



KÖZÖNSÉGES
TERMÉSZETTAN

A MÍVELT RENDEK
SZÜKSÉGEIHEZ ALKALMAZVA.

MAGYAR HÖLGYEK DÍJÁVAL AZ AKADEMIA ÁLTAL JUTALMAZOTT
PÁLYAMUNKA.

ÍRTA
GREGUSS GYULA.

A 98 ábrát fába metszette Russ Károly.

PEST,
EMICH GUSZTÁV, M. AKADEMIAI NYOMDÁSZNÁL.
1861.

TUDOMÁNYOK

CSARNOKA.

I.

KÖZÖNSÉGES TERMÉSZETTAN.

TUDOMÁNYOK
C S A R N O K A.

A MÍVELT RENDEK
SZÜKSÉGEIHEZ ALKALMAZOTT KÉZIKÖNYVEK.

A MAGYAR HÖLGYEK DÍJALAPÍTVÁNYÁBÓL
ESZKÖZLI S KIADJA
A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADEMIA.

ELSŐ KÖTET.
K Ö Z Ö N S É G E S T E R M É S Z E T T A N .

PEST,
EMICH GUSZTÁV, AKADEMIAI NYOMDÁSZNÁL.
1861.

893946 vk→

KÖZÖNSÉGES TERMÉSZETTAN

A MÍVELT RENDEK
SZÜKSÉGEIHEZ ALKALMAZVA.

MAGYAR HÖLGYEK DÍJÁVAL AZ AKADEMIA ÁLTAL JUTALMAZOTT
PÁLYAMUNKA.

ÍRTA
GREGUSS GYULA.

A 98 ábrát fába metszette Russ Károly.

PEST,
EMICH GUSZTÁV, AKADEMIAI NYOMDÁSNÁL.
1861.

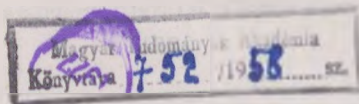
24 21 11

198699

Ha észtörvényeink nem volnának meg a természetben, hiába akarnók ráfogni; ha meg a természet törvényei nem volnának meg eszünkben, nem bírók felfogni

O e r s t e d .

A M. T. AKADEMIA
FŐTTKÁRI HIVATALA



ELŐSZÓ.

NEGYVENNYOLCZ hazafi lelkű nő, Balogh Pál akad. rendes tag által 1860-tól fogva tíz évre, évenként száz negyvennégy darab aranyat kötelezett azon célra, hogy pályázás útján évenként négy tudományi kézikönyv készítettven, egy évtized alatt negyven, az illető szakok állásának s a művelt rendek szükségéinek megfelelő, közhasznú ismereteket tárgyzó, vonzó előadású, tiszta és szabatos nyelvű munka birtokába jöjjen a magyar irodalom; s ez által is a közértelmiség sikeres haladása előmozdításék. Az ügy kezelését, s a jutalomtételeknek egyenként háromszáz forintig kiegészítését, úgy a koszorúzandó munkák kiadását az akademia elfogadván, meghatározza e kézikönyvek tárgyát, kiterjedését, s netáni formai feltételeit.

Az alapítók akaratahoz képest okvetetlenül szükséges, hogy a felvett tárgyak alaposan, a tudomány állásához, a kor érdekeihez, úgy a magyar művelt rendek szükségéi s készülétei fokához mértén dolgoztassanak ki, mi ki nem zárja azt, hogy egyenesen a célnak megfelelő angol, franczia, német, ily munkák ne vétesenek fel alapúl; de ily esetben a bírálat körül egybevetés végett az eredetiek is hozzá csatoltassanak a pályá-

műhöz, megjegyeztetvén egyszersmind, hogy hason becsű eredeti mű még is elsőséget nyer az átdolgozati mű felett. A jutalom csak úgy adatik ki, ha a legjobbnak ítélt könyv egyszersmind a fentebbi minőségekkel bírva, az alapítók által kitűzött czélnak megfelel.

Tekintve az ügy fontosságát, s azt, hogy az akademia tulajdonává levő kézikönyvek keletre számíthatnak, az akademia 1860-ban ez évenkénti négy pályázathoz még négyet csatolt, úgy hogy a hölgyek alapítványa már nem negyven, hanem nyolczvan kézikönyvet fog előidézni, ha az író közönség is lelkesen fog a szép eszme létesítésében kezdet azokkal, kik azt lehetővé tették: kiknek névlajstroma, a dolog emlékezetéül, itt is besoroztatik.

Azon lelkes nők, kik a felebbi özvegnek tíz éven át befizetésére kötelezték magokat, a következők:

Gr. Andrássy Gyuláné, gr. Andrássy Gabriéla, Balogh Melania, gr. Bánffyné, Bárczay-Lónyay Piroska, gr. Batthyány Lajos özvegye, Bohus-Szőgyény Antónia, Csekolics-Lipthay Leonie bárónő, Czékus Mártonné, Fekete Lászlóné szül. Ruttkay Amália, Festetics-Almásy grófné, gr. Forrayné, b. Gerliczy Vinczéné szül. Sztankovánszky Erzsébet, Gerliczy-Kornis Luíza bárónő, Gyürky-Vay Erzsébet, Kállay-Blaskovics Amália, gróf Karácsonyiné, Karácsonyi-Kiss Franciska, gr. Károlyi Edvárdné szül. gr. Kornis Clarisse, Kinsky grófnő, Dadányi Iphigenie, Kóczán Józsefné, Puky Franciska, gr. Kornis Zsigmondné, Kovács-Nedeczky Mária, Kuun-Gyulai grófné, báró Laffert-Kontz Mathilde, Latinovics-Somssich Mária, Lónyay-Kazinczy Otilia, Lónyay Menyhértné, Matkovics-Rhédey Anna, gróf Nádasdy Leopold-

né gr. Forray Júlia, Návoy-Almásy Anna, Nedeczky Ágnes, herczeg Odescalchi Gyuláné, Pázmándy-Domonkos Lydia, Plachy-Ruttkay Mari, Szapáry-Almásy Rozália, Szodoray-Platthy Emilia, özvegy Szücs Lajosné, Tihanyi-Rhédey Borbála, gr. Traunné, gr. Zichy Pálné, szül. gróf Kornis Anna, gr. Vay Dánielné szül. báró Sennyey Amália, gróf Vay-Benyiczky Sarolta, Wass-Gyulay grófnő, Wenkheim-Szapáry Fanny grófnő.

1860. évre a következő tárgyak tűzettek ki:

1. *Füvészet Alapvonalai.*

2. *Közönséges Természettan*, különös tekintettel az általános természettani törvényekre, s a testek tulajdonságaira.

3. *Népszerű Nemzetgazdaságtan.*

4. *A Római Irodalom Történetének kézikönyve.*

1861. évre a következők:

5. *Görögország Története* Nagy Sándorig.

6. *Újabb nevezetes Útazók Története*, különös tekintettel a világ és az északi sark körüli utazásokra.

7. *Fölfedezések Története*, különös tekintettel a gőz és villanyosság alkalmazására, s a fényképirás kifejtésére.

8. *Csillagászat kézikönyve.*

1862. évre:

9. *A közönséges életre alkalmazott Vegytan*, különös tekintettel a földészetre.

10. *Növényzeti Földrajz*, tekintettel a magyar Flóra földrajzi viszonyaira.

11. *A Földtan Alapvonalai*, különös tekintettel a magyarországi vizsgálatok eredményeire.

12. *Állati Élettan Alapvonalai.*

13. *Természettani Földrajz.*

14. *Bölcsészeti Erkölcsstan.*

15. *Görög Régiségtan*, különös tekintettel az állami régiségekre.

16. *A Festészet egyetemes Története.*

Az első évi 1. és 4. sz. alatti pályázat nem lévén kielégítő, újra kihirdettetett. A 2. és 3. sz. alattiakra érkezettek közül megkoszorúzott művekkel indul meg a jelen gyűjtemény.

Különösen a 2. sz. alatti pálya-feladásra 1860-ki június 30-dikaig mint határnapig öt munka érkezett, melyek közül a jelen első kötetben megjelenő *Közön-séges Természettan* a tárgyak czélszerű kiválasztása, helyes berendezése, alapos és világos előadása által, némely apróbb, könnyen megigazítható (s már meg is igazított) tévedések daczára, versenytársai felett előnyösen kitűnt, s azért nyomtatásra és jutalomra teljesen méltónak ítéltetett.

A felbontott jeligés levél, szerzőjének azon tudóst vallotta, kinek neve most már a könyv czímén áll.

Költ Pesten, a Mathematikai és Természettudományi Osztályok üléséből, június 17. 1861.

TOLDY FERENCZ,
titoknok.

Figyelemztetés. Néhány kevés hiba csúszott be a sajtóban, betűk kihullása s nem illő helyökre tétele által. Kettőt még is előleges kijavításra ajánlunk: 37. l. 19. sor *m'm* helyett *mo* teendő; az 51. l. 3. sorában alulról a sor utolsó betűje *e* kitörleendő.

L. 37. a 16. ábra a külső oldalról nézendő; l. 39. a 17. ábrán 12 áll *n* helyett.

GREGUSS GYULA

KÖZÖNSÉGES

TERMÉSZETTANA.

TARTALOM.

I. RÉSZ.

A testek általános tulajdonságairól s legkisebb részeiről.

Bevezetés.

	Lap
1. §. A természetről	1
2. §. Test, tömeg, anyag	2
3. §. A testek halmozata	3

I. Fejezet. A testek általános tulajdonságairól.

4. §. Az oszthatóság	4
5. §. Az összenyomhatóság	5
6. §. A likacsosság	7

II. Fejezet. A testek legkisebb részecskéinek hatásairól.

	Lap
7. §. Az összetartás és taszítás	8
8. §. A szilárd testek erőssége	10
9. §. A szilárd testek fajtái	11
10. §. A ruganyosság	12
11. §. A jegőczödés	14
12. §. A részecskék vonzódása különféle testek között .	15
13. §. A vegyvonzás	17
14. §. Visszapillantás	22

II. RÉSZ.

Nyugalom és mozgás.

I. Fejezet. A nyugalomról s mozgásról általában, különös tekintettel a szilárd testekre.

15. §. Előismeretek	23
16. §. A mozgás előidézése	25
17. §. A mozgás akadályai	26
18. §. A munkáról s gépekről	28
19. §. Több erő összeműködése	31
20. §. Egyenközü erők összeműködése	34
21. §. A föld vonzása	35
22. §. A testek súlya és aránysúlya	37
23. §. A testek súlypontja	39
24. §. Az egyensúlyról	40
25. §. A szabad esés	42
26. §. Esés a lejtőn	45
27. §. Az inga	46
28. §. A hajításról	49
29. §. A rüperőről	51
30. §. Az ütközésről	53

II. Fejezet. A nyugalomról és mozgásról csepegős testeknél.

	Lap
31. §. A nyomásnak egyarántos elterjedése	55
32. §. A nehézség hatása a vízre	56
33. §. A közlő csövekről	58
34. §. Archimedes elve. Úszás	61

III. Fejezet. A nyugalomról és mozgásról terjengős testeknél.

35. §. A levegőről általában	64
36. §. A légkör	66
37. §. A légsúlymérő	68
38. §. A léghajó	70
39. §. Különféle készülékekről, melyeknél a lég nyomása munkálkodik. (A fúvó, szivattyú, fecskendő, víz-sajtó, légszivattyú)	71
40. §. Visszapillantás	79

III. RÉSZ.

A hangról.

41. §. A hang gerjesztése	81
42. §. A hang terjedése	83
43. §. A hanghullámok visszaverődése	85
44. §. A hang erőssége	87
45. §. A ruganyos testek rezgései	89
46. §. A rezgések hatása egymásra	91
47. §. Visszapillantás	94

IV. RÉSZ.

A melegről vagy hőről.

48. §. A melegről általában	96
---------------------------------------	----

I. Fejezet. A meleg hatásai, a térfogat és halmozat megváltoztatása.

	Lap
49. §. A szilárd testek kitágulása	97
50. §. A csepegős testek kitágulása. Hőmérők	98
51. §. A terjengős testek kitágulása	100
52. §. Olvadás és fagyás	101
53. §. Forrás és cseppesülés	103
54. §. Elpárolgás	105
55. §. Gőzgépek	107

II. Fejezet. A melegedés és melegítés különböző módjai.

56. §. A melegnek egyenmértéke	111
57. §. Jó és rossz hővezetők	113
58. §. Hősugárzás	115
59. §. Hőfoghatóság	116
60. §. A melegség nevezetesebb forrásai	117

III. Fejezet. A melegség befolyása az időjárásra.

61. §. A melegség eloszlása földünkön	122
62. §. A szél	124
63. §. A párák telítettsége; a harmat és dér	126
64. §. A köd és felhő	128
65. §. Az eső, hó, jégeső	129
66. §. Visszapillantás	131

V. RÉSZ.

A világosságról vagy fényről.

I. Fejezet. A fény terjedéséről, visszaverődéséről és töréséről.

67. §. A fényről általában	133
68. §. A fény terjedése. Az árnyék	135
69. §. A világítás ereje	137
70. §. A fény visszaverődése	139
71. §. A fény törése	146

	Lap
72. §. A színszóródás	149
73. §. A tárgyak színei	151
74. §. Fénytűnemények a légkörben. (A sugarak visszaverődése a légkörben; az ég színe; a szürkület, hajnallat és alkonyat. A sugártörés a légkörben. A szivárvány)	153

I. Fejezet. A látszerekről.

75. §. A látszerekről általában	158
76. §. A gyűjtő lencse	162
77. §. A szóró lencse	165
78. §. A nagyító vagy görcső	166
79. §. A távcső	169
80. §. A sötét kamra és fényrajzolás	172
81. §. A szem	174
82. §. Visszapillantás	178

VI. RÉSZ.

A delejességről s villanyosságról.

I. Fejezet. A delejességről.

83. §. A delej hatása a vasra	184
84. §. A delejek hatása egymásra	186
85. §. Az iránytű; a föld delejessége	189

II. Fejezet. A villanyosságról.

86. §. A villanyos tűneményekről általában	191
87. §. Jó és rossz villanyvezetők	193
88. §. A villanyosság kettős nyilatkozata	194
89. §. A villanyosság elválasztása, megkötése, kiegyenlítése	196
90. §. A dörzsvillanygép	198
91. §. Az érintkezés villanyosság	201

	Lap
92. §. A villanyos áram hatásai	205
93. §. A villanyosságnak több rendbeli forrásairól . . .	209
94. §. A légkör villanyossága; a villámhárító	211

III. Fejezet. A delejesség s villanyosság kölcsönös hatásai.

95. §. A villany-áram hatása a delejre	213
96. §. A villany-áram delejesítő hatása	215
97. §. A delejnek villany-áramot indító s mozgató hatása	217
98. §. A villany-delejes táviró	218
99. §. Visszapillantás	221

100. §. Altalános visszapillantás	223
---	-----

I. RÉSZ.

A testek általános tulajdonságairól s legkisebb részeiről.

BEVEZETÉS.

1. §. *A természetről.*

Szép szava ez a magyarnak; „természet”; a természet az a mi terem. Értjük ugyanis alatta majd a megtermett, előtermett dolgok összességét; majd azon titkos, megfoghatatlan erőt, mely a teremtő által szabott örök törvények szerint a dolgokat megtermi, támasztja; majd meg a dolgoknak főtulajdonságát, a tűznek p. o. természete, hogy éget, ezzel azt akarjuk mondani, a tűz arra termett, akképen van megtermelve, hogy égessen.

Mi a szónak első jelentéséhez tartjuk magunkat, s a megtermett dolgok összeségét mondjuk természetnek. Hogy e dolgok kapcsolatban vannak, hogy egymásra hatnak, hogy bizonyos törvényeknek hódolnak, azt az ember érzi, sejti, bárha nem tanulta is. Nincs oly műveletlen, oly vad nép, mely a természetnek nagy, csodás tüneményein el ne telnék majd gyönyörködő,

majd meg borzalmas ámulattal: s megimádja az éltető napot vagy a ragyogó csillagokkal hímzett magas ég boltját; leborúl a sujtó villám s csattogó mennydörgés előtt; vagy oltároz a forrás tiszta vizének, s a terebélyes fának; vagy épen egy sziklában, egy kőben imádja a csodatevő hatalmat. De nemde méltóbb az emberhez, imájával a dolgok alkotójához fordulni, a természetet pedig nemcsak bámulásának, hanem vizsgálkodásának, okoskodásának tárgyául is választani? Méltóbb hozzánk bizonyára, hogy elménket a természet jelenségeire vagy tüneményeire, azaz a változásokra, melyeket a természet dolgai mutatnak, irányozván, a mennyire korlátoltságunk engedi, az erőket vagyis a tünemények okát puhatoljuk, kivált pedig azon kiszabott rendet, azon változhatlan törvényeket iparkodjunk kideríteni, melyek szerint ama tünemények végbemennek. Sokat kiderített már e részben az embernek folyton vizsgálkodó és fürkésző, folyton előre és mélyebbre törekvő esze: de a végetlennek végére jární sohasem lehet.

2. §. *Test, tömeg, anyag.*

Mielőtt a testeket s a rajtok észrevehető tüneményeket közelebb szemügyre vennők, hadd tisztázzunk néhány elnevezést. Itt érjük mindjárt az elnevezést: *test*. *Test*nek nevezünk mindent, mi bizonyos tért foglal el; a levegő vagy füst tehát csak úgy testek mint a víz vagy kő stb. Azon tért, melyet a test elfoglal, a *test térfogatának* mondjuk, azon anyagot pedig, mely e tért elfoglalja, a *test tömegének* (massájának). Most ismét azon kérdés támad, mi tehát az *anyag* (materia), de erre rövid a felelet: nem tudjuk. Csak annyit mondhatunk felőle, hogy áthatlan, azaz a tért úgy tölti ki, hogy ott ugyanakkor más valami nem lehet. A *testek* tehát nem egyebek mint az *anyag*nak bizonyos körülhatárolt részei, épen úgy, mint pél-

dául helynek mondjuk azt, mi a térnek bizonyos körülhatárolt részét foglalja el.

A testek térfogatát köböllel, köblábbal, köbhüvelyekkel mérik; a köből vagy koczka-öl alatt oly koczkát értünk, melynek hossza, széle s vastagsága egy-egy öl, a köbláb vagy koczka-láb alatt oly koczkát, melynek hossza, széle s vastagsága egy-egy láb stb. Ha például azt mondjuk, e golyónak térfogata 3 köbláb, azt értjük vele, hogy e golyó annyi helyet foglal, a mennyit 3 koczkaláb.

3. §. *A testek halmozata.*

A testeket állapotjuk vagy mint mondani szokás halmozatuk szerint három osztályba sorozzuk: a kö, az üveg, a jég, a fémek (vagy metallok p. o. vas, arany, réz stb.), a fa és úgy tovább szilárd halmozatuk; a víz, bor, eczet stb., ha nem találnak akadályra, szétfolynak, kicsiben pedig cseppeket képeznek, — ezek csepegős halmozatuk vagy egyszerűen mondva csepegősök, csepegős-folyékonnyak; a levegő, vízgőz stb. végre mindenfelé szétterjednek, a meddig csak lehet, — ezeknek halmozata terjengős (vagy légnemű, gáznemű).

Ismeretes dolog, hogy sok test (és ki tudja nem-e mind?) mind a három halmozatban feltűnik, p. o. a víz mint jég szilárd test, mint közönséges víz csepegős, mint vízgőz pedig terjengős.

Honnan van ezen elnevezés halmozat, alább fogjuk meglátni.

I. FEJEZET.

A testek általános tulajdonságairól.

Vannak tulajdonságok, melyeket kivétel nélkül úgy a szilárd, mint a csepegős és terjengős testeknél tapasztalunk; néhány ily általános tulajdonsággal kell hogy már jóeleve megismerkedjünk.

4. §. Az oszthatóság.

Köznapi tapasztalásunkból tudjuk, hogy a testeket fel lehet darabolni, el lehet aprózni, kisebb részekre lehet osztani. Így a fát elforgácsolhatjuk, a vasat, rezet stb. porrá reszelhetjük, az üveget porrá zúzhatjuk, a krétát, a köveket elmorzsolhatjuk, sőt még a legkeményebb követ, a gyémántot is finom porrá törhetni, melylyel aztán a drágaköveket szokták csiszolni (polírozni).

Némely testek kitünő mértékben oszthatók; az úgynevezett aranyfonalaknak például, bele ezüst, mely kívülről arannyal van bevonva, ezen aranyboríték vagy hüvely oly finom, hogy 12 millió ily aranylemezke egymás fölé rakva csak 1 hüvelyknyi vastagságú. És ily finomra osztható az ezüst is meg a platin (éreny), mely utóbbi fémet Wollaston, angol természetbúvár, oly vékony szálakba húzott, hogy száznegyven ilyen platinszál egy csomóba nem volna még oly vastag sem, mint egyetlen selyemszál. A pók, a selyembogár oly finom szálakat ereszt, a szappanos vizet oly vékonyfalú buborékká fújhatjuk, hogy ezen testeket tapintásunkkal már alig érezzük meg, de még csak meglátni is bajos. Nagy mértékben oszthatók a csepegős testek is; ha vízbe mártjuk ujjunkat, elválasztottuk a vizet, a nélkül, hogy az apró vízcsepkeket éreznők (mint érezzük p. o. a homokszemeket, ha homokba dugjuk az ujjunkat); hogy a levegő szerfölött osztható, már on-

nan következtethetjük, hogy a szemmel nem látható, legapróbb réseken is beférkezik, mi csak úgy történhetik, ha finom részekre oszlik.

A testeket tehát részekre oszthatjuk, oly apró részecskékre, melyeket már alig tapinthatunk, alig láthatunk, de ezzel elértük-e már az oszthatóság határát, melyen túl nem mehetni? koránsem; képzeletünkben, okoskodás útján még tovább folytathatjuk az aprózást. Ennek felvilágosítására csak egy példa szolgáljon. Állott vízben s egyéb folyadékokban is, apró állatkák úgynevezett ázalékok találkoznak, oly aprók, hogy pusztán szemmel nem láthatók; ezen állatkák sűrögnek, forognak, kell tehát hogy tagjaik, izmaik legyenek; mily parányiak lehetnek tehát azon szálaeszkák, edénykéik, melyekből ezen szinte láthatlan állatok tagjai szerkeződnék! Itt már csaknem képzeletünk is elhagy; okoskodásunk helyességére támaszkodva mégis bizvást állíthatjuk, hogy ezen parányiságok léteznek.

De bárha érzékeink, sőt képzeletünk segélyével sem szabhatjuk meg az oszthatóság határát, azt mégsem gondolhatjuk, hogy a testeket végtelenbe elaprózni, úgy az osztást határ nélkül folytatni lehetne. Ellenkezőleg, úgy kénytetünk vélekedni, hogy az oszthatóságnak van bizonyos határa, azaz: hogyha módunkban volna a testeket mind tovább-tovább aprózni, utóvégre oly apró részecskékhöz jutnánk, melyek többé oszthatók nem volnának. Az oszthatóság tehát azon gondolatra vezérel, hogy a testek általunk nem látható, nem tapintható apró részecskékből vannak szerkesztve, melyek egymástól elválaszthatók.

5. §. Az összenyomhatóság.

Sok testet ismerünk, melyet össze lehet nyomni, azaz kisebb térre lehet szorítani, habár csak kis erőt is fordítunk rá; ilyenek p. o. a viasz, a szövetek, a szivacs stb. Másoknál nagyobb erőt kell hasz-

nálni, hogy összenyomhassuk : a vasat, rezet stb. kalapáccsal ütik s így nyomják össze; de még a kemény kövek is összenyomúlnak, ha nagy terhet kell viselniök, mint azt kőoszlopoknál, épületek alapfalainál tapasztalni.

Legkevésbbé lehet összenyomni a vizet s általában a csepegős testeket; roppant erő kell hozzá, hogy a vizet csak valamennyire összébb lehessen szorítani, de azért a víz mégsem végkép összenyomhatlan.

Legnagyobb mértékben tapasztaljuk az összenyomhatóságot a terjengő testeknél; ha egy poharat szájával lefelé fordítva vízbe mártunk, láthatjuk, mily kis helyre szorúl most a levegő, mely elébb az egész poharat betöltötte; mégis fenékgig nem nyomúlhat a víz a pohárba, mert a levegő összenyomhatósága is csak bizonyos határig terjed, másrészt pedig, mint tudjuk, az anyag áthatlan, víz és levegő tehát egyszerre egyazon helyen nem lehet. Így a bűvárharangban is, mely nem egyéb, mint szájával lefelé fordított nagy harang (vagy alúl nyitott láda), az ember loereszkedhetik a folyók vagy nem igen mély tengerek fenekére, a nélkül hogy egy ideig a lehelésre szükséges levegőben fogyatkozást szenvedne.

Ezen tapasztalás, hogy valamennyi test kisebb-nagyobb mértékben összenyomható, azon meggyőződést kelti, hogy azon apró részecskék, melyekből a testek szerkesztvék, nem érintik egymást közvetlenül, hanem bizonyos távolságokban vannak egymástól. Mert különben hogy lehetne a testeket összenyomni? Egyik részecske nem tolakodhatik a másikba, mert az anyag áthatlan; azt kell tehát föltennünk, hogy az összenyomás alkalmával a részecskék között csökken a távolság, hogy a részecskék közelebb szorúlnak egymáshoz.

6. §. *A likacsosság.*

A szivacsot (spongiát) mindenki ösmeri; teli van kisebb-nagyobb közökkel, csatornákkal, melyeknek nyílásai a felszínen kisebb-nagyobb lyukakat képeznek. Minél közelebb vizsgáljuk a szivacsot, annál számosabb ily közöket veszünk észre, s bizonyosan nagyrésze oly apró, hogy pusztá szemmel már nem látható. Ezen csatornákat, közöket, melyek a szivacs belsejét át meg át, keresztül-kasúl járják, *likacsoknak* (kis lyukaknak) nevezik. Ámde a *likacsosság*, mely a szivacsnál oly szembeszökő, koránsem csupán ennek vagy tán néhány hozzá hasonló testnek tulajdona, hanem általában valamennyi testet megillet. Igaz, hogy a testek legnagyobb részénél e *likacsok* oly aprók, hogy pusztá szemmel észre nem vehetők: mégis, ki vonná kétségbe, hogy az embernek s általában az állatoknak bőre, a növényeknek hártyája likacsos? miután tudva van, hogy a nedvek ezeken ki s be szivárognak. Az öltözetünkre használt szövetek, bőrök (p. o. csízmák) likacsosságát nagyon is tapasztaljuk, midőn átázunk, midőn a víz átver rajtok; mert átverni nem tesz egyebet, mint a testek finom közein, likacsain átnyomulni. A legkeményebb fa is beiszsza a vizet, tehát likacsos; hogy ez meggátoltassék s a fa ne romoljon, be szokták fabútorainkat festeni vagy mázzal bevonni (politirozni), azaz: a likacsokat, a mennyre lehet, a festékekkel vagy mázzal bedugják. Ha a folyó fenekéről felhozott követ ketté törjük, úgy találjuk, hogy ha nincs is egészen átázva, mégis belül egy darabra nedves, — a víz nem nyomúlhatna be, ha a kő nem volna likacsos. Ha a vizet melegítik, eleinte levegő takarodik ki a vízből: e levegő a víz likacsaiban tartózkodott. Midőn a füst eloszladoz a levegőben, voltaképen a levegő likacsaiban oszlik szét.

Vannak ugyan testek, melyek a vizet, de sőt a levegőt sem eresztik át, ilyen nevezetesen az üveg,

melynek ez oknál fogva nagy hasznát is vesszük: de az üveg is összenyomható, az üvegrészecskék tehát nem érintik egymást közvetlenül, hanem bizonyos távolságban vannak egymástól, azaz: az üvegben szintén kell hogy közök, likacsok legyenek. Látnivaló, hogy az összenyomhatóság és likacsosság együtt járnak.

Az imént megbeszéltük három általános tulajdonság tehát: az oszthatóság, az összenyomhatóság s a likacsosság azon meggyőződéshez vezérel, hogy a testek apró részecskékből állanak, melyeket kisebb-nagyobb hézagok azaz: likacsok választanak el egymástól. A testnek ezen likacsáiban aztán más testek p. o. víz, levegő stb. foglalhatnak helyet. Minél közelebb szorúlnak egymáshoz a részecskék (például nyomás következtében), annál tömöttebbnek, sűrűbbnek mondjuk a testet.

Most már a halmazat szónak jelentése is (melyet fenebb használtunk) világosabbá válhatik. A testeket ugyanis a mondottak szerint úgy képzeljük, mint egyes részecskék összehalmozását, halmazatát; ily értelemben mondjuk aztán, hogy a testek halmazatának (a részecskék összehalmozásának) három fő módját ismerjük: a szilárdat, a csepegtőt és a terjengőt.

II. FEJEZET.

A testek legkisebb részecskéinek hatásairól.

7. §. Az összetartás és taszítás.

A testek oszthatósága, összenyomhatósága s likacsossága után azt ítéltük, hogy a testek tömén-

telen apró részecskékből állanak, melyeket kisebb-nagyobb közök választanak egymástól. Hogy van mégis, hogy ezen kő, ezen üveg, ezen fadarab szét nem porlik, szét nem mállik, szét nem hull részecskéire? hogy a részecskék, hacsak erőszakosan szét nem választatnak, összetartanak? Nem tudjuk, hogyan van, de annyi bizonyos, hogy kell valaminek lenni, a mi ezen részecskéket egymáshoz csatolja, összetartja s ezt nevezzük összetartásnak vagy a részecskék összetartó erejének. Úgy gondoljuk, hogy a test mindenik részecskéje a szomszéd részecskéket magához vonzza, s ezen közös össze-vonzódás szüli, hogy a részecskék összetartanak. Ezen vonzásból magyarázzuk azt is, hogy a csepegős testek, mint a víz, eczet s a t. cseppeket képeznek.

De ha egyrészt a testrészecskék egymáshoz vonzódnak, összetartanak, s ennek folytán bizonyos erő kell hozzá, hogy a testeket eltörjük, a részecskéket egymástól elszakítsuk, úgy másrészt azt is tapasztaljuk, hogy a testek összenyomására szintén bizonyos erő kívántatik. A levegőt, vizet, vasat s a t. összenyomhatjuk ugyan bizonyos határig, de csak úgy, hogy ezen testek kisebb-nagyobb ellenszegülését legyőzzük. A testek részecskéi tehát ellene szegülnek annak, hogy összebb, hogy közelebb szorúljanak. Innen azt következtetjük, hogy a részecskékben taszító erők is működnek, melyeknek következtében a részecskék egymástól bizonyos távolban késztetnek maradni. Igen nyilvános a taszító erő a terjengős vagy légnemű testeknél, melyek szétterjengnek valamig csak ellenállásra nem akadnak.

A testek részecskéiben e szerint vonzó (összetartó) és taszító (távoltartó) erők működnek.

8. §. *A szilárd testek erőssége.*

A testek kisebb-nagyobb összetartásától függ erősségük. Minél nagyobb az összetartás valamely testnél, annál erősebb, annál nagyobb erő kívántatik elszakítására, eltörésére, összezúzására vagy elfacsarására.

Ha valamely alácsüngő kötelet, gerendát, vasrudat mind jobban s jobban megterhelnek, az mindinkább ki fog húzódni, míg végre elszakad. A kötelek, gerendák s. a. t. vastagságával növekszik az erősség.

Ha azt akarnók tudni, mily teher alatt törik el valamely gerenda vagy rúd, ezt alá kellene két végén támasztani, középre pedig terhet akasztani; ilyféle kísérletekből azt tanulták ki, hogy a gerenda még egyszer annyit bír meg, ha a teher nem a közepén van, hanem egész hosszában egyenletesen van elosztva, de 4-szer kevesebbet, ha csak egyik vége van megerősítve, másika pedig szabadon maradt. A gerenda vastagságával és rövidségével növekszik az erősség.

A testek széttúzása ritkán fordul elő; az oszlopok p. o. előbb kigörbülnek, meghajlanak, semhogy a rajtok nyugvó teher alatt összezúzódniának. E meghajlás annál könnyebben esik meg, minél magasabb s vékonyabb az oszlop.

A fémek között a kovácsoltak rendszerint erősebbeknek bizonyulnak mint az öntöttek; a tölgyfa erősebb a fenyőfánál; a kötelek erősebbek, ha finom szálakból vannak készítve s nincsenek nagyon sodorva: fonott kötelek erősebbek a sodrottaknál.

Igen hasznos az üres hengerek, csövek alkalmazása (csak a cső fala legyen elég vastag); mert p. o. 1 mázsa vasból készült cső több terhet megbír, mint ugyancsak ezen 1 mázsa vasból készült tömött henger vagy rúd. E t a k a r é k o s s á g n a k gyönyörű példájával találkozunk a természetben, így például a gabnafajoknál, hol a szárnak nehéz kalászatokat kell hordozni,

e száraz csövek ből (szalmacső) nem pedig tömör nyelekből szerkesztvék.

9. §. *A szilárd testek fajai.*

Az összetartásnak kisebb-nagyobb mértéke szerint a testek, a mint láttuk, többé-kevésbbé erősek; ezenkívül azonban még az összetartásnak ilyen vagy amolyan módja szerint (melynek mivoltát nem ismerjük) az egyik test kemény, a másik lágy, az egyik merev, a másik nyúlós, az egyik inkább a másik kevésbbé ruganyos.

A ruganyosságot majd alább külön megbeszéljük.

Kemény a test, ha részecskéit nem lehet könnyen helyökből kitolni, félrenyomni; lágy, ha részecskéi könnyen engednek, félrenyomúlnak. A keménység nem jár mindig együtt az erősséggel, így p. o. a kovácsolt vas lágyabb mint az öntött vas, mégis erősebb. Két test közül azt tartjuk a keményebbnek, mely a másikat megkarczolja; a kova megkarczolja az üveget, a kova tehát keményebb az üvegnél. A gyémántnál keményebb testet nem ismerünk. Az aczélt úgy keményítik, hogy megtüzesítik, azután hirtelen meghűtik. A lágy testeket, p. o. a nedves agyagot, vagy meleg viaszt, különféle alakúvá lehet gyúrni, azért gyurmásoknak is nevezik.

Merev a test, mely hamar pattan, hamar törik, melynél tehát a részecskéeknek már csekély félretolása is megbontja kapcsolatukat, ilyen p. o. az üveg, kivált ha hirtelen van hűtve, a hideg viasz, a nagyon keményített aczél s. a. t. Nyúlós ellenben a test, ha részecskéi tetemes félretolást szenvednek meg, a nélkül hogy elszakadnának egymástól; az ilyen testek tehát széthúzhatók, megnyújthatók, kalapálhatók s. a. t. mint azt sok fémnél p. o. a réznél, kivált pedig az aranynál, ezüstnél és platinnál tapasztalni.

10. §. *A ruganyosság.*

Ha az erősen feszített húrt vagy zsineget kirántjuk helyéből, auztán eleresztjük, vissza rúg, vissza pattan; rántás közben a húr vagy zsineg megnyúlt, részecskéik távolodtak egymástól, mihielyt azonban a kényszer megszűnt, régi helyzetökbe visszatörekednek. A lószőrrel tömött vánkös, melyet lenyomtunk, újra megereszkedik, kitágul, mihielyt megszűnik a nyomás; a lószőrnek összenyomott részecskéi tehát régi helyzetökbe visszatörekednek. Ha egy vesszőt meghajtunk, a meggörbült vessző felső felén széthúzzuk, alsó felén összebb szorítjuk a részecskéket; mihielyt eleresztjük a vessző egyik végét, vissza rúg, a részecskéik erőltetett helyzetökből régi helyzetökbe visszatörekednek. A részecskéiknek ebbeli törekvését, hogy a rájuk kényszerített helyzetből a régi helyzetbe visszatérni igyekeznek, nevezzük ruganyosságnak, vagy pedig rúgó erőnek, feszítő erőnek.

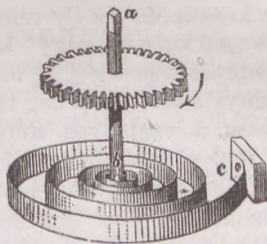
A tapasztalás azt mutatja, hogy csekély nyomás, húzás, hajlítás vagy facsarás irányában minden test ruganyos, azaz, hogyha a részecskéik csak kevésse tolatnak ki helyökből, ide visszatérnek, mihielyt szabadjokra vannak hagyva. Közönségesen azonban csak oly testeket nevezünk ruganyosaknak, melyek tetemesebb nyomás, húzás s. a. t. irányában is megtartják rúgó erejüket; ide valók tehát, a fenebbi példákban említettekön kívül, a mérsékelt keménységű aczél, elefántcsont, halcsont, rugacs (gummi elasticum) s. a. t. A levegőt is a ruganyos testekhez számítjuk.

Bármekkora legyen valamely test ruganyossága, de van bizonyos határa; ha a megfeszített húrt túlságosan rántjuk ki, nem vissza hanem elpattan; ha a nádpálczát erősen meghajtjuk, nem tér vissza egészen régi helyére, hanem görbe marad. Sokszoros erő-

tetés csökkenti a rugó erőt; tudjuk, hogy a legruganyosabb vánkos is utóvégre elveszti eredeti alakját s összelapul; a húzamosan feszített szíj végre megnyúlik, s ha szabadon hagyatik sem ölti vissza többé régi alakját.

A ruganyos testeknek sokszerű hasznát vesszük az életben. A helyzetéből kikényszerített ruganyos test ugyanis visszafeszül s ezen feszítésével mozgást idézhet elő; így például az íjjaknál a meghúzott húr vagy zsineg visszapattanva kiröpíti a nyilat. A gépeknél használt rugókat jobbra aczéllemezekből készítik; a zsebórákban összetekert aczélrugó — mint az 1-ső ábrában látható —

(1. ábra.)



egyik végével *b*-nél egy forgatható tengelyhez van erősítve, másik végével pedig *c*-nél egy mozdulatlan oszlopkához. Ha már most az óra kulcsával az *a* tengelyt a nyíl irányában forgatjuk (az órát felhúzzuk), a rugó mind jobban s jobban betekerődzik, tehát erősebben feszül: magára hagyatva azután ruganyosságánál fogva kitekerődik régi helyzetébe; de e közben a tengelyt is, meg a rajta levő fogas kereket is forgatja, mely azután az óramű többi kerekeit hozza mozgásba. Másrészt a ruganyos testek igen alkalmasok a lökések, ütések feltartóztatására; a lökés által összenyomott test ugyanis ruganyosságánál fogva visszafeszül, s ezáltal csökkenti a lökés erejét. Így például tudva van, hogy a törékeny portékát, üveget, cserepet s. a. t. a rázódás ellen óvandók, szalma, széna, gypot s hasonló ruganyos testek közé rakjuk; hogy a hintó nem ráz, mert rugókon függ, melyek a kerekek tengelyére ható lökéseket felfogják s enyhítik. Végre öltöztetül is többé-kevésbbé ruganyos testeket (szöveteket,

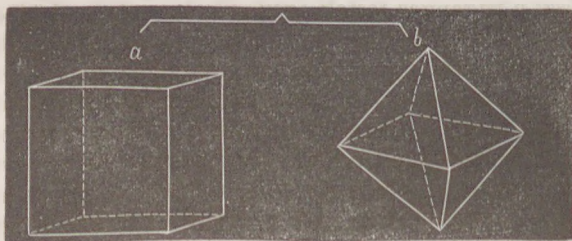
bört) választunk, melyek tagjainknak szabad mozgást engednek s a mellett eredeti alakjokat visszaöltik.

11. §. A jegőcződés.

A ki a fagyásnak induló vizet valamely edényben vagy az ablaktáblán figyelemmel kíséri, észreveheti, hogy a jég eleinte finom tűkben képződik, hogy a jégrészecskék nem összevissza, hanem bizonyos renddel csatlakoznak egymáshoz. Nemcsak a víznél hanem egyéb folyadékoknál és légneműeknél is tapasztalni, hogy midőn szilárdakká válnak, a részecskék bizonyos rendben telepednek egymás mellé s ily módon rendes alakú testeket képeznek. Az ily rendes alakú testeket a jég után jegőczőknek vagy kristályoknak nevezik, képződésüket pedig jegőcződésnek. Csaknem valamennyi szervetlen testnél tapasztalható e hajlandóság a szabályos képződésre. (Szervetlen testek azok, melyeknek nincsenek szerveik, azaz oly eszközeik, mint a növényeknek s állatoknak, melyek ezen eszközeiknél fogva belsőképen fejlődnek, élnek, s ez okból szerves lényeknek mondatnak.)

A jegőczük alakja igen sokféle; példaképen csak egy-kettőt említünk; a konyhasó rendes kőc z k á k k á képződik (2-dik ábra *a*); a gyémánt szabályos ny o l c z l a p ú jegőczőket képez (2-dik ábra *b*).

(2. ábra.)



Szabályos jegőczők csak úgy képződnek, ha a test előbb csepegős vagy légnemű állapotban

van, hogy részecskéi könnyen mozoghassanak s rendezkedhessenek, aztán, ha nem igen hirtelen szilárdul meg, hogy részecskéi csendes rendezkedésükben meg ne zavarodjanak. Egyébiránt észrevették, hogy még a szilárd testekben is, hol tehát a részecskék mozgékony-sága meg van akasztva, történhetik valami hasonló, hogy a részecskék másként rendezkedhetnek mint előbb voltak, s ezzel a szilárd test szerkezetét megváltoztathatják. Így például a kocsikerek vastengelyei húzamos rázkódtatás folytában jegöczös szerkezetet öltenek, ez okból aztán merevebbek s könnyen törnek.

Az anyagok jegöczödött állapotban keményebbek mint a nem jegöczödött vagy úgynevezett alakatlan (azaz: nem szabályos alakú) állapotban. Ez tapasztalás útján bizonyult be, miután sok anyag van, mely majd jegöczödött majd meg alakatlan állapotban fordul elő. Ilyen, hogy csak egyet említsünk, a szén, melyet alakatlan állapotjában mint kormot jól ismerünk, jegöczödött állapotjában pedig mint gyémántot a legkeményebb, legbecsesb drágakőnek valljuk.

A mondottakból kiviláglik, hogy a részecskékben működő vonzó s taszító erők nem csak arra szorítkoznak, hogy a részecskéket össze avagy szélllyel tartsák, hanem egyúttal alakítólag is hatnak, azaz: a részecskéket bizonyosrendben sorakozni késztetik.

12. §. A részecskék vonzódása küllönnemű testek között.

Eddigelé egyazon test részecskéit szemléltettük; lássuk most, miként viseltetnek egymás irányában küllönnemű testek részecskéi, ha közel jutnak egymáshoz.

Midőn krétával, rajzónnal stb. írunk, azt mondjuk, hogy a kréta fogja a fát, a rajzón fogja a papírost stb., azaz: hogy a kréta, rajzón stb. részecskéi rajta maradnak, ráta padnak a fára vagy papírra;

hasonlóképen a tinta is rajta marad a papíron, a víz pedig szétfolyik az üvegtáblán, mi arra mutat, hogy a víz csatlakozik, vonzódik az üveghez. E tünetmények azt mutatják, hogy különemű testek részecskéi is vonzódnak egymáshoz, s a vonzódás következtében kisebb-nagyobb mértékben összetapadnak. A tapadást úgy a szilárd, mint a csepegős és terjengős testeknél tapasztaljuk; lássuk sorjában:

A szilárd testeknek egymáshoz való tapadásán alapszik, mint már említve volt, a krétával s rajzónnal írás; ha simára csiszolt két lemezt összeszorítunk, bizonyos erő kell hozzá, hogy ismét elválaszszuk, tapadtak tehát egymáshoz.

Hogy szilárd és csepegős testek között van tapadás, azt sokszor van alkalmunk megvizsgálhatni. Így ha valami edényből csendesen öntjük a vizet, ez nem hogy leömlenék, hanem részben az edény falain húzódik, folyik lefelé; mi okozza ezt, ha nem az edény és víz részecskéinek kölcsönös vonzása? Abból, hogy a víz az asztalon például szétfolyik, azt kell következtetnünk, hogy az asztal farészecskéi erősebben vonzzák a vízrészecskéket mint ezek egymást, vagyis hogy a tapadás erősebb mint a vízrészecskék összetartása; ez esetben azt mondjuk, hogy a test meg nedvesedik. Ellenben, ha az asztal zsíros, olajos, a vízrészecskék jobban összetartanak s kisebb-nagyobb cseppekbe gyűlnek, itt tehát a vízrészecskék összetartása erősebb, mint a zsír stb. által a vízre gyakorlott vonzás: ily esetekben azt szoktuk mondani, hogy a test meg nem nedvesedik. A testeknek a tapadását gyakran fölhasználjuk a közéletben; a ragasztás, enyvezés, vakolás stb. mind ezen alapszanak.

Némely csepegős és szilárd testek között a vonzódás oly erős, hogy a csepegős test a szilárdnak nemcsak külsejét nedvesíti meg, hanem behatván likacsába, belsejét is, s ez által a részecskék elválását eszközli. Így a cukor a vízben átnedve-

sül; és szétmállik más szóval a víz feloldja a czukrot. Az ily folyadékot aztán oldatnak nevezzük; a só oldat például oly víz, melyben só van feloldva. Megjegyzendő az is, hogy ezen feloldásnak megvan a maga határa, azaz: egy font víz csak bizonyos mennyiségű sót stb. oldhat föl; ha a víz egyszer megtelt sóval, többet abból nem oldhat.

Hogy csepegős testek között is van helye e kölcsönös vonzódásnak, azt mindennapi tapasztalásból tudjuk, így a bor összekeveredik a vízzel; az ily folyadékot keveréknek mondjuk. De már például víz és olaj közt csekély a vonzódás, mint már említettük is; azért e két folyadék nem is keveredik össze, hanem az olaj a víz felszínén marad.

Végre, ha figyelembe vesszük, hogy a só, papiros s egyéb testek nedves levegőben megnedvesednek, hogy ruháink, ha füstös helyen voltak, húzamosban megtartják a füstszagot: azt kell ítélnünk, hogy a terjengős és szilárd testek között is megvan a tapadás. A tapadásnak e nemét beszívásnak, benyelésnek nevezik. Nemcsak a szilárd, hanem a csepegős testek is beszívják, benyelik a terjengősöket.

Az elősoroltakból méltán következtetjük tehát, hogy nemcsak egyazon test részecskéi vonzódnak egymáshoz (összetartás), hanem a külön nemű testek részecskéi is gyakorolnak egymásra vonzást, mely az összetartásnál gyakran erősebb.

Nyilatkozik a részecskéiben még egy hatalmasabb vonzás is, az úgynevezett vegyvonzás, ezt azonban külön beszéljük meg.

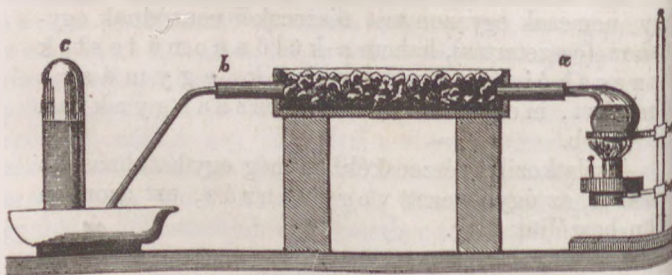
13. §. A vegyvonzás.

Midőn valamely folyadék a szilárd testet feloldja, vagy más folyadékkal összekeveredik, voltaképen nem történik egyéb, mint hogy e testek részecskéikre oszladoznak (a kölcsönös vonzás

következtében), a nélkül azonban, hogy természetökből kivetköznének; így a czukros vízben épségben megvannak a czukorrészecskék a vízrészecskék között, így a boros vízben a bor meg víz csak szét van oszolva, de gyökeresen egyike sem változott meg. Ámde nyilatkozik még, mint említettük, egy hatalmasabb vonzás is, a vegyvonzás; ennek hatása alatt még a részecskék is felbomladoznak, s más test felbomladozott részecskéivel akként elegyednek, hogy egyesülésökből egészen más természetű test származik. A részecskéknek alkatrészeit, melyekre ily módon bomlanak, parányoknak, atomoknak nevezik, s ezeket eddigelé semmiféle úton-módon nem vagyunk képesek tovább bontani. A tudomány, mely ezen vegybomlásokat és vegyüléseket vizsgálja, vegytannak, chemiának neveztetik; nekünk itt egykét példával kell beérnünk.

Megkísértjük felbontani a vizet, ezen általánosan elterjedt s ismert testet. Ez következő módon eshetik meg : (3-dik ábra) egy puskacsőbe, melyet *ab*-nek ne-

(3. ábra.)



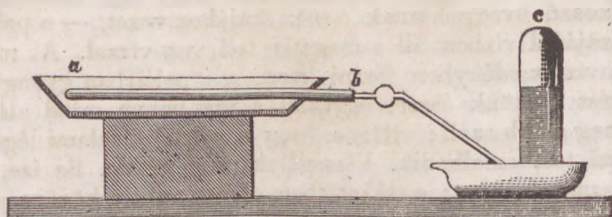
vezzünk, vasforgácsot rakunk, s hogy ez megtűzesedjék, a csövet izzó parázs közé helyezzük. E csőbe egyik végén *a*-nál üvegedény szolgál, melyben vizet forralunk az alatta égő lámpa segélyével; másik végébe *b*-be pedig

görbített üvegcső van szorítva, mely egy felborított, hosszú üveg pohárnak c-nek szájához vezet, — e pohár szájával vízben áll s maga is teli van vízzel. A mint a víz az edényben forrni kezd, a c pohárban gyöngyözést veszünk észre, egyúttal a víz benne mind alább meg alább száll; világos, hogy a pohárba valami lég-nemű test emelkedik. Vizsgáljuk meg miféle. Se íze, se szaga, se színe; e tekintetben olyan mint a közönséges levegő, de ha parázsló gyufát hozunk közelébe, lángra lobban, tehát mégsem lehet levegő; van továbbá módja, hogy meg lehessen mérni, s ekkor kitetszik, hogy e lég-nemű test, ezen gáz, több mint 14-szer könnyebb a levegőnél, ezen tulajdonságánál fogva könnyű vagy könnyűgáz (hydrogen) a neve. De honnan került e könnyű? vagy a felforralt víz gőzéből, vagy a vasforgácsból. Ha a vasforgácsot kiszedjük a puska csőből, úgy találjuk, hogy nehezebb lett s fényes fekete bőrrel van bevonva; a forgács tehát nem hogy adott volna valamit, hanem fölszedett valamit, a mi a fölszínét megváltoztatta. E szerint a könnyűt a vízgőz szolgáltatta. A felforralt víznek gőze ugyanis a puska csőben felbomlott; egyik alkatrészét megkaptuk mint könnyűt, míg másik alkatrésze a vassal vegyülvén, azt átalakította; ezen alkatrészt majd megnevezzük később, most csak annyit, hogy a testet, mely ezen vegyítkezésből származott, vasélegnek nevezik.

Az előadott esetben tehát a vegyvonzás oly hathatós, hogy a vasrészecskék a víz részecskéit felbontják, s ezeknek egyik alkatrészét magokhoz ragadják, a másikat pedig, a könnyűt, szabadjára hagyják. Eből is kilátszik már, hogy e vegyvonzás különböző anyagoknál különböző erejű.

Lássunk még egy példát. Az előkészületek (4-dik ábra) csaknem olyanok mint előbb, csak hogy a vízforraló edény elmarad, a puska cső helyett pedig egyik

(4. ábra.)



végén *a*-nál zárt üvegcsövet veszünk, melynek másik *b* végébe a görbitett üvegcső van illesztve; ez mintegy felényire nyúlik fel a *c* pohárba, mely szájával lefelé van a vízbe fordítva. Az *a b* üvegcsőbe higanyt (kén-esőt) tesznek, a cső körül pedig homokot; ily módon aztán a higany huzamosb ideig melegszik. Néhány nap múlva úgy találjuk, hogy a víz a *c* pohárba felebb szállott, itt tehát nyilván a levegő megfogyott. De mi több, ezen a pohárban visszamaradt légnem többé nem is a mi közönséges levegőnk, mert a gyertya kialszik, állat p. o. madár megfúl benne, — egyébiránt se színe, se szaga, se íze, mint a közönséges levegőnek. Ezen légnevet vagy gáznemet *lég e n y n e k* (azot, nitrogen) nevezik. E kísérletből már eddigelé annyi kiviláglik, hogy a közönséges levegőnek azon alkatrésze, mely a tűz élesztésére, az állatoknál pedig a lehelésre szükséges, a pohár alól eltávozott. Hogy hova lett, azonnal megítélhetjük, ha az *ab* csőbe öntött higanyt vizsgálat alá vesszük; mert íme, itt a higany helyett veres port találunk, melynek egyúttal súlya nagyobb mint a használt higanyé; a higany tehát felszedte a levegőnek egyik alkatrészét, s ezzel vegyítkezvén más természetű testté vált. Az így származott veres pornak *veres higanyé leg a neve*.

De nagyobb bizonyosság kedvéért folytassuk még kísérletünket; a készülék úgy marad mint a 4-dik ábrában, azon különbséggel, hogy a poharat vízzel töltve

fordítjuk a görbe cső szája fölé. A higany helyett most ugyancsak az imént képződött veres higanyéleget teszszük az *ab* csőbe, s ezúttal erősebben melegítjük. S íme, a veres por felbomlik s újra higanynyá válik, elereszti tehát azon gáznemet, melyel vegyítkezett volt; e gáz csakugyan gyöngyözik is a *c* pohárban, s ha e gázt vizsgálat alá vesszük, úgy találjuk, hogy szintén íz, szag és szín nélkül való, hogy azonban a parázsló gyufa vagy tapló eleven lángra lobban, állatkák pedig igen vígan vannak benne. Levegőnknek tehát csakugyan ez azon alkatrésze, mely a lehelésre és a tűz élesztésére szükséges; ezen tulajdonságánál fogva élenynek (oxygen) nevezik.

Ez esetben a vegyvonzás úgy nyilatkozott: hogy a melegített higany a levegőnek egyik alkatrészét az élenyt magához ragadta, s azzal vegyítkezvén új testté változott át.

