavih telesih. Ako se voda v posodi greje, stopajo k višku spodnje njene plasti, ki se najpoprej ogrejejo in ki zavolj tega postanejo manj goste, med tem ko se njene bolj hladne plasti pomikajo proti dnu. Zatorej se začne v vodi gibanje, ki se posebno dobro vidi na prahu, ki smo ga deli v vodo. To gibanje trpi dotlé, dokler nima vsa kapljina enake topline in tedaj tudi enake gostote.

Še hitreje začne toplota gibati zrak, in to, kar imenujemo prepih, je gibanje zrakú, ki ga napravijo razlike v toplini. Kakor je znano, je po naših sobah mnogokrat spodnji zrak še prav mrzel, ko je zgornji že ogret. Zato nam po zimi iz zakurjenih sob vedno uhaja ogreti zrak skoz gornje razpokline vrát in óken, med tem, ko skoz dolnje razpokline teče mrzel zrak od zunaj notri. Očitno se zamoremo o tem prepričati, če držimo (pod. 127.) svečo med vrata, na pol odprta, tako da nam plamen kaže, v ktero mér da teče zrak. Prepih dimnikov in lamp ima svoj vzrok v tem, da se k višku dviguje ogret zrak. Da teče topli zrak k višku, o tem se zamoremo prepričati z lepim poskusom. Iz kvarte se izreže zavita proga, in obesi se z enim koncem na pletilno iglo, ki jo zasadimo v odrezek krompirja, ter se postavi tako na peč. Zrak, ki se k višku dviguje, vrti zdaj progo okrog pletilne igle, da je videti kakor kača.

Pod. 127.



Precej velik balon, narejen iz tankega papirja, kterega notranji zrak hitro razgrejemo, gre prav visoko v zrak in ne pade dolgo doli, ako smo obesili posodo z gorečim vinskim cvetom v njegovo odprtino, ki jo ima odspodej.

137 Če se govori o gostoti kakovega telesa, stori se to vselej gledé stanovite topline, pri kterej je bila gostota izmerjena. Gostota trdnih in kapljivih teles se pa ne menja mnogo, če se toplina le malo menja. Navadno se meri njih gostota pri toplini od 12° do 15° C.

Gostota plínavih teles se pa jako ménja, tudi že pri majhnih premembah topline. Najbolj natanjčna opazovanja so učila namreč, da se vsi plini za vsako stopinjo 100delnega toploméra raztegnejo za $^1/_{273}$ svojega prostora. Tedaj 273 kubičnih palcev zraku od 15° C. napolni prostor od 274 kubičnih palcev, če se mu toplina poveča do 16° C. Ako se pa ohladi do 14° C., skrči se v le 272 kubična palca.

Razun toploméra pové nam pa tudi tlakomér, da zračna gostota ni vedno ravno tista. Ako tlakomér visoko kaže, je zračna gostota druga, kakor takrat, ko tlakomér nizko kaže; z vodno paro pomešan zrak ima drugo gostoto kakor suh zrak.

Na te okolnosti se je pa pri mérjenji gostóte plínavih teles pazljivo gledalo, in ako (v §. 98.) rečem: 770 kubičnih palcev zrakú je 1 lot težkih, ali, kar je ravno tisto, zrak je 770krat manj gost od vode, menim pri tem ta pogoj, da se je določila ta težkota suhega zrakú pri tlakomérovej visokosti 28 palcev in pri toplini 0°. Ravno tisti pogoji veljajo pri določevanji gostote vseh drugih plínavih teles.

Ker pa iz §. 97. vemo, da so prostori plinov obratno razmerni s tlakom, ki na-nje tišči, in ker nadalje poznamo omér, v kterem se plini za vsako toplomérovo stopinjo raztezajo, se iz tega dá gostota plinova izračunati za vsak kterikoli tlak in za vsako toplino. Iz tega je tedaj vsakemu jasno, zakaj da gré k višku balon, napolnjen z ogretim in tedaj manj gostim zrakom. Temu se ravno tako malo čudimo, kakor se ne čudimo, da gre k višku pluta, ki jo potisnemo na dno vode. Tudi ta prikazen, da vinska trta in drugi sadeži časih na bregovih ne zmrznejo, med tem ko se to zgodi v dolini, razloži se iz tega, ker je topleji zrak na visokejem mestu, hladneji pa v dolini.

Imenitna uporaba napetosti ogretega zrakú je ta, da se z njo gonijo mašine. Naprava teh tako imenovanih *kaloričnih mašin* usrečila se je še le v najnovejšem času po mnogih nesrečnih poskusih Švedu *Janezu Eriksonu*, kteri že od leta 1831 neprenehoma na tem dela. Pri teh mašinah se ni bati razpoka, in pri njih ne gre nič v zgubo, zato se rabijo posebno tam pogostoma, kjer se iz njih odhajajoči topli zrak zamore še rabiti za ogrevanje ali sušenje; temu nasproti se pa pri parnih mašinah odhajajoča para ne more za nič več rabiti; to pa vse draži njé in njih delo.

Vrenje, parenje. Ako se razna telesa podvržejo večej to- 138
plini, se ali pokončajo, kakor se to godi z rastlinami in sè živalimi, ali se pa spremení le njih stanje.

Trdna telesa postanejo pri stanovitej toplini tekočna. V §. 132. smo povedali t a l i š č e nekterih teles, (t. j. tisto mesto, ktero kaže toplomér pri tistej toplini, ki je potrebna, da se ta telesa stopé ali stalé, in dodamo edino le to še, da se eno in tisto telo raztopi tudi vselej pri enej in tistej toplini, tako n. pr. svinec pri 334° C.

Ako se stopljeno telo dalje greje, zgodi se na zadnje enkrat, da njegovi delki po toploti zadobé lastnosti plinov. Trdna in kapljiva telesa se v tem stanju imenujejo p a r e (h l a p i, s o p u h i). Tudi skorej vsa telesa se dajo spremeniti v paro, ali njih mnogo še le v jako velikej toplini. V tej doseže se pa tudi to, da se še celo kovine, kakor železo, baker, platina, spremené v paro ali hlap.

Telesa, ki se že v primérno malej toplini spremené v paro, imenujejo se h l a p n a telesa. Vse pare ostanejo toliko časa v svojem stanji, dokler trpí tista toplina, ki jih je napravila. Ali, če se ohladé, zgosté se koj spet v kapljino, ktera se potem spet zamore strditi v trdno tvarino.

Na zmožnost teles, da se z ogretjem spremené v paro, 139
oslanja se dvoje imenitnih tehniških in kemijskih del, namreč r a z h l a p a n j e (s u b l i m o v a n j e) in p r e k á p a n j e (d e s t i l o v a n j e).

Sublimovanje obstoji v tem, da se t r d n o telo spremení v paro, in da se ta v posodah, za to pripravnih, spet zgosti. Po stenah teh posod se sublimovano telo potlej uséde navadno kot droban prah, tako imenovana r a z h l a p i n a (s u b l i m a t). Da se na najprostiji način pokaže sublimovanje, vzame naj se steklena cev, ki je na enem koncu zavárena, in naj se v njej razgreje košček kafre. V kratkem se kafra spremeni v belo paro, ki se na drugem hladnejem koncu cevi uséde kot droban prah.

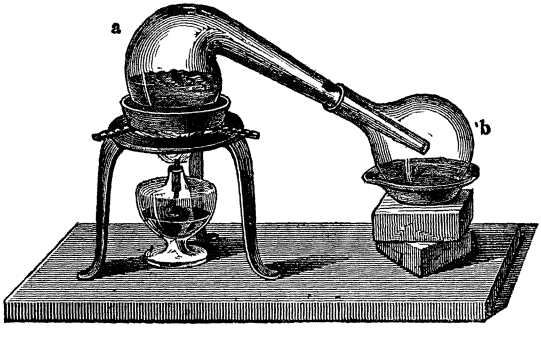
D e s t i l o v a n j e se pa potrebuje mnogo večkrat, in to vselej, kader treba hlapno telo odločiti od drugih teles, ki niso kar nič, ali mnogo manj hlapna, kakor ono. Tako n. pr. hočemo pri kuhanji žganja vinski cvet ločiti od zavréle žonte (zdrozgalice), in to dosežemo z destilovanjem.

Priprava za destilovanje je navadno sostavljena iz treh delov, namreč iz p r e ž i g a l n e p o s o d e, v kterej se kapljina greje, iz h l a d i l n i k a, v kterem se pare gosté, in iz p o d s t a v l j e n e p o s o d e, v ktero se zbira p r e k á p i n a (d e s t i l a t).

Za kemijska dela so vsa ta orodja steklena. Kakor vidimo v pod. 128., ohladé se pare, ki se razvijajo v r e t o r t i *a*, že v njenem vratu, in zgoščena kapljina nabira se v steklenici *b*.

Ali če so pare jako hlapne, so pa potrebni še drugi pripomočki, ako jih hočemo popolnoma ohladiti in zgostiti, ker bi sicer velik del njih pobegnil v zrak in tedaj prišel v nič.

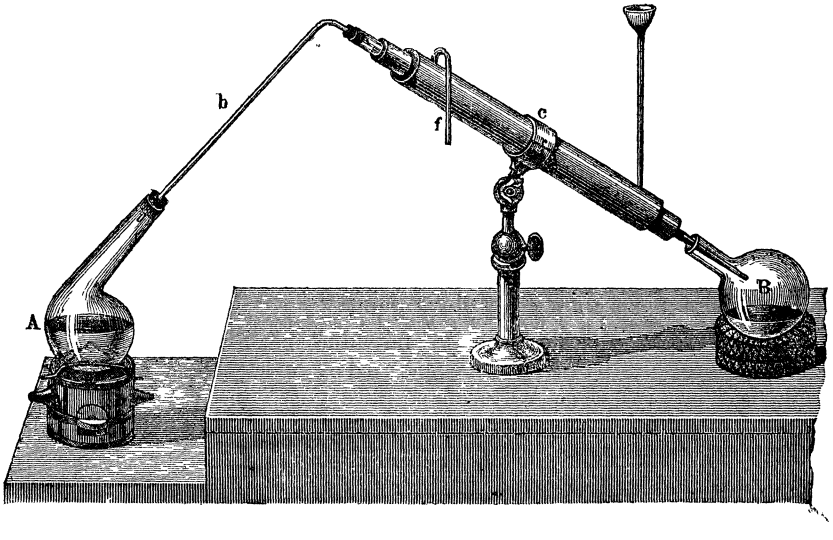
Pod. 128.



Za manje množine v tem slučaju jako dobro služi orodje, naslikano v pod. 129. Pare, ki se razvijajo v prežigalnej posodi *A*, gredó skoz dolgo stekleno cev *b*, ktera tiči v širjej plehnatej cevi. Prostor med obema cevéma je napolnjen z mrzlo vodo, ktere se zamore skoz liják prilijati, med tem ko se ogreta voda izceja skoz zakrivljeno cev.

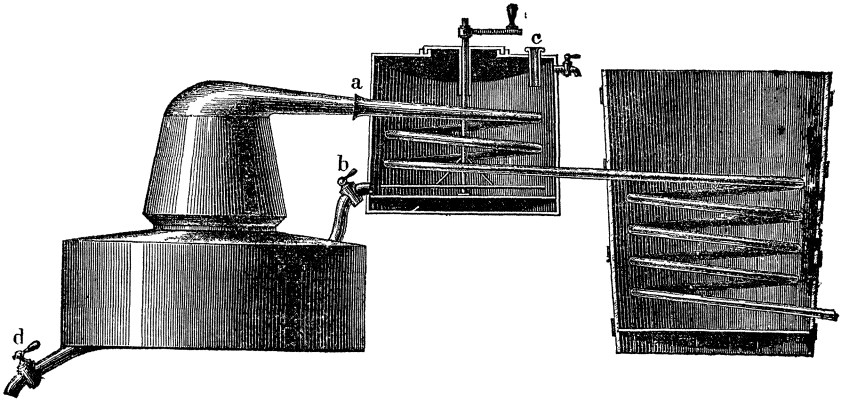
Za kuhanje žganja se rabi priprava v pod. 130. Ta je sostavljena iz širokega in nizkega bakrenega kotla, na kterem

Pod. 129.



sedi klobuk. Kotel je vzidan v pripravno pečnico. Pare, ki se razvijajo v kotlu, gredó skoz bakreno ali kositerno po kačje zavito hladilno cev *a* v tako imenovano ogreválo; to ogrevalo je brenta napolnjena sè zavrélo žonto, ktera žonta

Pod. 130.



se s tem, da zgostuje paro vinskega cveta, tudi sama gréje, in ktera se potem že ogreta spusti skoz pipo *b* v kotel, da se podvrže prekapanji. Iz ogrevála gredó pare vinskega cveta, ki se niso že v njem zgostile, dalje v sod hladilnik, čegar dolga, zavita cev je obdana z mrzlo vodo, tako da ni lahko mogoče, da bi pobegnilo kaj nezgoščene pare.

Naj se omeni še to, da je brezštevilna množina raznih priprav za destilovanje, da se pa vse, naj so narejene kakorkoli, v bitnosti skladajo s to, ki smo jo tu popisali.

Ako v odprtej posodi vodo ogrejem, protivi se njenej spre- **140**
membi v paro dvoje, namreč zveznost vodnih delkov in zračni tlak, ki tišči na vodo. Oboje se tedaj mora pri parénji premagati.

Ako grejemo vodo počasi do 100° C., zadobé njeni delki na zadnje tako moč oddaljivati se drug od drugega, da je ona veča, kakor vsi nasprotni upori. Odslé se vidi, kako se na dnu posode delajo parni mehurčiki, ki gredó skoz vodo k višku, tako da jej podelé kipeče gibanje, in da nazadnje pobegnejo v zrak. To prikazen imenujemo vrenje ali kuhanje, in napetost pare v dvigajočih se mehurčikih je enaka tlaku ozračja; saj se ne bi mogli delati, če ne bi to bilo. Na tak način zamoremo vso dano vodo spremeniti v paro in opazovati, da celi čas kuhanja toplomér ne stopi nad 100° C., tudi takrat ne, če še tako hudo zakurimo pod posodo. Vsa vročina gre pri tem, kakor vidimo, v narejeno paro.

Če zavrêmo vodo na visokem hribu, in če potopimo toplomér va-njo, ne kaže nikdar 100° C. Kaj da je temu vzrok, dá se lahko dokazati. Tukaj je zračni tlak na vodo manji, kakor v nižavi; tedaj mora ta voda tudi pri manjej toplini vreti, kakor doli v nižavi. Na visoko nad morjem ležečej planjavi Kvitoskej, ki je 8724 čevljev nad morjem, vrè voda že pri 90° C. Tam se tedaj v odprtej posodi ne dá jajce trdo skuhati. Ako se s pomočjo zračne sesaljke ali na drug način odpravi zrak popolnoma, ali skorej popolnoma, iz posode, v kterej je nekoliko vode, začne voda že vreti, če posodo le vzamemo v toplo roko.

141 Pa voda se spremení tudi v paro, če tudi se ne ogreje, samo ako stojí prosto na zraku. To prostovoljno parenje godi se pa mnogo počasneje, in imenuje se hlapenje ali puhtenje. Dana množina vode se izhlapi tim hitreje, s čim večo ploskvo se dotika zraku, čim suheji in topleji je zrak, in čim hitreje tečejo nove zračne plasti čez vodo. Pri hlapenji dela se sopuh (para, hlap), le na površji kapljine; pri parénji pa notri v kapljini.

142 Ako se raztopé navadna sol ali tudi drugačne soli, slador ali tudi druge stvari v vodi, morajo se te raztopljine bolj visoko od 100° C. ogreti, da zavró. Sledeči priméri kažejo, v kterem oméru treba vzeti soli in vode, da se dobé nasitene raztopljine; kažejo pa tudi njih povišena vrelišča:

Soli	delov	na delov vode:	vrelišče:
Ogljenčevo kisli natron .	48	100	104·6° C.
Natrijumov klorec . . .	59	100	108·4
Duščevo kisli kali . . .	335	100	115·9
Ogljenčevo kisli kali . .	205	100	133·0
Duščevo kislo vapno . .	362	100	151·0
Kalcijumov klorec . . .	325	100	179·0

Večina jedil, ki se kuhajo po naših kuhinjah, ima tako večo toplino, zato se je mogoče z njimi bolj hudo opeči, kakor z vrelo vodo samo na sebi.

143 *O parah.* Mariottov zakon (§. 97.) nas je učil, da je napetost zaprtega zrakú tem veča, v čem manji prostor ga stisnemo. Po tem zakonu se ravnajo vse zrakovine (vsi plini); ali nektere izmed njih le med posebnimi mejami. Ako se n. pr. ogljenčeva kislina podvrže tlaku, ki se vedno povečava, se sicer tudi vedno povečava njena napetost, ali na enkrat prejde iz stanja zrakastega (plinavega) v stanje kapljivo. Ravno tako se

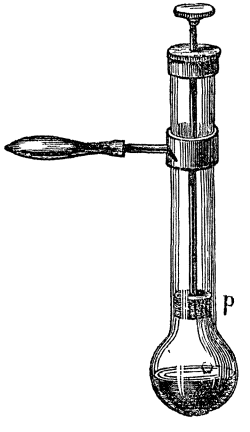
ima večina ostalih plinov, kakor klorov plin, svetilni plin, itd. Če se tlak pomanjša, vzame en del v kapljino zgoščenega plina spet zrakasto podobo ná-se. Le trije plini, namreč vodenec, kislec in dušec, kakor tudi atmosfêrski zrak, ki ni druzega, kakor zmes iz zadnjih treh, se nikakor ne vdado, tudi ne pod največim pritiskom, da bi se napravili kapljivi, in zatorej se imenujejo stanovitni plini.

Pare ali sopari se pa nasprotno imenujejo tista plinava telesa, ki zamorejo pri navadnej toplini in pri srednjem zračnem tlaku biti še tekočna, kakor n. pr. voda, vinski cvet, êter, itd.

Take pare se razločujejo bitno od plinov v tem, da se ne ravnajo po Mariotto-vem zakonu. Mislimo si kakov prostor napolnjen do sitega s paro, ne zadobi poslednja pri povečanem tlaku tudi povečano napetost, ampak en del nje spremení se v kapljino in ostanek pridrži prejšnjo napetost.

Ali, če se voda greje v zaprtej posodi, tako da ne more bežati para, ki se nareja, takrat se povečava toplina vode neprenehoma, in s tem vred dobiva zaprta para tudi vedno večo napetost, ktera na zadnje doseže strašno moč. Za take poskuse jemljejo se zatorej navadno le prav trdne železne posode.

Pod. 131.



144 Ako si izberem stekleno posodo (pod 131.), ktere odprtino zapira pah (bat) *p*, ki se va-njo tako dobro prilega, da ne more zrak mimo njega, in ako grejem vodo v njej, zadobi kmali zaprta para toliko napetost, da potisne páh po cevi k višku. Ako postavimo, ko se je to dogodilo, posodo hitro od ognja, s čimur se para na enkrat zgosti, naredi se, se vé, razredčenje zraka pod pahom. Tlak zunanjega zraku potisne zdaj pah spet nazaj v cev.

V tem ednostavnem poskusu, v premikanji páha gori in doli, imamo podlogo naprave vseh parnih mašin.

Sledeča tablica nam kaže napetost vodnih pár pri viših toplinah:

Napetost v atmosfêrah	Primérne topline	Tlak na 1 kvadratni centimeter v colnih funtih = 500 gramov.
1	100°	2·06
2	121	4·14
4	145	9·66
6	160	12·40
8	172	16·56
10	182	20·66
15	200	30·98
20	215	41·22
25	226	51·64
30	236	61·98

145 *Parna mašina.* V vvodu bilo je rečeno, da je iznajdba tiskarstva tisti dogodek, ki je zavaroval znanstvu večno trpežnost, ki je je razširil in mu podelil tiste pripomočke, brez kterih ono ne bi bilo moglo doseči toliko stopinjo razvitka, kolikoršno je res doseglo.

Enake imenitnosti za obrtnijo je iznajdba parne mašine. Parna mašina posojuje človeku na stotisoče delavnih rok; ona mu nadomestuje tisoče tovorne in vozne živine; ona je naredila brodnika nepodložnega vetrovom in valovom; ona goni nam mline, vse enako, ali se je mlinski potok posušil ali do dna zamrznil; ona lahko premaga vsako breme, in leti hitro kakor veter v najdaljne kraje.

In kakor dela vsaka znamenita prememba zunanjih okolnosti človekovih na njegovo notranjost, tako je tudi moč parne sile na dušne razmére človeške prav velika.

Ako je naloga tiskarstva, da širi in na veke proslavlja misli in ideje, je pa glavna naloga parnej mašini, da pospešuje dela in da lajša poznanje zemlje; ako ono veže duhove vseh vekov, pa druži tá osebe sedanjosti.

Tedaj je pregledavanje in premišljevanje parne mašine tu prav na svojem mestu, da se nam njeno delovanje ne bo dozdevalo, da je kaj čudnega, vražjega, ampak da se bomo prepričali, da je ona občudovanja vreden primér, kako človeški duh zamore prirodne sile narediti si podložne.

146 Moč parne mašine je tedaj posledek velike napetosti zaprte in nad vrelišče sogrete vodne pare, in velikost njene

moči ravná se po napetosti pare, ki se rabi v njej, in po površini bàta.

Recimo, da naj ima para toliko napetost, da je ravna zračnemu tlaku, in da naj meri bàtova površina en kvadratni meter, kar je enako 1378 parižkih kvadratnih palcev, se tišči po §. 102 bat s toliko silo navzdol, kakor da je obložen z 20000 funti. Ako pa rabimo paro trojne ali četverne napetosti, se pa tudi mašinina moč poveča za trojno ali četvérno.

Mašine, ki delajo s paro male napetosti, imenujejo se mašine na mali pritisek, take pa, ki delajo s paro velike napetosti, imenujejo se mašine na veliki pritisek.

Pa nikar naj se ne misli, da mašine na mali pritisek ne bi mogle tolike moči razvijati, kolikoršne imajo mašine na veliki pritisek. Pri poslednjih je valjev prerez manji, in s tem se ta omér poravná. Saj je očevidno, da se ravno tisto doseže s tlakom od ene atmosfêre na bàt od štirih kvadratnih čevljev površine, kar se doseže s tlakom od štirih atmosfêr na bàtovo površino od enega kvadratnega čevlja.

Se vé, da je v tem poslednjem primérljeju mašina manj obsežna, po imenu zato, ker se para od enega batovega konca ne odpravlja sè zgoščenjem, ampak s tem, da jo spuščamo v prosti zrak, zavolj česar je mašina mnogo ednostavnija.

Kotel parnik. Para se dela v železnih ali v bakrenih kotlih. 147
Podoba teh kotlov je prav različna, ali gleda se vselej na to, da jih plamen liže kolikor mogoče na široko. Navadno se jim dá podoba cevi, na obeh konceh zaprte, ki jo obdaja ogenj od vseh strani. Tako je mogoče, mnogo vode spremeniti hitro v paro, ki se vódi skoz posebno cev do mašine. Debelost kotlovih sten se ravna po preméru kotla in po napetosti pare, in je po postavi določena.

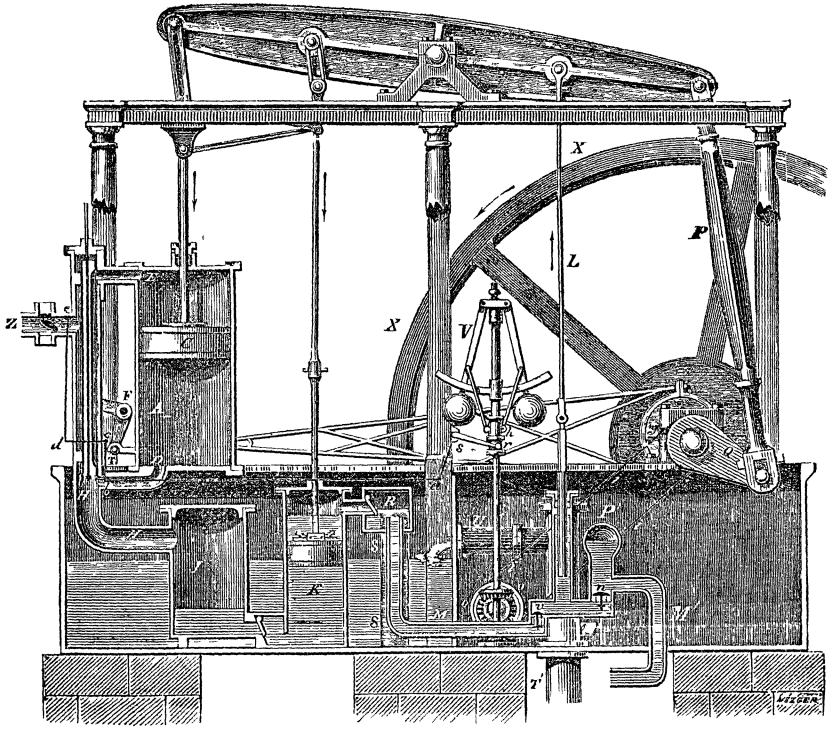
S pomočjo primérnih naprav na parniku, se dá spoznati koliko je para napéta in kako visoko stoji voda v njem. Dalje je na njem zaklopnica varovalka, odvodna cev za paro, cev napajalka, skoz ktero se voda doliva, in zadnjič luknja, v ktero zleze človek, ki hoče kotel očistiti.

Kotli parniki sè razpočijo in se razleté vkljub vsem zavarovalnim napravam vender še premnogokrat. Navadno je temu vzrok iskati v slabo narejenih ali poškodovanih kotlih. Včasih se pa kotel razleti, ko se nam zdi nemogoče najti, zakaj; ali vzrok temu je to, da se voda v posebnih okolnostih zamore prav hudo ogreti, in se vendar ne nareja para, ali da se je vender naredi naenkrat strašno mnogo, kader se te okolnosti spremené. V malej meri opazujemo to na tako imenovanej Leidenfrostovej kaplji. Ako se namreč dene nekoliko malo vode na močno razgreto kovinsko ploščo, naredi voda oblico, ktera ne vrè, pa vendar po kovini sem ter tje skače in se vrti; ali če se kovinska plošča ohladi, začne voda naenkrat

prav močno vreti, in para, ki se v tem hipu naredí, razprší jo na vse strani.

148 *Mašino na mali pritisek* vidimo v pod. 132. pred sabo. Pri *Z* prihajoča para vodi se s posebno pripravo premenjema zdaj nad, zdaj pod bàt *C*, ki se v valjar *A* gori in doli premika. Ako je para skoz luknjo *E* stopila nad bàt, tlači ga navzdol. Če je pa valjar pod batom tudi napolnjen s paro, nasprotuje ta onemu tlaku in ga uniči. Paro treba tedaj vselej odpraviti na enej strani bata. To se tudi res godi z največo pravilnostjo, ker tista priprava, ki vodi paro pre-

Pod. 132.



menjema na gornjo in na dolnjo plat bàtovo, spušča tudi v tisti hip paro, ki je na nasprotnej plati, skoz cev *HH* v posodo *I*, obdano z mrzlo vodo. Poslednja posoda *I* imenuje se gostilnik (kondensátor), ker se v njem pare gosté, t. j. spreobračajo spet v vodo.

Ako pa v gornjem koncu valjarja dela para velike razpenljivosti, med tem ko se je v dolnjem njegovem koncu naredil

prazen prostor s tem, da se je para zgostila v vodo, mora iz tega biti ta posledek, da se riva bat *C* navzdol. Ravno tako premika se bat navzgor, ako se je zgostila para, ki je nad njim, in ako teče para skoz luknjo *D* pod njega.

Se vé, da se ravno tako, kakor bat, tudi giba gori in doli železni drog, ki je na-nj priterjen, in ki gre nepredušno skoz valjarjev pokrov. Ali redko kedaj je ravno táko gibanje primérno namenom obrtnije. Navadno pride pri vsakej mašini gib od valjarja, vodoravno ležečega, ki se vratilo imenuje. Zdaj gre za to, da se to gori in doli gibanje batovega droga spremení v vrtenje vodoravnega vratila.

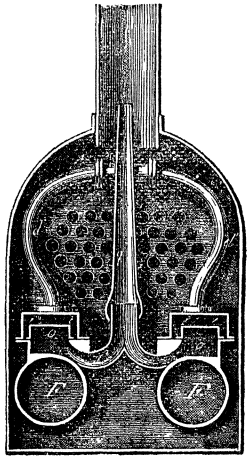
To se doseže tako-le: Batov drog je pritrjen na en konec enakoramnega vóda, ki se kimálnik ali ravnotežnik (balancier) imenuje. Na drugem koncu pa vidimo poganjalko *P* pritrjeno, ki je s svojim spodnjim koncem z ročico *Q* vodoravnega vratila ravno tako zvezana, kakor podložnik s kolesno ročico (kljuko) navadnega kolovrata. Ker se vrtí vratilo, vrti se pa tudi na-nj nataknjen zamašnjak (gon) *XX* (primerjaj §. 78.), na tisto stran, na ktero kaže strela.

Zdaj nam še ostane, da razložimo nektere druge dele naše podobščine.

V gostilniku se para spreobrača spet v vodo. Voda, ki se tedaj tu nabira, odpravlja se s pumpo, ki dela v vodnjaku *K*. Od todi pride voda dalje v dvoramno posodo *R*, od koder jo žene batov drog *L* pumpe tiskaljke skoz cev *M'* v parni kotel nazaj. Ta voda je namreč vedno še topla in tedaj bolj pripravna, da se hitro spet v paro spremení, kakor pa mrzla voda.

Naprava *V* imenuje se ravnar. Njegova naloga je ta, da pušča več ali manj pare mimo lopute *e*, ki je v cevi *Z*, in to po tem, kakor treba, ali da dela mašina z večo silo, ali pa, da da dela z manjo silo.

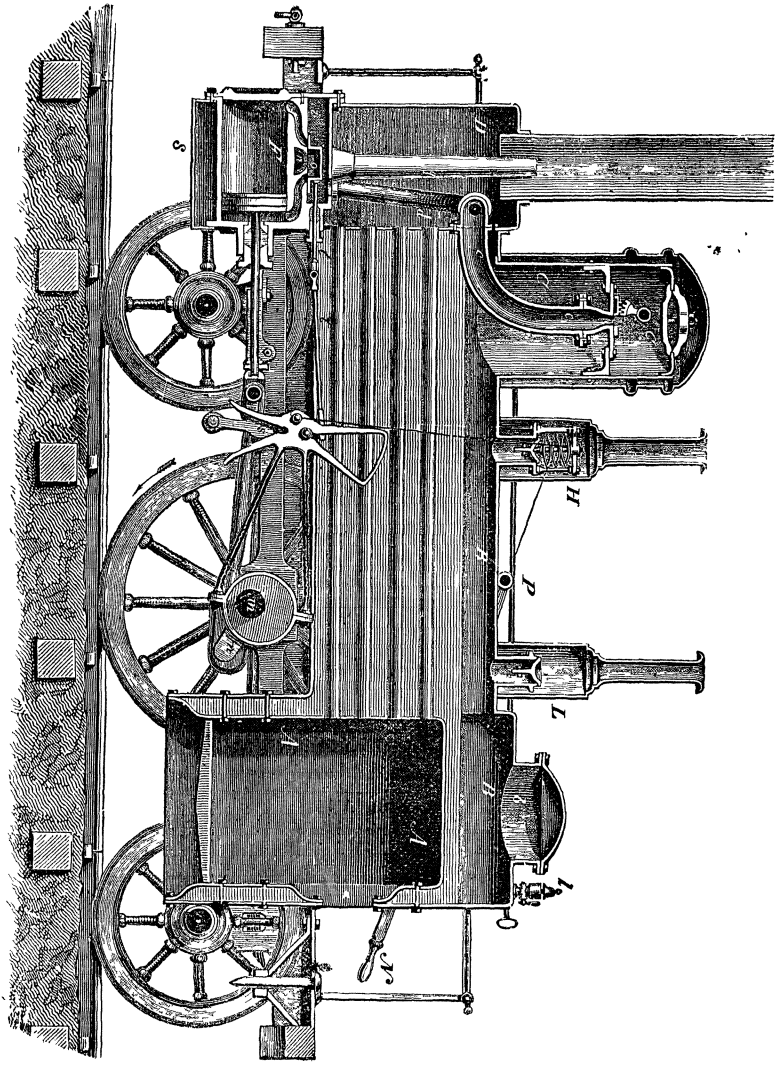
Pod. 134.



Mašina na véliki pritisek potrebuje v enakem času skorej ravno toliko pare, kolikor je potrebuje enake moči mašina na mali pritisek. Ali prva mora biti tako narejena, da more v kratkem času in v prav majhnem prostoru veliko vode spremeniti v paro. Kakor se vidi iz pod. 133. na sledečej strani, ki kaže prerez lokomotiva podolgama, in iz pod. 134., ki kaže poprečni prerez lokomotiva, doseže se to s tem, da teče zrak, ogret v ognjišči *AA*, skoz

149

mnogo bakrenih cevi, ki jih okrog in okrog obdaja voda. Postale pare, ki dosežejo napetost 5 ali 6 atmosfêr, se nabirajo v prostoru *BB*, se vzdignejo v vzvišeni oddelek *CC*, in pridejo v valjar skoz cev *cc*, ki se deli na dvoje, izmed teh dveh cevi se pa tukaj vidi le ena, *d*. Dva valjarja sta namreč, izmed kterih pa tukaj vidimo le sprednji *F*. Kakor se vidi, leži on vodoravno, zavolj česa se tudi batov drog vodoravno sem ter tje premiče. Ta goni v zvezi s poganjalko in z ročico *n*

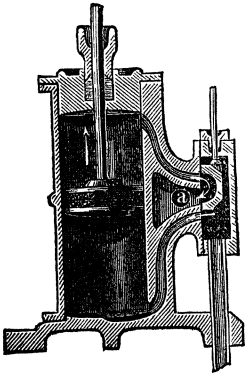


Pod. 133.

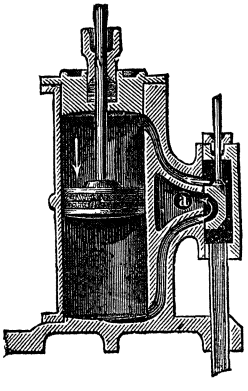
veliko kolo, med tem ko manja kolesa z njim vred tekó. Skoz cev *q* beži nepotrebna para z dimom vred v dimnjak.

Prav umna naprava, tako imenovani razdeljevalnik pare (krmilo) je za to, da pušča paro premenjema zdaj nad bat, zdaj pod bat, in da tako nareja njegovo premikanje sem ter tje. To napravo razjasnujemo s podobščinama 135. in 136., ki kažete prerez valjarja z razdeljevalnikom pare vrêd. Kakor se vidi, je ena stena valjerjeva jako debela, in na dveh krajih

Pod. 135.



Pod. 136.



prevrtana. Te dve v njo izvrtani luknji vodite v gibljiv predal, v kteri pride para po cevi privodnici. Kader mašina začne iti, premika ona s pomočjo primérnega mehanizma vedno nekoliko oni predal, tako da enkrat (kakor se vidi v pod. 135) teče para skoz spodnjo luknjo v valjar, in da tedaj bat potiska navzgor, med tem ko se tista para, ki je nad batom, skoz gornjo luknjo odtéka proti odvodnej cevi *a*, ki vodi na stran. Drugikrat pa je gibanje temu ravno nasprotno, kakor kaže pod. 136.

Že v sedemnajstem stoletji imeli so mašine, ki jih je para **150**
gnala. Bile so pa še prav nepopolne, in še le okrog leta 1763 je Anglež Jakob Watt napravil tako parno mašino, kakoršne so v bitnosti še dandanašnje. Prvi veči parobrod je naredil 1807. leta Amerikanec Robert Fulton.

Kurijo se parne mašine navadno s premogom. Stoječa mašina, močna za 1 konjsko silo, potrebuje na uro po priliki 20 funtov oglja. V ravno tistem času potrebujejo:

2	konjski sili	31	funtov oglja
10	konjskih sil	100	„ „
20	„ „	166	„ „
100	„ „	555	„ „
200	„ „	1100	„ „

Mašine parobrodov in lokomotivov potrosijo razmérno še mnogo več oglja.

151 *Razširjanje toplote.* Znano je, da močno ogreto telo počasi izgubi svojo toploto, da se ohladí. Ravno tako znano je, da telo nizke topline, zadobi počasi višo toplino, ako se na kakov način greje. Toplota se tedaj ne dá v kako telo, bi rekel, zapreti, ampak prizadeva si vedno kakor vsaki gib, da bi se spravila sè svojo okolico v nekako stanje ravnotežja; giba se tedaj neprenehoma.

Toplota se razširja na dvojni način, prvič, da se razprostira skoz tvarino teles tako, da jo prvi delek podeli obližnjim in tako dalje, dokler se je niso vsi delki enako navzeli. Tako razširjanje toplote imenuje se prevájanje. Drugič toplina se pa razširja tudi skoz zrak, pa ga ne ogreje, ker gre v trakovih (žarkih) iz teles, prav tako kakor zvočni in svetlobni trakovi, zavolj tega se v tem obziru imenuje žareča toplota.

152 Telesa ne razširjajo vsa enako hitro toplote skoz svojo tvarino. Igle, ktero na enem koncu razbelimo, ne moremo na drugem koncu prijeti, če se nečemo opeči. Temu nasproti pa sme še krajša lesena trščica na enem koncu goreti, med tem ko njen drugi konec brez škode držimo med prsti. Telesa so tedaj deloma dobri prevodniki toplote, deloma slabi.

Gosta telesa, tedaj kovine, so najbolji prevodniki toplote. Najočevidnije se to pokaže, če držimo draténo mrežo poprek plamena goreče sveče; plamen se s tem tako močno ohladi, da ne gré skoz mrežo. Telesa male gostote razširjajo toploto le prav počasi skoz svojo tvarino. To se posebno takrat godí, če so ta telesa prav luknjičava in rahla.

Zato se kamenje, prst in lončena posoda, steklo štejejo med srednje; les, slama, lasje, rastlinsko vlakno in iz njega narejena roba pa med slabe prevodnike toplote.

Mnogo najnavadnejih prikazni je nasledek različne vodilnosti teles, kakor n. pr. da voda hitreje zavrè v železnem kakor v prstenem loncu; da žareči ogelj, položen na železno ploščo hitro ugasne, med tem, ko na leseno desko položen, še dolgo tlí; da se kovine hladne čutijo, ker hitro odvajajo toploto naše roke.

Da se sploh toplota našega telesa ne pomanjša preveč, ne po žarenji, ne po odvajanji, zato se oblačimo sè slabimi prevodniki toplote, z volnatimi tkaninami, s kožuhovino. Ravno zavolj tega si narejamo topla ležišča iz mahú, iz sena in iz perja, in obmotamo drevje in druge rastline sè slamo, da jih obvarujemo mraza.

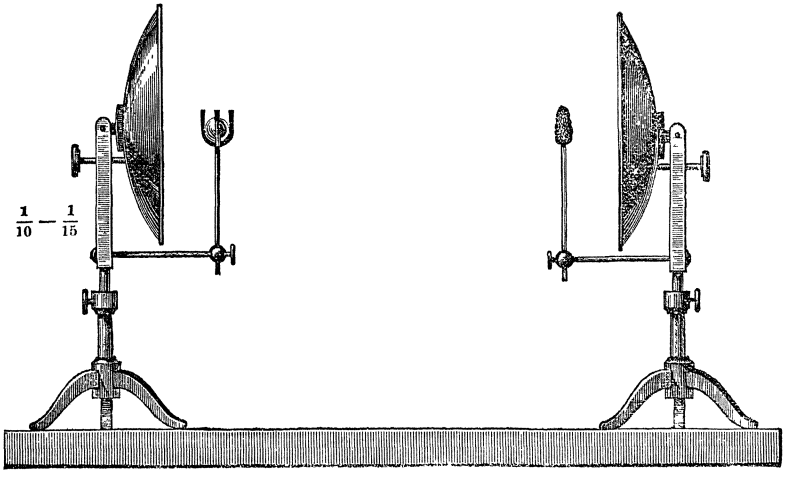
Tudi zrak in voda sta prav slaba prevodnika toplote. Zrak v kletih in v vodnjakih obdrži po leti in po zimi precej ravno tisto toplino, in že v §. 136 smo videli, da zrak in voda le s tem hitreje širita toploto, ker jih ona spravi v gib. K telesom, ki toploto le slabo prevajajo, moramo prištevati tudi sneg in led. Skorej vse naše ozimine zmrznejo v hudih zimah, če jih sneg ne pokriva.

O trakovih (žarkih) toplote, ki n. pr. izhajajo od za- 153
kurjene peči, prepriča nas občutek lahko, če se približamo peči. Da toplota, ki jo takrat občutimo, pride res v trakovih do nas, to spoznamo iz tega, da nas varuje pred njo deska, postavljena med nami in med pečjo, ki je njim v zapreko. Tudi od solnca pride toplota v trakovih na zemljo, in pri tem se zrak le prav, prav malo ogreje, saj je on na visokih gorah jako mrzel.

Kakor zračni trakovi, tako se tudi toplotni trakovi ogibajo ali odklanjajo, če pridejo iz enega dela tvarine v drugi, ki ima od prvega drugačno gostoto; nadalje se odbijajo, če se zadenejo ob kako trdno stvar. Oboje opazujemo najočevidneje na zažigalnem steklu in na zažigalnem zrcalu.

Zažigalno steklo bomo popisali v oddelku o svetlobi. Zažigalno zrcalo je vboklo zrcalo (Hohlspiegel) iz svetlo likane (polirane) médi. V pod. 137. vidimo dve taki zrcali drugo drugemu nasproti postavljeno. Vse tople trakove, ki na površje

Pod. 137.



zažigalnega zrcala padajo vzporedno z njegovo osjo, odbija on tako, da se vsi snidejo v enej točki pred zrcalom. V tej točki so zbrani vsi toplotni trakovi, kar jih je vjelo vboklo površje zažigalnega zrcala, in zatorej se ona imenuje žarišče, gorišče. Ako se pa dene telo, ki toploto žari, v žarišče vboklega zrcala, odbije poslednje vse toplotne trakove, ki padejo na-nj, od sebe tako, da gredó medsebojno vzpóredno proč.