Az élenyről még jegyezzük meg, hogy mérésekből az derül ki, hogy közönséges levegőnkben változatlanúl közel négyannyi helyet fog el a légeny, mint az éleny, úgy hogy p. o. 5 köbhüvelyk levegőben 4 köbhüvelyk légeny s 1 köbhüvelyk éleny van együtt. Előleg megjegyezhetjük azt is, hogy ha éleny és könny kerül össze s megmelegítetik, e két gáz vizet képez. Azon alkatrész tehát, mely első kísérletünkben a vízgőzből a vashoz szegődött s azt vaséleggé változtatta, szintén éleny. Lesz még alkalmunk meggyőződni, hogy a víz az élenynek s könnynek vegyítkezése.

A mondottakból kiderül az is, hogy a testek vegyítkezését, vegyi felbomlását a melegség hathatósan elősegíti. Azon testeket, melyeknek részecskéit vegyi úton sem lehet tovább felbontani, törzsanyagoknak, vagy elemeknek nevezik. Jelenleg több mint

60 ily elem van ismerve, ilyenek például az éleny, légenny, köneny, széneny (a szénnek fő alkatrésze), vas, arany, ezüst, réz, higany stb.

14. §. *Visszapillantás.*

Mindaz a mi tért foglal el és áthatlan, anyag-nak mondatik.

A legapróbb anyagi részecskék vonzó s taszító erőkkel vannak felruházva. A kölcsönös taszításnál fogva a részecskék nem érintkeznek közvetlenül, hanem bizonyos távolban maradnak egymástól, úgy hogy azon hely, melyet valamely test elfoglal, nincs merőben anyaggal töltve. A vonzódás nyilatkozik részint abban, hogy egyazon test részecskéi összetartanak, részint abban, hogy különmemű testek egymással vegyülnek (vegyvonzás), keverednek, egymást feloldják, beszívják, s egymáshoz tapadnak.

Mind a vonzás, mind a taszítás csak a legközelebb eső részecskékre, tehát mérhetlenül kis távolságra hat.

A részecskék íme vonzódásuk folytán összetársúlnak, s így testeket képeznek. A testek ezen összetársulás különböző módja szerint vagy szilárdak, vagy csepegősök vagy terjen-gősök; a szilárdak ismét erősségre, keménységre s nyulósságra különbözök; de valamennyi test likacsos, összenyomható s osztható, épen mert egyes részecskék szövetkezéséből áll; egyúttal valamennyi test többé-kevésbbé ruganyos.

A természettan feladata a testek változásait azaz a tüneteményeket vizsgálni, s a törvényeket, melyek e tünetemények elé vannak szabva, nyomozni.

II. RÉSZ.

Nyugalom és mozgás.

I. F E J E Z E T.

A nyugalomról s mozgásról általában, különös tekintettel a szilárd testekre.

15. §.

A természet mozgalmasabb, mint első tekintetre látszik. Eltekintve az állatoktól s növényektől, melyek testében szüntelen mozgáshoz van kötve az élet, csak futó pillantást kell vetnünk a keringő égitestekre, a lenge levegőre, a folszálló ködre s lehulló esőcseppre, a hullámzó és folyó vízre, s máris sokszerű mozgásnak példáival találkozunk. A tüneteményeket azonban közelebb-ről vizsgálva, azt kell sejtenünk, hogy kicsiben is, a testek legapróbb részecskéi örökös sürgés-forgásban vannak; ismeretes dolog például, hogy a víz majd sürdül, majd megritkúl, majd jéggé fagy, majd gőzzé változik, ez pedig megannyi mozgással járó tünetmény. Utóvégre földünkön már csak azért sem mondhatni semmit is nyugalomban, mert e földteke maga is forog, mindennel a mi rajta van. Ha mégis nyugalomról, nyugvó testekről beszélünk, azt oly értelemben kell venni, hogy e vagy ama test ránk nézve nem változtatja

helyét. A ki hajón megy, a széket, az asztalt nyugvónak tekinti, valamíg e tárgyak az ő irányában megtartják helyüket; így a földön is nyugvónak tekintjük mindazt, mi ránk nézve helyét nem cseréli.

A mozgásnak módja különböző; a repülő nyíl mozgása más, mint a pergő orsóé vagy az ide-oda billegő hintáé; amott a mozgó test valamennyi része egyaránt osztozik a mozgásban — ez a haladó mozgás vagy haladás; az orsónak ellenben vannak részei, melyek épen nem mozognak, s ezek sora képezi a tengelyt, s ettől minél távolabb esik valamely testrészecske, annál erősebben mozog, — az ily mozgást forgásnak, a tengely két végpontját pedig sarkaknak nevezik. Földünk is forog, van tehát tengelye s két sarka, mely körül a gömb többi részei mozognak. Végre a hintának vagy a fal-óra ingájának ide-oda járása úgynevezett rezgés vagy hintázás. Ha valamely test részecskéi egymás után kezdenek rezegni, támad a hullámozás; képzeljünk egy sor embert egymás után, kik jobbra-balra hajlongnak, de úgy, hogy az első kezdi, utána kis idő vártatva a második, azután a harmadik s úgy tovább, — az egész sor, mintha kigyóznék, hullámozanék. Így hullámozik a megfeszített s rángatott kötél, így a víz. — Az említettük mozgások együtt is megférnek; a kocsni kereke halad is, forog is; a folyó vize halad is, hullámozik is.

Az irányt illetőleg vagy mindig ugyanazon irányban marad a mozgó test, s ekkor egyenes vonalban halad, vagy pedig szüntelen változtatja irányát, s ekkor görbe vonal mentében halad, mint például a ferdén dobott kő.

Egy van még hátra, mit a mozgásnál szemügyre kell vennünk: a gyorsaság. Gyorsaságnak az egy másodpercznyi idő alatt végzett utat szokás nevezni. (60 másodpercz tesz 1 perczet s 60 ily percz 1 órát). E folyó gyorsasága 8 láb, mondjuk, ha vize másodperczenként 8 lábra halad. De vannak esetek, hol e gyors-

saság nem egyenletes, hanem vagy növekszik vagy csökken. A ki már szaladt meredek partról, tapasztalhatta, hogy, hacsak erőt nem vehetett magán, mind szaporábban meg szaporábban aprózta lépteit; ez történik a leeső kövel is, míg a feldobott kö ellenkezőleg lassabban meg lassabban repül. Amaz a gyorsuló, az utóbbi pedig a lassuló mozgás.

16. §. A mozgás előidézése.

Magától semmisen történik. A mozgásnak is kell, hogy valami oka, indítója legyen; — ezen okot nevezzük erőnek. Az erőre csak hatásából következtethetünk, magát az erőt nem láthatjuk, nem tapinthatjuk. Minél nagyobb a hatás, annál nagyobbnak itéljük az erőt, mely előidézte. A süvöltő golyónál nagy erőre gondolunk, roppant gyorsaságánál fogva; a gőzkocsinál nagyra, nem csak a gyorsaság-, hanem a lódított tömeg nagyságánál fogva is. S ha például két különböző tömegű fatekét egyazon gyorsasággal akarunk elhajítani, nagyobb erőt fog kelleni alkalmaznunk a nagyobb tömegűnek eldobására; nagyobbat akkor is, ha ugyan csak e tekének nagyobb gyorsaságot akarunk adni. Annál nagyobb nak itéljük tehát az erőt, minél nagyobb a tömeg, melyet mozgat, s minél nagyobb a gyorsaság, melylyel azt meglóditja.

A dobás, lökés, pillanatnyi erők; meglóditják a testet s azután magára hagyják; ez magától mitsem változtathat mozgásán, mozog tehát változatlan gyorsasággal. A 100 lábnyi gyorsasággal kilövött golyó örökké 100 lábat futna másodpercenként, ha futásában más egyéb erők meg nem háborítanak. Másként áll a dolog, ha az erő folytonosan hat, mint például a vonzás, tolás, mert itt a mozgó test nem hagyatik magára, hanem folyton nógattatik, és így mozgása vagy gyorsul vagy lassodik. Erről majd alább bővebben lesz szó. — Minthogy a nyugvó testek magoktól

meg nem indulnak, hasonlóképen a mozgók magoktól meg nem állnak, sem pedig mozgásuk gyorsaságát és irányát magoktól meg nem változtathatják: azt mondjuk hogy a testek kitartóssággal bírnak, azaz: hogy meglevő állapotjukban kitaranak, megmaradnak, a míg csak valami erő abban meg nem háborítja. Ezt sokszor van alkalmunk megvívgyázhatni; ha a ladik hirtelen elindul a parttól, a part felé biczczenünk, mert testünk felső része még veszteg marad, midőn alsó része már indulóban van; ha a koci hirtelen megáll, a koci eleje felé biczczenünk, mert testünk alsó része, már veszteg van, midőn felső része még előre mozog. Így ha egy pohár vizet elrántunk, a víz elmarad s hátrafelé kilocszan; ha a poharat hirtelen megállítjuk, a víz még egy darabig mozog, s ezért előre, a mozgás irányában locszan ki. Ha a fejsze nyelét alsó végével köhöz ütjük, a fejsze még egy darabig folytatja mozgását, mikor a nyele már veszteg van, s e szerint beszalad a nyelébe; tudjuk, hogy a kalapácsot s egyéb szerszámokat is ily módon szokás nyelükön beljebb verni. Ha mindennapi életünkben figyelmesen körültekintünk, könnyen fogunk még több ide vágó példát találhatni.

17. §. *A mozgás akadályai.*

Valamint erők idézik elő a mozgást, úgy vannak ellenható erők is, melyek azt megakasztják. Ilyenek a közeg ellenállása és a surlódás.

Valaki át akar törni a sokaságon. Minél sűrűbb a néptömeg, annál nehezebben hatol előre; minél tágabb utat akar vágni, annál jobban meg kell feszítnie erejét; minél gyorsabban akar haladni, annál több erőt kell kifejtenie, még pedig fokozott arányban, mert annál több embert s annál nagyobb gyorsasággal kell, hogy félreszorítson. Ily ellenálló tömeg a levegő is, meg a víz, vagy bármi egyéb folyadék. A vízben nehezebb mozognunk mint a levegőben, mert az sűrűbb ez

utóbbinál. A deszka könnyebben hasítja a levegőt élvél mint lapjával, a hajó is a vizet könnyebben orrával mint oldalával, mert így kisebb a kiszorítandó lég vagy víztömeg, keskenyebb a törendő út. A mozgó test alakja tehát nagy befolyással van a közeg ellenállására. A gyorsasággal végre fokozva növekszik az ellenállás, kettős gyorsaságnál kétannyi vizet vagy leget kellvén kettős gyorsasággal félreszorítani. — A vizet, levegőt, s általában a testet, melyen át a mozgó testnek haladnia kell, közegnek, ellenállását pedig a közeg ellenállásának nevezik.

A surlódás (dörzsölődés) mutatkozik, midőn valamely test felületén történik a mozgás. Az ellökött jégdarab messze csúszik a síma jég hátán, utóvégre mégis megáll; mi akasztja meg? a surlódás. Legyen az a jég, vagy üveg, vagy kicsiszolt fa még oly síma, csak szemre síma az, felülete teli van apró mélyedésekkel, göröncsökkel, valamint a hegy ormáról egyenes simának látszik a tó tükre, közlről tekintve pedig mégis fűrös-habos. A surlódás nagysága igen különböző a testek mivolta szerint, így p. o. puha felületek erősebben surlódnak mint a kemények, egyféle testek (például fa meg fa) erősebben mint a különfélék (p. o. fa meg fém). A surlódás nagyobb a csúsztatásnál mint a forgásnál, — azért csak téiben szoktunk szánkázni midőn elég síma az út, száraz földön kerekre tesszük a kocsit. Növekszik még a surlódás a mozgó test súlyának s felületének nagyságával is; a súly miatt, mert az egyenetlenségek mélyebben nyomódnak egymásba, a felület miatt, mert nagyobb felületen több ily egyenetlenség van. A surlódást enyhíthetni az által, hogy a göröncsöket kisebbítjük (csiszolás, polirozás által), vagy hogy a mélyedéseket részben betöltjük, más szóval, hogy a felületet olajjal, szappannal, zsírral s a t. bekenjük.

Azonban legyünk igazságosak, s ne feledjük, hogy a surlódás sok esetben valóságos előnyére van a moz-

gásnak; ki síma jégen járt, tudja, mily nehéz ott haladni, míg ellenben a poros földön, hol nagyobb a surlódás, biztosan vetheti meg lábát. Hasonlót kell mondanunk a közeg ellenállásáról is, — ha a víz ellen nem szegülne, hogy lehetne a lapátot neki támasztani s ezzel tovalökni a ladikot, vagy mibe kapaszkodnék a gőzhajó kereke? Így lesz maga az akadály a haladásnak eszközlője.

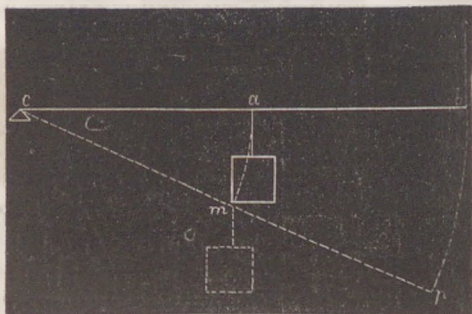
18. §. *A munkáról s gépekről.*

Midőn az erő valamely testet megmozdít, bizonyos munkát végez, mely annál nagyobb, minél nagyobb a test súlya (a teher), s minél több az útja, melyet megjár. De egyazon munkát sokféleképen végezhetni, p. o. 100 fontot 10 lábnyira kell emelnem, — ezt tehetem úgy, hogy egy-egy fontot emelek 10 lábra, világos, hogy ekkor egy-egy fogásra kevés erőt igényelek, de a 10 lábnyi útát százszor kell megtennem; vagy, 10 fontot veszek egyszerre, s ekkor tizszer kell amaz útát végeznem, ez esetben tehát egy-egy fogásra tizszer több erőre van szükségem mint előbb, de a helyett tizszer kevesebb az útam; ha meg 50 fontonként emelném a terhet, kétszer, — ha mind a 100 fontot egyszerre kapnám fel, csupán egyszer kellene azon 10 lábnyi útát végeznem, azaz: egy bizonyos munkát kisebb vagy nagyobb erővel végezhetek, hanem csak az út (vagy idő) rovására, a hányszor kisebb erőt alkalmazok, annyiszor több útát kell végeznem és viszont.

Az ember a munkát rendesen nem közvetlenül, hanem bizonyos eszközök segítségével végzi, melyek gépeknek (machináknak) neveztetnek; ilyenek az emeltyű, a csiga, az ék, a csavar, s a t. A munka nagysága változatlan marad, akár géppel, akár a nélkül végezzük. Vegyük például az emeltyűt.

Az emeltyű feszes, hajlíthatatlan rúd, mely egyik

pontján alá van támasztva, s e körül billegethető (5-dik ábra). Ha a c támaszpont körül billegtethető rúdnak a (5. ábra.)



pontjára p . o. 10 fontot akasztunk: kérdés, hány fontnyi erővel kell az emeltyűt b pontjában fentartanunk, hogy ezen erő a terhet megbírja, azaz hogy azzal egyensúlyban legyen? Tegyük fel, hogy b pont még egyszer oly messze esik a forgásponttól c -től, mint az a pont. Hogy a végzendő munkát megítélhessük, gondoljuk előbb az emeltyűt cp állásban: a munka abból áll, hogy a 10 fontnyi terhet m -ből a -ig kell emelni; ezen munkát a forgásponttól kétszeres távolságra alkalmazott erő úgy végzi, hogy p -től b -ig halad, azaz, kétszer-akkora útát (pb -t) végez, mint a teher útja (ma); ámde ha bizonyos végzendő munkánál az erő kétszer-nagyobb útát végez, akkor magának az erőnek kétszer-kisebbnek kell lennie, hogy máris meggyőzze ama munkát. E szerint emeltyűnkél a 10 fontnyi terhet 5 fontnyi erővel megbírjuk. Így okoskodva tovább, mondhatjuk: ha az erőt háromszor, négyszer s a t. távolabbra alkalmazzuk a forgásponttól, mint a terhet, akkor ezt háromszor, négyszer kisebb erővel bírjuk meg. Megfordítva, minél távolabbra alkalmazzuk a terhet a forgásponttól, annál nagyobb erőre van szükség, hogy azt megbírjuk; ha egy páleza egyik végét megfogjuk, érezzük, hogy minél tá-

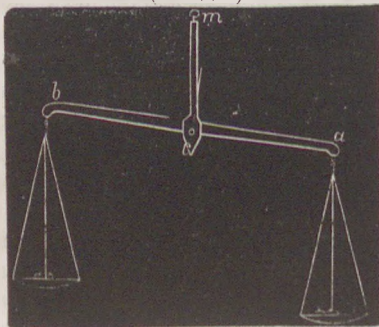
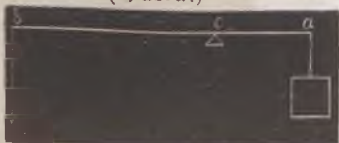
volabb kezünktől akasztunk rá valamit terhet, annál nehezebben tartjuk fen.

A leírtuk emeltyű egykarú; kétkarú az emeltyű akkor, ha a forgásponttól egyfelé a teher, másfelé az erő van alkalmazva, mint a 6-dik ábrában; c a forgáspont, a -nál van a teher, b -nél az erő. (6. ábra.)

Itt is az áll, mit fenebb mondottunk: a hányszor nagyobb cb mint ac , a tehernél annyszor kisebb erőre van szükség.

A közéletben az emeltyűk alkalmazása igen elterjedt: az ajtó kilincse, az olló, a targoncza, az evező lapát s a t. megannyi emeltyűk, s valamennyinél áll a törvény, hogy: minél távolabb van a forgásponttól alkalmazva az erő, annál többet meghír.

Ha a kétkarú emeltyűnek a két karja ca és cb egyenlő, akkor természetesen az erő is csak úgy lehet a teherrel egyensúlyban, ha erő és teher egyenlő. Ezen alapszik a közönséges mérleg. A vasból vagy rézből készült emeltyűnek (a mérleg rúdjának) c -ben van forgáspontja (7-dik ábra), s két egyenlő karja ca meg cb végére egyenlő súlyú serpenyőket függesztenek; ha már most az egyikbe bizonyos portékát teszünk, a mérleg rúdja csak akkor fogja vízszintes állásával az egyensúlyt mutatni, (két végpontja a meg b csak akkor lesz egy-magasságban), ha a másik serpenyőbe a portékával egyenlő súlyú

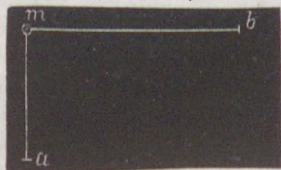


nehezéket rakunk; a mérlegrúd vízszintes állását pedig a ráerősített cm nyelvcske (vagy mutató) függélyes (azaz se jobbra se balra nem térő) állásával jelenti. Miután az egyik serpenyőbe rakott nehezékek (latok, fontok, mázsák s a t.) súlyát ismerjük, a másik serpenyőbe tett portéka súlyát ezzel egyenlőnek ítéljük, mihelyt a nyelvcske függélyesen mutat.

19. §. Több erő összeműködése.

Valamíg a test egyetlenegy erő hatása alatt van, az eredmény okvetlen a test mozgása leszen. Most már azon kérdés támad, hátha egynél több erő működik, mi lesz az eredmény? Vajjon több erő összeműködése mindenkor öregbíti-e a gyorsaságot, vagy vannak-e esetek, hol az erők, mintegy küzdve egymás ellen, hatásaikat részben vagy egészben megsemmisítik? Hogy ez utóbbi véleményt fogadjuk el, emlékezzünk csak azon köztudomású dologra, hogy a mit sokfelé húznak, nehezen, sokszor épen nem mozdul helyéből.

Ha két erő, p. o. a víz árja s a szél, két különböző irányban lökik a ladikot, ez mindkét erőnek egyszerre kell hogy engedelmeskedjék, nem mozoghat tehát sem csupán a vízár, sem csupán a szél irányában, hanem valamely közép-irányt követ; hasonlóan gyorsasága is különbözni fog mind a vízár mind a szél gyorsaságától. E közép-irányt és gyorsaságot rajzban is elő lehet mutatni; előbb azonban tudnunk kell, hogy a rajzban az erőket vonalak képviselik. Tegyük (8-dik ábra), hogy m testrészeckét vagy

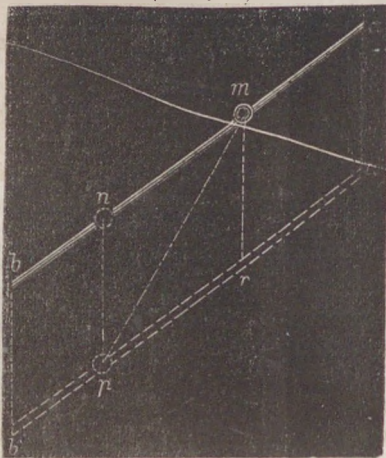


pontot valamely erő bizonyos idő p. o. egy másodperc alatt a -ig lóditja; ha ugyanannyi idő alatt egy másik erő ezen m pontot b -ig bírná lóditani, ezen második erőt az előbbinél annyszor nagyobbak kell ítelnünk, a hányszor az mb út nagyobb az ma útnál, vagy, a mi egyre megy,

a hányszor mb vonal nagyobb az ma vonalnál; a nagyobb vonal tehát nagyobb erőt, a kisebb pedig kisebb erőt képvisel.

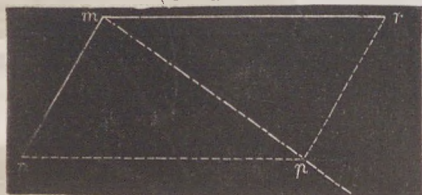
Lássuk hát, hogyan engedelmeskedhetik valamely test két erőnek egyszerre. Vegyünk (9-dik ábra), egy átfúrt golyócskát m -t, hogy ab pálczán föl s

(9. ábra.)



alá járhasson; most lökjük meg, úgy hogy egy másodperc alatt például n -ig csúszszon, egyúttal azonban a pálczát is mozgassuk tovább egyenközüen, úgy hogy egy másodperc alatt a vége a' -ba, b vége b' -be jusson, s a pálcza állása $a'b'$ -ben egyazon irányú maradjon mint volt előbb ab -ben. A golyót két erő lódítja: az egyik a pálcza hosszában m -től n -ig, a másik ugyanazon idő alatt, a pálczával együtt m -től r -ig; s lám, a golyó ez idő alatt p -be jut épen úgy, mint ha e két mozgást egymás után végezte volna, előbb n -ig csúszva, innen pedig a pálczával együtt p -be haladva. A pálczát egyenközüen vittük új állásába, azaz úgy, hogy mindegyik része egyenlő utakat végez, np út tehát akkora mint mr , s a pálczának mn darabja a második állásban az rp helyet foglalja, e szerint mn is akkora mint rp . A két erőnek — melyet mn és mr vonalak képviselnek — hatása tehát olyan, mint volna egy erőé, mely az m golyót egy másodperc alatt mp úton p -ig lökné. Ezen erőt, melynek hatása akkora, mint más két erőé, imez erők eredőjének nevezik. Az ere-

dőt vagy közepérőt a mondottak szerint így találhatjuk meg: (10-dik ábra) m golyót, vagy egyszerűség kedvéért mondjuk m pontot két erő bizgatja, az egyik n -ig lökné, a másik ugyanazon idő alatt r -ig; mily irányban s mily messze halad ugyancsak ezen idő alatt m pont, más szóval, melyik vonal képviseli az eredőt? Húzzunk r -ből egy vonalat, mely mn -től mindig egyazon távolban legyen (az ily vonalak egyenközűek), hasonlóan n -ből egy vonalat, mely egyenközű legyen mr -rel, e két vonal p -ben találkozik s alkottunk négyszöget, melyben szintén (mint az előbbi ábrában) a szembenálló oldalak ma meg rp , valamint mr meg np egyhosszúságúak; az átszögellő mp vonal képviseli tehát az eredőt, azaz ha bizonyos idő alatt az egyik erő r -ig, a másik n -ig mozgatná m pontot, ez ugyancsak annyi idő alatt közepes irányban p -ig fogna mozogni.

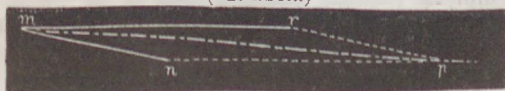


Ha a 10-dik s következő ábrákat figyelmesen nézzük, könnyen kilátjuk, hogy

az eredő közelebb esik a nagyobb erőhöz (mr -hez a 10-dik ábrában); innen az is következik, hogy ha a két erő egyenlő, az eredő éppen középített esik a két erő iránya közé;

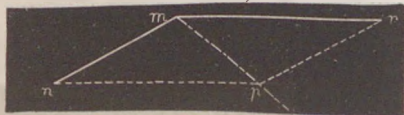
minél összérőbb szorúl a két erő, annál nagyobb az eredő (11 ábra); legnagyobb akkor, ha egy-

(11. ábra.)



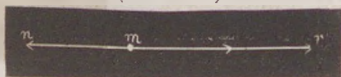
azon irányban működnek, ez esetben az eredő olyan nagy, mint a két erő együttvéve;

minél inkább szétmenő a két erő iránya, annál kisebb az eredő (12-dik ábra); legkisebb akkor, (12. ábra.)



ha éppen egymás ellenében dolgoznak (13-dik ábra), ez esetben az eredő akkora, mint a két erő közötti különbség, (13. ábra.)

sa nagyobb erő (m') irányában esik. Ha két egyenlő erő dol-



gozik éppen egymás ellenében, ezek megsemmisítik egymás hatását, tehát az eredő semmi, ez pedig más szóval annyit tesz, hogy mozgás sincs, a megtámadott pont nyugalomban marad. Ez esetben mondják az erők-ről hogy egyensúlyban vannak.

A mit két erőről mondtunk, több összeható erőre is alkalmazhatjuk, s e szerint mondhatni: ha több erő összeműködik, az eredmény vagy mozgás az eredő irányában, vagy pedig, ha az erők egymással egyensúlyban vannak, nyugalom.

20. §. Egyenközü erők összeműködése.

Eddig azon erőket tekintettük, melyek egy valamely pontot támadnak meg, s kerestük az eredő nagyságát s irányát. Ha azonban az erők valamely testet különböző pontokon támadnak meg, az eredő nagyságán s irányán kívül még azt is meg kell határozni, hogy a testnek melyik pontját támadja meg ez az eredő. Csak azon legegyszerűbb esetet nézzük, midőn a támadó erők egyenközüek, azaz mind kelet felé, vagy mind dél felé, egyszerűen mind egyfelé irányozvák.

Legyen a és b valamely testnek, p. o. rúdnak, két pontja (14-dik ábra); a pontban függeszszünk fel például 2 fontot, b -ben ötannyit, tehát 10 fontot, úgy hogy

a b -re ható erő ötször nagyobb az a -ra hatónál, e két erő eredőjére nézve következő egyszerű törvények mutatkoznak :

az erők egyirányban működnek, ekkor pedig, mint már említve volt, az eredő oly nagy, mint az erők együttvéve, választott példánkban tehát 12 font;

az eredő iránya épen olyan, mint az erőké;

az eredő megtámadási pontja c közelebb esik a nagyobb erő megtámadási pontjához b -hez, még pedig annyiszor közelebb, a hányszor ezen erő nagyobb a másiknál; jelen példában e szerint c ötször közelebb esik b -hez mint a -hoz, mert a b -re ható erő ötször nagyobb. Ennek folytán, ha az a -ban s b -ben támadó erők egyenlők volnának, az eredő támadási pontja c épen közepett esnék a és b közé.

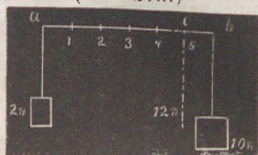
A mondottakat a választott példára nézve így is ki lehetne fejezni: egyre megy, akár a rúdnak a pontjára 2 fontot s b pontjára 10 fontot akasztok, akár pedig e két erő helyett egyet alkalmazva, 12 fontot akasztok c pontra, mely ötször közelebb esik az ötször nagyobb erő támadási pontjához b -hez, mintsem a -hoz.

Ha kettőnél több erő fordul elő, csak ismételve kell alkalmazni az említett törvényeket, hogy a vég-eredő támadás-pontját megkaphassuk.

21. §. A föld vonzása.

A földi testek a föld színétől nem távozhatnak a nélkül, hogy vissza ne húzatnának. A feldobott kő egyre lassítja röptét, míg végre pillanatra megállván visszafordul s visszazuhan a földre; az esőcsepp, a szélről felkapott porszem, mihelyt nincs akadály előttük, visszasietnek a földre, mint közös hazájokra. Mi is, bár lelkünk szabad gondolatjának nincs határ szabva, testünk szerint örök törvények által a földhöz vagyunk kötve. E

(14. ábra.)

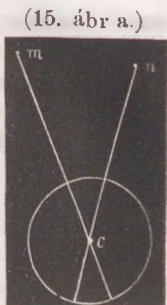


tünemények oly nyilvánvalóságosak, hogy kénytelenek vagyunk azt hinni, hogy a föld magához vonzza a testeiket. De mi több, a nagy angol bölcse, Newton, kimutatta, hogy az égi testek bonyolodott mozgásai is kimagyarázhatók, mihelyt fölteszszük, hogy ezen égi testek szintén vonzzák egymást. Így hát azt ítéljük, hogy van egy a világ valamennyi tömegében benne rejlő vonzóerő, mely abban nyilatkozik, hogy e tömegek egymás felé törekszenek, egymás felé nehezkednek, a miért ezen erőt nehezkedésnek (gravitációnak) is nevezik.

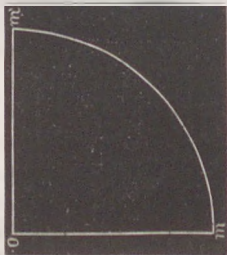
Az említettük erő a legapróbb tömegrészecskében is megvan, s ha azt mondjuk, hogy a föld vonz, tulajdonképen azt akarjuk mondani: a föld valamennyi tömegrészecskéje vonz. Minél több ily részecskéből áll tehát valamely tömeg, annál nagyobb vonzást is gyakorol. A nap tömege nagyobb, a hold tömege kisebb mint a föld tömege, azért a nap vonzása nagyobb, a hold vonzása pedig kisebb a föld vonzásánál. Egy másik tulajdonsága ezen erőnek még az, hogy a távolsággal fokozott arányban csökken; volna p. o. a hold kétannyira tőlünk, mint valósággal van, a föld négyszer (kettősen kétszer) gyengébben vonzaná, mint most; volna háromannyira, s a föld kilencszer (hármasan háromszor) gyengébben vonzaná, mint jelenen.

De térjünk vissza földi testeinkhez, s lássuk, mi hatással van rájuk a nehezkedés. A kő, a csepp, vagy bár volna egy egész bércz, oly csekély tömegű a föld roppant tömegéhez képest, hogy bár ők is vonzzák magukhoz a földet, mégis nem a föld fog feléjük, hanem ők ognak a föld felé indulni. Mily úton? az a kérdés. m testet (15-dik ábra) a földgömb valamennyi tömegrészecskéje húzza, merre tartson? Vegyük tekintetbe, hogy ha m -től a föld középpontján c -n át egy vonalat gondolunk s e vonal irányában a föld tekéjét ketté hasítjuk, két egyenlő féltékét kapunk; az egyik mc vonaltól jobbra, a másik oc vonaltól balra húzza m testet, és

pedig egyenlő erővel, mert az egyik féltekében oly számmal s oly távolságban vannak a tömegrészecskék, mint a másikban. Ilyenkor, — ha két egyenlő erő hat — láttuk, a test kellő közepén mozog, m tehát egyenest a föld középpontja felé esik. Alkalmazzuk a mondottakat n testre, s ugyanazon eredményre jövünk, úgy hogy mondhatni: a föld vonzása épen úgy hat, mintha ezen erő a föld középpontjában volna meggyűlve s e középpont felé húzná a testeket.



Miután minden test a föld középpontja felé igyekszik, a felfüggesztett testek is ezen irányban feszítik a szálát, melyen függnék (16-dik ábra), innen az $m'o$ szál irányát függélyesnek nevezik, — függélyes tehát azon irány, mely a föld középpontja felé tart. Ha $m'm$ szálát negyedkörnyire $m'o$ helyzetbe hozzuk, ezen helyzetében a vízszintes (horizontál) irányt, a nyugvó víz színének irányát jelöli. A függélyes és vízszintes irány derékszögben áll egymáshoz, azaz: negyedkörnyire esik egymástól; közelletben amazt egyenest állónak, az utóbbit egyenest fekvőnek szoktuk mondani.



22. §. A testek súlya s aránysúlya.

A testeket a föld középpontja felé siettőkben feltartóztathatjuk ugyan, de törekvésöket meg nem semmisíthetjük. A felfüggesztett vasdarab elszakítja vagy legalább megfeszíti, húzza a zsineget, melyen függ, mert le akar esni; áttöri vagy legalább nyomja a lapot melyre fektetjük, ismét, mert le akar esni. E húzás

vagy nyomás mekkorását mondjuk súlynak. Ha tekintetbe vesszük, hogy a test mindegyik tömegrészecskéje vonzódik a földtől, hogy tehát mindegyik részecske gyakorol ilyszerű nyomást vagy húzást, természetesennek fogjuk találni, hogy két tömegrészecske kétszer, három részecske háromszor nagyobb nyomást gyakorol mint egy részecske, azaz: hogy a test nyomása, súlya annyszor nagyobb, a hányszor több tömegrészecskéje, azaz, a hányszor nagyobb tömege van. E szerint a test súlya után ítélhetjük meg tömegét, s mondhatjuk például: imez egymázsás vasdarab tömege százszor nagyobb, mint amaz egy fontosé, mert a súlya százszor akkora.

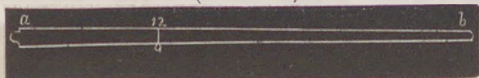
Tudvalevő, hogy a testek súlyát bizonyos megszabott nagyságú súlyokkal szokás összemérni, melyeket súlyegységekül választunk s aztán mázsának, fontnak, latnak stb. hívunk. Tudvalevő az is, hogy a testek súlya nem csupán a térfogattól (azon tértől, melyet elfoglalnak) függ. mert egy fakoczká p. o. kevesebbet nyom, mint egy épen akkora vaskoczká. Közéletben erre azt mondjuk, hogy a vas nehezebb mint a fa, a természetben azt így szokás kifejezni, hogy a vas aránysúlya nagyobb mint a fáé. Az aránysúly t. i. azon súlyt jelenti, mely a testnek egy köbhüvelykére, egy köblábára, általában valamely térfogati egységére jut, p. o. a víz aránysúlya 56 font, jelenti, hogy, egy köbláb víz 56 fontot nyom; a vas aránysúlya 440 font, azaz: egy köbláb vas 440 fontot nyom — tehát szinte 8 annyi mint a víz. Ezen szám, mely azt mutatja, hány-szor nagyobb valamely test aránysúlya a víz aránysúlyánál, jelenti a test tömörittségét, p. o. az arany tömöritsége 19, azt jelenti, hogy egy köbláb vagy egy köbhüvelyk arany 19-szer annyi nyom, mint egy köbláb vagy egy köbhüvelyk víz; a higany tömöritsége 14, azaz: a higany súlya 14-szer akkora, mint egyazon térfogatú víz súlya. Olykor a tömöritség helyett is az aránysúly elnevezését használják. — A testek, mint

már említve is volt, a szerint többé vagy kevésbbé tömöttek, a mint részecskéik kisebb vagy nagyobb távolban vannak egymástól.

23. §. A testek súlypontja.

Azon törvénnyel, hogy a nehézkedés a test valamennyi tömegrészecskéjét a föld középpontja felé készíti esni, sok tünemény látszólagos ellenmondásban van; így p. o. a (17-dik ábra) ab pálczát keresztül fektettem ujjamon, úgy hogy le nem esik, pedig a pálcza csak egy pontban, n -ben támaszkodik ujjamra. Mintha a pálcza egész tömege, egész súlya n pont körül volna meggyűlve, mert hiszen csak ezen a helyen akadályoztatom földre estében, mégis az egész pálcza veszteg marad. A dolog abban van, hogy a megtámasztás helyétől n -től jobbra eső részt nb -t a föld épen oly erősen húzza, mint

(17. ábra.)



a balra eső részt na -t, már pedig a pálczának e két fele egyszerre nem eshetik lefelé, hacsak ketté nem törik, vagy a támasztékot le nem szorítja. A pálcza két fele tehát egyensúlyozza egymást, s az n pont, melynek alátámasztásával ezt elértük, a pálcza súlypontja.

Émlékezzünk meg, hogy midőn több erő támadja meg a testet, gondolható egy erő, az eredő, melynek hatása épen akkora, mint ezen erőké együttvéve, s mely a testet egy bizonyos pontján támadja meg; így az ab pálczának is valamennyi tömegrészecskéjére gyakorolja ugyan vonzását a föld, de ezen vonzások hatása épen olyan, mintha csak egyetlen egy erő vonzaná a pálczát, még pedig n pontjában. S ezen pont a súlypont.

A súlypont szabályos alakú testeknél, ha egyenletes tömörségűek, a középre esik; golyónál, koc-

kánál, egyenes rúdnál tehát a golyó, koczka stb. közepére. Ha a test nem egyenletesen tömött, akkor a súlypont a tömöttebb, súlyosabb részekhez esik közelebb. Sőt vannak testek, melyek súlypontja a tömegén kívül esik, így a gyűrűnél a gyűrű közepére.

24. §. Az egyensúlyról.

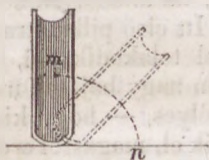
A föld vonzásáról már most igen egyszerű képet alkothatunk; egyrészt ugyanis a föld úgy vonz, mintha egész tömege a középpontjában volna meggyűlve s csak ez vonzana; másrészt pedig a testek is úgy vonzatnak, mintha egész tömegök egy pontban, a súlypontban volna meggyűlve s csak ez vonzatná lefelé. Mihelyt tehát a súlypont nem eshetik a föld középpontja felé, a test is vesztég marad, egyensúlyban lesz. Ha n (18-dik ábra) valamely test súlypontja, c a föld közepe, nc függélyes vonal (18. ábra.) adja az irányt, melyben a súlypont s ezzel az egész test esni törekszik, — ezen nc függélyes irányában kell hát a testet akár felfüggeszteni, akár alátámasztani, hogy vesztég maradjon. Legszokásosabb azonban a megtámasztásnak azon módja, mely bútorainknál látható, t. i. lábak által; a széknél például az nc függélyes nem esik épen valamely láb irányában, hanem a padlónak a széklábak közt terülő részére, az úgynevezett támaszlapra, súlypontja tehát nem szállhat lejjebb, ha csak maga a szék össze nem rokad. Az embernek támaszlapja a két láb feje közé eső tér, e fölött kell hát tartani súlypontját, különben elbukik. Különböző állásaink nagyrészt innen magyarázhatók; ki hátára terhet rak, annak súlypontja is hátrább esik, mert itt nagyobbodott tömege, előre kell hát görnyednie, hogy súlypontját lába, illetőleg a támaszlap fölé hozza; így a ki jobbajával emel terhet, balra hajlik; ki elől czipel terhet, hátraveti felső testét; ki ülőhelyéből fel akar kelni, vagy felső testét veti előre,



vagy lábát hátra, hogy súlypontja alátámasztva maradjon.

Ha valamely test egyensúlyban van, még onnan nem következik, hogy biztosan is áll. A könyvnek p. o. (19-dik ábra) egy kis billentés elég, hogy felforduljon, mert e billentés következtében súlypontja m lefelé indul és esik n -ig. Az ily egyensúly inga- vagy esékeny. Ellenkezője ennek a biztos vagy állékony egyensúly, midőn a test a billentés után visszaesik régi helyzetébe; ez pedig akkor történik, ha, mint a 20-dik ábrában rajzolt könyvnél a súlypont m a billentés következtében emelkedik, például n -ig, a billentés után tehát lefelé, azaz ismét vissza régi helyére esik.

(19. ábra.)



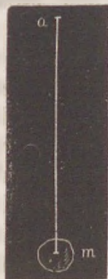
(20. ábra.)



Látnivaló, hogy minél alantabb esik a test súlypontja, annál erősebb billentés kell hozzá, hogy a súlypont vissza ne essék régi helyére, vagyis, annál erősebb billentés kell hozzá, hogy a test új helyzetbe kerüljön; azt is tudjuk tapasztalásból, hogy a testet annál nehezebb feldönteni, minél nagyobb a súlya, és minél szélesebb alapra támaszkodik. E szerint a testek annál biztosabban állnak, minél súlyosabbak, minél alantabb esik súlypontjuk, és minél szélesebb a támaszlapjuk. Azért a kocsit, a szekrényt úgy rakjuk meg, hogy a nagyobb teher, tehát a súlypont is alul legyen, különben könnyen felfordulnának; magunk is, ha biztosabban akarunk állni, jobban széljel tartjuk lábunkat stb. A függő testeknél (21-dik ábra) a súlypont m csak akkor nem eshetik a föld felé,

ha függélyes irányban van a felfüggesztés (21 ábra) pontja a alatt; mihelyt a testet c helyzetéből kimozdítjuk, visszahintáz régi helyére; — a felfüggesztett testek tehát állékony egyensúlyban vannak.

Lehetnek oly esetek is, hogy a test egyensúlya sem biztos, sem ingátag, hanem mint mondják, közönyös. Így a golyó súlypontja a golyó középpontjába esvén, ezen golyó minden helyzetben egyaránt megáll, mert súlypontja a mozgatas következtében nem száll se felebb, se lejjebb.



25. §. A szabad esés.

Láttuk a testeket nyugalomban, lássuk immár mozgásukban. Minden földi test, ha akadályra nem talál, a föld középpontja felé esik. Itt első pillanatra azon tapasztalásunkon épült észrevétel tolakodik fel, hogy csekély magasságról lebukni nem nagy baj, de magasról lezuhanni fájdalmas, sőt veszélyes, — hogy kis magasságról leejtve az üveg sem törik el, magasról eresztve a kő is meghasadozik, — hogy a feldobott vasgolyót is sérelem nélkül megkaphatom, csak ne legyen magasra dobva, különben visszaestében elúzhatja karomat, — egy szóval, hogy minél nagyobb magasságból esik a test, annál erősebben vágódik le. Annál erősebben, ez esetben azt jelenti, hogy: annál nagyobb gyorsasággal, mert hiszen tapasztalásból tudjuk, hogy a mozgó testnek annál erősebb az ütése, minél gyorsabb a mozgása. E szerint a leeső test gyorsasága annál nagyobbbra nő, minél magasabbról, azaz, minél több ideig esik.

Az imént kimondott törvénynek magyarázatára szolgálhat az, hogy ha egy golyót nemcsak meglóditok, hanem azután folyvást újra meg újra lökdösöm, az mindig szaporább meg szaporább iramodásnak ered. Így a szabadon eresztett követ is a föld vonzása nemcsak meg-

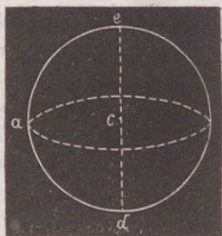
lódítja, hanem folytonfolyvást hatván reá, mind gyorsabb meg gyorsabb mozgásra készíti. Az idevágó kísérletekből kiderült, hogy a föld folytonos húzása oly hatással van a testekre, hogy ezek megindulásuk első másodpercében kerek számmal 15 lábat esnek, a második másodperczen már háromszor ennyit, t. i. 45 lábat, a harmadikban ötször ennyit, azaz 75 lábat stb. E számokból kitetszik, hogy a leeső testek gyorsasága másodpercenként kerek számban 30 lábbal növekszik; 30 láb tehát az esés gyorsulása. Miután a leeső test gyorsasága folyton növekszik, bizonyos, hogy az első másodperc leteltével máris nagyobb a gyorsasága, mint az első másodperc közben volt. Mondtuk, hogy a leeső test egy másodperc folytában 30 lábnyi gyorsaságot kap, lesz tehát az első másodperc végén a leeső test gyorsasága 30 l., a 2-dik másodperc végén 30 lábbal több, tehát kétszer 30 vagyis 60 láb, a 3-dik mp. végén újra 30 lábbal több, tehát háromszor 30 vagyis 90 l. s így tovább, a hány másodpercig repül, annyiszor 30 lábra nő a gyorsasága.

Vége könnyű kiszámítani, mennyi utat végez a leeső test összesen, bizonyos idő alatt, mert hiszen az első másodp. alatt végez 15 l., a 2-dik másodp. alatt 3-szor 15-öt vagyis 45 l., összesen tehát a 2 másodp. alatt 60 lábat vagyis 4-szer (kettősen kétszer) 15 lábat; ehhez a 3-dik másodperczen hozzájárul 5-ször 15 vagyis 75 láb, összesen végez tehát 3 másodp. alatt 135 lábat, vagyis 9-szer (háromszorosan háromszor) 15 lábat; e törvény szerint aztán 4 másodp. alatt összesen esik 16-szor (négyyszeresen négyszer) 15 lábat vagyis 240 lábat, és így tovább.

Ha például egy kő 5 másodpercznyi ideig esnék, míg a földet éri, összesen 25-ször (ötszörösen ötször) 15 lábat azaz 375 lábat futna meg; e kő tehát 375 lábnyi magasságból zuhant volna a földre; azt is megmondhatjuk, mily gyorsasággal vágódnék a földhöz: az

5-dik másodperc végén — mikor a földet éri — gyorsasága 5-ször 30 láb, azaz 150 láb; ekkora gyorsasággal repül tehát épen földhöz vágódása pillanatában.

Még kell azonban jegyeznünk, hogy a gyorsulás nem mindenütt egyenlő földünkön; már Pétervárott például, Oroszországban, kissé nagyobb mint nálunk, ott valamivel gyorsabban zuhan le a kö. A föld alakja t. i. nem tökéletes gömb (22-dik ábra), hanem gömbölyded, két sarkánál *e* s *d*-nél belapult; a mint tehát az egyenlítő valamelyik pontjától *a*-tól egyik vagy másik sark felé haladunk, közelebb s közelebb jutunk a föld középpontjához *c*-hez, mely a vonzás székhelyéül tekinthető, — ez okon a föld vonzása annál nagyobb, minél közelebb vagyunk a föld északi vagy déli sarkához.



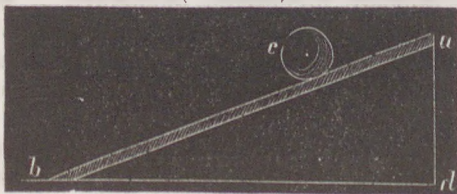
Még egy dolog van, mi figyelmünkre méltó. A törvényt, hogy a testek gyorsulása 30 láb, általában mondtuk ki minden tekintet nélkül a testek mivoltára vagy súlyára; ennek értelmében a papiros szeletnek épen oly gyorsan kellene lecsni mint a vele egymagasságból leeresztett kőnek, pedig tudjuk, hogy nincs úgy; a gazda is fájdalmasan tapasztalja, hogy a jégeső erősebben vágódik a földre, mint a hópehely; — úgy látszik tehát, hogy a mi nagyobb tömegű, a mi súlyosabb, azt erősebben vonzza a föld, mert gyorsabban esik. Igaz, hogy a föld a test mindegyik tömegrészecskéjét vonzza, minél több tehát a tömegrészecské, annál több ily részecskére hat a vonzás; — de ez csak a test nyomását (súlyát) nevei, nem pedig esése gyorsaságát. Ha valamely gyalogos egy óra alatt egy mért földet halad, száz ily gyalogos együtt menve szintén csak ennyi utat jár meg, nem többet; hanem igaz, hogy minél nagyobb a csapat, annál könnyebben elmozdítja az útjába eső akadályokat. Így szintén egy tömegrészecské 15 lábat esvén az első má

sodperczben, száz vagy akárhány ily részecske együttvéve sem eshetik többet, hanem igaz, hogy minél nagyobb e tömeg, annál könnyebben félremozdítja a levegőt, mely estében gátolja. Hogy tehát a testek egyenlőtlen gyorsasággal esnek, a lég ellenállásának tulajdonítandó, melylyel a kő például jobban megbír, mint a papírszelet. Az esernyő gyorsabban esik le, ha zárva van, mint ha ki van feszítve, a deszka gyorsabban élivel mint lapjával, — pedig súlyok mindkét állapotban ugyanaz. Csövekben, honnan a levegőt lehetőleg kitakarították, a papíros szelet csak oly gyorsan esik mint az ólomgolyó, a hely csak oly gyorsan mint a kő. Így hát általános törvényként kimondható, hogy a föld, minden különbség nélkül, egyaránt vonz valamennyi testet.

26. §. *Esés a lejtőn.*

A vízszintes lapokon p. o. az asztal vagy más efféle deszka lapján fekvő testek nem közeledhetvén a föld középpontjához, mint a vonzás székhelyéhez, nyugalomban maradnak. Mihelyt azonban megemelintem a deszka egyik végét, úgy hogy a lapja lejtőséget képez (23-dik ábra), a rajta nyugvott golyó c követheti a föld von-

(23. ábra.)



zását; nem eshetik ugyan egyen est a föld középpontjafelé, hanem a lejtő mentében legurúlhat. Köznapi tapasztalás, hogy minél meredekebb a lejtő, annál nagyobb gyorsasággal esúszik vagy gördül le rajta a test. Legnagyobb természetesen, ha a deszkát függőlyesen állítom, mert ekkor voltaképen

már úgy esik a golyó, mintha szabadon esnék. A mit csak szorgosabb megfigyázás és számítás derít ki, ez az, hogy az a -ból megindult golyó éppen oly gyorsasággal bír, midőn a lejtő alján b -be megérkezik, mint a minő gyorsasággal bírna d pontban, ha a -ból szabadon esnék le. Itt is mondhatni tehát, hogy minél magasabbról csúszik vagy gördül le a test, annál nagyobb gyorsasághoz jut. Tanúskodnak erről a hegyekről leszakadó szirtek, hógomolyok, vízrohamok. Folyamaink is mind ily lejtőkön sietnek a tenger felé; hogy gyorsaságuk nem nöttön-növekvő, ennek két fő okát a kanyarulatokban (gondoljunk csak kanyargó, lassú folyású Tiszánkra), melyek az ár sebességét megtörik, s a meder egyenetlenségében, a partokon s fenéken előidézett surlódásban találjuk. Ebből megérthetjük azt is, hogy a folyamok kiöntésének egyrészt az által lehet elejét venni, hogy a folyamot rendes, egyenes irányú mederbe szorítják: a meggyülekezett vizek az ily mederben gyorsabban folyhatnak le, nem kényszerülnek tehát másfelé lefolyásukat keresni s partjaikon átcsapni.

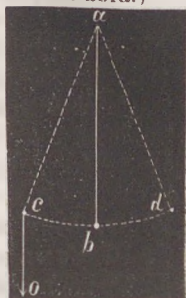
27. §. Az inga.

Egy zsinegre függesztett ólomgolyó — íme, kész az inga. Szerény egy eszköz, de tanulságos és hasznavehető, s midőn játszva ide-oda billeg, a természettudomány főfontosságú kérdéseire felel. Billegtessük meg hát s lássuk feleletét.

Ha az ingát ab -t (24-dik ábra) nyugvó helyéből, a függélyes irányból kimozdítjuk ac -be s eleresztjük, a föld vonzása folytán, mely co irányban, a föld közép-pontja felé rántja, csni fog c -től b -ig, még pedig gyorsulva, mert hiszen a föld folytonfolyvást vonzza lefelé. b -ben, hova legnagyobb gyorsaságával érkezik, rögtön meg nem állapodhatik, hanem a kitartósságnál fogva felszalad a más oldalon d -ig, innen aztán ismét visszabilleg, s így tovább, míg elvégre mind apróbb s

apróbb billegések után megáll, honnan kiindítottatott, ab -ben. Ha a levegő el-lenállása s a felfüggesztés pontján fejlődő surlódás nem akadályozná, az ily helyéből kizavart inga folyton-folyvást hintázna megállapodás nélkül. Az ingának egy ily ide vagy oda-járását, c -től d -ig vagy vissza, hintázatnak nevezik. E hintázatokról azt tudjuk

24. ábra.)



először, hogy egy időközök, azaz: ha ezen ab inga a cd hintázatot például egy másodperc alatt végzi, az ennél apróbb hintázatokra is egy-egy másodpercnyi időre van szüksége (azon megszorítás mellett mégis, hogy az ingát ne igen magasra emeljük). Az inga tehát időmérésre igen alkalmas, mert hintázataival egyenlő időközöket jelöl;

másodszor: a hosszabb inga lassabban, a rövidebb pedig gyorsabban hintáz; ha az előbbinél négyszer (kettősen kétszer) rövidebb ingát veszünk, ez kétszer gyorsabban fog hintázni, a 9-szer (hármasan háromszor) rövidebb inga 3-szor gyorsabban és így tovább. A magas boltozatokról lelógó lámpák, csillárok lassabban hintáznak mint a rövidebb zsinegen függők, a toronyóra ingája lassabban mint a kis fali óráé; s miután az ember lába is némi részben inga, magyarázható, hogy a rövidlábú rendszert szaporábban rakja lépteit mint a hosszúlábú.

Legfontosabb azonban, mit az ingától a föld vonzására nézve tanulunk. Már nyugvó helyzetében is nagy szolgáltatunkra van, a mennyiben a függélyes irányt jelöli, a föld középpontjára mutat. Hintázásával pedig a föld vonzásának adja mértékét. Mert vegyünk csak elő egy bizonyos hosszúságú ingát: a föld vonzása okozza, hogy ezen inga bizonyos gyorsasággal hintáz, ha tehát a vonzerő hatályosabb, az ingát is gyorsabb hintázásra fogja készíteni.

Állítsuk most össze ezen tapasztalatokat: az inga egyazon időben végzi egy-egy hintázatát, bár az ólomgolyó helyett elefántcsontgolyót, vagy fagolyót, vagy követ, általában akármiféle anyagból való s bármi súlylyal bíró testet függesztünk is a zsinegre, — bizonyosága annak, hogy a föld bármi anyagú, bármi súlyú testet egyaránt vonz. Továbbá, ha ingánkkal útra kelünk, s különböző helyeken hintáztatjuk, azt találjuk, hogy magas hegyek ormán lassabban hintáz, a föld vonzereje tehát fogy, a mint a föld középpontjától távolodunk; hogy ellenben annál gyorsabban hintáz, minél közelebb jutunk a föld északi vagy déli sarkához, itt tehát a vonzerő növekszik, növekszik pedig részben azért, mert közelebb jutottunk a föld középpontjához, földünk e szerint a sarkaknál be van lapúlva.

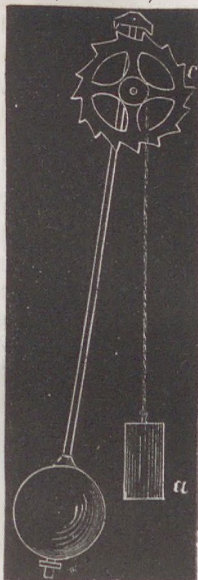
Figyelemre méltó tünemény még az is, hogy nagy hegyek közelében az inga ezek felé térül függélyes iránytól, mi arra mutat, hogy a hegy tömege által vonzódik.

Íme, a szerény kis eszköz mily hatalmassá válik éles elméjű emberek kezében; tanúságot teszen földünk alakjáról, bizonyágot szolgáltat a vonzerő legfontosabb tulajdonságaira. Hogy egy-ideőközű hintázatai időmérésre tesz alkalmassá, már említve volt, — látni is az ingát mindenfelé a fali órákon, a mint szorgalmatosan fel s alá sétál; — erről még néhány szót.

A fali órákat (25-dik ábra) egy nehezék a mozgatja; ez ugyanis esik lefelé és zsinegével forgásba hozza a hengert s a rajtalevő fogas kereket c-t, (mint a kerékre járó kutaknál a lezuhanó veder megsodraná a tengelyt s a húzó kereket); e fogas kerék aztán az óragépezet egyéb kerekeit forgatja, s az óra már járna, csak egy a baja: a nehezék nőttnövvő gyorsasággal esik, az óra tehát mind szaporább meg szaporábban járna. Most ide az ingával, ennek járása egyenletes, épen arra van most szükségünk. Felül az

ingán két horgot látunk, ezek közül majd az egyik, majd a másik kap a fogas kerékbe, a mint az inga jobbra-balra billeg; hanem az inga egyenlő időközökben végzi egy-egy hintázatát, horgával is tehát mindig egyazon idő múlva kap a fogas kerékbe s akasztja meg ennek járását. Így a fogas kerék egyenlő időközökben rugtat tovább, a nehezék is egyenletesen, mintegy lüktetve száll lefelé, s az óra járása szabályozva van. Azonban az inga is megállna végre, ha ezt viszont ama fogas kerék, mely megszakadás nélkül forogni törekszik, mindegyik összekapaszkodás alkalmával meg nem taszítaná s így mindegyik billegése végén új billegésre nem ösztönözné. A fali órában tehát egyazon erő, a föld vonzereje, a mozgató nem csak (a nehezék által), hanem egyszersmind a szabályozó is (az inga által).

(25. ábra.)



28. §. A hajításról.

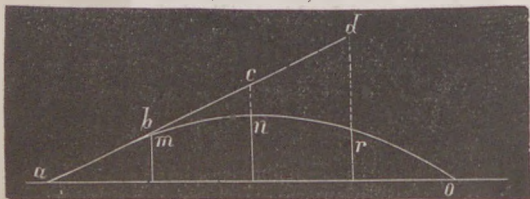
Fel vagy oldalt dobott követ, laptát stb. bizonyosan mindenki látott már röpülni; látta, hogy a feldobott kő kis idő vártatva visszafordul s leesik, hogy az oldalvást dobott kő nem egyenest, hanem ívben röpül. E röpülő kő két erőnek engedelmeskedik: a pillanatnyi lökerőnek, melytől egyenletes gyorsasággal egy bizonyos irányban lódittatik, azután pedig a föld vonzerejének, mely folyton-folyvást lefelé rántja. Ebből magyarázható, hogy

az egyenest fölfelé, azaz függőlegesen földobott követ a föld épen ellenkező irányban húzván vissza, röptének gyorsasága folyton-folyvást csökken, végre teljesen elenyészik, mire

vissza felé kezd esni. A kő épen oly gyorsasággal ér a földre, mint a milyennel bírt felröpülése első pillanatában, s épen annyi időt tölt le- mint fölszálltában; ha p. o. 4 másodperc hosszant van a levegőben, két másodpercet töltött fölfelé, kettőt pedig lefelé szálltában. — Ha egyenest lefelé történik a hajítás, ennek gyorsasága természetesen öregbiti — mintegy ráadásképpen — a leesés gyorsaságát; hogy másodszor

ha vízszintes vagy ferde a dobás, a hajított test ívalakú pályán halad. Az eldobott követ vagy ellövött golyót ugyanis a pillanatnyi lökerő egyenes irányban lódtítaná (26 dik ábra) az

(26. ábra.)



első másodperczen például a -tól b -ig, a másodikban ugyanannyira b -tól c -ig, a harmadikban c -tól d -ig stb.; de a föld vonzása következtében ugyancsak egy másodperc folytában b -tól m -ig, két másodperc folytában c -tól n -ig, három másodperc folytában d -tól r -ig kellene esnie. E két erő eredménye tehát, hogy a test ívalakban röptül s o -ban földet ér. E görbe vonalat ($amanro$) a hajítás után hajtaléknak nevezik. Ily hajtalék a kút csövéen kicsurgó víz sugar pályája is.

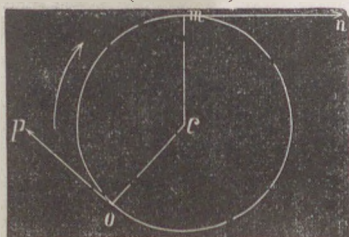
Hogy mily messze röptül az ellökött kő vagy golyó, az nemcsak a hajító erő nagyságától, hanem irányától is függ; számítás által ki van mutatva, hogy legmesszebb röptül akkor, ha a lökés iránya épen középett van a függőleges és vízszintes irány között.

Földünkön a legroppantabb hajítások példait

szolgáltatják a tűzokádók; ezek töbüreik mélyéből néha oly magasságra vetik a kőtömegeket, hogy csupán csak lezuhanásuk 12—15 másodperczig tart, miből következik, hogy több mint 3000 láb magasságra hányattak.

29. §. A röperöröl.

A természetben ugyanazon erők munkálkodnak kicsiben és nagyban, azért sokszor a legegyszerűbb kísérletek világra szóló tüneményekhez szolgáltatják a kulcsot. Ily egyszerű kísérlethez fogunk most is; nincs egyébre szükségünk, mint egy erős zsinegre, kövel, vagy ólomgolyóval, vagy egy darab vassal stb. a végén. Fogjuk a zsineg szabad végét s kanyargassuk meg a követ, — azonnal megfeszül a zsineg, és feszül annál erősebben, minél sebesebben kanyargatunk, elannyira, hogy végre el is szakadhat. Nyilvánvaló, hogy a kanyargó kő húzza, feszíti a zsineget; és csakugyan, ha azon pillanatban, midőn a nyíl irányában kanyargó kő (27-dik ábra.) *m* pontba ér, a zsineget *cm*-t hirtelen elmeteszve, szabadjára eresztenők a követ, ez *mn* irányban röpülne tovább; ha akkor eresztenők el, midőn *o* pontba jut, *op* irányban röpülne el, — mindig tehát azon irányban, melyet a szabadon eresztés pillanatában éppen követett. Minthogy a kanyargó kő minden pillanatban elröpülni törekszik azon ponttól vagy tengelytől, mely körül mintegy kénytelenségből kering: feszíti a zsineget, mely e törekvésében gátolja. E tüneményben tehát azon törvényre ismerünk, hogy midyőn a testek valamely pont vagy tengely körül kanyarogni kényszerülneke, ezen pont vagy tengelytől elröpülni törekszenek. Minél nagyobb a test tömeg-



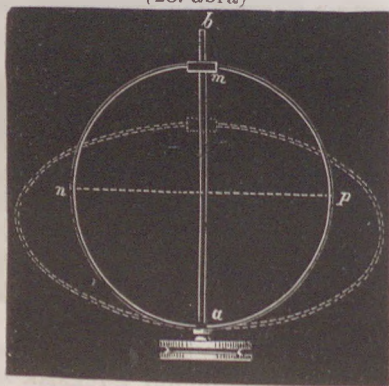
(27. ábra.)

minél gyorsabb a kanyargása, annál erősebb egyúttal a törekvése, hogy elröpüljön; vagy, a mint nevezik, annál nagyobb a röpereje, a középfutó ereje.

Számos, közönségesen ismert tünetény tanúskodik e törvényről: a kocsi kerekére tapadt sár megmarad vagy lehúll, míg a kerék lassan forog, de mintha szárnyra kelne, mihielyt a kerék gyorsabb forgásnak ered; a forgatott köszörűkőről elfecscsen a víz forgatáskor; a balta, kalapács stb. foka lerepül a nyeléről, ha nincs erősen ráillesztve; az ember, a ló, ha kanyarodik vagy körben fut, befelé veti felső testét, nehogy a röperő által kifelé vettessék.

De maga földünk is magán viseli a röperő hatásának nyomát. Ezt szembeszökően megmutathatni egy ruganyos p. o. aczélabronzcsal (28-dik ábra), mely alsó

(28. ábra)



részen *ab* nyélre van erősítve, felső részével *m*-mel azonban e nyélen föl s alá járhat. Ha mármost *ab* nyélt orsó módjára megpörgetjük, az a bronz is körötte, mint tengelye körül, forogni fog. Nyilvánvaló, hogy az a bronz egyes részei forgás közben annál kisebb körökben, tehát annál lassabban keringnek, minél közelebb esnek a tengelyhez, vagy, a mi ugyanaz, ennek egyik-másik sarká-

hoz (a -hoz vagy m -hez). De minél gyorsabb a forgás, annál erősebb a röperő, — e szerint p és n -ben, hol a gyorsaság legnagyobb, legerősebb lesz az abroncs törekvése elröpülni a tengelytől, a mit ruganyos voltánál fogva részben meg is tehet; n és p -ben ugyanis az abroncs távolodik a tengelytől, ezzel pedig m sark közelebb szorúl a -hoz. A kerek abroncs tehát a forgás következtében sarkainál meglapul. A földgömb is minden 24 órában megfordul tengelye körül; a földgömb is megvan lapulva a sarkaknál, hol a röperő legkisebb s ki van duzzadva az egyenlítőnél (aequatornál), hol a röperő legnagyobb — azt kell tehát következtetnünk, hogy földünk egykor (megszámlálhatlan évek előtt) folyékony állapotban volt légyen, mert úgy a mint most van, szilárd létére a röperő meg nem lapíthatta volna.

Hasonló lapúltság más égi testeknél is mutatkozik.

Észrevehetjük, hogy a röperő, mely a testeket a föld tengelyétől távolodni készíti, ellene dolgozik a nehézkedésnek, mely a testeket a föld közép-pontja felé készíti. A röperő pedig kisebb meg kisebb, a mint a föld sarkai felé közeledünk, itt tehát kevésbbé dolgozik a nehézkedés ellen, mint a föld egyenlítője körül; — ebben újabb okát látjuk, miért lesz a nehézkedés nagyobb meg nagyobb, a mint a föld éjszaki vagy déli sarka felé közeledünk. — Íme, a világra szóló tünemények, melyekhez a zsinigre fűzött, körül kanyargatott kő juttatott.

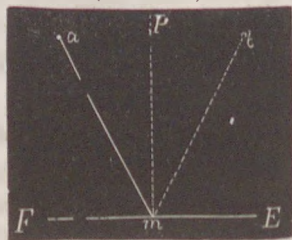
30. §. Az ütközésről.

Gyakran megesik, hogy valamely mozgásban levő test egy másik, akár mozgó, akár veszteglő testtel összetalálkozik, összeütközik. A mozgófélben levő test a maga állapotját (mozgását) minden eléje akadó testtel közölni kívánja, — ámdé az eredmény nagyon külön-

böző. Így például a lassan dobott golyó meglógatja a szabadon függő deszkát, de a nagy sebességgel rohanó (kilövött) golyó átlukasztja, azaz: csak azon részecskéket löki el, melyek útjába esnek, mielőtt még e hirtelen lökés a deszka többi részeivel közlödhetett volna; hasonlóan az ablak-üvegen kerek lyukat löhetni, a nélkül, hogy az üveg megrepedeznék. Szintügy más meg más az eredmény, a szerint a mint az ütköző testek tömege különböző: az ágyúgolyó befúrakodik a tömör várfalába, de egymaga meg nem döntheti. Nem csekélyebb befolyással van az irány is; minél rézsütosabban ér valamely felületet a lökés, annál gyengébb a hatása. Tekintetbe veendő végre az is, ha ruganyosak-e a testek, vagy nem; a falhoz vágott sárdarab lustán lepotytyan — ha ugyan oda nem tapad —, a ruganyos laptá ellenben visszarúgódik; mert ütközés közben összenyomúl, ily összenyomott állapotban azonban ruganyosságánál fogva nem marad, hanem kifeszül, hogy régi alakját visszaöltse, mi csak úgy eshetik meg, ha a faltól elrúgódik. Ez utóbbi esetet közelebbről kell hogy szembe fogjuk.

A ruganyos laptá szintoly gyorsasággal pattan vagy verődik vissza a faltól, mint a milyennel oda vágódott. A mi pedig a visszaverődése irányát illeti, azt a 29-dik ábrában láthatjuk, hol FE valamely falnak felülete, melyhez egy a felől közelgő ruganyos lapda vágódik m -ben, — am vonal tehát az oda vágódás irányát jelöli.

Ugyancsak ezen m pontban gondoljunk egy vonalat mp -t derékszögben állítva a falra: ezen mp -nek összeszőgellése a bevágódás irányával képezi a bevágódás vagy beesés szögét. Már most a laptá úgy verődik vissza m -től b felé, hogy ezen mb -nek, a visszaverődés irányának összeszőgellése mp függély-



lyel, vagyis a visszaverődés szöge, épen akkora, mint a bevágódás szöge. A függély mp tehát felezi azon szöget, melyet a lapta be- és visszavágódásának iránya egymással képez. Ezen három vonal: ma , mp , mb , egy síkba esnek, azaz: ha e vonalakat pálczácskáknak képzelem, melyekre papírost feszítenék, ezen papíros egyenes lapot képezne, nem csinálna könyököt mp -ben.

A ruganyos testek visszaverődésének e törvénye röviden így szól: a beesés szöge s a visszaverődés szöge egy síkba esnek s egymással egyenlők.

II. FEJEZET.

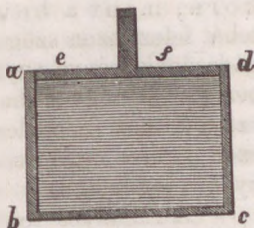
A nyugalomról és mozgásról csepegős testeknél.

31. §. A nyomásnak egyarántos elterjedése.

A csepegős folyékony testek, minők a víz, olaj, higany stb. azon tulajdonsággal bírnak, hogy, ha magokra maradnak, ha külső erők nem háborítják, akkor összegömbölyödnek vagyis cseppeket képeznek, innen van nevök is: csepegősök. Mi a legismertebb, legelterjedtebb csepegősről, a vízről fogunk csak szólni, mert egészben véve ugyanaz áll a többi csepegős folyadékra nézve is. Külső erők irányában azon tulajdonsággal bír a víz, hogy részecskéi azon erők által igen könnyen eltávolíthatók egymástól (azaz, hogy a víz szétfolyik), ellenben összébb csak nagy nehezen szoríthatók. Ezt bizonyítja azon tapasztalás is, hogy a vízre gyakorlott nyomás a vízben mindenfelé egyaránt elterjed, mit következő módon lehet megkísérteni:

abcd edény (30-dik ábra) legyen színig tele vízzel, felülről pedig *ef* dugattyúval (dugóval), mely az edényben föl s letolható, befödve. Terheljük meg e dugattyút p. o. 100 fonttal, ekkor a közvetlen alatta terülő vízréteg 100 fontnyi nyomást fog szenvedni; ámde ezen réteg össze nem nyomatja magát, hanem változatlanul átszolgáltatja e nyomást a következő rétegnek, s így terjed ez rétegről rétegre le egészen a fenékig, úgy hogy ezen fenék csak oly nyomást szenved, mintha ama 100 font közvetlen rajta nyugodnék (a víz saját súlyát itt most számba nem vesszük). Gondoljuk például, hogy az edény fenekének területe 100 négyszög hüvelyk; ezen területre 100 fontnyi nyomás gyakoroltatván, esik a fenék egy-egy négyszög hüvelykére egy fontnyi nyomás. De, hogy ezen nyomás nem csak lefelé, hanem oldalt és fölfelé is egyaránt, változatlanul terjed, kimutatható úgy, hogy bárhol is az edény oldalfalain vagy magán a dugattyún rést engedünk, a víz azonnal kibugygyan, — nem bugygyanna pedig ki, ha nem nyomatnék. Sőt tovább is folytathatjuk a kísérletet; mert ha a rést 1 négyszög hüvelyknyi nagyságúnak csináljuk, azt találjuk, hogy e résre 1 fonttal terhelt dugót kellene alkalmaznunk, ha azt akarjuk, hogy a víz ki ne bugygyanjon; 2 négyszög hüvelyknyi résre 2 fonttal terhelt dugó kellene, hogy a vizet visszanyomja, s így tovább. Ezen kísérlet tehát bizonyítja, hogy a vízre gyakorolt nyomás le, fel s oldalt egyaránt terjed.

(30. ábra.)

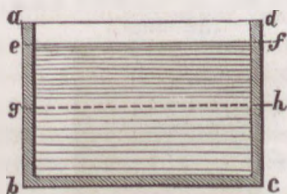


32. §. A nehézség hatása a vízre.

A föld, mint már említve volt, egyaránt vonz minden testet; a víz részecskéi is tehát a föld középpontja felé törekszenek esni. Innen van, hogy a víz a lejtőkön lefelé folyik, mint azt a folyók, patakok stb. példáján

minden lépten-nyomon tapasztaljuk. Innen van az is, hogy valamely edényben a víz addig meg nem csendesedik, valamíg felszínén valamennyi vízrészecske nincs egy magasságban (határozottabban mondva: egyazon távolságban a föld középpontjától). Minden részecskéje a víznek ugyanis addig-addig esik vagy inkább folyik lefelé, mígnem oldal-szomszédjaival egy magasságra jut, mikor aztán tovább már nem eshetik. Ekkor mondjuk, hogy a víz egy színt áll, s a víznek ezen egyszintes felületét vízszintesnek (horizontálnak) is nevezük; a vízszintes felület nagyban, a tengereken, gömbalakú, kicsiben azonban, tavakon vagy éppen edényeinkben ezen gömbölyödés észrevehetetlen, s a vízszintes felületet egyenes síknak tekintjük.

A föld vonzásának vagyis a nehézségnek másik következménye az, hogy a víznek is, mint minden egyéb testnek van súlya (egy koczkalábnyi víz félmászsánál valamivel többet nyom). Vegyük elő ismét vízzel tölt edényünket (31-dik ábra); mindegyik vízrétegre a rajta nyugvó víztömeg nehezedik, így p. o. *gh* vízrétegre a *ghfe* víztömeg; a *gh* vízrétegnek tehát bizonyos nyomást kell szenvednie, még pedig annál nagyobb, minél magasabban áll fölötté a víz; hogy ezen nyomás (mint az elébb említettük) oldalt is terjed, annak világos



bizonyossága az, hogy ha az edényen *g*-nél rést nyitunk, a víz azonnal kibugygyan. Minél mélyebben van a víz felszíne *ef* alatt valamely vízréteg, annál magasabb vízoszlop nehezedik rá, annál nagyobb nyomást is kell hát szenvednie; így történik, hogy minél mélyebben csináljuk a rést az edényen, annál nagyobb erővel szökik ki a víz. Legnagyobb lesz e szerint a nyomás az edény fenekén. Természetes, hogy ha víz helyett például higanyt tölte-

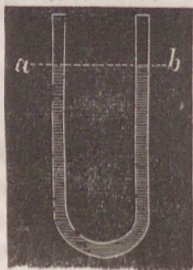
nénk az edénybe, ez 14-szer sűrűbb lévén a víznél, nyomása is 14-szer nagyobb lenne.

A víz oldalnyomásának következménye, hogy a védgátak gyakran átszakadnak, nem csak ott, hol a rohanó ár ostromolja, hanem ott is, a hol csendes, álló vizek partjául szolgálnak. Másrészt, hogy mily felszámálhatatlan hasznot hajt a víz akár lökésével, akár nyomásával, súlyával, azt eléggé tanusítják, hogy egyebet ne emlitsünk, a malmok s mindenféle gyárak melyeknek kerekeit részint folyóvizek, részint alázuhanó patakok mozgatják.

33. §. A közlő csövekről.

Tegyünk egy egyszerű kísérletet; vegyünk elő egy pohár vizet, mártsunk bele egy mindkét végén nyitott üvegcsövet (másféle csövet is lehet, csak hogy az üveg átlátszóságánál fogva czélszerűbb): a víz a csőben oly magasra emelkedik a mily magasan áll a pohárban, azaz: a víz a pohárban és a csőben egy szint áll. Hasonlóan köztudomású, hogy kétszárú házi edényeinkben (p. o. öntözőkben, kétnyakú csuprokban) a víz, vagy tej stb. mindkét szárban egy szint áll. Hogy

(32. ábra.)



(33. ábra.)



egyik szár tágasabb vagy keskenyebb, az mindegy. Legnyilvánosabb e tünemény, ha egy U-forma csövet (32-dik ábra), úgynevezett közlőcsövet töltünk meg vízzel; a víz mindkét szárban egy szint áll (*a*-ban és *b*-ben), mintha csak egyazon vízfelületnek volna része.

Ezen egyszerű kísérlet megmagyarázza a szökőkútakat; mert ha az egyik szár (33-dik ábra) rövidebb is, a víz oly magasra törekszik mégis emelkedni, mint a vízszíne a másik hosszabb szárban, felszökik tehát, s ha a kellő *am* magasságig nem vergődik, annak oka a többféle akadály, melyel találkozik: a levegő ellenállása, a cső nyílásánál való surlódás, a visszahulló vízcseppek lökése; — ezen akadályok szűkebb nyílás mellett kisebbek, azért szűk nyílásokon magasabbra szökik a vízszög. — Ugyane tüneténnyel találkozunk nagyban is, midőn a hegyekben alászivárgó víz a völgyben a föld alatt meggyülekszik; ha sikerül az embernek ily vízmedenczékig lefúrni, a víz e fúráson föl-emelkedik, s gyakran még a földszíne fölött is jó magasra szökik (ezek az artézi vagy fúrott kútak). Természetesen az elősorolt akadályok itt is megvannak, s a víz nem szökhetik oly magasra, mint a mily magasból a hegyekben alászállott.

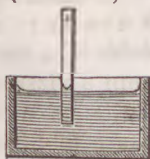
Vannak azonban tünetények, melyek az imént mondottakkal (hogy t. i. a víz a közlő csövekben egyazon magasságra emelkedik) homlokegyenest ellenkezni látszanak. Így p. o. ha amaz előbb említett pohár vízbe az üvegső helyett darab czukrot mártunk, ebben a víz nemcsak oly magasra emelkedik mint a pohárban, de sőt lassan-lassan felszivárogoz a csúcsáig; így a szívó-papiroson, ha csak egy végét mártom is vízbe vagy tintába, e folyadék felszáll. Sőt ha a pohárba igen szűkre fűrt üvegsövet mártok, ebben is magasabbra emelkedik a víz, mint a pohárban levő vízfelület s annál magasabbra, minél szűkebbre van a cső fűrve. És épen ez szolgáltatja a kulcsot e meglepő tünetényhez; az okoskodás t. i. ez: az üveg és víz vonzódnak egymáshoz (emlékezzünk a tapadásra), innen ered, hogy a tág csőben is vagy a pohárban például, a víz széle fel van rántva, azaz: a víz az üveg közelében magasabbra emelkedik (34-dik ábra); már most a víznek ezen fölrántása, ezen följobbemelkedése annál erősebb, minél közelebb szo-

rúlnak egymáshoz a cső falai, minél szűkebb a cső fúrása. Ha ellenkezőleg az edény falai s a folyadék nem tapadnak egymáshoz, akkor a szűk csőben nem hogy fölebb, de sőt kelletinél lejjebb száll a folyadék; így p. o. a higany a szűk üveg-csőben lenyomódik s ebben alantabb áll, mint az ezzel összekötött tágasabb csőben (35-dik ábra).

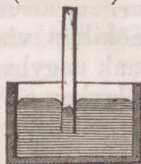
Az ily szűk csöveket elnevezték hajcsöveknek (bár a hajszálnál tágasabbak), s innen e tüneményt is, a folyadékoknak finom csatornákon fölebb szállását, vagy lejjebb nyomódását, hajcsövességnek nevezik. A cukor, szívo-papiros, foszlány stb. likacsokkal telvék, melyeknek sora mintegy finom csatornákat képez, ezeknél is tehát a hajcsövességnél fogva száll föl a víz, tinta stb. valamint ugyanez okból száll fel a víz a ház falainak likacsai között, honnan azután a nyirkos földön épült házak örökös nedvessége. Sok test van, mely hajcsövességénél fogva fölszívja a vizet s azután megdagad, így p. o. a kőtél szárai, miért is a megnedvesedett kötél széltsibe kidagad s egyúttal megkurtúl. E kidagadozás roppant erős lehet; malomkövekre szolgáló sziklákat például úgy lehet fejteni, hogy a sziklát helylyel-közzel megfűrván, e fúrásokba faczövekeket vernek s ezeket vízzel öntözik; a faczövekek annyira megdagadoznak, hogy a sziklát leválasztják.

Ide vág a folyadékok átszivárlása (endosmose) is, hártyákon, hólyagokon vagy egyéb finom likacsú testeken keresztül. Ha például egy pohár tiszta vízbe hólyaggal bekötött tölcserő mártunk, melyben sóoldat (sós víz) van, e két folyadék addig-addig elegyedik, míg mind a kettő egyenlő mértékben válik sóssá. Az állatok és növények testében a folyadékok többnyire ily módon szivárolnak át egyik edénykéből a másikba;

(34. ábra.)



(35. ábra.)



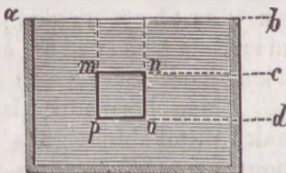
a gyökérszálak például felszedik a földben a tápláló folyadékokat, s ezek azután átszivárlás útján terjednek el szerte a fa legmagasabb ágazataíig.

34. §. Archimedes elve. Úszás.

Hogy a víz saját súlyánál fogva bizonyos nyomást gyakorol lefelé (a fenékre), s oldalt (az oldalfalakra), erről már szólottunk; hátra van még, hogy a fölfelé való nyomást nézzük közelebbről; (mert hiszen a víz mindenfelé nyom). Valóban könnyen meg is győződhetünk a felől, hogy a testek a vízben könnyebbek, hogy a víz a belemártott testeket mintegy fölthasztja.

Kísértsük meg e tüneményt megmagyarázni. A víz nyomása, mint említve volt, annál nagyobb, minél magasabb a nyomó vízoszlop; ha már most p. o. az *ab*-ig vízzel telt edénybe (36-dik

(36. ábra.)



ábra) valami kockát *mnpq*-t mártunk, látnivaló, hogy ennek felső *mn* lapját a *bc* magasságú vízoszlop nyomja, alsó *pq* lapját pedig *bd* magasságú, az előbbinél tehát magasabb vízoszlop nyomja; így tehát a kocka alsó lapjára nagyobb a nyomás, mint a felső lapjára, azaz: a kockát nagyobb erővel nyomja a víz alúlról fölfelé, mint fölülről lefelé, e szerint a mennyivel ezen fölfelé való nyomás meghaladja a lefelé való nyomást, annyival csökken a bemártott kockának súlya. Hogy mennyivel csökken, azt először Archimedes határozta meg, ki mintegy 2000 év előtt élt Szirakuzában, Szicília szigete fővárosában; ő ugyanis ezen fő törvényt vagy elvet találta, hogy: a folyadékba mártott test annyit veszít súlyából, mint a mennyi a kiszorította folyadék súlya. Ezen tétel fejezi ki Archimedes elvét. Vegyünk egy példát:

Egy vasgolyót rendes módon megmerek, s például azt találom, hogy súlya 7 font; most vízbe mártom, s megmerekem így, hogy mennyit nyom víz alatt, találom, hogy 6 fontot, a vízben veszített tehát e vasgolyó súlyából 1 fontot, — és csakugyan, ha a golyó által kiszorított víznek súlyát megmerekem vagy kiszámítom, azt találom, hogy az 1 fontnyi; e golyó tehát 1 fontnyi víznek helyét foglalja el (vagy: 1 fontnyi vizet szorít ki helyéből), s ennél fogva 1 fontnyit veszít a maga súlyából; látjuk, hogy e vasgolyó súlya nagyobb (7 font) mint az általa kiszorított vízé (1 font), azért alá is fog merülni a vízben.

Amde ugyancsak e 7 fontos golyót kitágíthatjuk oly módon, hogy 7-szer akkora helyet foglal el mint előbb, ekkor a vízbe mártva 7-szer annyi vizet szorít ki helyéből mint előbb, azaz éppen 7 font vizet, — a golyó ekkor súlyából 7 fontot, vagyis egész súlyát elveszíti; ez esetben a golyó súlya éppen akkora, mint az általa kiszorított vízé, s így akárhol lebeghet a vízben.

Még harmadik kísérletet is tehetünk, eme golyónak t. i. további tágítás által oly terjedelmet adhatunk, hogy 7 fontnál több, p. o. 10 font vizet szorít ki helyéből; mi történik ekkor? a golyónak 10 fontot kellene súlyából veszítenie, holott súlya mindössze is csak 7 font, — ekkor a golyónak egy része kiemelkedik a vízből, oly magasra, hogy vízben maradt része éppen 7 fontnyi vizet szorítson ki, azaz, a golyó úszni fog, miután súlya kisebb mint az általa kiszorított vízé.

Mikor úszik tehát valamely test a vizen? ha súlya kisebb, mint az általa kiszorított vízé, közönséges életben azt szoktuk mondani: ha könnyebb. S mily mélyen merül az ily úszó test a vízbe? oly mélyen, hogy víz alatt levő részével annyi vizet szorítson ki, a mennyit maga nyom. Ezért a megterhelt hajó mélyeb-

ben merül, mint az üres, ezért a felfújt hólyag, az üres hordó stb. úszás közben nagyobb felökkel vizen kívül maradnak; azért az ember is, ki, kövérségénél fogva, vagy visszatartott lélekzéssel mellét tágitván, terjedelmesebb testű, könnyebben úszik, mint az összezsugorodott testű, összeszorult mellű (a milyen pedig szokott lenni a megijedt ember).

A testek úzására nézve továbbá még e kettőt következtethetjük :

1) egyazon test egyik folyadékban alámerül, egy másik sűrűbb folyadékban pedig nem; így p. o. a vas (rendes állapotjában) a vízben alámerül, de a higanyban, mely a víznél 14-szer sűrűbb, már úszik, mert hiszen a vas súlya kisebb, mint az általa kiszorított higanyé ;

2) az úszó test a ritkább folyadékban mélyebben merül mint a sűrűbb folyadékban; így p. o. tudva van, hogy a tenger vize sűrűbb a folyóvíznél, ha már most egy 1000 mázsás hajó a tengeren úszik, oly mélyen jár, hogy 1000 mázsányi tengervizet szorít ki helyéből; ha aztán e hajó folyóvízbe kerül, 1000 mázsányi folyóvizet kell helyből szorítania; igen ám, de a folyóvíz könnyebb lévén a tenger vizénél, több kell belőle 1000 mázsára, a hajó tehát itt nagyobb terjedelmű vizet kell hogy kiszorítson, azaz: mélyebben fog járni. Innen még az is következik, hogy ha egy testet, p. o. egy üvegsövet kétféle folyadékban úsztatok, megítélhetem, melyik a sűrűbb folyadék? az üvegső ugyanis a ritkább folyadékban mélyebben merül (vannak is ily üvegsövek, s ü p m é r l e g e k n e k nevezik, melyekkel azután a tej, borszesz stb. sűrűségét vizsgálják).

Végre megjegyzendő még, hogy ezen Archimedesféle elv szerint a szilárd testek tömörségét is meghatározhatjuk. Így az elül választott példában vasgolyónk a levegőn 7 fontot, a vízben 6 fontot nyomott, vesztett e szerint 1 fontot, a vasgolyó által kiszorított s ennél fogva azzal egy-terjedelmű víz súlya tehát 1 font,

miből következik, hogy e vas 7-szer annyit nyom mint a vele egyterjedelmű víz, azaz: hogy e vas 7-szer tömöttebb a víznél.

III. FEJEZET.

A nyugalomról és mozgásról terjengős testeknél.

35. §. *A levegőről általában.*

Ha üres szobába lépünk, vagy üres fiókkal, ládával, szekrénynyel stb. van dolgunk s azt kérdik tőlünk, mi van benne? rendesen azt feleljük, hogy semmi. Igazabban azt kellene felelnünk, hogy levegő. Pedig mily fontos ez az úgynevezett semmi! nélküle magunk is alig lehetünk el csak néhány perczig is; és mily ereje van ezen semminek, ha mozgásnak ered, midőn szél vagy szélvész képében majd a legüdvösebb szolgálatokat végzi, majd meg dühös ellenségünkként pusztít s megkárosít. De hogy akkor is van ereje, ha csendes, azt mindjárt alább meg fogjuk beszélni; egyéb-iránt már a közeg ellenállásánál is volt róla szó, mennyire ellenszegül ezen semmi a mozgásban levő testeknek.

Honnan van pedig, hogy nyilvánságos hatásainak daczára a levegőt semminek szeretjük mondani? Alkalmasint onnan, hogy nagyon átlátszó, tehát csak akkor vesszük észre, ha sok levegőn keresztül nézzük a tárgyakat (a távol tárgyak kékes színezete innen ered); aztán, hogy tiszta állapotjában se íze, se szaga, végre: hogy nem tapintjuk, jelenvoltát nem érezzük, épen mivel folyton-folyvást benne mozgunk.

Bármi könnyű legyen is a lég, súlya mégis van. Ez kézzelfoghatólag megmutatható, miután módunkban van egy üveggömbből kiszívni a levegőt: az ily légüres gömböt a mérleg egyik karjára függesztjük, másik karjára pedig a megfelelő nehezékeket, s így a légüres göm-

böt megmérjük; ezután megnyitjuk a gömb szájára alkalmazott csapot, hogy a lég benyomúlhasson; azonnal lebillen a mérleg annak jeléül, hogy a gömb súlya növekedett; ha most újra megmérjük a gömböt, megtaláljuk, mennyi a különbség a légüres és a léggel tölt gömb súlya között, — e különbség fejezi ki a gömbben levő lég súlyát. A levegő mintegy 770-szer könnyebb a víznél.

A levegő úgyyszólván a földön mindenütt jelenvaló, odaférkezik mindenüvé, a hol csak rést talál és ellenállásra nem akad. Bármint zárjunk el ajtót, ablakot, beférkezik a legapróbb nyílásokon is szobánkba a külső levegő, de természetesen nem oly mennyiségben, hogy a szoba szellőzése az egészség tekintetéből feleslegessé válhék. Innen azt következtetjük, hogy a levegő részecskéi szerfölött mozgékonyak, s hogy a levegő oly nagy helyet kíván mindig elfoglalni, a milyent csak lehet. Képzeljük, hogy egy légüres szobába kis edénybe zárt levegőt hozhatnánk; mihelyt ez edényen legkisebb rést engednénk, a levegő azonnal az egész szobát betöltené, s ha innen egy második légüres szobát nyitnánk meg, ezt is betöltené, s be egy harmadikat is, és így tovább. Ebből két dolog következik: először az, hogy amaz edénykébe zárt levegő neki feszül az edény falainak, mert különben ki nem rohanna a nyitott résen, hogy tehát a levegőnek bizonyos feszítő ereje, röviden feszereje van; másodszor az, hogy a szobát betöltő lég cime kis edénybe is belefér, tehát hogy a lég igen összenyomható, vagy mondhatjuk összehúzható, mert hiszen minél kisebb helyre szorítjuk össze, annál sűrűbbé válik.

Ha aczébrügöt vagy ruganyos laptát összeszorítunk, feszíteni fogja kezünket, mert régi helyét akarja visszafoglalni, s minél összébb szorítjuk annál erősebben is feszül ellen; így a levegő is, minél összébb nyomjuk, annál nagyobb lesz feszereje; minél kisebb helyre szorítjuk, annál sűrűbb lesz, de annál inkább is kíván nagyobb helyet elfoglalni. Csakhogy a levegőnél

hozzájárul még az is, hogy határozottan elfoglalt helye, határozott térfogata nincs, tehát bármi nagy helyen is legyen elterjedve, nem éri be vele, hanem minduntalan nagyobb s nagyobb helyet kíván, tehát minduntalan feszít, feszít pedig minden irányban egyaránt.

Mindezeket összefoglalva mondhatjuk: a levegő terjengős test, mert folytonosan terjeszkedni kíván, ennél fogva a felületeknek, falaknak stb., melyek e törekvésében gátolják, folyvást nekifeszül; a levegő továbbá igen összeszorítható, de minél jobban összeszorúl, annál sűrűbb lesz, s annál nagyobb lesz feszereje.

Azon testeket, melyek hasonló tulajdonságokkal bírnak, gázoknak, légneműeknek vagy általában terjengős testeknek nevezzük.

36. §. A légkör.

Földtekénket köröskörül levegő borítja, mint zöld héjja a diót. E levegőburkot légkörnek (atmosphæra) nevezik. A légkör egészen földünkhöz tartozandó, együtt mozog vele, együtt forog vele a föld tengelye körül, mert különben, ha a környező levegő helyben maradna, míg mi a földdel kelet felé forgunk, folytonos keleti szél gyanánt látszanék a lég elsurranni mellettünk. De méltán kérdehetjük, van-e a légkörnek határa, miért nem oszlik el mindenfelé a világon a holdig, a csillagokig, miután a levegő terjengős létére mind nagyobb s nagyobb tért kíván foglalni? A felelettel nem maradunk adósok, ha eszünkbe juttatjuk, hogy a föld minden testet vonz, tehát a léget is, mit már abból is következtethetünk, hogy hiszen a légnek is csak úgy van súlya, mint bármely más testnek; a föld vonzása bilincseli tehát a légkört is földünkhöz. Egyébiránt hogy hol van határa, mily magasra terjed fölöttünk a levegő, azt nem tudni, de alkalmasint 10 mértföldnél nem kisebb a magassága.

Tegyük a légkör magasságát 10 mértföldre, s képzeletünkben induljunk egy kis vándorlásra föl a légkör határa felé. A földszínén nyugvó levegőre 10 mértföldnyi magasságú légburok nehezkedik; emelkedjünk egy mértfölddel magasabbra, itt a levegőt már csak 9 mértföld magasságú légburok nyomja, de kisebb nyomás alatt a levegő kevésbbé sűrű is, 1 mértföldnyi magasságban tehát a levegő kevésbbé sűrű mint a földszínén. Ha így fölebb s fölebb emelkedünk, rendre oly légrétegekbe jutunk, melyekre mindig kevesebb s kevesebb levegő nehezkedik, melyek tehát kevésbbé nyomatván, mind ritkábbak s ritkábbak. Úgy van ez, mintha pelyhet szórnánk magas rakásba, legfelül leggyérebben, legalúl legtömöttebben telepednék egymásra a pelyhek. De minél sűrűbb a levegő, annál nagyobb a feszereje; látni tehát, hogy minél magasabbra emelkedünk a légkörben, annál ritkább a levegő s annál kisebb a feszereje, vagy a mi szintannyit jelent, minél magasabbra emelkedünk, annál kisebb a légnyomása.

De kérhetné valaki, nem kisebb-e a légnyomása a szobában, hol csak néhány lábnyi magasan áll feletünk a lég, mint a szabad ég alatt? Erre azt feleljük, hogy a szobát tökéletesen el nem zárhatjuk a külső levegőtől, a szoba levegője tehát csak olyan sűrűségű, mint a külső lég, csak úgy szenved az egész légkör nyomását mint a külső lég (a mely nyomás mindenfelé egyaránt terjed). Ha a külső légnyomása nagyobb találna lenni mint a szobabelié, bizony benyomná az ablaküveget, ha másként nem eshetné meg a kiegyenlítés. Mert, hogy a nyomás nem valami csekélység, bárki megkísértheti. Ha egy gyűszűből kiszívjuk a levegőt, ajkunkhoz tapad — a külső levegő szorítja oda; ha a lopó végét vízbe mártjuk s felső nyílásánál szívni kezdjük a levegőt, azonnal felszökik a víz, miért? mert a lopóban a szívás által megritkított levegőnek nyomása kisebb mint a külső levegőé, ez tehát felszorítja a vizet, s ha

ujjammal azután a felső nyílást elzárom, ki sem ömlik a víz, mert a külső lég az alsó nyílásra ráfeszülván, visszanyomja a vizet, mihelyt azonban felül szabadon hagyom a nyílást, ottan is nyomni fog a levegő s a víz kiömlik. Hasonlóképen a lehelésnél kitágítjuk melünk üregét s tüdönket, a befoglalt levegő tágabb helyen terjedvén szét, megritkul, mire a külső, sűrűbb levegő azonnal benyomul. Számosabb ide vágó példákat majd alább fogunk látni.

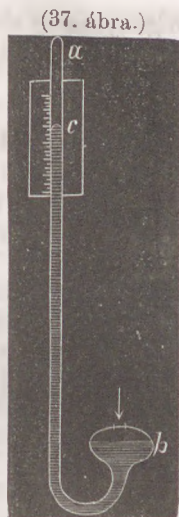
37. §. A légsúlymérő.

Ha már egyszer azt tudjuk, hogy a levegő nyomást gyakorol, legközelebb az a kérdés támad, mekkora ez a nyomás? Az eszköz, mely a nyomás mértékét adja, légsúlymérőnek (barometer) neveztetik.

Ha egy vízzel vagy higanynyal tölt üvegcövet szájával lefelé tartok, a folyadék nehézségénél fogva kiömlik, hacsak oly erővel vissza nem tartom, mely e folyadék súlyát megbirja; minél magasabb e folyadékoszlop, annál nagyobb erővel kell visszatartanom; ha például 28 hüvelyknyi magasságú higanyoszlop van a csőben, melyet alul deszkácskával elzárom, ez körülbelül 12 fontnyi nyomást gyakorol a deszkának egy-egy négyszög hüvelyknyi területére, ehhez mért erővel kell tehát a deszkát odaszorítnom, különben a higany kiömlik. A külső levegő csakugyan ily nyomást képes gyakorolni. Mert a meggömbített üvegcsőben (37-dik ábra), melynek hosszabb szára *a* mellett el van zárva, míg rövidebb, golyóba végződő szára *b* mellett nyitva van, a higany a hosszabb szárban 28 hüvelykkel magasabban emelkedik mint a golyóalakúban. Ezen csőbe ugyanis a golyó száján vigyázva töltögették a higanyt, azután felforralták, úgy hogy a levegő kiszorult s a higany fölötti tér *ca* légment; ezen oldalról tehát misem szorítja lefelé a higanyoszlopot (csak súlyánál fogva nehezedik lefelé), míg a más oldalról *b* mellett a külső levegő szorítja a higanyt a golyóban le, s tehát a hosszú csőben föl. Ime,

ez a légsúlymérő; hosszabb szárához kis fa vagy rézlap van alkalmazva, s ezen egy hüvelykekre, vonalokra beosztott mérték, hogy le lehessen olvasni, hány hüvelyknyi, vonalnyi magasságra emelkedett a higany.

A lég nyomása nem mindig egyenlő; a légkör állapota szünet nélkül változik, majd nedvesebb, majd szárazabb, majd hidegebb, majd melegebb, majd csendes, majd szeles. Ehez képest a légsúlymérőben is a higanyoszlop folytonosan ingadozik; fel-száll vagyis magasabb az állása, ha a lég nyomása nagyobb; leszáll, ha a lég nyomása kisebb; közép-állása a 28 hüvelyk.



A légsúlymérőről sokan azt tartják, hogy megjövendöli az esőt, de bizony ez sokszor csalóka időjós. Ha t. i. déli vagy nyugati szelek fújnak, ezek a tengerek felől nedves, könnyebb levegőt hoznak, s ekkor a légsúlymérő leszáll, s ekkor valószínű ugyan, hogy esni fog, de még koránsem bizonyos; ellenben az éjszaki s keleti szelek a terjedelmes szárazföldek felől fújván: száraz, nehezebb levegőt hoznak, s ekkor a légsúlymérő felszáll, s ekkor ismét valószínű, hogy derült időnk lesz. Viharok előtt vagy közben a légsúlymérő rendesen igen nyugtalan s fel-le ingadozik, jelentvén, hogy a légkörben nagy háborgások történnek, s ezek folytán a nyomás is hirtelen majd nagyobb, majd kisebb.

Minél magasabbra emelkedünk a légkörben, annál kisebb a lég nyomása, annál alább száll tehát a légsúlymérő. Innen ezen eszközt a hegyek magasságának megméréseire is használják, kiszámítván a

higanyoszlop alábbszállásából, mennyire szállott felebb a légkörben maga a vizsgáló.

38. §. *A léghajó.*

Archimedes elve nem csak a csepegős, hanem a terjengős testekre nézve is áll, a levegőben is t. i. minden test annyit veszít súlyából, mint a mennyi az általa kiszorított levegőnek súlya. Ehez képest, ha valamely gömb péld. 1 mázsát nyom, de 2 mázsányi levegőnek helyét foglalja el, nemcsak hogy egész súlyát elveszíti, hanem még egy mázsának megfelelő erővel fölfelé fog löketni, s emelkedni fog mindaddig, míg oly könnyű levegőbe jut, hogy a kiszorította levegő szintén csak 1 mázsát nyom, s ott aztán lebeg (vagy mint a víznél mondtuk, úszik). Így látjuk, hogy a tüzelők fölötti meleg lég, meleg füst, — mely a környező levegőnél könnyebb, — felszáll.

Ezen észrevétel vezérlette a Montgolfier testvéreket (franciaországi papírgyárosokat) a léghajók készítésére; nagy gömböt készítettek ugyanis vászonból, melynek alul nyílása volt, ez alá szalmával rakott kosarat függesztettek s a szalmát meggyújtották. Ez úton a gömb megtelt meleg (a külsőnél könnyebb) levegővel s fölszállt. Ez történt 1783-ban.

Eleinte csak magát a léghajót s legfeljebb állatokat eresztettek föl. Első, ki oly merész útra vállalkozott, Rozier volt 1783-ban; oda is vészett később, miután egyik felszállása alkalmával meggyúladt a léghajó.

Valamivel bátorságosabb lett a léghajózás az által, hogy a tüzelést elhagyták s a gömböt könnyebb gázmekkel töltötték, nevezetesen Charles, párisi tanár könnyűgázzal (hydrogennel), mely a közönséges levegőnél 14-szer könnyebb. Most általában világító gázzal töltik a léghajókat (ugyanazzal, mely nagyobb városaink utcáit világítja s röviden gáznak nevezetik). A gömbről lefüggő kötelek tartják a kosarat vagy

ladikot, melyben az emberek ülnek; a gömb tetején szeleppel zárt nyílás van; ha a léghajós e szelepet megnyitja, kisuhan egy adag gáz, a gömb összébb lapúl s alább száll; ellenben pedig, ha a hajós magasabbra akar emelkedni, a magával vitt homokból hullat le s ez által könnyít terhén. Amde mindeddig nem tudják módját a jobbra-balra kormányzásnak (mint p. o. a hajóknál), s így a léghajó még most is egészen a szelek kegyelmétől függ, s csak egyes bátraknak lehet szolgálatára.

Legmagasabb s a tudomány érdekében legfontosabb fölszállások voltak a francia természetbúvárokéi 1804-ben (Gay-Lussac) és 1850-ben (Barral és Bixio); mind két ízben közel 1 mértföldnyi magasságra emelkedett a léghajó, — ennél magasabban nem járt még ember soha.

Legújabban 1859-ben Lowe amerikai léghajós gerjesztett nagy figyelmet roppant léghajójával, mely több száz mázsányi terhet megbír, s melylyel Amerika s Európa között az atlanti tenger fölött szándékozik utazgatni.

Megjegyezhetjük még, hogy a köd meg a felhő apró vízbuborékokból áll, melyek megannyi léghajók gyanánt lebegnek a levegőben, még pedig minél könnyebbek, annál magasabban, míg a sűrűbb ködök s felhők alább ereszkednek.

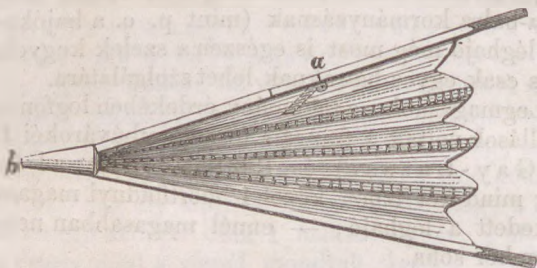
39. §. *Különféle készülékekről, melyeknél a lég nyomása munkálkodik.*

A lég nyomását a közéletben sok készüléknél használják mint mozgató erőt. Ezek közül egy-kettővel ismerkedjünk meg közelebbről.

1) A fúvó.

A fúvó a tűz szítására használt, eléggé ismeretes szerszám. Áll két deszka közé foglalt bőrzacskóból (38-ik ábra), melyet kitágítani meg összeszorítani lehet. Felül a mellett nyílás van, befelé járó billentyűvel, úgyneve-

zett szeleppel; *b* mellett pedig a zacskó szűk csőbe torkollik. Ha már most a fűvót széthúzzuk, a bentlévő lég tágul, megritkúl, mire a külső sűrűbb lég betaszítja a szelepet s benyomul; ekkor ismét összelapítjuk a fűvót s ezzel összeszorítjuk a levegőt, ez tehát *b* csövön (38. ábra.)



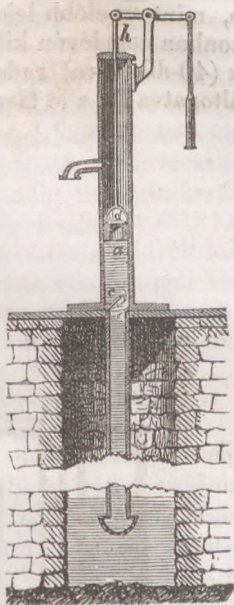
kiszorúl, vagy, hogy úgy mondjuk, kifúj; azon úton a merre bejött, nem mehet vissza, mert a szelep befelé nyílik, a bent összeszorult levegő tehát kifelé nem lökheti.

2) A szivattyú.

Illeszszünk egy üvegesőbe szorosan járó dugattyút, s mártsuk a cső alsó végét vízbe; ha most a dugattyút felhúzzuk, a cső megtelik vízzel, mert a dugattyú felhúzásával a csőben megritkult a levegő, mire a külső, sűrűbb levegő azonnal felszorítja a vizet.

Hasonlóképen vannak berendezve a szivattyúk, melyeket kútjainknál használnak. A kútesőbe (39-dik ábra) jól körülbőrözött dugattyú *a* van illesztve légzáróan; ugyancsak e cső alsó végén valamivel a víz színe fölött, fölfelé járó szelep *c* van alkalmazva. Ha már most a dugattyút a kút-kankalék segítségével fölhúzzuk, *h*-ban, a csőben, megritkúl a levegő, s a külső lég felszorítja a csőbe a vizet. Most ismét letoljuk a dugattyút; ámde a vizet össze nem nyomhatja, sem pedig az *a* c szelepnél vissza nem mehet, mert hiszen e szelep föl-

(39. ábra.)



felé nyílik, más kijárásról kell hát gondoskodni. Meg is van e kijáras magán a dugattyún, mely át van fúrva s e fúrásra ugyancsak fölfelé járó szelep *d* van illesztve; a dugattyú letolásakor tehát ezen szelepet löki fel a víz s betölti a csövet a dugattyú fölött. Ily módon föl s le tologatva a dugattyút, alúl mindig újra meg újra beszorítja a vizet a külső levegő, míg a dugattyú fölött mindig magasabbra emelkedik a víz, míg végre feljut a kivezető nyílásig s kiömlik.

Említésre méltó, hogy az innént leírt szivattyú szolgáltatott mintegy 2 század előtt első alkalmat a lég nyomása felöl elmélni. Flórenczben ugyanis oly kútat ástak, melynek csöve 32 lábnaál hosszabb volt s bámúlva

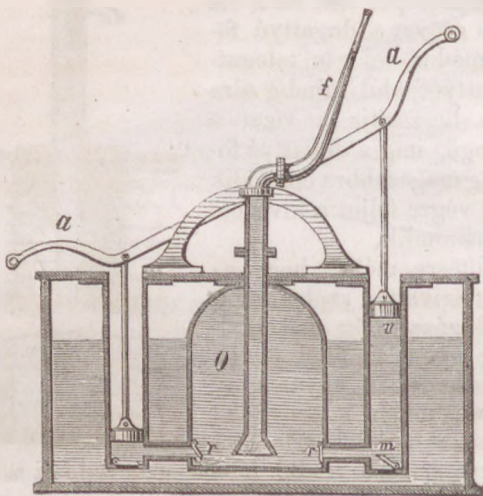
vették észre, hogy a víz 32 lábnaál magasabbra sehogysem akar emelkedni. Ezen észrevétel vezérllette az akkoriban élt híres olasz tudóst, Galileit azon gondolatra, hogy itt a lég nyomása szerepel. Csakugyan, mint már említve volt, a lég nyomása olyan nagy, hogy 28 hüvelyknyi magas higanyoszlopot megbír; de a víz 14-szer könnyebb, vízoszlopot tehát 14-szer magasabbat bír meg a lég, azaz mintegy 32 lábnyi magasra bírja szorítani a vizet, de magasabbra nem.