Te lastnosti zažigalnega stekla so se potrdile sè sledečimi poskusi. Dve zrcali se postavite kakor v pod. 137., in v žarišče enega zrcala se dene razbeljena železna oblica ali pa žlica posnemalka sè živo žrjavico. Ako se drží v žarišču druzega

zrcala, ki smé stati 18 do 20 čevljev daleč proč, kaka stvar, ki se rada vnáme, n. pr. vnetilo, se to vžgè, in sicer zato, ker prvo zrcalo toplotne trakove, ki pridejo do njega od onih žarečih stvari, pošilja vzporedno do drugega zrcala, ktero jih zbira v svojem žarišču, zavolj česar na tem mestu postane taka vročina, da je dovoljna, da zažgè stvari. Ako se drži toplomér le malo zunaj žarišča, ali kjerkoli med obema vboklima zrcaloma, se pokaže, da toplotni trakovi nikjer drugej niso topline povečali, še za spoznanje ne.

Temperatura žarišča je odvisna od velikosti zažigalnega zrcala in od temperature toplotnih izvirkov. Napravili so zažigalna zrcala, s kterih pomočjo so s toploto solnčnih trakov, nabranih v njihovem žarišču, stopili in zažgali take stvari, kterih sicer niso nikakor mogli stopiti in zažgati, tudi v najhujem ognji ne.

Hitrost toplotnih trakov je enaka hitrosti svetlobe, ktera za eno sekundo prehodi 42000 milj.

154 Telesa kažejo neizmérno različno obnašanje proti toplotnim trakovom, ki na-nje zadenejo. So taka telesa, ki prepuščajo vse toplotne trakove skoz svojo tvarino, pa le najmanjših njihovih delov v sé ne vzamejo in v sebi ne obdržé. Tako je n. pr. sè zrakom. Pa tudi nektera trdna telesa, kakor n. pr. kameněna sol, se imajo ravno tako. Vender se ta kažejo kakor izjémek, ker vsa druga telesa jemljejo v sé več ali manj toplotnih trakov, ki na-nje naleté.

Telesa, ki v znatnej meri prepuščajo toplino skoz svojo tvarino, imenujejo se za toplino prehódna (diatherman); tista telesa pa, ki ne prepuščajo topline skoz se, imenujejo se za toploto neprehodna (atherman).

V obče velja pravilo: Trdna telesa vzamejo tim več topline v sé, čim manj gosta so in čim temneje barve so, in narobe. Zatorej posrkajo n. pr. saje skorej vse toplotne trakove, med tem ko jih svetlo likano srebro ali železo skorej vse odbija. Ako se toplomér ovije z belo tkanino, drugi toplomér pa sè črno, in ako se oba enako obesita na solnce, bo črno omotani kazal višo toplino, kakor drugi. Ravno tako sneg hitreje kopni, če se črno platno čez-nj pogrne, kakor pa pod belim platnom; prst na njivi se tem bolj ogreje od solnca, čem bolj črna je. Iz tega se razloži, zakaj poleti raje nosimo belo in sivo obleko, po zimi pa črno in tamno.

Pa tudi gledé svoje zmožnosti, toploto izžarivati, so si zaznamovani dve skupini teles medsebojno nasprotni. Gosta telesa imajo le prav majhno zmožnost izžarivanja, rahla telesa pa mnogo večo.

Tako se kterakoli vroča kapljina, kakor n. pr. čaj ali kava, v svetlo likanej kovinskej posodi mnogo počasneje hladi, kakor v prstenem, sajastem loncu.

Vtajena ali zvezana toplota. Že v §. 140. smo videli, da 155
voda, ktera je že do vrelišča ogreta, ne dobiva nič veče temperature, če jej tudi vedno dovažamo nove toplote. Takrat gre vedno en del toplote v paro, pa toplomér kaže nepremenjeno 100° C. in to v vodi samej, in tudi v sredi pare. Ako se sneg ali led, ki ima temperaturo od 0°, postavi v posodi na peč, ima voda, ki se pri taljenji nareja, tudi temperaturo od 0°.

Vsa toplota, ki jo obakrat dovažamo, služi, kakor se vidi, samo za to, da se trdna voda spreminja v kapljívo, in pri vrenji da se kapljíva voda spreminja v parasto vodo, vender pa s taljenjem narejena voda ne kaže više topline kakor sneg, para ni topleja od vrele vode.

Telesa zamorejo tedaj toplote v sebe sprejemati, s tem pa se ne poviša njih temperatura, ali pri tem postanejo manj gosta. Tako sprejeta, ne dočutna toplota se imenuje zvezana ali vtajena toplota. Para, pri 100° C. razvita, je tedaj enaka vodi od 100° C. sè zvezano toploto vred.

Fizikarji so se porazumeli, in vzeli za toplotno edinico (kalorijo) tisto množino toplote, ki je potrebna, da temperaturo utežne edinice vode poveča za 1° C. Ako se 1 funt snega od 0° in 1 funt vode od 79° skup zmešata, staja se sneg in dobita se 2 funta vode od 0°. Da se tedaj voda trdne skupnosti spremeni v vodo kapljivo, mora se tedaj zvezati 79 toplotnih edinic; reče se tedaj, zvezana ali vtajena toplota vode je 79. Zvezana toplota vodne pare je 550.

V vseh okolnostih, kader telo iz gostejega stanja preide v manj gosto, sprejme v sé posebno neko množino toplote in jo zveže. Ta toplota se najbliži okolici odvzame in pomanjša s tem njeno temperaturo.

Ako se n. pr. polije vročega poletnega dneva voda po tleh, spremeni se ona v paro, in sprejme pri tem v sé mnogo toplote, zavolj česar se zrak znatno ohladi. Ako se obesita toplomér sè suho kroglo in toplomér z mokro kroglo eden zraven druzega, kazalo bo poslednje nižo temperaturo, ker mu toplote jemlje voda, ki se hlapí na njegovem površji.

Pri prehodu plínavega telesa v kapljivo skupnost in iz te v trdno skupnost pa oddajo telesa spet svojo zvezano toploto. Navadno se to godí v takih okolnostih, da se ne čuti ravno posebno pri tem razvezana toplota. S pripomočjo kemijske sorodnosti smo pa v stanu, veče množine vode prisiliti, da nanagloma preidejo iz kapljive skupnosti v trdno in narobe. Prvo se godí pri gasitvi apna, kjer postane zavolj razvéze zvézane toplote velika vročina. Ako se pa zmeša žepléna kislina s kristalizovano Glavberjevo soljo, ktera ima vode v sebi, postane ta sol nanagloma kapljiva in pri tem zveže toliko toplote, da se zmes ohladi od + 12° C. na — 18° C.; to ohlajenje je dovoljno, da se led naredí pri največej poletnej vročini, kakor bomo to bolj na drobno povedali v kemijskem delu. — Pri

hitrem hlapenji hlapnih kapljin, kakor n. pr. êtera in zgoščenega amonijakovega plina v prostoru razredčenega zrakú, se zveže toliko toplote, da se zamore v priložnih napravah na uro narediti 100 do 400 funtov ledu.

Teorija toplote. Fizikarji so poslednjega časa svoja znanstvena preiskavanja s posebno gorečnostjo obračali na to, da bi našli, kaj je pravi vzrok toploti. To so opustili že popolnoma, da bi skušali jo razložiti iz bitnosti kake tvarine toplote. Temuč kaže se, da je zadobil občo veljavo tako imenovani mehanični nauk o toploti, po kterem je toplota nekako tresoče gibanje, v ktero se spravijo ali atomi teles sami, ali pa êterova ogrinjala, s kterimi si potem moramo misliti obdan vsak telesni atom. Najznamenitiji so pravilne razmére, ktere so našli med toploto in med delom. Po teh je namreč nekaj posebnej množini toplote primérno neko delo, ki ga ima ona opraviti, in narobe se to delo spet spremeni v njemu primérno toploto.

Ako se ne gleda na postranske okoliščine, se dá to razložiti na lokomotivu (na parovozu), kterega smo s kurjavo spravili v gib, in čegar zunanje delo je to, da vrti svoja lastna kolesa in tudi kolesa celega vlaka. Z drgnjenjem koles ob svoje osi in ob šine se pa razveže toliko toplote, da bi z njo zamogli spet opraviti ravno tisto delo, če bi bili v stanu, jo koristno porabiti. Ako se kteri plin raztegne, s tem, da ga napeljemo v brezzračen prostor, se pri tem ne dogodi nikakoršna premenba v temperaturi, ker tù plin ne zadene ob noben upor, tedaj tudi nima nikakoršnega dela opraviti.

Da se toplotna edinica dobi na mehaniški način (s drgnjenjem), potrebna je sila od 0·436 kilogrammometrov.

156 *Primérna (specifična) toplota.* Ako hočem različna telesa, od vsacega tak kos, da so vsi kosovi ravno tiste teže, in vsi ravno tiste temperature, n. pr. od 0°, ogreti vse za enako mnogo stopinj, postavim, na + 1° C., bom za to potreboval prav razne množine toplote. Ako si zberemo za to poskus vodo, trpentinovo olje, železo in živo srebro, se najde, da se množine toplote, ktere potrebujejo ta telesa, da se ogrejejo od 0° na + 1 C., med sabo imajo kakor števila 1 : $^1/_2$: $^1/_8$: $^1/_{33}$. Trpentinovo olje potrebuje le polovine, železo le osmine in živo srebro le triintridesetine tiste toplote, ki je voda potrebuje za gori imenovano ogretje. Postavim, da imam dve popolnoma enaki posodi; v prvej naj bo 1 funt vode, v drugej 1 funt trpentinovega olja; oboje naj bo enako toplo. Ako hočem obe te kapljini v ravno tisti čas za enako mnogo stopinj ogreti, potrebujem za vodo dveh plamenov, za trpentinovo olje pa le enega plamena, ravno tolikošnega, kolikoršen je vsaki unih dveh.

Tista množina toplote, ki je potrebujejo telesa, da se vsa ravno enako ogrejejo, imenuje se primérna toplota teles. Pri tem se postavi primérna toplota vode enaka 1.

Iz tega se da sklepati, da ravno tako, kakor ima vsako telo svojo posebno gostoto, ima vsako tudi v sebi neko posebno množino toplote, ki se ne dá dokazati s toplomérom, in da je od te veče ali manje množine odvisna zmožnost telesa, še več toplote v se sprejemati, ali kakor se reče, da je od nje odvisna njegova navzetnost za toploto.

Učinki raznega goriva.

Zdi se nam djanske vrednosti, če na koncu oddelka o toploti dodamo še to, koliko toplote da se dobi, če se določene množine raznih teles sèžgó. Skušnja je pokazala, da, če se sežgè en funt spodej imenovanega goriva, se zamore dodano število funtov vode ogreti od 0° do 100° C.

Vodenec	230	Šota, navadna	15
Svetilni plin	64	„ dobra	30
Popolnoma suha drva .	36	Oglje iz šote	63
Na zraku posušena drva	29	Oljkino olje	112
Drveno oglje	73	Repično olje, očiščeno .	93
Premog, najbolji . . .	70	Vinski cvet	60
„ slabeji . . .	60	Loj	80
Kook	66		

VI. Svetloba.

Tudi jasne prikazni svetlobe imajo razne vzroke, in v tem 157
zmislu govorimo o raznih izvirkih svetlobe.

Taki so: 1) Solnce in zvezde nepremičnice. 2) Toplota, ker se vse stvari, kader so ogrete do posebne stopinje, vidijo žareče svetle. Pri tem je vse eno, ali je toplota nasledek mehaničnega ali kemijskega učinka. Poslednje je sicer najbolj navadno. 3) Elektrika. 4) Prav mnoge živali nižih razredov imajo lastnost, da se svetijo, izmed teh živali so kresnice najbolj znane. V manjej méri se nahaja ta lastnost tudi na nekterih rastlinah, po imenu na nekej plesnji (rhizomorpha), ki pogostoma raste po rudnikih. 5) Gnjile živalske tvarine, posebno gnjile ribe, in trohljene rastlinske tvarine, posebno razperéle lesovine, se večkrat živo svetijo.

Izmed vseh teh izvirkov svetlobe je za naša opazovanja svetloba solnčna najbolj imenitna. Zraven té je bitnega poména tudi svetloba, ki se nareja pri kemijskih prigodah.

V vsakem drugem primerljeji, kader vidimo, da gre svetloba od ktere stvari, ni ona tej stvari prvobitno lastna, ampak bila je jej dána. Vse stvari so tedaj ali samosvetle ali pa niso samosvetle. Tako ima mesec svojo svetlobo od solnca, in sam na sebi ni svetel, kakor tudi ni ne zemlja in ne večina drugih stvari.

158 Svetloba se pokazuje tako mnogokrat v družbi s toploto, in se v mnogo svojih lastnosti tako vidno vjéma ž njo, da mnogi mislijo, da ste obe nerazdružívi, ali timveč, da ste obe eno in isto v raznej méri. Ali, oni se daste razločiti in razdružiti; saj so svetle stvari, kakor n. pr. svetle živali in mesec, ki pa ne dajejo prav nič toplote od sebe, in temu nasproti vidimo tudi, da zamorejo telesa prav mnogo toplote sprejemati in oddajati brez prikazni svetlobe.

159 Svetloba se širi le v trakovih, ki gredó od svetle stvari na vse strani. Hitrost, s ktero se to godi, je velikanska, ker svetloba prehodi za sekundo 42000 milj, in pride tedaj od solnca do zemlje v 8 minutah in 13 sekundah.

Traki svetlobni se imajo, kader zadenejo na druge stvari, enako, kakor trakovi zvočni in toplotni.

Poglavitno opazujemo tri dogodke:

1. Tisto telo, na ktero zadenejo trakovi svetlobni, jih bolj ali manj popolnoma v se sprejme ali posrka.
2. Telo trakove svetlobne od sebe meče, odbija.
3. Trakovi svetlobni gredo skoz telo.

160 Ako telo vse trakove svetlobne, ki padejo na-nj, v sebe sprejme, izginejo oni za naše čute popolnoma, in vidi se nam tako telo popolnoma črno. Ono ne jemlje svetlobe tako kakor toploto v sebe, da bi se zamogla kakorkoli dalje širiti. Zato pa tàma postane na tistej strani telesa, ki je od svetlobe proč obrnjena, pomanjkanje svetlobe. Izmed vseh teles so sáje tisto telo, ki srka svetlobo najbolj popolnoma.

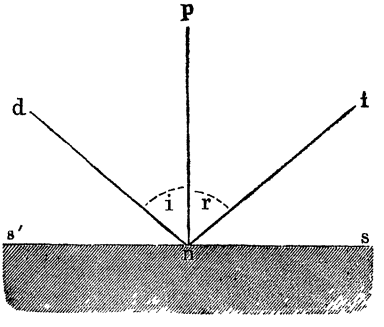
161 Največ teles je pa takih, ki odbijajo nekoliko svetlobe, nekoliko je pa vsrkajo. Gosta telesa, posebno pa svetlo likane kovine, odbijajo svetlobo najbolj popolnoma. Ta lastnost pojéma pri drugih telesih v tej meri, čim so manj gosta, bolj rahla in negladka. Posebno negladkost površja pripomore mnogo temu, da se mnogo svetlobe posrka, ali, kakor se godi na belem papirji, da se je mnogo odbija na vse strani, kar se imenuje razmétanje ali razpršivanje svetlobe. Tudi za tistimi telesi, ki svetlobo odbijajo, naredi se tàma.

Samo zavolj tega, da telesa odbijajo in razmétajo svetlobo, so te stvari sploh vidne, in za razumljenje prikazni vida je prav imenitno, da se vselej prav zavedamo te pomisli, da gredó od vsake vidne točke vsake stvari trakovi svetlobni na vse strani, in da zato, ker nekteri izmed njih pridejo v oko opazovateljevo, on ono točko vidi.

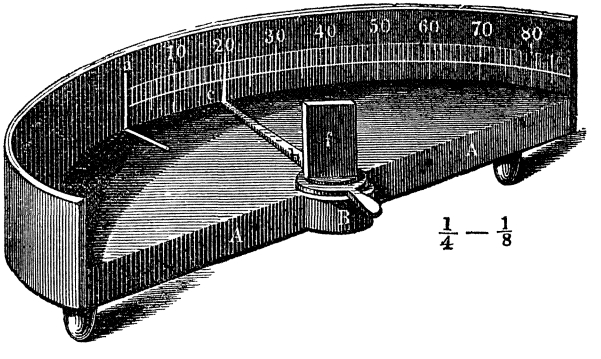
Telesa, ki svetlobo kolikor mogoče popolnoma in pravilno odbijajo, imenujejo se zrcala. Ne glede na tvar, iz ktere so narejena, razločujemo: 1) ravna ali navadna zrcala. 2) Vdrta ali vbokla zrcala. 3) Napeta ali zbokla zrcala. **162**

Ravno zrcalo *ss'* (pod. 138.) odbija vse trakove, ki zadenejo na-nj, tako da dela vpadni trak *dn* z vpadno navpičnico *pn* ravno tisti kot, kakor odbiti trak *nf*, in da oba traka z vpadno navpičnico ležita v ravno tistej ravnici. Ta zakon dokazujemo s pomočjo orodja pod. 139. V sredi stoji malo zrcalo *f*, ki nam hrbet kaže. Kazalec *bc* je navpičen na sprednjo plat zrcala in predstavlja vpadno navpičnico. On kaže na stopinjo 20 krožnega četvrtca (kvadranta), razdeljenega

Pod. 138.



Pod. 139.

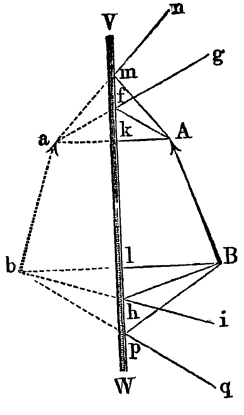


na stopinje. Ako pade skoz precep *a* svetlobni trak na zrcalo, odbije se on proti zarezi 40. Ker se dá kazalec sè zrcalom vred okrog svoje vertikalne osi vrteti, zato se more ta zakon potrditi za vsak povoljin vpadni kot. Ako premaknemo *bc* na 30, je vpadni kot enak 30; odbojni kot je ravno tolik, tedaj se odbije trak proti 60.

Posledek tega zakona je ta, da se trakovi, od zrcala odbiti, tako razidajo, kakor da bi prišli vsi od točke, ki je ravno tako daleč za zrcalom, kakor daleč je svetla točka pred njim. Zato se nam vidi sploh podoba (obraz) v zrcalu tako daleč za

njegovo ploskvo, kakor daleč pred njim stoji predmet. Tudi je podoba v zrcalu v tem oziru preobrnjena, da je leva stran predmeta postala njena desna stran, in narobe. Za razjasnjenje tega je podobščina 140., v kterej se trakovi svetlobni *Ak*, *Af*, *Am*, od točke *A* predmeta *AB* izhajajoči, tako odbijajo, kakor da bi prišli od *a*; ravno taka je s trakovi, ki pridejo od *B*, in tudi s trakovi svetlobnimi, ki izhajajo od kterekoli povoljne točke predmeta *AB*, zavolj tega se podoba v zrcalu *ab* pokaže. V optiki se takošna podoba imenuje geometrijska.

Pod. 140.



168 Navadno zrcalo je steklena plošča z dvema ploskvama, ravnima in vzporednima, kolikor mogoče, izmed kterih je ena prevlečena sè raztopino iz kositra (cina) in iz živega srebra. Zrcala, kterih ploskve niso vzporedne, ktera so nadalje neravna ali iz nečistega stekla, dajó spačene podobe in tedaj niso za rabo.

Ako se postavite dve zrcali vzporedno drugo drugemu nasproti, vidi se podoba enega zrcala v drugem, in dobi se brezkončno število podob. Ako se pa zrcali tako postavite drugo zraven druzega, da narejate med seboj kot, se pomanjša število medsebojnih upodobovanj, in to tim bolj, čim veči je kot med njima.

Naprava kalejdoskopa (krasnogleda) oslanja se na to, da se z dvema zrcaloma, stoječima tako, da narejate med sabo kot od 60 stopinj, dobi od vsakega predmeta šest podob.

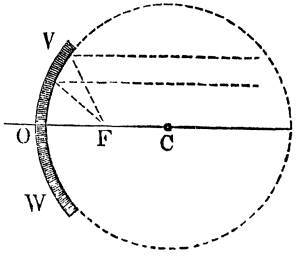
Razun navadne svoje službe, zavolj ktere je zrcalo mnogim neogibno potrebno hišno orodje, ima še uporabo pri več optičnih orodjih.

164 Vboklo zrcalo, ali, kakor se tudi reče, povečalno zrcalo, se nahaja mnogokrati na enej plati navadnih okroglih zrcal, kakoršna imajo brivci. Njegove imenitne uporabe zahtevajo, da se bolj na drobno spoznamo z njegovimi lastnostmi.

Zamoremo si misliti, da je vsako vboklo zrcalo kakor *VW* (pod. 141.) odrez votle kroglje. Zatorej se imenujeta središče *C* in polomér *OC* one krogle geometrijsko središče in polomér vboklega zrcala. V sredi poloméra ležeča točka *F* imenuje se gorišče ali žarišče (fokus), in skoz središče *C* in skoz žarišče *F* zrcalovo položena črta je njegova optična os.

Tista točka *O* na zrcalu, kjer na-nj zadéne podaljšana optična os, imenuje se njegovo optično središče (centrum).

Pod. 141.



Vsak trak svetlobni, ki vpade na vboklo zrcalo navpično, se imenuje glavni trak; on se odbije v ravno tisto mér nazaj, tako da gre skoz središče *C*.

Vse trakove, ki gredó vzporedno z optično osjo, odbija zrcalo proti žarišču *F*; trakovi svetlobni in z njimi združeni trakovi toplotni se tedaj tam zbirajo (primerjaj §. 153.)

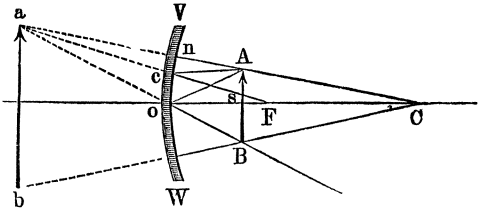
S pomočjo teh lastnosti 165
vboklega zrcala zamoremo razjasniti prikazni, ktere nam ono podaja. Ako približamo vboklemu zrcalu kakov predmet, daje nam razne podobe; in to po tem, ali smo postavili predmet bolj blizo ali bolj daleč od njega. Ako je predmet, n. pr. strela, med žariščem in med zrcalom, dobi se povečana geometrijska njegova podoba, ktera se pa, enako kakor pri ravnem zrcalu, vidi za zrcalom.

Ako se pa postavi strela med žariščem in med geometrijskim središčem zrcala, dobi se tudi povečana podoba, ktera se pa pokaže pred zrcalom.

Poskušajmo s pomočjo pod. 142. te prikazni natančneje razjasniti.

Ako gre od predmeta *AB* glavni trak *An* navpično na zrcalo, se odbije v mér *nAC*; tisti trak *Ac*, ki gre vzpóredno sè

Pod. 142.

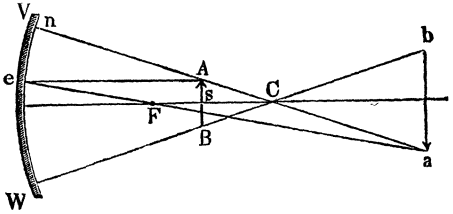


zrcalovo osjo, se vrže proti žarišču *F* nazaj. Ta dva odbita trakova se pred zrcalom nikdar ne srečata. Ako si pa mislimo njihovi meri za zrcalo podaljšani, križate se v točki *a*, in očesu se zdaj zdi, kakor da bi tam bila točka *A*. Ravno tako se določi lega vseh drugih svetlobnih trakov, ki izhajajo od *AB*, s tem tedaj postane povečana podoba *ab*, ležeča zad za zrcalom.

V pod. 143., v kterej je strela postavljena med žariščem *F* in med središčem zrcala *C*, odbije se navpično vpadajoči

trak *An* v ravno tisto mér nazaj. Temu nasproti pa zrcalo pošlje z njegovo osjo vzpóredni trak *Ae* proti žarišču *F* nazaj. Točka *A* podobe od *AB* mora se tedaj tam pokazati, kjer se podaljšana ona dva odbita traka križata, kar se dogodi pri *a*,

Pod. 143.



kakor to kaže pod. 143. Ravno to se dá dokazati o vseh drugih točkah predmeta, in tako dobimo povečano, ali narobe obrnjeno podobo pred zrcalom v zraku.

Lahko se dá pokazati, da je podoba res v zraku, saj treba deti na mesto *ab* le list belega papirja, da se na njem očitno pokaže podoba predmeta, zavolj tega se take vrste podoba imenuje fizična podoba.

166 Vbokla zrcala se rabijo pri daljnogledih, ki se zavolj tega imenujejo daljnogledi sè zrcalom ali teleskopi in ki nenavadno povečajo, kakor po imenu Herschelov imenitni velikanski teleskop, ki ima 5 čevljev v proméru (glej konec astronomije). V sedanjem času se že malo rabijo, ker jih je sitno postavljati in ker so za opazovanje nepripravni. Da vboklo zrcalo zamore služiti ko zažigalno zrcalo, to je bilo že povedano pri toploti. Je pa tudi izvrsten pripomoček za ujačanje svetlobe, ker vrže vse svetlobne trakove luči, postavljene v njegovo žarišče, v vzpórednej méri nazaj, zavolj tega se rabi pri svetilnicah, pri čarodelnih svetilnicah in pri stolpih svetilnikih, kterih luč se mora daleč po morji videti.

167 Napeto ali zboklo zrcalo je manj zanimivo. Imenuje se tudi to zrcalo razmetnik, ker odbija vse svetlobne trakove, ki na-nj padejo, od sebe v razbežne méri. Ono daje pomanjšane podobe predmetov, kakor se to zamore videti na svetlo likanih, napetih kovinskih gumbih in na steklenih kroglah, ktere imajo ljudje postavljene sem ter tje na mestih, na kterih se lepo okrog vidi; tudi se to zrcalo rabi mnogokrat kot žepno zrcalo.

168 *Lom svetlobe.* Poprej smo rekli, da so taka telesa, ki svetlobnim trakovom prepuščajo prehod skoz svojo tvarino. Taka telesa so n. pr. zrak, voda, steklo, sploh taka, ki se imenujejo prozórna. Te lastnosti pa nimajo, kakor je znano, vsa telesa v enakej meri. Telesa so prozórna, poluprozorna

in prosójna, in tudi taka, ki so prosójna le takrat, kader ima njih tvarina prav majhno razširjavo. Tako je gosto zlato, razklepano v prav tanke luske, tudi prozorno. Za nauk o svetlobi so pa imenitna le popolnoma prozórna telesa.

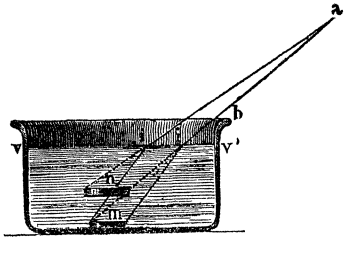
Dokler gredo svetlobni trakovi skoz enakošno tvarino, n. pr. zkoz zrak, je njih mér popolnoma ravnočrtna in nepremenjena. Ako pa svitlobni trak zadene na prozórno tvarino veče ali manje gostote, se ne giba več v dosadenjej méri dalje, ampak v drugej, ki dela s poprejšnjo veči ali manji kot.

Reče se pri tem dogodku: Svetlobni trak se lomi, in kot, ki kaže velikost loma, se imenuje lomni kot.

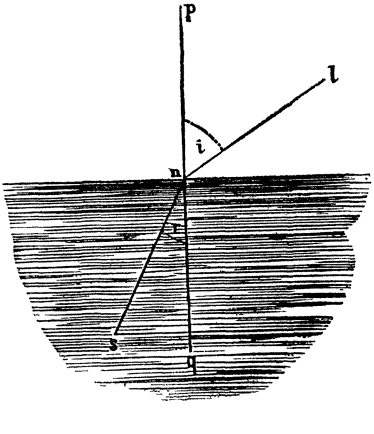
Navadne prikazni loma se godé, kader stopi svetloba iz svetskega prostora v gosteje ozračje zemlje, nadalje kader gre svetloba iz zrakú skoz vodo ali skoz steklo.

Vsak pozna prikazen, da se ravna palica vidi prelomljena od tistega mesta, od kterega je v vodo potopljena. To pride od todi, da svetlobni trakovi, ki jih palica pošilja proti oku, pri svojem iztopu iz vode obrnejo svojo mér drugam: Tako n. pr. ne bi mogli videti stvari *m*, ležeče v posodi *vv'* (pod. 144), ako je posoda prazna, in naše oko pri *a*. Ako se pa vode vlije v posodo, se svetlobni trakovi, idoči od *m* proti *ii*, pri svojem izstopu iz vode lomijo, in vidi se zdaj očesu, kakor da bi zdaj predmet ležal pri *n*, tedaj mnogo bolj visoko. Zatorej se vidijo sploh vse stvari v vodi, n. pr. ribe, mnogo bolj blizo vrh vode, kakor so v resnici. Preiskujmo s pomočjo pod. 145. prikazni loma bolj natanko. *ln* je svetlobni trak, ki zadene na površje vode. Navpičnica *pn* imenuje se vpadna navpičnica, in kot *i* je vpadni kot; *ns* je prelomljeni trak in *r* je lomni kot. Vse te črte ležé v istej ravnini. Med tema kotoma vlada za vse tvarine, ki lomijo svetlobo, zakonito (postavno) razmérje.

Pod. 144.



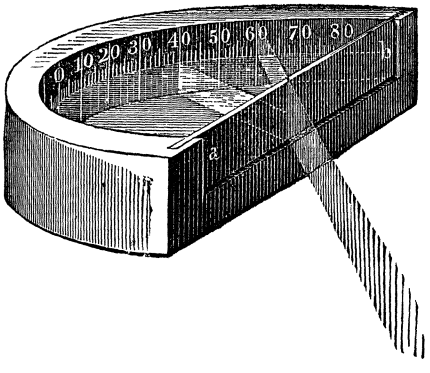
Pod. 145.



Ako stopi svetlobni trak v gostejo tvarino, n. pr. iz zraku v vodo, približa se prelomljeni trak podaljšanjej vpadnej navpičnici *nq*. Ako bi pa obratno svetlobni trak šel od *s*, odmaknil

bi se pri prehodu v manj gosto tvarino od navpičnice *np*. Čim manji je vpadni kot *i*, tim manji je tudi lomni kot *r*; pri navpično vpadajočem svetlobnem traku je prvi enak ničli, tedaj se tak svetlobni trak ne lomi. Da se rečeno potrdi, vzemimo na pol okroglo posodo (pod. 146.), ktere sprednja steklena stena *ab*

Pod. 146.



je s črnilom namazana vsa razun prav ozkega okenca v sredini. Posoda je samo na pol napolnjena z vodo. Ako pustimo, da skoz luknjico zavrtano v desko, s ktero je okno zadelano, svetlobni trak sije n. pr. proti številu 60, gre njegov zgornji del v nepremenjenej meri tje, spodnji njegov del, ki stopi v vodo, se pa lomi in méri proti številu 40, kakor to oboje podobščina razjasnuje. Razdelitev na stopinje kaže tedaj tu odklon svetlobnega trakú za 20 stopinj.

169 Ako gre svetlobni trak skoz predmet, ki ima le majhno debelost in vzporedne ploskve, se spremeni komaj za spoznanje. Primér te vrsti dajejo nam steklene plošče v oknu, skoz ktere se nam stvari tam vidijo, ker res tudi so.

Ali bitno drugač je to, ako ploskve telesa, ki puščajo svetlobo skoz, niso vzporedne. Za poskuse te vrsti jemljó se vselej stekla, in sicer taka sè zakrivljenimi ploskvami. Taka stekla se imenujejo leče, ker imajo deloma temu imenu primérno podobo. Leče so imenitne zato, ker služijo v sostavo daljnogledov in jako povečalnega orodja.

170 Enako kakor zrcala se ločijo tudi leče na take, ki svetlobne trakove zbirajo, in na take, ki jih razmétajo.

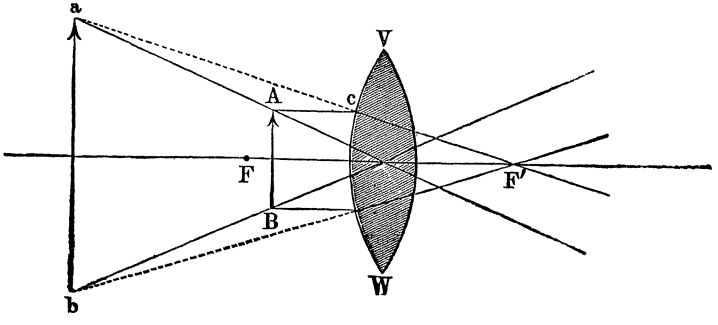
Leče zbiralke so vselej v sredi najdebeleje in se imenujejo prave leče ali dvojno zbokla, t. j. napeta stekla. Tudi na njih najdemo žarišče, geometrijsko središče in os, kakor na zrcalih zbiralcih, in po tem, kjer stoji predmet, dobi se njegova podoba tudi drugačna. Svoje ime imajo te leče od lastnosti, da med tem, ko vsak, skoz njihovo središče idoči, tako

imenovani glavni trak ostane nepremenjen, vse z osjo vzporedno idoče trakove steklo tako lomi, da se zunaj njega v točki srečajo, ki se imenuje žarišče ali fokus leče. Samo po sebi se razume, da ima leča dve žarišči, namreč na vsakej strani eno, ki se obično zaznamovajo s F in F'.

Žarišče je leči lahko najti, ako pustimo, da padajo na eno njeno stran solnčni trakovi kolikor mogoče navpično, in ako na drugej njenej strani držimo kos papirja. Na tam se zdaj vidi svetel krog, čegar velikost se menja po daljavi, v kterej držimo papir. Ako papir tako držimo, da se je ta krog pomanjšal v točko bleščeče svetlobe, držimo ga v žarišči leče. Na tem mestu so združeni tudi trakovi (žarki) toplotni, na steklo padajoči sè svetlobnimi trakovi vred, zavolj tega se tam čuti veča toplota, ki je lahko dovoljna, da stvari zažgè. Zato se leča zbiralka imenuje tudi zažigalno steklo.

Poglejmo zdaj, ktere prikazni se pokazujejo na lečah zbiralkah. Tudi tukaj se dadó podobe, ki postanejo, sostaviti, enako kakor je to pri zrcalih. Sledí se nekterim svetlobnim trakovom, ki izhajajo od ene točke predmeta, na njihovej poti skoz steklo. Tam, kjer se ti posle loma križajo, ali tam, kjer bi se ti križali, ako si je mislimo podaljšane, tam se vidi oku ona točka. V pod. 147. imamo lečo VW in predmet AB, ki je med steklom in med njegovim žariščem F.

Pod. 147.

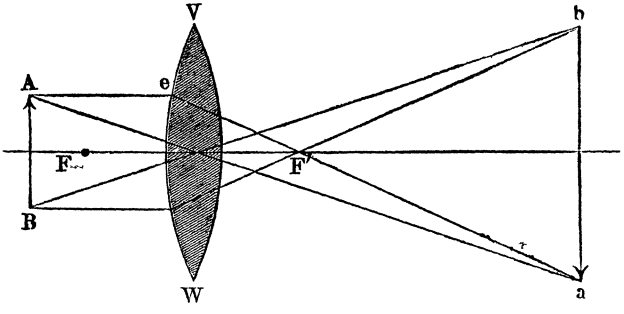


Od točke A vzporedno z osjo idoči svetlobni trak Ac se lomi tako, da gre skoz F'; od A skoz lečno središče idoči glavni trak ostane nepremenjen; oba traka podaljšana križata se v a, kjer se očesu, ki je onkraj leče, vidi točka A. Temu primérno je tudi s točko B, in tudi z vsako drugo točko predmeta AB, tako da se s tem naredi podoba ab.

Ako se pa predmet nekoliko preko žarišča E od leče proč odmakne, kakor v pod. 148., se dobi na drugej strani leče povečana ali preobrnjena fizična podoba, ki se zamore na papir vjeti. Od oddaljenih predmetov daje leča zbiralka pomanjšano,

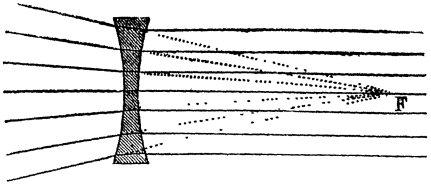
preobrnjeno podobo, ktera je v žarišči, ako je predmet neizmerno daleč, kakor n. pr. solnce.

Pod. 148.



171 Vbokla (konkavna) leča imenuje se tudi vdrta leča, ker je na obeh platéh oblo izdolbena (pod. 149.). Njene lastnosti so bitno drugačne od lastnosti napete (zbokle) leče, ker vse

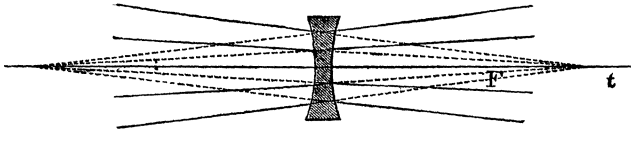
Pod. 149.



trakove, ki gredo vzporedno z njeno osjo, lomi tako, da se po izhodu iz nje razidajo (divergirajo), kakor da bi prišli od točke *F*.

Ako zadenejo trakovi, ki se med sabo bližajo (konvergirajo), na vdrto lečo, gredo iz leče ali v vzporednej méri (pod. 149.) ali se pa po izhodu razidajo, ako so se poprej le malo približavali (pod. 150.).

Pod. 150.

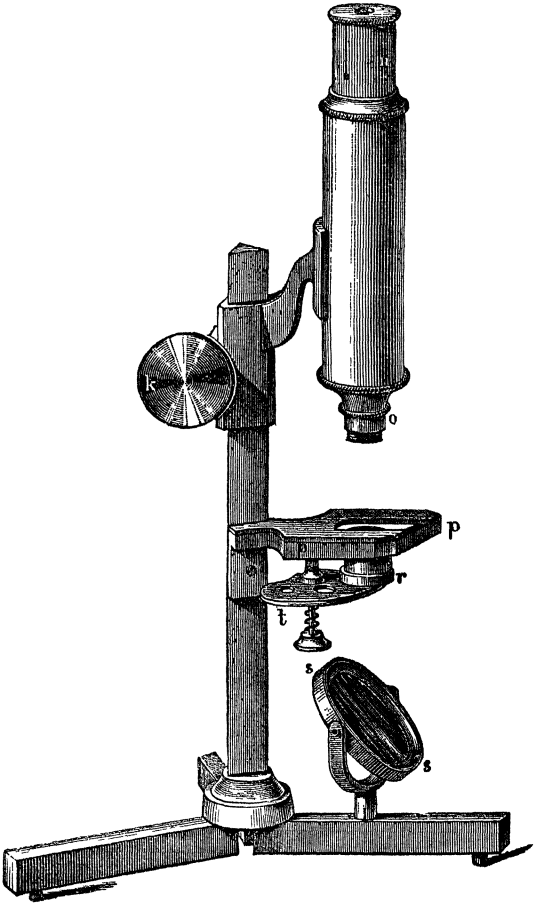


Zavolj teh lastnosti se vdrta stekla tudi imenujejo razmetna stekla. Stvari, ki se gledajo skoz vdrto steklo,

se vidijo pomanjšane, kakor da bi se bile od oči bolj daleč proč odmaknile.

V poprejšnjem popisane lastnosti dajejo brušenim steklom 172
neizmerno veliko imenitnost. Tako je leča zbiralka, sama za-se

Pod. 151.



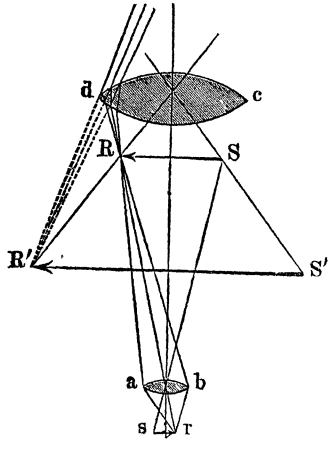
vzeta, povečalno steklo v najednostavnijej podobi. Takrat se ona imenuje lupa, in se rabi pri umetnih delih urarjev, bakrorezcev, itd. Razun tega je botanikarjem in anatomom neogibno potrebno orodje.

Ako se združi več leč tako, kakor treba, dobé se razna optična orodja. Njih naprava oslanja se sploh na to, da svetlobne trakove, ki izhajajo od predmeta, združuje leča, imeno-

vana predmetnica (objektiv), v podobo, ktera se potem skoz drugo lečo, prióčnico (okular) imenovano, vidi povečana.

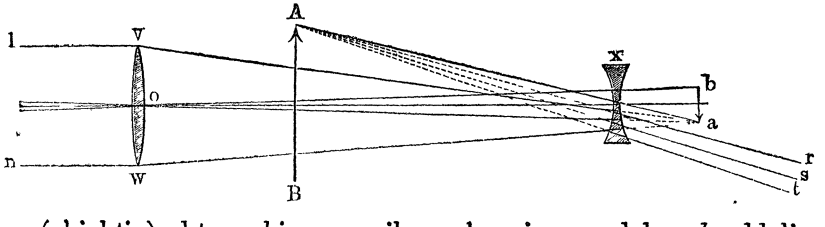
Za ogledovanje prav majhnih bližnjih predmetov je drobnogled (mikroskop); njegovo zunanjo podobo kaže pod. 151. na str. 141., njegovo notranjo napravo pa pod. 152., (*ab*, leča predmetnica; *sr*, predmeti; *SR*, njihova povečana podoba; *dc*, leča prióčnica; *R'S'*, še enkrat povečana podoba.) Le prozorni predmeti se dadó prav zelo povečati; ti se položé na stekleno ploščico nad izrez mize *p* in razsvetlé se od spodej sè zrcalom *s*. Kader se govori o povečanji z mikroskopom, razumeva se vselej le ravnočrtna razteza. Ker se pri rastočem povečanji manjša svetlost podobe, zato najmočneje 600- do 700kratne povečave niso vselej tudi najbolj razvidne; skorej vsem mikroskopičnim preiskavam zadovoljuje 200- do 300-kratna povečava. Z njeno pomočjo so ljudje odkrili cele svetove majhnih živalic, o kterih bitji se jim poprej še dozdevalo ni, in o sostavi rastlin in večih živali so dobili najbolj imenitna razjasnila.

Pod. 152.



173 Pa ne samo za bližino se je s temi stekli poóstril vid človeški, ampak tudi daljava, neizmerni nebeški prostor, se mu je odkril in njegovi svetovi so se mu bolj blizo primaknili. Orodja, ki so za to, imenujejo se daljnogledi ali teleskopi. Daljnogledi so na razne načine narejeni. Pri holandskem ali Galliläi-jevem daljnogledu (pod. 153.) je *vw* predmetnica

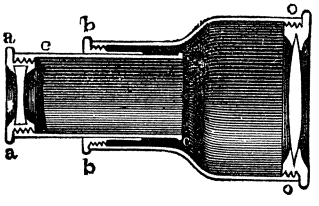
Pod. 153.



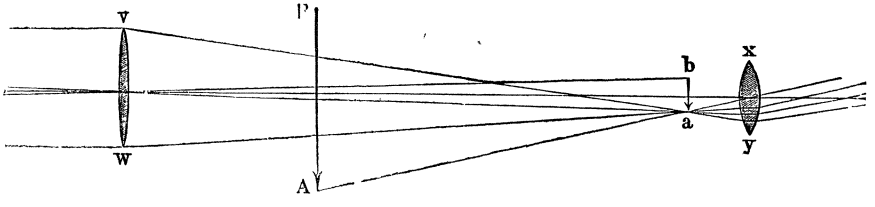
(objektiv), ktera bi napravila prekucnjeno podobo *ab* oddaljenega predmeta. Ali, ker njegovi trakovi gredó skoz vboklo lečo *x*, ki je pridjana kakor prióčnica (okular), zato se naredi povečana podoba *AB*, ki se vidi tudi spet prekucnjena, tedaj v pravej legi.

Ta naprava ima svojo navadno uporabo pri gledišènih gledilih ali kukalih (pod. 154.). Pri Keppler-jevem ali pri zvezdarskem daljnogledu (pod. 155.) se gleda podoba *ba*, ki se z lečo predmetnico *vw* res naredi, skoz prióčnico *xy* ravno tako, kakor gledamo skoz lupo kakov predmet, in s tem se naredi povečana podoba *BA*. Ta podoba je prekucnjena, kar pa nič ne moti pri opazovanji nebeških teles. Ako pa skoz ta daljnogled hočemo gledati zemeljske stvari, moramo namesto proste

Pod. 154.

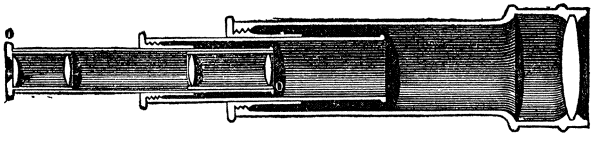


Pod. 155.



prióčnice vzeti več leč, kterih večidel štiri delajo sostavljeno priočnico *oo* (pod. 156.), s tem se podoba ne le poveča, ampak

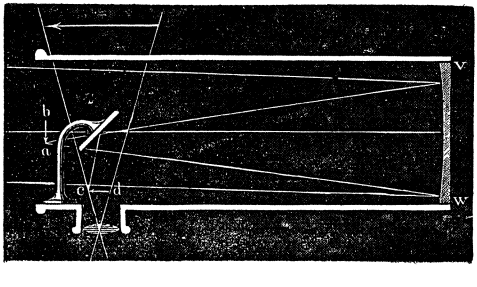
Pod. 156.



tudi prav postavi. Tako je sostavljen pozemeljski daljnogled (perspektiv).

Zadnjič moramo še omeniti teleskop sè zrcalom (pod. 157.). Veliko kovinsko vboklo zrcalo *VW*, pritrjeno v pripravno cev, loví svetlobne trakove, ki pridejo od daljnih stvari, in naredila bi se podoba *ab*; ali kakor se vidi, meče majhno, v cevi postavljeno, zrcalo trakove na stran, tako da se naredi

Pod. 157.



fizična podoba *cd*, ktera se zdaj gleda skoz povečajočo priočnico.

Takim daljnogledom imamo zahvaliti naše znanje o čudnem površji meseca, o mesecih Jupitrovih, o obroči Saturnovem in o mnogih drugih astronomičnih stvaréh. Pa tudi na zemlji je inženirji, zemljemercu, brodaru, vojvodi, itd. daljnogled neogibno potreben.

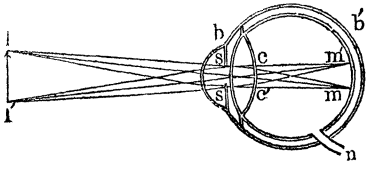
Posebno imenitnost za fotografijo zadobila je v novejšem času tamna kamera (camera obscura), ki je tamna skrinjica, v kterej se fizična podoba predmeta, izvirajoča od leče zbiralke, zamore vjeti na pripravno ploščo, z risanjem posneti, ali pa fotografijsko ustanoviti tako, da ne preide več. Ako se predmet z lečo zbiralko prav močno razsvetli, zamore se izredno povečan na belej steni viden narediti, kakor se to dela s čarodelnim kukalom, prav posebno pa sè solnčnim drobnogledom.

Leče iz stekla so brusili najpoprej v Holandiji. Ali rabili so jih od začetka le za naočnice, dokler ni proti koncu 17. stoletja Leuvenhoek izumil drobnogleda. Iznajdba daljnogleda pripisuje se Galliläi-ju. Obe orodji ste se pa od tistega časa mnogo popravili in poboljšali; daljnogled so poboljšali posebno Keppler, Herschel, Newton, Fraunhofer, itd.

174 *O vidu.* O nobenem drugem našem čutilu nam ni tako natanko znano, zakaj je vsak njegov del, kakor o očesu. Ono v resnici ni druzega, kakor ne ravno jako sostavljeno optično orodje, s kterim se najlaže soznanimo, ako volovsko oko pazljivo ogledujemo. Ravno iz takega razrezanega očesa se dá lahko vzeti tako imenovana leča kristalnica, sostavljena iz žolčaste tvarine, in dokazati, da se ima popolnoma ravno tako, kakor iz stekla brušena leča zbiralka.

Fizikarju se oko (pod. 158) vidi kot s kožami obdana, majhna okrogla in znotrej črno prevlečena skrinjica (kamera obskura), ki je napolnjena s popolnoma prozorno, žolčasto tvarjo, ki se steklasta mokrina imenuje.

Pod. 158.



Sprednji del oko obdajajoče kože, tako imenovane rožnice, je prozóren, nekoliko zboknjen, in nareja sprednji očesni prékat *b*, napolnjen s kakor voda čisto mokrino. Za rožnico je pisana mavrična ali dožna kožica (iris), ktera ima v

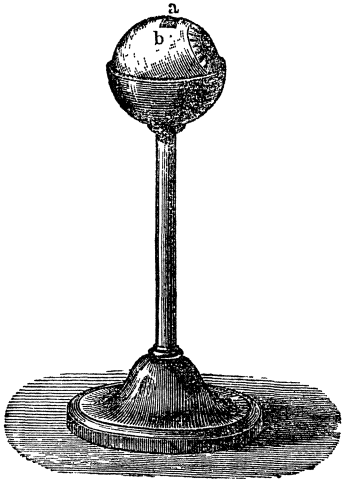
sredini okroglo luknjo *ss*, ki se zénica (zrklo) imenuje, in skoz ktero pridejo svetlobni trakovi od zunanjih predmetov, n. pr. od *ll'*. Te svetlobne trakove lomi leča kristalnica *cc'*, tako da se na zadnjej sè kožo mrežnico prepreženej očesnej steni *m'm* naredí podoba predmeta, ki jo dočutimo s pomočjo očesne čutnice *n*.

Od predmeta *ll'* izhajoči svetlobni trakovi se lomijo že v oblokanem sprednjem očesnem predelčeku (prekatu) *b*, napolnjenim s prozórno kapljino, in potem še enkrat v leči *cc'*, zavolj česar se med *mm'* naredi pomanjšana podoba predmeta, ki je pred očesom.

Da je to res tako, to se dá pokazati na volovskem očesu, ako se, kakor kaže pod. 159., zareže majhna luknja *b* v njegovo kožo.

Ako se potem pred zénino (punčico) tega očesa drži kakov predmet, n. pr. goreča luč, vidi se od *a* simo razločno majhna podoba predmeta na zadnjej očesnej steni.

Pod. 159.

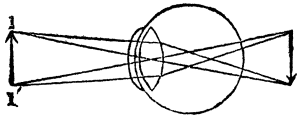


Resnično je tedaj, da dobimo od vseh pred oči postavljenih predmetov na mrežnici preobrnjene podobe, tako da n. pr. v pod. 158. vidimo točko *l* pri *m* in točko *l'* pri *m'*, in da pri poskusu z volovskim očesom zagledamo na njegovej mrežnici malo podobico luči preobrnjeno. Ali ker od mladosti sè čutom vida in sè čutom tipa ob enem opazujemo, popravi tip koj to, kar oko vidi. Da res še le s tipanjem in z gibanjem svojega telesa od enega mesta na drugo zadobimo pravo pomisel o legi predmetov in o njihovej daljavi, o tem nas najjasnije prepričajo otroci in slepo rojeni, ki so še le pozneje vid zadobili.

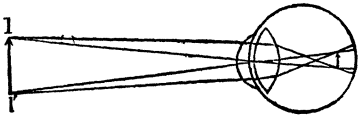
Vsak, ki v knjigi čita, jo 175
drži nekoliko proč od očesa, tako da vidi črke najbolje. Ta daljava se imenuje dogled (dozir), in je pri zdravem očesu navadno 8 do 10 palcev velik. V tej legi pade od vsake posamne črke čista podoba točno na mrežnico, ker se, kakor je to v pod. 158., svetlobni trakovi, izhajoči od vsake točke predmeta *ll'*, v očesu tako lomijo, da se v enej točki na mrežnici spet združijo in tam razločno podobo naredé. Ako je oko točno takó, kakor je vidimo v pod. 158. in ako zdaj predmet očesu bolj približamo, se svetlobni trakovi, od ene njegove točke izhajoči, tako močno razidajo, da se v očesu ne lomijo dovolj,

da bi delali podobo točno na mrežnici. Podoba predmeta se naredi timveč za mrežnico, in na njej se napravi le nerazločna podoba (pod. 160.). Ako pa predmet ll' oddaljim od

Pod. 160.



Pod. 161.



očesa dalje proč, kakor kolik je dogled, naidajo od njega izhajoči svetlobni trakovi tako močno skupej, da se posle loma združijo že pred mrežnico, in da se tedaj na njej napravi spet nerazločna podoba (pod. 161.).

Po tem bi morali tedaj nerazločno videti vsak predmet, ki je očesu dalje ali bliže, kakor kolik je dogled. Ali temu ni tako pri zdravem očesu. Táko oko vidi timveč vsak oddaljen predmet popolnoma razločno, in ravno tako približane stvari do neke posebne meje. To pa zato, ker svetlobo lomeči deli notranjega očesa, tedaj sprednji očesni predelek in leča kristalnica, niso nepremenljivi, ampak ker se zamorejo uravnati za gledanje v daljavo ali pa v bližavo. In res, ako se pri gledanji bližnjega kakega predmeta sprednji očesni predelek bolj močno zboči, zadobi večo lomno zmožnost, in podoba se z tem more spraviti na mrežnico. Pri gledanji v daljavo se pa sprednji očesni predelek oploščni in s tem ubrani združenje svetlobnih trakov pred mrežnico.

Ta zmožnost očesa, da se uravna za gledanje v daljavo in v bližavo, imenuje se prilagojenje (accomodatio).

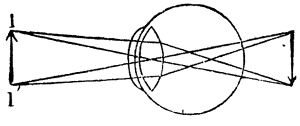
Nima pa vsako oko te zmožnosti, prilagoditi se daljavi predmetov. Oko, ki je mnogokrat in dolgo gledalo prav bližnje stvari, zadobí, posebno v mladosti, prav kmalu za zmeraj bolj zakrivljeno oblokan sprednji očesni prékat, in izgubi tedaj zmožnost, da bi se uravnalo za gledanje daljnih stvari. Tako oko dobiva od daljnih stvari le nerazločne podobe in se zatorej imenuje kratkovido. Daljnovido imenuje se oko, če ni zmožno, da bi se prilagodilo za razločen vid takih predmetov, ki so mu bolj blizo od navadnega dogleda, ki je 8 do 10 palcev velik.

Skaza kratkovidega človeka je tedaj, da mu oko svetlobne trakove preveč lomi, med tem ko jih oko daljnovidega človeka ne lomi dovolj močno. Obema skazama more se umetno pomagati, saj imamo v steklenih lečah pripomoček, da svetlobne trakove, izhajoče od kakega predmeta, ali z lečo zbiralko bolj združimo, ali pa z lečo razmetnico nekoliko bolj narazen idoče napravimo.

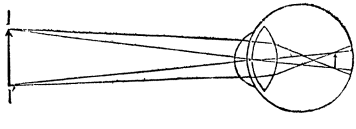
Naočnice tedaj níso druzega, kakor taki pripomočki za 176
napravo pravšnega loma svetlobe, tako da pride čista podoba na kožo mrežnico in v ta namen moramo daljnovidemu dati naočnice z lečami zbiralkami (sè vboklimi lečami), kratkovidemu pa leče razmetnice (vbokle leče).

V pod. 162. imamo daljnovido in v pod. 163. kratkovido oko, kteri obe od predmeta ll' ne dobivate čiste podobe, ker

Pod. 162.

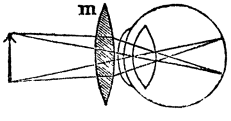


Pod. 163.

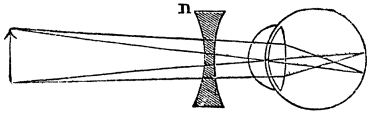


njegova podoba pri prvem pride za mrežnico, pri poslednjem pa pred mrežnico. Ali ako denemo pred ravno te očesi pripravni naočnici m in n (pod. 164. in pod. 165.), napravi zbokla

Pod. 164.



Pod. 165.



leča veči lom, vbokla leča pa slabeji lom svetlobnih trakov, tako da se svetlobni trakovi, izhajoči od vsake točke predmeta, združijo spet točno na mrežnici in da tam naredé čisto podobo predmeta.

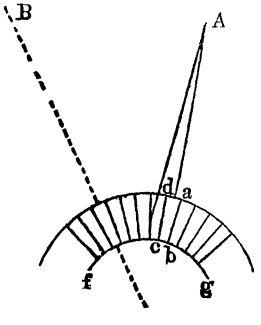
Samo po sebi se razumeva, da morajo za razne stopinje kratkovidosti in daljnovidosti biti tudi naočnice razne primérne kakošnosti.

Oslepéti more oko s tem, da oslabí očesna čutnica, in ta neozdravljiva bolezen se imenuje črna slepota. Mnogokrat je vzrok očesnej slepoti mrena (pêrec), to je, kader postane leča v očesu kalna in neprozórna. V tem poslednjem slučaji je mogoče oko ozdraviti s tem, da vajena in varna roka sè špičastim in ostrim orodjem prebode očesne kože in da kalno lečo ali skoz zénico izvleče, ali pa na stran potisne, tako da zdaj more svetloba priti v oko. Da se pa raztreseno vpadajoči svetlobni trakovi lomijo, družijo in na mrežnico mečejo, zato pa dobi operirano oko naočnico z močno lomečimi lečami zbiralkami.

Očesa popolnijih živali, kakor sesalcev, tic, zemljovodnic in rib se v bitnosti svoje sostave vjémajo z gori popisanim človeškim očesom. Nepopolnije živali pa, ali nimajo nikakoršnih oči, ali so jim pa oči drugače sostavljene (pod. 166.). Na pol-

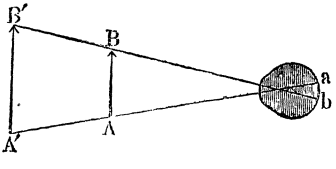
okrogljastej mrežnici, *fg*, stoji prav mnogo majhnih votlih kegljev (stožcev), kakoršen je *abcd*, skoz ktere padajo od raznih toček predmeta svetlobni trakovi na mrežnico. Te živali morejo videti le bližnje predmete, kteri se jim po priliki taki vidijo, kakor nam, če gledamo skoz draténo mrežo. Vsak kegeljček je zgorej preprežen s prozórno kožo, zavolj tega se tako oko vidi, kakor polukroglja, omejena z mnogimi malimi ploskvami, kterih število je 12 do 20 tisoč. Vse žuželke, kakor n. pr. naše hišne muhe, imajo take oči. Nektere imajo pa razun ploščastih očes tudi očí z lečo, kakor n. pr. pajki.

Pod. 166.



177 *Vidni kot; prividna in prava velikost.* Kakor je bilo v poprejšnjem razloženo, gredó od vsakega predmeta, ki ga vidimo, svetlobni trakovi v oko in napravijo na njegovej mrežnici podobo, ktero doznamo z očesno čutnico; po njenej velikosti se ravná prividna velikost predmeta. Mislimo si zdaj, da ste od obeh končnih toček *ab* (pod. 167) podobice na mrežnici potegnjeni črti do priléžnih toček predmetovih, to se ti črti križate in narejate tako imenovani vidni kot, čegar velikost se ravná po velikosti podobice na mrežnici. Zamore se tedaj tudi reči, da se prividna velikost predmeta izgovori z velikostjo vidnega kota, pod kterim se on vidi. Čem veči je vidni kot, tem veči se nam vidi predmet, to je občno pravilo.

Pod. 167.



Velikost vidnega kota je pa očevidno odvisna od dvojega, namreč prvič od prave velikosti predmeta, in drugič od oddaljenosti njegove od očesa.

Glede poslednje velja zakon, da se med posebnimi mejami velikost vidnega kota, pod kterim se nam predmet vidi, v ravno tem oméru manjša, kakor oddaljenost raste. Zatorej se nam zdi, kakor da bi ravno tisti predmet imel v dvojnej daljavi le polovino, v trojnej daljavi le tretjino tiste velikosti, kakoršne je v enojnej daljavi.

Iz ravno tistega vzroka se vidi, kakor da bi se v drevoredu obe vrsti dreves v daljavi k sebi približavali, ker se medsebojno narazje bolj oddaljenih dreves vidi očesu pod manjim kotom. Raznovrstne zmote pridejo edino od todi, in le vaja in navada ste nas počasi naučili, da iz prividne velikosti nam

znane stvari sklepamo na njeno oddaljenost od nas. V mraku, ki izbriše očrte stvari, se lahko dogodi, da se nam zdi, da je oddaljen turn ali oddaljeno drevo človek, stoječ blizo nas, ali pa narobe, ker vidni kot visokega ali oddaljenega predmeta more biti tolik, kolikoršen je vidni kot manj visokega ali nam bolj približanega predmeta.

Iz poprejšnjega se more dvoje sklepati, in ta dva sklepa se posebno v astronomiji prav mnogo rabita, namreč: prvič, ako je prividna velikost in oddaljenost predmeta znana, se iz tega dá izračunati njegova prava velikost, in drugič, ako ste prava in prividna velikost kakega telesa znani, se iz tega dá izračunati njegova oddaljenost od nas.

Ker z enim očesom vidimo prikazni, o kterih smo dozdaj 178
govorili, moralo bi se samo po sebi razumeti, da z dvema očesoma vidimo vse dvojnato. Res se naredi v vsacem očesu podoba gledanega predmeta, in ako ga vender ne vidimo dvojnatega, se zgodi to le pod tem pogojem, da oči vprêmo va-nj. Takrat se naravnate osi obeh očes na ta predmet; podobi, ki se naredite na mrežnicah, padete na obeh na ravno tisto mesto, na tako imenovani istovni (identični) mesti in se združite v eno samo podobo. Ako pak pogledamo kak predmet, tako da ne vprêmo oči va-nj vidimo ga zares dvojnega.

Nadalje je opaziti, da dobí levo oko tako podobo gledanega predmeta, kakoršna je primérna njegovej legi, in ki je zavolj medsebojnega narazja obeh očes tedaj nekoliko drugačna od podobe v desnem očesu. Tako gledamo vsako telo v ravno tisti čas iz dveh mest, in ravno zavolj tega dobimo njegovo telesno podobo, ktera zavolj tega, da se ne vidi v enej samej ravnini, naredi v nas plastični vtisek in nam na znanje daje telesnost. Naris, ki je bil vedno le iz enega stanovišča dogotovljen, se ne more tedaj nikdar videti kakor nekaj telesnega; vedno je naša sodelajoča domišljija vzrok, ako napravijo enak vtisek na nas podobe arhitektonskih stvari in podobe krajev. Ali če napravimo dva narisa kakega predmeta, en naris tako, kakor ga vidi levo oko, drugi naris pa tako, kakor ga vidi desno oko, in če nadalje zamoremo s pripravnim optičnim orodjem, s tako imenovanim stereoskopom, obe podobi spraviti v ravno tisti čas na identični mesti mrežnic, se združite obe podobi v eno telesno ali stereoskopično podobo, ktera nam daje popolni nazor telesnosti predmetove.

Mrežnica drží vsak dobljen svetlobni vtisek z nekako 179
močjo nekoliko časa; treba drugih vtiskov, da se prvi izbriše. Na to se oslanja znana prikazen, da moremo s tlečo trsko delati ognjene kroge, kakor tudi učinek raket in druge lepote ognjarstva. Tudi se razložé iz tega mične prikazni, ki jih pokazuje tako imenovani čarodelni krožnik (Thaumatrop, Phenakistoskop), kterega so razun tega umno porabili za razjasnjenje valovanja (gl. §. 120.).

Še bolj čudne so pa papodobe (Nachbilder), ki se napravijo, ako n. pr. tamni križ v oknu proti jasnemu nebu nekoliko časa gledamo z vprtimi očmi in ako potem ali oči zapremo ali pa pogledamo proti belemu stropu sobe. Če oči zapremo, pride nam na videz gledanemu predmetu primérna papodoba; če pa gledamo proti stropu, zagledamo, onemu nasprotno, na stropu svetel križ vsred tamnih četveri (kvadratov) v oknu; tedaj so se svetlobni vtiski preobrnili.

Tukaj simo se vvrstujejo zanimive prikazni nasprotnih barv. Naj se položi majhna štirovoglina, izrezana iz živo rdečega papirja na belo podlogo, in naj gledamo va-njo z vprtimi očmi nekoliko časa, in obrnimo potem oči proti belemu zidu, pokaže se nam na njem enako velika stirovoglina, ali ta je zelena. Narobe izbuja zelena barva rdeče papodobe, vijolčastej (ljubičastej) barvi sledé rumene, modrej pa pomarančnorumene papodobe.

Iz tega se razložé marsikteri učinki, ki se pokažejo pri zlaganji raznih barv, in posebno to praktično pravilo, da se dve nasprotni barvi, ena poleg druge položeni, medsebojno uničite in prijeten vtisek napravite.

Ker te prikazni, o kterih smo ravno zdaj govorili, opazovalec more le sam zá-se videti, zato se imenujejo subjektivne svetlobne prikazni.

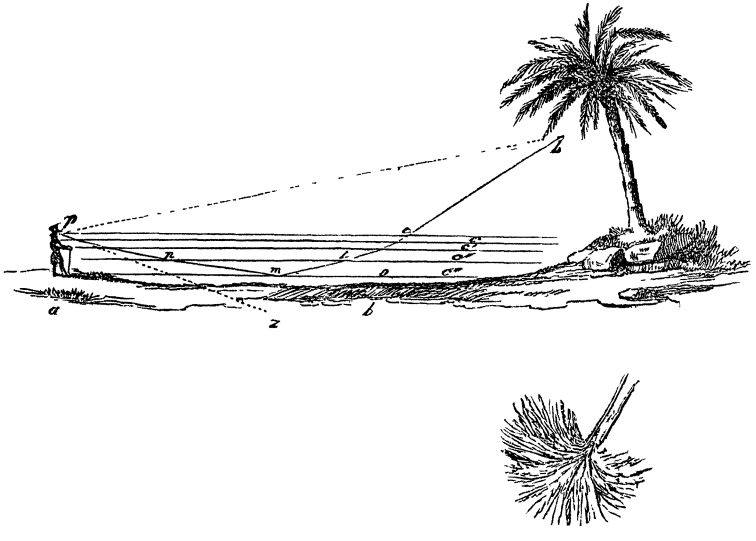
180 *Zračno zrcalovanje*; *fata morgana*. V posebnih okolnostih so v prirodi izpolnjeni pogoji, ki imajo za nasledek imenitno zrcalovanje predmetov, od popotnikov fata morgana (mirage) imenovano, in mnogokrat popisano kakor prikazen čarovne ali čudne moči na človeka.

Za to prikazen so potrebne velike ravnine, nad kterimi je zrak nenavadno miren, tako da se posle solnčnega izhoda ogrete in tedaj razredčene dolnje zračne plasti le prav počasi mešajo z gornjimi gostejimi plastmí. Od vzvišenih predmetov, ki so na takih ravninah, pridete tedaj, kakor kaže pod. 168., dve podobi v gledalčevo oko; prva, ker gredo svetlobni trakovi na ravnost od h proti p, in druga, ker se drug od h izhajoč trak v manj gostih zračnih plastéh c, c', c'', c''' tako lomi, da se gledalcu vidi, kakor da bi prišel iz méri z, zavolj tega on v tej méri vidi drugo, ali preobrnjeno podobo predmeta.

Med obema podobama je zračna plast, tako da se gledalcu zdi, kakor da bi se videla vrsta stvari, kakor dreves, hribov, stolpov, itd., v vodi ali v morji. Posebno mnogokrat se zavolj pravšne lastnosti kraja vidijo take zračne podobe (prividki) po egiptovskih puščavah, in vzbujajo popotnikom najbritkeje omame, ker ti mislijo, da vidijo pred sabo okrepčalne vode, ki pa potem goljufno izginejo.

Razun takih so še druga malo drugačna zrcalovanja, ki se vidijo tudi nad morjem in na drugih krajih, toda manj pogostoma. **Kolobarji** okrog solnca in okrog meseca, kakor tudi

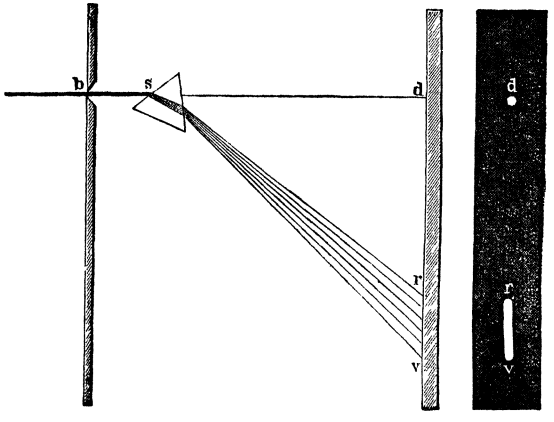
Pod. 168.



pasolnca in **pameseci** se vidijo časih, kader gledamo ta nebeška telesa skoz prav tanke oblake, ki prepregajo nebez. Tudi teh prikazni vzrok je deloma lom, deloma odboj svetlobe.

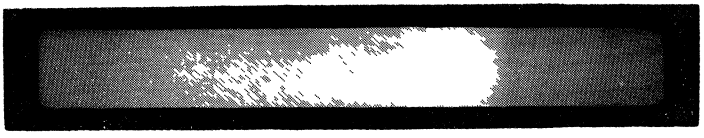
Barve (vapi). Ako pustimo s pomočjo majhnega zrcala skoz luknjico *b* (pod. 169. in 170.) v oknici svetlobni trak v popolnoma tamno sobo, naredi on na nasprotnej steni belo, 181

Pod. 169. Pod. 170.



okroglo liso *d*. Če pa denemo za luknjo trirobat kos stekla, tako imenovano prizmo, ktere prerez nam kaže *s*, se svetlobni trak ne le jako odkloni od svojega pota, ampak dobimo med *r* in *v* podolgasto svetlo podobo, ki je, glej čudo! sostavljena iz krasnih barv, ker se spodej pri *v* pokaže vijoličasta (ljubičasta) proga, za ktero se vrsté indigasta, modra, zelena, rumena, pomarančasta in na zadnje rdeča proga. To so iste barve v istem redu, kakor v dogi (v mavrici), zavolj tega se imenujejo prizmatične ali dožne (mavrične) barve. V pod. 171. vidimo popolno prizmatično barvno podobo, ki se tudi šara (spektrum) imenuje.

Pod. 171.



Belega solnčnega trakú tedaj prizma ne lomi samo, ampak ga tudi pri tem razloží na sedem svetlih trakov različnih barv. Zatorej imenujemo tudi beli trak zloženo ali mešano svetlobo, ker je zložen iz sedem enojnih svetlobnih trakov. Da je v obče mogoče, da se svetloba razloži, to pride od todi, ker so njene sostavine v raznej méri lomne. Saj, ako opazujemo le šaro v pod. 171., vidimo, da je rdeča svetloba bliže bele podobe, ki se naredi brez loma, kakor je pa vijoličasta. Rdeča svetloba je tedaj najmanj lomna, vijoličasta svetloba pa najbolj.

Vzrok raznej lomnosti je pa to, da so svetlobni valovi enojnih trakov razno dolgi, enako kakor je razna dolgost zvočnih valov vzrok ráznosti glasov.

Ako vlovimo sedem barvastih trakov, ki se razidajo iz prizme, z lečo zbiralko, se v njenem žarišču spet združijo v belo svetlobo. Da, ta poskus se dá tudi tako narediti, da se na ploskev kotačevo prilepijo enako veliki izrezi barvanih papirjev, kterih barve so kar mogoče podobne prizmatičnim barvam. Ako se zdaj kotač zavrti, se v očesu vtiski onih barv zmešajo, in šareno površje kotačevo se nam vidi belo.

Bela telesa so tedaj taka, ki vse svetlobne trakove v njihovej prvotnej zmesi odbijajo, črna telesa jih pa vse vsrkajo. Ali komaj da je ktero telo, pri kterem bi se prvo ali drugo kedaj popolnoma godilo. Zavolj tega se napravijo srednje stopinje od belega preko sivega do črnega.

So pa tudi taka telesa, kterih delki imajo tako posebno uredbo, da se zavolj nje le tresaji posebnih svetlobnih valov popolnoma uničevajo, med tem ko se posamni svetlobni valovi nepremenjeni odbijajo. Rdeče telo n. pr. odbija le rdečo

barvo in uniči vse ostale barvaste trakove mešane svetlobe, ki pade na-nj. Ravno tako si razlagamo vse druge barve teles, kakor modro, zeleno, rumeno, itd.

Fluorovanje (fluorescenz). Ako se lubje divjega kostanja z vodo polije, se dobi rumenkasta kapljina, ki, v steklenej posodi od zgorej gledana, pokazuje prav poseben višnjelkast lesk. Če se kterakoli suha zél, n. pr. poprova meta, polije z êterom, dade zelenkasto raztopljino listnega zelenila (chlorophylla), ki se v istih okoliščinah kaže živo krvavo rdeča. Enake prikazni kažejo tudi druge kapljine, kakor poimence kamno olje ali petrolej, ki se zdaj rabi skorej že po vseh hišah, in pa tudi nektera trdna telesa, kakor rumenkasto-zeleno uranovo steklo in fluorit ali jédavec (fluorcalium); po poslednjem je tudi ime dano tem prikaznim.

Svetlikanje ali fosforovanje (fosforescenz). S tem imenom se imenuje slabo sveténje v tami, ktero se vidi na mnogih telesih v raznih okoliščinah, kakor na trohljenem lesu, na mrtvih ribah, na kresnicah, ali ktero se pokaže, ako se kremen drgne ob kremen, ali ako se slador tolče. Druga telesa se začnó svetiti, če se ogrejejo, kakor n. pr. fluorit (jédavec). Najznamenitije je pa tako imenovano svetlo kamenje, ktero se potem, ko je kratek čas na solncu ležalo, v tami prav živo sveti v raznih barvah. Tako kamenje se umetno napravlja, in je zveza žepla, fosfora, arzena z apnom, z baritom ali sè stroncijanom.

Ako bolj natanko opazujemo šaro, dobljeno od solnčne svetlobe (pod. 171.), pokažejo se v njej na raznih mestih tamne proge, tako imenovane Frauenhoferjeve črte, izmed kterih se jih osem posebno jasno razloči. Tudi drugi izvirki svetlobe, kakor n. pr. svečni plamen, dajo s prizmo šarene podobe, ktere pa nimajo Frauenhoferjevih črt. Ali za to se vidijo v njih posebne svetle, barvaste proge, ki so odvisne od tvarin, ki so v plamenu. Ako se v plamenu pari n. pr. natrijum, se pokaže na določenem mestu v šari prav očitno svetla rumena proga. Opomina vredno je to, da so najmanje trohice nekih posebnih tvarin v plamenu dovoljne, da vzbudé posebne črte v šari, tako da se to njih ravnanje rabi pod imenom spektralne analyse za to, da se prepričamo, ali so, ali niso take tvarine v danej kakošnej stvari. Da, ta način preiskovanja, kterega sta prva začela R. Bunsen in G. Kirchhof leta 1861, vodil je do najdbe novih kovin, do tega časa neznanih. Te kovine so caesium (gov.: cêzijum), rubidium, thallium in indium.

Z daljnim preiskavanjem našla so se sledeča pravila: 1. Svetla trdna telesa dajo tako imenovano nepretrgano šaro, v kterej ni tamnih črt. 2. Svetli plini in plamena dajo šaro, v kterej so posebne barvaste, svetle črte na raznih mestih, po tem, kakoršen je plamen; ako je v plamenu n. pr. natrijumove pare, pokaže se v šari le prav svetla rumena

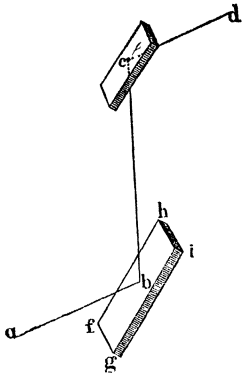
črta tam, kjer je solnčna šara pomarančasta. 3. Ako gredó skoz plinov plamen ob enem tudi svetlobni trakovi, izhajoči od razbeljenega trdnega telesa, dobi se šara s tamnimi črtami, točno na mestu tistih svetlih črt, ki bi jih plinov plamen sam zá-se dal. Te resnice so se porabile v razjasnilo tamnih Frauenhoferjevih črt, in prišlo se je do sledečih, dobro utrjenih posledkov: 1. Solnce ima belo žareče jedro; to jedro bi samo za-se dalo nepretrgano šaro. 2. Solnce obdaja svetla atmosféra, sostavljena iz žarečih plinov in par, ktera bi sama za-se dala šaro z mnogimi barvastimi svetlimi črtami, ktere izvirajo od raznih tvarin, ki so v njej. 3. Iz vkupnosti obeh izvirkov svetlobe napravi se pa djanska solnčna šara, s tamnimi Frauenhoferjevimi črtami, ki se tedaj nam vidijo kakor preobrnjene svetle črte. Iz premérjanja mest, ktera zavzamejo svetle črte, izvirajoče od nam znanih prvin, s primérnimi tamnimi črtami v solnčnej šari dobivamo pravico trditi, da so v solnčnej atmosféri pare sledečih prvin, namreč, nátrijuma, kálijuma, kálcijuma, železa, magnézijuma, da jih pa ni v njej: bakra, zlata, srebra, stroncijuma, aluminijuma, svinca, živega srebra in arzena. Da, to opazovanje se je razširilo še celó na zvezde nepremičnice in na zvezdne meglice. Kakor sostavine prvih so spoznali sledeče prvine: železo, kalcijum, natrijum, magnezijum in vodenec. V najsvetlejšej zvezdi Oriona (rimšic), kakor se kaže, ni vodenca; Aldebaran ima v sebi živo srebro, antimon in tellur. Šara zvezdnih meglic kaže svetle črte na tamnem dnu, iz tega tedaj sklepamo, da so zvezdne meglice žareče plínave tvarine brez trdnega jedra, in da ste menda njih glavni sostavini vodenec in dušec.

182 Nektera telesa se vidijo le takrat barvana, če se gleda skoz veče njihove množine. Taka je n. pr. sè steklom in z ledom, ktera sta v tankih plastéh brezbarvena, ki se pa v debelejih plastéh vidita višnjeva ali zelena. Tudi zrak, če ga gledamo v plasti tolike visokosti, kolikošne je atmosféra, je lepe, višnjeve barve. Da ne bi te bilo, videl bi se nam nebeški prostor črn. In res se na prav visokih gorah vidi nebo prav tamno-višnjevo, ker nad njimi črnina svetnega prostora prodira skoz manj visoko in manj gosto zračno plast. Tudi v ravnini se nam vidi ravno nad glavo zrak tamneje višnjev kakor na horízontu (na obzorji), ker, gledajoč proti poslednjemu, gledamo bolj razširjeno zračno plast, kakor je ta, ki je nad nami. Daljne gore imajo svojo višnjevo barvo od široke zračne plasti, ki je med njimi in med našimi očmi.

Rdeča in rumena barva neba, ki jo imenujemo jutranjo zarjo in večerni žar, pripisuje se vodnej pari, ki je v zraku, in ki ima, posebno pri prehodu iz meglene v pravo parno podobo, to lastnost, da propušča skoz sebe le rdečo in rumeno svetlobo. Tak prehod se pa godi zjutrej in zvečer.

Polarizacija svetlobe. V pod. 172. je *ab* svetlobni trak, ki pada pod kotom od 35 stopinj na stekleno ploščo *fghi*, ki je na zadnjej plati počrnjena, ki tedaj kakor zrcalo odbija svetlobni trak v mér *bc*. Ta sreča potem drugo, prvemu prav podobno, in z njim vzpóredno zrcalo, ki ga odbije v mér *cd* tako, da ga vidi oko, ki je pri *d*. Previdi se, da ležé oni trije trakovi vsi v istej navpičnej ravnini. Ako se zdaj gornje zrcalo vrti okrog črte *bc*, ki nam predstavlja mér odbitega traka, ostane sicer kot, ki ga vpadajoči trak *bc* dela sè zrcalovo ploščo, nepremenjen, ali obe zrcali si zdaj niste več vzpóredni, njuni odbojni ravnini se ne strinjate več v eno. Ako se od začetka vrtenja z očesom sledí odbitemu traku *cd*, se opazuje, da njegova svetlost polagoma slabí, dà, da zgine on popolnoma, ako smo gornje zrcalo zavrteli za 90 stopinj, tako da stojite odbojni ravnini obeh zrcal pravokotno med seboj. Ako se potem zrcalo dalje vrti, se odbiti trak *cd* spet pokaže in zadobi spet svojo popolno svetlost, ako smo zrcalo zavrteli za 180 stopinj, v kterem slučaji se odbojni ravnini obeh zrcal spet strinjate. Ako se dalje vrti, ponavlja se popisana prikazen na isti način, ker se pri zavrtu od 270 stopinj odbojni ravnini spet pravokotno križate, in odbiti trak izgine. Pri popolnem zavrtu vlada spet prvotno razmérje. 183

Pod. 172.



Z odbijanjem od prvega zrcala je tedaj svetloba zadobila nekako premembo; zdaj je ne odbija, enako prvotnemu svetlobnemu traku, vsako drugo kakorkoli postavljeno zrcalo. Ta prememba se imenuje polarizacija in tako premenjena svetloba se imenuje polarizovana svetloba.

Nadalje treba omeniti, da se svetloba ne polarizuje s kovinskimi in z navadnimi zrcali. Nasprotno temu se pa polarizuje tudi pri lomu, posebno pa, če gre skoz kristale (golote). Za poskuse te vrste služijo posebno male ploščice, ki so rezane iz kristalov neke pod imenom turmalin znane rudnine.

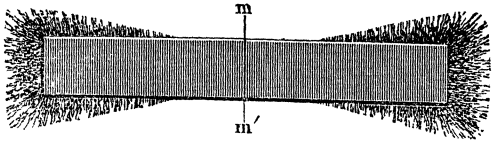
Ne moremo tukaj bolj na široko govoriti o prikaznih polarizacije, ki se štejejo med najzanimivije in med najmičnije prikazni cele optike zavolj barv, ki se pri tem kažejo. Zaslužijo pa, da se omeni, da se polarizacija mnogo na pomoč jemlje v kristalografiji, kakor tudi za spoznanje nekterih kemijskih tvarin, in tudi za razločbo prvotne in odbite svetlobe nebeških teles.

VII. Magnetizem.

184 Neka železna ruda, ki se na precej mnogo mestih najde, ima to posebno lastnost, da privlači železne drobce, n. pr. železno pilovino, tako da obvisé na nekterih mestih njenega površja. Ta prikazen je bila znana že v starodavnosti in njeno imé se izpeljuje od mesta Magnezije, kjer so jo, kakor se trdi, najpoprej opazovali. Ona ruda se imenuje magnetni železovec pa tudi magnétovec, in na Švedskem in v Sibiriji jé je toliko, da topé železo iz nje. Razun železa dobiva se tudi nikelj iz magnétovca. Ali ta se le težko dobi iz njega v čisto kovinskem stanu, zavolj tega bomo pregledovali le, kako se ima železo proti magnetu.

185 Magnetna lastnost prirodnega magnetovca se lahko more prenesti na jeklo, ako se to s kosom prvega na posebni način drgne. Magnetizovano jeklo je potem narejen magnet, in ker se temu morejo dati povoljne pripravne podobe, se delajo vse opazbe s pomočjo takih magnetov. Ako si izberemo najpoprej magnetno palico za naše poskuse in ako jo posujemo sè železno pilovino, se obesi té največ na njenih obeh koncéh, med tem ko v njenej sredini ne obvisi nobeden železni drobec (pod. 173.). Tisti konci, ki kažejo največo privlako, imenujejo

Pod. 173.