3) A fecskendő vagy vízi puska.

A vízi puskától azt kívánjuk, hogy a vízszagát nagy erővel lökje ki, vagy hogy, mint már neve is mutatja, a vizet kilője. Ezen kilövést az összeszorított tehát erősen is nyomó levegő eszközli, következő

módon. Egy víztartóba olyanféle szivattyú van beillesztve, mint az elébb leírtuk, még pedig kettő; a dugattyú azonban nem lévén kifúrva, egészen elzárja a csövet. Az *aa* (40-dik ábra) rudat föl s alá húzva, a két dugattyút váltogatva fel s le taszítjuk; de nézzük csak az egyiket

(40. ábra.)



p. o. a jobbikat, mert a másikról is csak szóról szóra azt kellene ismételni. A mint az *n* dugattyú fölfelé megy, a lég a csőben megritkúl, s a külső lég a víztartóból beszorítja a vizet a csőbe. A beszoruló víznek a fölfelé nyíló *m* szelep enged utat, de a dugattyú letolásakor *e* szelepet a visszanyomuló víz, mint már a szivattyúnál is láttuk, lefelé nyomván, maga előtt bezárja. Másfelé keres tehát utat és talál is az oldalcsőbe, melyet befelé nyíló szelep *r* zár el; *e* szelepet belöki s így jut az úgynevezett szélkatlanba *O*-ba, melyben eddig csak levegő volt. Most a mint a víz benyomúl, a levegő kell hogy összébb szorúljon, megstűrdjék. A dugattyút újra felhúzáván, a víztartóból újra beszorúl a víz (a légkatlanból vissza

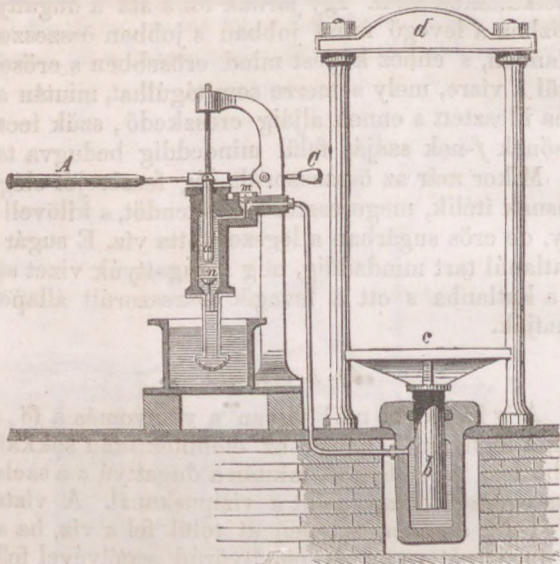
nem nyomúlhat a víz, mert a befelé nyíló r szelepet maga előtt elzárja), és a dugattyút visszatolván, a víz újra a szélkatlanba tolúl. Így járnak föl s alá a dugattyúk s e közben a levegő mind jobban s jobban összeszorúl a katlanban, s ehhez képest mind erősebben s erősebben feszül a vízre, mely semerre sem tágúlhat, miután a katlanba illesztett s ennek aljáig ereszkedő, szűk fecskendőcsőnek f -nek száját felül mindeddig bedugva tartották. Mikor már az összeszorúlt lég feszerejét elég hatásosnak ítélik, megeresztik a fecskendőt, s kilövell keskeny, de erős sugárban a légszorította víz. E sugár szakadatlanul tart mindaddig, míg a dugattyúk vizet sajtolnak a katlanba s ott a levegőt összeszorúlt állapotban tarthatják.

4) A vízszajtó.

A vízszajtónál ugyan a víznyomás a fő, nem pedig a légnyomás, hanem az előbbieket után sokkal érthetőbb lesz berendezése, miután a dugattyú s a szelepek járása egészen olyan, mint a vízipuskánál. A víztartóból (41-dik ábra) n szelepen át tolúl fel a víz, ha a kisebb dugattyút a -t az AC emeltyűrúd segítségével felhúzzuk; a dugattyú visszatolásakor pedig ezen n szelepet maga előtt elzárván a víz, fellöki az m szelepet, benyomúl a tágasabb csőbe s ott a nagyobb dugattyút b -t tolja fölfelé. Ily módon a kisebb dugattyút fel s alá jártatván, a víz a keskeny csőből folyvást a tágasba szorúl s ott a nagyobb dugattyút mind jobban emeli; ennek felső lapja tehát mind közelebb s közelebb nyomúl a szembenálló szilárd laphoz d -hez, s a közbe eső papírost, vagy szénát stb. összesajtolja.

Ezen víz- vagy Brámaféle szajtóval ropant nyomást lehet gyakorolni. Mert, például ha a kisebb dugattyú alsó lapja 1 négyszög hüvelyk s 10 fontnyi erővel nyomjuk le, a víz ezen nyomást változatlanul ruházván át, a nagyobb dugattyúnak mindegyik négyszög hüvelykére 10 fonttal fog nyomni; volna például a

(41. ábra.)



nagyobb dugattyú alsó lapja 100 négyszög hüvelyk, máris százszorosan 10 font, azaz 10 mázsányi nyomást szenvedne, s ugyancsak ily erővel sajtolná is tehát a papírost, szénát stb. Látni való, hogy a sajtolás annál erősebb, minél nagyobb a *b* dugattyú alsó lapja az *a* dugattyú alsó lapjához mérve.

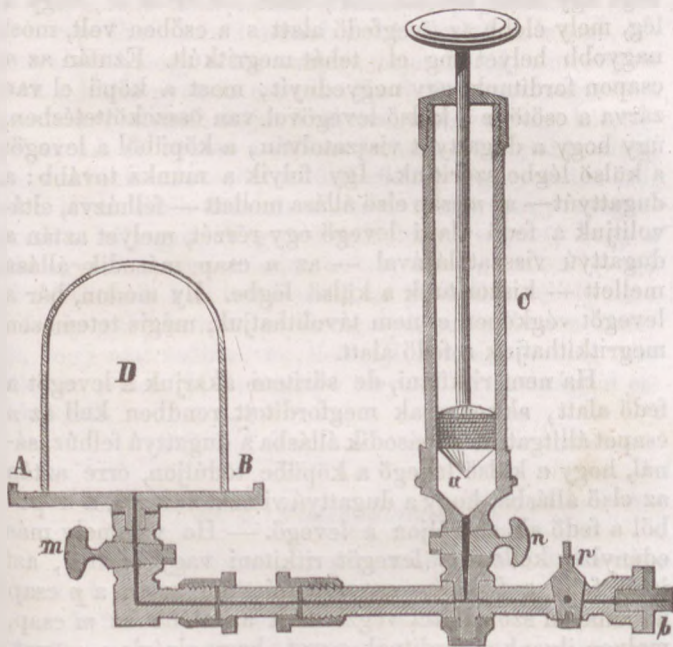
A hol erős sajtolásra van szükség, a víz-sajtó igen czélszerű.

5) A légszivattyú.

A légszivattyú a közéletben nem igen fordul elő, de tudományos vizsgálódásoknál oly fontos szerepet játszik és segélyével sok tüneményt oly szembeszökölleg lehet előidézni, hogy azzal legegyszerűbb alakjában

megismerkednünk épen nem lesz fölösleges. E készüléket *Guerike Ottó* találta fel 1650-ben *Magdeburgban*. Részei következők (42-dik ábra): az üres henger vagyis köpü *C*, melyben szorosan, légzáróan jár a dugattyú *a*; a köpüből keskeny és könyököt képző cső vezet *AB* üveg vagy metaltányérhoz, melyre aztán kas-

(42. ábra.)



alakú üvegfedőt *D*-t borítanak. A csőre két csap van alkalmazva: az *m* csap, melynek fúrása útát nyit a csőnek a tányérig, meg az *n* csap, melynek két fúrása van: az egyik (rajzunkban látható) egyenes, és a köpült a csővel köti össze, a másik (rajzunkban nem látható) könyök-alakú, oly formán, hogy a csapon negyednyire fordítván, a fúrás egyik vége a köpűbe, másika pedig a

szabad levegőre nyílik, a köpűt tehát a külső levegővel köti össze. Ezen n csap tehát első állásában a köpű meg a D fedő alatti levegő közt, második állásában a köpű meg a külső levegő közt nyitja meg a közlekedést. Ha az n csap első állásában van s felhúzzuk a dugattyút, a köpűben megritkúl a levegő, s így a csőben s az üvegfedő alatt lévő sűrűbb levegő egy része betolakodik; ezzel azt értük el, hogy a lég, mely elébb az üvegfedő alatt s a csőben volt, most nagyobb helyet fog el, tehát megritkúlt. Ezután az n csapon fordítunk egy negyednyit, most a köpű el van zárva a csőtől s a külső levegővel van összeköttetésben, úgy hogy a dugattyút visszatolván, a köpűből a levegőt a külső légbe szorítjuk. Így folyik a munka tovább: a dugattyút — az n csap első állása mellett — felhúзва, eltávolítjuk a fedő alatti levegő egy részét, melyet aztán a dugattyú visszatolásával — az n csap második állása mellett — kiszorítunk a külső légbe. Ily módon, bár a levegőt végképen el nem távolíthatjuk, mégis tetemesen megritkíthatjuk a fedő alatt.

Ha nem ritkítani, de sűríteni akarjuk a levegőt a fedő alatt, akkor csak megfordított rendben kell az n csapot állítgatni: a második állásba a dugattyú felhúzásánál, hogy a külső levegő a köpűbe tóduljon, erre aztán az első állásba, hogy a dugattyú visszatolásával, a köpűből a fedő alá szorúljon a levegő. — Ha valamely más edényben kellene a levegőt ritkítani vagy sűríteni, azt jobb felől a b karra csavarhatni, hol aztán a p csap ugyanazon szolgálatot végzi mint az elébb az m csap, melyen ilyenkor fordítanak egyet, hogy elzárja a csövet. A dugattyúnak és csapoknak jól kell csukódní, a fedőnek pedig szorosan a tányérhoz illeszkedni, különben jó siker nem várhatni.

Lássunk most néhány kísérletet, mely a lég terjen-gősségét és nyomását szembeszökőleg mutatja. A fedőt, ha alóla ki van szivattyúzva a levegő, nem bírjuk fölemelni, annyira a tányérhoz szorítja a külső lég; ha el-

lenben nincs kiszivattyúzva, könnyen fölemeljük, mert ekkor az alatta levő levegő csak úgy szorítja a fedőt fel, mint a külső levegő le. Ha a fődő alá légsúlymérőt állítunk, a higany annál mélyebbre száll, minél jobban megritkúl a levegő, bizonyosságául, hogy minél ritkább a levegő, annál csekélyebb a nyomása. Egy jól bekötött s összezsugorodott, tehát csak kevés levegőt tartalmazó hólyag a fődő alatt annál erősebben puffaszkodik (sőt el is repedhet), minél inkább ritkúl körötte a levegő, bizonyosságául, hogy a lég annyira terjeszkedik, a mennyire csak a külső nyomás engedi. Ha fődőtől egy üvegcsovét veszünk, melynek száját felül üvegtáblával vagy hólyaggal zárjuk el, azután a csőben (tehát az üvegtábla alatt) megritkítjuk a levegőt: a külső sűrűbb lég nyomása erősebb lévén dirib-darabra zúzza a táblát, vagy megrepeszti a hólyagot. Végre annak bizonyosságára, hogy a föld egyaránt vonz minden testet, s hogy csak a levegő ellenállásának kell tulajdonítani ha például a pehely nem esik oly gyorsan mint az ólomgolyó, szolgál azon kísérlet, hogy egy csőben, ha levegője tetemesen meg van ritkítva, pehely és ólomgolyó egyenlő gyorsasággal esnek lefelé.

40. §. Visszapillantás.

A természetben a nyugalomnak és mozgásnak örökös váltakozását vesszük észre.

A testeknek azonban általános tulajdonságuk a kitarthatóság, azaz: a veszteglő test magától meg nem indul, a mozgó test magától meg nem szünteti mozgását. Az erő az, ami a veszteglő testet megindítja; s ugyancsak erő, ami a mozgó testet mozgásában megakasztja.

Ha a testet mozgásra készítető erők kölcsönösen megsemmisítik egy a más hatását: a test nyugszik (veszteg van); ezt úgy is fejezhetjük ki, hogy ekkor az

erők egyensúlyban vannak, vagy, hogy az erőknek eredője semmi.

Ha a testet mozgásra készítő erők nincsenek egyensúlyban, a test mozog, még pedig az eredő irányában, s az eredő nagyságához mért gyorsasággal. Az eredő tehát képviseli azon erőt, melynek hatása éppen akkora, mint a testre ható összes erőké együttvéve.

A vonzás, melynek munkálkodását már kicsiben, a testek apró részecskéiben szemmel kísértük volt, nagyban is uralkodik. E vonzás tartja pályájukban az égi testeket, ez köti a föld gömbjéhez a földi testeket.

A föld vonzása egyaránt hat valamennyi testre: a nehézkedés tehát s ennek folytán a súly valamennyi test közös tulajdonsága.

A földteke valamennyi anyagi részecskéje vonzza ugyan a test valamennyi anyagi részecskéjét, de ezen számtalan vonzó erőnek is csak egy eredője lehet; ezen eredőnek kiindulási pontja a föld középpontja, támadási pontja pedig a test súlypontja; a föld tehát úgy vonzza a testeket, mintha a föld középpontja vonzaná a testek súlypontját. Innen van, hogy a testek súlypontja a föld középpontja felé esik, hacsak ebben nem gátoltatik.

A víznyomása, felületének vízszintes állása, közlőcsövekben egyszínt-állása, nem különben a légkörnyomása s a vízben és légtelenben való úszás oly tünetek, melyeket közösen a föld vonzása meg a víz- és légtelen testek csepegős és terjengős volta idéznek elő.

III. RÉSZ.

A hangról.

41. §. A hang gerjesztése.

Gondolatainkat s érzéseinket alig testesíthetjük meg jobban mint a beszédben és zenében (muzsikában). Leginkább a beszédhez és zenéhez folyamodunk, ha kifejezni, közleni akarjuk a mit gondolunk és érezünk. Azért a beszéd és zene leghathatósabban is fejleszti lelkünket. Van pedig valami, a mi mindkettejével közös : ez a hang.

Böven van gondoskodva arról, hogy a természetben ne legyen némaság. Nem is említve az állatok czerfélé szavát, a levegő fuvalma, a víz csapkodása, a homokszem gurulása, a legkisebb moczczanás is hirt ad magáról a nesz által, melyet gerjeszt. Apró mozgások, melyeket már szemmel alig kísérhetünk, még hallatszának, úgy hogy fülünk csaknem biztosabb jelentője a mozgásnak, mint szemünk.

Hogy gondolkodásunk módja szerint a hangzás együtt jár a mozgással, nyelvünknek számos kifejezése világosan feltünteti. Ha valamire azt mondjuk, hogy csendesen van, részint azt értjük, hogy nem mozog, részint azt, hogy nem szól, nem hangzik. És hány szó van, melylyel a mozgásnak különféle módját, egyúttal pedig az e moz-

gással járó neszt vagy hangot jelöljük, milyenek cseppen, locscsan, bugyog, surran, suhint, koppan, robog, pereg és sok más. Bizton állíthatjuk, hogy a hol hang van, ott mozgás is van.

De minemű e mozgás? Ha az asztalt megütik, koppan, ha a poharat megütik, cseng; nyilvánvaló, hogy e kis ütés nem mozgatta ki helyéből az asztalt vagy a poharat, hanem csak a fa vagy az üveg részecskéit; azt is látjuk, hogy e kis ütés nem hagyja nyomát az asztalon, a poháron, nem változtatja meg alakjokat, a részecskék tehát visszatérnek előbbi helyökre, e szerint a hangot gerjesztő mozgás bizonyos ide-oda járás, mit rezgésnek nevezünk s e rezgések a felhozott esetekben igen aprók lehetnek, mert pusztá szemmel nem láthatók. Hogy pedig az üveg részecskéi nem csak az ütés helyén rezegnek, hanem hogy e rezgések elterjednek az egész poháron, abból ítéltethetjük, hogy a csengés szűnik, ha bárhol megfogjuk a poharat s ez által a rezgést akadályoztatjuk. — Vagy miért nyikorog az ajtó a sarkán, a kerék a tengelyén, ha nincs megkenve? nyilván, mert dörzsölődik, surlódik; a surlódás pedig nem egyéb, mint hogy az egyik felület részecskéi a másik felület részecskéivel összeakadoznak, összeütköznek, itt is tehát a részecskék rázkódtatása, megrezgetése idézi elő a hangot. De sok esetben e rezgéseket pusztá szemmel is láthatjuk, így például ha egy megfeszített zsineget vagy húrt meg-rántunk, ez gyorsan ugyan, de láthatólag billeg ide-oda, még pedig úgy, hogy valamennyi részecskéje egyszerre végzi az egyes rezgéseket. Ezek után következtethetjük, hogy a hangot gerjesztő mozgás rezgő mozgás, és a hangzó test részecskéi vagy egyszerre rezegnek, vagy pedig elcinto csak némely részecskéi rezegnek, ezek megrezgetetik a szomszéd részecskéket, s így terjed a rezgés tovább meg tovább, úgy hogy ez esetben a részecskék egymás után rezegnek.

Ámde a rezgések magokban még nem elegendők arra, hogy az így gerjesztett hangot halljuk is; erre szükséges, hogy a rezgések fülünkbe jussanak. Csak akkor hallunk, ha a rezgések megütik fülünket. Leginkább a levegő az, mely a rezgéseket nekünk meghozza. Ez csak úgy eshetik meg, ha a levegő maga is rezeg. Hogy ez csakugyan történik, nem újság előttünk. Ha dörög, vagy ha puskát sütnék el az ablak közelében, az üvegtáblák megrázkódnak; elébb a levegőnek kellett megrendülni, s csak a megrendült levegő rázkódtatta meg aztán az ablakot. Így van ez bármi egyéb hanggal: a hangzó test közli a maga rezgését a környező levegővel, melynek részecskéi aztán rendre rezegnek s így mintegy viszik a hangot. A testet, melyben a gerjesztett hang rezgése így tovaterjednek, a hang közegének mondják. A legközönségesebb közeg, mint tudjuk, a levegő.

Hogy hangközegnek nem-létében a hangot nem halljuk, azt a légszivattyúval igen világosan kitüntethetni: mert ha a harang alól kiszivattyúzzák a levegőt, a harang alatt csörömpölő órát vagy más efféle hangzó szert nem hallani.

42. §. *A hang terjedése.*

Midőn a hangzó test közli rezgéseit a levegővel, ennek részecskéi sorra egymás után rezegni kezdenek: ily egymás után való rezgést hullámozásnak nevezünk (tekintsük csak át a 15-dik §. végét), azért beszélünk hanghullámokról, nem értvén ezek alatt egyebet, mint a hangzó test által indított rezgések sorát, egymásutánját. A víz hullámozása sem egyéb. Ha csendes vízbe kis követ ejtünk, a megütött vízirészecskék fel s alá kezdenek hintázni vagy rezegni, de ezen hintázataikat azonnal közlik is a szomszéd részekkel, melyek ismét tovább szolgáltatják a mozgást; s minthogy a rezgések az ütés helyétől köröskörül

egyaránt terjednek, az egyszerre föl vagy egyszerre lefelé hintázó vízrészecskék körökben fekszenek, melyeknek középpontja a megütött hely, a vízgyűrűk vagy körhullámok tágabb meg tágabb karikákban terjedvén, folyton gyengülnek, míg végkép elenyésznek. Az egyszerre felhintázó vízrészecskék képezik a hullámhegyet, a szomszédjokban pedig egyszerre lehintázók a hullámvölgyet; minthogy a vízrészecskék folyvást föl s le hintáznak, azon részecske, mely az elébb a hullámhegy képzésében vett részt, a következő pillanatban már a hullámvölgyhöz tartozik, aztán ismét a hegyhez és így tovább, míg csak a rezgés meg nem szűnik.

A víznek íme hullámozása szerint képzelhetjük a levegő hullámozását, midőn a hangrezgéseket tovább meg tovább szolgáltatja, azon különbséggel, hogy a levegőben nemcsak egy felületen (mint a vízben), hanem köröskörül mindenfelé egyaránt terjednek a rezgések, itt tehát nem körhullámok, hanem gömbhullámok támadnak, melyeknek középpontja a hanggerjesztése helye; és, hogy a légrészecskék ideoda jártokban majd összébb szorúlnak, majd széljelebb mennek, úgy hogy ezen hullámok voltaképen nem hegyekből s völgyekből, hanem a sűrűdés és ritkítás váltakozásaiból állanak.

Ismeretes dolog, hogy e hanghullámok elterjedésére idő kívántatik. Ha messziről fűt látunk vágni, a fejsze már rég levágódott s csak azután halljuk a koczczanást. A puska, az ágyú tüzét szinte az elsütés pillanatában meglátjuk, de a durranás csak kisebb-nagyobb idő múlva hallik, a mint a távolság kisebb vagy nagyobb. Ha megszámláljuk, hány másodperc telik el a tűz felvillanásától a durranás meghallásáig s az ágyú távolsága ismeretes, megtudjuk hány másodpercbe került az ágyúszónak, hogy ezen útat az ágyútól egész hozzánk befussa, ebből aztán könnyű kivetni, hány lábnyira halad a hang egy-egy másodperczen, azaz: mily

gyorsan terjed a hang. Ilyenmő, sokszoros kísérletekből kitűnt, hogy a levegőben középszámmal 1050 lábnyira halad másodpercenként a hang, még pedig bármiféle hang.

A meleg levegőben gyorsabban terjed a hang, mint a hidegben, szél mentében gyorsabban, mint szél ellenében. A vízben, fában, fémekben, általában a csepegős és szilárd testekben gyorsabban terjednek a hanghullámok mint a levegőben.

Ismerve a hang terjedése gyorsaságát, hozzávetve kiszámíthatjuk, mily messze van valami viharfelhő; ugyanis a hány másodperc telik el a villámlás és dörögés között, annyi másodpercig volt úton a hang, tehát annyszor 1050 lábnyit haladott: ha például a villám és csattanás között 6 másodpercet számolhatunk, 6300 lábnyira vagyis mintegy negyed mértföldnyire vagyunk a villámos felhőtől.

43. §. *A hanghullámok visszaverődése.*

Valamint a ruganyos lapta a faltól visszaverődik, a víz hullámai a parttól visszavágódnak, úgy verődnek vissza a hanghullámok is nem csak szilárd falaktól, hanem valahányszor valamely közegből egy másik közeg határához érnek. Visszaverődnek tehát a levegőben terjedező hanghullámok, ha sziklához, falakhoz, fákhoz, vízhez, felhőhöz stb. érnek, sőt akkor is, ha többé vagy kevésbbé sűrű levegőbe jutnak. A visszavert hullámok gyengébbek mint az eredetiek; mert képzeljünk csak egy hullámot, mely a levegőben haladva épen a víz színéhez ér, — itt a hullám ereje megoszlik, mert egy része arra fordul, hogy a rezgéseket a vízzel közölje; ezt röviden így fejezhetjük ki: a mint a hullám egy új közeg határához ér, egyik része behat az új közegbe, másik része pedig visszaverődik. Mind az egyik mind a másik hullám tehát gyengébb az eredetinel.

Mi azon irányban halljuk a hangot, a mely irányból a hanghullámok fülünkbe jutnak; e szerint, ha valami sziklától visszavágódó hanghullámok fülünket érik, úgy tetszik, mintha a szikla irányában szólna valami. De meg kell még jegyeznünk valamit; ha ugyanis a hangok nagyon szaporán egymás után érik fülünket, akkor egygyé-olvadnak, meg nem különböztethetjük egymástól; így p. o. szobáinkban a falaktól visszaverődik a hanghullám, de oly hamar éri az eredeti hanghullám után fülünket, hogy e kettőt egynek vesszük, ez okon erősebben is hangzik a szó a szoba falai közt, mint odakün. Ha a falak távolabb vannak, például templomban, termekben, folyosókon, már valamivel hosszabb a hanghullám útja a falhoz meg vissza, azért ily helyeken a visszavert hang már később érkezik az eredeti hang után s jobban kiválik; tudjuk is, hogy ily helyeken a szónak utócsengése, utóhangja van. Végre, ha a visszaverő tárgyak még messzebb esnek, akkor a visszavert hullám oly későre érkezik meg, hogy az eredetitől tisztán megválaszthatjuk, s ekkor halljuk a viszhangot vagy echót.

Hogy tehát szavunk viszhangját hallhassuk, a hangot visszavető tárgynak oly messzire kell lenni tőlünk, hogy a hullám oda meg visszamentében annyi időt töltsön, a mennyi nekünk a hangok tiszta különválasztására szükséges. Ez, tapasztalás szerint, mintegy kilenczede egy másodpercznek, azaz: egy másodpercz folytában 9 hangot bírunk tisztán elválasztva egymástól meghallani. Miután pedig a hanghullám egy másodpercz alatt 1050 lábnyira halad, kilenczedrésze alatt 116 lábnyi utat fog megfutni, e szerint a viszhangzó falnak legalább 58 lábnyira kell lenni tőlünk, mert ekkor oda 58, vissza 58, tehát összesen 116 lábat fut meg a hanghullám s így a kiejtett szó után épen egy kilenczedrés másodperczcel később hozza meg a viszhangzó szót. Ha a fal kétannyira van, a viszhang két szótagot ismételhet tisztán; ha háromannyira van,

három szótagot, s így tovább. Ha több visszaverő fal van kellő távolságban egymástól, akkor többfelől halljuk a viszhangot (többszörös viszhang).

Magyarországban híres a tihanyi viszhang, mely 16 szótagot kiált vissza. Külföldön egyik igen nevezetes viszhang a simonettai (Milano mellett Olaszországban), mely a szótagot 40-szer ismételi.

44. §. A hang erőssége.

Az eddig mondottakból már egyetmást a hang erejére nézve is következtethetünk. A vízben indított hullámköröknél látjuk, hogy minél inkább elszélednek, annál gyengébbek; természetesnek is találjuk, hogy minél több vírzszecskére terjed ki a rezgetés, annál inkább megoszlik ereje. Minél tovább vagyunk tehát a rezgések indító helyétől, annál gyengébbek a hozzánk érkező hullámok. Ugyanez történik a hanghullámokkal is, e szerint, minél távolabb van a hangzó test, annál gyengébbek a megérkező hanghullámok s mi ezzel együttjár, annál gyengébb a hang. Fogy pedig a hang ereje épen oly arányban, mint azt már a nehézkedésről is tudjuk, t. i. 2-szer nagyobb távolban 4-szer, 3-szor nagyobb távolban 9-szer stb. gyengébb a hang.

Ha a hanghullámoknak mindenfelé oszladását valamennyire akadályoztatjuk, kisebb mértékben csökken erejük; így ha messzire akarunk kiáltani, kezünket két oldalt szánkhoz tartjuk, hogy mindjárt kezdetben el ne széledjenek a hanghullámok; hasonló szolgálatot végez a papírosból tölcserformán összetekert cső; ilyféle csöveket, leginkább rézből készítve, szócsöveknek hívnak, s kivált a hajóskapitányok jó hasznukat veszik, hogy a vihar között szavukat hallathassák.

A hang gyengülésének egy másik okával is megismerkedtünk már a visszaverődésben; valahányszor ugyanis a hullám új közeg határához jut, egyik

része a határon visszaverődik, az új közegbe jutó hullám tehát már gyengébb az eredetinel. Ezt mindenki tapasztalhatta; mihelyt betesszük a szomszéd szoba ajtaját, nem hallik ki oly erősen a szó, mint nyílt ajtó mellett: a hanghullámok ugyanis az ajtóba ütközvén, részben visszaverődnek és csak egy részök rezgeti meg az ajtót, mely aztán a rezgéseket tovább a mi szobánk levegőjével közli. Világos, hogy kettős vagy hármas ajtó mellett e gyengülés még sokkal tetemesebb. Ezen visszaverődés az egyik oka, hogy éjjel jobban hallani mint nappal; napközben t. i. a levegő nem egyenletesen meleg, úgy hogy a hanghullámok majd melegebb, majd hűvösebb levegőn át járnak, s mindannyiszor részben visszaverődnek.

Kettőt említünk még, mi a hang erősségére kiváló befolyással van: az egyik a hangzó testet, a másik a közegét illeti.

Minél erősebben rezeg a hangzó test, annál erősebbek a hanghullámok, annál erősebb a hang. Ezt akárhányszor tapasztaljuk napjában; minél erősebben ütik meg az asztalt, az üveget, a dobót, minél erősebben rántják meg (azaz üttetik) a csengetyűt, annál erősebben, annál nagyobbab szólnak; azt pedig tán felesleges is említeni, hogy minél erősebben ütünk, annál erősebb az ütött test rázkódtatása, rezgése.

Vége: minél sűrűbb, tömöttebb a közeg, annál erősebb a hang; téiben (a hideg levegő sűrűbb lévén a melegnél) jobban hallani a szót mint nyáron; magas hegyeken rosszul hallani, mert a levegő ritkultabb; léghajósok, kik igen magasra emelkednek, alig értik egymás szavát; a vízben erősebben hallik a hang mint a levegőben, mert sűrűbb, úgyszintén a nedves levegőben is. A föld, a fa, a fának mind erősebben szolgáltatják át a hangot, mint a levegő; azért, ha földhöz lapítjuk fülünket, könnyebben meghalljuk a távol lódobogást vagy ágyúszót; ha az asztal egyik végére tesszük az órát, más végére pedig fülünket, meg-

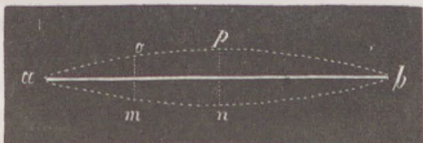
hallhatjuk ketyegését, habár ily távolságra a levegőn át nem hallanók is.

Az utóbb mondottakban találjuk azon időjósítás alapját is, hogy a messzire hallatszó harangszó esőt jelent.

45. §. A ruganyos testek rezgései.

A ruganyos testek kiválólag alkalmasok a rezgésre, minthogy helyökből mozdított részecskék visszatörekzenek régi helyökbe, addig rezegnek tehát, míg oda vissza nem jutnak. E rezgések olyfélék, mint az ingáé: a megfeszített húr például (43-dik ábra) ab , ha megrántjuk, úgy hogy amn állásba kerüljön, szabadon eresztve visszapattan, s a közép ab állásba érve éppen legnagyobb gyorsasággal mozog, meg nem állapodhatik tehát, hanem kibilleg $aopb$ állásba, onnan meg vissza, s így foly-

(43. ábra.)



tatja hintázatait; a húr egyes részecskéi kisebb-nagyobb útakon járnak ide-oda, így az m részecske o -ig jár meg vissza, az n részecske (a húr közepén) a leghosszabb utat np -t futja. De bármilyenek az egyes részecskék útjai, valamennyi egyszerre végzi mozgását. E rezgések pedig egyidejűek, éppen úgy mint az inga rezgései; ha például ama húr az első másodperc alatt 20-szor rezeg, ugyancsak ennyiszor fog minden következő másodperc alatt rezegni, míg csak meg nem állapodik. Továbbá azt tapasztaljuk, hogy ezen rezgések nagyon szaporák, mert pusztán szemmel nem igen kísérhetők. A hang pedig, mely ezen egyidejű, gyors rezgésekre gerjed, különösen kellemes benyomást gyakorol reánk és zenehangnak, zengésnek neveztetik.

A zenehangokat tehát, melyeknek bizonyos szabályszerű sorozatából, összeolvasztásából támad a zene, oly rezgések gerjesztik, melyek szabályosak, egyidejűek és gyorsak. Ily rezgésekre pedig a ruganyos testek alkalmasak, azért zeneszereinkhez ruganyos testeket használunk: húrokat (hegedű, czimbalom, zongora stb), ruganyos pálczácskákat vagy nyelveket (mint a dorombnál), levegőt mint a sípnál, kürtnél stb.

A számításból és tapasztalásból egyaránt az derül ki, hogy a húr annál gyorsabban rezeg minél rövidebb (valamint hogy a rövidebb inga is gyorsabban hintáz mint a hosszabb), azután minél vékonyabb és minél feszültebb. Ha vastag húrt rántunk meg, valamennyire csak észrevehetjük még, hogy rezeg, de annál bajosabban, minél rövidebbre fogjuk a húrt vagy pedig minél jobban megfeszítjük, mi annak jele, hogy ez esetekben a rezgés gyorsabban történik. Másrészt tapasztalásból tudjuk, hogy a vékony húr magasabban szól mint a vastag, hogy egyazon húr is magasabban szól, ha jobban megfeszítjük (azaz: felhúzzuk mint a zongorán, hegedűn, hárfán stb.) vagy ha rövidebbre fogjuk (így a hegedűn egyazon húr magasabban vagy mélyebben szól, a mint rövidebbre vagy hosszabbra fogjuk). E két rendbeli tapasztalást egybevetve azon meglepő kapcsolatot találjuk, hogy minél gyorsabban rezeg a húr, annál magasabban szól, ellenben minél lassúbbak rezgései, annál mélyebb a hangja is.

E kapcsolat a hang magassága vagy mélysége s a rezgések gyorsabb vagy lassúbb volta között nemcsak a húroknál van meg, hanem általában minél nagyobb a rezgések száma egy másodperczen, annál magasabb ezen rezgések által gerjesztett hang. Az úgynevezett fúvó zeneszereknél, milyenek az orgona, fúvolya, klari-nét stb. a síp csövében foglalt levegő hozatik rezgésbe

s ez adja a hangot: minél rövidebb a síp, voltaképen, minél rövidebb a rezgő légoszlop, annál gyorsabbak a rezgések, annál magasabb a síp hangja.

De még többet is tudunk e kapcsolatról, határozottan tudjuk t. i. hány rezgés kell ilyen vagy olyan magasságú hang gerjesztésére. Ha egy forgó fogas kerékhez feszes kártyalapot tartunk, kiszámíthatjuk, hány-szor rezzen meg e kártya másodpercenként; a keréknek mindegyik foga ugyanis megrezzenti, ha tehát a keréknek például 100 foga volna s másodpercenként egyszer forgatnók körül, 100 rezgés felelne meg azon bűgő hangnak, melyet a kártya rezgés közben gerjeszt. E példával csak az efféle számítások lehetőségét akartuk feltüntetni; ennél sokkal tökéletesebb berendezésű készülétek vannak, melyek segítségével az egyes zenehangoknak megfelelő rezgések számát kitanulták. A zenében használt hangok közt a legmélyebbnek 16 rezgés felel meg másodpercenként, a legmagasabbnak mintegy 20,000.

A hangnak magas vagy mély volta semmi befolyással sincs a terjedés gyorsaságra: a magas és mély hangok által költött hullámok egyazon gyorsasággal (a levegőben 1050 lábnyi gyorsasággal) terjednek. Ha ez nem így volna, összhangzatról a zenében szó sem lehetne, mert az együtt hangoztatott, különböző magasságú hangok nem egyszerre ütnék meg fülünket, pedig épen az összeillő hangoknak egyszerre való hallása alkotja az összhangzatot.

46. §. *A rezgések hatása egymásra.*

Ha a hangzó testek rezgéseivel s ezen rezgések által képződött hullámokkal megbarátkoztunk, megfejtünk magunknak tüneményeket, melyek nemcsak hogy érdekesek, hanem első pillanatra valóban csodálatosak. Lássunk ezek közül egykettőt.

Előveszek két húrt *a*-t és *b*-t, mely nem igen mesz-

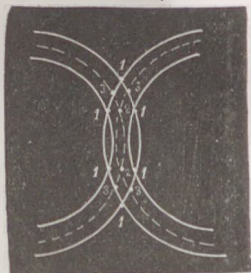
sze van egymástól kifeszítve, s mindenben egyez egymással, úgy hogy bármelyikét hangoztatom, egyazon hangot adja, miből azt következtetem, hogy az egyik épen annyiszor rezeg másodperczenként mint a másik. Ha már most az egyiket p. o. a -t hangoztatom s figyelmesen hallgatók, úgy veszem észre, hogy b is megszólal, egyúttal pedig a -nak hangja erősödik. Mintha rokonszenvvel volnának egymás iránt, felelnek, segítenek egymásnak. Hogy határozottabban szólhassunk, tegyük például, hogy a húr 100-szor rezeg másodperczenként; egy-egy másodperczben tehát 100 hullámot indít. Mindegyik hullám meglöki b húrt, ez tehát szintén elkezd rezegni, s mivel ugyancsak 100 rezgésre alkalmas másodperczenként, a lökések mindig épen jókor jönnek, mindig támogatják a maga rezgéseit. Így aztán elég erősek a b húr rezgései, hogy hangot gerjessenek; egyúttal azonban a b húr rezgésével szintén indít hullámokat, melyek viszont az a húr rezgéseit gyámolítják, s így ez is erősebben rezeg, erősebben szól, mint hogyha csak egymagában rezegne. Ha ellenben a b húr például gyorsabb rezgésekre volna alkalmas, akkor az a -tól indúlt hullámok szintén megrezgetnék ugyan, de ezen rezgések szaporábban történvén mint az egymás után érkező hullámok lökései, erőre nem kaphatnának: a hullámok lökései s a b húr rezgései nem tartanának egyszerre jobbra egyszerre balra, hanem összevetkezve s így egymásnak akadékoskodnának. Ez esetben a b húr gyengébben rezegne semhogy megszólalna s az a húrt sem gyámolíthatná rezgésében.

A leirtuk tüneményt együtthangzásnak (resonantiának) nevezik. Ebből magyarázható, hogy a zongora bizonyos hangjánál egyik-másik ablaküveg megrezzen; hogy, ha két egyenlően hangolt dob közül az egyiket megütik, a másik is megszólal; hogy a hegedű, hárfa stb. húrjait nem deszka, hanem szekrény fölé fe-

szítik, melynek levegője s maga a hegedű fája is aztán a húrokkal együtt hangzik s erősíti hangjokat.

Hogy a másik tüneményről képünk legyen, ismét a víz körhullámaihoz folyamodjunk; most ez egyszer két kavicsot dobjunk a víz csendes színére, hogy két központból induljanak hullámkörök, melyek találkoznak s egymást szegik, torlódnak. Mi történik ekkor? a hol két hullámhegy találkozik, még nagyobb hegyet emel, a hol két hullámvölgy találkozik, még mélyebb völgyet váj, de a hol hullámhegy meg hullámvölgy találkozik, egyik a másikat megrontja, s ha egyenlő hatalmasok, a víz ily helyeken csendesen marad. A találkozó vagy torlódó hullámok tehát bizonyos helyeken erősítik, másokon pedig megrontják egymást. A 44-dik ábrában a kihúzott körök a hullámhegyeket, a pontozott körök a hullámvölgyeket jelölik; e szerint az 1-el jegyzett helyeken ma-

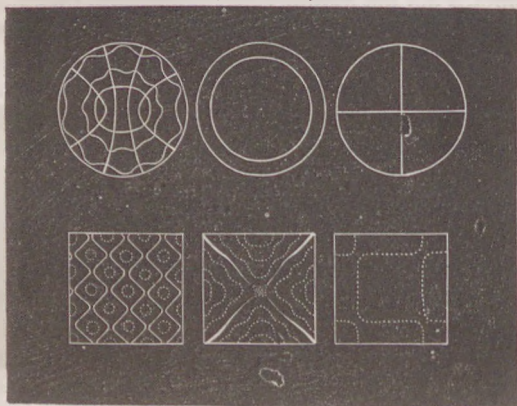
(44. ábra.)



gasbra emelkednek a hegyek, a 2-vel jegyzett helyeken mélyebbre vájódnak a völgyek, a 3-al jegyzett helyeken pedig a víz kevésbbé vagy éppen nem hintáz. Ugyanez áll a hanghullámokról is. Hangzó testekben a rezgések oly módon találkozhatnak, hogy bizonyos helyein a test éppen nem rezeg; az ily nyugvó helyeket rezgés-csomókna k nevezik. A rezgő húrón a csomókat az által lehet észrevenni, hogy ily pontokon a papírszeletke le nem hull, míg a rezgő helyeken lerázódik. Legszembeszökőbben látszik azonban ez, ha üvegtáblát finomabb homokkal behintünk, aztán egyik végén megfogva, vonóval rántunk rajta: a rezgő részekről a homok összeszalad oly helyekre, melyek nem rezegnek, a homokvonalok tehát a rezgés-csomók sorát s rendjét jelölik, s ily módon ábrákat képeznek, melyeket hangábráknak hívnak (vagy Chladni-féle

ábráknak, mert Chladni első volt, ki megvigyázta). A 45-dik rajzban fel van tüntetve néhány ily hangábra; de ily szabályos alakokat csak úgy kapunk, ha a rezgő tábla hangja tiszta, csengő; más különben nincs szabályos hullámmás, s a homok össze-vissza szalad. Mondhatjuk hát, hogy a fülünknek kedves hangokat szemünknek kedves alakú hullámmások gerjesztik.

(45. ábra.)



47. §. Visszapillantás.

A testek apró rezgésekre képesek, melyek mindenfelé terjedezve hullámmást idéznek elő. Ha ily hullámmok fülünket érik, a hang érzését költik bennünk.

Ha a rezgések gyorsak és szabályosak (egyenlő időközökben történők), a hang különösen kellemes benyomású, s ekkor zengésnek, zenehangnak nevezzük. Minél gyorsabbak a rezgések, annál magasabb a hang.

Egymással találkozó hanghullámmok torlódnak, s bizonyos helyeken csökkentik vagy éppen megsemmisítik.

misítik egymás hatását: ily helyeken aztán megszűnik minden rezgés, és úgynevezett rezgés-csomók keletkeznek.

A hangtünemények eleven képét adják a mozgalmasságnak mely a természetben uralkodik: a leggyengébb nesz ezernyi rezgetésnek támasztója.

IV. RÉSZ.

A melegről vagy hőről.

48. §. *A melegről általában.*

Mi legyen voltaképen az a meleg vagy hős a hideg, azt nem tudjuk, de hatásait nagyon is érezzük; szinte nevetségesnek látszanék, ha ki sokáig bizonygatni akarná, hogy a meleg az, a mi melegít, a hideg pedig az, a mi hidegít. De azon kérdés csakugyan mindjárt kezdetben fölmerülhet, mi a különbség a meleg és hideg között? Mert a forró földön született szerecsen tán fázni fog ott, hol nekünk melegünk van, a jeges vidékek lakója pedig meleget fog érezni ott, hol mi a hidegre panaszkodunk; így a fenyőfa szépen megterem ott, hol a szőlő elfagyna, a vasnak pedig jóval nagyobb meleg kell hogy olvadjon, mint a jégnek. A mi tehát egyik állatnak, növénynek vagy bármi egyéb testnek meleg, az a másakra nézve lehet már hideg. Így be kell vallanunk, hogy meleg s hideg közt nincs valami megszabott határ, épen úgy, mint nincs a könnyű és nehéz között, — a mi egynek könnyű, másnak nehéz — s hogy a mit hidegnek mondunk, az csak kisebb mértéke a melegnek.

A melegnek bizonyos mértéke kell, hogy állatok s növények megélhessenek. Télben holtnak, legalább

dermedtnek mondjuk a természetet, a meleg évszakban föléledtnek tekintjük. A meleg az életet juttatja eszünkbe. S nem kisebb befolyása van a melegnek a szervetlen (vagy a mint közönségesen nevezik: élet-telen) testekre: olvadnak vagy fagnak, elgőzölögnek vagy megsűrűdnek, a szerint a mint a meleg nagyobb vagy kisebb. Hogy pedig az emberi társaság állapotjára, egész életünk módjára nézve mily fő fontosságú a meleg, e részben elég az időjárásra, a főzésre vagy arra gondolnunk, hogy alig van mesterség, mely el lehetne tüz nélkül.

Most elébb a melegnek főbb hatásait fogjuk szemügyre venni, azután a melegítés és melegedés különböző módját, végre pedig azon időjárási tüneteményeket, melyek nagy részben a melegtől függnék.

I. F E J E Z E T.

A meleg hatásai: a térfogat és halmozat megváltoztatása.

49. §. *A szilárd testek kitágulása.*

Vegyünk egy gyűrűt s egy fémgolyót (legalkalmasabban sárgarézéből) mely épen hogy átfér rajta: melegítsük meg a golyót s úgy fogjuk találni hogy most már nem fér át a gyűrűn. A meleg által megváltozott a térfogata: kitágult. A testek nem egyaránt tágnak ki a melegben, a réz például erősebben mint az aczél vagy vas.

A testeknek (kivált a fémeknek, vas, réz stb.) kitágulását a melegben s összehúzódását a hidegben sokszor veszik tekintetbe, p. o. a kovács tüzesen veri az abroncsot a kerékre, hogy azután meghűltekor összehúzódván, erősebben fogja körül a kereket, hasonlóképen abroncsozza a kálár a hordót. A köfalakba alkalmazott (az épület falait összetartó) vaskapcsokat nem falazzák

be szorosan, különben a téli hidegben összehúzódván, a nyári melegben kitágulván, tetemesen megrepesztenék a falakat. Üveg dugót hogy ki lehessen húzni, a palaczk nyakát szokták megmelegíteni, mire ez kitágul s a dugó könnyebben kijöhet.

Innen magyarázható az is, hogy hirtelen melegített testek megrepednek, p. o. a tüzes kemenczére állított pohár; az alja t. i., mely a kemenczéhez ér, hirtelen fölmelegszik s erősen kitágul elannyira, hogy elválík a pohár többi részétől, mely még nem melegedhetett meg hasonló mértékben.

Némely testek nem látszanak a kitágulás törvényének hódolni, ellenkezőleg a melegben kisebb térfogatúak lesznek, vagy mint mondjuk: összeszáradnak, p. o. bőr, agyag, fa stb. Már az összeszáradás nevezete is mondja, mi történik az ily testeknél a megmelegedéskor: elvesztik vizöket, s ez által szárazabbak, kisebb térfogatúak lesznek. Ezen összeszáradás okozza, hogy a föld nagy szárazságban össze szokott repedezni.

Még ez egyet figyelembe kell vennünk, hogy a testek a melegben kitágulván, tömöttebbek is kisebb lesz, a hidegben pedig összébb húzódván tömöttebbekké is válnak.

50. §. *A csepegős testek kitágulása. Hömörök.*

A csepegős testek még tetemesebben tágulnak a melegben, mint a szilárdak, de ezek sem egyaránt. Egy színig vízzel tölt poharat nem soká kell melegíteni, máris kicsordúl a víz, mert kitágulván, nem fér többé a pohárba. E kitágulás legjobban meglátszik, ha szűk nyakú palaczkban melegítjük a vizet, mert ebben kitágulásakor sebesen emelkedik a víz. Ezzel kapcsolatban van aztán az, hogy a folyadékok a melegben ritkábbak, a hidegben pedig összesűrűdvn, sűrűbbek. Így a hideg víz sűrűbb, tehát nehezebb is mint a meleg, s ez okból az edényben felül találjuk a meleg, alul a hideg vizet.

Minél nagyobb a meleg, annál inkább kitágulnak a testek, s mi több, e kitágulás bizonyos határokon belül egyenlően növekszik a meleg növekedtével, úgy hogy e kitágulás nagysága után a meleg fokára vagyis a hőmérsékre (temperaturára) lehet következtetni. A hőmérsék meghatározására pedig legalkalmasabbak a csepegős testek, minthogy ezek észrevehetőbben tágulnak ki mint a szilárdak. Az ily eszközöket aztán, melyek a hőmérsék meghatározására szolgálhatnak, hőmérőknek nevezik.

Leghasználatosabb a higany-hőmérő, (higany-thermometer) mely következőképen készül: — Egy keskeny, de egyenletesen fűrt üvegcsövet (46-dik ábra), melynek alsó vége gömbös, megtöltnek mintegy felénnyire higanynyal; ezt azután felforraltják, úgy (46. ábra.) hogy a levegőt végkép kiszorítja a csőből, mire ennek felső végét beforrasztják. A gömbben s a csőnek egy részében tehát higany van, de semmi levegő, úgy hogy a higany minden akadály nélkül tágulhat s emelkedhetik a csőben annál magasabbra, minél nagyobb melegnek van kitéve.



Hátra van még a fokozás; ez azon tapasztalásra támaszkodik, hogy a jég mindig egyazon bizonyos hőmérséknél kezd olvadni, szintúgy a víz egyazon bizonyos hőmérséknél indul forrásnak. Előbb tehát a higanynyal telt csövet olvadó-félben levő jég közé mártják; a higany összehúzódik, a csőben alászáll, s a helyet, hol végül megállapodik, 0 (semmi) jeggyel jelölik s fagypontnak nevezik, (mert a hőmérséknél, melynél a jég épen olvadni kezd, a víz is már közel van hozzá, hogy megfagyjon). Ezután a forrásban levő víz gőzébe tartják a csövet; a higany megmelegszik, kitágul s tehát felszáll a csőben: a helyet, hol végül megállapodik, forrpontnak nevezik. Erre a fagypont s forrpont közötti tért elosztják 100 egyenlő részre s megszámozzák, s

ugyancsak ily részeket jegyeznek még a fagypon t alá is. Egy-egy ilyen rész neveztetik hőfoknak vagy egyszerűen foknak, jegye pedig a szám fölé oldalt írt 0; azonkívül a fagypon t feletti fokokat meleg fokoknak is szokták nevezni s keresztet (+) ír nak eléjük, a fagypon t alattiakat pedig hideg fokoknak s vonást (—) ír nak eléjük; például ha kezünkbe fogjuk (de kezünk ne legyen nedves) a hőmérő gömbjét, a higany körülbelül azon osztályrészig fog emelkedni, melynél 36 áll, ekkor azt mondjuk, hogy vérünk hőmérséke $+ 36^{\circ}$, azaz: 36 fok meleg; vagy télen kifüggesztjük a hőmérőt a szabad levegőre az árnyékba, s a higany például leszáll a tizedik osztályrészig a fagypon t alá, ekkor azt mondjuk, hogy a hőmérsék $- 10^{\circ}$, azaz: 10 fok hideg. (Ha a levegő hőmérsékét akarjuk megtudni, árnyékba nem pedig a nap verőfényére kell kiten ni a hőmérőt).

Az imént leírtuk hőmérőt Celsius után Celsius-féle nék nevezik; más hőmérők Réaumur szerint a fagypon t s forrpont közt 80 részre vannak osztva, ezek a Réaumur-féle hőmérők, melyeknek fokai tehát az előbbieknél nagyobbak; így a forrásban levő víz hőmérséke $+ 100^{\circ}$ C., azaz: 100 fok Celsius szerint, és 80° R., azaz: 80 fok Réaumur szerint; $+ 4^{\circ}$ R., azaz: 4 fok Réaumur szerint fölé 5° C., azaz: 5 fokkal Celsius szerint.

Egészségünknek javára van, ha fűtött szobáinkban a hőmérsék nem igen haladja meg a $+ 15^{\circ}$ egész $+ 18^{\circ}$ C.

51. §. A terjengős testek kitágulása.

A terjengős vagy légnemű testek kitágulása a meleg hatása alatt még erősebb mint a csepegősöké. Ha egy nem igen nagy hólyagot, mely nincs felfújva, de erősen be van kötve, vigyázva megmelegítünk, p. o. a lámpa fölött: lassan-lassan megfeszül, a benne levő levegő megmelegedvén, mind jobban s jobban tágul s kife-

szíti a hólyagot. Ebből azt is látjuk, hogy a meleg növeli a légnemű testek feszerejét, mert minél inkább fölmelegszenek, annál inkább terjeszkednek, s neki feszülnek mindennek, mi útjokat állja. De másodszor azt is következtetjük, hogy a meleg a légneműeket ritkítja, mert ezek a melegben kitágulván nagyobb tért foglalnak el, mint hidegebb állapotjukban elfoglaltak. Így a meleg levegő ritkább tehát könnyebb is, mint a hideg, s ez okból a melegebb levegő felszáll, a hidegebb pedig aláereszkedik. Könnyen meggyőződhetünk felőle, hogy fűtött szobában a padló felett hidegebb a levegő mint a szoba tetején; a fűtött kemence mellett a megmelegedett levegő folyton emelkedik fölfelé, mit észrevehetünk azon, hogy pelyhet vagy egyéb könnyű tárgyat felkap magával. Ha meleg s hideg szoba közt megnyitjuk kissé az ajtót, s e közöngő gyertyát tartunk, látni fogjuk, hogy alúl a padló felett a hideg szobától befelé csap a láng, alúl tehát a hideg levegő rohan a meleg szobába; felül pedig közelebb az ajtó tetejéhez tartva a gyertyát a meleg szobától kifelé csap a láng — felül tehát a meleg lég száll ki a hideg szobába. Ezekből kitűnik az is, hogy, ha a levegő egyik helyén melegebb mint a másikán, akkor légvonat vagyis szél keletkezik.

52. §. Olvadás és fagyás.

A meleg nemcsak hogy kitágítja a testeket, azaz: nemcsak hogy térfogatukat nagyobbítja, hanem halmazukat is megváltoztatja. Tudjuk ugyanis, hogy a jég a melegben felolvad, a viasz, a fagygyú a gyertyalángnál megolvad stb. azaz: hogy szilárd testek bizonyos hőfok mellett csepögőssökké lesznek, mert hiszen ezt nevezzük olvadásnak. A meleg tágítja a szilárd testeket, s a meleg növekedtével a folytonos tágulás annyira csökkenti a testrészekék összetartását, hogy a test folyóssá válik.

Különböző testek különböző hőfoknál indulnak olvadásnak, de egy bizonyos test mindig egyazon hőfoknál kezd olvadni; így p. o., ha olvadó jégbe mártjuk a hőmérőt, ez mindig 0° C. mutat; olvadó viaszban mindig 63° C. mutat; az ólom akkor kezd olvadni, ha 335° C. melegedett, az arany, ha hőmérséke 1200° C. s így tovább. A hőfokot, melynél valamely test olvadásnak indul, e test olvadási pontjának hívják.