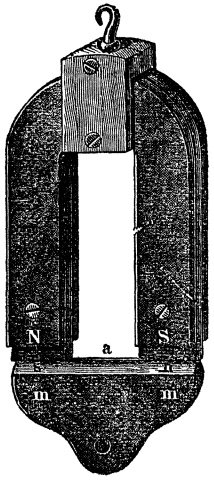


se konice (poli), in tisto mesto, na kterem se ne godí nikakoršna privlaka, imenuje se magnetov ékvator (ravnik). To se da dokazati na vseh prirodnih in na vseh narejenih magnetih, vse eno, kake so podobe. Magneti pravilne podobe imajo svoja dva pola na dveh nasprotnih koncéh in ekvator je v sredi med obema.

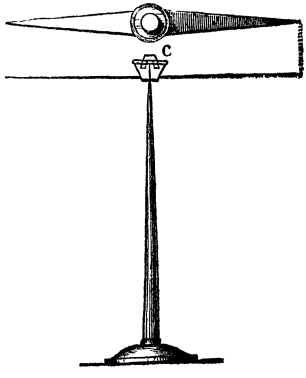
Navadno se dade magnetom podoba podkovi (pod. 174.), zavolj tega ležita oba pola *NS* eden zraven druzega, in tako sè zedinjeno močjo delata na kos železa *sn*, ki se imenuje maček (sidro) in ki ima zdolej ušesce, da se morejo ná-nj obesiti uteži. Silnejši učinki se dobé, če se več magnetov z istoimenimi poli položi eden na druzega, in ako se pripravno zvežejo, kakor to kaže naša podobščina. Daljni poskusi učé, da magnetna privlaka dela tudi skoz tvarino vmes vtaknjenih stvarí

na železo, in da se njena sila manjša v kvadratnem oméru oddaljenosti.

Pod. 174.



Pod. 175.



Ako se tanka, na obeh koncéh priostrena magnetna jeklena palička, tako imenovana igla magnetnica (pod. 175.) tako postavi, da se dade vrtéti okrog njene navpične osi, zavzame posle večkratnega postranskega nihanja določeno lego, v ktero se vselej spet povrne, kolikorkrati jo iz nje premaknemo. Ta lega je na ta način določena, da kaže eden njenih koncev vedno proti severu, ki se zatorej imenuje severni pol (severna konica), med tem ko se nasprotni proti jugu namérjeni konec imenuje južni pol (južna konica). Zavolj te lastnosti se igla magnetnica rabi kakor kompas od začetka 14. stoletja, ker se s tem enotérim orodjem morejo določiti strane sveta v okolščinah, kjer ni zato nobenih drugih pripomočkov, kakor na morji, v sredi velikih gozdov, v rudnikih. 186

Ako se južni pol ene, kakor v pod. 175. postavljene, igle magnetnice približa južnemu polu druge igle magnetnice, odbeži konec gibne igle. Ako se pak njenemu južnemu polu približa severni pol drugega magneta, se mu pa nasproti pomika, dokler se ne dotikata in sprimeta. Zatorej si zapamtimo zakon: Istoimeni poli magnetov se medsebojno odbijajo, raznoimeni poli se pa privlačijo. 187

Ako se dve magnetni palici enake moči tako položite druga na drugo, da prideta njuna raznoimena pola skupej, se železna pilovina ne obesi več na-nju, njuna magnetna sila se vidi tedaj uničena ali razdrta. Ako sta dva na ta način združena magneta imela razno moč, vlada sicer še privlaka, ali ona je mnogo manja, nego je privlaka vsake posamne palice za-se. Dve igli magnetnici, ki ste z vkupno osjo tako zvezani, da sta 188

njuna nasprotna pola na isto stran obrnjena, ste s tem izgubili svojo namérno silo, ako ste bili popolnoma enaki, ali jo pa oslabili, ako ste bili razne moči. Iz teh poskusov se vidi, da v vsakem magnetu delate dve sili, ki ste si tako nasprotni, kakor positivne in negativne vrednosti v računstvu.

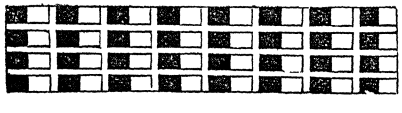
Najznamenitiji je pa sledeči poskus: Jeklena pletilna igla naj se je s potezanjem magnetizovala, tako da obvisé na obeh njenih polih šopki železne pilovine. Ako se ta igla zdaj v sredini prelomi, je vsaka njena polovina spet popolen magnet z dvema poloma, dà, vsak teh kosov se more spet prelomiti, in vedno se dobé mali magneti z dvema delavnima poloma, iz tega sledi, da je magnetna lastnost magnetova v vsakem njegovem delu, če ravno se pokazuje le na pólih delavna.

Ako se na magnetovi pol obesi košček železa, navzame se ta sam magnetne lastnosti, ker sè svojim prostim koncem privlači ne le železni prah, ampak more se na prvo železno paličko obesiti druga, na drugo, tretja in tako dalje, in tako napraviti lanec majhnih magnetov. Ali kader se prvi košček železa odtégne od magneta, izgubé vsi svojo magnetno lastnost in lanec razpade. Iz tega se vidi, da je železo pod vplivom magnetovim začasno magnetno.

189 Iz povedanih prikazni skušali so razložiti magnetnost s tem, da imajo vsi najmanji deli železa dva magnetna pola, da so tedaj majhni magneti. Vsak kos železa je tedaj sostavljen iz neizmérno mnogo najmanjih magnetov, ki pa ne kažejo prav nikakoršne magnetne sile, ker se sè svojimi raznoimenimi póli dotikajo in se tedaj medsebojno razdirajo. Ti mali magneti so tedaj, bi rekel tako skup zmetani, kakor bele in črne štirivogline na šahovnici, ki predstavljajo severne in južne póle, in tako pravilno porazdeljeni, da ni nikjer ene barve več od druge.

Ali če denem košček železa, kakor je bilo gore povedano, n. pr. na južni pól magnetov, zadobé vsi mali magnetki, iz kterih je oni košček železa sostavljen, določeno mér, ker magnet privlači njihove severne póle, njihove južne póle pa odbija. Uredba manjih magnetov je zdaj primérna onej v pod. 176. načrtanej, kjer so vse bele štirivogline ali južni póli obrnjeni na levo, vse črne štirivogline ali severni póli pa na desno stran, tako da se njih sile pokažejo na obeh konceh soštete in delavne. Ako se košček železa odtegne vplivu magnetovemu, napravi se zavolj medsebojnega odbijanja istoimenih pólov spet poprejšnja lega malih magnetov in njih moč je razdrta.

Pod. 176.



190 Kakor podobni ste si telesi železo in jeklo, vender je njuno ravnanje gledé magneta bitno različno. Po naših mislih je

vsaka teh kovin sostavljena iz najmanjih magnetov. Pri železu se morejo lahko tako, kakor je bilo ravno pokazano, vvrstiti njegovi delki z golim približanjem k magnetu. Magnet tedaj železo močno privlači, ali samo se navzame magnetnosti le za začasno.

V jeklu je, pa kakor se vidi, nekak upor, ki stori, da se istoimeni póli teže vvrsté, zavolj tega magnet le slabo privlači jeklo. Temu nasproti je pa mogoče, v jekla stalno napraviti tako uredbo njegovih delkov, da je ono samo popolen magnet. To se zgodi s tem, da se jeklo drgne s prirodnim ali z narejenim magnetom. Severni pól magnetov postavi se v sredini jeklene palice, in z njim se podrgne večkrat proti enemu paličnemu koncu. Ravno tolikokrati se potem podrgne z južnim pólom proti nasprotnemu koncu. Palica je zdaj sama magnet in izgubi to lastnost le, če se močno ogréje.

Ker si magnetizma ne mislimo kot tvarino, ampak kot silo, zato lahko razumemo, da se z enim narejenim magnetom morejo napravljati magneti brez kraja in konca, in vendar oni kar nič ne izgubí svojih magnetnih lastnosti.

Jeklena pletilna igla enakošne debelosti, na niti v svojej 191
sredini obešena, je v ravnotežji in zavzame vodoravno lego. Naj jo zdaj z drgnjenjem premenimo v magnet in kakor poprej spet obesimo. Glej čudo! vidi se, kakor da ne bi bila igla zdaj več v ravnotežji, ker se je z enim koncem prav močno nagnila proti tlom, kakor da je teža postala na tem koncu. Da magnetizovana igla zavzame spet vodoravno lego, mora se obesiti v točki, ki je bliže tistega njenega konca, ki se je naklonil proti tlom, kakor pa nasprotnega, ki se je k višku vzdignil.

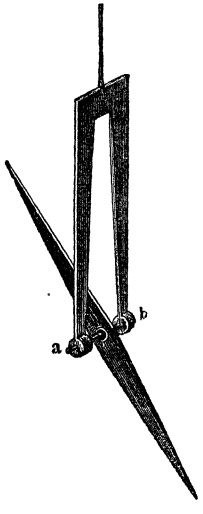
Ta poskus, kakor tudi že omenjena okolnost, da se igla vselej tako postavi, da méri proti severu in proti jugu, dasta sklepati, da je nek vzrok, ki napravi te prikazni. In res si moramo zemljo samo misliti, da je velik magnet. Njena magnetna pola pa nista točno na tistem mestu, kjer sta zemeljska pola, zavolj tega se tedaj tudi njen magnetni ekvator (ravnik) ne strinja sè srednjim zémeljskim pasom.

Igla magnetnica ne dobiva samo svoje méri, ampak tudi tisto privlako, ki jej premení ravnotežje, od zemeljskega magnetizma. Ker magnetni severni pól zemlje privlači južni pól igle, zato bi se moral prav za prav njen proti severu obrnjeni konec imenovati južni pól, in narobe.

Ako bi šli v to mèr, ktero kaže igla magnetnica, ne bi, se vé da ne, prišli do severnega póla zemeljskega, ker ta ne leží na enem ter istem mestu z njenim magnetnim pólom. Ako si po igli dano mér mislimo podaljšano, dobi se preko magnetnih pólov okrog cele zemlje položeni krog, kteri se magnetni poldnik (meridijan) imenuje. Ta križa poldnik, idoči skoz zemeljska póla, pod kotom od 18 stopinj; ta kot kaže odklon (declinatio) igle od čisto severne méri.

Privlačna sila, s ktero delajo magnetni póli zemeljski na iglo, mora na raznih mestih biti prav različna. Saj naj je igla na magnetnem zemeljskem ekvatorji, privlačijo magnetni poli zemeljski prav enako močno njeni severni in njen južni pól. Igla bo tedaj visela popolnoma vodoravno. Ako se pa z njo bližamo ali magnetnemu severnemu ali pa južnemu pólu, zadobila bo naklon (inclinatio), ki je tem veči, čem bolj se približamo enemu onih pólov. In res se je prišlo že tako blizo magnetnemu severnemu polu, da se je igla skorej navpično proti zemlji postavila. Ako se obesi, kakor kaže pod. 177., okrog svoje vodoravne osi *ab* lahko gibna igla v bakrene vilice na nit, zamore ona zavzeti kolikor odklonu toliko naklonu primérno lego, ktera poslednja je pri nas po priliki za 66 stopinj nagnjena proti vodoravnej legi.

Pod. 177.



192 Tako je menda vplivu zemeljskega magnetizma pripisovati, da železne ali jeklene stvari zadobé slabe magnetne lastnosti, ako se močno drgnejo, tolčejo ali nabijajo, posebno če se pri tem držé v méri, ki je primérna odklonu in naklonu igle. Da, težko je najti n. pr. v delavnici kovaškej ali ključarskej jekleno orodje, na kterem ne bi obviseli nekteri drobci železne pilovine.

O znamenitem vzajemnem delovanji magnetizma in elektrike more govor biti še le takrat, kader se bomo s prikaznimi poslednje soznanili.

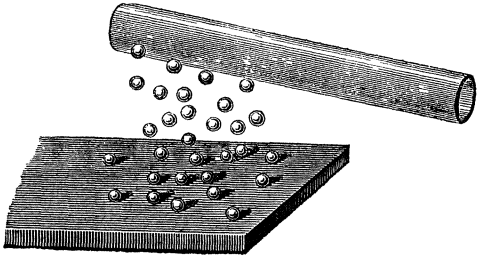
VIII. Elektrika.

193 Ako se kos pečatnega voska, smole ali žepla drgne z volno, zadobé te stvari to lastnost, da privlačijo lahke stvarce, kakor pluto, bezgov stržen, odrezke iz papirja, lasé, itd., če te stvari niso predaleč proč od njih. To je najstarija električna prikazen, ker je bila že znana Grkom, ki so jo opazovali na drgnjenem jantaru (Bernstein), ki so ga imenovali elektron; od todi tudi ime elektrika. Steklena cev, močno drgnjena sè svilno tkanino, zadobi isto lastnost (glej pod. 178.). Reče se zavolj

tega, da so ta telesa posle drgnjenja električna, in vzrok privlake je njim podeljena elektrika.

Dolgo časa so imeli drgnjenje za edini izvirek elektrike. Ali pozneja opazovanja so pokazala, da zamorejo najraznovrst-

Pod. 178.



neji vzroki vzbuditi električne prikazni, da je elektrika ena izmed najbolj razširjenih prikazni, in da je cela priroda pod vednim vplivom električne delalnosti.

Na dalje so vzroki, ki vzbujajo elektriko, sledeči: Medsebojno dotikanje raznih teles, posebno dveh raznih kovin. Na dalje se pokaže elektrika, ako telesa spremené svoje stanje, posebno pri parjenji, kakor tudi vsled kemijskih spojitev in razkrojitev. Nektera telesa pokažejo električne lastnosti, ako se na enem kraji grejejo, med tem ko se na nasprotnem hladé. Na dalje se more elektrika vzbuditi po magnetizmu, in zadnjič razvijajo nektere živali elektriko hotimice, druge spet nehotimice, dà, delalnost človeških in živalskih mišic in čutnic spremlja vedna vzbuda elektrike. Gledé navadnih prikazni so najznamenitiji tisti učinki elektrike, ki jih je vzbudilo drgnjenje, ali pa dotikanje.

Elektrika vzbujena z drgnjenjem.

194 Mnogo je teles, ki ne postanejo električna, če se drgnejo; ta se imenujejo neelektrična nasproti električnim.

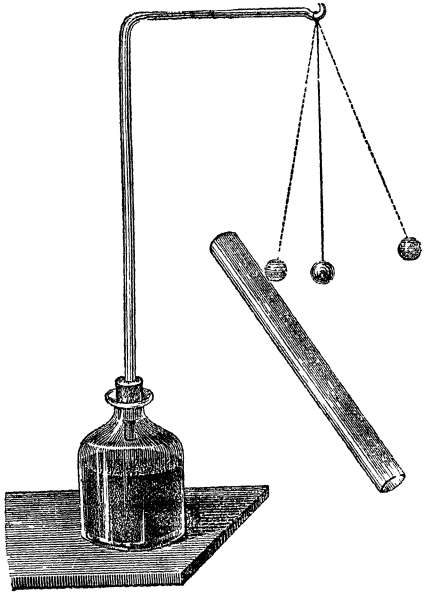
Neelektrične so posebno kovine, električne pa že omenjene stvari. Pri bolj natančnej preiskavi se pa najde, da prav za prav je ni neelektrične stvari, ker se vse dadó spraviti v električno stanje, kar se vender pri mnogih le prav slabo dá doseči.

Ako se steklo ali kuhana smola v tmici močno drgneta, se vidi svetel bliščpo njih, in če té drgnjene stvari približamo členu prsta ali kakemu kovinskemu predmetu, se vidi tudi, da preskoči živa iskra s posebnim praskotom, ki tam, kjer gre v prst, napravi bolečino, kakor da smo se zbodli. Ta prikazen se imenuje električna iskra.

Elektrika je vselej le na površji elektrizovanih teles. Steklu in smoli se odvzame le na tistih mestih, ktera se neposredno dotaknejo. Ako se drgnjenemu steklu ali drgnjenej smoli približa kako kovinsko telo, gre elektrika na-nj, in ono ima zdaj vse električne lastnosti, ono lahke stvarce privlači ter daje iskre. Pri vsem tem je pa znamenito, da kovine svojo elektriko kar koj in popolnoma izgubé, če se tudi le na enej edini točki dotaknejo. Taka telesa, ki električnemu steklu in električnej smoli elektriko odvzamejo in ki s tem sami postanejo električni, imenujejo se prevodniki, drugi, ki tega ne storé, se imenujejo neprevodniki ali slabi prevodniki.

Najbolji prevodniki elektrike so kovine. Tudi kapljine, vodna para, telo človeško in živalsko in neposušene rastline so izvrstni prevodniki. Kar nič ali le prav prav slabo prevajajo elektriko: steklo, smola, volna, svila in suhi zrak. Ako se elektrizovanemu steklu, elektrizovanej smoli ali kovini približa stekleno telo, ne vzame to na-se ne trohice elektrike. More se tedaj elektrika pridržati na kakem telesu, ako se to obda s prav slabimi prevodniki. Tako na primèr izgubi kovinsko telo, ktero smo položili v suhem zraku na stekleno ploščo ali na képo smole, in mu potem elektrike podelili, to elektriko le takrat, ako se mu približa kakov prevodnik. Telesa, ktera od vseh strani obdajajo sami neprevodniki, imenujejo se osébljena (isolirana) telesa, in neprevodniki se imenujejo osébila (isolatorji).

Pod. 179.



195

Na enak način, kakor se je pri magnetizmu godilo, bomo govorili zdaj o celej vrsti poskusov, ki so za to, da nas soznanijo z bitstvom elektrike.

Ako se, kakor v pod. 179., obesi oblica iz bezgovega stržena na svilnato nit, in ako se njej približa drgnjen pečaten vosek, se stržen privlači, dokler se na zadnje ne dotakne pečatnega voska. Ali v tistem trenutku, ko se je to dogodilo, se oblica silno odbije. Ona je vzela zdaj na-se nekoliko elektrike pe-

čatnega voska. Ako jej zdaj na novo približamo drgnjeni pečatni vosek, je ta ne privlači več, ampak nasprotno, oblica beži proč od njega, in, kakor se vidi, ni drugače, kakor da se obe sè smolno elektriko napolnjeni telesi medsebojno odbijate. Zdaj vzamem stekleno cev, jo drgnem sè svilo, in jo blizo držim bezgovemu strženu. Že v precejšnjej daljavi zapazimo, da se strženova oblica nagiblje proti cevi, da jo tedaj iz stekla vzbujena elektrika privlači.

Ako podelim nadalje enej takej oblici smolne elektrike, drugej pa steklene elektrike, in ako ju potem drugo drugej približam, dokler se ne privlačite in se ne dotikate, se najde, da posle dotika nima ne prva ne druga nikakoršnih električnih lastnosti več.

Iz teh tako lahkih poskusov spoznamo:

1) Elektrika je dvojevrstna. Prva vrst elektrike, dobljena z drgnjenjem stekla, se imenuje positivna ali steklena elektrika, in se zaznamova s + elektrika. Druga vrst se dobi od drgnjene kuhane smole, imenuje se negativna ali smolna elektrika in se zaznamova z — elektrika.

2) Telesa, ki imajo istoimeno elektriko, se odbijajo; taka, ki imajo raznoimeno elektriko, se privlačijo.

3) Raznoimene elektrike si vedno prizadevajo, da bi se združile. Kader se je to dogodilo, postane **0** elektrika, t. j. one poderejo medsebojno svoje električne lastnosti, ali one se vežejo medsebojno, tako da ni več spoznati nikakoršne elektrike.

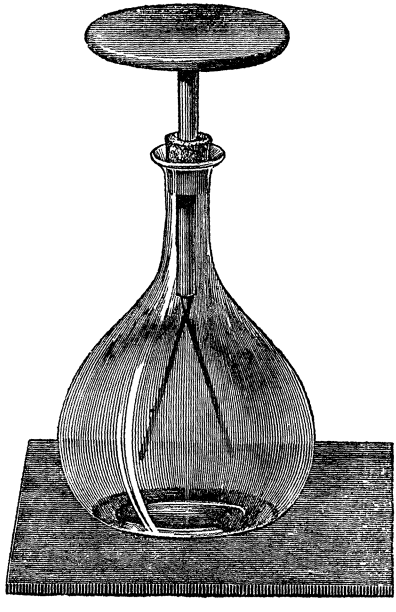
4) Vsa telesa imajo obe elektriki v združenem ali zvezanem stanji. Razni vzroki, n. pr. drgnjenje, morejo jih razdružiti. Ako v tem slučaji drgnjeno telo dobi + elektriko, postane drgalo — električno.

Elektroskop (pod. 180.) je za to, da kaže, ali je kako telo električno, in káko elektriko da ima, in sicer je narejen tako, da je že za prav majhne množine elektrike občutljiv. Mala kovinska plošča stoji na kovinskem klinu, idočem skoz stekleno cev, ki je vtrjen v vrat steklenice in ki na svojem dolnjem koncu nosi dve progi iz zlate pene. Ta priprava mora biti tako občutljiva, da se zlata listka že odbijata in tedaj narazen stopita, ako se telo, ki ima proste elektrike, samo le približa. Ako se elektroskopu podeli najpoprej znana elektrika, n. pr. + elektrika, bosta njegova dva zlata listka bolj narazen stala, ako se mu približa telo z istoimeno elektriko. V nasprotnem slučaji bo pa razhod manji.

Elektrizovanje po razdelitvi. Če se že iz poprejšnjega dade spoznati očevidna sorodnost med prikaznimi magnetizma in elektrike, se ta sè sledečimi poskusi še bolje pokaže. V pod. **196**

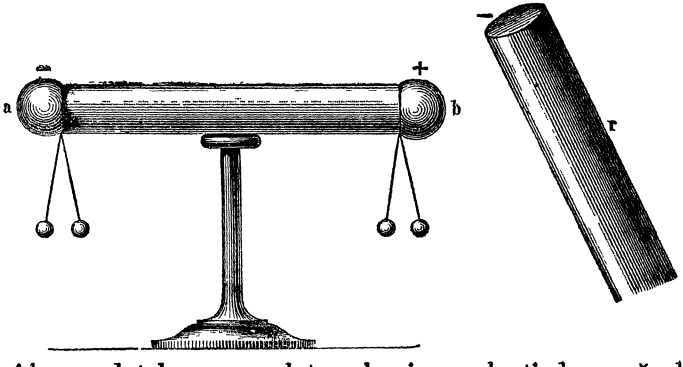
181. vidimo valjar *ab* iz likane médi, na obéh koncéh zaokrogljen v polkrogle. On stoji na steklenej nogi, in je tedaj osébljen. Na njegovih obéh koncéh visite na tankih kovinskih nitih po dve kroglici iz plute.

Pod. 180.



Približam prvemu paru z drgnjenjem — električno narejen smolnati drog *r*. Lahko se razume, da — elektrika smole privlači + elektriko kovinino, in da odbija njeno — elektriko, in da s tem v njej poprej združeni elektriki tako razdeli, da je zdaj pri *b* + elektrika, pri *a* pa — elektrika. Razvidno je to na kroglicah. Oni dve pri *b* dobite obe + elektriko, in se tedaj odbijate, in ravno tisto se zgodi z drugima dvema, ki ste obe postali — električni. Ako spet odmaknem smolo *r*, je nehal vzrok razdelitvi, in obe v kovini razdruženi elektriki se spet združite, kar se vidi na tem, da kroglice spet skupej padejo.

Pod. 181.



Ako se dotaknem, med tem ko je smolnati drog *r* še blizo *b*, kovine s prstom pri *a*, odvodi se — elektrika, ki je tam, skoz moje telo, med tem ko na drugem koncu zbrana + elek-

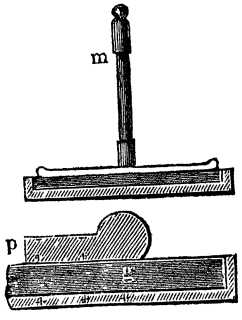
trika ostaja zvezana z — električno smolo. Ako odmaknem najpoprej prst, potem pa smolo, je zdaj v vsej kovini + elektrika, kar kažejo kroglice sè svojim medsebojnim odbijanjem.

Da sem vzel mesto smole drgnjeno steklo, bile bi se dogodile točno ravno tiste prikazni, samo bi se morale v danem popisu vsa + in — znamenja premeniti v nasprotne.

V razdelitvi elektrike imamo tedaj pripomoček, da moremo kterokoli osébljeno telo po svojej volji napolniti s + elektriko ali pa z — elektriko.

Elektrofor ali elektronos (pod. 182.) je priprava, s 197
ktero se more s pomočjo razdelitve dobiti mnogo elektrike. V kositernato torilo, ki ima po priliki en čevelj v preméru in ki je en prst visoko, vlije se zmes dveh delov šelaka z enim delom trpentina, tako da je tvarina po tem, ko se je ohladila, po vrhu po mogočosti gladka pogača. Ta se elektrizuje s tem, da se drgne ali nabija z lisičjim repom ali z mačjo kožo, in potem se postavi na-njo tako imenovani pokrovec. Poslednji je plehnata plošča, ki ima v sredi stekleni roč *m*. Opazujmo zdaj delovanje elektroforovo, in pri tem naj nam *p* predstavlja kos pokrovca in *g* kos pogače. Z drgnjenjem razdeli se elektrika v pogači, tako da je zbrana na njenej gornjej ploskvi — elektrika, na njenej dolnjej ploskvi pa + elektrika. V pokrovcu, postavljenem na pogačo naredi se tudi razdelitev, ker očevidno njegovo + elektriko veže — elektrika v pogači. Ako se dotaknem tedaj pogače postavljenega pokrovca s prstom, odvodi se njegova prosta — elektrika skoz moje telo. Ako potem odmaknem prst, in ako zdaj pokrovec prizdignem z njegovim osebljajočim rôčem, se pokaže pokrovec napolnjen s prosto + elektriko. Zdaj ga zamorem rabiti za vse poskuse, za ktere smo dozdaj rabili drgnjeno steklo ali smolo. Ako je to orodje le količkaj pripravno narejeno, se dobi iz napolnjenega pokrovca živa iskra, če se mu približamo s prstom.

Pod. 182.

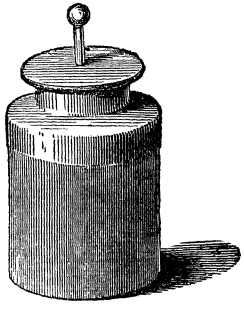


Ker se je pokrovcu s tem odvzela njegova elektrika, zato se more s ponovo poprejšnjega ravnanja na novo napolniti z elektriko. Kot posebna imenitnost se mora to imenovati, da se more celó čez več tednov in mesecev dobiti iskra iz pokrovca, če ga od pogače odvzdignemo.

Lejdenska ali Kleistova steklenica je naslikana v 198
pod. 183. Ona je navadna steklenica, kakoršne imamo za vkuhavanje sadja v slador, ona je od zunaj in od znotraj do

treh četvrtin svoje visokosti oblepljena sè stanjolom. Vrat je zamašen s čepom iz plute ali iz lesa, skoz kteri gre kovinska šibica, ki nosi na svojem gornjem koncu médno oblico, na spodnjem koncu pa lanec (verigo), ki se mora vsakako dotikati dna posode. Ako se s pomočjo oblice spravi notranji kovinski oblog v dotiko s kterimkoli izvirkom elektrike (n. pr. s pokrovcem elektrofora), nabere se v njem + elektrika. Ta dela skoz steklo skozi razdelilno na elektriko zunanjega obloga, ker veže primérno množino — elektrike, in odbija z njo samo istoimeno + elektriko zunanjega obloga, ta se zdaj skoz prevodilno stvar, na kterej steklenica stoji, proti zemlji odpeljana, po njenem velikem površji razdeli in popolnoma izgine.

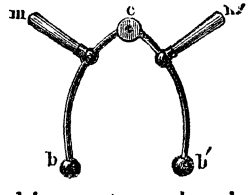
Pod. 183.



Izid je tedaj ta: na znotranjem in na zunanjem oblogu ste nasprotni elektriki, kterim brani, zvezati se, steklo, ki je med njima. V tistem trenutku pa, kader zvežemo oba obloga s prevodnikom, se združite obe elektriki. Ako se to tako zgodi, da primemo z eno roko zunanji oblog, z drugo roko pa oblico, greste elektriki nam skoz telo, in pri tem občutimo posebni pretres, posebno v členih, in ta se imenuje električni udarec. Njegova moč je podvržena množini elektrike, in 40 do 50 isker, kterim smo pustili, da so iz pokrovca elektroforovega preskočile na oblico steklenice, že dajo udarec, ki se hudo čuti. Ako se več oseb sprime z rokami, in ako se poslednja oseba ene strani dotakne oblice, poslednja oseba druge strani pa zunanjega obloga napolnjene steklenice, občutijo vse istočasno udarec enake moči. Pri tem je vse eno, koliko je število oseb.

Steklenica se more vender tudi izprazniti, da nam ni treba samim občutiti udarca, če se poslužimo izpraznovalca (pod. 184.), ki je iz médi in previden sè steklenima rôčema *mm'*. Ako primemo rôča in ako dotaknemo s kovinskim gumbom *b'* zunanji oblog, z drugim gumbom *b* pa oblico napolnjene steklenice, združite se elektriki, kar se vidi na tem, da preskoči živa iskra.

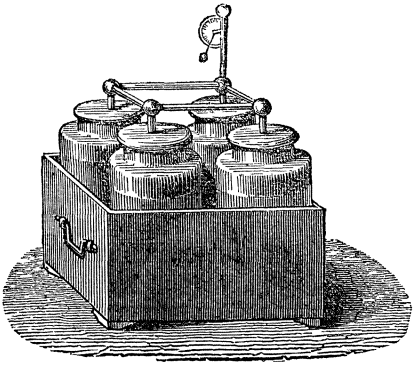
Pod. 184.



199 Zveza več steklenic dade električno baterijo (pod. 185.), ki po tem, ko je napolnjena, more dajati strašansko močne udarce. Iskre takrat že preskočijo v daljavi od več

palcev z močnim pókom. Živali, tudi veče, se morejo ubiti s takimi iskrami. Ako se udarec vodi skoz dolg drat, ki je na enem mestu pretrgan, preskoči tukaj iskra, če ne ležita oba kosá predaleč narazen. Ista prikazen se dogodi, če je drat na več mestih pretrgan, in na ta način se dajo napraviti prav mične svetlobne prikazni.

Pod. 185.

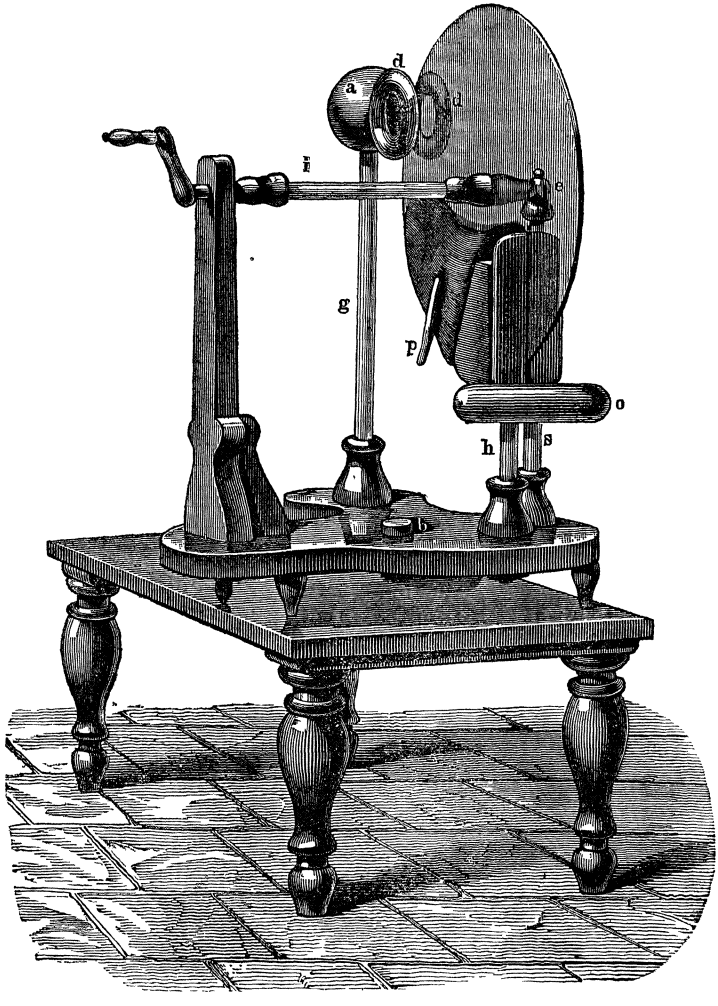


Pod. 186.

Kondensator ali *gostilnik* 200
(pod. 186.). Zveza in razdelitev elektrike, kakor se je pokazala pri elektroforu in pri Lejdenskej steklenici, dala je pripomoček, da se z elektroskopom tudi najslabeje električne napetosti dado dokazati. Zato se položi na njegovo ploščo druga kovinska plošča sè steklenim rôčem. Obe plošči ste prevlečeni s firnežem (s pokostom). Ako napravimo, da se dolnja plošča trpežno dotika sè slabim izvirkom n. pr. — elektrike, med tem ko se gornje dotikamo s prstom, se odvodi vedno — elektrika gornje plošče, + elektrika se pa veže, in na ta način se na doljnej plošči počasi nabere veča množina — elektrike iz izvirka. Kader se potem gornja plošča odvzdigne, razširi se zdaj razvezana — elektrika čez vso dolnjo ploščo in napravi, da se razidata listka iz zlate pene.

201 *Električni kolovrati.* Da se vzbudé močneje električne prikazni, za to imamo posebne priprave, pri kterih se veče

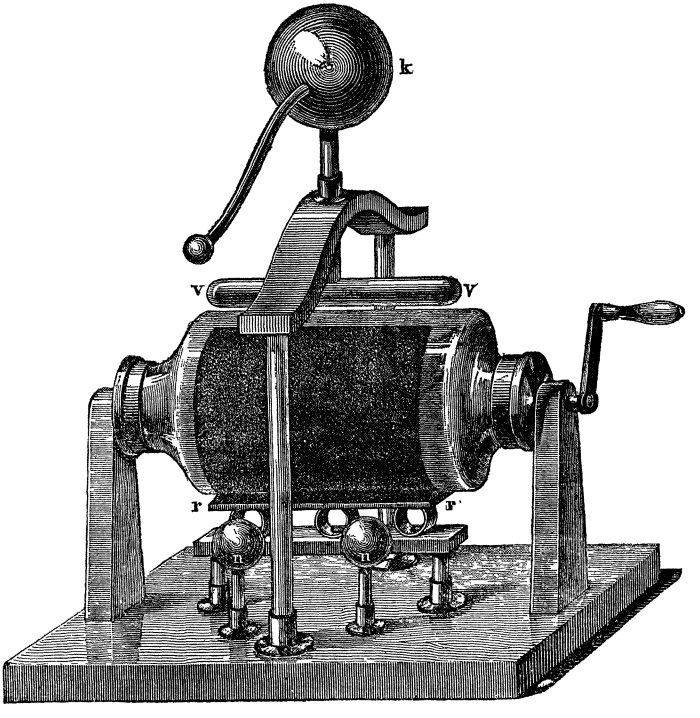
Pod. 187.



steklene ploskve drgnejo ob kako kovinsko ploskev. Za to se rabijo ali veliki stekleni kotači (glej pod. 187.) ali pa stekleni valjarji (glej pod. 188.). Prvi imajo to predstvo, da se morejo na obéh platéh drgniti. Kolovrati z valjarjem imajo pa to dobro, da so manji in da se ne potárejo tako lahko. Tako imenovano d r g a l o je deščica, prepreżena z mehkim usnjem. Poslednje

se nekoliko namaže z mastjo, po tem pa posuje z amalgamom, v prah stolčenim, ki je zmes iz cina, iz cinka in iz živega srebra. Zméti pritiskajo drgalo (*hs* ali *rr*) k steklenej ploskvi.

Pod. 188.



Zdaj se potrebuje še naprava, s ktero se nabira elektrika, ki se razvezuje pri vrtenji. Za to so sesalniki (*dd* ali *vv*), ki so pribiti na konduktorjih (vodilih) (*a* ali *k*) in to drgnjenej ploskvi tako blizo, kolikor mogoče. Vsi do zdaj imenovani deli mašine stojé na steklenih nogah, so tedaj osebljeni. Ko smo napravili, da je drgalo s pomočjo lanca (verige) v odvodnej zvezi sè zemljó, se začne mašina goniti. Z drgnjenjem postane steklo + električno in privlači s pomočjo sesalnika — elektriko konduktorjevo, tako da na tem preostane razvezana + elektrika.

Ako bi hoteli elektriko iz drgala nabirati, morali bi konduktorja *a* ali *k* sè zemljo zvezati s pomočjo kakega prevodnika in blizo drgal postaviti mala konduktorja *o* ali *nn*.

Vidi se, da se je dala okrogljasta podoba konduktorjem, kterih površje ima služiti za nabiranje razvezane elektrike, ker le na kroglji se popolnoma enakomérno razdeli elektrika.

K višku molečih robov, voglov in ostí ne sme nikakor biti na konduktorji, ker se na teh najbolj nakupiči elektrika in tedaj toliko gostoto zadobi, da pobegne koj v zrak. Tudi valjar, na konceh zaokrogljen, je pripraven konduktor (pod. 181.).

202 S pomočjo močnega električnega kolovrata se dá napraviti cela vrsta poskusov, ki deloma imajo znanstveno vrednost, deloma pa nam prav mično kraté čas, kakor: iz osébljenega človeka debele iskre vleči, prikazni bliska, ples možičkov in krogljic, električno kolo, električna pištola, električno zvonenje, zažig vinskega cveta, zažig strelnega prahú, prebitje stekla in debelega sklejenega papirja, itd. Tudi se z drgnjenjem dobljena električna iskra z najboljim vspehom rabi za zažiganje podkopov.

Opomina vreden je pri tem nek poseben duh, ki se opazuje najbolje pri močnem iztakanji elektrike iz osti (iz špic), in ki pride od posebnega plinavega telesa, o z ó n imenovanega, ki se pri teh okolnostih nareja in ki ga bomo na drobno popisali v kemijskem oddelku.

203 V obče naj bo še omenjeno, da je za napravljanje električnih poskusov topel in suh zrak poglavitna potreba, ker vlažen zrak odvaja elektriko, in se nje tedaj težko kje more nabrati dovoljna množina, da bi se napravile krepke prikazni. Po zimi se dajo poskusi najbolje napraviti blizo hudo zakurjene peči, potem ko so orodja že nekoliko časa okrog nje stala.

Hitrost, s ktero gre elektrika, vzbujena z drgnjenjem, po prevodnikih, je 60000 milj za 1 sekundo, je tedaj veča, kakor hitrost svetlobe. Hitrost galvanične elektrike je osemnajstkrat manja. Trpež električne iskre je skorej neizmerno kratek; različni opazovalci pravijo, da trpi $\frac{1}{1152000}$ do $\frac{9}{100000}$ sekunde.

Elektrika, vzbujena z dotikanjem (galvanizem).

204 Leta 1789 je G a l v a n i, zdravnik in prirodoslovec Bolonjski, v anatomske namene odrta žabja stegna obesil z b a k r e n i m i kljukicami na ž e l e z n e držaje. Ker je veter va-nje pihal, so se žabja stegna vselej zganila, kaderkoli so mišice stégen prišle v dotiko sè železom. Ta po naključji narejena opazba, ktero je G a l v a n i, posebno pa V o l t a dalje zasledoval, vodila je do brezkončne vrste skušenj in resnic, in odprla popolnoma novo obsežno polje fiziki.

Najpoprej so peljale Voltove preiskave do zavzetnega zakona, da se z golim medsebojnim dotikanjem dveh raznih kovin razvija elektrika. Ali ta zakon se je kmalu še bolj raztegnil, ker se je pokazalo, da se pri medsebojnem dotikanji

tudi drugih teles pokaže prosta elektrika. Najočitnije se to pokazuje vsakako pri kovinah in pri njih dotikanji s kapljinami, posebno s kislinami, zavolj česar bomo veči del le o teh tukaj govorili.

Početni poskus. Ako se vzamete dve po mogočosti ravni **205**
in gladki plošči, ena iz cinka, druga iz bakra, vsaka previdena z osebljajočim rôčem, in ako se položite sè svojima gladkima ploskvama druga na drugo, pokaže se potem, ko smo ju spet narazen odtegnili, da je v cinku nabrana + elektrika, v bakru pa — elektrika. Se vé da je njih napetost prav slaba, in oni se daste dokazati le s prav občutljivim kondensatorjem (§. 200.). Plošči sami se pri tem poskusu nikakor znatno ne spremenite.

Enak je sledeč poskus: Dve poli pozlačenega papirja zlepite se skupej sè svojima narobe stranama, in ravno to se naredi s posrebrnjenim papirjem. Iz obeh se zrežejo kolesca, po priliki za tolar velika; ta se složé drugo na drugo tako, da pride na pozlačen papir posrebrnjen, na ta spet pozlačen, in tako pravilno dalje, in ta nekoliko stlačen steber se potem potisne v stekleno cev. Ta cev se na obéh koncéh zaprè sè zamaškom iz plute, skoz kteri je vtaknjen drat. Na ta način se zamorejo napraviti stebri, ki imajo 500 do 2000 parov takih kolesec iz pozlačenega in iz posrebrnjenega papirja, in najde se koj, ako se preiskujeta dratova, da je vsak izmed njih napolnjen z elektriko, ki je protivna elektriki v drugem dratu. To orodje se imenuje suhi ali Zambonijev steber, in ostane v ugodnih okoliščinah leta in leta delaven.

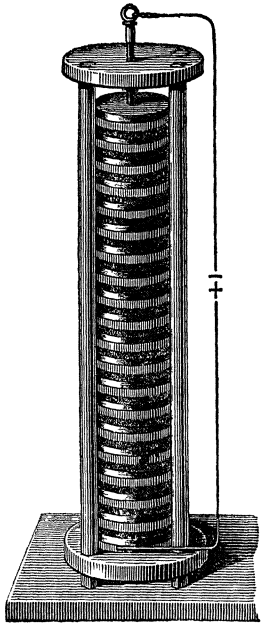
Ta dva popisana poskusa sta skorej edina, kjer se vzbuja elektrika edino z dotikanjem. Skorej v vseh ostalih slučajih je razun dotika tudi kemijski razkroj, ki bitno sodeluje pri vzbujanji elektrike.

Izvirek galvanske elektrike. Volta je mislil, da se elektrika napravlja ali rodi z golim dotikanjem dveh kovin, in da je tam, kjer se kovini dotikate, sedež sile, elektriko budeče (elektrogibne sile), ktera tako rekoč v brezkončno elektriko iz nič stvarja. Drugi fizikarji pa mislijo, da je kemijska sorodnost in njej sledeč kemijski razkroj glavni vzrok galvanske elektrike, misel, ktera je po dolgih in trdovratnih prepirih zdaj najbolj razširjena. Po tem se pripisuje bitno opravilo vplivu kapljin, vode in kislin, ker postane po dotikanji kovine z vodo najpoprej električna napetost v atomih teh teles, ktera ima za nasledek električni tok, če pride še druga kovina zraven. Odtod izhajoči si mislijo, da je celó pri popisanem početnem poskusu zavolj pričujočnosti vodne pare in zrakú kemijski njih vpliv dovolj velik, da rodi slabotne električne prikazni.

Voltov steber (slop) ali Galvanijev lanec vidimo v pod. 189. **206**
Postavljen je v stojalo, čegar spodnji in gornji konec je lesen.

Ta stojalova konca sta med sabo zvezana sè steklenimi palicami. Naj spodej se položi okrogla steklena plošča, na to okrogla bakrena plošča, in na to okrogla cinkova plošča. Navadno se privari (prilota) bakrena plošča k cinkovej plošči, kar skladanje stebra mnogo olajša. Na cinek pride plošča iz debelega sklejenega papirja, ali iz volnenine ali iz klobučevine, ktera se je poprej v vodi namočila in potem spet izžela. Ravno v tem redu se steber sklada dalje, dokler ni zloženih 20 do 40 parov, in na vrh stebra se položi cinkova plošča.

Pod. 189.



Cinkov konec stebra se imenuje positivni pol (konica), bakreni konec pa negativni pol. Na téh se namreč nahajajo zbrane protivne elektrike, vzbujene z dotikanjem posamnih parov plošč, med tem ko se na srednjih parih ne kaže nikakoršna prosta elektrika. Ako se na gornjo in na dolnjo končno ploščo, kakor v pod. 189. privari kovinsk drat, sta konca teh dveh dratov pola stebrova.

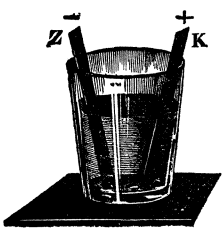
Ako se oba drata, ki sta póla stebrova, dotikata, se zaznamova to z izreko: steber ali lanec je sklenjen.

Potem ga ni nikakoršnega zunanjega znamenja, da bi se elektrika vzbujala. Ali pri vsem tem se vender to godi notri v lancu. Na polih zbrane protivne elektrike se, ko se srečajo, medsebojno uničijo, in morala bi se, kakor pri izpraznjenej Lejdenskej steklenici, izgubiti vsaka sled elektrike, da ne bi se ona vedno rodila v vsakem paru plošč. V sklenjenem lancu tedaj vedno teče električni tok na okrog. In res, ako se pretrga sklepalni drat na kteremkoli mestu, kakor je to pokazano v pod. 189., se vidi stanovitna iskra med obema dratoma. Isto se vidi, ako je drat na več mestih pretrgan, če je to, da so presledki med posamnimi dratovi le kratki.

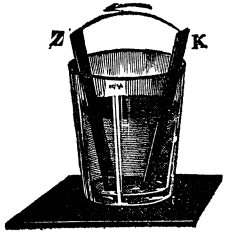
207 Ako se kovine potopé v kisline ali v slanomúre, postanejo kovine — električne, kapljine pa + električne. Ako se n. pr. cinkova plošča postavi v posodo z razredčeno žepleno kislino, je njen iz kapljine moléči konec — električen; kislina pa + električna. Ako se zraven cinkove plošče postavi bakrena proga tako, da se ne dotika cinkove plošče, (pod. 190.), po-

stane ona tudi negativno električna, ali močneja elektrika kapljinska ne uniči samo — elektrike bakrove, ampak se raz-

Pod. 190.



Pod. 191.



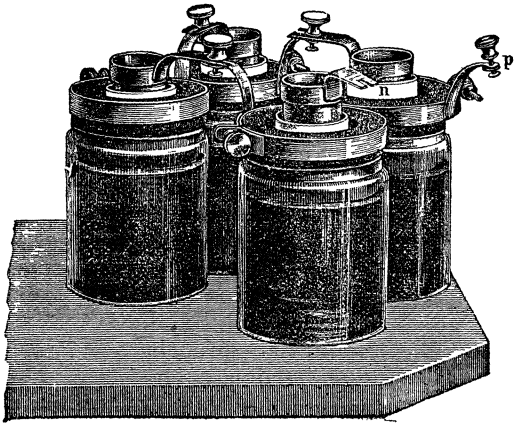
širi tudi po bakru, tako da se njegovi iz kapljine moleči konec pokaže + električen. Ako se zdaj baker s pomočjo dratú spóji (zveže) s cinkom (pod. 191.), teče + elektrika iz bakra (kupra) na cinek in se združi z — elektriko cinkovo. Vsakoršna električna prikazen bi morala nato prenehati, da se ne bi vedno vzbujale nove množine elektrike, z ene strani z medsebojnim dotikanjem kovin, z druge strani pa z dotikanjem kovin s kislino. Vsled tega se začne v tej pripravi, ki se imenuje enotérni sklenjeni galvanski lanec, vedni električni tok, ki teče v kapljini od cinka proti bakru, zunaj kapljine pa od bakra proti cinku.

Ko se zdaj veče število takih parov plošč postavi ali v vkupno posodo (orodje s koritom), ali pa v posamne posode (orodje s kozarci), in posamni pari tako zvežejo, da je vselej bakrena plošča enega para s cinkovo ploščo sledečega para od zunaj v vodilnej kovinskej zvezi, pomnoži se moč tóka in dobé se na ta način galvanski lanci prečudne moči.

Stanovitni lanci. Pri električnih lancih, v poprejšnjem popisanih, je delalnost največa v tistem trenutku, ko smo kovinske plošče potopili v kapljino. Ali ona pojéma prav hitro, sosebno zavolj kemijske premembe, ki se dogodi s ploščami in s kislinami. Ta nepriličnost peljala je do iznajde stanovitnih lancev, ki dajejo za dalj časa tok enakošno močan. Bitnost njih naprave je ta, da se izmed elektrobudnikov, ki se pri tem rabijo, potopi vsak posebej v kapljino. Za elektrobudnike se imajo večidel ali cinek in oglje, ktero poslednje ni samo dober prevodnik, ampak tudi močan budnik. V pod. 192. vidimo tako imenovano oglje-cinkovo baterijo, ki je sostavljena iz štirih med sabo zvezanih členov. Odprt cinkov valjar stoji v zaprtem valjarji iz žganega luknjičavega íla, v tako imenovanem prstenem piskrcu, ki je napolnjen z razredčeno žepleno kislino. Oboje obdaja širji valjar, ki je ogljen in postavljen v stekleno posodo, ki ima nasičene soliterne kisline v sebi. Ko- 208

vinska zveza budnikov naredí se s pomočjo bakrenih prog, ovitih okrog robú ogljenih valjarjev in s pomočjo pritiskalnih vijákov, ki vežejo oglje enega člena sè cinkom drugega.

Pod. 192.



Stanovitni lanci so imenitni zavolj svoje porabe v tehniki, posebno pri galvanoplastiki in pri telegrafiji.

209 *Učinki električnega toka* so neizmérno zanimivi in se pokazujejo 1) v prikaznih toplotnih in svetlobnih, 2) v razdraženji mišic in čutnic, 3) v kemijskih razkrojitvah, 4) v vzbujanji elektrike in 5) v vzbujanji magnetizma.

Ako se dene med oba sklepalna dratova tanek drat iz kake druge kovine, s čimur se tok prisili, da mora skóz-nj iti, se drat ogreje, dà, celo razbeli. Železni drat kar zgori, med tem ko se drat iz neizmerno težko topljive plátine stopi v krogljice. Živost teh prikazni je odvisna od moči lančeve. Dogodilo se je, da je električni tok razbelil 20 palcev dolg platinov drat. Ta učinek se rabi za zažiganje podkopov v prav velike daljave. Če se priveže prióstren košček oglja na konec vsakega sklepalnega dratú, in če se njihovi osti prav blizo približate, spremlja prehod elektrike svetloba, bliščeče bela in podobna solnčnej svetlobi.

210 Lanec naj je sklenjen z dotikanjem dratov. Zdaj vzamem v vsako roko en drat in ju odtegnem narazen, da se ne dotikata več. V tistem trenutku začutim prav posebni pretres členov v roki in v prstih, ki se od lahkega zganjenja (makatanja) more povečati do bolečih udarcev. Ta pretrès se ponoví, če razdružena drata spet združim. Pretrès čutnic se tedaj dogodi pri vstopu toka v telo in pri izstopu toka iz telesa; saj je jasno, da gre električni tok nam skoz telo, kader je vvrstimo

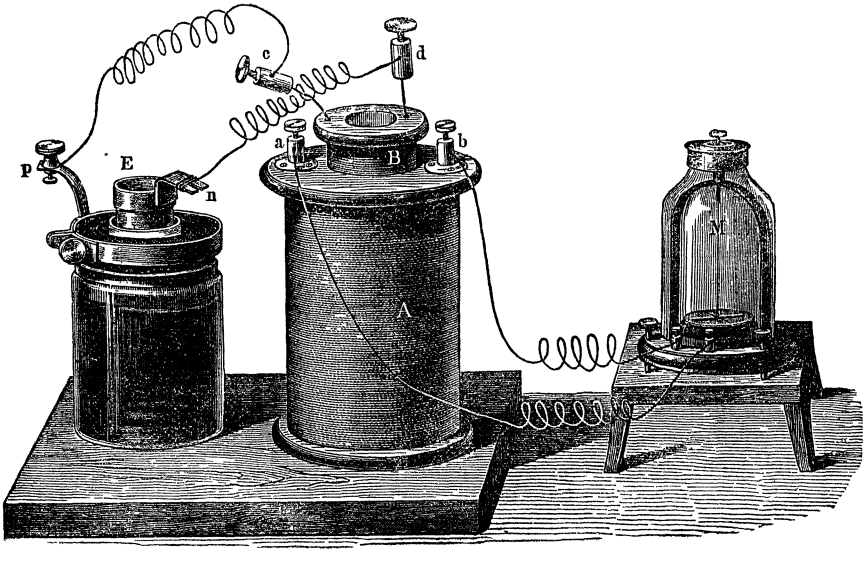
med lančeva pola. S posebno pripravo se dade lanec vedno tako sklepati in odklepati, da tok gre skoz telo in skoz drat premenjema, s čimur teló dobiva celo vrsto pretresov, ki se imajo posebno v zdravništvu za imenitne, in ki se rabijo za ozdravljanje bolezen, kterim je vzrok ohromljena ali podrta delalnost čutniška, kakor to more biti pri mrtudu, pri gluhoti, itd.

Kemijski učinki, ktere pokazuje električni tok, morejo 211
se razjasniti še le takrat, kader se bomo učili poznavati kemijske prikazni. Za zdaj naj bo dovoljna le ta opazba, da se električni tok prizadeva, razkrojiti vsako kemijsko spojino, skoz ktero gre, v njene sostavine. Galvanoplastika je vporaba te lastnosti električnega toka.

Ako se prav dolg, sè svilo opreden bakren drat navije na 212
vreteno, in potem obvije z debelejim bakrenim dratom, skoz kteri teče močan električni tok, kažeta konca prvega dratú, da se je s tem tudi v njem vzbudil električni tok, kteri se imenuje navêdeni (indukovani) tok. To vzbujanje elektrike z navodom (z indukcijo) nas spominja na elektrovanje z razdelitvijo, dokazano v §. 196.

Indukovani tok. Za razjasnjenje indukcijskih prikazni rabimo pod. 193. Glavna spiraljka *B* je namotana na vreteno in sè svojima koncema zvezana s pomočjo tiskalnih vijákov *c* in *d* z dratovoma, ki vpeljujeta električni tok od stanovitnega lanca *E* v glavno spiraljko. Postranska spiraljka

Pod. 193.



A tudi ni druzega, kakor na vreteno navit, sè svilo obmotan drat, čegar dva konca sta sè pritiskalnima vijakoma *a* in *b* zvezana z množiteljem (multiplikatorjem) *M* (glej §. 214.), kteri je zato, da kaže in meri indukovani tok. Dobro si je zapamtiti, da se indukovani tok vselej pokaže le za trenutek in to vselej v tistem trenutku, kader stopi galvanski tok v glavno spiraljko, ali kader se on pretrga; v prvem slučaji ima indukovani tok glavnemu toku nasprotno mér, v poslednjem slučaji pa z njim istotečno mér. Indukovani tok je posebno pripraven, da vzbuja fiziologijske učinke.

Mislimo si v podobščini namesto multiplikatorja, človeško telo s pomočjo ročajev na koncu dratov vloženo; potem, da se s posebno pripravo hitro drug za drugim pretrgava glavni tok med *p* in med *c*, bo s tem indukovani, vsakikrat le en trenutek trpeči tok šel skoz telo in ga stresal. Z vtikanjem železnih dratov v votlino vretenovo se moč indukovanega toka jako poveča. Indukcijske (navodne) spiraljke sè 100,000 metrov dolgim dratom napravljajo velikanske učinke in dajejo posebno krasne svetlobne prikazni, ako se vodi tok skoz razredčene pline v tako imenovanih Geislerjevih cevih. V prostoru, popolnoma zrakú praznem, ne prehaja elektrika iz telesa na drugo telo.

Mimobežni tok. Tudi v enotérnej spiraljki, skoz ktero se vodi galvanski tok, napravi se pri njegovih pretrgih indukovani tok, tako imenovani mimobežni tok. On postane s tem, da en zavoj vodilnega dratú indukuje v drugih galvanski tok. Za zdravniške uporabe imamo večidel prav enotérno narejena taka orodja, ki so za vzbujanje mimobežnih tokov.

Razmerja med električnim tokom in med magnetizmom potrebujejo bolj obširnega popisovanja.

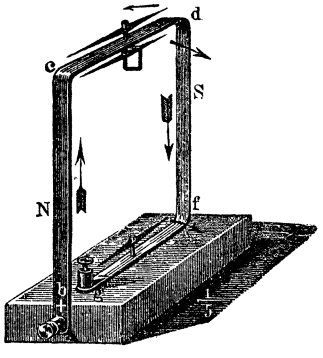
Elektromagnetizem.

213 Leta 1820 je Oersted v Kodanji (Kopenhagen) opazil, da se prosto obešena igla magnetnica odkloni od svoje méri, ako se približa sklepalnemu dratu galvanskega stebra, skoz kteri gre električni tok na okrog. S to iznajdbo se je začela nova doba nauka o elektriki, ktere glavno znamenje je dokazovanje in preiskovanje tesne zveze, v kterej ste med sabo dve tako skrivni, gledé svoje bitnosti še tako slabo razjasnjeni prirodni sili, kakoršni ste elektrika in magnetizem. Te preiskave so nam tim zanimljivije, ker so se iz njih izcimile iznajdbe, ktere so dale človeku, bi rekel, nova ali pobistrena čutila, in mu pridobile z električno telegrafijo nekako povsodpričujočnost na zemlji.

214 Da se naredi Oerstedov poskus, dovolj je že, da se igla magnetnica obesi v bakren obod, skoz kteri gre električni tok

(pod. 194.). Iz te enotérne priprave je z ene strani izišla tangentna bussola, pri kterej velikost odklona kaže jakost toka, ker je poslednja razmérna s tangento odklónjega kota. S druge strani je pa opazba, da tudi slabi toki napravijo odklon, ako se s pomočjo dratú vodijo prav mnogokrat okrog igle, vodila do iznajdbe množitelja (multiplikatorja), kteri res naznanja najslabeje električne toke.

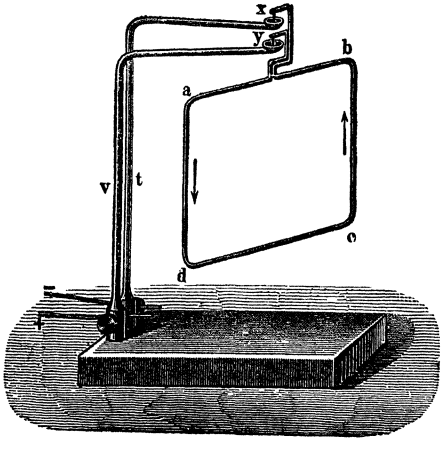
Pod. 194.



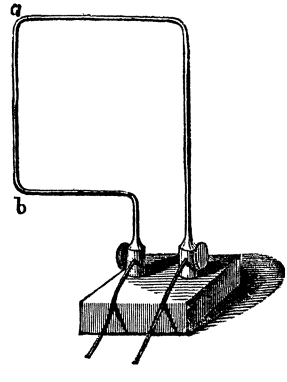
Odklon igle pa vender ni, kakor kažejo strele, vselej isti, če je ona nad ali pod tokom. Gledé tega velja sledeče pravilo: Ako si mislimo svoje lastno telo tako v vodilni kovinski drat položeno, da nam gre positivni tok pri nogah notri, pri glavi pa vèn, in da smo z obrazom obrnjeni proti igli, — onda se severni pol igle (njen severni konec) odkloni vedno na levo stran.

Na prav umni način so fizikarji napravili gibne toke 225
s tem, da so, kakor kažete pod, 195. in 196., konca zakrivlje-

Pod. 195.



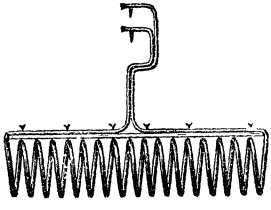
Pod. 196.



nega dratú prîostrili in potopili ju v male skledice *xy*, v kterih je zavolj vodilne zveze živo srebro. Ker smo v prejšnjem paragrafu pokazali, da ima električni tok vpliv na lego gibne igle magnetnice, zato si je lehko misliti, da magnet tudi naravná mér gibnega električnega toka. In temu je res tako, in zemlja sama, ta

največi magnet, pokazuje svoj vpliv na ta način, da se ravnina enotérnega dratú, skoz kteri gre električni tok, postavi pravokotno na mér magnetičnega meridijána. Ako se pa drat zavije v dolgo spiraljko (pod. 197.) in obesi, postavi se on takrat, kader gre skoz njega električni tok, v mér igle magnetnice.

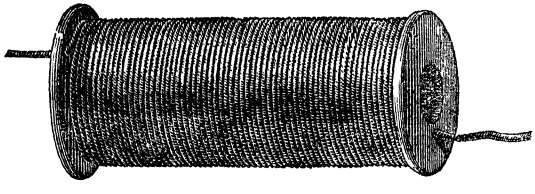
Pod. 197.



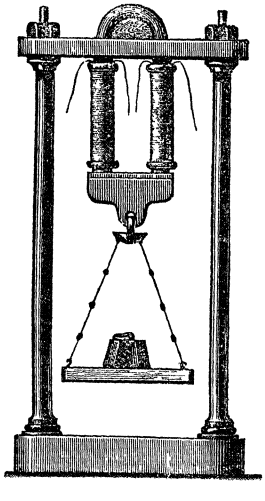
Ako se dva električna toka približata drug drugemu, kar se vidi izpeljano s tem, da ste podobščini 195. in 196. skup postavljeni, pokaže se medsebojna privlaka, ako sta toka vzporedna; v protivnem slučaji se pa odbijata.

226 Ako se železni ali jekleni valjar obvije z bakrenim dratom, in ako se skoz drat vodi električni tok, zadobi valjar magnetične lastnosti. Najpripravnije je, da je sè svilo omotan drat 800 do 1000krat zavit okrog lesenega vretena (pod. 198.), v

Pod. 198.



Pod. 199.



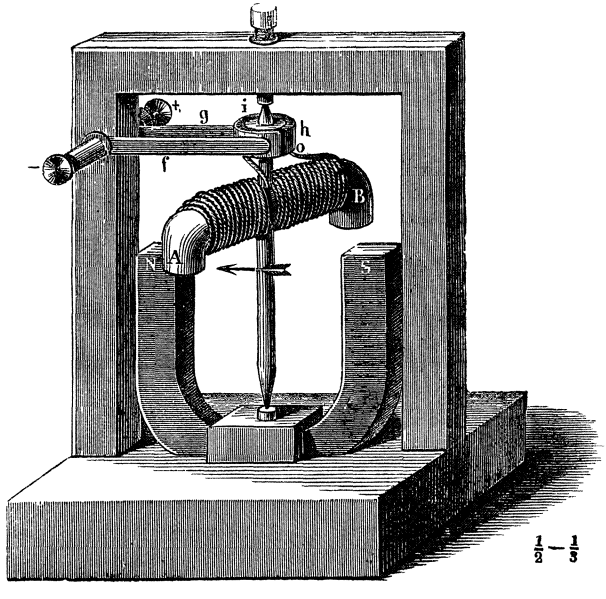
ktero se vtakne železni ali jekleni valjar, ki ga hočemo magnetovati. Jeklo postane v tem slučaji za vselej magnetično; železo je pa, po svojej v §. 190 popisanej lastnosti, le toliko časa magnet, dokler teče električni tok skoz spiraljko. Ako se tok pretrga, neha koj privlačnost železa. Na ta način se morejo napraviti elektromagneti, ki imajo jako veliko nosilno moč (pod. 199.).

Pola elektromagnetova se preobrneta, t. j. severni pol se premení v južni, južni pa v severni, v tistem trenutku, kader se vodi električni tok v protivno

mér skoz draténo spiraljko. Imajo posebne priprave, tako imenovana menjala (gyrotrop), s kterimi se more neizrečeno hitro mér električnega toka preobrniti v nasprotno, in to s tem, da se namreč prvi ali drugi konec spiraljke premenjema stika s positivnim ali z negativnim polom galvanskega lanca.

Ako se tedaj elektromagnet *AB* (pod. 200.), ki je okrog svoje osi lahko vrtilen, postavi nasproti navadnemu podkovastemu magnetu *NS*, privlačijo se raznoimeni poli. Ali ako

Pod. 200.

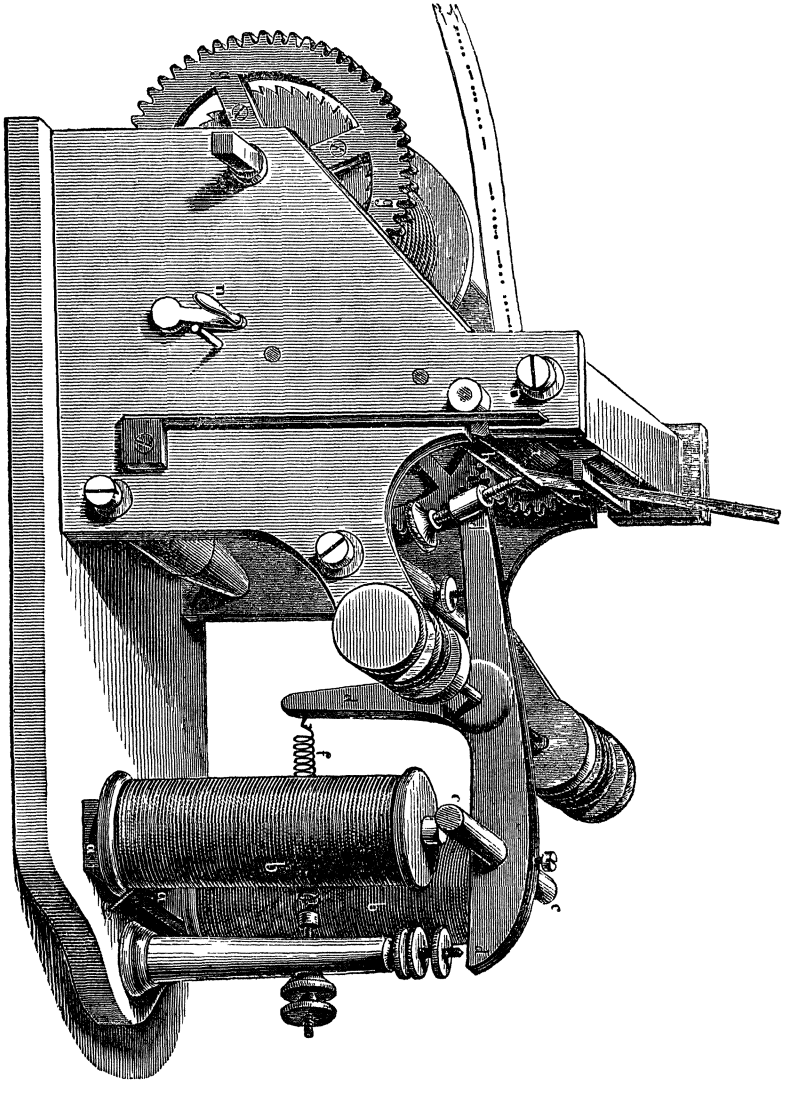


se koj, kader sta oba magneta svojej privlačnosti primérno lego zavzela, preobrne električni tok, tedaj tudi polarnost elektromagneta, stojé si zdaj v obeh magnetih istoimeni poli nasproti, in se tedaj odbijejo. S tem se dade napraviti prav hitro in močno vrtenje; zastonj so bili pa do zdaj vsi poskusi, to vrtenje s koristjo porabiti kot gonilno silo.

Magnetični návod (indukcija). Ako se v spiraljko, popi- **217**
sano v pod. 198., vtakne magnet, in ako se konca dratova stakneta z množiteljem (§. 214.), pokazuje ta, da teče v dratu električni tok Tako imenovana elektromagnetična vrtiljka ali rotacijska mašina daje z navodom jako močne električne toke.

Električni telegraf (brzojav, daljnopis). Zraven prečudnega **218**
delovanja parne mašine je telegrafično naznanjanje, čarovno

djavno v velike daljave, tista iznajdba, ki se prišteva čudežem sedanjosti. Sè sedanjim razvitkom telegrafije je rešena naloga, ktera se je morala pred nekterimi desetletji zdeti nemogoča.



Pod. 201.

In res je bilo treba vse v poprejšnjih oddelkih popisane resnice korak za korakom še le iznajti, preden se je moglo usrečiti, združiti jih v telegrafijske namene.

Bitnost elektromagnetičnega telegrafa je tedaj 1) v hitrosti električnega toka, 2) v vodilnosti kovin in zemlje, 3) v s tem danej mogočosti, v vsakej daljavi s pomočjo dratene spiraljke kos železa po volji napraviti magnetičen, in mu to lastnost spet odvzeti, tako da smo v stanu, s pomočjo od elektromagneta izhajoče privlake in odboja dajati posebna znamenja na tistem oddaljenem kraji, kjer je on postavljen.

Hitrost električnega toka je izrédno velika, in če so tudi razni opazovalci našli njo različno med 20000 do 60000 milj za eno sekundo, vender je toliko gotovega, da se v navadne daljave na mah razširi, da potrebuje za prehod navadnih daljav neizmérno kratek čas. Res da je ta hitrost električnega toka jako odvisna od sredstev, ki ga vodijo, ker imajo še celo kovine tako različno vodivost, da n. pr. platina doprinaša enajstkrat in železo sedemkrat veči upor prevodu, kakor baker. Ta in pa srebro imata največo vodilnost. Mora se tedaj sedemkrat debeleji železni drat vzeti, da ima isto vodilnost, kakor dani bakreni drat.

Kapljine in vlažna zemlja se ustavljajo prevodu električnega toka z več kakor milijonkrat večim uporom, kakor baker. Ali, ako se na konca dveh dratov privežete veliki kovinski plošči *PP'*, ki se v zemlji druga drugej nasproti postavíte (pod. 202.), pride se do imenitnega posledka, da se zemlja sama tudi more rabiti kot prevodnik. Tok se v tem slučaji vodi skoz zemeljsko plast, ki leži med obema ploščama. Ako je njen prerez milijonkrat veči, kakor prerez bakrenega dratú, ima isto vodilnost, kakor ta.

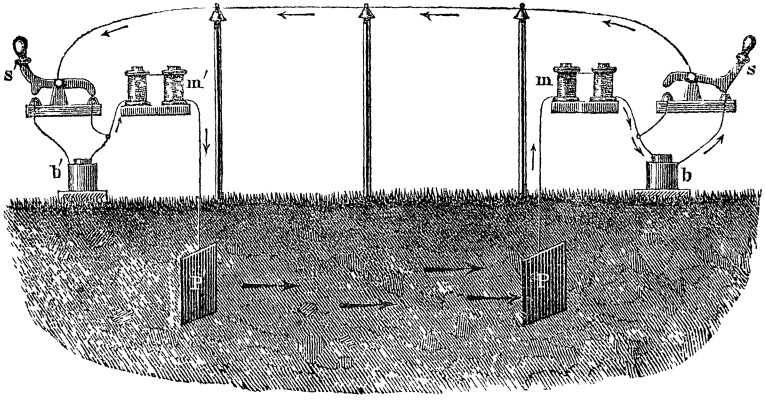
Bila je tedaj mehaniki naloga, da so se dogotovila orodja, **219**
s kterimi elektromagnetična privlačnost daje ali piše znamenja. Ta naloga se je rešila na več načinov, tukaj pa hočemo govoriti le o tako imenovanem pisalnem telegrafu, ki ga je Morse iznašel (pod. 201.).

Kader gre električni tok skoz obe spiraljki *bb*, postaneta v nju vtaknjena železna valjarja magnetična, in privlačita prečko *cc* okrog svoje osi vrtilnega pisalnega vóda *ddd*. Ta vod ima na drugem koncu priostren klinec, ki dela vtiske na papir, ki s pomočjo kolesja, kakoršno je v uri, drsa med valjarjema *i* in *b*, in to vselej, kader in dokler pisalni vod privlačita ona dva magnetična valjarja. Kader se električni tok pretrga, preneha magnetična privlaka in pisalni vod se potegne sè zmetjo *cf* v svojo poprejšnjo lego nazaj. Če klinec le na mah pritisne, naredi se točka, če pa tišči dalj časa na papir, napravi se črta (—), tako da se iz toček in iz črt dade zložiti cela abeceda, n. pr. **a** ·—, **m** — —, **e** ·, **r** ·—·, **s** ···, **t** — itd.

V podobi 202. vidimo dve medsebojno zvezani telegrafični štaciji. Tu nam predstavljajo *bb'* električne baterije, *mm'* elektromagnete in *ss'* tako imenovana ključa, ktera rabi telegra-

fist za to, da po svojej volji pretrgava in sklepa električni tok. Ako bi se oba ključa pustila pri miru, (kakor je to pri s'), bila

Pod. 202.



bi vodilna zveza med zunanjimi in med notranjimi budniki baterije pretrgana (primerjaj §. 208.) in tedaj električni tok ne bi tekel na okrog. Ako se pa ključ doli pritisne, kakor se je to pri s dogodilo, gre pa zdaj tok v mér, ki jo kažejo strele od protivnega pola b skoz ključ, skoz vodilni drat proti ključu s', od tega k elektromagnetu m', potem k plošči P', in od todi skoz zemljo nazaj k elektromagnetu govoreče štacije in zadnjič k negativnemu polu baterije b.

Z elektromagnetoma m in z elektromagnetoma m' si moramo misliti združeno tisto orodje, ki je v pod. 201. načrtano. Pisalni vod tega orodja se spravi s pritiskanjem na ključ v primérno gibanje.

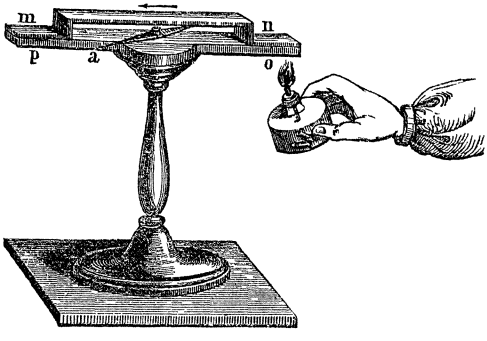
Galvanski tok dela razun tega še mnogo drugih koristnih služeb znanstvu in tehniki; tukaj naj omenimo samo to, da se on rabi za napravo električnih ur, ki hodijo vedno enako hitro, potem da se z njegovo pomočjo merijo prav kratki oddelki časa, n. pr. hitrost izstreljene kroglje.

220 *Thermo-elektrika* (elektrika, vzbujena s toplino). Na več telesih, posebno na turmalinu, nekej rudnini, se je opazilo, da postanejo električna, če se na enem koncu ogrejejo. Še bolj se pa poveča budilnost dveh raznih kovin, ena k drugej privarjenih (prilotanih), če se greje tisto mesto, kjer ste skup zvarjeni.

V pod. 203. je *op* palica iz bizmuta, na ktero je privarjen zakrivljen bakren drat *mn*. Igla magnetnica *a* je pod krivino, in orodje se postavi v mér magnetičnega meridijana. Ako se

zdaj greje eno tistih dveh mest, kjer ste kovini privarjeni druga k drugej, po priliki pri *o*, se odkloni igla magnetnica, kar je dokaz, da teče v tem thermo-električnem lancu električni tok na okrog.

Pod. 203.



Najbolji thermo-električni budniki so lanci iz antimona in iz bizmuta. Ako se taki lanci staknejo z multiplikatorjem, naredi se orodje, ki je neizmerno občutljivo za najmanje razločke v toploti.

IX. Meteorologija.

S tem imenom imenujemo celo vrsto prav različnih pri- **221**
kazni, ki imajo le to vkupno, da se godé prav pogostoma, da niso natvezene na orodje ali na mašine, kakor večina do zdaj popisanih fizikalnih prikazni. One so temveč razodetja prirodnih sil, prosto vladajočih, in na veliko delajočih po celem širokem zemeljskem svetu, kterih posledek ste vreme in podnebje. Ta oddelek bi mogli tedaj tudi imenovati nauk o vremenu ali vremenoslovje, ker se v njem razjasnujejo večidel take prikazni, ki so primérne temu imenovanji.

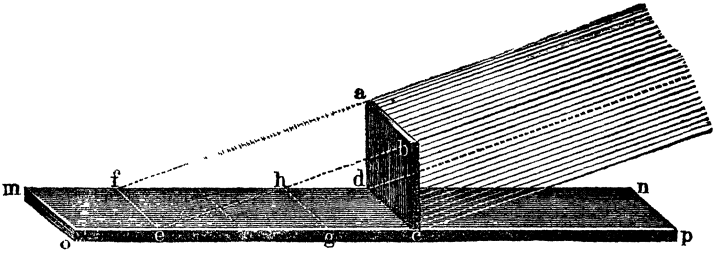
Pa če s tem tudi zadobimo vednost o izvirku in o zvezi vremenskih razmérov, ostanemo vender daleč oddaljeni od tega, da bi mogli vreme naprej vedeti in prorokovati. Ne uide nam sicer nikakor ne, da ne bi spoznali pravilne zakonitosti tudi v teh najbolj trmastih izmed vseh prirodnih prikazni, ali gledé naših djavnih namenov, naših željá in dobičkov nam je, kakor se zdi, modra previdnost določila v tem enako negotovost, kakor je prihodnost naših človeških osod zakrila z dobrodelno tmino.

Tedaj bomo v sledečem pobliže govorili: o razdelitvi toplote po zemlji; o zračnem tlaku in o izvirkih vetrov; o zračnej

vlagi, in zadnjič o optičnih in o električnih prikaznih ozračja (vzdušja, atmosfêre).

222 *1. Razdelitev toplote po zemeljskem površji.* Solnce je edini izvirek tiste toplote, ki jo na zemeljskem površji moremo čutiti in meriti; ono nam sè svetlobo vred pošilja one nevidne trakove, ki širijo toploto in vzbujajo življenje, kamor pridejo. Toplina nekakega kraja je tedaj pred vsem odvisna od tega, kako da sije solnce na-nj (kako da se va-nj zadevajo solnčni trakovi). Dalje opomnimo, da so od solnca na zemljo dohajoči toplotni trakovi med sabo vzpóredni, in da se kaka ploskev, kar se samo po sebi razume, tim bolj ogreje, čim veče je število toplotnih trakov, na-njo vpadajočih. Naj nam vzporedne črte v pod. 204. predstavljajo prizmatičen povezek toplotnih

Pod. 204.

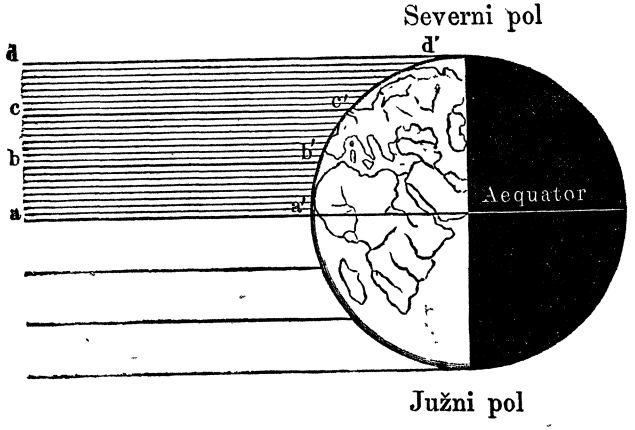


trakov, dohajočih od solnca; *abcd* naj bo ploskev enaka prerezu tega povezka toplotnih trakov, tako da ona, pravokotno proti njemu postavljena, vjame vse toplotne trakove. Njeno ogretje bo tedaj primérno številu teh trakov; ako pa to ploskev odmaknemo, padajo toplotni trakovi napošev na vodoravno ploščo *mnop* in se porazdelé pri tem po ploskvi *dcef*, ktera je trikrat tolika, kolikoršna je *abcd*; tedaj more del *cdgh* te ploskve, kteri je tolik, kolikoršna je *abcd*, dobiti le tretjino tiste toplote, ktero je bila dobila poslednja. Ta poskus pokaže, da dana množina toplotnih trakov more le takrat najbolj greti, ako trakovi vpadajo navpik; da se pa trakovi porazdelé po tim večej ploskvi, da tedaj primérno slabeje grejejo, čim bolj napošev vpadejo, t. j. čim manji je njih vpadni kot. Iz tega se razloži, zakaj da sneg najpoprej po strehah skopní, zakaj da po strmih, proti solncu obrnjenih goricah raste najmočneje vino; solnčni trakovi vpadajo na té nagnjene ploskve navpik, ali saj vsakako manj napošev, kakor na vodoravno površje zemeljsko.

Ker je zemlja kroglja, zato je nemogoče, da bi vzporedni solnčni trakovi na vseh njenih mestih vpadali pod enakimi koti in iz tega se razloži neenako ogretje njenega površja. V pod. 205. vidimo več povezkov toplotnih trakov, *ab*, *bc*, *cd*, kterih vsak ima enako mnogo trakov; ali ko ti pridejo do zemlje, se raz-

delé po prav razno velikih njenih ploskvah. Kraj $a'b'$ je očitno manji nego je $b'c'$ in mnogo manji od kraja $c'd'$. Blizo ekva-

Pod. 205.



torja (ravnika) med $a'b'$, kjer solnčni trakovi vpadajo deloma navpik, deloma skorej navpik, ogrevajo najbolj: blizo pola (konice), med $c'd'$, grejejo najslabeje, ker se tam jako napošev vpadajoči trakovi porazdelé po prav velikej ploskvi. In res razločujemo srednji vroči zemeljski pas, za kterim pride na vsakej strani umérjeni pas, in za tem mrzli pas, kterih medsebojne meje bomo povedali v astronomijskem oddelku.

Ravno tam izvemo pa tudi, da vsled lege zemeljske osí proti njenemu potu, kakor tudi vsled njenega letnega vrtenja okoli solnca, pridejo toplotni trakovi do enega in istega kraja pod prav raznimi koti v raznih letnih časih; na dalje, da se v dolgosti dneva godé tim veče premembe in tim veče neenakosti, čim bolj se oddaljimo od ekvatorja. Ako temu dodamo še različno zmožnost, s ktero se ogrevajo deli zemeljskega površja različne kakošnosti, vpliv visokosti kraja nad morjem in zadnjič učinke, izhajoče od vladajočih tokov v zraku in v vodi, potem je jasno, da toplina nekakega kraja ni odvisna samo od njegove zemljopisne lege, da se iz té dáde le približno določiti. Kaj točnega se o tem dade le povedati posle posebnih opazovanj.

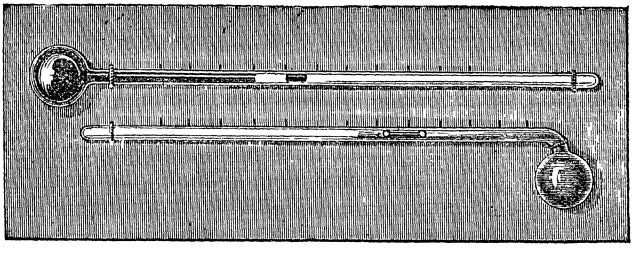
Najpoprej treba opomniti, da vsaki dan solnčni trakovi 223
najmočneje grejejo v poldanskem času, ker takrat najmanj napošev vpadajo; dalje, da v umérjenem pasu pride razloček leta in zime od todi, ker so prvič dnevi razno dolgi, drugič pa, ker solnčni trakovi neenako vpadajo. Po leti se njihova mér približuje bolj navpičnej; ali po zimi, ko je zemlja solncu za milijon milj bliže, pa vpadajo solnčni trakovi jako napošev. Zatorej se morejo na enem in istem mestu dogoditi čutni razločki v raznih urah dneva, in prav veliki razločki v raznih dne-

vih leta. Ti razločki so tim veči, čim bolj se oddaljimo od ekvatorja. Tako je n. pr. razloček v toplini najhladnejega in najvročejega meseca v Bogoti v južnej Ameriki, ki leži 4 stopinje severno od ekvatorja, le 2 stopinje Celsijevega toplomera; v Mexiki (19° severne širjave) je ta razloček 8° C. velik; v Parizu (48° severne širjave) 27° C.; v Petrogradu (59° severne širjave) 32° C.