Ha egy darab vasat melegítünk — de nem annyira hogy megolvadjon — azt tapasztaljuk, hogy a vas mind jobban s jobban megmelegszik, hőmérséke inkább s inkább növekszik; de vegyünk csak a vasdarab helyett jégdarabot, megmelegszik-e? melegedhetik addig míg olvadásnak indul, de mihelyt egyszer olvadni kezd, hőmérséke változatlanul 0 fok marad, a mint azt a belemártott hőmérőn leolvashatni; folyvást melegítjük, azaz adjuk neki a meleget, mégsem melegszik, azaz nem mutatja a meleget, miből azt kell ítélnünk, hogy az olvadó jégben a kívülről kapott meleg már nem a jég melegítésére, hanem olvasztására szolgál. Minthogy a többi testek olvadásánál hasonló tapasztalunk, azt állítjuk, hogy az olvadófélben levő testek a fölvetett meleget olvasztásukra, nem pedig megmelegedésükre fordítják. Mivel tehát ezen meleget észre nem venni azon, hogy a test megmelegednék, azért lappangó (mintegy eldugott) hőnek szokás azt nevezni. Innen van, hogy az olvadó jég olyanmire hűsíti a levegőt, mert ennek melegét fölveszi, de nem arra fordítja, hogy maga is megmelegedjék (mely esetben melegítene is), hanem arra hogy megolvadjon. A savak, ha vízben felolvadnak, szintén sok meleget vesznek föl, egyúttal tehát meghűtik a környezetet; így például tetemes hideget lehet gerjeszteni az által, hogy havat és konyhasót összekeverünk; az ily keverékek által gerjesztett hideget mesterséges hidegnek nevezik.

Ha viszont a csepegős testeket mind inkább s in-

kább hűtjük, azaz csökkentjük melegöket, elvégre megfagynak. A hidegben t. i. a csepegősök mind összébb s összébb húzódnak, megsűrűdnek, míg végre szilárdakká fagynak, közel azon hőmérsék mellett, melynél szilárd állapotjukban megolvadnának; a víz tehát 0° C., a viasz 63° C. mellett fagy meg stb. Fagyásközben egyszersmind visszaszolgáltatják azon meleget, melyet megolvasztásukra fordítottak volt, vagy, mint mondani szokták, fagyáskor a lappangó hő megszabadul.

A víznek különös sajátsága van meghűlésekor; sűrűbb meg sűrűbb lesz ugyan, a mint inkább meg inkább hidegszik, hanem mikor már közel volna hozzá hogy megfagyjon, újra tágulni kezd, olyannyira, hogy fagyott állapotában mint jég, még a forró víznél is könnyebb (tehát kevésbé sűrű). Innen van, hogy a fagyó víz megrepesztí az edényeket, ha azokban kellően ki nem tágulhat; hogy a sziklák közé szorult víz, ha fagyni indul, egész sziklákat megrepeszthet. Ha kemény hidegben a növények nedve megfagy, kitágul és megrepesztí a finom edénykéket s ez által megrontja a növényt; innen ered a fák ropogása is kemény télben.

E sajátságnak köszönhetjük, hogy vizeink télen át fenéig be nem fagynak. Mert ha a víz annál sűrűbb, annál nehezebb volna, minél hidegebb, akkor a felül meghidegült víz mindig alászállna, a képződő jég is azonnal lemerülne, s így fenekétől kezdve fagyna be a víz. Ily roppant jégtömeget azután a legforróbb nyár sem volna képes fölengeszteni, és földünk nagy része csakhamar jégsivataggá változnék. De úgy a mint van, a fagyáshoz már közel álló víz kitágulván, könnyebb lesz s felül marad, a vizeknek tehát csak felső rétege fagy meg, s azonkívül a jég felül maradván, a tavaszi nap sugarai könnyebben felolvaszthatják.

53. §. Forrás és cseppesülés.

A melegben valamint a szilárd testek csepegősek-ké válnak azaz megolvadnak, úgy a csepegősek

ismét gőzzé (terjengős testté) válnak, vagyis forrásnak indulnak. Hogyan történik a forrás, bőven van alkalmunk megvizyázni, ha csak egy tűzre tett bögre vizet kísérünk is figyelemmel. Miután a víz valamennyire fölmelegedett, látjuk, hogy gyöngyözni kezd: ezek levegőbuborékok; a vízben foglalt levegő ugyanis megmelegedvén, kitágul, felszáll s elröppen. Ezután kis időre ismét buborékok emelkednek, de útközben eltűnnek: ezek már gőzbuborékok, már csepegősből terjengőssé vált víz, — eltűnnek, mert felszállásuk közben a még nem eléggé meleg vízben kihűlnek s újra csepegős vízzé sűrűdnek. Végre mind szaporábban és nagyobb mennyiségben emelkednek a gőzbuborékok s a vizet kavargó mozgásba hozzák: ekkor mondjuk, hogy fő, hogy forr a víz. Ha előveszszük a hőmérőt, úgy látjuk, hogy az, valamíg csak a forrás tart, a víz hőmérsékét 100 C. foknyinak mutatja. A forrásban levő víz tehát továbbra nem melegszik, hanem a fölszedett meleget mind gőzképzésre fordítja. E meleget, mely nem lesz nyilvánvalóvá az által hogy melegít, ugyancsak lapangó hőnek nevezzük, melylyel már az olvadófélben levő testeknél is találkoztunk.

A hőfok, melynél valamely folyadék forrásnak indul, e folyadék forrpontjának mondatik. A víz forrpontja mint látjuk, 100° C.; más folyadékoké más, a borszeszé (spiritus) például 78° C., a higanyé 360° C. De egyazon folyadék forrpontja is különböző azon nyomás szerint, mely fölszínére hat. Tudjuk ugyanis, hogy a levegő nyomást gyakorol a vízszíne, e nyomás ellenszegül a gőzbuborékok fölszállásának: minél nagyobb tehát a légnyomása, annál erősebben kell megmelegíteni a vizet, hogy ily módon a gőz, melynek kitágulása, feszereje a meleggel növekszik, e külső nyomásnak ellenszegülhessen. Innen van, hogy magas hegyeken, hol a légnyomása kisebb, sokkal hamarabb forr a víz,

mint a völgyben ; a sz. bernáti kolostorban p. o. a svájczí havasokon már 90° C. mellett forr. E szerint a hőfokból, melynél a víz forrni kezd, a hegy magasságára is következtethetni. Innen van, hogy ha a bögrét jól elzárják fűdővel, a víz valamivel jobban melegszik meg, mert a visszatartóztatott gőz ráfeszül a vízszinére, s késlelteti a forrást, a víznek tehát jobban meg kell melegedni, míg forrásba jöhet.

A gőz viszont a mint jobban-jobban meghűl, azon módon összébb sűrűdik, míg végre ismét csepegős vízzé leszen. Tartsuk a gőzölgő víz fölé kezünket, megnedvesedik ; a felszálló gőz ugyanis hidegebb kezünkön meghűlvén, leverődik, azaz vízzé válik. Egyúttal azonban azt is érezzük, hogy e leverődő gőz kezünket melegíti : azon lappangó hőt szolgáltatja vissza vízzé válásakor, melyet gőzzé válásakor szedett volt fel. Innen van, hogy a vízzé váló (leverődő) gőz meleget fejleszt.

A gőzt még úgy is lehet vízzé válatni, hogy összeszorítjuk ; nyomás közben a gőz mindig sűrűbb meg sűrűbb lesz, s ezzel együtt feszereje is nöttön nő, de bizonyos határon eléri a sűrűségnek, a feszerőnek legnagyobbát, s ha még ezen túl is nyomatik, csepegős vízzé válik. Azon terjengős testeket, melyek meghűlve vagy összeszorítva csepegősek ké válnak, általában gőzőknek nevezzük, azokat pedig, melyeket csepegős állapotban eddig nem ösmerünk, gázoknak.

54. §. Elpárolgás.

A vizet nem szükség épen felforralni, hogy gőzzé váljék : a víz felszínén kisebb hőmérséknél is folyvást tart o gőzzé válás. A gőzt, mely így, csak a felszínén s kisebb hőmérsék mellett képződik, párának szoktuk mondani. Lapos csészébe töltött víz pár nap alatt szemlátomást megfogy : elpárolgott. Minthogy a víz csak a fülületén párolog, az

elpárolgás annál nagyobb, minél nagyobb a fölület, mint azt terjedelmes, nem mély tócsáknál tapasztaljuk, melyek hamar elpárolognak, azaz kiszáradnak. Ez okból szokták a szénát, a nedves ruhát stb. kitergetni, hogy minél nagyobb legyen a párolgó felület s ezzel együtt a párolgás; mert hiszen a száradás nem egyéb, mint a tárgyakban levő nedvességnek elpárolgása. A meleg természetesen előmozdítja a párolgást, valamint a szél is, mely a már képződött párákat ellódítván, újabb páráknak nyit útát.

A párákat valamint a gőzt is csak akkor látjuk, mikor már meghűlvén csepegőssé sűrűdött. Melegben nem látszik a lehelet (tulajdonképen a kilehelt pára), de igenis, ha a hideg levegőn megsűrűdik; a házfödelek füstölgése eső után nem egyéb mint ily meghűlt pára, valamint az ablakok izzadása a hideg üvegen meghűlt, leverődött pára.

Különböző folyadékok különböző szaporasággal párolognak. Sőt szilárd testek is párolognak p. o. a víz szilárd állapotjában mint jég és hó szintén párolog.

Láttuk, hogy a gőzzé váláshoz bizonyos meleg kívántatik (az úgynevezett lappangó meleg): nem különben szükséges a meleg az elpárolgáshoz. A víz elpárolgásához szükséges meleget szolgáltatja maga a víz, a környező levegő vagy más egyéb testek. Ez az oka, hogy a párolgás hűt vagyis hideget fejleszt. Sokszor van alkalmunk ezt tapasztalni. A felöntözött szobában vagy utcán meghűvesedik a lég: a víz elpárolog s folszedi a meleget. Fürdés után még a forró napon is didergünk, mert a testünkre tapadt vízcseppek elpárologván, testünktől veszik a szükséges meleget. Ha túlmelegszünk, kitör az izzadság s ez enyhítő hatással van, mert elpárolgásával csökkentí testünk melegét; de óvakodnunk kell, hogy az izzadság elpárolgása, s ezzel testi melegünk csökkentése hirtelen ne történjék, mert ekkor könnyen meghűlünk, a meghűlés pedig, tudjuk, számos betegségnek okozója; kivált a szél az,

mely hirtelen meghűti az embert. Ismereteseek végre azon likacsos, mázatlan agyagkorsók, víz hűtő edények, melyeken a víz átszivárog, elpárolog, s ez által folyvást hűsen tartja a korsóban maradt többi vizet.

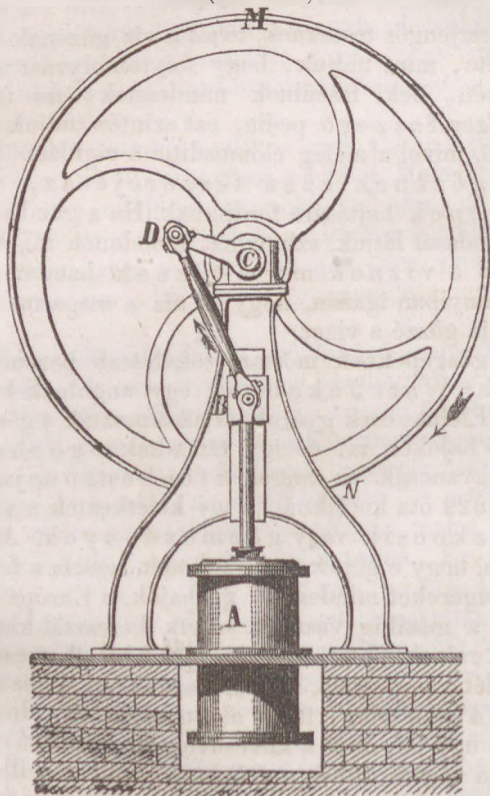
55. §. Gőzgépek.

A terjengős testeknek, tehát a víz gőzének is az a természete, mint tudjuk, hogy folytonfolyvást tágulni törekedvén, neki feszülnek mindennek, mi útjukba akad. Ezen feszítő pedig, ezt szintén tudjuk, a meleggel nő, mivel a meleg előmozdítja a tágulást. A víz forró gőzének ezen feszereje az, melyet a gőzgépek hajtására fordítanak. Ha a gőz hatalmas munkálkodását látjuk, szinte azt mondanók rá, hogy a gőzben a víznek meg a tűznek hatalma egyesül; s annyiban igazán, hogy a tűz a maga melegével változtatja gőzzé a vizet.

A gőzgépeknek mostani tökéletesb berendezését (1764 óta) Watt Jakabnak egy angolnak köszönhetjük. Eleinte csak gyáraknál alkalmazták a gőzgépet, de utóbb hajókon is, és így támadtak a gőzhajók; végre ugyanesak az angol Stephenson javításai szerint 1829 óta kocsiknál, s így keletkeztek a vasúton járó gőzkocsik vagy gőzmozdonyok. Alig néhány éve, hogy a gépek megszülettek, máris a folyókat s világtengereket mindenfelé gőzhajók, s Európát egyik sarkától a másikig vasútak szegik keresztül-kasúl. A 47. s 48. rajzok mutatják a gőzgépet főbb alkatrészeivel; lássuk előbb nagyjában, azután részenként. A gőz A hengerben (47-dik ábra) fel s alá taszigál egy dugattyút (ez épen úgy jár, mint a kút csövében a dugattyú), melynek rúdja végére B-ben a BD könyökrúd van illesztve, úgy hogy a mint a dugattyú rúdja s ezzel B is fel s alá jár, D vége körben kénytelen forogni, s ez által a C tengelyt meg az erre alkalmazott nehéz MN kereket forgásba hozza. A BD könyökrúd járása s a C tengely forgatása itt épen úgy történik, mint azt esztergályoknál,

köszörűköveknél, stb. láthatjuk. Ha már egyszer egy kerék forog, könnyű ezzel több mást is kapcsolatba hozva megforgatni. Gőzhajóknál ezen *MN* kerék lapátos, s ez lökteti előre a hajót, a gőzmozdonynál is ezen ke-

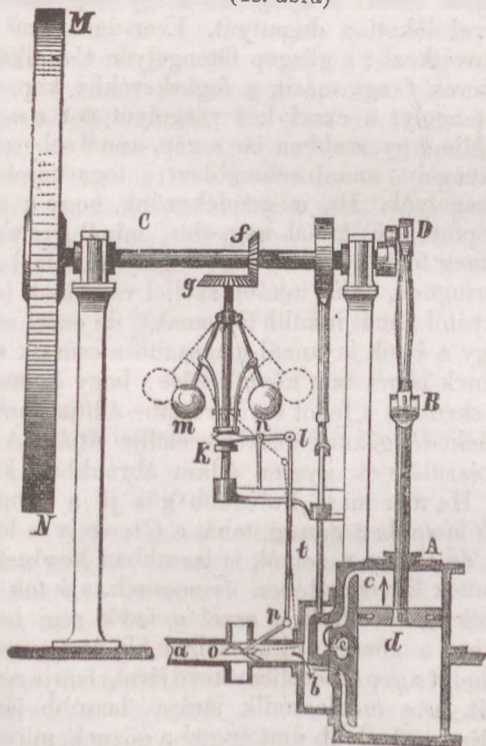
(47. ábra.)



rék fut a vasúton s viszi a mozdonyt. — Ez nagyjában a gőzgép berendezése, ismerkedjünk még meg egyes, fontosabb részeivel. Először is, hogyan tologatja a dugattyút fel s le a gőz, melyet az erős vaspléhből készült

vízkatlanokban fejlesztenek erős tüzelés mellett. A 48-dik ábrában oldalról látjuk előbbi gépünket: a dugattyú *d* most éppen felmenőben van, a gőz járását nyilak jelölik, t. i. a katlanból (mely nincs lerajzolva) *a* csövön jő befelé s *b* nyíláson alúlról rohanva a hengerbe *A*-ba, a dugattyút feltaszítja; a dugattyú felett levő gőz *e* köz-

(48. ábra)



ben *c* nyíláson kiszorúlva, *e* csövön szabadúl a levegőbe vagy valami víztartóba. Mihelyt azonban fölér a dugattyú, a tolóka *t* leszalad, úgy hogy most a *c* nyílás van kapcsolatban az *a* csövvel; *e* szerint a gőz *c* nyíláson be s felülről rohanva a hengerbe lefelé taszítja a dugattyút,

míg a henger aljában összeszorúlt gőz most b nyíláson át szabadul e csőbe. E tolóka, mely rendes fel s alá járásával a gőzt majd alúl majd felül eresztí a hengerbe, a C tengelylyel van kapcsolatban úgy, hogy azt maga a gőzgép húzogatja ide-oda. De mi több, a gőzgép még kormányozza is a maga járását az által, hogy több vagy kevesebb gőzt ereszt a hengerbe s így nagyobb vagy kisebb erővel löketi a dugattyút. Ezen igen elmés berendezés következő: a gőzgép főtengelyén C -n alkalmazott fogaskerék f egy másik g fogaskerékbe kap, mely aztán egy tengelyt s ezzel két vasgolyót m -t s n -t hoz forgásba. Minél gyorsabban jár a gép, annál sebesebben forog a C tengely, annál sebesebben a fogaskerek s ezzel a vasgolyók. Ha megemlékezünk, hogy a $r \circ p$ - e $r \circ$ (középfutó erő) annál nagyobb, minél gyorsabb a keringés, meg fogjuk érteni, hogy a golyók, minél gyorsabban keringnek, annál inkább széljel vágódnak (a forgás tengelyétől annál inkább távoznak); de ezzel az van elérve, hogy a k tok is annál magasabbra csúszik a tengelyen, minek ismét az a következtése, hogy lp emeltyű alább ereszkedik s a fedőt o -t keresztbe állítja, mely aztán a betolakodó gőznek részben elállja útját. A kormányzó készüléknek ilyenén állása ábránkban ki van pontozva. Ha már most kevesebb gőz jő a hengerbe, a dugattyú lassabban mozog, tehát a C tengely is lassabban forog, de ekkor a golyók is lassabban kezdenek keringeni, ennek következtében összeesnek, a k tok ismét leereszkedik, az emeltyűt s ezzel a fedőt régi helyére visszarántja s a gőznek újra szabadabb utat enged. E szerint mihelyt a gép sebesebben kezd járni, elzárja részben a gőz útját, erre meglassódik járása, lassúbb jártával azonban újra szabadabb utat enged a gőznek, mire a gép ismét gyorsítja járását, úgy hogy ezen elmés berendezésnél fogva a gőzgép önmaga szabályozza, mérsékli járását.

Gőzmozdonyoknál (vasútakon) az egész gépet kisebb helyre kell szorítani. A mi a fenebbi géptől megkülönbözteti, kivált az, hogy a katlanba be igen sok

cső vezet, melyeken becsap a láng, a hőség, úgy hogy a víz szaporán fejleszti a gőzt; továbbá hogy a gőz, mely már elvégezte munkáját, a kürtön át eresztetik a levegőre, s ez által a kürtőben légvonatot gerjesztvén, elősegíti a tüzelést (innen azon lihegés, mely az elhaladó mozdonyból hallatszik); végre hogy a dugattyú rúdja vízszintes járású.

Ha a gőz hirtelen s oly nagy mennyiségben képződik hogy el nem fér, roppant feszerejénél fogva szétveti a katlant. A katlanok szétpattanása sok embernek okozta már halálát. Ez idétt ritkábban fordul elő ily eset, mert nagy a vigyázat, sok a tapasztalás. Egyik óvószerül szolgálnak a biztosító szelepek, azaz belülről kifelé nyíló szelepek a katlanon, melyeket a gőz, ha nagyon meg talál gyűlni, fölemelhet, s ekkor aztán a katlanból tágúlhat.

II. F E J E Z E T.

A melegedés és melegítés különböző módjai.

56. §. *A melegnek egyenmértéke.*

Hogy a meleg test melegít, a hideg pedig hidegít, ezzel csakugyan semmi újat sem mondunk, mégsem árt közelebbről szemügyre venni a dolgot. A hideg üvegbe töltött forró víz folyvást hűl, az üveg pedig azon módon melegszik a víz melegének rovására; vagy, ha kezünkbe hideg vasat fogunk, ez fölmelegszik, egyúttal azonban kezünk hidegszik. Az tehát, hogy a hideg test hidegít, csak annyit tesz, hogy a melegebb test rovására fölmelegszik; a melegebb testek ugyanis, mi közben a környező hidegebbeket melegítik, sajátmagok kihűlnek. A melegedés és kihűlés e szerint nem egyéb, mint folytonos cseréje a melegnek, mindaddig, míg a meleg nincs

kiegyenlítve, azaz, míg minden testrészcseke egyrészt annyi meleget veszít, a mennyit másrészt kap (annyit hidegszik, a mennyit melegszik), mikor aztán azt mondjuk, hogy a hő egyenmértékben van.

A melegnek ezen kicserélése, kiegyenlítése két módon történik:

1) úgy, hogy a testek érintkezvén, egyiknek melege áterjed a másikára, egyazon testben pedig terjed részecskéről részecskére, p. o. a fenebb említett esetben a forró víz átszolgáltatja melegének egy részét a vele közvetlenül érintkező hidegebb üvegnek; vagy ha a tű hegyét a gyertya lángjába tartjuk, eleinte csak a hegye meleg, de lassan-lassan mind tovább meg tovább hatol a melegség, míg az egész tű átmelegszik. A melegség közlésének ezen módját hővezetésnek mondjuk, mely tehát abban áll, hogy mindenik testrészcseke a szomszédos hidegebb részecskének szolgáltatja át melegének egy részét;

2) úgy, hogy a meleg a távolba elhat, hogy messzire megérzik; a közéletben a meleg közlésének ezen módját gyakran sütésnek nevezzük; p. o. a nap süt, a tűz süt, ezzel azt értjük, hogy a nap, a tűz heve messzire megérzik, a nélkül, hogy az a közbeeső levegőben részecskéről részecskére terjedett volna. Ha a tüzelő előtt állva, ez arcunkat süti, elég valami ernyőt, papirost például arcunk elé tartani, s megszűnik a sütés; mi világos bizonyysága, hogy nem tán a megmelegített levegő okozza a sütést — mert hiszen o levegőtől az ernyő meg nem óv — hanem hogy a hő egyenest a tüzelőből sugárzik arcunkra, s mihelyt az ernyő e hősugarakat felfogja, megszűnik a sütés is. A melegség közlésének ezen módját hősugárzásnak nevezik.

57. §. Jó és rossz hővezetők.

Némely testekben a meleg könnyen terjed részecskéről részecskére, könnyen fölveszik s könnyen szolgáltatják tovább a meleget, azaz gyorsan melegszenek, gyorsan hűlnek: ezen testeket jó hővezetőknek hívják. Ilyenek kivált a fémek; a hegyével tűzbe tartott tű csakhamar átmelegszik; a vas, réz stb. ha télben hozzányúlunk, érzékenyen meghűtik kezünket, azaz gyorsan elszedik melegét.

Más testekben ellenkezőleg nehezebben terjed a meleg részecskéről részecskére, lassabban veszik föl s lassabban szolgáltatják tovább a meleget, azaz lassan melegszenek, lassan hűlnek: ezen testeket rossz hővezetőknek mondják. Ilyenek: a száraz fa, papiros, szalma, pehely, gyapot, vászon, hamu, levegő, víz, hó, jég stb. Ezen testekről szoktuk a közéletben mondani, hogy meleget tartanak; de épen úgy mondhatjuk rájuk, hogy hűvöset tartanak; mert mind a kettő következik azon tulajdonukból, hogy a meleget többé-kevésbé nehezen eresztik át.

Ezen rossz hővezetőket számtalan módon használjuk mindenütt, hol akár a meleg akár a hideg ellen kell valamit megóvni. Öltözetünket rossz hővezetőkkel készítik (vászon, posztó, szűr, stb.) hogy nyáron a külső meleget visszatartóztassák, télen testünk melegét ne eresszék át egy könnyen; öltene csak valaki vasruhát, szenvedhetlen hőséget kellene tűrnie nyáron, s ugyancsak oly hideget télen. A csemetéket, fákat, kútakat télre szalmával burkoljuk körül, hogy a hidegtől megóvjuk, itt a szalma meleget tart (ki nem ereszti a fa stb. melegét), de hiszen a jéget is szalmába burkoljuk, hogy nyáron a melegtől megóvjuk, ez esetben tehát a szalma hideget tart (be nem ereszti a külső meleget). A fa rosszabb hővezető mint a kö, azért a faházak télen mele-

gebbek mint a kőházak, s azért nem érzik a foly hidegnek mint a kő, ha hideg időben megérintjük. A hó, tudjuk mily nagy szolgálatot végez az által, hogy rosszul vezeti a meleget: télen megóvj a földet a kemény fagytól.

Továbbá közhasználatban vannak a rossz hővezetők házi eszközeinknél, melyek részben fölmelegszenek s melyeket kezünkbe kell fogni; a fogantyúkat (vasalóknál, fémből készült edényeknél, stb.) rendszerint fából készítik.

Levegő és víz fölöttébb rossz hővezetők; a szalma, polyva, pehely stb. leginkább azért oly rossz hővezetők, mert közeikben sok a levegő. Azért is szobáinknál a kettős ajtók s kettős ablakok közé rekesztett levegő egyik jó óvószer a melegnek visszatartására a szobában.

Minthogy a víz oly rossz hővezető, nem is úgy melegszik, hogy a meleg abban részecskéről részecskére terjedne, hanem úgy, hogy a tűzön álló bögre vagy bármi más edény fölhevülván, a közvetlen hozzá érő vizet megmelegíti, ezen melegebb víz a többenél könnyebb lévén fölszáll, s más vízrészecskéket ereszt az edény forró falához, melyek megmelegedvén szintén fölszállnak s a felületen kihülve leereszkednek, hogy újból s erősebben megmelegedjenek, — s így halad a melegedés a víznek folytonos áramlása között. Sok időbe telnék egy edény vizet felülről megmelegíteni, mert a felül melegített víz fen is maradna, s így a melegségnek részecskéről részecskére kellene lefelé hatolni, mi a víz-nél igen lassan történik. Szintúgy van a levegővel is. Fűtött szobában folytonosan áramlásban van a levegő; a kemenczével érintkező lég ugyanis megmelegedvén fölszáll, s újabb hűvösebb légnek engedi a helyet, mely megmelegedtével szintén felszáll, míg másrészt a fen kihülő levegő alászáll, hogy ismét, a kemenczéhez jutva fölszálljon. A melegség tehát a vízben és légben áramlásokat idéz elő.

58. §. *Hősugárzás.*

A nap, a tűz, már messziről süti arcunkat, azaz hőt sugároz, mint már említettük. Ha ernyőt teszünk arcunk elé, nem érezzük a sütést, miből azt következtetjük, hogy az ernyő felfogta a hősugarakat, továbbá azt, hogy a közbeneső levegőt ezen meleg vagy hősugarak csak kevésbé melegítették meg, mert különben az ernyő mögött is melegítné arcunkat. A levegő tehát a hősugaraktól csak kevésbé melegszik meg, hanem nagyobb részint átbocsátja, átereszti azokat; ezt más testeknél is tapasztalni, nevezetesen a kőszónál, s ezeket ime tulajdonságuknál fogva hő-átbocsátó testeknek hívják. Mások ellenben e sugarakat nagyobbbrészt feltartóztatják (benyelik, mint mondani szokás) s általok fölmelegesznek. Végre, hogy a hősugarak a testek felületéről vissza is pattannak, visszaverődnek, azt falak közelében érezhetjük, melyek sütnék noha a rájuk eső napsugarak által föl nem melegedtek nagyon: a sütést tehát a falaktól visszaverődött napsugarak okozzák. A hősugarakkal tehát, melyek valamely testre esnek, háromféle történik: egyik része a test felszínétől visszavágódik, visszaverődik, másik része a testben benmarad s melegíti, harmadik része a testen átbocsáttatik s tovább halad.

Valamennyi test kisebb-nagyobb mértékben s folytonosan sugároz meleget. E kisugárzás annál erősebb, minél melegebb a test, s minél nagyobb a felülete, azaz minél több ponton sugározhat. A sima felület kevesebb pontján sugározhat, mint az érdes, hoporjas (hegyes-völgyes); azért csiszolt, sima testek (p. o. sima kemenczék) kevesebb meleget sugároznak mint hoporjasak. Azt is tapasztalták, hogy fehér, általában világosabb színű testek kevesebb hőt sugároznak, mint a feketék, a sötétebb színűek; a fehér kemencze például kevesebbet, mint a barna.

A hősugarak ereje a távolsággal szintúgy fogy, mint a nehézkedés vagy

pedig mint a hang ereje: 2-szeres távolra 4-szer gyengébben hatnak, 5-szörös távolra 25-ször gyengébben stb. A test kisugárzás közben folyvást veszíti melegét, azaz hűl. Az erős kisugárzás tehát erősen hűti a testet. Ezt nagyban tapasztaljuk a föld, s kivált a növények kihűlésénél éjjel a szabad ég alatt. A növény kevésbbé hűl ki a házak között vagy ha borus az éjszaka, mert ekkor kisugárzott melegét helyre üti a házfalak s a felhők által szintén kisugárzott meleg. De a szabad mezőn s ha éjjel át tiszta, derült az ég, a növények olyannyira elhűlhetnek kisugárzásuk következtében, hogy elfagynak. Ez ellen egyes növényeket úgy szoktak megóvni, hogy szalmával, gyékénynyel, üvegtáblákkal vagy cseréppel földik be, mely esetben ezen földök sugárzásuk által bőven visszapótolják a növénynek azt, mit saját sugárzása által melegben vesztené. De az ember nélkül is részszerint gondoskodva van e tekintetben; tudjuk ugyanis, hogy csak egyet említsünk, hogy a növények levelök sima, fényes, tehát kevésbbé hősugárzó felével néznek az égre, az érdes, durvább felét pedig mely kisugárzás által jobban hűl, a föld felé fordítják, mely oldalról azonban a föld bőven kipótolja a hővesztéséget. Örvendező bámulat fogja el az embert, ha ily csekélységeknek látszó dolgokban szeretetteljes gondoskodás tanubizonyságaira talál.

Hogy a növényektől kisugárzott meleg tetemes, már onnan is meglátszik, hogy bokrok, fák körül hamarabb elolvad a hó, mint bár a naptól jobban süített helyeken.

59. §. Hőfogatóság.

Valamint, hogy egy igen közönséges példával éljünk, egyik ételbe több só kell mint a másikba, hogy mindkettőnek egyaránt sós legyen az íze, úgy van ez a meleggel is. Azon meleg például, mely 1 font víznek 1 fokkal emeli a hőmérsékét, elegendő volna 1 font higánynak hőmérsékét 33 fokkal emelni, vagy pedig 33 font

higanynak hőmérsékét 1 fokkal emelni. A víznek tehát 33-szor annyi meleg kell mint a higanynak, hogy ugyanazon hőmérsékét mutassa; mintha mondanók: imez ételbe 33-szor annyi só kell, mint ama másikba, csak akkor ízlenek egyaránt sósaknak. A melegre nézve ezt úgy fejezik ki, hogy a víz hőfoghatósága 33-szor nagyobb mint a higanyé.

A testek hőfoghatósága (tulajdonsága, ennyi vagy annyi hőt magokba fogni) igen különböző, a fém p. o. nagyobb mint a fémeké; de azt tapasztalták, hogy egyazon testnél csökken azon mértékben a minte test sűrűdik. A nyomás sűríti a testeket, következképpen alább szállítja hőfoghatóságukat.

60. §. *A melegség nevezetesebb forrásai.*

Sok mindenféle módon fejlődik melegség; ezeket mind elő nem számlálhatván, a hőnek csak nevezetesebb forrásait említjük meg. Ide tartozik mindennek előtt

1. A nap.

Hogy a nap nem csak világosságot hanem meleget is áraszt vagy sugároz földünkre s ezzel az egész természetet köröttünk mintegy éleszti, mindenikünk érezi, tudja. De azt is tapasztaljuk minden lépten-nyomon, hogy a napsugarak melegítő hatása nagyrészt attól függ, milyen irányban érik a testet. A tetőkről, hegyoldalakról, melyeknek a nap, mint mondani szokás, neki fekszik, melyekre tehát függélyesen vagy közel függélyesen (egyenesen, mondjuk sokszor a közéletben) lövelli sugarait, hamar leolvad a hó, míg a partokon, melyekre a sugarak rézsútosabban esnek, tovább megmarad. Minél rézsútosabban esnek tehát a napsugarak valamely testre, annál kevésbbé melegítik, minél közelebb a függélyes irányhoz, annál erősebben

melegítik; a függélyesen (egyenest) eső sugarak legerősebben melegítenek. Innen magyarázzuk hogy

naponta, reggel és este leggyengébb a napsugarak hatása, mert rézsút érik vidékünket, délben legerősebb, mert legkevésbbé rézsútosan jutnak hozzánk;

évente, télen alantabb járván a nap, rézsútossabban lövelli sugarait, tehát kevésbbé melegít, mint nyáron, midőn jó magasán felszáll az égen s a függélyest inkább megközelítő irányban küldi sugarait.

A nyári meleget növeli még az, hogy ekkor a nap nagyobb ívet futván be az égen, több ideig mulat a láthatár fölött, tehát több ideig melegít. Nálunk a leghosszabb nyári napok (június negyedik hetében) körülbelül kétszer oly hosszúak, mint a legrövidebb téli napok (december negyedik hetében karácsony táján).

2. Surlódás és nyomás.

Hogy a surlódás vagy dörzsölődés meleget gerjeszt, köznapi tapasztalás. Dörzsölgetjük kezünket, ha fázik. Ha tüzet akarunk gyújtani, nagyrészt a dörzsöléshez folyamodunk: a gyufát dörzsöljük, mely ez által fölmelegedve lánggra lobban, vagy pedig csiholunk, mely esetben az aczél a kovához surlódván annyira fölhevül, hogy szikrázik, azaz, az ütés közben lepattanó aczélpor izzóvá lesz. A vad emberek pedig száraz fadarabokat dörzsölnek össze s így gyújtnak tüzet. Sebesen ide s tova húzott s dörzsölődő zsineg, fűrő, fűrész, rozselő stb. tetemesen megmelegszik. Így a kocsikereke is; ha megkenik a tengelyt, ezzel csökkentik a surlódást, s ezáltal nemcsak könnyítik a kerék forgását, hanem gátolják fölmelegedését is.

Nyomás által is tetemes meleget lehet kifejteni. A vas pusztán kalapálás által is izzóvá lehet (mindenik ütés összenyomja, sűríti a vasat). Ha egy üvegsöben a levegő hirtelen összenyomatik, annyira fölhevülhet, hogy benne a tapló meggyulad. A

nyomás t. i. sűríti a testet s ez által csökkenti hőfokhatóságát; azon melegség tehát, mely p. o. a levegő hőmérsékét 10 fokra emelte, e levegő hőmérsékét magasbra emeli, ha az megsűrítettetik, minthogy ily sűrűbb állapotjában a lég kevesebb meleggel éri be hogy már is 10 foknyi hőmérsékét mutasson (azaz hőfokhatósága kisebb). A hirtelen kiterjeszkedésnél, megritkulásnál ellenkezőleg nő a hőfokhatóság, tehát több melegség kell a testnek, hogy bizonyos hőmérséke legyen; azért az ily ritkuló testek (kivált légneműek) meghűlnek.

3. Elégés.

A köznapi életben, foglalkozásban leginkább a tűzhöz, azaz bizonyos testek elégetéséhez folyamodunk, hogy meleget kapjunk. Lássuk, használatban levő tüzeléseinknél mi szükséges arra, hogy a szén, fa, olaj, faggyú, borszesz s egyéb gyúlékony testek meggyúljanak s égjenek. A fa alatt egy ideig tüzelni kell, hogy lángra kapjon; a gyufát dörzsölés által melegítjük, hogy meggyúladjon; ha a kanóczot csak pillanatra tartjuk a lánghoz s elkapjuk, meg nem gyúl, miért? rá nem ért tüzet fogni, rá nem ért eléggé megmelegedni. Első tehát, hogy a test bizonyos fokig megmelegedjék, csak úgy gyúladhat meg. Lássuk tovább. Ha a kemenczét elzárjuk, vagy a gyertyát valamiképen, például felül zárt üvegesővel leborítjuk, ha tehát a tűzhöz elegendő levegő nem férhet, elalszik. E szerint az égéshez levegő kell. Ámde a levegőnek egyik alkatrésze a légeny, a tűz táplálására nem alkalmas, a levegőnek másik alkatrésze az óleny tehát az, mire az égő testnek szüksége van. És az égés voltaképen abban áll, hogy az éleny a test gyúlékony alkatrészeivel (a szénnel, kőnenynyel stb.) vegyítkezik.

Ha a kőszent megpörkölik, gáz fejlődik belőle, melyet csövekbe fogva az útezők világítására használnak,,

ez az úgynevezett világító gáz. Ilynemű gáz fejlődik más testekből is, mihelyt megmelegülnek, s ezek aztán, ha a hőség elegendő, lángra lobbannak; ezen gáznak égését nevezzük lángnak. A mely testekből ily gáz nem fejlődik, azok láng nélkül égnek, csak izzókká lesznek, vagy a mint néha mondjuk, parazslanak, szenelnek. A gyertyánál p. o. nem a kanócz, hanem a faggyú, viasz stb. adja a lángot; a kanócz csak arra szolgál, hogy szálazatán mint apró csatornákon a faggyú, viasz felszívárogon, s ily módon könnyebben átmelegedvén kifejthesse a gázt, mely aztán lángol. Ha a gyertya lángját közelebből vizsgáljuk, észreveszszük hogy a kanócz körül sötét a magva (49-dik ábra), itt ugyanis a gáz nem éghet, mert nem fér hozzá levegő; e sötét magvat *a*-t fényes burrok *b* környezi, hol a szénrészecskék izzókká lesznek; legkívül pedig gyenge világú szegély látszik *c*, itt a szénrészecskék bőven kapván levegőt, teljesen elégnék. Lámpákba kerek (üres hengeralakú) kanóczokat szoktak használni, hogy a levegő belülről is hozzáférhessen s az égés teljesebb legyen.



(49. ábra.)

Ha az elégs tökéletlen, képződik a füst, mely lecsapódva korom; a füst kiváltképen el nem égett szénrészecskéket tartalmaz. Igen előmozdítja az égést ha a tüzelő fölött kémény emelkedik (lámpáknál üvegső), mely a tüzelő fölötti meleg füstöt, meleg levegőt összetartja s a hirtelen elhűléstől megóvjá, úgy hogy ez sebesen emelkedvén föl, újabb levegőnek a tűzhöz tódulását eszközli. A kémények tehát növelik a légvonatot, minnek folytán a tűz több élenyt, több táplálékot kap. Ily módon szolgálnak a tűznek a fűvók is.

Ha már most tudjuk mi szükséges hozzá, hogy

tűz támadjon s hogy égjen, könnyű kitalálni a tűz eloltásának módját. A tűzhöz bizonyos hőmérsék és levegő kell: a hőmérsék csökkentése vagyis hűtés és a levegő elzárása tehát oltja a tüzet. Ha finom vasszitácskát tartunk a gyertya lángjába, a láng túl nem csap e szitán, mintha el volna vágva: a vas annyira elvezeti a meleget, annyira meghűti a gázokat, hogy ezek megszűnnek égni; azért vannak bányáslámpák, melyeknél a láng ily finom rostélyzattal van körülfogva, hogy gyúlékony gázokkal telt bányalyukakban a mécs lángján fellobbanó gáz tovább ne csapjon s ne lobbantsa fel az üregben foglalt egész gázmennyiséget, mi szörnyű veszedelmet okoz. D a v y biztosító lámpájának nevezik e lámpát az angol D a v y után, ki első ajánlotta. A tűz oltására használatos módok mint tudjuk, a kürtök s egyéb nyílások bedugása, nedves pokróczokkal, homokkal stb. való befödés, leginkább pedig v i z z e l v a l ó f e c s k e n d e z é s; a v i z r é s z i n t h ű t, mert elpárolog s ehhez meleg kell, részint föld s ezzel elzárja a levegőt. De ha például olvasztott zsír ég, ennek tüze nagyon forró lévén, a víz nem képes annyira meghűteni, hogy elaludjék, másodszor pedig a zsírnál nehezebb lévén alászáll s e szerint az égő zsírtól el nem zárhatja a levegőt; azért a zsír s ehhez hasonló anyagok tüze vízzel el nem fojtható.

Hogy tűzveszeknél mindig szél van, nem csodálhatjuk, ha eszünkbe juttatjuk, hogy a tüztől megmelegedett levegő fölszállván, helyébe oldalról friss levegő tödül. Minél nagyobb a tűz, annál nagyobb a szele, így hát tűz és szél egymást élesztik.

Midőn lehelünk, a belehelt lég é l e n y e tüdünkben v e g y í t k e z i k a szénnel és könenynyel, melyet vérünk tartalmaz. Ez tehát valóságos elégés, s ez épen adja meg a vérnek melegét. Az embernek hőmérséke állandóan 36° — 38° C.; melyre a hideg vagy forró égalj vagy időjárás csak igen-igen csekély befolyást gyakorol.

Vége megjegyzendő hogy nemcsak az élelnek hanem egyéb anyagoknak vegyítése is gerjeszt meleget, mint azt például a mész ol-tásánál tapasztaljuk.

III. FEJEZET.

A melegség befolyása az időjárásra.

61. §. *A melegség eloszlása földünkön.*

A föld gömbjének megvan saját melege is. A tűz-okádók, melyek izzó anyagokat hánynak ki, nem külön-ben a mélyből fakadó meleg források tanúsítják, hogy a föld méhében melegnek kell lenni. Fúrott kútakban — melyek néha egy-két száz ölnyi mélységűek — minél mélyebbre eresztik le a hőmérőt, annál nagyobb meleget mutat. Úgy hihetjük tehát, hogy a melegség földünkben befelé nőttön nő, s hogy már néhány ezer ölnyre a föld színe alatt roppant hőség uralkodik.

De e hőségnek alig van hatása a föld felszínére, ez meleg dolgában úgy szólván egészen a napra szorúl; valaminthogy a nap melegének is csak a föld legfelső kérgére van hatása, s nem igen mélyen a föld-színe alatt már télen-nyáron egyazon hőmérsék ural-kodik.

Hogy a nap annál kevesebb meleget ger-jeszt, minél rézsútosabbban lövi sugarait, tehát minél alantabb jár az égboltozatján, s hogy ettől függ az évszakok meg napszakok különböző melege, már említve volt: ugyancsak legkivált ettől függ a földteke egyes vidékeinek melege. Az egyen-lítő (aequator) környékére ugyanis egész óven át szinte függélyesen esnek a nap sugarai, ott van tehát a földnek forró öve; minél távolabb osik va-lamely vidék az egyenlítő övétől, annál

alantabb látja járni a napot, annál rézsútosabban kapja sugarait, így következik a forró után a mérsékelt öv, a föld sarkai közelében pedig a hideg öv, hol télnék idején napokig, hetekig, sőt a sarkakhoz közelebbeső vidékeken holnapokig épen nem kél föl a nap.

De nemcsak a hely távolsága az egyenlítőtől szabja meg a melegség mértékét. Tudjuk hogy magas hegyek ormait örökös hó borítja; sok rendbeli tapasztalás bizonyítja, hogy minél magasabbra emelkedünk, annál nagyobb hidegre találunk. Ennek egyik oka az, hogy minél magasabban vagyunk, annál ritkább levegőben forgunk, az pedig már mondva volt, hogy minél ritkább a levegő, annál nehezebben melegszik át. Másik oka pedig az, hogy a levegő a nap sugarait jobbra átereszti és csak kevésbé melegszik meg tőlök, hanem meleget leginkább a hevült földnek köszönheti, melylyel érintkezik. A földszíne ugyanis fölmelegszik a nap sugaraitól, s hatása azután olyan, mint a fűtött kemenczéé: a meleget t. i. részint kisugározza, részint vezetve a vele érintkező levegőre ruházza át; így melegszik meg a levegő, mire aztán fölszáll — hol ismét kihűl — s új, hűsebb levegőt ereszt a föld szomszédságába melegítkezni.

Az utóbb mondottakból az következik, hogy a légnék melegebb vagy hidegebb volta nagyon is attól függ, milyen természetű e vagy ama helyen a föld felülete? Ha ez olyan, hogy erősen fölmelegszik, p. o. kopár föld, meztelen szikla vagy épen sivár homok, akkor a levegő is forró lesz szomszédjában; ha ellenben olyan, hogy csak kis mértékben melegszik föl, p. o. rét, erdő, általában fűvel-fával borított vidék, akkor a levegő is hűsebb marad. Olyan dolgok ezek, melyeket naponként tapasztalunk. És ki ne tapasztalta volna, mily nagy a különbség a szárazföldi és a vízi levegő között? míg

ott tikkasztó a meleg, itt többnyire a legkellemesebb hűsre találunk. Okát is tudjuk már ennek: a víz lassabban melegszik át mint a száraz föld, színe fölött tehát nyáron (nappal) hűsebb marad a levegő; de lassabban is hül ki mint a száraz föld, azért télen át a vizen nem hidegszik úgy meg a levegő mint a száraz földön (éjszakán át is a víz jobban megtartja melegét, mint a szárazföld). Innen van, hogy nagy vizek közelében a nyár kevésbé forró, a tél kevésbé hideg, — a víz a meleget szintúgy enyhíti mint a hideget. Szigeteken tehát rendszerint télen-nyáron mérsékeltabb az időjárás, mint terjedelmes szárazföldeken. Így p. o. Angolország távolabb esik az egyenlítő felé, mint Magyarország, mégis a tél ott koránsem oly kemény mint nálunk, de aztán nyara sem oly meleg mint a miénk, s meg nem érleli azon növényeket (például a szőlőt), melyek nagyobb meleget kívánnak.

62. §. A szél.

A szelet, ha csendesebb, szellőnek, fuvalomnak, ha keményebb szélvésznek, viharának, orkánnak nevezzük. A szellőt mindig szívesen fogadjuk, de a szél s kivált a szélvész ellen sok a panasza: hogy mily kellemetlen, mily káros az egészségre, mily károkat, pusztításokat okoz! De ha számba se vesszük azon szolgálatát, hogy például malmokat, hajókat hajt, vegyük csak fontolóra, hogy a szél folytonosan mozgatván a levegőt s egyrészt a vizeket is, üdvös változásokat idéz elő a légkörben, s az egyes vidékeknek hideg vagy meleg, száraz vagy nedves, többé vagy kevésbé tiszta levegőjét forgalomba hozza, kicseréli egymással.

Mi indítja a szelet? Ha nem is mind, egy-két indítókát tudjuk. Több ízben volt már említve, hogy mihelyt a levegő valahol jobban megmelegszik mint a szomszéd-

dos levegő, légáramlás, azaz szél támad. Már pedig a levegő földünk különböző helyein, mint láttuk, különböző mértékben melegszik vagy hűl meg; a levegőnek egyenlőtlen megmelegedése tehát egyik indító-oka a szélnek. Egy másik indítóját még azon körülményben kereshetjük, hogy ha a levegőben levő párák hirtelen összesűrűdnek, tehát kisebb helyre szorúlnak, az így támadt ürességbe a levegő mindenfelől odatódul.

Midőn a szél csavarodva halad, forgószél a neve; alkalmasint úgy támad, hogy ellenkező szelek csapnak össze s tusakodnak. A hatalmasabb forgószeleket por- vagy vízforgatagoknak nevezik, a mint a szárazföldön vagy vizen rohanva a port vagy vizet magasra tölesér-alakban fölkavarják. Az ily forgatagok gyakran szörnyű pusztításokat víznek véghez.

A szelek járása az egyes vidékekhez képest igen különböző; a térség szabad futást enged a szélnek, míg a heglánczok útját állják, erdőségek tartoztatják. De nagyjában véve Európában leggyakrabban fújnak a szelek délnyugatról, s ezek rendszerint melegebb, nedvesebb levegőt hoznak, meg éjszaka keletről, melyek hidegebb, szárazabb levegővel érkeznek hozzánk.

Vannak azonban rendes szelek is. Ilyenek például a passat-szelek, melyek az egyenlítő körül tartósan keletről nyugot felé fújnak. Ilyenek a tengerpartokon rendszeren fúvó nappali s éjjeli szellők; nappal ugyanis a szárazföld erősebben fölmelegszik mint a tenger, a szárazföldön nyugvó lég megmelegedvén fölemelkedik s helyére a hűvösebb tengeri levegő tódul, ekkor tehát megindul a tengeri szellő; este ellenben a föld s ezzel a fölötte nyugvó lég hamarabb kihűl mint a tenger, s ekkor a szárazföld fölől kezd lengedezni a szellő, mert most viszont a szárazföld levegője hűvösebb a tengeri levegőnél. Az ily parti szelek fúvalma tavak mellékén is észrevehető, hazánkban például a Balaton és Fertő partjain.

A szelek ereje, gyorsasága, igen különböző; ha óránként 1 mértföldet halad, azt még mérsékelt szélnek mondjuk. A legerősebb szélvészek mintegy 20—30 mértföldnyire rohannak óránként; ily roppant gyorsaság mellett aztán nem csoda, ha nem csak háztetőket, de házakat is felforgatnak, fákat kidöntenek, a felkapott téglákkal, deszkákkal ajtókat, fasudarakat vágnak keresztül stb. Nálunk az ily dühös orkánok gyérebbek; ott-honosak leginkább a forró-öv vidékein.

63. §. *A párák telültsége; a harmat és dér.*

A földszíne, kivált pedig a folyók, tavak, tengerek örökös párolgásával tömérdek pára gyülekezik a légkörbe: lássuk, mi történik e párával? A feleletre nézve tán könnyebben eligazodunk, ha, mielőtt kitekintenénk a nagy természetbe, a szobában maradunk: a szoba levegője mérsékelt meleg, — a szobában bizonyos mennyiségű pára is van, mely azonban terjengős, légnemű állapotban lévén, nem látszik. Amde hozzunk be most egy üvegben jó hideg, a szoba levegőjénél mindenestre hidegebb vizet, mit tapasztalunk? az üveg kívülről meg nedvesedik, verejtékezik; a víz ugyanis meghűtötte az üveget, ez pedig a környező levegőt, s ekkor a benne foglalt párák megsűrűdve lecsapódnak. Hasonló okból verejtékeznek hűvös időben ablakaink (ha a hideg erősebb, e verejték aztán mégis fagy s jégvirágokat képez az ablak üvegén). Azt tapasztaltuk tehát, hogy a mint a levegő hűsült, a benne foglalt párák mennyisége csökkent: egy részök ugyanis verejték (vagy mondhatjuk harmat) alakjában a levegőből kivált. S úgy van a dolog valóban: minél melegebb a lég, annál több párát képes felszedni magába, ellenben minél hidegebb, annál kevesebb párát bír meg. Ha több pára találkozna a légben, mint a mennyit hőmérsékénél fogva megbír, egy részök azonnal kiválik, lecsapódik. Midőn a légben éppen annyi pára van, a mennyit még megbír, akkor a párákról azt mondjuk, hogy elér-

ték a telültség pontját: ez esetben tehát ha a levegő csak legkevesébbé is meghül, a párák egy része azonnal kiválik.

Minél távolabb esik még a párák telültségi pontja (mondhatnók: minél több pára fér még a levegőbe), annál szárazabbnak tartjuk a levegőt; minél közelebb vannak a párák eponthoz, annál nedvesebbnak tartjuk a levegőt. Így p. o. reggel kevesebb ugyan a pára a levegőben, mint déltájban (midőn a nap heve a párolgást tetemesen növeszti), mégis rendszerint reggel nedvesebb a lég, mint délben, mert hűvösebb lévén, kevesebb páráat bír meg, mint a déli, meleg levegő; így van ez a téli s nyári levegővel is: télen kevesebb a pára a légben mint nyáron, mégis a téli levegő nedvesebb a nyárinál, mert hidegebb létére ott a párák hamarabb érik a telültség pontját.

Vannak eszközök, melyek segítségével a lég nedvességéről ítélhetünk, ezeket nedvmérőknek (hygrometereknek) nevezik; ilyen például a hajszálnedvmérő. A hajszálnak ugyanis — valamint több más testeknek is p. o. halesontnak — azon sajátsága van, hogy a párákat fölszívják s megnyúlnak; a kifeszített hajszál tehát azon mértékben megnyúlik, a mint a levegő nedvesebb, ellenben összehúzódik, ha a levegő szárazabb; a hajszálnak egyik vége illő kapcsolatba hozatván egy mutatóval, ennek mozgása után megítélhetjük, mily mértékben húzódott össze, vagy nyúlt meg a hajszál.

Helyesebben ítélhetünk még a levegőben levő párák mennyiségéről, ha két egyenlő hőmérőt kísérint figyelemmel, melyek egyike alúl a gömbjén nedves foszlánynyal van burokatva. Tudjuk hogy az elpárolgás hideget gerjeszt; a nedves foszlány is elpárolgásával hideget gerjeszt, s a hőmérőben, melynek gömbjét burkolja, a higany alábbsszáll. Már most így okoskodunk: minél nagyobb a különbség a két hőmérőn mutatkozó hőmérsék között, annál nagyobb hideget gerjesztett az elpárolgás, annál gyorsabb volt tehát az elpárolgás, de

az elpárolgás annál gyorsabb, minél kevésbé telült, vagyis minél szárazabb a környező levegő (mert annál több párát képes még felszedni); e szerint, minél erősebben különbözik a szárazon maradt hőmérőnek hőfoka a nedves foszlánynyal körülburkolt hőmérő hőfokától, annál szárazabb levegőre kell következtetnünk. Ha a levegő telítve van párákkal, tehát lehető legnedvesebb: akkor a foszlány nedvessége el nem párolog, hideg nem fejlődik, a két hőmérő tehát ugyanazon hőfokot mutatja.

Nézzünk ki már a természetbe: a mit az üvegen verejtéknek nevezünk, ugyanazt a földszínén, füveken, fákön stb. h a r m a t n a k, ha pedig fagyott állapotban van, d é r n e k nevezzük.