To nas vodi do iskanja srednjih vrednosti za topline določenih krajev. Pod srednjo toplino dneva razumeva se poprečno število najviših in najnižih toplin, opazovanih ob njegovih 24 urah. V ta namen morali bi od ure do ure, ali še v krajših dobah opazovati toplomér. Ali skušnja je pokazala, da se dovolj točno najde srednja toplina dnevna, ako se toplomér opazuje zjutrej ob 7. uri, popoldne ob 2. uri in zvečer ob 9. uri, in iz tega izračuna srednja vrednost. Iz srednjih toplin dnevnih izračuna se srednja toplina mesečna, in srednja toplina celega leta se dobí iz srednjih toplin njegovih mesecev.

Ako bi hoteli točno znati najviši in najniži stan toplomérov za določen čas, n. pr. za en dan, moral bi opazovalec 24 ur dolgo neprenehoma opazovati toplomér. Ali po sreči so si vender izmislili orodje, ktero dela tako truda polno nalogo nepotrebno. Tako orodje je thermometrograf (pod. 206.), ki

Pod. 206.



je sostavljen iz dveh toplomérov z vodoravno ležečima cevima. Gornji je toplomér sè živim srebrom, v čegar cev je zaprta majhna jeklena palčica. Ako se toplomér vzdiguje, premakuje slop (steber) živega srebra to palčico pred sabo dalje in jo pustí ležati, kader pri manjšanji topline živo srebro spet nazaj stopa. Ta toplomér kaže tedaj najvišo toplino ali maksimum. Dolnji toplomér sè zakrivljeno cevjo ima vinski cvet; tudi v njegovo cev se je dela neka stvar; namreč lahka steklena palčica z malo debelejima koncema. Ko se pri manjšanji topline vinski cvet krči, vzame zavolj sprijemnosti stekleno palčico sabo; ako se potem spet toplina poveča, gre vinski cvet mimo te palčice dalje, pa je nič ne premakne, in tako se izvé najniža toplina ali minimum. Vselej se mora pred uporabo

orodje malo na levo nagniti in gledati, da se z lahkim trkanjem spravite obe palčici na vrh vsakega kapljinskega slopa v toplomérnih cevih.

Kakor posledek daljnih opazovanj v umérjenem severnem 224
pasu, tedaj za naše kraje, se je pokazalo, da je julij poprek najvročiji, januar pa najmrzleji mesec, in da se mora 26. dan julija meseca vzeti kakor najbolj vroč dan, 14. dan januarja mesca pa kakor najbolj mrzel dan celega leta. Srednja letna toplina pada navadno na 24. dan mesca aprila in na 21. dan mesca oktobra. Glede letnih časov velja za naše kraje sledeča razdelitev krajev: Pomlad: marci, april, maj; leto: junij, julij, avgust; jesen: september, oktober, november; zima: december, januarij, februarij.

Sledeča tablica ima nekoliko primerov za toplinske razmere na raznih mestih zemlje:

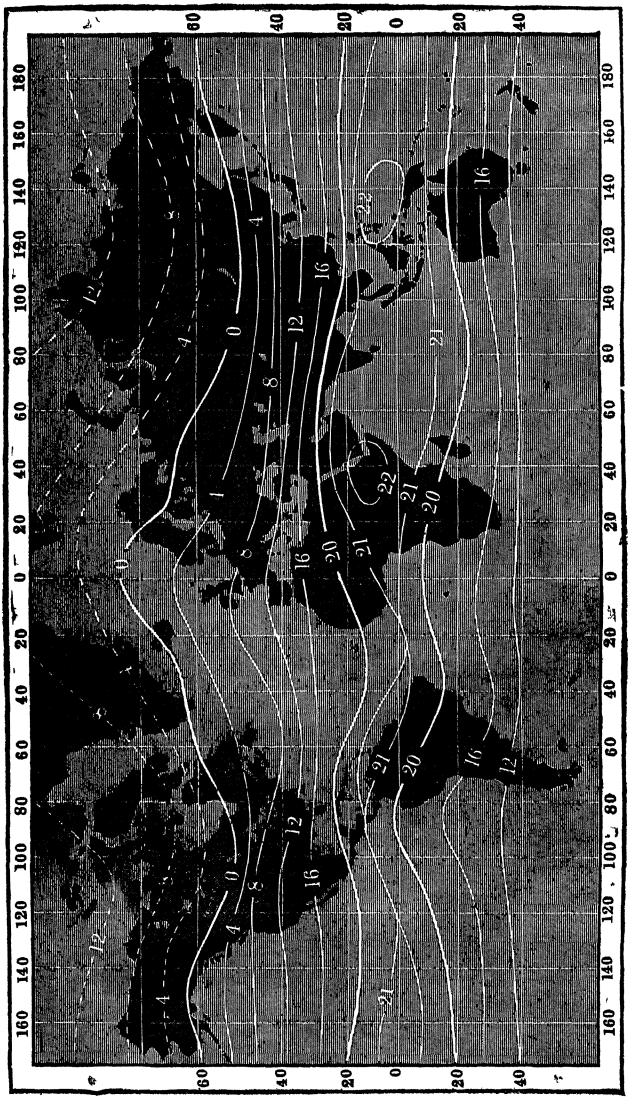
Mesta	Zemljepisna širjava	Višava nad morjem v metrih	Srednja toplina po C.		
			celega leta	zime	poletja
Otok Melville . .	74 sev.	—	— 18·7	— 33·5	2·8
Jakuck	62 „	117	— 9·7	— 38·9	17·2
Sv. Bernhard . .	45 „	4843	— 1·0	— 7·8	6·1
Petrograd	59 „	—	3·5	— 8·4	15·7
Kraljevec (Königsberg)	54 „	—	6·2	— 3·3	15·9
Bern	46 „	585	7·8	— 0·9	15·8
Berlin	52 „	39	8·6	— 0·8	17·3
Mnihov (München) .	48 „	526	8·9	— 0·4	17·4
Geneva (Genf) . .	46 „	396	9·7	1·2	17·9
Frankfurt n. M. .	50 „	117	9·8	1·2	18·3
Praga	50 „	1817	9·2	0·5	19·4
Dunaj (Beč) . . .	48 „	156	10·1	0·2	20·3
Ljubljana	46° 3′ „	289	9·3	1·3	19·2
Trst	45° 39′ „	24	14·0	5·1	23·6
Zagreb	45° 49′ „	136	12·0	1·6	22·3
London	51 „	—	10·4	4·2	17·1
Pariz	48 „	64	10·8	3·3	18·1
Bordeaux (č. Bordó)	44 „	—	13·9	6·1	21·0
Rim	41 „	53	15·4	8·1	22·9
Predgorje dobrega upanja	33 juž.	—	19·1	14·8	23·4
Kalkutta	22 sev.	—	25·5	19·9	28·5

Če tudi večina tukaj povedanih toplin potrjuje, da čim bliže je kako mesto pri ekvatorji, tim veča je tudi njegova srednja toplina, vender se najde tudi več izjemkov. Poimence se vidi, kako višava nad morjem poniža toplino, če primerjamo n. pr. toplotne stopinje Pariza in Mnihova, kteri dve mesti vender ležite pod isto stopinjo zemljopisne širjave. Toplino dežele nadalje manjšajo pogosti mrzli vetrovi in gosto rastlinstvo, ker rastline prvič branijo, da solnce ne more tla pod njimi tako ogrevati, kakor gola tla, drugič pa tudi one po noči prav močno izžarivajo toploto in vedno vodo izparivajo, s čemur se prav mnogo toplote veže.

Prav velikega vpliva na toplino je pričujočnost vode. Najpoprej se mora omeniti, da se suha tla, posebno če so gola, na solncu mnogo močneje ogrejejo, kakor se pa ogrejejo v enakih okolščinah z vodo pokrita tla. Veče vode, kakor morja, posebno če obdajajo razmérno ózek oddelek suhe zemlje, dadó temu ravno tako, kakor tudi primorji večih deželá enakošno podnebje, namreč hladna poletja in blage zime, med tem ko se notri v deželah daleč od morja proč, menjajo vroča poletja z mrzlimi zimami. Razločuje se tedaj podnebje suhe zemlje od podnebja namorskega. Ta izravnavajoči učinek vode pride od todi, ker prvič ona potrebuje mnogo toplote za narejanje pare, in ker drugič ona po noči mnogo manj toplote izžariva kakor suha zemlja. Posledki tega vpliva na rastlinstvo so prav znatni in znameniti. Tako n. pr. pri Jakucku v Sibiriji, kjer je srednja letna toplina — 9·7° C., srednja zimska toplina — 38·9° C., se seje in dozori v kratkem, ali vročem poletji pri srednjej toplini od 17·2° C. pšenica in rž, med tem ko na Izlandiji, pri mnogo večej letnej toplini in pri neznatnem zimskem mrazu, žito ne dozorí zavolj prenizke poletne topline. Ravno tako je na južnem primorji Angležkem in na Irskem večidel enakošno in blago podnebje, tako da tam pod milim nebom prezimijo mirta, kamelija in fuchsija. Ali ne rodi tam krasna vinska trta in še celo črešnje in marsiktero drugo sadje ne dozoréva, ker poletna vročina ne doseže dovoljne velikosti.

225 Ako zvežemo vsa tista mesta, kterih srednja letna toplina je ravno tista, s črtami, kakor se je to dogodilo na priloženim zemljovidu (pod. 207.), kteri nam kaže pregled zemeljskega površja, sprostrtega v ravno ploho, dobimo tako imenovane isotherme ali črte enake srednje letne topline. S tem se razmerja, o kterih smo v poprejšnjem govorili, jako pojasné in bitno razložé. Vidimo, da isotherme ne tekó nikakor ne vzporedno sè stopinjami zemljopisne širjave, ampak da od njih odstopajo v velike krivine. Naša podoba o razdelitvi toplote po zemeljskem površji se bitno popolni sè sledečim zemljovidom (pod. 208. na stran 190.), na kterem gredó izvlečene črte skoz tista mesta, ki imajo enake srednje zimske topline; te črte se imenujejo isochimene ali črte enake srednje zimske

topline. Iz pik sostavljene črte pa vežejo tista mesta, ktera imajo isto srednjo poletno toplino in se imenujejo isothere ali črte enake srednje poletne topline. Vidimo tu, da na

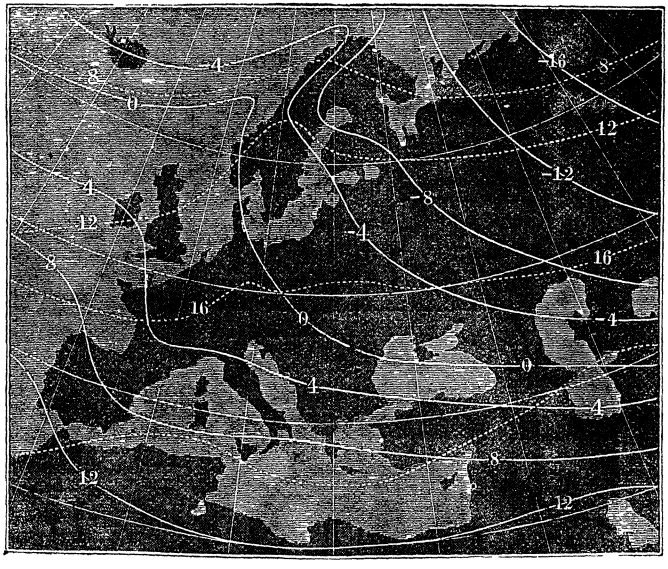


Pod. 207.

mestih, ki imajo ravno tisto srednjo letno toplino, vender morejo biti gledé poletja in gledé zime veliki razločki, in da tako na njih morejo biti prav različna razmérja podnebja in rastlinstva.

Iz mnogoletnih opazovanj se kaže, da prav nenavadna vremena, n. pr. strašno hude zime, nikdar ne segajo čez celo ze-

Pod. 207.



meljsko polkrogljo; temveč godi se tako poravnavanje, da moremo reči, da zemlja vsako leto dobí od solnca enako mnogo toplote.

226 Naše dosedanje premišljevanje obsegalo je le zračno toplino, od ktere je toplina tál prav različna. Kakor je bilo že poprej mimogredé povedano, ima tu bitno moč kakošnost njihovega površja; med tem ko se z rastlinami pokrita tla slabo ogrejejo, se gola, peščena ali kamenita tla od solnčnih žarkov najbolj ogrejejo, tako da se pesek po afrikanskih puščavah mnogokrat ogreje do 40 ali 48 stopinj R. (50° do 60° C.); ali ker je zemeljska tvarina slab prevodnik toplote, zato gre toplota le počasi in ne globoko v tla. Dva čevlja globoko v zemlji toplomér ne kaže več vsakdanjih prememb toplote, ampak samo še letne premembe. Nekoliko globokeje izginejo tudi té in tam doli je vedno toplota, ki je precej enaka srednjej letnej toplini tistega kraja. Ako se pa leze globokeje in globokeje v zemljo, se pokaže, da ima zemlja res svojo lastno, od solnca neodvisno toplota, ki je vedno veča in veča, čim globokeje se pride, in sicer tako, da bi 10000 čevljev globoko našli vročino vrele vode in še globokeje vročino razbeljenega železa — razmerja, ktera bomo v geologijskem oddelku pobliže razlagali.

Če se pa vzdignemo v zrak, naj že bo to, da se odpeljemo 227
v balónu, ali pa, da gremo na visoko goro, opazujemo, da se toplina neprestano manjša v viših zračnih plastéh. Od solnca se zrak zavolj svoje majhne gostote le neizmerno malo ogreje, ampak dobiva svojo toploto sè žarenjem od zemlje, ki se gledé tega ima, kakor peč. Misliti bi bilo tedaj, da gre tako ogret zrak, enako kakor po sobah, k višku in da je topleji zrak v višavah. Deloma je tudi tako; ali ker se zrak pri ogrevanji razteguje, zato se zraven tudi toplota veže (primerjaj §. 155.) in s tem njegova temperatura zniža. Zatorej nahajamo na viših gorah kraj večnega snega, čegar spodnja meja leži tim bolj visoko, čim topleja je deželа. V Alpah se za vsacih 750 par. čevljev visokosti zniža toplina za 1° R.; spodnja meja večnega snega je tam 8350 par. čevljev visoko; v Himalaji je 12200 čevljev; v Kvitu 15320 čevljev visoko.

2. *O zračnem tlaku in o vetrovih.* V §. 103 spoznali smo tlakomér (barometer) kakor tisto orodje, s kterim se meri zračni tlak. Vzdigovanje in padanje živega srebra v njegovej cevi nam kaže, da je atmosfêrni tlak zdaj veči, zdaj manji. Od kod pridejo ti razločki? Večidel od toplinskih prememb, ki se godé visoko v zraku. In res so v tropičnih (vročih) deželah premembe v stanji barometra mnogo manji, kakor pa pri nas, ker je tam toplina bolj enakomérna. Če se kjerkoli zrak ogreje, se s tem raztegne, postane primérno laži, se vzdigne nad sosednje zračne plasti, in se nad njimi razširi. Iz tega se razjasnuje, zakaj da je tam zračni tlak manji, tedaj barometrovo stanje niže, kakor je pa notri v hladnejih sosednjih plastéh, kjer gosteja in viša atmosfêra na-nj tlači.

Če se pa dotikajo hladne in tople zračne plasti, je nasledek 228
vselej njihovo gibanje, in tisti propuh, ki vleče, kakor smo bili popisali v §. 136., skoz na pol odprta vrata ogrete sobe, se pokaže v velikem obsegu atmosfêre kot veter. Zatorej pa tudi vedno opazujemo prav ozko zvezo med veternico, med toplomérom in med tlakomérom.

Vetrovi, ki pri nas pridejo od juga in od jugozahoda, prinesejo tople zračne toke, in se zatorej navadno najpoprej napovedujejo s padanjem tlakoméra, potem z veternico in na zadnje z vzdigovanjem toploméra. Ako pa pridejo toki mrzlega zrakú sè severjem ali sè severovzhodnjakom k nam, se tlakomér vzdigne, toplomér pa pade. Po zimi se ta zveza bolj jasno vidi, kakor po leti; v poslednjem letnem času dodá vodna para, ktere je v veliki vročini več v zraku, svojo razpenjavost zračnemu tlaku, in napravi s tem, da tlakomér bolj visoko kaže.

Vetrovi, ki pihajo od juga, od jugozahoda in od zahoda, vlekli so nad toplejimi deželami in nad morji, in nam zatorej donašajo zračne toke, napojene z vodno paro, ki se, v mrzleje kraje prišedši, koj v podobi dežja na tla spusti; na-

sprotno nam pa vetrovi severnjaki, severovzhodnjaki in vzhodnjaki donašajo zrak širokih mrzlih ravnin in ledenih planin, in so zatorej mrzli in suhi.

Gledé načina, kako se vetrovi med sabo menjajo, zapazili so sledeči zakon: Za vetrom vzhodnjakom pride jugovzhodnjak, potem jug in jugozahodnjak, zahodnjak in severozahodnjak, sever in severovzhodnjak, na zadnje spet vzhodnjak. Časih se sicer dogodi, da skoči veter nazaj, n. pr. od zahoda na jugozahod in na jug, ali precej redko kedaj se red preobrne, tako da bi za vzhodnjakom vlekel severovzhodnjak in sever.

229 Znamenito pravilnost kažejo vetrovi, ki se imenujejo passati. Napravijo se s tem, da se na ekvatorji (ravniku) ogret zrak k višku vzdigne in da od polov tečejo gosteji, mrzli zračni toki proti ekvatorji. Zatorej pa, ker se zemlja okrog svoje osi vrti, dobé ti toki tudi z ekvatorjem vzporedno mér, tako da ima, kakor iz obeh méri srednjo mér, passat na severnej polkroglji severovzhodno, na južnej polkroglji pa jugovzhodnjo mér. Na meji, kjer se oba vetra dotikata, podirata eden druzega, tako da se naredi kraj brezvetra ali tišin (franc. calmes), kteri deli severovzhodnji passat od jugovzhodnjega passata. Ti pravilni vetrovi se še le 50 milj daleč od suhe zemlje proč prav čutijo in so velike koristi za vožnjo po morji. Severovzhodnji passat je bil, ki je Kolumba leta 1492 gnal s svojim jakim pihanjem od Kanarskih otokov čez Atlantsko morje (okeán) njegovim neminljivim iznajdbam nasproti.

V Indijskem okeánu pa vladajo vetrovi, pravilno se menjajoči, ki se imenujejo moussoni (musóni) in ki se narejajo zavolj posebnih toplinskih razmér velikanske Azijanske suhe zemlje. Od aprila do oktobra vleče tam jugozahodnji veter, ostali letni čas pa severovzhodnjak.

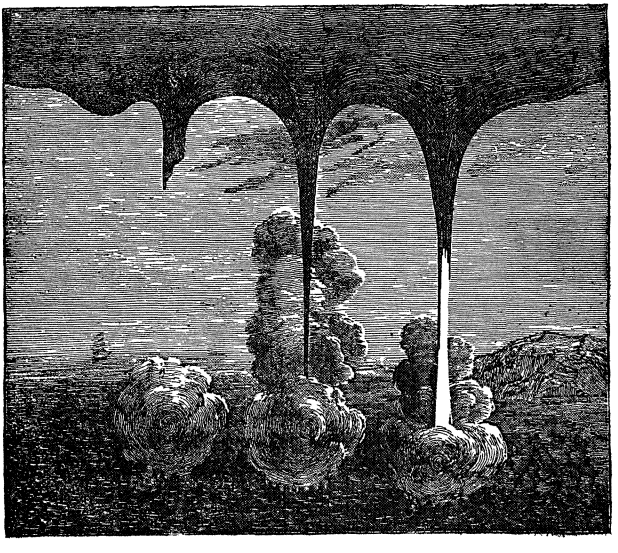
Na morskih obrežjih vlečejo vetrovi, tudi prav pravilno se premenjajoči, zdaj od suhe zemlje proti morju, zdaj od morja proti suhemu. Po solnčem vzhodu vleče veter od morja proti suhemu, ker se poslednje od solnca mnogo hitreje ogreje kakor voda, tako da se topli zrak, ki se nad suho zemljo k višku dviguje, s hladnejim zrakom od vode simo nadomestuje. Po solnčnem zahodu je pa narobe. Suha zemlja se hitreje ohladí in zdaj gredó zračni toki od todi proti vodi. Pri vhodu v doline se mnogokrat godí podobna prikazen.

Viharji ali orkáni so vetrovi silne hitrosti, ker časih za sekundo preleté pot 150 čevljev dolg. Svojo moč zadobé zlasti od tod, da se en del vodne pare, ki je v atmosfêri, na enkrat zgostí v vodo, tako da zrak sè silo trešči v prostor, v kterem je bil zrak zavolj tega dogodka bolj redek postal. Prikazen viharjev je zatorej tudi vselej združena z močnim padanjem tlakoméra, in po tém že naprej napovedana.

Med obratniki naredé se večkrat strašno močni viharji, ki se imenujejo tornados ali hurrycans, ki se pomikajo v

vrtincih dalje, in ki v razdjanjih, ktera napravljajo, pokazujejo res neverjetno moč.

Pod. 209.



Vrtinci posebne vrste so trobe, ki se časih naredé, če se srečajo nasprotno pihajoči vetrovi ali viharji, in ki vse, kar je gibnega, spravijo v vrteče gibanje, v zrak vzdignejo in sabo odnesejo. Na vodi napravijo se tako imenovane vodene trobe ali morski smrki (pod. 209.). Njih učinek je časih jako poguben.

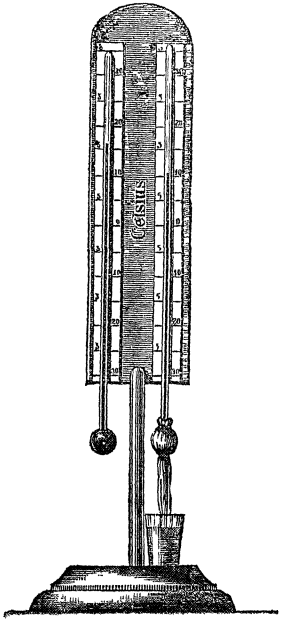
O vlažnosti zrakú. Množtvo vodne pare v zraku je 230
odvisno od njegove topline in od pričujočnosti dovoljne množine vode, ktera bi se mogla izparivati. Nad morji vročih krajev ima neka mera zrakú več vodne pare v sebi, kakor je ima enako velika méra zraku mrzlih step severne Azije, ali pa vročih, brezvodnih peščenih puščav Afrikanskih. Zrak imenujemo z vodno paro nasiten, če je ima res toliko v sebi, kolikor je primerno njegovej toplini. Vlažen je zrak, če se bliža onemu stanji, suh se pa imenuje takrat, kader ima mnogo manj vode v sebi, kakor bi pa to moralo biti gledé njemu lastne topline. Iz tega se lahko vidi, da more vroč poletni zrak, ki se nam zdi prav suh, v enakem prostoru vender imeti več vode, kakor pa vlažen zrak mrzlega letnega časa.

Kader je zrak nasiten z vodno paro, ne more je na novo prejemati, zavolj česar se z njim v dotiko spravljena voda ne izpariva, tedaj je ne postaja vedno manj. Ali zrak zadobi last-

nost, več vodne pare v sebe sprejeti, v tistem trenutku, ko se mu toplina poveča. Imamo več pripomočkov, da razsodimo, koliko vodne pare je v zraku. Tako so taka telesa, kakor n. pr. kuhinjska sol, ki iz mokrega zraka srkajo vodo v sebe, in ki s tem postanejo vlažna, ali ki se na zadnje celo raztopé, kakor to dela pepeljika (pottasche). Še v večej meri srkata vodno paro v sebe kalcijumov klorid (chlorcalcium) in koncentrirana žeplena kislina.

Druga telesa z vsrkanjem vode spremené svojo podobo. To storé luknjičava telesa in zlasti tista, ki so sostavljena iz vlaken, kakor las tankih, namreč rastlinski deli, lasje, volna, strune. Kodrasti lasje se razvijejo v vlažnem zraku, ker odjenjajo. Ad todi pride tudi, da se les napné, da se gosli preglasé in marsiktera druga prikazen. Orodja, s kterimi se meri vlažnost zrakú, se imenujejo vlagoméri (hygrometri). Tako orodje je vlagomér z vlasom, pri kterem bolj ali manj močna napetost človeškega lasu premika kazavec, ki kaže s tem, kolika je vlažnost zrakú. Najbolj natanko se izvé, koliko vode je v zraku, če se primeren objem zrakú vodi skoz cev, v kterej ležé zgorej imenovane tvarine, ki vodno paro z največo željnostjo vsrkavajo in v sebi drže, in če se ta zrak pred poskusom in po poskusu na tanko zvaga.

Pod. 210.



231

Tudi psychrometer (pod. 210.) služi za to, da se določi, koliko vode je v zraku. Sostavljen je iz dveh toplomérov; krogla enega je ovita z platneno krpico, ktera se z vodo moči. Ako je zrak, ki orodje obdaja, z vodno paro popolnoma nasiten, kažeta oba toploméra enako visoko; ako ima pa zrak manj vodne pare, se na mokrej krogli godi hlapenje, in s tem se živo srebro ohladi, tako da kaže zdaj ta toplomér bolj nizko, kakor drugi. Ta razloček je tim veči, čim suheji je zrak, tedaj čim krepkeje je hlapenje.

Ako se z vodno paro nasiten zrak ohladi (n. pr. z vetrovi), more, kar je očitno, le malo vode v podobi pare v sebi pridržati. Nekaj vode se tedaj zgostí in se pokaže očem v podobi megle, če se to gostenje pare godí blizo zemlje, ali v podobi oblaka, če se to godí visoko

v zraku. V malem vidimo pri vsakem dihljeji, da se megle delajo, če topel, z vodnimi parami nasiten zrak iz prs izdihamo v hladneji zrak.

Megle in oblaki so sostavljeni iz prav mnogo neizrečeno drobnih, votlih vodenih mehurčkov. Če prav so ti mehurčki teži od zrakú, vender ne padejo brž in hitro po tem, ko so se naredili, na zemljo doli, ampak enako, kakor se to godi z mjilnim mehurčkom, je držé zračni toki mnogokrati dalj časa v višavi in je gonijo od kraja do kraja.

Oblakom so dali razna imena, vzeta od njihove velikosti in od njihove podobe, kakor mreža, mrena, kopa, plasta, kteri narejajo spet razne srednje vrsti, kakor n. pr. mrežaste kôpe, ktere so znane pod imenom ovčice ali hlebci. Mreže in mrene so tisti oblaki, ki se najpoprej naredé po popolnoma jasnem vremenu; ako se narobe debele kôpe začenjajo razpuščati v ovčice, je to znamenje, da bo lepo vreme. Tanke mrežice plavajo najbolj visoko v zraku, ker se na najviših hribih še ravno tako vidijo, kakor v nižini; njih visokost nad morjem se ceni na 20000 čevljev. 232

Dež se naredi, če se oblaki, neovirani od vetrov, spusté v niže zračne plasti, ki so nasitene z vlago, tako da se mehurčki povečajo s tem, da se v vodo gosté novi parni delki, dokler se na zadnje ne naredé kapljice, ki padajo hitro proti tlam, in pri tem vedno debeleje postajajo.

Koliko vode v enem letu v podobi dežja na tla pade, to je največega vpliva na podnebje, na rodovitnost in na zdravstvena razmerja tistega kraja. Množina dežja je odvisna od lege, od visokosti in od topline kraja, in sicer je množina dežja notri v velikih suhih zemljah mnogo manja, kakor pa v primorskih deželah in na otokih. Imajo se pripravna orodja, tako imenovani dežjoméri (ombrometri), za to, da se lovi dež, ki pade v enem letu. Dobi se vodeni steber, ki kaže, kako visoko bi voda tla pokrivala, ako je ne bi zemlja popila, in ako se ne bi izparila. Množina dežja v različnih pokrajinah je nad mero različna. Iz sredi Afrike, se razprostira kraj, v kterem nikdar ne dežuje, obsegajoč puščave Saharske, do prednje Azije, kteri kraj je skorej tako velik, kakor cela Evropa. Ravno tako je v sredi Azije velika pokrajina, v kterej nikdar ne dežuje, Amerika ima na svojem vzhodnem obrežji v Mexiki nektere manje pokrajine, na dalje v Peruviji in na Čilskem (Chile) bolj dolgo progo, kjer nikdar ne dežuje.

V sledečih krajih pade v enem letu dežja, namreč:

	palcev.		palcev.
V Petrogradu	17	V Londonu	23
„ Štokholmu	19	„ Lissabonu	25
„ Parizu	21	„ Rimu	29
„ Ratisboni (Regensburg)	21	„ Zagrebu	34

	palcev.		palcev.
V Doveru	44	V Bergen	83
„ Genovi	44	„ Havani	85
„ Rio Janeiru	55	„ Sv. Domingu . . .	100
„ Bombayu	73		

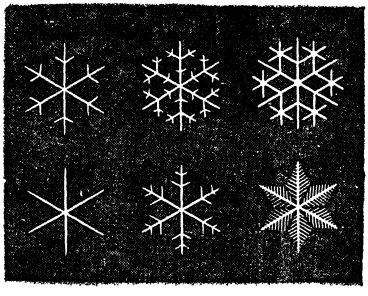
(vseskozi parižka méra).

Kakor se vidi, je množina dežja v tropičnih krajih za čudo velika, ker tam našo zimo nadomestuje navadno deževni čas, ki trpi nekoliko mescev.

V Evropi je proti severu vedno veče število poprek deževnih dni; v naših krajih najbolj po leti dežuje, in ravno tako je na Nemškem, kjer izmed 80 letnih deževnih dni jih pride 42 na poletje in 38 na zimo. Poletno deževje pa dade mnogo več vode kakor pa zimsko, ker po leti po priliki dvakrat toliko vode pade na tla, kolikor po zimi.

Sneg se naredi, ako mali vodni delki, iz kterih so oblaki sostavljeni, pridejo v tako mrzle kraje, da zmrznejo. Ti vodni delki se pri tem spremené v tanke ledene iglice, iz kterih se naredé mične, pravilne stvarce, kakoršnih nekoliko vidimo v pod. 211. Podloga vsem je pravilna zvezda sè šestémi trakovi.

Pod. 211.



Če pride padajoči sneg v topleje zračne plasti, napravijo se zavolj deloma talenja in zmrzevanja veče, nepravilne snežinke.

Glede toče je težavno razložiti, kako da se more mnogokrat sredi leta, pri velikej vročini, iz črnih nizko visečih oblakov narediti tako strašansko mnogo ledu v podobi drobnih zrn in na tla popadati. Sploh velja za resnico, da je v takih oblakih vodena para, ki je, ne zmrznivša, ohlajena do pod ledišče; kader tedaj v tak oblak padajo iz viših oblakov zmrznjene kapljice, tako imenovana sodra ali babje pšeno, zadobé s tem, da ona ohlajena para zmrzne, ledeno prevleko, s čem se naredé točna zrna, ki so časih več lotov, da, časih tudi četrt ali pol funta težka, in ki strašno vse potolčejo. Tako je

leta 1788 enkrat padala toča po celem Francoskem od Pirenej do Holandije, in je v 6 urah potolkla žetve 1039 občinam, in škodo, ki jo je naredila, so bili izračunali na 12 miljonov goldinarjev.

Rosa in slana. Po solnčnem zahodu izžariva zemeljsko površje med dnevom dobljeno toploto v svetski prostor. S tem se mnogokrat tako močno ohladi, da se vodna para dolnjih zračnih plasti zgostí v vodo, ki se vleže na vse stvari v podobi rose. Ker rastline, posebno trave, laže in hitreje izžarivajo toploto, kakor pa prst in kamenje, zato so one zjutrej najbolj rosne. Pri oblačnem nebu oblaki pomanjšajo izžarivanje toplote, zato se takrat ne naredi rosa. Ravno tako ne pada rosa pod šatorji, pod odejo in pod stolmi, ktere smo postavili pod milo nebo.

Če so se stvari, na ktere je rosa legla, ohladile pod ledišče, zmrzne rosa. Ta zmrznjena rosa se imenuje slana (mraz). Kader po zimi megla siví, naredi se po drevji ivje. Kader dalj časa zmrzuje, naredi se v gozdih srež po tleh.

Svetlobne prikazni v obsegu atmosfêre. Prijazno višnjelost 233
jasnega neba imamo zahvaliti pričujočnosti one zračne odeje, ki obdaja zemljo kot atmosfêra; kajti zračni delki ne razsvetlujejo samo atmosfêre s tem, da solnčno svetlobo odbijajo in na vse strani razmétajo, ampak podelé nebu tudi njegovo barvo, ker sosebno odbijajo modro barvo. Če ne bi bilo nikakoršnega zrakú, ali če bi zrak bil popolnoma prozóren, videl bi se nam ves svetski prostor črn. V resnici je nad prav visokimi gorami nebo tamno črnkasto-modro, ker se tam skoz manj visoko in manj gosto zračno plast vidi črni svetski prostor, ki je odzad. Tudi v ravnini se nam ravno nad glavo vidi zrak bolj tamno-višnjev, kakor pa pri obzorji (horizontu), ker vidimo, če gledamo proti poslednjemu, debelejo zračno plast, kakor je pa ta nad nami. Oddaljeni predmeti, posebno gore, dobé svojo višnjevo barvo od zračne plasti, ki se razprostira med njimi in med našim okom, da, v djanskej in v naslikanej pokrajini sodimo na oddaljenost po stopinjah višnjeve zračne barve.

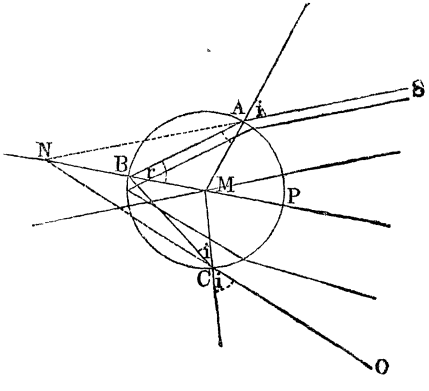
Ako pa po zraku plava zgoščena vodna para, ki odbija belo svetlobo, se vidi zavolj tega nebezna višnjelost bolj bleda, in časih premreži belkast mrč nebo čez in čez. Nasprotno pa podelé vodne pare v posebnih prehodnih stopinjah svoje gostote, ki nastopijo zjutrej in zvečer, nebu ono živo rumeno ali rdečo barvo, ktero z imenom jutranje zarje ali večérnega žara prištevamo najlepšim prikaznim. Prva nam naznanuje, da bo pozneje deževalo, večerni žar nam pa obeta jasen dan.

Mavrica ali doga je zavolj svoje krasote in zavolj svo- 234
jega simboličnega znamenovanja, ktero se jej daje v svetem pismu, tako izvrstna prikazen, da izbuja pazljivost našo v posebnej meri. Sploh je znano, da sta dež in solnčni sij potrebna,

da se ona naredi; nadalje si je lahko misliti, da sta njej vzrok lom in razkroj svetlobe, če pomislimo na barve šare, izbujene s prizmo (§. 181.), ktere se gledé jasnosti in gledé povrstnega reda popolnoma skladajo z mavričnimi barvami. Še neka druga prikazen nam pomaga iskati vzroka, zakaj da se naredi mavrica. Večkrati imamo priložnost, da opazujemo deževno kapljo, visečo na travi ali na grmu, ki v oko pošilja živo rdeč svetlobni trak. Če visokost očesa le malo premenimo, se nam lahko usreči, da ravno tisto kapljo zagledamo po vrsti rumeno, zeleno, modro in vijoličasto, ali pa tudi brezbarveno. To dokaže, da se na krogljaste vodene kaplje vpadajoči svetlobni trakovi lomijo, odbijajo in pri tem razložé v barvane trakove, ki se vidijo očesu, če sreča v posebno mér izhajoče trakove. Moremo si torej misliti ta primerljej, da od sedem raznih kapelj nam istočasno pride v oko sedmero prizmatičnih barv. V razpršenih kapljah vodometov in slapov imamo večkrat priložnost, to opazovati.

Pregledujmo najpoprej pobliže, kako se ima ena posamna vodena kaplja (pod. 212.) proti vzporednim solnčnim trakovom, na-njo padajočim. Pridejo do nje, pri vhodu v njo se lomijo;

Pod. 212.

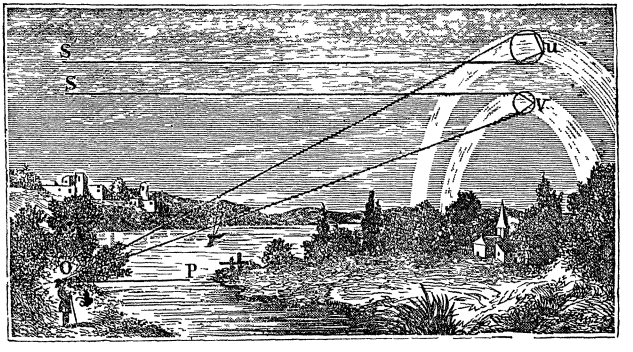


pridejo potem do njene zadnje stene in gredó tam deloma iz nje vèn. Nekoliko svetlobnih trakov pa zadnja stena nazaj vrže; ti gredo tedaj skoz sprednjo steno iz kaplje vèn, in se pri tem spet lomijo. To, kar smo rekli, bo bolj razvidno, če sledimo svetlobnemu traku *SABCO*. Če sledimo ravno tako drugemu, z *SA* vzporednemu traku, se vidi, da on pri izstopu iz kaplje ni več vzporeden sè *CO*. V resnici se od kaplje odbiti trakovi po svojem izstopu razidajo tako močno, da se njih svetlost razprši in čez mero oslabí. Bliže preiskovanje vender uči, da precej mnogo svetlobnih trakov spet vzporedno izstopi iz kaplje, če je kot *SNO*, kteri dela vpadajoči trak *SA* z izstopajočim trakom *CO*, blizo 42° 30′ velik. Ako je tedaj oko kje v méri *OC*, dobiva vidno svetlost in sicer rdečo svetlobo.

Mavrica se naredi, če od solnca, stoječega za hrbtom opazovalčevim, izhajoči vzporedni svetlobni trakovi *SS*, (pod. 213.) zadenejo na steno, narejeno iz padajočih deževnih kápelj. Ako

je tukaj kot SVO 42° 30′ velik, dobi oko od kaplje V rdečo svetlobo. Ali to se ne dela samo na tem mestu, ampak na vseh kapljah deževne stene, na ktere padajo svetlobni trakovi vzporedno z S pod enakim kotom (42° 30′). To se pa dela na vseh deževnih kapljah, ki ležé na krožnem loku, kterega opiše črta OV na deževnej steni, ako si jo mislimo zavrténo okrog osi OP. Črta OV opiše takrat tudi površje stožca (kegeljna), čegar teme leži v očesu opazovalčevem, in čegar os OP, ako si jo mislimo podaljšano, peljala bi do solnca. Oko bi tedaj na deževnej steni zagledalo okroglo rdečo črto, če bi solnce bilo le ena edina svetla točka; solnce je pa prividno okrogla plošča, sostavljena iz mnogo svetlih tóček, ktere prividni premér je 32 minut velik. Vidimo tedaj oblokast rdeč pas primérne širokosti.

Pod. 213.



Na podobni način, kakor je postal ta rdeč svetli pas, dobiva oko od kroga globokeje ležečih deževnih kápelj vijoličaste svetlobne trakove; to so tisti, ki izhajajo iz kápelj pod kotom 40° 30′ velikim. Med rudečo in med vijoličasto barvo vvrstene so ostale barve tako kakor v šari.

Podobščina naša 213. kaže mavrico v trenutku solnčnega izhoda, kader so solnčni trakovi SS vzporedni sè zemeljskim površjem. Od očesa opazovalca O v mér OP podaljšana os gre skoz mavrično središče, ravno v horizontu ležeče; nad horizontom vidni oblok je tedaj polokrog. Ali ko se solnce vzdiguje, spušča se mavrično središče v istej meri pod horizont in vidni del obloka je vedno manji in manji. Ko se je na zadnje solnce vzdignilo 42° 30′ visoko nad horizont, takrat leži vsa mavrica pod horizontom in ni tedaj več vidna. Iz tega vzroka ne vidimo po leti nikdar mavrice med 10 uro pred poldnem in med 4 uro popoldne. Dalje se razjasnuje iz tega, zakaj vselej vidimo le veči ali manji barvani oblok, med tem ko se časih iz

vrha visokih gora ali zvrh jadrenika namorskih ladij vidijo mavrice, ki delajo popolni krog.

235 Kader se naredi prav živo barvana mavrica, se zagleda nad njo še druga, veča, ali mnogo bolj bleda mavrica, pri kterej je razun tega red barv narobe. Ta druga mavrica se naredi, kakor je pokazano pri *u*, pod. 213., z dvakratnim lomom in odbojem, iz česar se razloži njena manja živost v barvah.

Tako imenovani kolobari okrog solnca in okrog mesca so svetli, časih tudi barvani krogi, ki zdaj bliže, zdaj dalje proč obdajajo ona nebeška telesa, in ki postanejo z ogibom in z lomom svetlobe. V megli in v soparnih sobah se opazuje časih podobna prikazen okrog svečnega plamena. Zgorej imenovani kolobari naznanjajo deževno vreme. Atmosfêrični lom svetlobe je tudi vzrok prikazni pasolnc in pamescev, ki se časih vidi.

236 Ker bomo o zvezdnih utrinjkih, ob ognjenih krogljah in o spodnebesnih kamenih govorili v astronomičnem oddelku te knjige, zato nam preostaje tukaj samo, da spregovorimo nekoliko besedi o veščah ali o védencih. S tem imenom se imenujejo skakajoče ali plesoče lučke nad močvirji in nad mahovi, pa tudi nad ozárami in nad pokopališči. O tej prikazni je prirodoznanstvo še popolnoma v negotovem, ker se, da-si je vsem ljudem v pregovoru, vender tako redko kedaj dogodi, da je do zdaj še ni nobeden znanstveno opazoval, zavolj česar se sploh dvomi, da se kedaj dogodi.