Napnyugta után kisugárzás által hűlni kezd a föld színe, főleg pedig a növények; a mint ezek hűsebbek lesznek a környező levegőnél, a légkörben tartalmazott párák egy része leverődik h a r m a t alakjában; hidegebb időben a harmat finom jégszálakká fagy, s ez a d é r. A kisugárzás által történő kihülés, mint említve volt, kivált akkor tetemes, ha az ég derült; azért a harmatok és derek tiszta, derült éjeken a legerősebbek. Ellenben a felhők, lombos fák stb. akadályoztatják a földszíne nek kisugárzás által való kihülését, akadályoztatják tehát a harmat képződését is. Hasonlóképen a szél is gátolja a harmatozást, minthogy szeles időben alig érintkezett a lég a hideg földszínevel, alig hűlt meg, máris helyére újabb, melegebb levegő tódul.

64. §. *A köd és felhő.*

Köztudomású, hogy nyárban nem igen látjuk lehetünket, hidegebb időben azonban mintha füstölne: ez valóságos köd; ily ködöt látunk minden fazék felett ha forró víz van benne: a felszálló víz párák a levegő n m e g h ű l n e k, m e g s ű r ű d n e k s k ö d ö t k é p e z n e k. A köd képződésekor tehát a lég hűsebb mint a párologó víz, míg ellenben, a harmat képződésekor, mint említve volt, a földszíne hűsebb a szomszédos le-

vegőnél. A légkörbe, mint említők, tömérdek pára gyülekezik; ha már most e pára a földszíne közelében meghűl, megsűrűdik: ködnek nevezzük; ha a meghűlés, megsűrűdés a légkör magasabb tájain történik, felhőnek vagy felleeknek mondjuk. A köd nem egyéb mint alantjáró felhő, a felhő nem egyéb mint magasan lebegő köd. A reggeli s esteli hűvösebb levegőben rendszeren képződik hol gyengébb, hol erősebb köd, mely azután vagy felszáll s ekkor felhővé lesz, vagy pedig szétoszlik, például a nap melegítése folytában.

A felhők gyakran nagy hirtelen képződnek, majd szinte nyom nélkül eltűnnek, alakjokat folyton-folyvást változtatják, s futásukkal a magasban fúvó szelek irányát jelölik. A felhőknek majd kedves, majd csodás vagy ijesztő alakjai, majd foszladozó majd összébbr tolakodó tömegeik, kergetődzésük, vándorlásuk az ég boltján, a pompás színek, melyeket játszanak kivált ha a nap leáldoz: mindezekben hányszor van alkalmunk gyönyörködni! de mindezen változások okairól még vajmi keveset tudunk.

A pelyhes vagy úgynevezett fürtös felhők legmagasabban járnak. Gomolyfelhőknek nevezzük a gomolygó, tornyosuló, gömbölyödő fellegeket; rétegeseknek pedig, melyek hosszabbra nyúlnak, mintegy csíkokat képeznek.

65. §. Az eső, hó, jégeső.

Ha a párabuborékok, melyekből a köd és felhők állanak, hidegség vagy nyomás következtében összébbr sűrűdnek, cseppekké folynak össze, s ezek súlyuknál fogva lecsnek. Ezen lecső cseppek képezik az esőt. A cseppek eleinte kicsinyek, de útközben meghűtvén a levegőt, ennek páráit is fölszedik s így mind inkább-inkább gyarapodnak. Azért a magasabb felhőkből hulló cseppek nagyobbak, mint az alantjáró fellegekből hullók. Ez utóbbit permetezésnek nevezzük, a nagy cseppekben és sűrűn hulló esőt zá-

pornak, mely ha fölöttébb erős, felhőszakadásnak hivatik. Országos esőnek mondjuk, ha messze határokon s tartósabban esik az eső. Beszélnek csoda esőkről is, például véresről, midőn a szélből felkapott virágpor vagy kis állatkák az esővel lehullva azt vörösre festik. Az ily történetes hozzákeveredést be nem tudva, az esővíz a legtisztább víz.

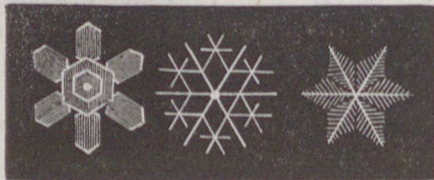
Az egyenlítő vidékén több hónapon át naponként rendszeren déltájban vagy délután esik; az ily rendszeren és csaknem órára visszaforduló esőket időszakos esőknek nevezik. Vannak oly tájak is, hol az eső a ritkaságok közé tartozik; a növényzet mégsem pusztul ki, mert rendszerint erős harmatok járnak.

Sok víz, sok fa előmozdítja az esőzés gyakoriságát; hol az erdőket kipusztítják, szárazabbá lesz az időjárás.

Ha a levegő hidegebb, a felhőkben nem cseppekké hanem apró hópelyhecskékké sűrűdik a pára, melyek azután, ha jobban-jobbán összezsugorodnak, lehullanak. Melegebb időben csomósabbak, nagyobbak a hópelyhek; hideg időben a hó apró, mint a só. A hó laza létére nehezebben tör magának utat a levegőn, s azért lassabban hull mint az esőcseppek. Minthogy a hideg nőttön-nő, minél magasabbra emelkedünk; a magas hegyek ormait még a forró-övben is örökös hó borítja.

Ha az egyes hópelyheket közelebbről megvizsgáljuk, úgy találjuk, hogy azok szép, rendes hatszögű csillagokat képeznek (50-dik ábra), a legkülönbözőbb változatokkal.

(50. ábra.)



A j é g e s ő, hogyan támad, mostanáig nincs tudva. Az egyes jég szemek átlátszó jégkéreggel vannak borítva, belsejük mintegy átlátszatlan mag. Nagyságuk különböző; találtak jég szemeket, melyek félfontot, sőt ennél is többet nyomtak. A jégeső többnyire zivattal jár; a fellegek, melyek méhökben hordják, többnyire sajátságos szürkevörösös színűek, sötétek, alantjárók és szagztatottak; a jég hullását recsegéshez, csörömpöléshez hasonló zaj előzi meg. E csapás nappal gyakoribb, mint éjjel, s negyedóránál tovább ritkán tart.

66. §. Visszapillantás.

A testek a melegben tágúlnak; a tágúlhatás, tágíthatóság általános tulajdonsága a testeknek.

A meleg a testek tömötségét csökkenti, a légneműek terjengősségét, feszerejét növeli, a szilárdakat megolvasztja, a csepegőket felforraltja s gőzzé válatja, általában tehát a testek összetartása ellen dolgozik. E szerint a melegség mértékétől függ, hogy mekkora a test tömötsége, valamint az is, hogy halmozata szilárd-e, vagy csepegős vagy pedig terjengős.

A meleg az által, hogy a víz és lég sűrűségét csökkenti, víz- és légáramlásokat idéz elő.

A meleg vagy hő két módon terjed: 1) vezetés útján, s e tekintetben megkülönböztetjük a jó és rossz hővezetőket; 2) sugárzás útján, a hősugarakat pedig a testek részint visszaverik, részint benyelik, részint áteresztik. (Valami hasonló történik a terjedező hanghullámokkal is: ezeket szintén a testek részben visszaverik, részben pedig magok is rezgésnek indulván, e rezgéseket tovább szolgáltatják).

A melegség teszi, hogy a folyók, tavak, tengerek stb. folytonfolyvást párolognak; e párák azután megcsűrűdve harmat, dér képében leverődnek, vagy nehézségöknél fogva eső, hó, jégeső képében leesnek. A víz tehát folytonosan kering: a hő felszállítja, a nehézség a földre visszaszállítja a vizeket. Ennyi tömördek víznek fölemelése mekkora munkába kerülne, ha azt például valami gép segítségével akarnók felszállítani! Nyilván, a hő nagy munkát képes végezni.

De nem végez-e a hő akkor is munkát, midőn a szilárd testeket megnyújtja, a csepegősöket tágítja, a légneműeknek feszerejét növeli? Sőt, ha megemlékezünk, hogy a jég megolvasztásánál, a víznek gőzzé változtatásánál a fölszedett meleg (az úgynevezett lappangó hő) egészen arra szolgál, hogy a jégből vizet, második esetben pedig a vízből gőzt képezzen: nem azt kell-e ítelnünk, hogy itt a hő mintegy megemésztí azon munka, melybe a testek összetartásának megbontása kerül, vagy más szóval, hogy itt a hő mint munka nyilvánul?

Másrészt, ha például a lovak húznak, munkájoknak egy része arra szolgál, hogy legyőzze a surlódást, mely a kerekek s tengelyeik között forgás közben támad; ámde éppen ezen surlódás meleget fejt ki, úgy hogy itt viszont azt mondhatni: a surlódás megemésztí ugyan a munkát (a lovak munkáját), de mint hő szolgáltatja vissza, vagy más szóval, itt a munka egy része mint hő nyilvánul.

E néhány példából tán érthető leszzen valamenynyire azon állítás, hogy a munka hővé, a hő pedig munkává képes válni.

V. RÉSZ.

A világosságról vagy fényről.

I. F E J E Z E T.

A fény terjedéséről, visszaverődéséről s töréséről.

67. §. *A fényről általában.*

Midőn az ész világáról, a fényes igazságról beszélünk, vagy pedig a butaságot vak ságnak, a tudatlanságot sötétségnek nevezzük, e szólásmódokból kitetszik, hogy a világosságot vagy fényt olyasminnek tartjuk, minek közbenjárásával a tárgyak létéről, jelenvoltáról meggyőződhetünk, megjelenésök egész módjával igazabban megismerkedhetünk. Csakugyan a látás az, minek segítségével a világ dolgai között eligazodunk, tájékozódunk, s alakjuk, nagyságuk, helyzetök felől tudomást szerzünk. A tapintás csak a kezünk ügyébe eső dolgokat tudatja velünk: a látás a távolesőket is; a szaglás, ízlés, hallás csak földünk körébe eső dolgokról s tüneményekről hoznak hírt: szemünk azon érzék, mely a föld határain túl is észreveszi a teremtest, s a millió meg millió mértföldnyi távolságban felcsillanó égi testekről hírt veszen. Igaz ugyan, hogy szemünk is sok mindenféle kápráztatnak, csalódásnak van alávetve, de ettől semmi tekintetben és sohasem vagyunk teljesen megóva.

Szemünk úgyszólván világossággal él, azaz hogy lásson, világosságra van szüksége. Mi tehát csak azon tárgyakat láthatjuk, melyek világosak, vagyis, melyek fénysugarakat lövellnek szemünkbe. De ezen fénysugarakat a tárgyak, vagy magok erejéből lövellik, vagy kölcsön veszik; a nap, a csillagok legnagyobb része, a láng stb. világító vagy önfényű testek, mert a magok fényét sugározzák, a többiek ellenben kölcsönfényt sugározó vagyis világított testek, melyeket csak akkor látunk, ha más testek által vannak megvilágítva. Miután pedig csak azon tárgyakat látjuk, melyek fénysugarakat küldnek szemünkbe, azt következtetjük, hogy a világított testek a rájuk eső sugarakat visszaverik, s ezen visszavert sugarak közbenjárásával látjuk azokat. Az asztalt nem látom sötétben, de ha égő gyertya jó közelébe, az asztal a reá-eső fénysugarakat visszavágja, s ezen visszavágott sugarak hozzák meg az asztal hírét szemünknek.

Némely testeken átlátunk, ezek átlátszók, p. o. az üveg, levegő stb; másokon nem látunk át, ezek átlátszatlanok, ilyenek a fa, kő stb. Az átlátszó testek tehát áteresztik a fénysugarakat, különben a rajtuk túl eső tárgyakat nem láthatnók. Ámde bármily átlátszó is valamely test, mégis meggyengíti a fényt, kivált ha vastagabb rétegekben állja a sugarak útját, így p. o. az üveg, bármily átlátszó, ha több táblát teszünk össze, vagy pedig ha egyet is, de vastagot, már ezen át a tárgyakat nem látjuk világosan: az áteresztett fény tetemesen megcsökken. A fénynek ezen megfogyatkozását útközben elnyeletésnek mondják. Ha a sugarak útja kicsiny, az elnyeletés sem nő nagyra, úgy hogy igen vékony, finom lemezeken átlátni, habár különben átlátszatlan testekből készültek is; így p. o. a vékony aranylemez-kék átlátszók.

E szerint a testek a fénysugarakat rész-

ben visszavágják, részben áteresztik, részben pedig (útközben) elnyelik. Ugyancsak ezt tapasztaltuk volt a hő sugarakról is.

68. §. *A fény terjedése. Az árnyék.*

A világító testek mindenfelé lövelik sugaraikat, és mindenik sugár egyenes irányban halad. A világító test számtalan világító pontoknak összesége, s mindenik ily pont számtalan sugarat küld mindenfelé.

Hogy a fénysugár egyenes irányban jár, arról könnyű meggyőződnünk; csináljunk két papírlapon szemben egymással egy-egy lyukat: e réseken át a gyertyát csak akkor fogjuk látni, ha a gyertya meg a két lyuk egyazon egyenes vonalba esik. Ki ne tudná, hogy görbe csövön át nem lehet látni; hogy a tárgyakat nem látom, mihelyt az onnan egyenest jövő sugarak útját valami ernyővel elállom, vagyis a mint mondani szoktuk, a tárgyakat elfodóm. A napsugaraknak egyenes útja igen élesen meglátszik, midőn azok szobáinkba lövellve a lebegő porocskákat megvilágítják.

A sugarakat e szerint rajzainkban egyenes vonalakkal jelölhetjük, egyszersmind megjegyezhetjük, hogy a világító pontot mindig azon irányban látjuk, a mely irányból sugaraai szemünkbe érkeznék. Ha például (51-dik ábra) az *s*-ben levő szembe valamely világító pont-

(51. ábra.)

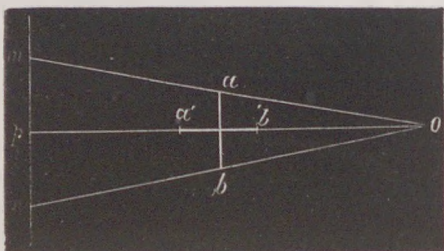


ból két sugár érkezne, ez a két sugár irányában, tehát *a* felé és *b* felé látná a világító pontot, azaz látná *o*-ban. E szerint rajzainkban két sugárnak metszéspontjával jelölhetjük a világító pontnak igazi vagy legalább látszólagos helyét.

Ha valami tárgy felfogja a sugarakat, ezek egyenes járásuknál fogva a tárgy mögé nem kerülhetnek, ott

tehát sötét marad a tér, s ekkor mondjuk, hogy a tárgy árnyékot vet. Az árnyék alakja s nagysága nemcsak az árnyékvető test alakjától s nagyságától, hanem helyzetétől is függ. Így (52-dik ábra) ha o pontból jönnek a sugarak az ab pálcza az mn árnyékot veti a falra, ezen árnyék pedig nyilván annál kisebb lesz, minél közelebb kerül a pálcza a falhoz, kisebb lesz akkor is, ha ferdébben tartjuk a fal iránt, míg végre, ha épen a su-

(52. ábra.)



garak irányában tartjuk — $\alpha\beta$ helyzetben, — csak egy petty p lesz a pálcza árnyéka. Így tudjuk, hogy a tárgyak reggel s este leghosszabb, délben legrövidebb árnyékot vetnek, úgy hogy ezek hossza után megítélhetjük az órát, irányuk után pedig tájékozódhatunk, mert az árnyék mindenkor a nap állásával ellenkező oldalra esik: reggel tehát nyugotra, délben éjszakra, este pedig keletre.

Miután a világító testek számtalan világító pontból állanak, a tárgyak teljes árnyékot csak azon térre vethetnek, hová egyik világító pontból sem juthatnak el a sugarak, azért a nap vagy gyertya világánál az árnyékok széle nem éles, hanem lassan-lassan elmosódik.

Igen érdekes tünemények az árnyékok, melyeket az égi testek vetnek egymásra. Így ha a hold közénk s a nap közé jut, árnyékát a földre veti s ezt a napfogyatkozásnak nevezzük; ha ellenben a föld jut a

nap és hold közé, akkor a föld árnyéka homályosítja el a holdat s ezt holdfogyatkozásnak mondjuk.

Ily fogyatkozásokat más égi testeknél is megvagyáztak a csillagászok; pontosan tudják az időt, mikor kell a fogyatkozásnak kezdődni, tudják az égi test távolságát is földünktől: ha már most több ízben tapasztalják, hogy a fogyatkozás nem a szabott időben kezdődik, kiszámíthatják, mennyi időbe kerül, hogy e fogyatkozás híre hozzánk jusson, — e hírt pedig a fénysugarak hozzák meg, voltaképen tehát azt számították ki, mennyi idejébe kerül a fénysugárnak, hogy amaz égi testből földünkig jusson. Ily módon, — mely különben nem az egyetlen, — azt tudjuk meg, hogy a fénysugár közl 42,000 mértföldet halad másodpercenként. Ily gyorsasággal mintegy 8-szor lehetne egy másodperczben körülfutni földünket; nem csoda tehát, hogy a néhány mértföldnyi távolságban elsütött ágyú tüzét úgyszólván az elsütés pillanatában már látjuk is.

E szerint a fény körülbelül egy milliószor gyorsabban terjed mint a hang. A nap sugarai félnegyed óránál tovább vannak úton, míg földünkre érnek. De vannak csillagok, melyek távolsága oly roppant, hogy fénysugaraik évekig, sőt mint a tejút csillagairól hiszik, több ezer évig vannak úton, míg hozzánk jutnak. A sugarak tehát, melyek most szemünket érik, már évek előtt indultak el ama csillagokból, s ha este felpillantunk e képzelhetlen távolságban csillogó égi testekre, nem úgy látjuk azokat a mint most vannak, hanem a mint évek, századok vagy épen évezredek előtt voltak.

69. §. A világítás ereje.

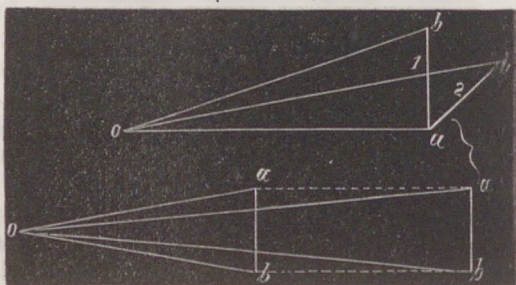
Valamint erős dörögés elfojtja a gyenge neszt, úgy hogy ez nem hallik, hasonlóképen az erősebb világosság is úgy szólván kioltja a gyengébbet. Szemünk, valamint minden érzékünk az erősebb benyomások

alatt eltompul a gyengébb benyomások iránt. A csillagok, ezen senki sem kétkedik, nappal is az égen vannak, de a nap erős világa elnyomja bágyadtabb világukat. Különböző testek különböző erővel világítanak: a gáz erősebben világít mint a viaszgyertya, ez ismét erősebben mint a borszesz lángja stb.

De egyazon testtől áradozó világosságnak is különböző a mértéke, mert

Először: minél ferdebben tartom például (53-dik ábra) az ab deszkát vagy papírlapot a sugarak irányában, annál keskenyebb sugárnyaláb esik rá az o

(53. ábra.)



világító pontból, annál kevésbbé van tehát megvilágítva. Legtöbb sugár éri a lapot az 1-gyel jegyzett állásban, midőn t. i. a sugarak függőlegesen vagy közel függőlegesen érik; a 2-vel jegyzett rézsútos állásban szinte csak félfannyi sugár esik ab lapra. A világítás tehát éppen úgy mint a melegítés annál erősebb, minél kevésbbé rézsútosan érik a sugarak a testet.

Másodszor: minél távolabb visszük az ab lapot az o világító ponttól, annál keskenyebb a sugárnyaláb, mely éri, a mint ez ugyanesak az 53-dik szám alatt a második rajzon látható. Ennélfogva a világosság ereje a távolsággal fogy, még pedig fokozott arányban, azaz: kétszeres távolban a világítás négyszer

gyengébb, háromszoros távolban kilencszer gyengébb s így tovább. Jusson eszünkbe, hogy ezen törvény nyel, mely szerint a hatás a távolsággal fokozott (vagy mint tudományosan nevezik: négyzetes) arányban csökken, már több ízben találkoztunk. névszerint a vonzásnál, hangnál, a hősugaraknál.

Az érintett törvény értelmében két lángnak, vagy más egyéb fényforrásoknak világító erejét összemérhetjük; ugyanis ha egy lámpa például négyannyira van a faltól mint egy gyertya, s a falat mégis épen oly erősen világítja meg mint az utóbbi, akkor azt kell következtetnünk, hogy a lámpa világító ereje 16-szor (négyyszeresen négyyszer) nagyobb mint a gyertyáé, mert hiszen, ha a gyertyát négy annyira vinnők a faltól mint jelenleg van, tehát oly messzire mint a lámpa, akkor 16-szor gyengébben világítaná meg a falat.

De hogyan ítéljük meg, mikor világítja meg a lámpa s a gyertya egyenlő erővel a falat? Az árnyék után; tudjuk, hogy minél erősebb a világítás, annál sötétebb árnyéket támaszt, mert minél erősebb a világítás, annál jobban érzi meg szemünk annak hiányát. Elővehetünk tehát például egy pálczát, s megvagyázzuk, mily messzire kell vinni a lámpát, hogy a pálczának ettől eredő árnyéka épen oly sötét legyen, mint a pálczának a gyertyától eredő árnyéka. Mihelyt a két árnyéket egyenlő sötétnek találjuk, azt ítéljük, hogy a két fényforrás egyenlően világítja meg a falat, s lemérjük, hány-szor távolabb áll egyike mint másika a faltól.

A világítás erejének efféle összemérését fény-mérésnek (photometria) nevezik.

70. §. A fény visszaverődése.

Valamint a hanghullámok, úgy a fénysugarak is visszavágódnak a testek felületéről. Visszavágódnak podig ugyanazon törvény szerint, melyet már a ruganyos lapta visszapattanásánál találtunk

volt (lásd az ütközésnél), t. i. a beesés szöge egyenlő a visszaverődés szögével s a két szög egyazon síkba esik.

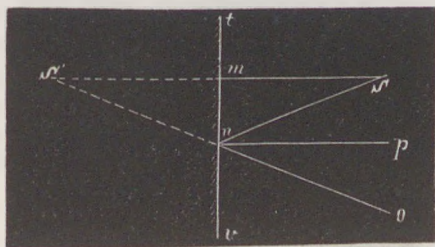
Ha a felület érdes, hoporjas, vagy a mint kicsinyben mondhatjuk, dombos-völgyes, akkor a reá eső sugarak közül egyik erre, másik arra verődik vissza, a szerint a mint épen e számtalan dombocskáknak s völgyecskének ez vagy amaz oldalát érték. Ily felületek tehát a rájuk eső sugarakat mindenfelé szétszórják, s épen ezen mindenfelé szétszóródó sugarak közbenjárásával látjuk aztán az ily felületeket.

Ellenben, ha valami tárgy felülete sima, csiszolt, akkor a reá eső sugarakat nem mindenfelé, hanem csak bizonyos irányokban veri vissza; ez esetben a sugarak ereje a szétszóródás által nem gyengülván, közbenjárásukkal nem a visszaverő felületet, hanem a sugárzó tárgyakat látjuk. Ily felületekről azt mondjuk, hogy visszatükrözik a tárgyakat. Legjobb tükrök a fémtükrök; leghasználtabbak azonban az üvegtükrök, melyeknek háta ón- és higanykeverékkel van bevonva, s voltaképen ezen bevonat tükrözi vissza a tárgyakat. Ha tökéletes tükröt képzelünk magunknak, az ilyen a világító tárgyból jövő valamennyi sugarat szabályosan verné vissza, a tárgynak tehát egészen tiszta tükörképét látnók, de magát a tükröt épen nem láthatnók, miután a reá eső sugarakat nem szórja szét. E szerint minél jobb a tükör, annál tisztábban mutatja a tárgyakat, de annál kevésbé láttatja magát. Üvegtükreinknél az üveg is, a hátsó bevonat is visszavágja a sugarakat, azért két kép támad, mit legjobban veszünk észre, ha gyertyát tartva a tükör elé, oldalt nézünk bele. De lássunk már egy ily tükröt közelebből.

Az 54-dik ábrában *tv* jelöli a tükröt, mintha oldalról, élével látnók; *s*-ben gondoljunk nem még egy tárgyat, hanem csak egyetlen pontot. *s* számtalan sugarat lövell a tükörrre, melyek közül egyik például *n*-ben éri

a tükröt. Ezen sn sugár visszaverődik no irányban, oly módon, hogy a tükrre n -ben húzott függély np épen oly szöget képez a beeső sugárral sn -nel, mint a visszavert sugárral no -val; ha tehát e visszavert sugár szemünkbe jutna, ennek irányában, — azaz on irányban, — látnók a világító pontnak s -nek képét. Kísérjünk figyelemmel még egy másik sugarat, nevezetesen sm -t, mely függélyesen esik a tükrre s ennél fogva nem

(54. ábra.)



lévén sem beesési sem visszaverődési szöge, ugyancsak e függélyes irányban verődik is vissza. Az ily sugarat, mely függélyesen esik a tükrre, fősugárnak hívjuk, s ez visszaverődésekor azon nyomon tér vissza, melyen a tükrörhöz ért. Ha már most e visszaverődött fősugár jutna szemünkhöz, ennek irányában, — azaz sm irányban, — látnók a világító pontnak s -nek képét. Minthogy on irányban és sm irányban látjuk a képet, e két irány pedig s' pontban vág össze; szemünk úgy érzi, mintha s' -ből lövellnének a sugarak. S az s -ből lövellt bármelyik sugarat kísérnök is útjában, úgy találók, hogy az oly módon verődik vissza, mintha a tükr megöln s' -ből jöne: s' -ben fog tehát látszani a világító pontnak s -nek képe.

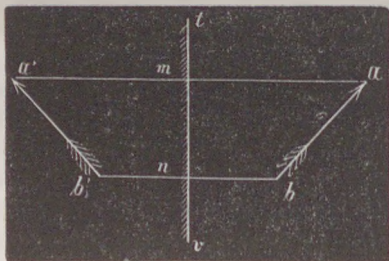
A mondottakból már most két igen egyszerű szabályt alkothatunk, ugyanis

Először: a világító pont képe a fősugar irányába esik.

Másodszor: összehasonlítva a tükör előtti háromszöget mns -t a tükör mögöttivel mns' -sel, úgy találjuk, hogy egyik szakasztott mása a másiknak; tehát, hogy s a világító pont épen annyira van a tükör előtt, mint a képe s' a tükör mögött.

E két szabályhoz alkalmazkodva lerajzolhatjuk, mint látszanék valami tárgy, például az ab nyíl a tv tükörben (55-dik ábra). Elég ha a tárgy két végpontjának a -nak meg b -nek képét keressük meg, mert a többi pont képe aztán e kettő közé esik. a -nak fősugarát am -t meghosszabbítjuk a tükör mögött annyira, hogy ma' egyenlő hosszú legyen am -mel; a' lesz tehát az a pont képe, mert annyira van a tükör mögött, mint a pont a tükör előtt; hasonlóan cselekszünk a nyíl másik vég-

(55. ábra.)



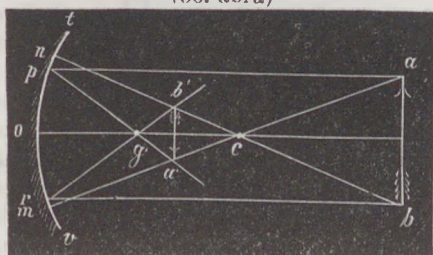
pontja fősugarával bn -nel, s megkapjuk c pontnak képét b' -ben. A tükör előtti nyílnak tükörképe tehát $a'b'$.

Ez úton megmagyarázható, miért, hogy ha a tükörhöz közeledünk, képünk is a tükörben közelebb s közelebb jő; miért látjuk a parti fákat, házakat stb. a víz tükörében megfordítva: tetejük távolabb esvén a víz tüköröző színétől, a tetők képe is kell hogy távolabb essék a víz színe alatt.

A sík tükröknél előforduló ezen tünemények ismereteseek, kevésbé azonban a homorú s domború tükröknél előfordulók.

A homorú tükröt *tv-t* (az 56-dik ábra mutatja oldalról mintegy átmetszve) úgy kell gondolnunk, mint egy gömbnek leszelt süvegét, mely belőlről ki van vájva és csiszolva; látni, hogy a tükör fala minden oldalról, mintegy a tengely felé néz, — a tengely azon vonal, mely a tükör középpontján *o-n* és a gömb középpontján *c-n* megy át, — ennél fogva a tükrre eső sugarak is befelé a tengely felé fognak visszaverődni. Itt is két főszabályt tarthatunk szem előtt:

(56. ábra)



1) minden pont képe a maga fősugarába esik, a fősugár pedig az, mely a középponton megy át, mert ez esik függőlegesen a tükör lapjára;

2) a tengelylyel egyirányú sugarak úgy verődnek vissza, hogy g ponton mennek át, mely félúton van o és c között.

Kísértsük meg a két szabályhoz képest *ab* tárgy-
nak képét fölkeresni. *a*-nak fősugara *am*, itt valahol
lesz tehát képe is; a tengelylyel egyirányú sugár *ap*
pedig úgy verődik vissza, hogy *g* ponton megy át, a hol
aztán ez utóbbi a fősugarat éri, lesz az *a* pontnak képe *a'*.
Hasonló módon húzzuk *b*-ből is a fősugarat *bm*-t, azután
a tengelylyel egyirányú sugarat *br*-t, s a hol ez utóbbi
visszaverődve a fősugarat szegi, lesz a *b* pontnak képe
b'. A mint látjuk, ezen esetben a tárgynak képe *a'b'* ki-
csinyített és visszás; s ha például papírlapot tartanánk
e helyt, előtűnnék rajta ezen úgynevezett l é g k é p.

Fordítsuk meg most a dolgot, vagyis gondoljuk, hogy most $a'b'$ a tárgy, melynek képét keressük; világos, hogy a' -nak fősugara most is am irányba esik, b' -nek fősugara pedig bn irányba; az is bizonyos, hogy a g ponton átmenő sugár $a'p$ a tengelylyel egyirányúan pa felé fog visszaverődni (minthogy ap sugár, a mint láttuk, pa' felé verődnek vissza), hasonlóképen a g ponton átmenő $b'r$ sugár is a tengelylyel egyirányúan rb felé verődik vissza; e szerint csak az előbbi szerepeket kell megcserélnünk, azaz: az $a'b'$ tárgyból lövellt s visszaverődött sugarak oly módon gyülekeznek össze, hogy ab -ben alkotják a tárgynak képét: e kép is visszás, de a tárgynál nagyobb, s a tükörtől távolabb eső. Minél közelebb hozzuk a tárgyat g ponthoz, annál nagyobb, s a tükörtől annál távolabb eső képet szolgáltat. — Az előbbiekhöz hasonló okoskodások derítik ki azt is, hogy, ha a tárgy a g pont s a tükör között áll, akkor képe a tükör mögött tűnik elő, egyenest állva s nagyobbodva.

A g pontot, melyen a tengelyhez egyirányú sugarak visszaverődések után átmennek, $gy\acute{u}pont$ nak vagy $g\acute{o}c$ znak (focus) nevezik; mert ha a tükröt a nappal szembetartjuk, a nap sugarai — a tengelylyel egyirányban esvén a tükörre, — visszaverődések után e g ponton mennek át, tehát mintegy összegyülekszenek; ha taplót, papirost stb. tartunk e pontba, a nap összegyűjtött sugarai meggyújtják. Innen az egész homorú tükröt is $gy\acute{u}tt\acute{u}k\acute{o}r$ nek szokták nevezni. Minthogy pedig e gyűjtás csak a napnak hősugaraitól, nem pedig fénysugaraiktól eredhet, azt ítéljük, hogy a hősugarak szintazon törvények szerint verődnek vissza mint a fénysugarak.

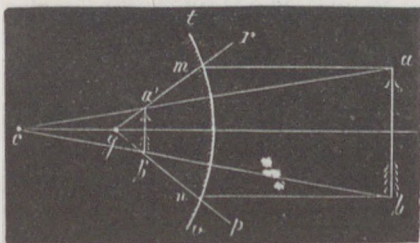
Az ily tükröket lámpák mögé is szokták helyezni, hogy fényüket bizonyos irányban visszaverjék; ha ugyan is a láng a tükör gyűpontjában van, a tükörre eső sugarai a tengelylyel egyirányban verődnek vissza.

Ha az imént leírtuk tükörnek nem belső, hanem

külső fele a csiszolt, a tükröző lap, akkor domború tükörnek nevezik: a vízcseppek, fényes gombok, fém-golyók szintén ily tükröket képeznek. Itt a tükör fala tehát a tengelytől el van mintegy fordítva, s azért a reá eső sugarak úgy verődnek vissza, hogy a tengelytől távoznak.

Az előbbi szabályokat ezeknél is alkalmazhatjuk: a *tv* tükörnek (57-dik ábra) tengelye *cg*-n megy át, gyújtópontja *g* (itt tehát a tükör mögé esik); *ab* a tárgy, mely sugarait a tükörre lövellvén, ebben tükröződik. *a*-nak fősugara *ac*, ebben lesz *a*-nak képe; a tengelylyel egyirányú sugár *am* pedig úgy verődik vissza *mr* irányban, mintha a gyújtópontból jöne, e szerint *a'* pontban látszik *a*-nak képe. Hasonló módon keressük meg *b* pontnak képét, s most látjuk, hogy a kép *a'b'* kicsinyített, s nem visszás. Itt tehát a képek a tükör mögött látszanak,

(57. ábra.)



mint rendes tükreinknél, csak hogy kicsinyítve mutatják a tárgyakat. Gyűjtani az ily tükörrel nem lehet, mert hiszen a visszavert sugarak nem valósággal, hanem csak látszólag egyesülnek a gyújtópontban.

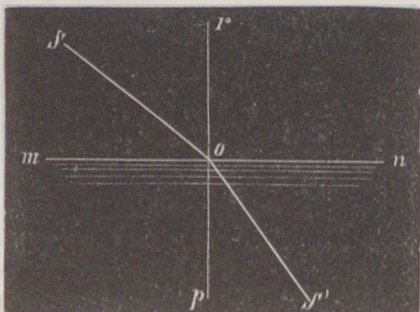
A ki a leírtuk tüneményeket igazolni akarná, igen egyszerűen teheti: vegyen elő egy fényes kanalat, ennek belső fele homorú tükör s itt megfordítva látja arcát, külső fele domború tükör s itt egyenest s mindig kisebbítve tükröződnek a tárgyak.

71. §. A fény törése.

Tudvalevő, hogy ha ujjunkat vízbe mártjuk, rövidebbnek látszik, hogy a vízbe rézsút mártott pálca megtörtnek mutatkozik. Annyi tehát bizonyos, hogy a sugarak, melyek ujjunktól vagy a pálczától indulva a vizen áthatnak, azután a levegőbe érve szemünkbe jutnak, nem ott mutatják a tárgyakat, a hol valósággal vannak, hogy tehát irányukat meg kellett változtatniok.

Csakugyan, valahányszor a sugarak egy közegből más közegbe, például vízből levegőbe jutnak, megváltoztatják irányukat, vagy mint röviden kifejezzük, megtörnek. A sugártörés szintén határozott törvények szerint esik meg; legyen például (58-dik ábra) mn a víz felülete, melyre a levegőben haladó so sugár esik, ez a vízben os' irányban fogja folytatni útját.

(58. ábra.)



Ha rp vonalat függélyesnek gondoljuk a víz színére, ezen úgynevezett esetfüggvény a beeső sugár képezi a beesés szögét ros -t, ugyancsak az esetfüggvény a megtört sugár os' pedig képezi a törés szögét pos' -t. A tapasztalás azt tanítja, hogy

Először: e két szög egyazon síkba esik (mint a visszaverődésnél is a beesés és visszaverődés szöge).

Másodszor: e két szög szabott arányban van egymáshoz, mely nem változik, bármi irányban essék is a sugár a felületre. De a törésnek ezen aránya a különböző közegek szerint más meg más: más tehát, ha a sugár levegőből vízbe megy, más, ha vízből üvegbe megy, s így tovább.

Ha a sugár függőlegesen esik a felületre, akkor nincs sem beesés- sem törés-szög, az ily sugár tehát töretlenül folytatja útját.

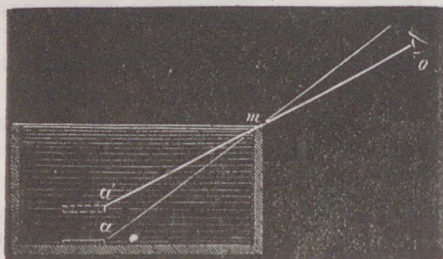
Fen választott példánkban a sugár az eset függély felé törik, így törik rendszerint, ha sűrűbb, tömöttebb közegbe jut; ellenben, ha s'ó-t úgy tekintjük, mint a vízből jövő sugárt, ez a levegőbe jutva *os* irányban, tehát el a függélytől törnek.

Ez utóbbi esetben megtörténhetik, hogy a megtört sugár *os* nem is jut ki a levegőre, hanem a vízben folytatja útját, mert nézzük csak: minél ferdebben éri az *s'ó* sugár a víz színét, azaz: minél kisebb szöget képez e sugár a víz színével *on*-nel, a megtört sugár *os* is annál lejjebb ereszkedik, azaz: annál kisebb szöget képez a víz színével *om*-mel, és így, ha az *s'ó* sugár nagyon ferdén találja érne a víz színét, a megtört sugár *os* a víz színe alá kerül. Ekkor tehát a vízből jövő sugár ki sem jut a levegőre, s úgy látszik, mintha a víz színétől visszaverődött volna a vízbe, azért is az ily sugárról azt szokták mondani, hogy teljesen visszaverődött. E teljes visszaverődésnek csak akkor lehet helye, ha a sugár a függélytől eltörik, így törik pedig nagyobbrészt a sugár, ha tömöttebb, sűrűbb közegből ritkább közegbe jut.

A sugártörést igen szembeszökteti következő egyszerű kísérlet is. Egy edény fenekére (59-dik ábra) tegyünk valami tárgyat, p. o. pénzdarabot, s helyezkedjünk szemünkkel (*o*-ban) úgy, hogy az edény széle a pénzt elfödje; ha már most színig megtöltjük az edényt vízzel: a pénz előttünk, fölemelkedni látszik; ugyanis a pénznek p. o. a pontjából jövő sugár *am* azelőtt egyenes

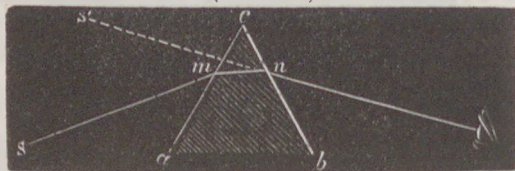
irányban haladva elmellőzte szemünket, most azonban, ha víz van az edényben, az am sugár a levegőbe lépve megtörik, szemünkbe jut, s ennek irányában például a' -ban látjuk a pénznek a pontját. Hasonló történik a tárgy többi pontjaival is: valamennyi magasabban fog látszani. Innen van, hogy a tiszta vizek fenekét is magasabbra emelve látjuk, s aztán a vizet kevésbé mélynek ítéljük.

(59. ábra.)



Az ablaküvegen beható sugarak is megtörnek ugyan, de itt az eltérés nem igen szembetűnő, miután az üveg vékony s a táblának elő meg hátsó lapja egyenirányú. De azonnal szembeszökő lesz az eltérés, ha az üvegnek két lapját úgy köszörülik, hogy élket képezzenek: ily háromélű úgynevezett üveghasábót mutat a 60-dik rajz: ezen az s -ből jövő sugár m -nél az üvegbe jutva megtörik, n -nél a levegőbe jutva újra meg-

(60. ábra.)



törik, még inkább eltér eredeti irányától, minthogy a bc üveglap nem egyirányú az ac üveglappal. Szemünk a sugárzó pontot ns' irányban fogja látni.

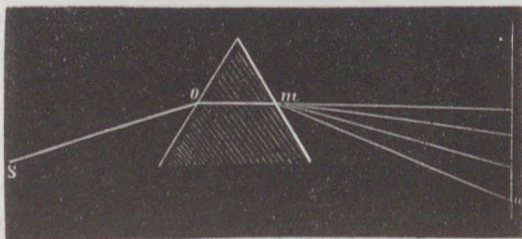
Jó lesz megjegyezni, hogy az ily üveghasáb, mint a rajzban látható, a sugarat a talpa ab felé téríti.

Megemlíthetjük még röviden azt is, hogy vannak jegőczők, melyek a rájuk eső sugarakat nem egyszerűen, hanem kettősen törik. A sugár a jegőczőn áthaladtában mintegy ketté hasad, még pedig egyik fele a fennebb leírt, rendes módon törik meg, ezt a rendes sugárnak nevezik, másik fele azonban más törvényhez tartja magát s ezt a rendkívüli sugárnak nevezik.

72. §. A színszóródás.

Ha köszörült lapú üvegen nézünk át, — minők a csillárokon szoktak függni, — a tárgyak széleit fényes színekben látjuk ragyogni; hasonlóképen, ha a nap sugarai vízcseppekre esnek, ezek színeket játszanak. E tüneményt, a színszóródást legjobban megfigyelhetjük, ha valami szobát elsötétítünk, úgy hogy a kis ablaknyíláson csak keskeny napsugárnyaláb lövelljen be. E sugárnyalábot aztán fölfogjuk az előbbi cikkben említett üveghasábbal. Ha már most a hasáb mögött (61-dik ábra) egy lap fehér papírost tartunk, ezen koránsem látunk fehér pettyet (n -ben, mely az ablaknyílás képe volna, ha a beeső sugár, illetőleg sugárnyaláb mn irányban megtörnék), hanem hosszúkas, színes csí-

(61. ábra.)



kot, melyben legfelül látszik a vörös, úgy a narancsszín, azután a sárga, zöld, kék s legalul a violaszín. E színek nincsenek élesen elkülö-

nözve, hanem egy a másba átfolynak. A fehér napsugár tehát törésközben egy úttal színekre is bomlik, melyek közül a veres legkevésbé, a viola pedig legerősebben törik vagy tér el a beeső sugár irányától.

A fehér napsugarat e szerint úgy képzelhetjük mint egy fonalat, mely különböző színű szálakból van összefonva, — e különböző színek együttléve képezik a fehéret; ámde az egyes színsugarak különböző törékenységek, a veres legkevésbé, a viola legerősebben törik, s így történik aztán, hogy a napsugár megtörvén, egyes, alkotó színei más-más irányban törnek meg, tehát különszakadnak. Mintha a fonal egyes szálaira bomlanék. Mihelyt e szálakat, azaz: e színeket egy másik hasábbal újra egybegyűjtjük, ismét előáll a tiszta fehér szín.

Az említett 6 szín közül, melyeket szírvány-színeknek is nevezünk, hármat mint alapszínt tekinthetünk: a vereset, a sárgát és a kékét. Ugyanis:

a veres keverve sárgával ad narancsszínt,
a sárga „ kékkel „ zöldet,
a kék „ veressel „ violaszínt.

A veres, sárga és kék színben tehát benne van a többi is, úgy hogy ha e három színt keverjük, úgy van, mintha valamennyit kevertük volna s fehéret kapunk. E szerint azután a veres meg zöld (mely sárga meg kék együtt) ad fehéret, a kék meg narancs (mely sárga meg veres együtt) ad fehéret, a sárga meg viola (mely kék meg veres együtt) ad fehéret s így tovább. E színeket, melyek párjával keverve fehérre egyesülnek, pótszíneknek nevezik, a veresnek tehát pótszíne a zöld s így tovább. Belátni, hogy ha viszont a fehérből kivehetném a vereset, visszamaradna a pótszíne, azaz zöld.

E keveréseket használatos festékeinkkel is megte-

hetjük, csakhogy ezek tisztaságra a napsugarakkal nem versenyezhetnek, s azért fehér helyett be kell érünk a mocskos szürkével. Megjegyzendő az is, hogy az egyes színek különböző arányban (vagy mondjuk mennyiségben) vannak meg a fehér színben.

Van még valami figyelemre méltó a színeképeben, melyet a hasáb segítségével kaptunk. Ha t. i. az egyes színeket a hőmérőre ejtjük, erről azt olvassuk le, hogy a megtört, színekre szóródott sugarak melegítik, de nem egyaránt: legnagyobb meleg mutatkozik a veres színben. Ebből kettőt tanulunk: először, hogy a hősugarak is megtörnek mint a fénysugarak; másodszor, hogy az egyes színsugarak nem egyenlő mértékben melegítnek. Sőt, úgy látszik, a napnak legmelegítőbb sugarai azok, melyeket szemünk már nem képes észrevenni: mert a hőmérő a színeknek veres szélén túl, — hol már sötét a papírlap, — mutatja a legnagyobb meleget.

73. §. *A tárgyak színei.*

Ha a szivárvány-színek különböző mértékben keverednek, előállnak a színek számtalan árnyalatai; valamennyi együtt adja a fehéret; a fekete volta képen nem szín, hanem a világosságnak hiánya; sötétben minden fekete. A mily színű sugarakat küld szemünkbe valamely tárgy, oly színűnek látjuk a tárgyat; a veres színű tárgy tehát, ha nem is merőben, de kivált veres sugarakat lövell; a mit zöldnek látok, attól kivált zöld sugarak jutnak szemembe s így tovább. A testeknek ezen különböző színe tehát két körülménytől függ: először, hogy mily színű sugarak esnek rájuk, azaz: hogy milyen a világítás; másodszor pedig, hogy mily színű sugarakat ver vissza leginkább e vagy ama test a maga különböző mivolta szerint.

A mi a világítás módját illeti, tapasztaljuk sok tárgynál, hogy gyertyafénynél más színű mint nappal; így például a mi nappal fehér világításnál kék, a gyertya sárgás fényénél zöldbe játszik, mert a kék meg sárga zölddé keveredik. Tiszta veres világításnál mindent veresnek látnánk, legveresebbeknek pedig azon tárgyakat, melyek már a fehér világításnál is veresek (vagyis azon testeket, melyeket vereseknek mondunk). Ha borszeszbe (spiritusba) sót keverünk azután meggyújtjuk, sárga világítást kapunk s ekkor minden tárgy sárgás színben mutatkozik, de a különben is sárga tárgyak legelevenebb színben tűnnek elő.

A másodikra nézve így okoskodunk: ezt meg ezt a tárgyat veresnek látom a napnak fehér világítása mellett, a fehérből tehát kivált a veres sugarakat veri vissza s küldi szemembe e tárgy, míg a többieket elnyeli; de ha a fehérből elveszszük a vereset, hátramarad pótszíne a zöld; a veresnek látszó tárgy tehát kivált a zöld sugarakat nyelibe. Így a kéknek pótszíne a narancs, a kékszínnű testek vagy felületek tehát kivált a narancsszín-sugarakat nyelik be, míg a kékkeket visszasugározzák.

Ez áll az átlátszatlan testekről. Átlátszó testeknél is előfordúl, hogy a pótszínnek közül az egyiket visszaverik, a másikat pedig áteresztik; így például a tenger vizének közönséges színe zöld, a víz tehát kivált a zöld sugarakat veri vissza s lövelli szemünkbe, míg a búvárok a tenger mélyében pirosnak látják a napot, a víz tehát a piros sugarakat ereszti át legnagyobb mennyiségben (azaz: a fehér napsugárnak zöld alkatrészei visszaverődnek, az áteresztett alkatrészeiben tehát a piros lesz az uralkodó szín). Más testeknél ellenben nem a pótszínnek mutatkoznak; az aranylemezke például a sárga sugarakat veri vissza s a zöldeket ereszti át, úgy hogy ily lemezken át nézve a tárgyak zöldeknek látszanak; sárga üveg a sárga sugarakat veri vissza s ugyan-

csak a sárgákat ereszti át is. A vissza nem vert s át nem eresztett sugarakról azt kell gondolnunk, hogy azok a test belsejében letartóztattak, benyelettek. A testeknek különböző mivoltától függ, hogy a különböző színű (azaz: a különböző törékenységű) sugarakat vagy letartóztatják, benyelik, vagy visszaverik, vagy áteresztik.

74. §. *Fénytiinemények a légkörben.*

1. A sugarak visszaverődése a légkörben; az ég színe; a szürkület, hajnalat és alkonyat.

Ha a levegő tökéletesen átlátszó volna, ha a nap sugarait feltartóztatás nélkül áteresztené, akkor egyedül a nap közvetlen sugarainak köszönhetnők a nappali világosságot; szobánk például elsötétülne, mihelyt be nem világítnának a napsugarak. De tudjuk, hogy nem így van: nemcsak ott van világosság, hová közvetlen esnek a nap sugarai, hanem maga a levegő is világít, azaz: a nap sugarait mindenfelé visszaveri, szétszórja. Legnagyobb mennyiségben pedig a kék sugarakat veri vissza a levegő; azért, ha sok levegőn át nézzük a tárgyakat, kékes színben tűnnek elő: így például a messze hegyek. Ez magyarázza meg az ég kék színét is: a levegőég nem egyéb, mint a messziről látszó s azért kéknek mutatkozó levegő.

A levegőben visszaverődő, szétszóródó napfénynek köszönhetjük azon világosságot is, melyet napkölte előtt reggeli szürkületnek, naplemente után esteli szürkületnek nevezünk. Tudjuk, hogy midőn már nekünk eltűnt a nap, a magas hegyek ormai még meg vannak világítva; a légkör még sokkal magasbra terjed, s a légnek ezen magas rétegeit világítja még a nap, midőn már nekünk leszállott: a légkörnek ezen megvilágítása képezi a szürkületet. A szürkület a föld különböző vidékein különböző ideig tart: általában annál rövidebb, minél közelebb esik valamely vidék az egyenlítőhöz.

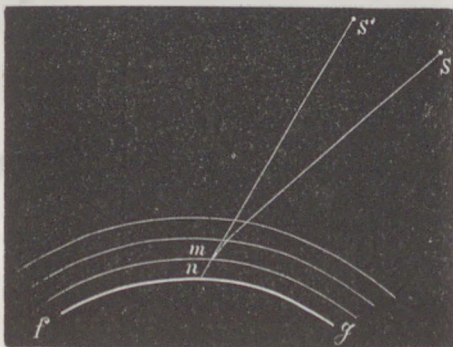
A pirosság, mely az eget hajnalkor s alkonyatkor el szokta árasztani, némelyek szerint onnan ered, hogy a levegő kivált a kék sugarakat ver-
vén vissza, ennek pótszíneit a sárgát és pirosat legnagyobb mértékben eresztí át: e színek pedig leg-
túlnyomóbbak lesznek reggel és este, midőn a nap mé-
lyen állván, sugarai leghosszabb úton járnak át a lég-
kört. Mások szerint azonban a sárgás-piros szín a leve-
gőben levő vízgőzöktől származik. Csakugyan, ha vala-
mely forró vizes fazékból, vagy a gőzhajó, gőzkocsi
kürtőjéből épen a levegőre jutott, épen sűrűdésnek indúlt
gőzön keresztül nézzük a napot, ez sárga-piros színben
tűnik elő. E sajátsággal a gőz csak sűrűdésének mint-
egy legelső fokán bír; mert, ha már köddé sűrűdött,
akkor színetlen, ha pedig még terjékeny állapotában
van, akkor nem csak színetlen, hanem a levegőt nagyon
átlátszóvá is teszi. Azért oly tisztán átlátszó a levegő
nagy eső után; azért várható esős idő, ha a levegő nagy
átlátszóságánál fogva messze hegyek meglátszanak: a
légkör rakodva van terjékeny vízgőzzel.

Déleesti órákban a föld s a levegő mind jobban s
jobban hűlvén, a párák sűrűdésnek indulnak, ha tehát
a nap leáldoztakor a sűrűdésnek még csak azon első
fokáig jutottak, hogy megpirítják a napot, ez
annak jele, hogy nem sok gőz van a levegőben: azért,
ha pirosan száll le a nap, az jó időt jelent. Ellenben
reggel megfordítva, az idő mind jobban s jobban me-
legedvén, a megsűrűdött gőzök a terjékeny állapotba
kezdenek visszatérni; ha már korán reggel, e terjékeny
állapothoz közel a sűrűdésnek amaz első fokát éri,
hogy megpirítják a felkelő napot, akkor ez
annak jele, hogy a légkörben sok a vízgőz. Azért a na-
gyon piros hajnalt esős idők hírnökének tartjuk. Ha a
levegő nem igen nedves, a gőzök a sűrűdés amaz első
fokát csak később éri, midőn már jó magasra emelke-
dett a nap, ekkor pedig már sugarai rövidebb úton szel-
vén a légkört, meg nem pirúlnak. Azért számolunk jó
időre, ha nem kél fel pirosan a nap.

2. A sugártörés a légkörben.

A mint a fénysugár ritkább közegből sűrűbb közegbe hat, megváltoztatja irányát, megtörik; már pedig a légkör rétegeiben annal sűrűbb a levegő, minél közelebb vannak e rétegek a földhöz. Képzeljük, hogy a 62-dik ábrában rajzolt körök ily egyes légrétegeket jelentenek, *fg* pedig a föld színét: az *s* csillagból jövő sugár mind sűrűbb meg sűrűbb légrétegekbe érkezik, tehát folyton-folyvást változtatja irányát, úgy hogy a földre *mn* irányban érkezik: mi tehát a csillagot *nm* irányában, például *s'*-ben fogjuk látni. A sugártörés következtében

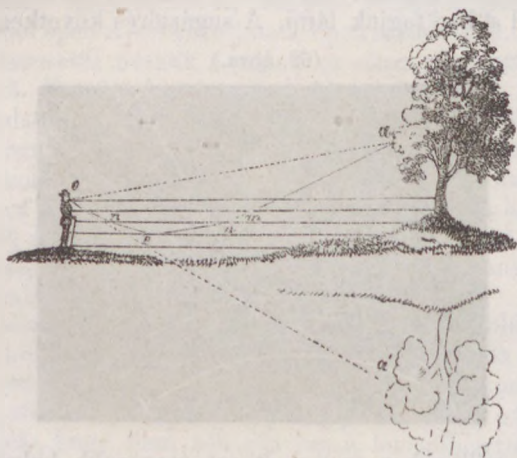
(62. ábra.)



tehát a csillagokat az égboltozat magasabb helyén látjuk, mint valósággal vannak; ez okból a napot is már mintegy két perczetel hamarább látjuk mintsem valósággal fölkel, s ugyanannyival tovább látjuk még leszállta után.

De a földön is nem csekély csalódásoknak okozója a sugártörés. Ismeretes tűnemény például alföldünkön a délibáb. Ezt is a sugártörésből magyarázhatjuk. A levegő t. i. mint tudjuk, nem felülről, hanem alúlról a földszínétől melegszik; ha már most nagy térségeken igen megmelegszik a föld s a rajta nyugvó levegő, az idő pedig csendes, akkor megесik, hogy a melegebb

légrétegek, bár könnyebbek, alant maradnak. Ezen a föld színe felé mind melegebb s melegebb rétegeket jelölnek az egyenes vonalak a 63-dik ábrában. Képzeljünk most valami házat, kazlat, gémes kútat vagy bármi magasabb tárgyat: ez mindenfelé lövelli sugarait; lesznek olyanok, melyek egyenest, nem a fölmelegedett rétegen át jutnak szemünkbe (mint ao sugár): ezen sugarak közbenjárásával látjuk a tárgyat, vagy legalább felső (63. ábra.)



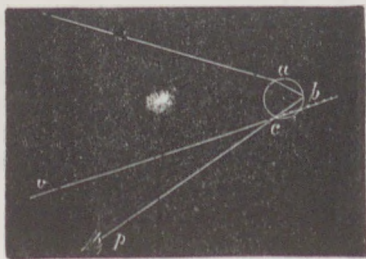
részt, úgy a mint van. Ámde más, lefelé lövellt sugarak a föld színéhez közelebb járván, mindig melegebb s melegebb, tehát mindig ritkább meg ritkább légrétegekbe jutnak, ezért útközben folyton-folyvást megtörnek, még pedig a függélytől el, míg végre oly ferdén érik a p melletti légréteget, hogy itt már teljesen visszaverődnek; most fölfelé irányulván, mindig hűvösebb meg hűvösebb, tehát sűrűbb meg sűrűbb légrétegekbe jutnak, azért útközben a függélyhez törnek. Ha ily sugár szemünkbe jut, on irányban, például a' -ban fogjuk látni a tárgynak a pontját, az

egész tárgyat pedig megfordítva, mintha vízben tükröződnék. A földi tárgyaknak s a kék égnek ezen tükröződése a légben szüli a csalódást, mintha víz borítaná a síkot; s ezt még fokozza a folytonos rezgés, melyet a föld színe felett a fölhevült levegő támaszt (ily rezgés fölhevült vastáblák stb. felett is vehető észre). Az ily légtükrözések más melegebb vidékek síkságain is gyakoriak; kivált nevezetese az Egyiptomban mutatkozik.

3. A szivárvány.

A szivárvány mintegy képe a példaszónak: „borúra derü” — mert napsugár meg eső támasztja. Ki ne ismerné a ragyogó ívet, kívülről veres, belső felén pedig violaszín szegélylyel, míg e kettő között a színek ugyanazon rendben sorakoznak, mint azon színekép-nél, melyet az üveghasábnan megtört napsugár támasztott? Csakugyan a szivárvány sem egyéb, mint az esőcseppekben megtört napsugaraknak szülöttje. Nézzük, mi történik egy ily esőcseppben (64-dik ábra), ha egy napsugár például a -ban éri: a sugár megtörik s halad b -ig, itt rész-

(64. ábra.)



ben kimegy ismét a levegőre, részben pedig a csepp hátsó falán visszaverődve eljut c -ig, hol ismét megtörve a levegőbe ér. Ámde törés közben a fehér sugár színekre bomlott: még pedig a veres cp legkevésbé tört meg, s ez például szemünkbe jut, úgy hogy pc irányban vereset látunk; legerősebben törik a violaszínsugár

cv, ez oknál fogva szemünk fölött halad el. De hiszen a többi esőcseppben hasonló történik a sugarakkal, lesz tehát egy alább eső csepp, mely a narancsszín-sugarat, egy még alább eső csepp, mely a sárgát stb. küldi szemünkbe, úgy hogy a veres alatt narancsszint, azután sárgát, s így tovább, legalúl pedig violaszint fogunk látni. Szemünkbe azonban csak oly cseppekből juthatnak sugarak, melyek egyenlő állást foglalnak egyrészt szemünk irányában, másrészt pedig a nap irányában, úgy hogy a szivárványt játszó cseppek körben fekszenek egy pont körül, mely szemünkkel s a nap közepével egy egyenes vonalba esik: a szivárvány középpontján, szemünkön s a nap középpontján át képzelt ezen egyenes vonal mintegy tengelye a szivárványnak. Ha e tengelynek egyik vége emelkedik, szemünk helyben maradván, másik végének le kell szállni; azért, minél mélyebben van a nap, annál nagyobb a szivárvány íve; minél magasabban van a nap, annál mélyebbre száll a szivárvány középpontja, tehát annál kisebb a szivárvány íve; ha pedig a nap bizonyos magasságon túl emelkedik, akkor épen nem láthatunk szivárványt.

Ebből az is kiderül, hogy minden ember a maga szivárványát látja.

Néha egy második szivárvány is feltűnik: az elsőnél nagyobb, homályosabb és színeivel megfordított rendben. Ezt oly sugarak képezik, melyek az esőcseppek hátsó falán nem egyszer, hanem kétszer verődtek vissza.

II. F E J E Z E T.

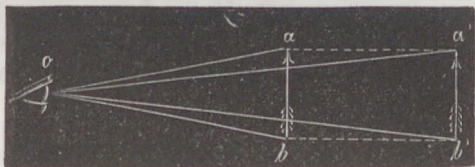
A látszerekről.

75. §. *A látszerekről általában.*

Látszereknek nevezzük az eszközöket, szerszámokat, melyekkel szemünket a tárgyak látásában támogatjuk.

Ismeretes dolog, hogy ugyanazon tárgy kisebbnek vagy nagyobbnek látszik, a szerint a mint távolabb vagy közelebb van. Az o -ban levő szem (65-dik ábra) az ab tárgyat $ao\bar{b}$ szög alatt látja, de ha ugyan-e tárgy messzebb $a'b'$ -be kerül, már csak $a'ob'$ tehát az előbbinél kisebb szög alatt látja. Minél messzebb esik tehát a tárgy, annál kisebb ezen úgynevezett látszög, azaz, annál kisebbnek látszik a

(65. ábra.)



tárgy. Ha valamely tárgy látszöge igen kicsiny, akkor e tárgyat nem bírjuk meglátni; azért parányi tárgyakat minél közelebb hozunk szemünkhöz, hogy csak nagyobb látszög alatt láthassuk; messze eső bár nagy tárgyakat pedig meg nem különböztethetünk, ismét, mert a látszög igen kicsiny. A látszerek segélyével a látszöget növelhetjük; ez az egyik főpont, melyben szolgálatunkra vannak.

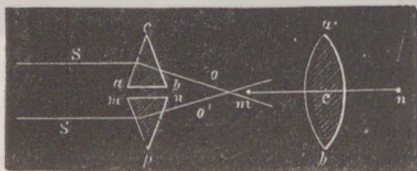
De van még egy másik körülmény is, melyet figyelembe kell vennünk: a látszög t. i. lehet elég nagy, mégsem látjuk a tárgyat tisztán, mihelyt igen közel vagy távul esik szemünkhöz; ha például ujjunkat vagy bármi más tárgyat közel tartunk szemünkhöz, elmosódik a képe, nem látjuk tisztán. Közönséges ép szem 8—10 hüvelyknyi távolságban legtisztábban látja a tárgyakat, azért e távolságot a tiszta látás távolának vagy röviden tiszta láttávnak nevezik. De bizonyos, hogy szemünk képes úgy alkalmazkodni, hogy a tiszta láttávon túl vagy innen eső tárgyakat is bizonyos határig elegendő tisztán látjuk. A látszerek másik főszolgálat az, hogy közbenjárásukkal a tár-

gyakat úgy látjuk, mintha a tiszta láttá-
volban lennének.

A látszerekhez leginkább üveglencsét
használnak, azaz kerek üvegeket, domborúra vagy
homorúra köszörült oldallapokkal, melynek például
az ismeretes gyűjtőüveg, vagy a pápaszemek üvegei stb.

Az üveghasáb abc (66-dik ábra), mint tudjuk, a
beeső sugarat s -t a talpa ab felé törí, úgy hogy a sugár
azután o irányban folytatja útját; gondoljunk most ez
alá egy másik hasábot mnp -t, de talpával fölfelé, ha már
erre az előbbi sugárral egyenlő irányban esik s sugár,
ez is a hasáb talpa mn felé törvén, o' irányban folytatja
útját. Látnivaló, hogy a két sugár, mely elébb egy-

(66. ábra.)

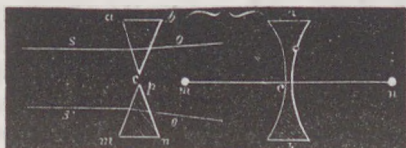


irányban haladt, a törés után közeledik egymáshoz,
összefut; e két hasáb tehát összébbr gyűjtőné
a sugarakat. A domború lencsét ab -t úgy kép-
zelhetjük, mint talpukkal összeillesztett ily két hasábot,
csak hogy oldalaik domborúra vannak köszörülve. Elen-
cse tehát szintén gyűjti a sugarakat s azért gyűjtő
lencse is a neve. mn a lencse tengelye: ezen von-
nal a lencse középpontján c -n megy át s a lencse két
domború oldalára függőleges.

Ha az előbbi két hasábot csúcsával fordítjuk egy-
más felé, akkor ellenkezőleg (67-dik ábra) a két sugár
 s meg s' a törés után (a hasábok talpa felé) szétfut o
meg o' irányban. Ily állású két hasábból összeillesztve
gondolhatjuk a homorú lencsét ab -t, mely tehát a
reáeső sugarakat elszórja s azért szóró lencsének
is hivatik. A tengely itt is mn vonal, mely a

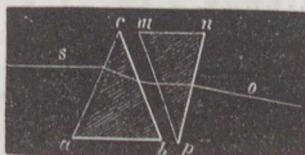
lencse középpontján c -n megy át s a lencse homorú oldalaira függélyes.

(67. ábra.)



Nagy baj azonban, hogy a sugár, midőn a lencsében megtörik, egyúttal színekre is bomlik, mert így a lencsén át csak zavarosan, színekben elmosódva láthatnók a tárgyakat. Szerencsére nem minden üvegfaj szórja egyaránt a színeket; így ha az abc hasáb mellé (68. ábra), mely a beeső s sugarat a talpa felé törí és színekre bontja, megfordítva egy másik hasábot mnp -t helyezünk, olyféle üvegből, hogy keskenyebb létére csak úgy szórja szét a színeket, mint az első hasáb:

(68. ábra.)

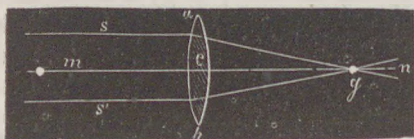


akkor az első hasáb által szétszórt színek a másik, fordított hasábban ugyanoly mértékben visszafelé szóródnak, azaz: az abc hasábra eső fehér sugár ismét fehérén kerül ki az mnp hasábból. Lehet tehát lencséket kétféle üvegből készíteni, vagy a látszereknél a lencséket oly módon elhelyezni, hogy a megtört sugár szintelen maradjon. Az ily lencséket ennél fogva szintelenítő lencséknek nevezik, s ha ezután lencséről lesz szó, ilyeneket kell gondolnunk.

76. §. A gyűjtő lencse.

Ha a domború vagyis gyűjtő lencsére a tengelylyel egyirányú sugarak (elég lesz kettőt kísérnünk) s , s' esnek (69. ábra), akkor úgy törnek, hogy a lencse mögött a tengely egyik pontjában g -ben gyűlnek össze, melyet gyúpontnak neveznek; gyúpontnak azért, mert ha a beeső sugarak a nap sugarai, ezek g -ben összegyűjtetvén, oly meleget gerjesztenek, hogy ott

(69. ábra.)



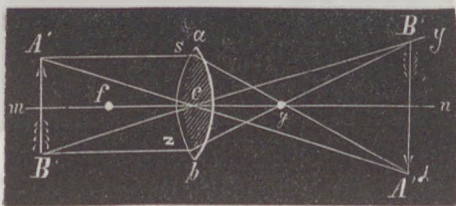
papiros, tapló stb. meggyúlad (természetesen a lencsének mindkét oldalán van gyúpontja; a cg távolságot gyújtávnak nevezik). Innen az ily lencsét gyűjtő vagy égető üvegnek is nevezik, s itt új bizonyosságára akadunk, hogy a hősugarak csak úgy törnek meg, mint a fénysugarak.

Oly sugarat, mely a lencse középpontján c -n megy át, fősugárnak mondunk; mert, ha nem igen tér el a tengely irányától, úgy tekinthetjük, mintha a tengely módjára függélyesen esnék a lencsére, ekkor pedig töretlenül folytatja útját. Ha tehát valamely pontnak képét keresem, annyit tudok, hogy ez a fősugárba esik. (Látni, hogy mindez nagyon emlékeztet azon dolgokra, melyeket már a homorú vagy gyűtőkörrel hallottunk).

Keressük most AB tárgynak képét, mely a lencse gyúpontján f -n kívül esik (70-dik ábra). Az A -ból jövő fősugár c -n megy át x felé, ez irányban valahol lesz A -nak képe; húzzunk A -ból még egy sugarat, hadd lássuk, hol találkozik ez a törés után a fősugárral. Legegyszerűbb, ha a tengelylyel egyirányú sugarat választ-

juk, mert erről tudjuk, hogy törése után a gyúpontra megy át; e sugár útja tehát: As , azután sg irányában tovább, míg nem a fősugarat A' -ban szegi: az A -ból jövő sugarak tehát törések után A' -ban gyülekeznek össze, ez lesz tehát az A pont képe. Hasonlóan a tárgynak B pontjából jövő fősugár y felé halad, ezt pedig a tengelylyel egyirányú Bz sugár, mely megtörve a gyúpontra megy át, B' -ben metszi, — itt lesz tehát a B -nek

(70. ábra.)

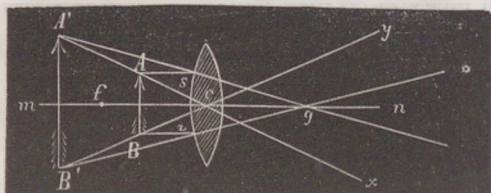


képe. A tárgynak képe e szerint $A'B'$. Ez, a mint látjuk, visszás. Megjegyezhetjük, hogy minél távolabb esik a tárgy AB az f gyúpontról, annál közelebb esik képe $A'B'$ a másik oldalon g gyúponthoz; a mint a tárgy közeledik, képe a lencse másik oldalán távolodik. E képet, mely szintén légkép, milyent a homorú tükröknél is kaptunk, papíron vagy vásznon stb. föl lehet fogni.

Ha az AB tárgyat az f gyúpontra belül hozzuk, akkor nincs légképe; a sugarak ugyanis a törés után nem szegik egymást s a lencse mögött képet nem alkothatnak. Ez esetben (71-dik ábra) is az A pontból jövő fősugár Ax , a tengelylyel egyirányú sugár pedig As , mely megtörve a g gyúpontra megy át; ha e két sugár szemünkbe jutna, irányukban azaz: xA és gs irányokban látnók az A pont képét, ezen irányok A' -ban találkoznak, e helyen látjuk tehát a tárgynak A pontját. Alkalmazzuk ugyanezt a B pontból jövő fősugárra By -ra, s a tengelylyel egyirányú Bz sugárra, s találjuk, hogy a B pontot B' -ben fogjuk látni. Ha tehát a gyűjtő

lencsén át egy tárgyat nézünk, mely a lencse gyújtóján innen van, e tárgyat igazi azaz: nem visszás állásban, egyúttal pedig úgy fogjuk látni, mintha távolabb volna a lencse mögött. Ez egyszersmind oka, hogy így nézve a tárgy nagyobb nak látszik.

(71. ábra.)



Rajzunkból ki lehet nézni, hogy $A'B'$ annyszor nagyobb AB -nél, a hányszor ugyancsak $A'B'$ távolabb esik a lencsétől, mint AB ; ha tehát a tárgy 2-szer, 3-szor, 4-szer stb. távolabb látszik a lencse mögött, mint a hogy az valósággal van, akkor e tárgyat ugyancsak 2-szer, 3-szor, 4-szer stb. nagyobb nak is fogjuk látni.

Vannak emberek, kivált nagy számmal a korosabbak között, kik messzelátók, azaz csak azt látják tisztán, mi a tiszta láttávnál (8—10 hüvelyknél) messzebbre esik. Az ilyen embernek messze kell tartani a könyvet, ha olvasni akar; nem-e jó hasznát vehetné a gyűjtő lencsének? hiszen, ha ezt szemé elé tartja s azon keresztül nézi a könyvet, ezt úgy fogja látni, mintha messzebbre volna a lencse mögött, tehát tisztábban fogja látni. Csakugyan a messzelátóknak jó szolgálatot tesz a gyűjtő lencséből készült pápaszem vagy szemüveg, mert segítségével a közepes tárgyakat is messzebb esőknek, tehát tisztábban látják.

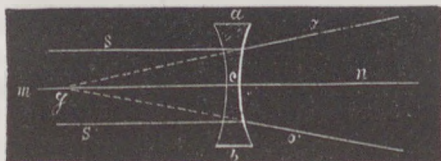
A pápaszemekről általában megjegyezhetjük, hogy azok koránsem erősítik a szemet, s a ki nélkülok ellehet, jól teszi ha nem használja; a ki azonban, messzelátósá-

gánál fogva például, rászorúl, válaszsza vagy ahhoz értő ember által választassa meg jól a szemének való üveget, mert a jó szemüveg legalább nem rontja a szemét, míg a rosszúl készített vagy szeméhez rosszúl választott üveggel szemét tetemesen elgyengíti.

77. §. A szóró lencse.

Ha a homorú vagyis szóró lencsére a tengelylyel egyirányú sugarak s , s' esnek (72-dik ábra), akkor a törés következtében nem hogy összebb futnának, de sőt szétmennek, úgy hogy a törés után ezen o meg o' irányokban haladó sugarak nem találkozhatnak; itt tehát gyúpontról mint a gyűjtő lencsénél, szó nem lehet. Azonban gondoljuk, hogy a két sugár szemünkbe jut, bizonyára úgy látszanék, mintha azok g pontból lövellnének o meg o' irányban, s ezen pontot, melyből a ten-

(72. ábra)

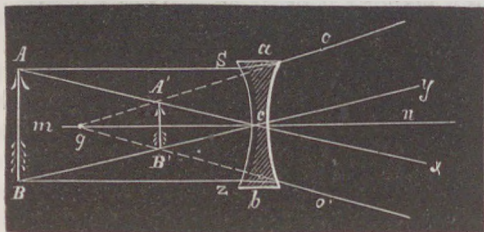


gelylyel egyirányú sugarak a törés után jöni látszanak, nevezzük ugyancsak a lencse gyúpontjának; de ezen gyúpont csak képzelt, — igazában ott nem gyülekszenek a sugarak, tehát nem is gyűjthetnek. (Valamint a domború lencse a homorú tükörre emlékeztet, úgy viszont a homorú lencse emlékeztet a domború tükörre; általában mondhatni, hogy amazok a tengely felé, az utóbbiak pedig a tengelytől el-térítik a sugarakat).

A fősugár alatt itt is azt értjük, mit a gyűjtő lencsénél, s így megkísérthetjük képét keresni valamely tárgynak AB -nek. A tárgynak A pontjából jövő fősugár (73-dik ábra) x irányában halad; ugyancsak az A pont-

ból a tengelylyel egyirányban jövő sugár As úgy törik o felé, mintha a gyúpontból g -ből jöne; e két sugár tehát szétfut és igazában nem találkozhatnak; az irányok azonban, a honnan jöni látszanak, A' pontban találkoznak, úgy hogy szemünkbe oly benyomással van, mintha A' volna a sugarakat lövellő pont, mi más szóval annyit jelent, hogy A pontnak képét A' -ban fogjuk látni. Ugyanezt kell mondanunk B pontról is. A tengely-

(13. ábra.)



lyel egyirányban eső sugár Bz úgy törik o' irányban, mintha a gyúpontból g -ből jöne s az y felé haladó fősugárral By -nal B' pontban találkoznék. B pontnak képe tehát B' -ben, s az egész tárgynak képe $A'B'$ -ben látszik. A kép egyenes állásban látszik, mint a tárgy, de kisebbítve és közelebb.

Minthogy a rövidlátóknak az a bajuk, hogy csak azt látják tisztán, a mi jó közel esik szemükhöz, például tehát a könyvet egészen arcukhoz kell tartaniok, hogy olvashassanak: kitetszik, hogy a szemüvegnek, mely efféle szóró lencséből van készítve, jó hasznát vehetik. Ezen üvegen át t. i. a távolabb eső tárgyat úgy, mintha az szemük közelében volna, tehát tisztábban látják.

78. §. A nagyító vagy górcső.

Parányi tárgyakat igen közelről kell néznünk, hogy észrevehessük (nagyobb látszög alatt lá hassuk) csak hogy ez a tiszta látás rovására történik, mert igen

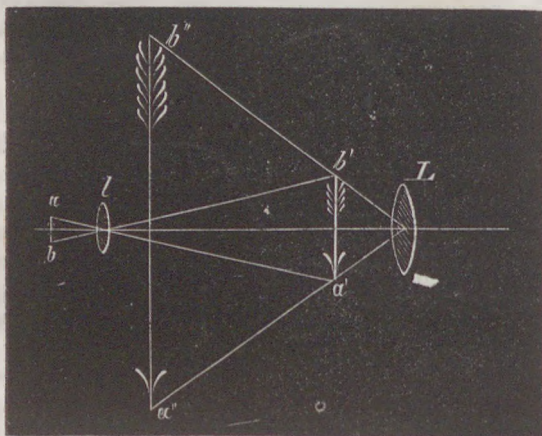
közelről nézve a tárgyat csak homályosan látjuk. E bajon már egyszerű gyűjtő lencse is segíthet, mert hiszen, ha az apró tárgyat közel is tartom szemem elé, de ily gyűjtő lencsén át nézem, a tárgyat úgy fogom látni, mintha távolabb esnék szememtől, tehát tisztábban. A gyűjtő lencse e szerint egyúttal nagyító üvegül is szolgál.

Említettük a gyűjtő lencsénél, hogy a tárgyat ezen keresztül annyiszor nagyobbak látjuk, a hányszor távolabban látjuk, mint az valósággal van. Már pedig a nagyító üveget úgy szoktuk kézbe fogni, hogy a tárgy közel a lencse gyújtójához essék, a lencsén keresztül pedig a tiszta láttávban látszassék. A tárgy valóságos távolát tehát megközelítőleg oly nagynak vehetjük, mint a lencse gyútvja, s e szerint azt mondhatjuk: e lencse annyiszor nagyít, a hányszor a tiszta láttáv nagyobb a lencse gyútvjánál, mi csak annyit jelent, hogy a tárgy annyiszor nagyobbak látszik, a hányszor távolabbnak látjuk a lencsétől mint az valósággal van. Vegyük p. o. a tiszta láttávot 8 hüvelykre, s egy gyűjtőlencse gyútvját $\frac{1}{2}$ hüvelykre, akkor e lencse nagyít 16-szor s rajta keresztül egy hajszálacskát például 16-szor hosszabbnak, s egyúttal 16-szor szélesebbnek fogok látni. Valamely lencse e szerint annál erősebben nagyít, minél kisebb a gyútvja.

Erősebb még a nagyítás, ha két gyűjtő lencsét használunk, még pedig következő berendezéssel (74-dik ábra): a kisebb lencse L az úgynevezett tárgyüveg, ez van t. i. az apró tárgy ab felé fordúlva, melyet tisztán és nagyítva kívánunk látni. Ha a tárgy e lencse gyújtóján túl esik, a másik oldalon megfordított légképét kapjuk például $a'b'$ -ben (egyszerűség kedvéért csak a fősugarak útját aa' -t s bb' -t jelöltük meg). A nagyobb gyűjtő lencsét L' -t most oly távolságba helyeztük ezen $a'b'$ légképtől, hogy ez gyújtóján innen essék: ekkor, mint tudjuk, az L' -n keresztül nézve az $a'b'$ -t úgy fogjuk

látni, mintha távolabb esnék szemünktől, például $a''b''$ -ben. Ezen L gyűjtő lencsét, melyet szemüvegnek nevezünk, mert ezen keresztül nézünk, közelebb vagy távolabb helyezhetjük az $a'b'$ légképhez mindaddig, míg azt a tiszta láttávban $a''b''$ -ben pillantjuk meg, azaz: kiki a maga szeme szerint igazítja, mígnem a tárgyat tisztán látja. Az ab apró tárgynak tehát $a''b''$ képét látjuk e két lencse segítségével: e kép vissza s,

(74. ábra.)



nagyított és a tiszta láttávban van. A tárgyüveg l ugyanis növeli a látszöget, mert hiszen az $a'b'$ légképet nagyobb szög alatt látná szemünk (melyet a szemüveg L helyére képzelhetünk) mint az ab tárgyat; a szemüveg L pedig e nagyított képet a tiszta láttávba $a''b''$ -be juttatja.

E két lencsét rézsőbe illesztik, úgy hogy a cső tengelye, valamint a két lencse tengelye is egybevágjon; a cső belseje be van feketítve, nehogy a fényes rézfalakról visszaverődő sugarak a kép tisztaságát zavarják;

a két üveg közt pedig fekete, csak kis nyílású karika (diaphragma) zárja el azon sugarak útját, melyek a lencse szélire esnének, mert ezek is zavarnák, nemhogy világosítanak a képet. A szemüvegnek külön tokja van a végre, hogy fel s alá lehessen csavarni. A vizsgálandó apró tárgyat kis asztalka hordja a tárgyüveg előtt, s hogy világosabb legyen, tükör vagy lencse segélyével erősebben megvilágítják.

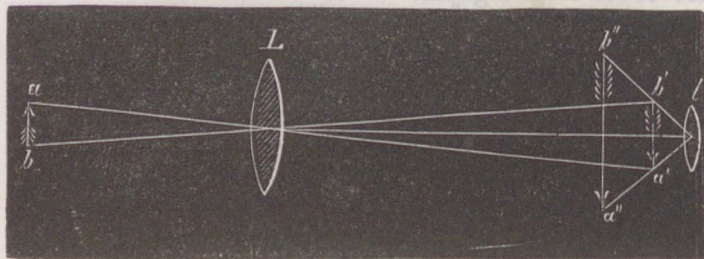
Az imént leírtuk készüléket nevezik nagyító vagy görcsőnek; vannak görcsövek, melyek ezerszeres (sőt ezen mértéket is meghaladó) nagyítással tüntetik fel a tárgyakat. A természet képzelhetlenül gazdag parányi képződményekben, melyekről pusztá szemünkkel mitsem tudhatunk. A görcső nyitotta meg az utat, hogy megismerkedhessünk például az állatok s növények parányi testrészeivel, edénykéivel, vagy azon parányi állatkákkal, melyeknek különböző nemei tömértelen mennyiségben hemzsegnék ott is, a hol a pusztá szemnek arról semmi tudomása. A görcsővel úgyszólván életet s mozgást fedezünk fel földi lakhelyünk minden zugában.

79. §. A távcső.

Míg a görcső arra szolgál, hogy a parányiságuknál fogva kis látszóggal bíró tárgyakat nagyítsa s tisztán láttassa: a távcső feladata a távolságuknál fogva kis látszóggal bíró tárgyak látszógét növelni, s képöket a tiszta láttávolban feltüntetni. Ez is két gyűjtő lencsével eszközölhető: a tárgyüveg L (75-dik ábra), mely a tárgy felé van fordítva, a távcsőnél sokkal nagyobb mint a görcsőnél, mert itt a szembe vett tárgyat nem áll hatalmunkban megvilágítani, arra kell hát igyekezni, hogy a tárgyüveg minél több sugarat foghasson fel, hogy a kép annál világosabbá váljék. E lencse az ab tárgynak, melyet egyébiránt távolsőnek kell gondolnunk, $a'b'$ -ben veti megfordított légképét, — e

képnek látszöge már nagyobb mint a tárgyé, most még csak az kell, hogy a tiszta láttávolban tűnjék fel. Erre a szemüveg szolgál, melyhez szemünket illesztjük, s melyet addig tologatunk előre-hátra, míg nem az $a'b'$ légkép $a''b''$ -ben a tiszta láttávolban tűnik fel; a szemüveget tehát mindenki a maga szeme szerint állítja kö-

(75. ábra)



zelebb vagy távolabb a légképhez $a'b'$ -hez, de természetesen ennek mindig a szemüveg gyújtóján innen kell maradni. A tárgynak itt is visszás képét kapjuk.

Ezen üvegek, úgy mint a görcsőnél, csőbe vannak illesztve, úgy hogy tengelyeik a cső tengelyével összeessenek, a cső itt is be van feketítve belülről, s kerek, kis nyílású ernyőkkel ellátva, melyek csak a tengely közelébe eső sugarakat eresztik tovább; — mire való mindez, a görcsőnél már említve volt. A szemüvegnek külön tokja van, hogy ide s tova lehessen jártatni.

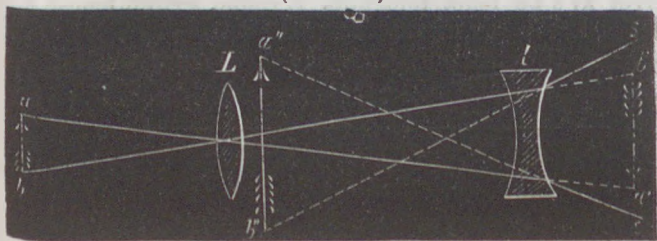
Az imént leírtuk távcső csillagász, az égi testek vizsgálására való; azért is semmit sem tesz, hogy a tárgyakat visszásan mutatja. Vannak azonban másként berendezett csillagászati távcsövek is. A nagy csöveket teleszkópoknak, tubusoknak is szokás nevezni.

Ha a távcső földi tárgyak szemlélésére van szánva, akkor azonkívül, hogy egészben kisebb a csillagászati távcsőnél, még arról is kell gondoskodni, hogy a tárgyakat ne visszásan, hanem egyenest mutassa. Ez elér-

hető oly módon, hogy a szemüveg s tárgyüveg közé (a 75-dik ábrában) még egy gyűjtőlencsét helyeznek, ez aztán újra megfordítja a képet, úgy hogy ugyanazon állásba kerül vissza, mint maga a tárgy. Ezen földi távcsöveket perspectiváknak is szokás nevezni.

Kisebb távolságokra, például színházakban, igen gyakori használatú a hollandiai vagy Galilaei-féle távcső, mely erős nagyításokra ugyan nem alkalmas, de rövidségénél fogva kényelmes, és a képet szintén eredeti helyzetében adja. A távol eső ab tárgy sugarai ugyanis a tárgyüvegen L -n (76. ábra) megtörvén, $a'b'$ megfordított képet adnának, ha útközben még a szemüvegül szolgáló l homorú lencse által fel nem fogatnának, mely azokat szétszórja; szükség azonban, hogy $a'b'$ kissé távolabb essék, mint ezen l szóró lencsének gyúl-

(76. ábra.)



pontja. Rajzunkban csak a fősugarak vannak jelölve: ezek a szemüveg által s , s irányban térítettnek el, úgy hogy a szemüveg mögött levő szemünkbe oly irányban jutnak, mintha a tárgy $a''b''$ -ben volna; ezen $a''b''$ kép nagyított, s oly állású mint maga a tárgy; a szemüveget előbbre s hátrább igazíthatjuk, míg $a''b''$ kép a tiszta láttávban tűnik elő.

A távcsövek mintegy harmadfél száz év óta vannak használatban: s míg a göröső a földnek titkait tárja elénk, a távcsőről mondhatni, hogy a világ mérhetlen messziségébe tör útát, s az egeknek rejtelseit

tárja föl. Amaz a természet parányiságainak, az utóbbi a természet óriásainak csodáit tünteti elénk.

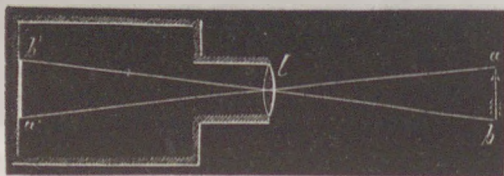
A távcsövek feltalálásának első idejében Newton (angol), Galilaei (olasz), Kepler (német), mindenik a maga módja szerint szerkesztettek távcsöveket, melyek aztán neveik után lőnek elnevezve.

Legnagyobb hírre tett szert Herschel Vilmos ropant távcsöve Angolországban (1780 körül): a cső közel 40 lábnyi hosszú, 5 lábnyi tágas volt; nagyíthatott pedig 6000-szer, sőt azon túl.

80. §. A sötét kamra és fényrájzolás.

A sötét kamra igen egyszerű készülék, s arra szolgál, hogy a tárgyak képét valami üvegtáblán vagy papiroson tisztán felfoghassuk. A 77-dik ábra úgy állítja elénk a sötét kamrát, mintha közepén át volna hasítva: látjuk, hogy nem egyéb, mint szekrényke, elöl csővel, melyet ki s be lehet tologatni. E csőbe gyűjtő lencse l van illesztve, mely az ab tárgynak visszás képét ($a'b'$ -t) a kamra hátsó falára veti. A csövet a lencsével addig

(77. ábra.)



húzzuk küljebb vagy toljuk beljebb, míg a tárgynak tiszta képe látszik a bágyadtra köszörült hátsó üvegfalon. A kamrának falai belől feketék a már többször említett okból, — ezért is nevezik sötét kamrának (camera obscura).

Vajjon nem lehetne-e a sötét kamarában felfogott képet mara d a n d ó v á változtatni, úgy hogy a tárgy mintegy maga csinálná meg képét, lefestődne? Sokat foglalkoztak e kérdéssel, mígnem megfojtése egy

francziának D a g u e r r e n e k, 1838-ban sikerült; neve után a képek készítésének eme módját D a g u e r r e o t y p i á n a k nevezték. Ezt pedig lehetségessé tette a fénynek különös hatása némely anyagokra, milyen többek közt a jód vagy iblany, oly anyag, mely kivált ásványos vizekben s tengeri növények hamvában fordul elő. Ha például a jód ezüsttel van vegyítkezve s fénysugarak érik, odahagyja az ezüstöt, kiválik. Gondoljunk már most a sötét kamrában az üvegfal helyére rézlemezt, melynek felszíne jód-ezüsttel van bevonva, a tárgy pedig, melynek képét kívánjuk, legyen például valakinek arcza. Ezen arcznak képét a gyűjtőlencse a jód-ezüstös lemezre veti; ámde a fénysugarak behatással vannak a jódra: a lemez azon helyein, hova az arcz világos részeinek képe vetődik, a jód kiválik s megmarad az ezüst, azon helyein ellenben, melyek az arcz árnyékos, tehát kevés fénysugárt lövellő részeinek megfelelőek, megmarad a jódezüst. A képen tehát ezüst jelöli az arcz világos helyeit, jódezüst pedig a homályosokat. Most kiveszik a sötét kamrából a képet, — természetesen gondját viselvén, hogy világosság ne érje, — s higanygözők elé tartják; a higany kis cseppenként lerakodik az ezüstre, de a jódezüstre nem; most tehát higany jelöli a világos részeket; végre megmossák a képet oly módon, hogy a higany megmarad, de a jód lemosódik, úgy hogy a megmaradt ezüst a homályos részeket jelöli. Ezzel készen van a kép: az arcz világos helyeit higanycseppek képezik, melyek mindenfelé szórják a sugarakat, tehát mindenfelől látszanak, míg az arcz homályos helyeit az ezüst képezi, mely tükör módjára csak bizonyos irányban veti a fényt, a többi irányokban homályosnak látszik.

Az utóbbi években a képeknek efféle készítése, a tárgyaknak úgyszólván ön-le rajzolódása, nagy tökélyre jutott. Most már nem csak ezüstölt rézlemezeken, hanem üvegen, papirosan is tudják felfogni s állandóvá változ-

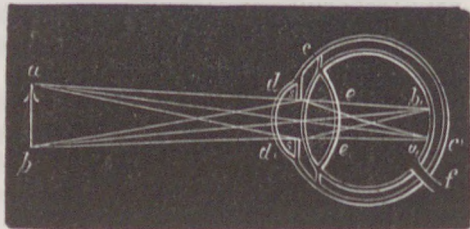
tatni a képeket, melyeket aztán színezní is lehet, s melyek a daguerreotypféle képeknél sokkal élénkebbek s tartósabbak. A tárgyaknak ilyenén leábrázolását általában *photographiának*, *fényrajzolásnak* nevezik. Szép diadala az emberi elmének: kileste módját, hogy a néhány pillanatra odalövellt sugár maradandó nyomot hagyjon, hogy a mülékony fény magamagát állandósítsa.

81. §. *A szem.*

Legutóljára hagytuk azon látszert, melyet fontosságánál fogva tán első helyen kell vala megemlítenünk, azon látszert, mely lelkünknek közvetlen eszköze a látásnál s mely tökéletességében valamenyi mesterséges látszereinket messze felülmulja: értjük a szemet. De érthetőbb lesz tán szemünk alkotása most, midőn már a többi látszerekkel, nevezetesen pedig a sötét kamrával megbarátkoztunk, melynek lencséje a kamara hátsó falára veti a tárgy képét, s mely, úgyszólván, durva képmása szemünknek. Lássuk közelebbről.

A szem (78-dik ábra) a szemhéj és szempillák által védve a gömbölyded szemüregbe van helyezve, és saját izmok által mozgatható. Legkülső borítékát két vastag bőr képezi: a szemfehér, cc' , s a jobban ki-

(78 ábra.)



domborodó, átlátszó szaruhártya, dd' . A szemfehér alatt az *eres* *hártya* terül el, fekete anyaggal bevonva (ugyanazon okból, melynél fogva a sötét kamra

belső része is be van feketítve); e hártya elül, a szarúhártya mögött, kerek függöny ss gyanánt válik elő, melyet szemcsillagnak vagy szivárványhártyának (iris) neveznek; külső felén e szemcsillag színe különböző, s erre vonatkozik, ha kék, szürke, barna vagy fekete szemről beszélünk, belső fele azonban szintén fekete. A szemcsillag közepén kis lyuk van: ez a szemfény (pupilla); e nyíláson át hatolnak be a sugarak szemünkbe, azért szemünk fénye gyenge világosság mellett tágul, hogy több sugarat ereszszen be, erősebb világosságnál pedig szűkül, hogy kevesebbet ereszszen be s az erős fény ne vakítson. A szem hátsó részén az agyvelőtől jövő látideg, *f*, finom hártyácska alakjában vonja be az ercs hártyát: ezt nevezik ideghártyának. E bőrök és hártyák képezik a szemgolyó burkolatát, belsejét pedig három átlátszó anyag tölti be, melyek a sugarak törésére szolgálnak, t. i. a szemcsillag mögött a domború kristály-lencse (mely rajzunkban be van vonalozva), előtte a szarúhártya felé a víznedv, mögötte pedig a kocsonyánemű üvegnedv.

Lássuk már most, mi történik a szembe hatoló sugarakkal: ezek az átlátszó szarúhártyán s a kis nyíláson, a szemfényen, behatolván, útközben az említett három anyag által úgy töretnek, hogy — mint a sötét kamara hátsó felén — a tárgynak *ab*-nek megfordított képe *a,b*, támad a szemben. (Hogy a tárgy képe megfordítva rajzolódik az ideghártyára, világosan látható az ökör szemén, ha ezt íziben az állat halála után kiveszik, megtisztítják s például égő gyertyát állítanak eléje). A tárgyat akkor látjuk tisztán, ha képe az ideghártyára rajzolódik. E képet, illetőleg az ideghártyán okozott benyomást, a látideg az agyvelővel közli, s mi — látunk.

Első pillanatra meghökkentő, hogy a tárgy megfordítva rajzolódik ideghártyánkra, s a tárgyakat mégsem látjuk megfordítva; de vegyük csak fontolóra, hogy lelkünkkel nem ezen, az ideghártyára rajzolódott képet

látjuk, hanem ezen kép, ezen benyomás következtében látjuk a tárgyat; látjuk a világító pontot azon irányban, melyben ennek fősugara ideghártyánkat éri: az a pont fősugara, mely ideghártyánkat a -ban éri, felülről jön, a b pont fősugara, mely ideghártyánkat b -ben éri, alúlról jön, fogjuk tehát látni az a pontot felül, a b -t pedig alul.

Azt is kérdezhetnők, hogyan van, hogy két szemmel mégis csak egyszeresen látjuk a tárgyakat? De hiszen fülünk is kettő van, mégis egyszeresen halljuk a hangokat. A tapasztalás bizonyítja, hogy a tárgyat egyszeresen látjuk, valamíg képe a két szemben az ideghártya azonos pontjaira rajzolódik, ha ez nem történik, a tárgy kettősen tűnik elő; így például, ha valamely tárgyra nézünk, s egyik szemünk szemhéját megnyomintjuk, e szemünkben a tárgy képe más helyre esik mint másik szemünkben, s ekkor csakugyan kettősen is látjuk a tárgyat.

Hogy valamit világosan és tisztán láthassunk, arra nézve szükségessé

1) a világosságnak kellő mértéke; miként tágul és szűkül ehez képest a szemfény, már említve volt. A szemet sötétben erőltetni szintoly káros, mint a mily szemrontó, vakító másrészt, erős fényű tárgyak nézése, például: a napsütötte hó, vagy fehér fal, vagy a láng stb.

2) a látszögnek kellő nagysága, és

3) a tárgynak kellő távolsága, különben képe nem rajzolódván az ideghártyára, homályos maradna (emlékezzünk vissza, hogy minél közelebb van a tárgy a gyűjtőlencséhez, annál távolabb esik képe a lencse mögé). Mind a látszögről, mind a tiszta láttávolságról volt már szó a 75. cikkben, úgy szintén arról is, hogy a tiszta láttáv 8—10 hüvelyk, rövidlátóknál kisebb, messzelátóknál nagyobb, hogy különben szemünk alkalmazkodási képességénél fogva oly tárgyakat is elég tisztán bír látni, melyek — bizonyos határok között — a tiszta láttávon innen vagy túl esnek; végre

4) az időnek kellő mértéke, azaz: hogy a fény-benyomás bizonyos ideig tartson; így p. o. a ki-lőtt puskagolyót, gyors röpténél fogva, nem bírjuk meg-látni; az egymást sebesen követő fény-benyomások összeolvadnak, ezért például, ha üszköt hirtelen csóvá-lunk, fényvonalat látunk.

Elvégre érintsünk még egyet-mást azon számos csalódás közül, melynek szemünk alá van vetve. Ide tartozik csalódásunk a tárgyak nagyságára s távolságára nézve. Minél távolabb van valamely tárgy, annál kisebb látszög alatt látjuk (az égi testek például roppant távol-ságuknál fogva fénypontokul tűnnek föl): ezért, ha két egyenközüen húzódó, hosszú fason végig nézünk, úgy látszik, mintha a faszorok összefutnának, — a két faszor közötti tért t. i. mindig kisebb meg kisebb látszög alatt látjuk. Továbbá: ha valamely tárgynak látszöge kicsiny, vagy azt véljük, hogy a tárgy csakugyan kicsiny és közel van, vagy azt, hogy nagy, de messze esik tőlünk; mi-nél távolabbnak ítéljük a tárgyat, annál nagyobb-nak is ítéljük azt, már pedig a távolság meghatározásában könnyű csalódni. Így például az égboltozat felső része közelebbnek látszik, mint az égboltozat alsó része, hol a közbeeső földi tárgyakhoz, házakhoz, fákhoz, dombok-hoz stb. mérjük a távolságot: ennél fogva a láthatáron mutatkozó — fel- vagy leszálló — nap és hold mesz-sebbnek s e szerint nagyobb-nak is látszik, mint akkor, a midőn már magasabban jár az égen. A világosság ereje is befolyással van a távolság megbecsülésére; erő-sebb fényű tárgyak, például havasok, fehér épületek, kö-zelebbeknek látszanak.

A színekre nézve mennyire csalódik szemünk, erre csak egy példát említünk. Ha például hosszabb ideig merően nézünk egy v e r e s keresztet, azután fehér papirosra vetjük szemünket, azon z ö l d keresztet fo-gunk megpillantani; a zöld a veresnek pótszíne. E tü-neményt így magyarázzuk: az ideghártya a hosszabb nézés következtében a veres szín irányában eltompúl,

érzéketlenné lesz; ha már ily állapotjában a papírlap fehér sugarai érik, ezeknek sárga, kék stb. alkatrészei erősebb hatást gyakorolnak mint a veresek, melyek irányában az ideghártya el van tompúlva; már pedig, mint említve volt, ha a fehérből kioltjuk a vereset, hátramarad a pótszíne, a zöld. Hasonló csalódásaink vannak a többi pótszínekkel is.

82. §. *Visszapillantás.*

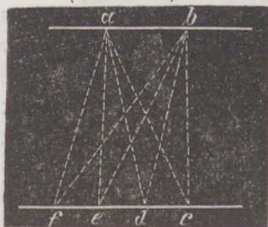
A fénylő pont mindenfelé lövelli sugarait, valamint a rezgő test körül minden irányban terjedeznek a hanghullámok, a távolsággal pedig szintoly arányban fogy a világosság ereje, mint a hang ereje.

A fénysugarak ugyanazon törvény szerint verődnek vissza, mint a hanghullámok. Van tehát bizonyos hasonlatosság a fénysugarak és a hanghullámok között.

De mi több, ha fénysugarak bizonyos körülmények között találkoznak, szintoly torlódási tünetmények mutatkoznak, mint a hanghullámok találkozásánál: ezek, mint tudjuk, rezgéscsomókat képeznek azon helyeken, hol hullámhogy meghullámvölgy összeesik. Ha a fénysugarak találkozásánál hasonló rezgéscsomókat vennénk észre, nem erősítené ez nagy mértékben azon véleményt, hogy a fényt is mint a hangot rezgések gerjesztik? De hogyan vehetünk észre rezgéscsomókat a fénysugaraknál? Ha a fényt rezgések gerjesztik, azon helyeken hol efféle rezgés nincs, fény sem lehet: a rezgéscsomók tehát sötétségek által válnának észrevehetőkké. És csakugyan, ily tünetmények nagy számmal fordulnak elő: fénysugarak, midőn találkoznak, nem hogy minden esetben öregbítenék a világosságot, de sőt bizonyos helyeken sötétségot támasztanak.

A fénytörlődés számos tünetényei közül csak egyet hozunk fel, — s ennek megértetésére szolgáljon a következő egyszerű példa: Két ember egyszerre indul meg, az egyik a -ból, a másik b -ből (79-dik ábra) valamely fal felé; mindkettő bal

(79. ábra.)



lábával indul s egyenlő nagyságot lép. Eszébe jutna most valakinek megkérdezni: vajjon bal vagy jobb lábukkal érkeznek-e a falhoz, vagy pedig egyik a jobb másik a bal lábával? Erre természetesen az a felelet, hogy ez az út hosszától függ: például a falnak d pontjához egyenlő hosszú útjok van, az egyiknek ad , a másiknak bd , — erre a d pontra tehát okvetlen ugyanazon (akár jobb, akár bal) lábával érkeznek mindkettő; a falnak e pontjához, ha ez egy lépéssel tovább van b -től mint a -tól, az egyik a jobb, a másik a bal lábával érkezik, hasonlóképen a c -hez is, ha ez egy lépéssel van tovább a -tól mint b -től; a falnak f pontjához, ha ez két lépéssel van tovább b -től, mint a -tól, ismét ugyanazon lábbal érkeznek; s ismét egy további ponthoz, mely három lépéssel van tovább b -től mint a -tól, különböző lábbal érkeznek, és így tovább; azaz: a mint a lépések között a különbség páros, ugyanazon lábbal érkeznek, a mint páratlan, különböző lábbal. Az is bizonyos, hogy minél kisebbek lépéseik, annál sűrűbben következnek egymásután ezen c, d, e, f stb. pontok.

Két emberünk helyébe képzeljünk most két hullámot: a mint az ember haladtában felváltva jobb és bal lábával lép, úgy a hullám haladása is a hullámhogynek s hullám völgynek rendes váltakozása, — hogy meg völgy tehát úgy következnek egymásután, mint a bal meg jobb láb lépései. E szerint d ponthoz mindkét hullám a hogyévol vagy völgyé-

vel — mondhatnók ugyanazon lábbal — érzik s egymást erősíti; e meg c ponthoz azonban az egyik hegyével, a másik völgyével érkezik — különböző lábbal, — de ha hullámhegy meg hullám völgy találkozik, megrontja egymást, e és c -ben tehát megsemmisül a mozgás, rezgés csomó támad. Tovább folytatva ez okoskodást, látjuk, hogy f pontban ismét erősítik, egy további ponton pedig újra megsemmisítik egymást a hullámok. Ezen c, d, e, f stb. pontok annál közelebb sorakoznak egymáshoz, minél rövidebbek az egyes hullámhegyek s hullám völgyek (minél kisebbek a lépések).

És csakugyan ily torlódást tüntetnek elő a fénysugarak is: mert ha a meg b közeleső, finom hasítékokon át például veres sugarakat eresztünk a sötét szobába, a szembelevő falon nem találunk, mint várható volna, két veres csíkot (a két hasítéknak megfelelőt), hanem egy egész sor, egymással váltakozó veres meg sötét csíkokat; vereseket oly helyeken mint d, f , hol a fénysugarak egymást erősítik, sötéteket oly helyeken mint e, c , hol a sugarak egymást megrontják, tehát a hol rezgés csomók támadnak. Ha a veres helyett más színű sugarakkal történik a kísérlet, a tünemény csak annyiban különbözik, hogy ezeknél a színes meg sötét csíkok sűrűbben sorakoznak, azaz a c, d, e, f pontok közelebb esnek egymáshoz; legsűrűbbek pedig a csíkok a violaszínnél. Innen van, hogy ha a két hasítékon fehér nap-sugarakat eresztünk be, a falon a különböző szírvány-színekben tűnnek fel a csíkok; mert a fehérben együtt lévén mindenszínű sugár, egyhelyt a violaszín sugarak rontják meg egymást, látszik tehát ennek pótszíne a sárga, továbbad a kék sugarak semmisülnek meg, azután a zöldek, s így tovább egészen a veresig. E fénytörlődésből tehát gyönyörű színjátás ered; tapasztaljuk is azt, valahányszor apró réseken, finom rácsokon, általában keskeny hasítékokon hatolnak

át a sugarak ; így például kiki tudja, mily szép színeket játsznak a napsugarak, ha a fák sűrű lombjain, vagy szemünk pilláin, a kalap szőrén stb. át jutnak szemünkbe. A fény torlódása számtalan gyönyörű szintű-tüneményt támaszt, minket pedig méltán azon gondolatra vezérel, hogy

a fény is, mint a hang, hullámmozgási tünemény, továbbá, hogy az egyes színsugarak hullámai nem egyenlő hosszúak, mert azt látjuk, hogy a veres csíkok legnagyobb, a narancsszínűek, sárgák stb. mindig kisebb meg kisebb, a violaszínűek pedig legkisebb közökben sorakoznak egymáshoz: e szerint leghosszabb hullámokban mozog a veres sugár, legrövidebbekben a violaszínű, a többi szín hullámhossza pedig e két határ közé esik. De tudjuk, hogy a veres leggyengébben, a violaszín pedig legerősebben törik, mondhatjuk tehát: hogy a különböző színsugarak annál erősebben törnek, minél rövidebb hullámúak.

A hangzásnál a testek, kivált pedig a levegő részecskéi rezegnek, ezt tudjuk: de mily anyag rezeg a fénylésnél? Ezen anyagnak az egész látható világot be kell töltenie, mert hiszen a legmesszibb csillagoktól is fénysugarak jutnak hozzánk; a testek legapróbb közeiben jelen kell lennie, mert hiszen a fénysugarak átjárják a testeket; végre rendkívül finomnak, ruganyosnak kell lennie, már csak azon roppant gyorsaságnál fogva, melylyel rezeg s rezgéseit tovább hullámoztatja (e hullámok, mint mondva volt 42,000 mértföldet haladnak másodpercenként). E mindenütt elterjedt, rendkívül finom s ruganyos anyagot éthernek vagy lebnak nevezzük, s ilyképen okoskodunk: ha a leb bizonyos oknál fogva s bizonyos módon rezegni kezd, fényt gerjeszt; e rezgések, mint a torlódási kísérletekből kivethetni, roppant szaporák, úgy hogy

a lebrészecske több száz billió (milliószor millió) rezgést végez másodpercenként; és valamint a hangzó rezgések gyorsaságától függ a hang magassága s mélysége, úgy a lebrezgések gyorsaságától függ a fénylő sugarak színe: a veres leglassúbban rezeg, azért legnyújtottabb, leghosszabb hullámokban mozog, s legkevésbé is törik; a violaszín pedig leggyorsabban rezeg, azért hullámai legrövidebbek s törése legerősebb; — a többi színek e két határszín közé esnek. A fény-sugárban úgy képzelhetjük a rezgést, mint midőn egy feszített kötelet egyik végénél fogva jobbra-balra rángatunk: mindenik részecske jobbra-balra rezeg, s e rezgések sora hullámzást képez a kötél hosszában (a fény-sugár irányában). A rezgések a különböző színeknél különböző gyorsak, de közlésök vagyis a hullámzás terjedése, valamint a hanghullámoknál is, egy bizonyos közegben egyazon gyorsasággal történik. E gyorsaság különböző közegek szerint változik: a vízben például lassabban terjednek a fényhullámok mint a levegőben.