237 Električne prikazni v atmosfêri se pokažejo najbolj veličansko kot blisek in grom ali kot hude ure. Ako nebo pokrivajo črni oblaki, iz kterih švigajo strele blisek za bliskom in grom treska in prehaja v votlo bobnenje, takrat res ne vidimo nič druzega, kakor preskakovanje velikanskih, mnogokrat na milje dolgih električnih isker iz oblaka na oblak, ali na zemljo, med tem ko je grmenje le ujačano pokljanje, ki spremlja najmanjo, iz elektrofora izvabljeno iskro.

Če si ravno ne moremo prav misliti, kako da se nabira prosta elektrika v raznih oblakih, vender je Franklin že leta 1752 dokazal njeno pričujočnost v njih, in to s tem, da je med hudo uro spustil v zrak navadnega papirnatega zmaja (lintverna). Vrvca njegova je prevajala elektriko dosti, da so se mogle pokazati električne prikazni. Te prikazni so še mnogo močneje, če se tanek drat vplete v vrvco. Odslej se je našlo, da je atmosfêra mnogokrati v električnem stanji, če ne vidimo nobenega hudoúrnega oblaka, tako da so oni čudni električni toki razširjeni povsod, in da premorejo marsikaj in da izbujajo prikazni, ktere so nam do zdaj še skrivnostne.

Ako se n. pr. približa proste + elektrike navzet oblak zemeljskemu površji, dela on razdelilno na zemeljsko elektriko in — elektrika teče od zemlje proti oblaku dotle, dokler se ne

izravnate obe elektriki. Na ta način plava veči del električnih oblakov nad zemljo dalje, pa jih ne spremljajo očitne električne prikazni.

Ako je električni oblak prišel prav blizo k zemlji, in ako so na njej povišeni predmeti, iz kterih se sosebno močno izteka elektrika, kakor stolpi, drevje, ostri vrhovi, itd., združite se obe elektriki s preskokom silne iskre, in mi rečemo, da tr e š č i.

Tako imenovana vodena strela (Rückschlag) se v hudih urah dogodi podobno, kakor pri električnih orodjih na sledeči način: Oblak, navzet na primér positivne elektrike, plava nizko nad zemeljskim površjem, in veže v zemlji primérno množino negativne elektrike. Ako se zdaj s preskokom strele iz tega oblaka na drugi oblak na enkrat odvodi njegova positivna elektrika, se zgodi ravno tako urno zravnanje med vezano negativno elektriko in med odbito positivno elektriko zemeljskega površja, in to imenujemo tresk vodene strele. Ta strela je manj silna, kakor ognjena; ona nikdar ne vžgé, in na tistih, 238
ki jih je ona ubila, se ne vidijo nikakoršne rane.

Strelovode je prvi izumil Amerikanec Benjamin Franklin in z njim istočasno tudi slavni Čeh Prokop Diviša, (1696—1765), kteri je 15. junija leta 1754. postavil svoj strelovod blizo svojega farovža v Znojmu (Znaim). Strelovodi vzamejo hudoúrnim oblakom mnogo njihove nevarnosti, ker električnemu oblaku vedno privajajo protivne elektrike in ker so s tem v stanu njegovo elektriko ali uničiti ali pa saj jako pomanjšati. Če pa vender preskoči iskra iz oblaka, udari sosebno v visok, železen drog, iz kterega je strelovod narejen, in ker je ta drog zunaj poslopja napeljan doli v zemljo, teče električni tok po tem dobrem prevodniku in se ne dotakne poslopja. Zamore se vzeti, da dobro napravljen strelovod varuje okrožje, čegar premer je po priliki 20 čevljev dolg.

Znano je, da se grom sliši nekoliko pozneje, kakor se zagleda blisek. To pride od todi, ker se zvok mnogo počasneje razširja kakor svetloba. Le če strela nam ravno nad glavo preskoči, posebno pa, če prav blizo nas kam trešči, zaslišimo grom ravno takrat, ko zagledamo blisek. Kolikor pozneje se pa za bliskom zasliši grom, toliko bolj oddaljen je hudourni oblak. Grom se ne sliši ravno daleč; kolikor je do zdaj znano, je najdalji čas, ki je pretekel med bliskom in med gromom, 72 sekund dolg, kar dopušča soditi na daljavo od 4 zemljopisnih milj. To je prav majhna daljava v priméri z daljavo od 20 milj, v ktero se je pokanje topov že slišalo. Tudi bobnenje groma pride od todi, da nam zvoki, ki se vedno narejajo na vsakem mestu pota, ki ga blisek preleti, dohajajo drug za drugim do ušes. Ti poredoma izvirajoči zvokovi se odbijajo tudi

od gorá, od oblakov, itd. in ker nekteri teh odbitih zvočnih valov tudi nam pridejo do ušes, zato se pa še dalj časa sliši bobnenje groma. Od todi pride tudi, da je grmenje v gorah močneje slišati, kakor v ravnini. Ako je hudourni oblak prav daleč, se vidi le blisek, in se ne sliši več grom, in to se imenuje bliskotanje ali zarnic igranje.

Strela ima vselej jako silno, časih strašno moč. Potere vsak zadržek, ki jej je na poti, stopí kovine, zažge gorljive reči in ubije ljudi in živali. Navadno se na teh ne vidijo nikakoršne rane. Pri tem razširja neki poseben zadúšen žveplenast duh, ki se sicer tudi občuti na močnih električnih kolovratih, toda mnogo slabeje. Tudi v neorganskej prirodi se nahajajo sledi strašnih strel. Kamenje po apnenih visokih gorah okrog Triglava je sem ter tje čez in čez od strel razorano in razrito. Tudi se nahajajo po visokih gorah sem ter tje mesta, kjer je kamenje osteklenelo od vročine strele, ki je tam v tla bila udarila. Po peščenih nižavah severne Nemčije se najdejo sem ter tje tako imenovane strelne cevi (fulguriti), 1 do 2 palca debele, 10 do 20 čevljev dolge. Znotrej osteklenele in zunaj sostavljene iz skupej spečenega peska, so delo tistega trenutka, ki je strela v tla bila udarila.

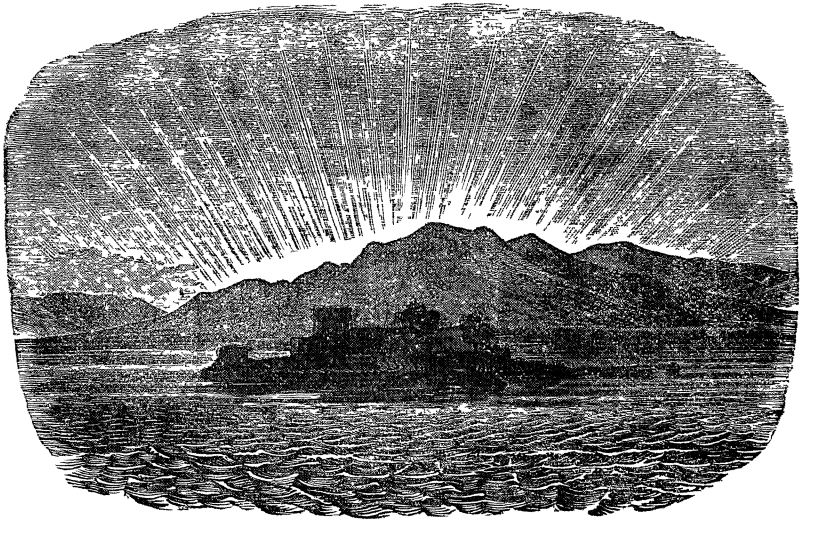
Ker se elektrika kupiči sosebno v visokih in špičastih stvareh, zato se moramo v hudej uri ogibati vzvišenih predmetov, kakor stolpov, dreves, visokih dimnikov, itd. Resnično prav nevarna so posamezno stoječa drevesa ali gozdiči na prostem polji, in vsakega leta zadene strela nesrečneže tam, kjer so iskali zavetja pred viharjem in pred dežjem!

239 Severni sij ali severni žar (burjava), ena izmed najkrasnejših prirodnih prikazni, ni še našel do zdaj popolnoma dovoljnega razjasnila. Vender se kaže, da je v zvezi sè zemeljskim magnetizmom, ker prvič se občutne igle magnetnice začnejo nekako čudno nemirno gugati, če se severni sij pokaže posebno svetel, in drugič se ta severni sij pokaže tudi v méri, ki ide k magnetičnemu polu. Zadnjič se je usrečilo Faradayu tudi, da je z magnetnimi silami napravil enako svetlobo. Severni sij si moramo misliti kakor magnetično hudo uro, s ktero se spet nareja poprej podrto ravnotežje zemeljske magnetnosti, podobno kakor se z bliskom napravlja spet ravnotežje električnosti. Električna huda ura je omejêna na manji prostor, učinek magnetične hude ure se pa javlja v velike daljave. Kakov pok ali grom se pa do zdaj ni opazoval pri magnetičnej hudej uri. Na južnem polu se ta sij sicer tudi pokazuje, ali večidel je do zdaj bil opazovan le na severnem, nam bližem in bolj znanem polu.

Severni sij nareja v svojej najbolj popolnej krasoti velikansk pas, ki je sostavljen, tako rekoč, iz ognjenih trakov, in

ki stoji v polokrogu nad obzorjem, tako da se nam vidi, kakor da bi se njegova dva konca zemlje dotikala. Veličansko spreminjaje barv in večkratno rastenje in krajšanje trakov podelujejo mu veliko raznovrstnost. Mnogokrati popolnoma razsvetluje več tednov dolge noči žalostnih severnih krajev, in celo do naših krajev doli se v nekterih letih vidi njegov rumenkasto rdeč svit prav očitno na severnem nebezu.

V vsej svojej lepoti se pa vidi severni sij le v krajih, ležečih visoko gori na severu, in s podobščino, s ktero končujemo nauk o fizikalnih prikaznih, hočemo le od daleč, kar se samo po sebi razume, nekoliko naznaniti, kakošna da je ta prikazen.



Kazalo in terminologija po abecedi.

Dodana števila kažejo strani.

A.

Abendroth, večerni žar.
Ableitungsrohr, odvodna cev.
Ablenken, odkloniti.
Ablenkung, odklon.
Ablenkungswinkel, odklonji kot.
Abnahme, pojémanje.
Absorbiren, vsrkati, sprejeti v se, vpiti.
Absorption der Gase, vpojnost plinov.
Abstossung, odboj.
Abstossungskraft, odbojnost.
Abweichung, magnetische, magnetični odklon.
Accomodation, prilagojenje.
Accord, akord, soglas.
Achse, os.
Adhäsion, sprijemnost.
Aggregatzustand, skupnost.
Aehnlichkeit, podobnost.
Akord, soglas, Accord, 106.
Amalgam, 169.
Analysa spektralna, 153.
Anatomie, anatomija.
Angriffspunkt, prijemališče, grabišče.
Anhangkraft, sprijemnost.
Anker, sidro, maček.
Anpassung, prilagojenje.
Anziehung, privlaka.
Anziehungskraft, privlačnost.
Aequator, ravnik, ekvator.
Araeometer, areometer, gostomér, 83.
Archimedes, njegov zakon, 82.
Astronomie, astronomija, zvezdarstvo, zvezdoslovje.
Aether, êter.
Atherman, za toploto neprehoden.
Athmosphäre, atmosfêra, vzdušnica, ozračje.
Atmosfêra, Athmosphäre, 87, 197.
Atom, 22.
Atwood, 56.
Auftrieb, vzgon.
Auge, oko.
Augenkammer, očesni prekat.
Ausdehnbarkeit, razteznost.
Ausdehnung durch Wärme, razteg.
Ausdehnung (Eigenschaft), prostornost.
Ausdünstung, parénje, izparivanje.
Ausflussrohr, cev za iztok, roka.
Ausladen (elektr.), izprazniti.
Auslader, izpraznovalec.
Auslösung, snémalo.
Ausstrahlen, žariti, izžarivati.
Axe, os.

B.

Bahn, pot.
Balansier, ravnotežnica, kimavica.
Barometer, tlakomer, 89.
Barometerhöhe, tlakomérna visina.
Barometerprobe, redkomér.
Barva, Farbe, 151.
Barve nasprotne, Contrastfarben, 150.
Barve prizmatične, prismatische Farben, 152.
Barve subjektivne, subjektive Farben, 150.

Bát, Kolben, 122.
Baterija električna, elektrische Batterie, 166.
Baterija v koritu, Trogapparat, 173.
Baterija v kozarcih, Becherapparat, 173.
Batterie, elektrische, električna baterija.
Becherapparat, baterija v kozarcih.
Beharrungsvermögen, stanovitost.
Beobachten, opazovati.
Berührungselektricität, elektrika vzbujena z dotikanjem.
Beschleunigen, pospešiti, pospeševati.
Beschleunigung, pospeh.
Bestimmen, določiti, odrediti.
Beugung, ogib.
Beugen, ogibati.
Beutel in der Mühle, mikec, sito.
Bewegung, gib, gibanje.
Biegsamkeit, gibkost.
Bild, podoba, obraz.
Blasinstrument, piskalo.
Blazina, Wellbank.
Bleiloth, svinčnica, plajba.
Blisek, Blitz, 200.
Bliskotanje, Wetterleuchten, 201.
Blitz, blisek.
Blitzableiter, strelovod.
Blitzschlag, strela.
„ direkter, ognjena strela.
„ Rück-, vodena strela.
Bodenrad, spodnje kolo.
Bodenstein, podnjak, spodnji kamen.
Botanik, rastlinoslovje, botanika.
Brecheisen, veržel, —i.
Brechen, lomiti.
Brechung, lom.
Brechungswinkel, lomni kot.
Brennglas, zažigalno steklo.
Brennpunkt, gorišče, žarišče.
Brennspiegel, zažigalno zrcalo.
Brennstoff, gorivo.
Brezvoljnost, Trägheit.
Brezzračen, luftleer.
Briefbeschwerer, têr, m.
Brillen, naočnice, očali.
Brizglja gasilna, Feuerspritze, 196.
Bruch, vlomek.
Brzojav, telegraf, 179.
Budilo, Weckerwerk, 98.
Budnik, Erreger.
Buntfarbig, šaren.
Burjava, severni sij, severni žar, Nordlicht, 202.
Bussola tangentna, Tangenten-Boussole, 177.

C.

Calorie, toplotna edinica.
Calorische Maschine, kalorična mašina.
Camera obscura, temna kamera, 144.
Capillarität, kapilarnost, lasovitost.
Celsius, 110.
Centimeter, 18.
Central, osreden.
Centralbewegung, osrednjo gibanje.
Centrifugalkraft, odsrednost, sredobežnost, odsredna sila.
Centrifugal-Maschine, odsredna mašina.
Centrifugal-Regulator, odsredni ravnar.
Centripetalkraft, sredotežnost.
Centrum, središče.
Cev, Röhre, Rohr.
„ napajalka, Speiseröhre (der Dampfmaschine).
„ občevalna, Communicationsröhre.
„ odvodnica, Ableitungsrohr.
„ privodnica, Zuleitungsröhre.
„ sesalna, škornjica, Saugrohr, 95.
„ stoječa, dedec, Steigrohr, 95.
„ strelna, fulgurit. 202.
„ za iztok, Ausflussrohr, 95.
„ zavita po kačje, Schlangenrohr, 117.
Chemie, Kemija.
Chlorcalcium, kalcijumov klorec.
Chlornatrium, natrijumov klorec.
Cifrenica, Zifferblatt.
Cohäsion, zveznost.

Communicationsgefässe, občevalne posode, staknjene posode.
Communicationsröhre, občevalna cev.
Communiciren, občevati, staknjen biti.
Compass, kompas.
Componente, sila sostavljača.
Concav, vbokel.
Condensator, gostilnik, kondensator.
Conductor, vodilo, konduktor.
Congruent, sokladen.
Consonanz, zglasje.
Contrastfarben, nasprotne barve.
Convergiren, naidati.
Convex, zbokel.
Correction, poprava.
Curve, krivolja, kriva črta.
Cylinder, valj, valjar.
Cylinderuhr, ura na valj.

Č.

Čarodelni krožnik, Wunderscheibe, 149.
Čas, Zeit, 16.
„ padanja, Fallzeit, 55.
Čepalj, Kolbenventil, 95.
Četver, -i, kvadrat, Quadrat.
Četvrtec, Quadrant, 133.
Člen galvanični, galvanisches Element.
Čevelj, Fuss, 18.
Črta, Linie.
„ kriva, krume Linie, Curve.
„ ravna, gerade Linie. 18.
Črte Frauenhoferjeve, 153.
Čutnica, Nerv.
„ očesna, Sehnerv, 145.

D.

Daljava, 16.
Daljnogled, Fernrohr, 142.
„ astronomijski, astronomisches Fernrohr, 143.
„ Galilläi-jev, Galilläi's Fernrohr, 142.
„ holandijski, holländisches Fernrohr, 142.
Daljnogled pozemeljski, terrestrisches Fernrohr, 143.
„ sè zrcalom, Spiegelteleskop, 136.
Daljnopis, Telegraf, 179.
Daljnovid, weitsichtig, 146.
Dampf, para, sopar.
Dampfkessel, parni kotel, parnik.
Dampfmaschine, parna mašina.
Decimalmass, desetinska méra.
Decimeter, 18.
Declination, odklon.
Dedec, stoječa cev, Steigrohr.
Dekameter, 19.
Delki, najmanji, kleinste Theilchen, 22.
Deljiv, theilbar.
Deljivost, Theilbarkeit, 21.
Destillat, prekapina, destilat.
Destilliren, destilovati, prekapati, prežigati.
Destillirgefäss, prežigalna posoda.
Destillirhelm, prekapni klobuk.
Destillirkessel, prekapni kotel.
Destillirofen, prekapna pečnica.
Dež, Regen, 195.
Dežjomer, Ombrometer, 195.
Diagonale, dvokotnica, diagonala.
Diatherman, prehoden za toploto.
Dichte, gostota.
Dihanje, 94.
Dissonanz, nezglasje.
Divergenz, razid, razhod.
Divergiren, razidati se.
Doga, mavrica, Regenbogen, 197.
Dogled, dozir, Sehweite, 145.
Dolina valova, Wellenthal, 101.
Donner, grom.
Donišče, resonančno dno, Resonanzboden, 105.
Dozir, dogled, Sehweite, 145.
Drehbank, tokarna.
Drehling, preslica.
Drehpunkt, vrtišče.
Dreieck, trikot.
Drgalo, Reibzeug, 168.
Drilling, preslica.
Drobnogled, Mikroskop, 142.

Drobnogled, solnčni, Sonnenmikroskop, 144.
Drobnomér, Mikrometer.
Drobnomérov vijak, Mikrometerschraube, 52.
Drog, Stange.
„ bàtov, Kolbenstange, 123.
Druck, tlak, tisek.
„ der Luft, zračni tlak.
Druckerei, tiskarna.
Druckpresse, tiskalnica.
Druckpumpe, tlačilni smrk, tiskaljka.
Druckwerk, tiskalo.
Dunst, hlap, sopuh.
Duodecimalmass, dvanajstinska méra.
Durchmesser, promer, premer.
Durchscheinend, prosójen.
Durchschnittspunkt, presecišče.
Durchsichtig, prozóren.
Durchzug, propuh.
Duščevi kisec, Stickoxydul.
Duščevo kisel, salpetersauer.
Duščevo kisli kali, salpetersaures Kali.
Duščevo kislo apno, salpetersaurer Kalk.
Dušec, Stickstoff.
Dvokotnica, Diagonale.
Dynamometer, silomér.

E.

Ebene, ravnina.
„ schiefe, strmina.
Echappement, ravnalo.
Echo, jeka.
Edinica toplotna, Wärmeeinheit, Calorie, 129.
Ednolik, enoličen, gleichförmig.
Eigenschaft, lastnost.
Einfallsloth, vpadna navpičnica.
Einfallsstrahl, vpadni trak.
Einfallswinkel, vpadni kot.
Eisen, železo.
Eispunkt, ledišče.
Ekspansivnost, 85.
Ekvator, ravnik, Aequator, 156.
Elasticität, prožnost, elastičnost.
Elasticität der Luft, razpenjavost, širivost.
Elastisch, prožen, elastičen.
Elektricität, elektrika, električnost.
„ negative, negativna (nikavna) elektrika.
„ positive, positivna (stavna) elektrika.
Električen, elektrisch, 161.
Električni vdarec, elektr. Schlag, 166.
Elektrika, Elektricität, 160.
„ vzbujena z dotikanjem, Berührungselektricität, 170.
„ vzbujena z drgnjenjem, Reibungselektricität, 161.
„ vzbujena s toploto, Thermoelektricität, 182.
Elektrisch, električen.
Elektrische Batterie, električna baterija.
Elektrische Reihe, električna vrsta.
Elektrisirmaschine, električni kolovrat, električna mašina.
Elektrizovanje po razdelitvi, 163.
Elektrofor, 165.
Elektrogibnik, Elektromotor.
Elektromagnetizem, Elektromagnetismus, 176.
Elektromotor, elektrogibnik.
Elektron, jantar, 160.
Elektronos, Elektrofor, 165.
Elektroskop, 163.
Element, galvanisches, galvanični člen.
Elementarversuch, početni poskus.
Ellipse, pakrog, elipsa.
Enakokràk, gleichschenkelig.
Enakošen, gleichartig.
Endgeschwindigkeit, končna hitrost.
Endosmosa, vpojnost, 33.
Enolik, enoličen, gleichförmig.
Erdwinde, pritlični vitel.
Erdzone, plasa, pas.
Erikson, 114.
Erreger, budnik.
Erscheinung, prikazen.

Eter, Aether, 104.
Expansivkraft, razpenjavost.
Experiment, poskus.
Extrastrom, mimobežni tok.

F.

Fahrenheit, 110.
Fall, pad.
Fallbewegung, padanje.
Fallen, pasti, padati.
Fallgesetz, zakon padanja.
Fallmaschine, padalo.
Fallraum, prostor pada.
Fallzeit, čas padanja.
Farbe, barva, vap.
Farben, prismatische, prismatične barve.
Farben, subjektive, subjektivne barve, 150.
Fata morgana, 150.
Feder, pero, zmet.
„ Spiral-, zavita zmet.
Federhaus, zmetnica.
Federkraft, prožnost.
Federwolke, mreža.
Fensterladen, oknica.
Fernrohr, daljnogled.
Fernsichtig, daljnovid.
Fest, trden.
Festigkeit, trdnota.
„ absolute, trgoporna trdnota.
„ relative, lomoporna trdnota.
Feuerkugel, ognjena kroglja.
Feuerspritze, gasilna brizglja.
Feuerzeug, pneumatisches, pnevmatično kresilo.
Fixstern, zvezda nepremičnica.
Fizika, Physik, 13, 15.
Fiziologija, Phisologie, 13.
Fläche, ploskev, ploha.
Flächeninhalt, površina, oplošje.
Flächenmass, mera ploskev.
Flasche, steklenica.
„ Kleist'sche, Kleistova steklenica.
Flasche, Leydener, Leydenska steklenica.
Flaschenzug, koloturnik.
„ gemeiner, navadni koloturnik.
„ Potenzen-, vzmnožni koloturnik.
Fliehkraft, sredobežnost.
Flüchtig, hlapen.
Flügel der Uhrspindel, perotka.
Fluorescenz, fluorovanje.
Fluorovanje, Fluorescenz, 153.
Flüssig, tekočen.
Flüssigkeit, tekočina.
„ tropfbare, kapljina.
Focus, gorišče, žarišče, 139.
Fortleiten, razvoditi, razvajati, prenašati.
Fortleitung der Bewegung, prenos gibanja.
Fortleitungswelle, prenosno vratilo.
Fortpflanzen (die Wärme etc.), razširjati, raznašati se.
Fosforovanje, svetlikanje, Phosphorescenz, 153.
Franklin, 200.
Frauenhofer, 153.
Fulgurit, strelna cev.
Fulton Robert, 125.
Funke, elektrischer, električna iskra.
Funt, Pfund, 26.
„ colni ali carinski, Zollpfund, 26.
„ čeveljski, Fusspfund, 36.
Fuss, čevelj.
Fusspfund, čeveljski funt.
Fysik, fizika, prirodoslovje.
Fysiologie, fiziologija.

G.

Galiläi, 142.
Gallertartig, žolčast.
Galvani, 170.
Galvanijev lanec, Galvanische Kette, 171.
Galvanische Kette, Galvanijev lanec.
Galvanismus, galvanizem.

Galvanizem, Galvanismus, 170.
Galvanoplastika, 175.
Gangwerk, hodilo.
Gas, plin.
„ permanentes, stanoviten plin.
Gasförmig, plínav.
Gasometer, plinomér, plinohram.
Gefässe, communicirende, občevalne ali staknjene posode.
Gefrierpunkt, ledišče.
Gegengewicht, protutež.
Gegenstand, predmet.
Gegenwinkel, protukot.
Geladen, navzet, napolnjen.
Gelenk, zgib.
Geometer, merec.
Geometrie, merstvo, geometrija.
Geradlinig, ravnočrten.
Geschwindigkeit, hitrost.
„ abnehmende (verzögerte), pojemalna hitrost.
„ End-, končna hitrost.
„ gleichförmige, enolična hitrost.
„ mittlere, srednja hitrost.
„ ungleichförmige, različna hitrost.
„ zunehmende (beschleunigte), pospeševana hitrost.
Gesetz, zakon, postava.
Getrieb, gonjenik.
Gewicht an der Uhr, utež.
Gewicht, absolutes, nasebna težkota.
„ specifisches, primérna težkota.
Gewitter, huda ura.
Gib, gibanje, Bewegung, 35, 53.
Gibanje krožno, 58.
Gibkost, Biegsamkeit.
Glas, Ton, Stimme, 105.
„ celi, ganzer Ton, 106.
„ glavni, Grundton, 105.
Glas, das, steklo.
Glasfeuchtigkeit, steklasta mokrina.
Gledilo glediško, Theaterperspectiv, 143.
Gleichförmig, ednolik, enoličen.
Gleichgewicht, ravnotežje.
„ indifferentes, nerazločeno ravnotežje.
„ labiles, padno ravnotežje.
„ stabiles, stojno ravnotežje.
Gleichnamig, istoimen.
Gleichschenkelig, enakokràk.
Glied der Kette, sklep.
Golot, Krystall.
Gón, zamašnjak, Schwungrad, 67.
Gonjenik, Trieb, Getrieb, 67, 74.
Gorišče, Brennpunkt, 134.
Gorivo, Brennstoff.
Goriva učinek, Wirkung des Brennstoffes, 131.
Gostilnik, Kondensator, 122, 167.
Gostomér, Aräometer, 83, 84.
Gostota, Dichte, 26.
Govorilo, Sprachrohr, 108.
Grabišče, Angriffspunkt.
Grad, stopinja, 110.
„ Kälte-, stopinja mraza.
„ Wärme-, stopinja toplote.
Gram, Gramm, 26.
Graupe, sodra.
Gravitacija, 23.
Gravitation, težnost, gravitacija.
Gravitationsgesetz, zakon težnosti.
Gredelnica, Wagbalken.
Grom, Donner, 200.
Grot, Rumpf der Mühle, 70.
Grundton, glavni glas.
Guerike Otto, 93.
Gyrotrop, menjalo, 179.

H.

Haar- Hygrometer, vlagomér z vlasom.
Haarröhrchen, lasovite cevke.
Haarröhrchenkraft, lasovitost, kapilarnost.
Hagel, toča.
Hahn, pipa.
Hahnluftpumpe, zračna sesaljka s pipo.

Halbdurchsichtig, poluprozóren.
Halbirungspunkt, razpolovišče.
Halbkugeln, Magdeburger, Devinski polukroglji.
Halbmesser, polomér.
Haspel, motovilo.
Haufenwolke, kôpa.
„ fedrige, ovčíce, hlebci.
„ geschichtete, násad.
Hauptstrahl, glavni trak.
Hebebaum, návor.
Hebel, vód, vódka.
„ einarmiger, enoramni vod.
„ gleicharmiger, enakoramni vod.
„ ungleicharmiger, raznoramni vod.
„ Winkel-, krivi vod.
Hebelarm, vodova rama.
Heber, natega, lever.
„ Winkel-, kriva natega.
Hektometer, 19.
Hemmung, ravnalo.
Hinderniss, zadržek.
Hitrost, Geschwindigkeit, 54.
„ enakošna, gleichförmige Geschwindigkeit, 54.
„ končna, Endgeschwindigkeit, 55.
„ pojemálna, verzögerte Geschwindigkeit, 54.
„ pospeševana, beschleunigte Geschwindigkeit, 54.
„ raznolika, različna, ungleichförmige Geschwindigkeit, 54.
„ srednja, mittlere Geschwindigkeit, 56.
„ začetna, Anfangsgeschwindigkeit, 54.
Hladilnik, Kühlapparat, 115.
Hlap, Dunst, 115.
Hlápen, flüchtig, 115.
Hlapénje, das Verdunsten, 118.
Hochdruckmaschine, mašina na veliki pritisek.
Hodilo, Gangwerk, 74.
Hof der Sonne, kolobar.
Hohllinse, vbokla leča.
Hohlspiegel, vboklo zrcalo.
Horizontal, razit, vodoraven, 24.
Hornhaspel, motovilo z ročico.
Hornhaut, rožnica.
Hörrohr, slušalo.
Hurrycans, 192.
Hydraulische Presse, hidravlično tiskalo.
Hygrometer, vlagomér.
Hyperbel, hiperbola, kosatica.

I.

Identisch, istoven.
Igla magnetnica, Magnetnadel, 157.
Igranje zarnic, bliskotanje, Wetterleuchten, 201.
Imenovalnik, Nenner.
Inclination, naklon.
Induction, navod.
Inductionsstrom, navedeni tok.
Inductionsrolle, navodno vreteno.
Interferenz, križanje.
Intervall, presledek.
Iris, mavrična kožica, dožna kožica, 144.
Irrlicht, vešča, védenec.
Iskra, električna, elektrischer Funke, 161.
Isochimene, 188.
Isolator, osebilo.
Isoliren, osebiti.
Isolirt, osebljen.
Isothere, 189.
Isotherme, 188.
Istoimen, gleichnamig.
Istoven, identisch.
Istovno mesto, identische Stelle, 149.
Izpariti, ausdünsten.
Izparivanje, Ausdünstung.
Izprazniti (elektr.), ausladen.
Izpraznovalec, Auslader, 166.
Izrezek krožni, Kreisausschnitt.
Izvod, Produkt.
Izžariti, izžarivati, ausstrahlen, 128.

J.

Jantar, Elektron, Bernstein, 160.
Jeka, Echo, 107.
Jug, Süd, Südwind, 192.
Jugovzhodnjak, Südostwind, 192.
Jugozahodnjak, Südwestwind, 192.

K.

Kalamér, svinčnica, Senkel.
Kaleidoskop, krasnogled, 134.
Kali, duščevo kisli, salpetersaures Kali.
Kalk, salpetersaurer, duščevo kislo apno.
Kalorična mašina, Calorische Maschine, 114.
Kalorija, toplotna edinica, Calorie, 129.
Kamen gornji, vršnjak, oberer Mühlstein, 69.
„ spodnebesni, Meteorstein, 200.
„ spodnji, podnjak, Bodenstein der Mühle, 69.
Kamen, Mühlgang.
Kamera temna, Camera obscura, 144.
Kammrad, grebenasto kolo.
Kante, rob.
Kapilarnost, 33.
Kapljiv, tropfbarflüssig.
Kapljina, tropfbare Flüssigkeit.
Kazalo, Zeigerwerk, 74.
Kazavec, Zeiger.
Kegel, čunj, stožec, kegelj.
Keil, klin.
Keilpresse, tiskalo s klinom.
Keilschlüssel, zagozda.
Kembelj, Laufer der Schnellwage.
Kemija, Chemie, 13.
Kette, constante, stanovitni lanec.
„ Volta'sche, Voltajev lanec.
Kilometer, 19.
Kimavica, ravnotežnica, Balancier.
Kislina, Säure.
„ ogljenčeva, Kohlensäure.
„ soliterna, Salpetersäure.
„ žeplena, Schwefelsäure.
Klangfigur, zvočna podobščina.
Klappe, loputa.
Klappenventil, škulj.
Kleistova steklenica, Kleist'sche Flasche, 165.
Klepetec, Schuh des Mühlrumpfes, 70.
Kleščice, Kloben in der Uhr.
Klima, podnebje.
Klin, Keil, 51.
Klinec, Stift.
Ključ (telegr.), Schlüssel, 181.
Kloben, kleščice.
Klobuk prekapni, Destillirhelm, 117.
Klorec, Chlorid.
„ kalcijumov, Chlorcalcium.
„ natrijumov, Chlornatrium.
Kniehebel, koleno.
Knottenlinie, črta vozlovka.
Knotenpunkt, vozel.
Kocka, Kubus, 20.
Kockovna mera, Kubikmass, 19.
Koeficijent trenja, Reibungs-Coëfficient, 62.
Kohlensauer, ogljenčevo kisel.
Kohlensäure, ogljenčeva kislina.
Kohlenzinkbatterie, ogljecinkova baterija.
Kolben, bat.
Kolbenstange, batov drog.
Kolbenventil, čepalj.
Kolebljej, nihaj, Pendelschwingung.
Koleno, Kniehebel.
Kolesje, Räderwerk.
„ zobato, Zahnwerk, 66.
Kolo, Rad.
„ gonjenik, Triebrad, 75.
„ grebenasto, Kammrad.
„ koželjasto, Kegelrad.
„ menjač, Wechselrad, 74.
„ minutno, Minutenrad, 74.
„ na vratilu, Rad an der Welle, 63.
„ s palci, Spillrad.
„ palčno, Kronrad, 75,
„ polžasto, Schneckenrad, 73.
„ spodnje, Bodenrad, 74.
„ srednje, Mittelrad, 75.
„ stopnjato, Steigrad, 75.

Kolo, úrno, Stundenrad, 75.
„ zobato, Zahnrad.
Kolobar, Kreisring.
„ okrog solnca, 151, 198.
„ okrog meseca, 151, 198.
Koloturnik, Flaschenzug, 47.
„ navadni, gemeiner Flaschenzug, 47.
„ vzmnožni, Potenzenflaschenzug, 47.
Kolovrat, Spinnrad.
„ električni, Elektrisirmaschine, 168.
Kompas, 156.
Kondensator, 167.
Konduktor, vodilo, Conductor, 169.
Konica, Pol, 156.
Kôpa, Haufenwolke, 195.
Korkzieher, maček za zamaške.
Körper, telo.
„ fester, trdno telo.
„ flüssiger, kapljivo telo.
„ luftförmiger, plinavo telo.
Körperinhalt, telesnina, vsébina.
Kosatica, hiperbola, Hyperbel, 59.
Kot, Winkel.
„ dupljast, vbokel, concaver W.
„ izmenični, Wechselwinkel.
„ lomni, Brechungswinkel, 137.
„ naklonjen, schiefer W.
„ odbojni, Reflexionswinkel.
„ odklonji, Ablenkungswinkel.
„ oster, spitzer W.
„ ovršni, Scheitelwinkel.
„ pravi, rechter W.
„ sprožen, gestreckter W.
„ top, tumpast, stumpfer W.
„ vidni, Sehwinkel, 148.
„ vpadni, Einfallswinkel, 137.
„ zbočen, convexer W.
Kotel prekapni, Destillirkessel, 116.
Kovalo, tiskalo, Druckwerk.
Koža dožna ali mavrična, Iris, Regenbogenhaut, 144.
Koželj, čunj, stožec, Kegel.
Kraft, sila.
„ elektromotorische, elektrogibna sila.
Kräfteparallelogramm, vzporednik sil.
Kraftmesser, silomér.
Kraftmoment, mechanisches, mehanični moment (učinek) sile.
Krajec kroga, Kreisabschnitt.
Kràk, Schenkel.
Kràk, a, o, schenkelig.
Krasnogled, Kaleidoskop, 134.
Kratkovid, kurzsichtig, 146.
Kreis, krog.
Kreisabschnitt, krajec (odrezek) kroga.
Kreisausschnitt, izrezek kroga.
Kreisbewegung, krožno gibanje.
Kreiselrad, turbina.
Kreisförmig, krogast.
Kresilo pnevmatično, pneumatisches Feuerzeug, 108.
Kreuzhaspel, motovilo z motarogami.
Kristal, golot, Krystall, 30.
Kristalovanje, Krystallisation, 29.
Krivočrten, krumlinig.
Krivolja, Curve.
Križanje, Interferenz, 101.
Krog, Kreis.
Krogast, kreisförmig.
Kroglja, oblica, Kugel.
Kronrad, palčno kolo.
Krožen, kreisförmig.
Krožnik čarodelni, Wunderscheibe, 149.
Krumlinig, krivočrten.
Krystall, golot, kristal.
Krystalllinse, leča kristalnica.
Krystallisation, kristalovanje.
Kubus, kocka.
Kubikinhalt, telesnina, vsebina.
Kubikmass, kockovna mera, kubična mera.
Kugel, kroglja, oblica.
Kuhanje, 117.
Kühlapparat, hladilo.
Kukalo čarodelno, Zauberlaterne, 144.
Kurbel, ročica, kljuka.
Kurzsichtig, kratkovid.
Küstenklima, primorsko podnebje.

L.

Laden (elektr.), napolniti.
Ladja na vijáke, Schraukenboot, 52.
Landklima, podnebje suhe zemlje.
Lanec stanoviten, constante Kette, 173.
„ Voltajev, Volta'sche Kette, 171.
Lasovitost, kapilarnost, Capillarität, 33.
Lastnosti občne, allgemeine Eigenschaften, 17.
Latent, zvezan, vtajen.
Laufer an der Wage, kembelj.
Leča, Linse, 138.
„ kristalnica, Krystalllinse, 144.
„ predmetnica, Objectivlinse, 142.
„ priočnica, Ocularlinse, 142.
„ razmetnica, Zerstreuungslinse, 140.
„ vbokla (vdrta), Hohllinse, 140.
„ zbiralka, Sammellinse, 138.
„ zbokla, convexe Linse, 138.
Ledišče, Eispunkt, Gefrierpunkt, 110.
Leidenfrostova kaplja, 121.
Leiten, prevoditi, prevajati.
Leiter, prevodnik.
Leitungsfähigkeit, vodilnost.
Lever, natega, Heber, 97.
Leydenska steklénica, Leydener Flasche, 165.
Licht, svetloba.
Lichtstrahl, svetlobni trak.
Linie, črta.
„ gerade, ravna črta.
„ krumme, kriva črta, krivolja.
Linse, leča, 138.
Lokomotiv, 124.
Lom, Brechung, 136.
Lomiti, brechen, 137.
Lomni kot, Brechungswinkel, 137.
Loputa, Klappe.
Lotrecht, navpičen.
Luft, zrak.
Luftbild, zračni prividek.
Luftdicht, neprodušen.
Luftdruck, zračni tlak.
Luftförmig, plínav, zrakast.
Luftleer, brezzračen.
Luftpumpe, zračna sesaljka.
„ Hahn-, zračna sesaljka s pipo.
„ Ventil-, zračna sesaljka sè zaklopnico.
Luftschichte, zračna plast.
Luftspiegelung, zračno zrcalovanje.
Luftzug, propuh, prepih.
Luknjica, Pore, 22.
Luknjičav, porös, 22.
Luknjičavost, Porosität, 22.
Lupe, lupa, 141.
Luskač orehov, Nussknacker.

M.

Maass, mera.
„ Flächen-, mera ploskev.
„ Körper-, mera teles.
„ Längen-, mera dolgosti.
Maček, Anker, 156.
Magnet, narejen, künstlicher Magnet, 156.
„ priroden, natürlicher Magnet, 156.
Magneteisenstein, magnetni železovec.
Magneten, magnetisch.
Magnetismus, magnetizem, 156.
Magnetnadel, igla magnetnica.
Magnetni pol, magnetna konica, Magnetpol, 155.
Magnetnica igla, Magnetnadel, 156.
Magnetovec, Magnetstein, 156.
Maische, zdrozgalica, žonta.
Maksimum, maximum, 186.
Mariotte-ov zakon, Mariott'sches Gesetz, 86.
Maschine, stroj, mašina.
„ calorische, kolorična mašina.
„ einfache, ednostavna m.
„ zusammengesetzte, zložena, sostavljena m.
Masse, tvarina.
Mašina, stroj, Maschine.

Mašina, ednostavna, einfache M.
„ električna, Elektrisirmasch.
„ kalorična, calorische Maschine, 114.
„ na mali pritisek, Niederdruckmaschine, 121.
„ na veliki pritisek, Hochdruckmaschine, 121.
„ odsredna, Centrifugalmaschine, 60.
„ parna, Dampfmaschine, 120.
„ valovnica, Wellenmaschine, 103.
„ vrtiljka, Rotationsmaschine, 179.
Matematika, 16.
Materie, tvar, tvarina.
Matica vijakova, Schraubenmutter, 52.
Mavrica, doga, Regenbogen, 197.
Mechanik, mehanika.
Megla, Nebel, 194.
Mehanična teorija o toploti, mechanische Wärmetheorie, 130.
Mehanika, Mechanik, 63.
Menjalo, Gyrotrop, 179.
Mér, -i, Richtung, 54.
Mera, Maass.
„ desetinska, Decimalmaass, 19.
„ dvanajstinska, Duodecimalmaass, 19.
„ dolgosti, Längenmaass, 18.
„ ploskev, Flächenmaass, 19.
„ teles, Körpermaass, 19.
Mere raznih dežel, 18.
Merec, Geomcter.
Merstvo, Geometrie.
Meridian, poldnik.
Messschraube, drobnomerov vijak.
Meteorologie, meteorologija, vremenoslovje.
Meteorologija, vremenoslovje, 183.
Meteorstein, spodnebesni kamen.
Meter, 18.
Metnica, parabola, Parabel, 59.
Mikec, sito, Beutel in d. Mühle, 70.
Mikrometer, drobnomér.
Mikrometerschraube, drobnomerov vijak.
Mikroskop, drobnogled, 142.
Millimeter, 18.
Mine, podkop.
Mineral, rudnina.
Mineralogie, mineralogija, rudninoslovje.
Mineralogija, Mineralogie.
Minimum, 186.
Minutenrad, minutno kolo.
Mittelkraft, sila poslednjica.
Mittelpunkt, središče.
„ optischer, optično središče.
Mittelrad, srednje kolo.
Mlin, Mühle, 68.
„ na korce, Mühle mit ober- oder mit mittelschächtigem Rade, 68.
„ lopate, Mühle mit unterschlächtigem Rade, 68.
„ na žlice, Löffelmühle, 68.
Množitelj, Multiplicator, 177.
Mokrina steklasta, Glasfeuchtigkeit, 144.
Molekul, najmanji delek.
Molekularkraft, molekularnost.
Molekularnost, Molekularkraft, 17.
Moment mehanični, mechanisches Moment, 36.
„ statični, statisches Moment, 43.
Morgenroth, jutranja zarja.
Motovilo, Haspel.
„ z motarogami, Kreuzhaspel, 64.
„ z ročico, Hornhaspel, 64.
Moussons, 192.
Mrena na očesu, pêrec, grauer Staar 147.
Mrena, (oblak), federige Schichtwolke, 195.
Mrežnica koža, Netzhaut, 145.
Mühle, mlin.
Mühlgang, kamen.
Mühleisen, poprica.
Mühlstein, mlinski kamen.
„ oberer, vršnjak, gornji kamen.

Mühlstein, unterer, podnjak, spodnji kamen.
Multiplicator, množitelj.
Musikinstrument, godbeno orodje.

N.

Nachbild, papodoba, paobraz.
Naídati, convergiren.
Naklon, magnetni, magnetische Inclination, 160.
Namérna sila, Richtungskraft.
Naočnice, Brillen, 147.
Napetost, Spannung.
Napolniti (elektr.), laden.
Naslon, naslonalo, Unterstützungs-Gegenstand.
Natega, lever, Heber, 97.
„ kriva, Winkelheber, 97.
Natrijumov klorec, Chlornatrium.
Natur, priroda, natura, 7.
Naturgeschichte, prirodopis.
Naturgesetz, prirodni zakon.
Naturkraft, prirodna sila.
Naturlehre, prirodoslovje.
Naturwissenschaft, prirodoznanstvo.
Navod, Induction, 179.
Návor, Hebebaum.
Navpičen, senkrecht, 24.
Navpičnica, das Loth, die Senkrechte.
„ vpadna, Einfallsloth, 137.
Navzetnost za toploto, Wärmecapacität, 131.
Nebel, megla.
Nebelfleck, megleno ozvezdje, zvezdna meglica.
Nebenmond, pamesec.
Nebensonne, pasolnce.
Nebenwinkel, sokot.
Negativ, negativen, nikaven.
Neigung, magn., naklon.
Nenner, imenovalnik.
Nepokoj, Unruh der Uhr, 75.
Neprehoden za toploto, atherman, 128.
Neprevodnik, Nichtleiter, 162.
Neprodiren, undurchdringlich, 20.
Neprodirnost, Undurchdringlichkeit, 20.
Neprodušen, luftdicht.
Neprozóren, undurchsichtig.
Netzhaut, mrežnica.
Nezglasje, Dissonanz, 106.
Nicholson-ov Aräometer, 83.
Ničla, Nulle.
Niederdruckmaschine, mašina na mali pritisek.
Nihaj, Pendelschwingung, 57.
Nihalo, Pendel, 56.
„ sekundno, Sekundenpendel, 57.
Nihanje, Pendelbewegung, 56.
Nihati, kolebati, schwingen, 56.
Nikaven, negativen, negativ.
Nordlicht, severni sij, severni žar, burjava.
Nordostwind, severovzhodnjak.
Nordwestwind, severozahodnjak.
Nordwind, sever.
Nulle, ničla.
Nussknacker, luskač orehov.

O.

Objectivlinse, leča predmetnica.
Oblak, Wolke, 194.
Obrat, zavrt, Umdrehung.
Obratnik, Wendekreis.
Octave, Oktava, osmica.
Ocularlinse, leča priočnica.
Očesna čutnica, Sehnerv, 145.
Očesni prekat, Augenkammer, 144.
Odbijati, reflectiren, abstossen, 132.
Odboj, Reflexion, Abstossung, 102.
Odbojnost, Abstossungskraft, Repulsion, 85.
Odklon, Declination, Ablenkung, 159.
Odkloniti, ablenken.
Odmev, Widerhall, 108.
Odrediti, določiti, bestimmen, (naturhist.).
Odrezek kroga, Kreisabschnitt.
Odsrednost, sredobežnost, Centrifugalkraft, Fliehkraft, Schwungkraft, Tangentialkraft.

Odstotek, Procent.
Oersted, 176.
Ogib, Beugung, 102.
Ogibati, beugen.
Ogljenčevo kisel, kohlensauer.
Ogljenec, Kohlenstoff.
Ogrevalo, Vorwärmer, 117.
Oknica, Fensterladen.
Oko, Auge, Augapfel, 144.
Oktava, Octave, 105.
Ombrometer, dežjomer.
Omér, Verhältniss, 54.
Operngucker, glediško kukalo.
Oplošje, površina, Oberfläche.
Opóra, Widerlager.
Organ, 12.
Orkan, vihar, 192.
Orodje, Instrument.
„ godbeno, Musikinstrument.
Os, Achse.
„ optična, optische Achse, 134.
Osébilo, Isolator, 162.
Osebiti, isoliren, 162.
Osebljen, isolirt, 162.
Osreden, central.
Osredno gibanje, Centralbewegung, 59.
Ostwind, veter vzhodnjak.
Ovčice, Schäfchen, federige Haufenwolke, 195.
Ozón, 170.
Ozračje, vzdušnica, Athmosphäre, 87.
Ozvezdje megleno, Sternfleck.

P.

Pad, der Fall, 54.
„ v praznem prostoru, 25.
Padalo, Fallmaschine, 56.
Padanje, das Fallen.
Pah, Stempel (bei Maschinen).
Pakrog, Ellipse, 59.
Palec, Zoll, 18.
Pamesec, Nebenmond, 151, 200.
Papodoba, Nachbild, 150.
Para, Dampf, 115, 118.
Parabel, parabola, metnica.
Parallel, vzporeden.
Parallelogram, vzporednik.
Parenje, das Verdampfen, 115.
Parna mašina, Dampfmaschine, 120.
Parni kotel, parnik, Dampfkessel, 121.
Pas, plasa, Erdzone.
Pasolnce, Nebensonne, 151, 200.
Passat, Passatwind, 192.
Pečnica prekapna, Destillirofen.
Pendel, nihalo, kolebalo, 56.
Pendelbewegung, nihanje.
Pêrec, mrena, grauer Staar, 147.
Pero, Feder.
Perot, Flügel der Uhrspindel, 75.
Perspectiv, daljnogled.
Peta, Zapfen.
Pfanne, (in der Mühle), šiška.
Pflanze, rastlina.
Pfund, funt.
Phenakistoskop, čarodelni krožnik, 149.
Phosphorescenz, svetlikanje, fosforovanje.
Physik, fizika, prirodoslovje.
Pika, farbiger Punkt.
Pipa, Hahn, 92.
Piskalo, Blasinstrument.
Piskrec prsteni, Thonzelle.
Plajba, svinčnica, 24.
Plasa, pas, Erdzonne.
Plast, Schichte.
„ zračna, Luftschichte.
Platte, plošča, plôh.
Plin, Gas, 29.
Plinav, gasförmig, luftförmig, 29.
Plini stanovitni, constante Gase, 119.
Plinohram, plinomér, Gasometer.
Ploh, ploskev, Fläche.
Plôh, plošča, Platte, Scheibe.
Plošča valovnica, Wellenscheibe, 104.
Podkop, Mine.
Podložnik, Trittbrett.
Podnebje, Klima, 188.
„ namorsko, Seeklima, 188.
„ primorsko, Küstenklima, 188.
„ suhe zemlje, Landklima, 188.

Podnjak, spodnji mlinski kamen, Bodenstein (d. Mühle).
Podnožnik, Trittbrett.
Podoba, Bild, 134.
Podobnost, Aehnlichkeit.
Podobščina zvočna, Klangfigur, 107.
Podporišče, Stützpunkt.
Poganjalec, Treibrad.
Poganjalka, Treibstange, 123.
Pojémalen, abnehmend (verzögert).
Pojemanje, Abnahme.
Pokoj, Ruhe, 53.
„ nasebni, absolute Ruhe, 53.
„ primérni, relative Ruhe, 53.
Pol, konica, skrajnik, 156.
Polarisation, polarizacija.
Polarizacija, 155.
Poldnik, magnetni, magnetischer Meridian, 159.
Pologlas, halber Ton. 106.
Polomér, Halbmesser, Radius, 134.
Poluprozóren, halbdurchsichtig.
Pomnožek, Produkt (bei der Multiplication).
Poprava, Correction, 76.
Poprica, Mühleisen, 69.
Pore, luknjica, pora.
Porös, luknjičav.
Porosität, luknjičavost.
Positiv, staven, positiven.
Poskus, Experiment, 8.
„ početni, Elementarversuch, 171.
Poslednjica, Resultirende, 37.
Posoda podstavljena, Vorlage, 115.
„ prežigalna, Destillirgefäss, 115.
Posode občevalne, staknjene, communicirende Gefässe, 77.
Pospéh, Beschleunigung.
Pospeševati, beschleunigen.
Pot, Weg, Bahn, 54.
Potenzflaschenzug, vzmnožni koloturnik.
Potezati, streichen (magn.).
Poti krivočrtni, krummlinige Bahnen, 58.
Povéznik, Recipient, 91.
Površina, površje, Oberfläche.
Prägewerk, kovalo.
Praznina Toricelli-jeva, Toricelli's Leere, 90.
Prečka, gredelnica, Wagbalken.
Predmet, Gegenstand, 8.
Prehoden za toploto, diatherman, 128.
Preka, Transversale.
Prekapati, destilovati, prežigati, destilliren, 115.
Prekapina, destillat, 115.
Prekat očesni, Augenkammer, 144.
Premér, Durchmesser, Diameter.
Prenos, Fortleitung, Transmission, 65.
Prenosno vratilo, Transmissionswelle, 65.
Presek, prerez, Durchschnitt.
Presecišče, Durchschnittspunkt.
Presledek, Intervall, 106.
Preslica, Drehling, Drilling, 67.
Presse hydraulische, hidravlično (vodno) tlačilo.
Prevajati, prevoditi, leiten, 126.
Prevodnik toplote, Wärmeleiter, 126.
„ elektrike, Elektricitätsleiter, 162.
Prežigalna posoda, Destillirgefäss, 115.
Prežigati, prekapati, destilliren, 115.
Prijemališče, grabišče, Angriffspunkt.
Prikazen, Erscheinung, 8.
„ fizikalna, physikalische Erscheinung, 13.
„ kemijska, chemische Erscheinung, 13.
Prilagojenje, Accomodation, 146.
Primèr, Beispiel.
Priméren, relativ.
Priroda, Natur, natura, 7.
Prirodopis, Naturgeschichte, 10.
Prirodoslovje, Naturlehre, Physik, 13.
Prirodoznanstvo, Naturwissenschaft, 9.
Prirodna sila, Naturkraft.
Prirodni zakon, Naturgesetz.
Privlaka, Anziehung.
Privlačnost, Anziehungskraft, 9.

Procent, odstotek, postotek.
Produkt, izvod, pomnožek (v računstvu.)
Propuh, Luftzug, Durchzug.
Promér, premer, Durchmesser.
Proportion, razmér.
Proportionirt, razméren.
„ gerade, ravno razméren.
„ ungerade, obratno razméren.
Prosójen, durchscheinend.
Prostor, Raum, 8. 16.
„ pada, Fallraum.
„ prazni, leerer Raum.
Prostornina, Rauminhalt, Volumen. 19.
Prostornost, Ausdehnung (Eigenschaft), 18.
Protutež, Gegengewicht, 44.
Prozóren, durchsichtig.
Prožen, elastisch, 30.
Prožnost, Elasticität, 30, 85.
Psihrometer, psychrometer, 194.
Psychrometer, psihrometer, 194.
Pšeno babje, Graupe, 196.
Puhtenje, das Verdunsten, 118.
Pumpe, smrk, pumpa.
„ Druck-, tlačilni smrk, pumpa tiskaljka.
„ Saug-, sesalni smrk, pumpa sesaljka.
Punčica, zénica, zrklo, Pupille, 145.
Punkt, točka.
„ farbiger, pika.
Pupille, zénica, (punčica).
Puška vetrovka, Windbüchse, 87.

Q.

Quadrant, četvrtec.
Quadrat, četver, -i, kvadrat.

R.

Rad, kolo.
„ an der Welle, kolo na vratilu.
Räderwerk, kolesje.
Radius, polomér.
Rama vodova, Hebearm.
Rastlina, Pflanze, 12.
Rastlinoslovje, Botanik, 12.
Raum, prostor.
„ leerer, prazen prostor.
Rauminhalt, prostornina.
Ravnalo, Echappement, 72, 75.
Ravnar, Regulator, 123.
„ odsredni, Centrifugal-Regulator.
Ravnik, ekvator, Aequator, 156.
Ravnina, Ebene.
„ odbojna, Reflexionsebene.
Ravnočrten, gradlinig.
Ravnotežje, Gleichgewicht, 35.
„ nerazločeno, indifferentes Gleichgewicht, 41.
„ padno, labiles Gleichgewicht, 41.
„ sil, Gleichgewicht der Kräfte, 37.
„ stojno, stabiles Gleichgewicht, 41.
Ravnotežnica, kimavica, Balansier, 75.
Razdelitev, Vertheilung.
Razdeljevalnik pare, Steuerung, 125.
Razhlapati, suhlimiren, 115.
Razhlapina, Sublimat, 115.
Razid, razhod, Divergenz.
Razidati se, divergiren.
Razkladanje sil, das Zerlegen der Kräfte, 42.
Razkroj, chem. Zersetzung.
Razmér, Proportion.
Razméren, proportionirt.
„ obratno, verkehrt proportionirt.
„ ravno, gerade proportionirt.
Razmet, razmetanje, Zerstreuung,
Razmetati, zerstreuen, 132.
Razmetno steklo, Zerstreuungsglas.
„ zrcalo, Zerstreuungsspiegel.
Raznoimen, ungleichnahmig.
Razpenjavost, Expansivkraft, 85.
Razpolovišče, Halbirungspunkt.

Razširjanje toplote, das Fortpflanzen der Wärme, 126.
Razteg po toploti, Ausdehnung durch Wärme, 109.
Razteznost, Ausdehnbarkeit, 22.
Razvoditi, razvajati, fortleiten.
Reaumur, 110.
Recipient, povéznik.
Redkomér, Barometerprobe, 93.
Reflectiren, odbijati.
Reflexion, odboj.
Reflexionsebene, odbojna ravnina.
Reflexionswinkel, odbojni kot.
Regen, dež.
Regenbogen, doga, mavrica.
Regenbogenhaut, dožna ali mavrična kožica.
Regenmesser, dežjomér.
Regulator, ravnar, ravnalo.
Reibung, trênje, tôr, drgnjenje.
„ gleitende, drsno trênje.
Reibungscoëfficient, vsotnik trenja.
Reibungselektricität, elektrika vzbujena z drgnjenjem.
Reibzeug, drgalo.
Reif, slana.
Repulsion, odbojnost.
Resonanzboden, donišče, resonančno dno.
Resultirende, poslednjica.
Réz, Schneide.
Richtung, mér, -i.
„ geradlinige, pravočrtna mér.
„ krummlinige, krivočrtna mér.
Richtungskraft, namérna sila.
Richtungsrolle, naravnalni škripec.
Rob, Kante.
Ročica, Kurbel.
Rolle, škripec.
„ bewegliche, giben škripec.
„ feste, negiben škripec.
Rosa, Thau, 196.
Rotationsbewegung, vrtenje.
Rotationsmaschine, mašina vrtiljka.
Rotiren, vrteti se, vrtéti.
Rouleaux, zástor na valjarji.
Rožnica, Hornhaut.
Rückschlag, vodena strela.
Rudnina, mineral, 11.
Rudninoslovje, Mineralogie, 11.
Ruhe, pokoj.
„ absolute, nasebni pokoj.
„ relative, primérni pokoj.
Rumpf der Mühle, grôt.

S.

Salpetersauer, duščevo kisel.
Salpetersäure, soliterna kislina.
Salzlösung, slanomúr, m.
Samostrun, Monochord.
Samosvetel, selbstleuchtend, 132.
Saugapparat, sesalo.
Sauger, sesalnik.
Saugpumpe, pumpa sesaljka, sesalni smrk.
Saugrohr, škornjica, cev sesaljka..
Säule, steber, slop.
„ elektrische, električen steber.
„ Vota'sche, Voltajev steber.
„ Zamboni's, Zambonijev steber.
Scala-Aräometer, gostomér z lestvico.
Schall, zvok.
Schallstrahl, zvočni trak.
Schenkel, kràk.
Schenkelig, kràk, a, o.
Schichtwolke, plasta, nasad.
„ fedrige, mrena.
Schiebkarren, tačka.
Schlangenrohr, cev zavita po kačje.
Schliessen, die galv. Kette, skleniti galv. lanec.
Schliessungsdraht, sklepalni drat.
Schliessel, (telegr.), ključ.
Schmelzpunkt, tališče.
Schneckenrad, polžasto kolo.
Schneidemesser, rezilnik.
Schneide, réz.
Schnellwage, vaga s kembeljnom, rimska vaga.
Schnur ohne Ende, vrvca brez konca.
Schraube, viják.
Schraubenboot, ladja na vijake.
Schraubengang, vzvoj.
Schraubenhöhe, visokost vzvoja.

Schraubenlinie, črta vzvojnica.
Schraubenmutter, matica vijakova.
Schraubenpresse, tlačilo z vijákom.
Schraubenspindel, vreteno vijakovo.
Schuh (in d. Mühle), klepetec.
Schwefelsäure, žeplena kislina.
Schwere, teža.
Schwerkraft, težnost.
Schwerlinie, črta težiščnica.
Schwerpunkt, težišče.
Schwingen (Pendel), nihati, kolebati.
„ (Saite), tresti se.
Schwingung, nihaj, tres, tresaj, tresljej.
„ fortschreitende, postopni tres.
„ stehende, stoječi tres.
Schwungrad, zamašnjak, gon.
Secundenpendel, sekundno nihalo.
Seeklima, namorsko podnebje.
Segner-jevo kolo, 78.
Sehen, das, vid.
Sehnerv, očesna čutnica.
Sehweite, dogled, dozir.
Sehwinkel, vidni kot.
Seitenkraft, sila sostavljača.
Selbstleuchtend, samosvetel.
Senkel, svičnica, kalamér, plajba.
Senkrecht, navpičen.
Sesaljka zračna, Luftpumpe, 91.
Sesalnik, Sauger, 169.
Sesalo, Saugvorrichtung.
Sesanje, 94.
Sever, Nord, Nordwind.
Severovzhodnjak, Nordostwind.
Severozahodnjak, Nordwestwind.
Sicherheitsventil, zaklopnica varovalka.
Sidro, Anker, 72.
Sieden, vreti, vrenje.
Siedpunkt, vrelišče.
Sij severni, Nordlicht, 202.
Sila, Kraft, 9, 35.
„ elektrogibna, elektromotorische Kraft.
„ prirodna, Naturkraft, 9.
Sile vzporedne, parallele Kräfte, 37.
Silomér, Dynamometer, Kraftmesser, 36.
Sito, Sieb, Beutel in der Mühle.
Skala, stopnica, lestvica, škala.
Skladanje sil, das Zusammensetzen der Kräfte, 42.
Skleniti galv. lanec, Schliessen der galv. Kette, 172.
Sklep, Glied d. Kette.
Sklepalni drat, Schliessungsdraht, 172.
Skrajnik, konica, Pol.
Skupnost, Aggregationszustand, 29.
Slamoreznica, Strohschneidemaschine.
Slana, Reif, 196.
Slanomúr, Salzlösung.
Slepota črna, schwarzer Staar, 147.
Slop, steber, Säule.
„ vodni, Wassersäule.
„ zračni, Luftsäule.
„ živega srebra, Quecksilbersäule.
Slušalo, Hörrohr, 108.
Smrk, Pumpe.
„ vodni, morski, Wasserhose, 193.
„ sesalni, Saugpumpe, 95.
„ tlačilni, Druckpumpe, 78, 95.
Sneg, Schnee, 196.
Snemalo, Auslösung (bei Maschinen), 66.
Sodra, Graupe, 196.
Soglas, Accord, 106.
Sokladen, congruent.
Sokot, Nebenwinkel.
Sonnenhof, solnčni kolobar.
Sonnenmikroskop, solnčni drobnogled.
Sopar, para, Dampf, 115.
Sopuh, hlap, Dunst, 115.
Sorodnost kemijska, chemische Verwandschaft, 171.
Sostava valov, Wellensystem, 101.
Sostavljača (sila), Componente, 37.
Spajanje kemijsko, chemisches Verbinden, 109.
Spannkraft, razpenjavost, širivost.
Spannung, napetost.

Specifisches Gewicht, primérna težkota.
Spectrum, šara, 152.
Speiseröhre d. Dampfmaschine, cev napajalka.
Spiegel, zrcalo.
„ Brenn-, zažigalno zrcalo.
„ erhabener, zboklo zrcalo.
„ Hohl-, vboklo zrcalo.
Spiegeltelescop, daljnogled sè zrcalom.
Spillrad, vreteno s palci.
Spindel, vretence, vreteno.
Spindeluhr, ura na vreteno.
Spirale, spiraljka, 75.
Spójina, Verbindung (chem.)
Sprachrohr, govorilo, legat?
Sprijemnost, Adhäsion, 32.
Springbrunnen, vodomêt.
Spritze, brizglja.
Središče, geometrijsko, geometrischer Mittelpunkt, 134.
„ optično, optischer Mittelpunkt, 135.
Sredobežnost, Centrifugalkraft, 59.
Sredotežnost, Centripetalkraft, 59.
Srkati, vpijati, absorbiren, 132.
Staar, grauer, mrena, pêrec.
„ schwarzer, črna slepota.
Stanovitost, Beharrungsvermögen, 21.
Statve, Webestuhl.
Staven, positiven, positiv.
Steber, slop, Säule.
„ električen, elektrische Säule, 171.
„ Voltajev, Volta'sche Säule, 171.
„ Zambonijev, Zamboni's Säule, 171.
Stechheber, natega, buča.
Steigrad, stopnjato kolo.
Steigrohr, stoječa cev, dedec.
Steklo, Glas.
„ zažigalno, Brennglas, 139.
Stellschraube, naravnalni viják.
Stempel, pah (b. Masch.).
Stereoskop, 149.
Sternschnuppe, zvezdni utrinjek.
Steuerung, razdeljevalnik pare, krmilo.
Stickoxydulgas, plin duščevega kisca.
Stickstoff, dušec.
Stiefel der Luftpumpe, škornja.
Stift, klinec.
Stimmgabel, zvenulje, glasbene vilice.
Stisnost, Zusammendrückbarkeit, 22.
Stopnica, Skala, 105.
Stopinja, Zapfenlager.
Stopinja, Grad, 110.
„ mraza, Kältegrad, 110.
„ toplote, Wärmegrad, 110.
Stöpsel, čep, zamašek.
Stoss, udár.
„ centraler, osredni udar.
„ schiefer, krivi udar.
Stožec, Kegel.
Strahl, trak.
Streichen, den Magnet, potezati, drgniti.
Strela, Pfeil, Blitzschlag, 200.
„ ognjena, directer Blitzschlag, 200.
„ vodena, Rückschlag, 200.
Strelovod, Blitzableiter, 201.
Strmina, schiefe Ebene, 48.
Strohschneidmaschine, slamoreznica.
Strom, elektrischer, električni tok.
Stumpf, top, tumpast.
Stundenrad, urno kolo.
Sturm, vihar, viher, vihra.
Stützpunkt, podporišče.
Stvar, predmet, Gegenstand, 8.
Subjektivne svetlobne prikazni, 150.
Sublimat, razhlapina.
Sublimiren, sublimovati, razhlapati.
Südostwind, veter jugovzhodnjak.
Südwestwind, veter jugozahodnjak.
Südwind, jug.
Summe, vsóta, suma.
Sveder, Bohrer.
Svetlikanje, Phosphorescenz, 153.
Svetloba, Licht, 131.
Svinčnica, Bleiloth, 24.

S.

Šara, Spectrum, 152.
Šaren, buntfarbig.
Širivost, Expansivkraft, 85.
Širjava, Breite, 16.
Šiška, Pfanne (b. Maschinen).
Škala, 105.
Škornja, Stiefel, 92.
Škornjica, Saugrohr, 95.
Škripec, Rolle.
„ gibni, bewegliche Rolle, 46.
„ negibni, feste Rolle, 44.
Škulj, Klappenventil.
Število, Zahl, 16.
Številnik, Zähler.

T.

Tačka, Schiebkarren.
Tališče, Schmelzpunkt.
Tangentenboussole, tangentna bussola.
Tangentialkraft, odsrednost.
Taucherglocke, potapljalski zvon.
Tečaj, Zapfen (b. Masch.)
Tehtnica, vaga, Wage, 25, 43.
Tekočen, flüssig.
Tekočina, Flüssigkeit.
Telegraf pisalni, Schreibtelegraf, 179.
Teleskop Herschelov, 136.
„ Spiegel-, teleskop ali daljnogled sè zrcalom, 143.
Telo, Körper, 8, 16.
„ kapljivo, tropfbarflüssiger Körper, 29.
„ plinavo, gasförmiger Körper, 29.
„ trdno, fester Körper, 29.
Telesnina, Körperinhalt, 19.
Temperatura, toplina, 109.
Tension, napetost, razpenjavost.
Teža, Schwere, 23.
Težišče, Schwerpunkt, 39.
Težiščnica, Schwerlinie, Richtungslinie der Schwerkraft, 40.
Težkota, Gewicht, 25.
Težkota, nasebna, absolutes Gewicht, 26.
„ primérna, specifisches Gewicht, 27.
Težnost, Schwerkraft, Gravitation, 9. 17.
Thau, rosa.
Thaumatrop, čarodelni krožnik, 149.
Theaterperspectiv, glediško kukalo.
Theilbar, deljiv.
Theilbarkeit, deljivost.
Theilchen, kleinstes, najmanji delek.
Theilung, delitev, deljenje.
Thermo-elektrika, (elektrika vzbujena s toploto), 182.
Thermometer, toplomér, 109.
Thermometrograf, 186.
Thier, žival.
Thonzelle, prsteni piskrec.
Tisek, tlak, Druck.
Tiskaljka, Druckpumpe, 95.
Tiskalo hidravlično (vodno), hydraulische Presse, 78.
„ s klinom, Keilpresse, 51.
„ z vijakom, Schraubenpresse, 52.
Tiskalnica, Druckpresse, 79.
Tiskarna, Druckerei.
Tlak, Druck.
„ zračni, Luftdruck, 191.
Tlakomér, Barometer, 89.
Tlakomérna visina, Barometerhöhe, 89.
Toča, Hagel, 196.
Točka, Punct.
Tok, električni, elektrischer Strom, 172.
„ mimobežni, Extrastrom, 176.
„ navedeni, indukovani, Inductionsstrom, 175.
Tokarna, Drehbank.
Ton, glas.
„ ganzer, celi glas.
„ halber, poluglas.
Top, tumpast, stumpf.
Toplina, temperatura, 109.
„ srednja, 180.
Toplomér, Thermometer, 109.

Toplota, Wärme, 108.
„ primérna, specifische Wärme, 130.
„ zvezana, gebundene Wärme, 129.
„ žareča, strahlende Wärme, 127.
Toplote teorija, Wärmetheorie, 130.
Toplotna edinica, kalorija, Wärmeeinheit, Calorie, 129.
Toricelli-jeva praznina, Toricelli's Leere, 90.
Tornados, 192.
Trägheit, (Beharrungsvermögen), stanovitost, brezvoljnost.
Trak, Strahl.
„ glavni, Hauptstrahl, 135.
„ svetlobni, Lichtstrahl, 132.
„ toplotni, Wärmestrahl, 127, 132.
„ valovni, Wellenstrahl, 103.
„ vpadni, Einfallsstrahl.
„ zvočni, Schallstrahl.
Transmission, prenos.
Transmissionswelle, prenosno vratilo.
Transversale, preka.
Trd, hart.
Trden, fest, 29.
Trdnota, Festigkeit, 30.
„ lomoporna, relative Festigkeit, 31.
„ trgoporna, absolute Festigkeit, 30.
Treibrad, poganjalec.
Treibstange, poganjalka.
Treibwelle, prenosno vratilo.
Trenje, drgnjenje, Reibung, 62.
„ drsno, gleitende Reibung, 62.
Tres, Schwingung (der Saiten, etc.), 98, 100.
„ postopni, fortschreitende Schwingung, 100.
„ stoječi, stehende Schwingung, 100.
Tresaj, Schwingung, Vibratio.
Trh ali têr, Brietbeschwerer.
Trieb, gonjenik (pri mašinah).
Trikot, Dreieck.
Trittbrett, podložnik, podnožnik.
Troba, Trombe, 193.
Troba vodna, Wasserhose, 193.
Trogapparat, baterija v koritu.
Trombe, troba, smrk.
Tropfbarflüssig, kapljiv.
Tumpast, top, stumpf.
Turbina, 78.
Turmalin, 155, 182.
Tvar, Materie, 8.
Tvarina, Masse, 8, 16.

U.

Učinki električnega toka, 174.
Udar, Stoss, 60.
„ kriv, schiefer Stoss.
„ osreden, centraler Stoss, 60.
Uhr, ura.
Uhrfeder, zmét.
Uhrgewicht, utež.
Umdrehung, zavrt, obrat; (mit materieller Veränderung des gedrehten Gegenstandes), zasuk.
Umgang, obhod.
Undurchdringlichkeit, neprodirnost.
Ungleichnamig, raznoimen.
Unruh, nepokoj.
Unterstützungs-Gegenstand, naslon.
Unterstützungspunkt, podporišče, naslonišče.
Ura, 71.
Ura, električna, elektrische Uhr, 182.
Ura huda, Gewitter, 200.
Ura na valj, Cylinderuhr, 76.
„ „ vreteno, Spindeluhr, 73.
Utež, -i, Gewicht an der Uhr, an der Wage, 25.
Utajen, zvezan, latent, 129.
Utrinjek zvezdni, Sternschnuppe, 200.

V.

Vaga, tehtnica, Wage, 25.
„ s kembeljnom, Schnellwage, 45.
„ sè skledicama, gewöhnliche Wage, 43.

Vaganje dvakratno, 44.
Val, Welle, 100.
Valovanje, Wellenbewegung, 100.
Valj, valjar, Cylinder, 122.
Valjarna, Walzwerk.
Vap, m. barva, Farbe, 151.
Vapno, Kalk.
„ duščevo kislo, salpetersaurer Kalk.
„ ogljenčevo kislo, kohlensaurer Kalk.
Vbokel, concav.
Vboklo zrcalo, Hohlspiegel.
Velikost prividna in prava, 148.
Ventil, zaklopnica.
Ventilluftpumpe, zračna sesaljka sè zaklopnicami.
Verbinden, chem., spojiti, spajati.
Verbindung, chem. spojina.
Verdampfen, paréti, pariti, izparivati.
Verdunsten, hlapeti, puhteti.
Verhältniss, omér.
Versuch, poskus.
Vertheilung der Elektricität, razdelitev elektrike.
Vertikal, navpičen, vertikalen.
Verwandschaft, chemische, kemijska sorodnost.
Verzögert, pojemalen (gib).
Vešča, védenec, Irrlicht, 200.
Veter, Wind, 191.
„ južni, jug, Südwind.
„ jugovzhodnjak, Südostwind.
„ jugozahodnjak, Südwestwind.
„ severni, sever, Nordwind.
„ severovzhodnjak, Nordostwind.
„ severozahodnjak, Nordwestwind.
„ vzhodnjak, Ostwind.
„ zahodnjak, Westwind.
Vetrenica, Windrose, 191.
Vetrenik, Windkessel, 96.
Vetrovka puška, Windbüchse, 87.
Vibrationsbewegung, tres.
Vid, das Sehen, 144.
Vihar, viher, vihra, Sturm, 192.
Vijak, Schraube, 51.
Vijak naravnalni, Stellschraube, 50.
„ ostri, Schraube mit scharfem Gewinde, 52.
„ tumpasti, Schraube mit stumpfen Gewinde, 52.
Vijakova matica, Schraubenmutter, 52.
Vijakovo vreteno, Schraubenspindel, 52.
Višava, Höhe, 16.
Vitel, Winde, 64.
„ pritlični, Erdwinde, 64.
Vlagomér, Hygrometer, 194.
„ z vlasom, Haar-Hygrometer, 194.
Vlažnost zrakú, 193.
Vlomek, Bruch.
Vód, vodka, Hebel, 43.
„ enakoramen, gleicharmiger Hebel, 43.
„ enoramen, einarmiger Hebel, 45.
„ kljukast, Winkelhebel.
„ raznoramen, ungleicharmiger Hebel, 44.
Vodenec, Wasserstoff, 87.
Vodilnost, Leitungsfähigkeit.
Vodilo, Konduktor, Conductor, 169.
Vodnjak, Wasserbehälter, 95.
Vodomêt, Springbrunnen, 77.
Vodoraven, horizontal, wagrecht, 24.
Volta, 170.
Voltajev steber (slop), Volta'sche Säule, 171.
Volumen, prostornina.
Vorlage, podstavljena posoda.
Vorwärmer, ogrevalo.
Vozel, Knotten, Knotenpunkt, 101.
Vozlovka črta, Knotenlinie, 101, 106.
Vpoj, endosmoza, 33.
Vpojnost, Absorption, 34.
Vratilo, Welle, 63.
„ prenosno, Transmissionswelle, 65.
Vrelišče, Siedpunkt, 110.
Vremenoslovje, Meteorologie, Witterungslehre, 183.
Vreteno, Spindel.
„ navodno, Inductionsrolle, 175.

Vreteno s palci, Spillrad, 64.
„ vijakovo, Schraubenspindel, 52.
Vrenje, das Sieden, 115.
Vrh valovni, Wellenberg.
Vršnjak, gornji mlinski kamen, oberer Mühlstein.
Vrtenje, Rotationsbewegung, 54.
Vrteti se, rotiren.
Vrtiljka, elektromagnetična, elektromagnetische Rotationsmaschine, 170.
Vrtinec, Wirbelwind, 193.
Vrtišče, Drehpunkt.
Vrvca brez konca, Schnur ohne Ende, 65.
Vržel, -i, Brecheisen.
Vsrkati, absorbiren.
Vsóta, Summe.
Vsotnik trenja, Reibungs-Coëfficient, 62.
Vzdušnica, ozračje, Athmosphäre, 87.
Vzgon, Auftrieb, 80.
Vzhodnjak, veter, Ostwind.
Vzporeden, parallel.
Vzporednik, Parallelogramm.
„ sil, Kräfteparallelogramm, 41.
Vzvoj, Schraubengang, 52.
Vzvojnica črta, Schraubenlinie, 52.

W.

Wage, vaga, tehtnica.
Wagbalken, prečka, gredelnica.
Wägen, vagati.
Wagrecht, vodoraven, horizontalen.
Wägung, doppelte, dvakratno vaganje.
Walzwerk, valjarna.
Wärme, toplota.
„ gebundene, zvezana toplota.
„ specifische, primerna toplota.
„ strahlende, žareča toplota.
Wärmecapacität, navzetnost za toplota.
Wärmeleiter, prevodnik toplote.
Wärmestrahl, toplotni trak.
Wärmetheorie, mechanische, mehanična teorija o toploti.
Wasserbehälter, vodnjak.
Wasserhose, vodna troba, morski smrk.
Wasserstoff, vodenec.
Watt Jakob, 125.
Webestuhl, statve.
Wechselrad, kolo menjač.
Weckerwerk, budilo.
Weg, pot.
Weitsichtig, daljnovid.
Wellbank, blazina.
Welle, val.
Welle, (bei Maschinen), vratilo.
Wellenberg, vrh valovni.
Wellenbewegung, valovanje.
Wellenmaschine, mašina valovnica.
Wellenscheibe, plošča valovnica.
Wellenstrahl, valovni trak.
Wellenthal, valovni dol.
Wellensystem, sostava valov.
Wellrad, kolo na vratilu.
Weltraum, svetski prostor.
Wendekreis, obratnik.
Westwind, veter zahodnjak.
Wetterleuchten, bliskotanje, igranje zarnic.
Widerhall, odmev.
Widerlager, opora.
Windbüchse, puška vetrovka.
Winde, vitel.
Windkessel, vetrenik.
Windrose, vetrenica.
Winkel, kot.
Wirbelwind, vrtinec.
Wolke, oblak.
Wunderscheibe, čarodelni krožnik.

Z.

Zagozda, Keilschlüssel, 51.
Zähler, številnik.
Zahnrad, zobato kolo.
Zahnwerk, zobato kolesje.
Zahodnjak, Westwind.
Zaklopnica, Ventil, 92.

Zaklopnica varovalka, Sicherheitsventil, 121.
Zakon, postava, Gesetz.
„ pada, Fallgesetz, 56.
„ prirodni, Naturgesetz.
„ težnosti, 24.
Zamašnjak, gon, Schwungrad, 67.
Zamboni-jev steber, Zamboni's Säule, 171.
Zapfen, peta, tečaj.
Zapfenlager, stopinja.
Zarja jutranja, Morgenroth, 154, 197.
Zarnic igranje, bliskotanje, Wetterleuchten, 201.
Zastor na valjarji, Rouleaux.
Zauberlaterne, čarodelno gledilo.
Zavora, Schlagbaum.
Zavrt, Umdrehung.
Zbokel, convex.
Zdrozgalica, žonta, Maische.
Zeiger, kazalec.
Zeigerwerk, kazalo.
Zeit, čas.
Zénica, Pupille, 145.
Zerlegung d. Kräfte, razkladanje sil.
Zersetzung, chem., razkroj.
Zerstreuen, razmetati.
Zerstreuung, razmet, razmetanje.
Zerstreuungsglas, razmetno steklo.
Zerstreuungsspiegel, razmetno zrcalo.
Zgib, Gelenk.
Zglasje, Consonanz, 106.
Zifferblatt, cifrenica.
Zmét, Feder, 30, 73.
„ zavita, Spiralfeder, 30.
Zmetnica, Federhaus, Trommel in der Uhr, 73.
Zoll, palec.
Zollpfund, colni ali carinski funt.
Zone, plasa, pas.
„ gemässigte, umérena plasa.
„ heisse, vroča plasa.
„ kalte, mrzla plasa.
Zoologie, živaloslovje, zoologija.
Zračni prividek, Luftbild.
Zrcalo, Spiegel, 133.
„ povečalno, Vergrösserungsspiegel, 134.
„ ravno, ebener Spiegel, 133.
„ razmetno, Zerstreuungsspiegel, 136.
„ vboklo, Concavspiegel, 133.
„ zažigalno, Brennspiegel, 127.
„ zboklo, Convexspiegel, 133.
Zrcalovanje zračno, Luftspiegelung, 150.
Zrklo, zenica, Pupille, 145.
Zuleitungsröhre, cev privodnica.
Zunanja različnost teles, 28.
Zurückwerfen, odbijati.
Zusammendrückbarkeit, stisnost.
Zusammenhangkraft, zveznost.
Zusammensetzung der Kräfte, skladanje sil.
Zvezan, utajen, latent.
Zvezana toplota, 129.
Zvenulja, Stimmgabel, 104.
Zvezda, Stern.
„ nepremičnica, Fixstern.
Zvezdarstvo, zvezdoslovje, astronomija.
Zveznost, Cohäsion, 29.
Zvok, Schall, 98.
Zvon potapljalski, Taucherglocke, 20.

Ž.

Žar večerni, Abendroth, 154, 197.
„ severni, Nordlicht, 202.
Žarišče, gorišče, Brennpunkt, 127, 134.
Železovec magnetni, Magneteisenstein, 156.
Žival, Thier, 12.
Živaloslovje, Zoologie, 12.
Življenje, Leben, 12.
Žolčast, gallertartig.
Žonta, Maische.

Tiskarske pogreške.

stran:		*vrsta:*	*namesto:*	*čitaj:*
8	16	(odzgor)	sa me	same
18	3	„	lenjivost	brezvoljnost
54	4	(odspod)	proteče	preteče
58	13	„	istočasna	istočasno
64	4	(odzgor)	Spiellrad	Spillrad
66	29	„	Pod. 73.	Pod. 72.
71	23	„	pospevašeno	pospeševano
77	25	„	na pravah	napravah
102	28	„	deliti	delati
104	12	(odspod)	daljnim	daljim
104	9	„	dale	daje
112	22	(odzgor)	**134**	**133**
119	5	„	treh	dveh
119	13	„	Mariotto-vem	Mariotte-ovem
122	5	„	valjar	valjarji
123	33	„	da dela	dela
127	8	„	zračni	zvočni
128	26	„	toplino	toploto
128	27	„	toplino	toploto
128	28	„	toplino	toploto
128	36	„	toplino	toploto
130	7	(odspod)	tridesetine	tridesetino
132	19	„	Zato pa tàma postane na tistej strani telesa, ki je od svetlobe proč obrnjena, pomanjkanje svetlobe.	Zato pa na tistej strani telesa, ki je od svetlobe proč obrnjena, postane pomanjkanje svetlobe, t. j. senca ali tàma.
134	15	(odzgor)	**168**	**163**
159	8	„	jekla	jeklu
165	16	(odspod)	pogače	na pogačo.
177	22	(odzgor)	**225**	**215**
178	16	„	**226**	**216**
181	8	(odspod)	*cf*	*f*
182	22	„	protivnega	positivnega
182	9	„	toplino	toploto
190	4	„	toplota	toploto