A hő-sugarakat a testek szintoly módon át-eresztik vagy elnyelik mint a fény-sugarakat; a hő-sugarak szintoly törvények szerint verődnek vissza s törődnek meg, mint a fény-sugarak; a melegítés ereje szintazon arányban fogy a távolsággal, mint a világítás ereje: valószínű tehát, hogy a hőtűnemények szintúgy mint a fénytűnemények, a lebrezgéseinek tulajdonítandók. E rezgéseket oly erőseknek gondoljuk, hogy a testek részecskéit is megingatják, s ez okon

a testeket kitágítják, de általában a fény-gerjesztő rezgéseknél lassúbbaknak véljük, a mint hogy az üveghasáb színeképében (lásd a 72. §. végét) a hőmérő a veres tehát leghalasszabb rezgésű színben s ennek határán túl mutatja a hősugarak legnagyobb mennyiségét.

Hajlandók vagyunk e szerint a két rendbeli tüne-
ményeket: a fény- és hőtüneményeket a le-
különböző mivoltú rezgéseinek tulajdo-
nítani.

VI. RÉSZ.

A delejességről s villanyosságról.

I. F E J E Z E T.

A delejességről.

83. §. *A delej hatása a vasra.*

A föld vonzásának, a részecskék kölcsönös vonzásának következtései oly nyilvánvalók, hogy a vonzások meglétéről nem kételkedünk, jóllehet maga a vonzás nem igen tűnhetik szemünkbe: a mágnesnél vagy delejnél ellenben éppen maga a vonzás oly szembeszökő, hogy a közéletben is mágnes névvel illetünk mindent, a mi vonzó erővel bír, a mi magához ragad.

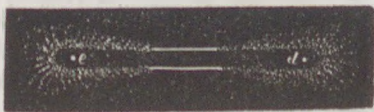
A delej a vasas ásványokhoz tartozik; abbeli tulajdonságát, hogy a vasat magához húzza, alighanem már 3000 év előtt ismerték. A vason kívül van még egy-két test, mely szintén vonzatik a delejtől, s ezeket delejes testeknek nevezik; — az ismert testek legnagyobb része azonban etulajdonsággal nem bír. A delejásványnak továbbá azon tulajdona is van, hogy ha vele kemény vas- vagy aczélrudat megdörzsölgetünk, ez szintén delejjé válik. Ily delejrudat (mesterséges delejnek is nevezik) vegyünk már most elő, és

szemléljük közelebbről a jelenségeket, melyeket előtűntet.

Függeszszünk fel valami vas gömböcskét ingamódjára: a delej már bizonyos távoból kimozgatja, maga felé rántja; a delejes vonzás tehát nemcsak közvetlen közelségben hat. A tapasztalás azt mutatja, hogy e vonzás szintoly arányban csökken a távolsággal, mint a föld vonzása, a melegítés, világítás creje stb. (azaz: négyzetes arányban: 3-szor nagyobb távolban 9-szer gyengébb, 4-szer nagyobb távolban 16-szor, s így tovább). A delej papiroson, fán, általában bármely nem delejes testen át csak úgy vonzza a vasat, mint a levegőn keresztül.

De figyelemre méltó, hogy a delejrúdnak nem valamennyi pontján nyilatkozik egyenlő nagyságban a vonzás: erősebben vonzza a vasgolyót, ha egyik vagy másik végével közelítjük, de csak alig, ha a rúd középső részét tartjuk hozzá. Igen szembeszökő e tűnemény, ha a delejt (80-dik ábra) vasreszelékbe fektetjük: két vége felé *e* és *d* pontok közelében legtöbb reszelék tapad

(80. ábra.)



hozzá, itt szinte megszakálosodik a rúd, közepe felé pedig mind kevesebb meg kevesebb az odavonzott vasreszelék. Az *e* és *d* pontokat, hol a vonzás leghatalmasabban nyilatkozik, a delej sarkainak nevezik.

Ez utóbbi kísérletből még más valami is kiderül látjuk ugyanis, hogy a reszelék nemcsak közvetlen a delejhez tapad, hanem *e* forgácskák egymást is megragadják, egyik a másikához tapad, mintha megannyi delej volna; és csakugyan úgy is van: a delej a maga delejességét közli a

vele érintkező, vagy közelébe eső vassal. A meleg test is melegít, a világos test is megvilágít; így hát nem csodáljuk, hogy a delej is képes a vasat delejesíteni, hanem a különös az, hogy a delej ezen közlésnél semmit sem veszít a maga erejéből. Egyetlen delejjel akárhány vasrudat megfenhetünk (körülbelül mint az aczéllal fenjük a kést) s ez által delejekké változtathatjuk, s ama delej megtartja erejét; bizonyos tehát, hogy nem a maga delejessége rovására delejesítette a vasrudakat; bizonyos, hogy e műtétel közben nem szolgáltatta át a maga delejességét. Ez tehát inkább arra emlékeztet, mit az együtt hangzásnál hallottunk, hogy t. i. a rezgő húr hasonló rezgésekre bírja a másik húr: így a delej is magáéhoz hasonló delejességet költ a vasban.

Ha a delejhez puha vasat hozunk, ez azonnal delejjé válik, hanem mihelyt eltávolítjuk, el is veszi delejességét; ellenben a kemény vas vagy az aczél nehezebben lesz delejjé, hanem aztán húzamosan meg is tartja e tulajdonságát. Amaz tehát könnyen veszi, könnyen veszti, azutóbbiak nehezebben vesznek, nehezebben vesznek a delejességet. Azért állandó delejekül kemény vasat, leginkább pedig aczélt szoktak használni.

Különben nemcsak valami delej közelsége, hanem a rozsdá is, az ütés, kalapálás, nyomás stb. megdelejesíti a vasat; azért például a lakatosnak csaknem valamennyi vas-szerszáma kisebb-nagyobb mértékben delejes. Nagy ellensége a delejességnek a meleg: ha a delejt megtüzesítik, elveszti delejességét.

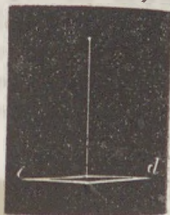
A delejnek tehát két főhatása a vasra ez: hogy delejjé változtatja, s hogy magához vonzza.

84. §. A delejek hatása egymásra.

A delejt, hogy kényelmesebb, mozgékonyabb legyen, két vége felé hegyesedő, közepe felé szélesedő

tüvé szokás alakítani, mikor aztán delejtű a neve. Ha ily delejtűt közepénél fogva zsinegre függesztünk (81-dik ábra), hogy mindenfelé szabadon foroghasson, azt tapasztaljuk, hogy egyik végével mindig éjszaki, másikával pedig déli irányban mutat — bár forgassuk másfelé, visszatér előbbi helyzetébe, mindig ugyanazon végével éjszakra, másikával pedig délnek fordulván. Ez okból az e sarkat, mely az éjszakra fordított felén van, éjszaki sarknak, a déli felén levő sarkat pedig déli sarknak nevezik.

(81. ábra.)

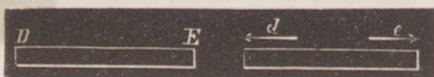


Lássuk most, mint viseli magát két delej egymás irányában; e végre fogjunk elő egy delejrudat, s közeledjünk éjszaki sarkával ama szabadon függő delejtű déli sarkához: a tű már messzebről eléje jő a rúdnak, feléje fordul, nyilván vonzódnak egymáshoz; ugyanaz történik, ha a rúd déli sarkával közeledünk a tű éjszaki sarkához. Ámde közeledjünk csak a rúd éjszaki sarkával a tűnek éjszaki sarkához: a tű elfordul, mintha a rúd taszítaná; ugyanaz történik, hogyha a rúd déli sarkával közeledünk a tű déli sarkához. Eddig úgy látszott, mintha a delejesség és vonzás mindig karöltve járnának, s íme azt tapasztaljuk, hogy a delejek szintoly mértékben taszítják mint vonzzák egymást: csak a külön nemű sarkak (éjszaki meg déli) vonzódnak egymáshoz, az egynevű sarkak (éjszaki meg éjszaki, déli meg déli) idegenkednek egymástól.

Hogyan magyarázható meg ezen tünet? Mi az a delejesség voltaképen, nem tudjuk, de jelenségeiből ezeket következtetjük: a delejesség mindig kettősen, vagy a mint nevezik, éjszaki meg déli delejesség képében nyilvánlik. E kétféle delejesség vonzódik egymáshoz.

A vasban, — rendes állapotjában, midőn nem delejes, — már megvan mindkét rendbeli delejesség, de együtt, mintegy összevegyítkezve, nem pedig különválva. Ha már e vashoz egy delejnek például éjszaki végével E -vel közeledünk, (82-dik ábra) ezen éjszaki delejesség a vasnak déli delejességét vonzza, éjszaki delejességét pedig taszítja, úgy hogy a vasban is

(82. ábra.)



e kétféle delejesség különválik, a déli d a közelített delej felé, az éjszaki e pedig a túlsó felére, mint a rajzolt nyilak mutatják. Ezen vas most már szintén delejje változott, mert a kétféle delejessége külön van válva; sarkai épen oly rendben fekszenek mint azon delejé, mely reá hatott.

E szerint, midőn a delej a vasat delejesíti, nem szolgáltat át semmit, hanem a vas kétféle delejességét különválatja, mintegy felkölti; midőn pedig a delej a vasat vonzza, ezt úgy gondoljuk, hogy a delej előbb magát a vasat is delejje változtatta, a mikor aztán a különnevű (éjszaki meg déli) delejességek egymáshoz vonzódnak. Ebből magyarázható az is, hogy a vas csak úgy vonzza a delejt, mint ez amaszt, mert hiszen a delej közelében a vas maga is delejje lett.

A két rendbeli delejességnek e különválása meg viszont régi állapotba visszatérése könnyű szerrel történik a puha vasban, mely tehát, mint mondtuk, könnyen veszi s könnyen veszti a delejességet, — a kemény vas, aczól ellenben erősebben szegül ellene e két delejessége különválasztásának, de ha egyszer benne a kétféle delejesség különvált, nehezebben is tér vissza régi állapotjába.

Ha a delejt ketté törjük, mindenik fele egy-egy teljes delejt képez; ha e felet kettétörnök, ismét két teljes delejt kapnánk, mindenik töredéknek meg van éjszaki meg déli sarka. E szerint az egyik delejesség egymagában meg nem állhat, — a delejesség mindig kettősen jelentkezik. E tüneményből azt is kell következtetnünk, hogy a delejt úgy képzelhetjük, mintha minden részecskéje egy-egy delej volna.

85. §. Az iránytű; a föld delejessége.

A delejtű állandóan éjszak-déli irányban mutatván, megbecsülhetlen útbaigazítója lett az embernek tengeren, pusztákon, rengetegekben, bányákban; a hajós, a mérnök, a bányász el nem lehet nélküle. A delejtűt Európában 1300 körül kezdték iránytűképen használni — és csak ezután kaphatott lábra a hajózás, csak ezután merhettek a partokat elhagyva hosszú tengeri útra kelni, a kis tüben éjjel-nappal, derüs borús időben biztos kalauzzal bírván. Allítják, hogy a chinaiak már 1000 évvel Kr. e. használták a delejtűt szekereiken, nehogy a mérhetlen mongol pusztákon átutazatokban eltévedszszen az irányt.

Az iránytű (83-dik ábra) közepével kemény aczélshegyre van fektetve, hogy könnyen foroghasson bármerre; mint az óramutató az óralap fölött, úgy áll az iránytű is a maga lapja fölött, melyen a világtájak (éjszak,

(83. ábra.)



kelet stb.) sorjában fel vannak jegyezve. Tokja sárgarézről van, melyet üvegfedő borít. Ez a kompasz vagy iránytű.

Igaz ugyan, hogy az iránytű nem mutat egyenest a föld északi sarka felé, hanem kissé nyugatra vagy keletre tőle (a föld különböző vidékei szerint, Európában például most nyugatra tér el): de tudják már nagyrészt, hogy ezen meg ezen helyen mekkora a tű eltérése, az irányzódást tehát ez nem háborítja.

Hogy a delejnek ezen dél-északi irányzódását megmagyarázhassuk, azt vagyunk kénytelenek gondolni, hogy földgömbünk éppen úgy viseli magát, mint egy óriási delej, melynek egyik delejsarka az északi földszark közelébe, másik delejsarka pedig a déli földszark közelébe esik. Minthogy pedig a föld északi delejsarka a delejtűnek egyik felét szintoly mértékben vonzza, milyenben a másik felét taszítja (hasonlóan a föld déli delejsarka is): következik, hogy a delejtű a föld két delejsarkának irányában helyezkedik (nem pedig esik feléje, mint például a kő a föld középpontja felé, mely csak vonz, nem taszít egyúttal).

Földgömbünk delejes voltát az is bizonyítja, hogy a delejtű, mely közepén megerősítve (84-dik ábra) szabadon billeghet fel s alá, nem helyezkedik vízszintesen, mint helyezkednék valami közönséges tű vagy pálcza, hanem egyik végével lehajlik. Lehajlik pedig annál erősebben, minél közelebb viszik a föld északi delejsarkához; Észak-Amerikában találtak egy helyet, hol a tű egyenest lefelé mutat; ott van a föld északi delejsarka. A déli félgömbön a tű másik vége hajlik lefelé; kell tehát oly helyeknek is lenni, hol egyik vége sem hajlik le, hanem a tű vízszintesen áll: ezen helyek képezik a föld delejes egyenlítőjét, ez pedig az egyenlítő (aequator) tájára esik.

(84. ábra.)



Nevezetes az éjszakai fény hatása a delejtüre. E pompás tűnemény nálunk is mutatkozik néha, de csak sápadtan; közelebb a föld sarkaihoz sűrűbben, gyönyörűbben tűnik föl. Csak röviden mulathatunk mellette; rendesen az éjszakai égen fényes ívek tűnnek föl, melyek óra-hosszat folytonosan hullámzanak, majd a láthatár egyes pontjain színes sugarak lövellnek fel s a mennyezet felső részén koronába gyűlnek. E korona középpontja az ég azon tájára esik, hová a 84-dik ábrában lerajzolt tűnek felső (*d*-vel jelölt) vége mutat. Midőn az éjszakai fény feltűnik, a delejtűk ide-oda remegnek még oly helyeken is, hol a tűneménynek nyoma sem látszik. Mindezekből méltán következtetjük, hogy az éjszakai fény szoros kapcsolatban van a föld delejességével. A déli sark körül hasonló tűnemények, déli fények, mutatkoznak.

II. F E J E Z E T.

A villanyosságról.

86. §. *A villanyos tűneményekről általában.*

A villanyos vagy elektrikus tűnemények közelrokonok a delejesekkel, hanem sokkal változatosabbak. A villanyosság a villám után kapta nevét, mivelhogy ez is villanyosság-szülte szikra; az elektricitás elnevezés pedig még a régi görögöktől ered, kiknek tudomásuk volt róla, hogy a borostyánkő (görögül elektron), ha posztóval dörzsölik, azon tulajdonságot kapja, hogy könnyű tárgyakat (p. o. papierszeletkéket) magához vonz, s érintkezvén velök, ismét oltaszítja. Ime, már is két fő nyilatkozata a villanyosságnak: a villanyos vonzás meg taszítás és a villanyszikra.

A mit a görögök a borostyánkő kiváló tulajdoná-

nak tartottak, idő folytában mind több meg több testnél lön megvigyázva; s a mint e tüneteményeket mai nap ismerjük, igen valószínűnek látszik, hogy nincs is test, mely a villanyosság irányában fogékony ne volna.

Az úgynevezett villanyos inga igen egyszerű készülék, t. i. selyemszálla függesztett parafa-gömböcske (85-dik ábra), mégis nevezetes tüneteményeket mutat. Ha

posztóhoz dörzsölt üvegcsővel közeledünk a gömböcske felé, ez már jókora távoból a cső felé repül, de ha érintkezett vele, ismét ellökődik, — az üvegcső a dörzsölés folytán villanyossá lett.

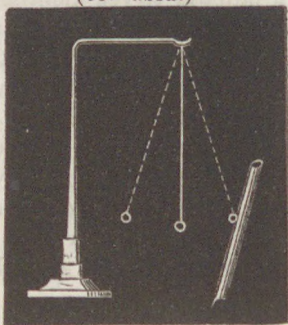
Ámde most már a gömböcske sincs rendes állapotjában: mert

a mint az üvegcsővel közeledünk, elrepül, távolodik, ellenben ha például posztóhoz dörzsölt spanyolviaszszal közeledünk, ehhez vonzódik, hozzárepül, — bizonyos tehát hogy a gömböcske a villanyos üvegcsővel történt érintkezés után nincs többé rendes állapotjában, majd vonzódik, majd ellökődik: csakugyan, a tapasztalás mutatja, hogy a testek villanyos testekkel érintkezve, magok is villanyosakká válhatnak. Ez arra emlékeztethet, mit a delejről tudunk: hogy a vas a delejzel érintkezvén maga is delejje válik.

A villanyos ingát, mint látni, használhatjuk annak megtudására, villanyos-e valamely test vagy sem? Ha igen, úgy vonzza majd ismét ellöki az ingát, ha nem, vagy ha csak csekély mértékben villanyos, akkor közeledésekor nyugton marad az inga.

Ha villanyos testhez közeledünk ujjunkkal, ebbe perczegő szikra pattan át, mely szúró, égető fájdalmat okoz. Villanyszikrát csak erősebben villanyozott

(85. ábra.)



testekből csálhatunk ki, de mindenik átpattanó szikrával megcsökken az illető test villanyossága.

87. §. Jó és rossz villanyvezetők.

Ha egy rézgömböt, mely üveglábon áll, villanyos testtel hozunk érintkezésbe, a gömb maga is villanyossá válik. E villanyos rézgömbön most következőket tapasztalunk: ha vassal, rézzel, általában bármi fémme, vagy akár pusztá kezünkkel érintjük, megszűnik villanyos lenni, mintha átszolgáltatta volna villanyosságát a vasnak, réznek stb. Ellenben ha üveggel, gyantával, spanyolviaszszal, selyemmel hozzuk érintkezésbe, a gömb megtartja vagy csak hosszabb idő múltán vesztí el villanyosságát; úgy látszik tehát, hogy e testek nehezen veszik át a villanyosságot.

Plynemű kísérletekből kitűnik, hogy valamint a me le get némely testek könnyen mások nehezen veszik át és szolgáltadják tovább (jó és rossz hővezetők): úgy a villanyosságot is némely testek könnyen szedik fel, de könnyen is szolgáltadják tovább más testnek — ezek a jó villanyvezetők —, mások ellenben csak lassan veszik át, lassan szolgáltadják át a villanyosságot — ezek a rossz villanyvezetők. Ez utóbbiak tehát, ha villanyos testekkel érintkeznek, úgy-szólván csak az érintkezés helyén veszik föl a villanyosságot s tovább nem közlik; ha pedig magok villanyosak s jó vezetővel érintkeznek, szintén csak az érintkezés helyén vesztik el villanyosságukat.

Legjobb villanyvezetők a fémek, azután a szén, víz, nedves levegő, föld, az ember teste; rossz-szak ellenben az üveg, selyem, gyanta, szőr, száraz fa, száraz levegő.

Most már érthető, miért függesztettük a parafagömböcskét selyemszára: azért, hogy a gömböcskében meggyült villanyosság jobban megmaradjon benne; hasonló okból állítottuk a rézgömböt is üveglábra. Valamint tehát a rossz hővezetőkéről

mondhatjuk, hogy meleget tartanak, úgy a rossz villanyvezetőket is villanyosság-tartóknak nevezhetjük. De nevezik elszigetelőknak is, a mennyiben a rossz villanyvezetőkkel érintkező testben a villanyosság mintegy el van szigetelve, a környezetre át nem eredhet.

A tapasztalás azt is bizonyítja, hogy az elszigetelt vezetőkben (például az üveglábbal elszigetelt rézgömbben) a villanyosság csupán a felszínen van elterjedve, míg a test (például ama rézgömb) belsejében a villanyosságnak semmi nyoma sem mutatkozik.

88. §. *A villanyosság kettős nyilatkozata.*

Két delejnek egymásra hatását vizsgálván, meggyőződünk, hogy a delejesség kettős en: mint éjszakai meg déli delejesség nyilatkozik — hasonló meggyőződéshez juthatunk a villanyosság dolgában is két villany-inga segítségével. Először is megdörzsölt üvegrúddal megérintvén, közöljük mindkettejével az üvegvillanyosságát: a két inga, mihelyt elég közel hozzuk egymáshoz, ellökődik egymástól; hasonló ellökődést látunk, ha az üveg helyett gyantarúdat dörzsölünk, s ennek villanyosságát közöljük a két ingával. Amde ha az egyikkel az üvegnek, a másikkal pedig egyenlő mértékben a gyantának villanyosságát közöljük, akkor az ingák vonzódnak egymáshoz, ha lehet érintkeznek, az érintkezés után pedig semmi nyomát sem mutatják többé a villanyosságnak. Az üvegben fejlesztett villanyosság tehát olyformán különbözik a gyantában fejlesztett villanyosságtól, mint az éjszakai delejesség a délitől: az egyféle villanyosságok taszító, a különfélék vonzó, hatással vannak egymásra.

De figyelemre méltó, hogy az ingák érintkezése után a villanyosság eltűnt. Az egyik inga az üvegvillanyosságával bírt, a másik a gyantáéval: érint-

kezesöknél e két rendbeli villanyosság egyesült, azt kell tehát hinnünk, hogy midőn e két rendbeli — egymást vonzó — villanyosság egyesül, egyúttal meg is szünteti egymást. Ezt úgy is képzelhetjük, mint midőn a hullámhegy meg hullámvölgy egyesülvén, hatásukat részben vagy végkép megsemmisítik, kiegyenlítődnek. Minthogy pedig beszédünkben is az igen meg a nem oly ellentétben vannak, hogy, ha valamiről igent meg nem-et együtt mondok, csak annyi, mintha semmitsem mondtam volna: a két rendbeli villanyosság közül is az egyiket (az üvegben mutatkozót) elnevezték igenlegesnek (positív), a másikat (a gyantában nyilatkozót) nemlegesnek (negatív). Rövidség okából az igenleges villanyosságot $+$ -nek, a nemlegest pedig $-$ -nek is írhatjuk.

Az imént találtuk törvényt most már így fejezhetjük ki: a villanyosság kettősen, igenleges és nemleges villanyosság képében nyilatkozik; az egynevű villanyosságok ellökődnek, a különnevűek ellenben vonzódnak egymáshoz, ha pedig ez utóbbiak egyesülhetnek, egészben vagy részben kiegyenlítődnek.

Számos bizonyosság van arra, hogy akár dörzsöléssel akár más módon gerjeszszük fel a villanyosságot valami testben, mindenkor mind a két nevű — igenleges meg nemleges — villanyosság fejlődik (ugyanazt tudjuk már a két rendbeli delejességről is). Ha például az üvegrudat posztóval dörzsöljük, az üvegben a $+$ fejlődik, egyúttal azonban a posztóban (a dörzs-szerben) a $-$ mutatkozik.

Hogy $+$ vagy $-$ fejlődik-e valamely testben a dörzsölés alkalmával, az nem csak a test minvoltától, hanem még a dörzsölés módjától is függ; így például az üvegben igenleges villanyosság fejlődik, ha posztóval dörzsöljük, de nemleges, ha macskaszőrrel;

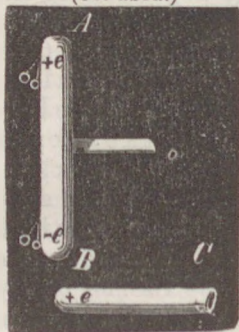
ha fekete meg fehér selyemszalagot dörzsölünk egymáshoz, a feketében a nemleges, a fehérben az igenleges villanyosság fejlődik. E részben nem tudunk szabályt, melyhez képest előre megítélhetnők, melyike a két villanyosságnak fog e vagy ama testben nyilatkozni.

89. §. *A villanyosság elválasztása, megkötése, kiegyenlítése.*

A villanyossággal még közelebb megismerkedünk következő kísérletek által: egy sárgarézrúdhoz AB -hez, melyen alúl-felül egy-egy parafa-gömböcske lóg (86-dik ábra), s mely üvegfogantyú által van elszigetelve, például igenleges villanyosságú testtel C -vel közeledünk. Még jó messze van, úgy hogy szikra át nem pattanhat belőle az AB -be, s a két gömböcske máris ellökődik. *Nyilván az AB rúdban a villanyos test C közeledésével villanyosság gerjedett; még pedig, a mint könnyen meggyőződhetni, alsó végén nemleges, felső végén igenleges, mert dörzsölt üvegrúd az alsó gömböcskét vonzza, a felsőt taszítja. Az AB rúdban tehát eredetileg meg kellett lenni a két rendbeli villanyosságnak, s ezeket a villanyos test közelléte csupán elválasztotta; csakugyan, ha ez utóbbit eltávolítjuk, az ingák lehullnak, az AB rúd csak olyan, mint volt előbb természetes állapotjában.

Ha, miközben a villanyos test C közel van, a rúd bármely részéhez például kezünkkel közeledünk, szikra pattan át, s a felső gömböcske lehullásával jelenti, hogy az igenleges villanyosság megszűnt; a nemlegest mintha nem erőstené az igenleges, mely C -ből gyakorolja rá a vonzását. Ily esetben — mi-

(86. ábra.)



dön a villanyosságok kölcsönös vonzódásuknál fogva nem ereszti egymást — azt mondjuk, hogy a villanyosságok egymást kötik.

Ha végre az igenleges villanyosság eltávolítása után a *C* villanyos testet is eltávolítjuk, az *AB* rúd egész felületén nemleges villanyosság mutatkozik, ez pedig most már szabad — nincs megkötve —, azaz könnyen elvezethető, vagy szikra alakjában könnyen átcsapó.

Mindazok után, miket eddig elmondottunk, valamint a számos kísérletek után, melyek eddigelé e tekintetben történtek, a villanyosságról következő képünk lehet:

minden testben eredetileg együtt megvan az igenleges meg nemleges villanyosság; valamíg ezek együtt vannak, nem is nyilatkoznak, s a testről azt mondjuk, hogy villanytalan, természetes állapotjában van;

ha egy, például igenleg villanyos testtel közelünk egy másikhoz, mely természetes állapotjában van, ez villanyossá válik (valamint a vas a delej közelében delejje válik): két rendbeli villanyossága ugyanis elválik, a nemleges a közelített igenleg villanyos test felé vonzódik, s ez okból megvan kötve, az igenleges pedig attól ellökődik, tehát a test túlsó felére távolodik, ez okból szabad, azaz könnyen elis távozik végképen;

az igenleges meg nemleges villanyosságoknak örökös törekvése, hogy egymással egyesülhessenek, a mi két módon történik: az igenleg meg nemleg villanyos testek közvetlen érintkeznek vagy jó vezető által jönnek kapcsolatba, s a két rendbeli villanyosság egyesül; vagy pedig rossz vezető által vannak egymástól elkülönözve, s ekkor, ha elég közel jutnak egymáshoz, az egyesülés szikra alakjában történik;

az egyesülés után ismét helyre áll a testek

természetes állapota: a villanyos feszültség (az egyesülésre való törekvés) megszűnik, ki van egyenlítve. Mondhatni tehát, hogy a villanyosság mindaddig nyilatkozik, míg nincs helyreállítva az egyensúly, azaz: míg az igenleges meg nem igenleges villanyosság kinem egyenlítődnék. A villanyos testek tehát mintegy erőszakolt, feszült állapotban vannak, s nagyrészt ezen különös feszültségnek és kiegyenlítésre való törekvésnek különböző nyilatkozatai képezik a villanyos tünetmenyeket.

Hogy dörzsölés által csak a rossz vezetők (üveg, selyem, gyanta stb.) válnak villanyosakká, magyarázható, mert a jó vezetőkben is fölgerjed ugyan dörzsölés közben a villanyosság, de ezek azonnal tovább is szolgáltatják, nem tartóztatják mint a rossz vezetők. Megjegyzendő egyébiránt, hogy dörzsölés közben szintén mindkét nevű villanyosság fejlődik, a dörzsölt üvegben elválik a $+$ e a $-$ e-től, a dörzsszerben szintén, de az üveg a $-$ e-t áteresztí a dörzsszerbe, ez meg viszont a $+$ e-jét szolgáltatja az üvegnek, úgy hogy azután az üveg csupán $+$ e-t, a dörzsszer pedig csupán $-$ e-t mutat.

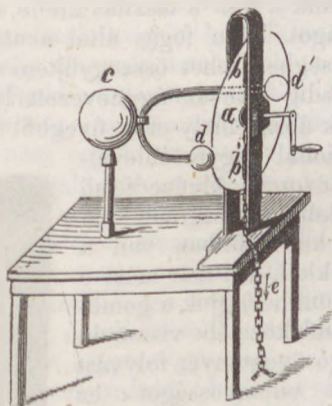
Meg kell még említenünk, hogy a villanyos vonzás és taszításra nézve is érvényes azon általános törvény, hogy a távolságnak négyzetes arányában csökkennek (3-szoros távolban 9-szer gyengébbek, 4-szeres távolban 16-szor, s így tovább).

90. §. A dörzsvillanygép.

A dörzsölés igen hathatós módja a villanyosság gerjesztésének, — az így fejlesztett villanyosság gyűjtésére szolgál a dörzsvillanygép, melyet először (1676-ban) szerkesztett Guerike Ottó (ugyanaz, ki az első légszivattyút is készítette). Ezen készülék főalkatrészei (87-dik ábra) az üvegtányér, melyet a

közönséges köszörűkő módjára forgathatni; e tányérhoz két oldalt lószőrrel tömött bőrvánkosok b szorúlnak, s ezekhez dörzsölődik forgatás közben a tányér széle; a dörzsölés előmozdítására a vánkosok bizonyos higany-

(87. ábra.)



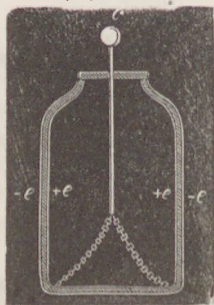
keveréssel, úgynevezett foncsorral vannak bevonva. A dörzsölődés folytán az üvegtányéron $+$ e fejlődik, a vánkosokon pedig $-$ e; hogy e két villanyosság egymást ne kösse, hanem az üvegé szabadúljon és könnyen elvezethető legyen, a vánkosoktól jó vezető viszen a földhöz, hogy belőlök a $-$ e minél könnyebben távozhassék (a nyíl mentében).

Az üvegen fejlődött villanyosságot a c sárgaréz-golyóba gyűjtjük, mely üveglábon áll s gombba végződő karát d -t az üvegtányér közelébe nyújtja: a villanyosság tehát a tányérról a gombba s a karon végig a gyűjtő rézgolyóba áramlik (melyet conductornak neveznek, s mely belül üres, minthogy a villanyosság úgy is csak a felszínén terjedez el). A gyűjtőnek gömbalakja van, mert a tapasztalás azt bizonyítja, hogy csúcsos, hegyes, éles testekből igen hamar kiáramlik a villanyosság.

Minél több villanyosság áramlik a gépből a gyűjtő gömbbe, annál nagyobb lesz e villanyosság feszültsége (taszító ereje), úgy hogy utóvégre a mennyi villanyosságot a gyűjtő kap, annyit másrészt el is vesz (eltaszít). De mihelyt a gyűjtő villanyosságát megköttjük, szűnik a fesz a taszítás kifelé, s újra szedhet föl villanyosságot. Ezen fogás által azután sokkal nagyobb mennyiségben lehet összegyűjteni a villanyosságot. Szolgál pedig erre az úgynevezett leideni palaczk (83-dik ábra), mely erős üvegből készült, s kívül-belül stanióllal vagyis ónlevelkékkel van bevonva, kivéve felső részén a nyakán. A rézgomb jó vezető által kapcsolatban van a belső ónborítékkal. Ha már most e palaczkot kezünkbe fogjuk s gombját a gyűjtő gömb közelébe viszzük, melybe a forgó üvegtányér folyvást szolgáltatja a villanyosságot: ez apró, perczegő szikrák alakjában pattog át a palaczk gombjába, mely tehát a belső borítékkal együtt megtelik $+e$ -vel. Egyúttal azonban ezen $+e$ hatással van a külső borítékra — mely testünkkel s az által a földdel is kapcsolatban van —, elválasztja t. i. a villanyosságot, oda vonzván a $-e$ -t, eltaszítván a $+e$ -t. A palaczk külső s belső borítékán gyülekező ezen különnevű villanyosság megköti egymást (a palaczk üvegén át), s így lehetséges, hogy e palaczkba nagyobb mennyiségű villanyosságot szedhetünk föl.

Ide jegyzünk néhányat a számos kísérlet közül, melyre a dörzsvillanygép szolgálhat. A gyűjtő gömb már jó messziről vonzza a parafa-gömböcskéket s érintkezés után rögtön eltaszítja. — Ha a gyűjtőre csúcsos fémrudat illesztünk, e csúcson át hamar elvész, kiáramlik a villanyosság: sötétben a kiáramló villanyosság meglátszik: a $+e$ mint fényos sugárnyaláb, a

(88. ábra.)



—e mint a csúcson ülő csillagocska. — Ha kezünkkel vagy más jó vezetővel közeledünk a gyűjtőhöz: szikra pattan át, melynek hossza a villanygép ereje szerint különböző (vannak gépek, melyek 3 lábnyira is pattantják a szikrát); a szikra színe közönséges levegőben fehér, ritkított levegőben azonban szép halványpiros. — Ha a leydeni palaczkot egyik kezünkbe fogjuk, másik kezünkkel pedig a gombjához érünk, a belső boríték +e-je a külsőnek —e-jével testünkön át egyesül; ezen egyesülés vagy ezen testünkön át pattanó szikra — mert a szikra nem egyéb mint a +e meg —e kiegyenlítése — oly erőszakos, hogy kivált a kar csuklóiban s a mellben erősen megrendít; kisebb állatokat e villanyos ütés meg is öl. — Rossz vezetőkön, például papíron, tékán át lyukat üt a villanyszikra; hogy ez a két felől egyesülő villanyosságok hatása, kilátszik abból is, hogy a lyuk szélei mindkétfelől ki vannak domborodva. — Jó vezetőkön át roppant gyorsasággal terjed a villanyos áramlás: a rézhuzalban (drótban) például, mely a legjobb villanyvezetőkhez tartozik, 61,000 mértföldnyire halad másodpercenként — felülmúlja tehát még a fénysugár gyorsaságát is. — A villanygép közelében, ha működik, különös szag is érzik, melyet a villanyosság befolyásának a levegőre tulajdonítanak.

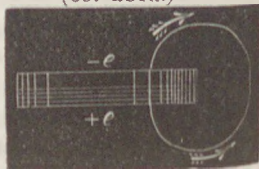
91. §. Az érintkezési villanyosság.

Hogy nemcsak dörzsölés, hanem különmemű testeknek merő érintkezése által is fejlődhetik villanyosság, 1790. óta van tudva. Ekkor történt, hogy Galvani bolognai tanár (Olaszországban) egy imént leölt béka czombján, melyet rézhorgon vasrácsra akasztott volt, mindannyiszor rángatódzást vett észre, valahányszor a czomb a vasrácsához ért. E meglepő tümenénynek legkielégítőbb magyarázatát egy másik olasz tanár, Volta szolgáltatta, állítván, hogy a czomb azon villanyosság folytán rángatódzik, melyet a réznek meg vasnak érintkezése gerjesztett. Több

rendbeli kísérletekkel be is bizonyította, hogy, ha különmemű villanyvezetők (kivált pedig fémek: ezüst, vas, réz, horgany stb.) érintkeznek, az egyikben igenleges a másikban nemleges villanyosság jelentkezik. E villanyosságot eredeténél fogva érintkezési villanyosságnak, fölfedezője után pedig galvanizmusnak vagy galvánságnak nevezik. Oly tünetekkel találkozunk itt, melyeket még csak egy század előtt is a csodák közé soroztak volna; de lássuk előbb e villanyosság eredése módját közelebbről.

Ha egy horgany (zink) meg egy réztányérkát (horgany és rézlemez) összeillesztünk (89-dik ábra), nyilvános jelei mutatkoznak a horganyon az igenleges, a rézen pedig a nemleges villanyosságnak. Merő érintkezések elegendő, hogy mindkettőben a villanyosság egyenlő mértékben elváljék $+e$ meg $-e$ -re; de a réz a maga $+e$ -jét a horganynak szolgáltatja át, ez viszont a maga $-e$ -jét a réznek, úgy hogy a horganyban csak a $+e$, a rézben csak a $-e$ jelentkezik (ily kölcsönös csere van a dörzsölt üveg vagy gyantarúd s a dörzsölő szer között is). Tudjuk, hogy e kettő egyesülni törekszik, ámde a horgany és réz érintkezési helyén ez meg nem történhetik, hanem ha például rézhuzallal kötjük össze a horganyt meg a rézet, az egyesülés (ezzel együtt pedig a kiegyenlítés, a villanyosságok kölcsönös megsemmisítése) azonnal megesik; a $+e$ meg $-e$ a

(89. ábra.)



nyilvános folyvást: e szerint az igenleges villanyosság folyton áramlik a horganyból a réz felé, a

nemleges villanyosság pedig a rézből a horgany felé. Egyszerűség kedvéért a villanyáramlás irányának mindig azon irányt nevezzük, melyben az igenleges villanyosság áramlik; a mi esetünkben tehát a horganytól a réz felé van a villany-áram iránya.

Látjuk, hogy az áram nem egyéb, mint a különnevű villanyosságok folytonos egyesülése, kiegyenlítése; de miért nem egyesülhetnek ezek a horgany és réz érintkezése helyén, nem tudjuk.

A testek mivoltától függ, $+$ -e vagy $-$ -e fejlődik-e bennök az érintkezés folytán; a réz például a horganyval érintkezve, mint az imént mondtuk, nemleg villanyossá válik, de ezüsttel vagy szénnel érintkezve igenleges villanyosságot mutat, s az ezüst vagy szén lesz a nemleges fél. A fejlődő villanyosság feszültsége is különböző az érintkező testek mivolta szerint.

A réz-horgany-pár, milyennel a 89-dik ábrában megismerkedtünk, csak gyenge villanyáramot szolgáltat: ha erősebbet akarunk, több ily párt — vagy mint nevezik Volta-féle elemet — kell összeállítanunk. A tapasztalás azt mutatta, hogy a villanyosság fejlődését, áramlását előmozdítja, ha az egyes párok közé folyadékokat (savanyokat) iktatunk, melyek a villanyosságot vezetik, s a fémekkel érintkezve villanyosságot gerjesztnek ugyan, de e részben más rendhez tartozók, mint a fémek. A legegyszerűbb összeállítás a következő (90-dik ábra): 3 üvegrúd közé (melyek a villanyosságot nem vezetik) egymás fölé rakunk egy horgany-, egy réztányért meg egy folyadékkal itatott posztódarabot, azután újra horganyt, rézet meg posztót, s ily sorban tovább, — ha horgannyal kezdtük, rézzel kell végeznünk. Ilyen a Volta-féle oszlop vagy láncz: mindenik eleme fejleszt villanyosságot, a nemleges a szélső rézlapon a -nál, az igenleges pedig a szélső horganylapon b -nél gyűl meg, — ezeket nevezik a láncz sarkainak: b az igenleges $(+)$

sark, a a nemleges (—) sark. Vegyünk p. o. két elemből álló lánczot: a szélső horganylemezben $+e$ fejlődik, a vele érintkező rézlemezben pedig $-e$, de ez egyúttal a következő lemezekkel is közlödik a szélső rézlemezig, ily módon :

Horgany. Réz. Posztó. Horgany. Réz.

$+e$ $-e$ $-e$ $-e$ $-e$

De a második párban hasonlóan fejlődik a rézben $-e$, a horganyban $+e$, s ez utóbbi viszont közlödik a többi lemezekkel, ily módon :

Horgany. Réz. Posztó. Horgany. Réz.

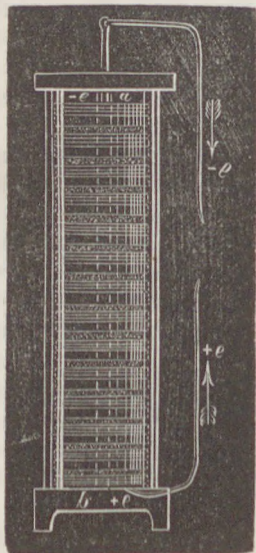
$+e$ $+e$ $+e$ $+e$ $-e$

Ezen összeállításból kitünik, hogy a szélső horganylemezben kétszer $+e$, a szélső rézlemezben kétszer $-e$ gyűlt meg. Az elemek számával tehát növekszik a sarkakon meggyűlő villanyosságok feszültsége.

(90. ábra.)

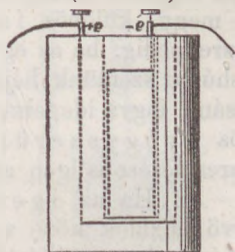
Ha a két sarkat rézhuzal által összeköttetésbe hozzuk, vagy a mint modják, ha a lánczot zárjuk, azonnal meg ered a villanyáram; a $+$ meg — sarkról folyton áramolnak egymásfelé a különnevű villanyosságok. Ha a láncz nyitva van, azaz a két sark nincs összeköttetésben, akkor villany-áram sincs, s a különnevű villanyosságok a sarkakon feszülnek.

Most sokkal hathatósabb lánczok vannak használatban, berendezésök egészen más és igen sokféle. Rendszerint kétféle folyadékot használnak; a Bunsonféle láncznál vagy ütegnél például egy-egy elem így van berendezve (91-dik ábra) : egy közösleges po-



hába föleresztett kénsav (vitriol) tétetik, ebbe egy cső-alakú horganylemez, ebbe salétromsavval telt papiros-pohárka, ebbe végre henger-alakú széndarab: ezen széndarabot aztán rézhuzal kapcsolja össze a másik pohár horganylemezével, a második pohár szenét hasonló módon kapcsolják össze a harmadik pohár horganyával s így tovább; a horgany, ha szénnel érintkezik, igenleg villanyos, a szén nemleg. Az első pohár horgánya s az utolsó pohár szene képezik az üteg sarkait. Négy-öt ily pohárral máris elég erős áramlást lehet gerjeszteni.

(91. ábra.)



92. §. A villanyos áram hatásai.

A villanyos áram, mint említve volt, nem egyenlő könnyűséggel s gyorsasággal hatol át a testeken: ezek, a mint rossz vagy jó vezetők, többé-kevésbbé gátolják a villanyos áramlást. Ha e gátolás igen erős, az áram végkép megszűnik, ha igen gyenge, az áramlás nagy könnyűséggel történik; ellenben, ha a vezetés közepszerűen könnyű, ha az áram gátolva van ugyan, de nem végkép megakadályoztatva, akkor a különnevű villanyosságoknak mintegy jobban kellvén erőlködni, hogy egyesülhessenek, az egyesülés, az áramlás erőszakosabb, s ilyenkor nyilatkozik a villanyos áram majd szikra alakjában, majd melegtételében, a testek vegyi bontásában stb. Főbb hatásai az áramnak ezek:

1) Ha egyik kezünkbe az igenleges, másikba a nemleges sarktól vezető huzalt vagy inkább az ezekre alkalmazott rézfogantyút kapjuk, úgy hogy az áram testünkön át menjen, megrázódunk a láncz zárásánál (az áram megindultával) s nyitásánál

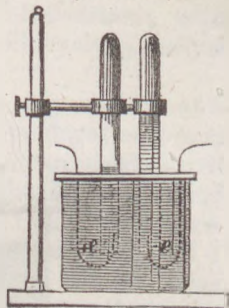
(az áram megszüntével); valamíg az áramlás tart, hatását nem érezzük. Ezen ütés azonban csak akkor érezhető valamennyire, ha a villanyos láncz jó erős. Ha az egyik huzalt nyelvünk felső, a másikat pedig nyelvünk alsó végéhez illesztjük, úgy hogy az áram nyelvünkön át megy, különös ízt érzünk; fénylést veszünk észre pedig, ha az egyik huzalt ínyünkhöz, a másikat behúnyt szemünk héjához illesztjük. — Az áram, e hatásánál fogva idegeinkre, a maga helyén használva, üdvös gyógyszerül is szolgál. Tetszholtak fölébresztésére is igen alkalmas.

2) Ha az igenleges és nemleges sarktól jövő huzalok közé vékony vashuzalt igtatunk, ezt az áram keresztüljártában fehérre izzasztja, sőt megolvasztja; e roppant hőségnek még az oly nehezen olvasztható éreny is enged, haugyan ezen érenyhuzal elég finom s nem igen hosszú. Szintoly erőteljes a fény is, melyet az áram támaszt; kivált vakító világosságú, ha a sarkaktól vezető két huzal végére csúcsos széndarabokat illesztünk, s azután e két széncsúcsot összeéretjük: az áram izzásba hozza a szenet, s ennek világa oly erős, hogy használatos világító szereink egyike sem mérközhetik vele még távolról sem. Az áramnak melegítő s világító hatását már is sokképen használják.

3) Ha egy vízzel tölt edénybe (92-dik ábra) a fenekén át két érenylemezkét illesztünk közel egymáshoz, s rézhuzalok által az egyiket valamely villany-üteg igenleges, a másikat annak nemleges sarkával kapcsoljuk össze, e két lemezkét az üteg igenleges meg nemleges sarkának tekinthetjük. A lemezekbe vezetett $+$ e meg $-$ e csak a vizen keresztül egyesülhet. Az áram tehát a vizen hatol át: ezen áthatalás közben pedig felbontja a vizet. Ugyanis, ha a két lemezke fölé vízzel telt üvegesöveket borítunk, csakhamar észreveszszük, hogy a víz mindkettejében alább mog alább száll: a vízből fejlődő gázok leszorítják

a vizet. Ha e gázokat vizsgálat alá vesszük, úgy találjuk, hogy az egyik cső — az igenleges sark fölött — élelyt tartalmaz, a másik cső pedig — a nemleges sark fölött — könelelyt. Itt (92. ábra.) igazolva találjuk, mit kezdetben a vegybontásokról szólva említettünk, hogy t. i. a víz két gáznak, az élelynek és könelelynek vegyülete.

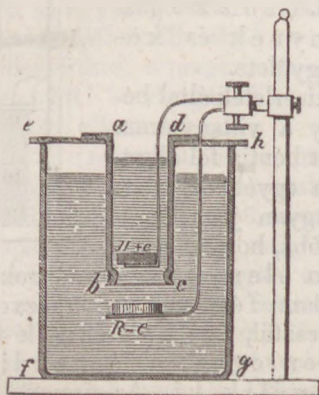
Számos kísérletek által bebizonyult, hogy a villany-áram nemcsak a vizet bontja fel alkatrészeire, hanem egyéb összetett testeket is, haugyan jó villanyvezetők; továbbá, hogy oly testek, melyekben élely (vagy ezzel rokon természetű anyag) meg valami fém van vegyítkezve, ha a villany-áram járja keresztül, úgy bomlanak fel, hogy az élely az igenleges, a fém pedig a nemleges sarkon válik ki. Az áramnak e nevezetes tulajdonságán alapszik a galvanoplastika vagy galván-idomáshat, azaz: pénzeknek, fametszeteknek stb. rézben való lenyomása. Erre következő egyszerű készülék szolgálhat:



Egy üvegedény *abcd* (93-dik ábra) egy nagyobb edénybe *efgh*-ba van illesztve; az üvegedény feneké csak hólyag. Az üvegedényben föleresztett kénsav meg egy horganylemez *H* van, a nagyobbik edényben rézvitriol (rezt tartalmazó folyadék) s egy rézlemez *R*; e két lemezt rézhuzal kapcsolja össze, úgy hogy itt villanyos áram támad: az érintkezés folytán t. i. a horgany igenleg a réz pedig nemleg lesz villanyossá, a horgany *H* tehát az igenleges, a réz *R* pedig a nemleges sarkat képezi. Az üvegedény feneké hólyag lévén, nem gátolja a villanyáramot; ez tehát megindul s útközben felbontja a folyadékokat, még pedig úgy, hogy a rézvitriolból a réz (a fém) a nem-

le g e s s a r k o n — tehát R lemezen — válik ki. Ha valamely pénzdarabnak lenyomatát kívánjuk rézben, csak az R lemezre kell tennünk: a réz folyton-folyvást leverődik rá s néhány nap múlva vastag réteget (kérget)

(93. ábra.)



képez, melyet ha lefejtünk, belső felén hű lenyomatát látjuk a pénzdarabnak (természetesen visszásan, mintha viaszba nyomtuk volna, hanem ha e formát újra betesszük e készülékbe, a benne lerakódó réz az eredeti pénzdarab hasonmását fogja képezni).

Hasonló módon lehet aranyozni, ezüstözni stb. Legegyszerűbb módja ez: az úgynevezett galvánosan ezüstöző folyadékot (mely gyógyszerárban olcsón kapható) kis üveg vagy porcellán csészébe töltjük s kissé megmelegítjük; erre bedobjuk az ezüstözésre szánt rézpénzt, s ezt horganydarabkával megérintjük: alig telik bele egy perc, s a rézpénz be van vonva ezüsttel. A horganynak s rézpénznek érintkezése által gerjesztett villany-áram elegendő, hogy az ezüst folyadékot felbontsa s a fémet (az ezüstöt) a nem le g e s s a r k o n, tehát a rézpénzen kiválassa.

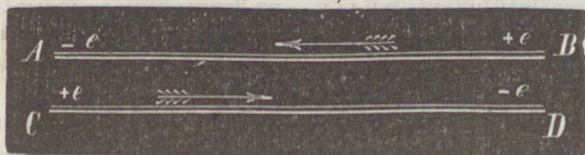
A galvanoplastika, mint elgondolható, már is nevezetes iparaggá fejlődött.

93. §. A villanyosságnak több rendbeli forrásairól.

A dörzsölésen, érintkezésen, elválasztáson kívül még igen sok alkalommal fejlődik villanyosság, melyek közül a nevezetesebbek következők:

1) Legyen AB (94-dik ábra) egy darabja azon rézhuzalnak, mely valami ütegnek igenleges meg nemleges sarkát összeköti; ha közelében egy másik jó villanyvezető, például CD rézhuzal találkozik, ebben mindannyiszor, de csak pillanatra, villany-áram támad, valahányszor az AB -ben az áram megindul vagy megszűnik. Nevezetesen, ha a lánczot zárjuk, s az áram AB -ben a nyíl irányában megindul, CD -ben ellenkező irányú pillanatnyi áram gerjed;

(94. ábra.)



midőn pedig a lánczot megnyitjuk, az áram tehát AB -ben megszűnik, CD -ben ezzel egy irányú (tehát D -től C felé tartó) áram támad. Az AB áramát az indítónak, a másikat pedig az indítottnak nevezik.

Az indított áram hatásai ugyanolyanok mint a közönséges villanyáram hatásai.

Ha fa-eséve körül huzalt gombolyítunk s ezen át villanyáramot eresztünk: a huzal-tekervények indító hatással vannak egymásra, azaz: a mint az áram — nevezziük megkülönböztetésül főáramnak — megered, ez magában a huzalban ellenkező irányú, pillanatnyi mellékáramot indít, úgy hogy e pillanatban egymással ellenkező két áram kering egyazon huzalban; ha pedig a főáramot megszüntetjük, ez újra

egy magával egy irányú, pillanatnyi mellékáramot indít, úgy hogy e pillanatban ugyanazon huzalt két egyirányú, s e szerint egymást erősítő villanyáram futja át.

Valamint tehát a $+$ -e-vel rakodott gömb elválasztja a közellevő vezetőkben a villanyosságot s a $-$ -e-t magához vonzza: úgy az áram is viszont áramokat indít közelében.

2) Vannak testek, melyek a mint fölmelegszenek, villanyosakká válnak; ilyen például a turmalin nevű jegöcz, melynek e különös tulajdonát a hinduk Azsiában már régóta ismerik. Továbbá, ha két különmemű fémet összeforrasztanak p. o. ha egy könyökbe hajtott rézhuzalt két végével hozzáforrasztanak egy antimon-rudacska két végéhez, s az egyik forrasztási helyet melegítik: oly villanyáramlás indul meg, mint a különmemű testek érintkezésekor; ha pedig e forrasztási helyet hűtik, az áram iránya megfordul (vagyis az igenleges meg nemleges sark fölcserélődnek). Az így keltett villanyosságot hővillanyosságnak nevezik.

Minél nagyobb a forrasztási helyeknek hőmérsékbeli különbsége, annál erősebb a villanyáram. Valamint az érintkezési villanyosság fejlesztésére vannak Volta-féle oszlopok, azonképen vannak úgynevezett hővillanyos-oszlopok is, melyekben a forrasztási helyek hőkülönbsége indítja a villanyos áramlást; névszerint fölváltva antimon és bizmut rudacskákat forrasztanak egymáshoz, s míg például az 1-ső, 3-dik, 5-dik stb. forrasztási helyeket jéggel hűtik, a 2-dik, 4-dik, 6-dik stb. forrasztási helyeket forró vízzel melegítik. — Hővillanyos áramlások gerjednek földünkön is, melynek felülete, a nap különböző állása szerint, különböző hőmérsékű.

3. Mióta vannak eszközök, melyek segélyével az igen gyenge villanyáramoknak is nyomába lehet jöni: nevezetes tüneményeket vigyáztak meg, melyek két-

ségtelenné teszik, hogy a növények meg állatok, a mint élődnek, egyúttal villanyosságot is gerjesztenek. Így például, ama finom eszközök már villanyos áramot jelentenek, hacsak ujjunkat görbítjük meg; izmainknak legcsekélyebb összehúzásánál villanyosság fejlődik.

Vannak vízi állatok (villanyos angolnák, sajgóczok), melyek tetemes villanyosságot bírnak kifejteni, elannyira, hogy villanyos ütésekkel a lovat is leverik lábáról.

4) Végre bebizonyult az is, hogy a testek vegyítkezésénél, halmozatuk változásánál (p. o. az elgőzölgésnél, szintúgy a gőzök leverődésénél) villanyosság fejlődik. Vannak továbbá testek, melyek már csekély nyomás következtében villanyosakká válnak, meg mások, melyek villanyosak lesznek, mihelyt fénysugarak érik.

Alig történhetik tehát a testekkel változás, hogy egyúttal villanyosság ne fejlődne.

94. §. *A légkör villanyossága; a villámhárító.*

A leghatalmasabb villanyszikra a villám. Gépeink lábnyi hosszú, perczegő szikrája csak gyenge képe a fellegek szikrájának, mely mértföldekre csap s melynek útját légrázó dőbörgés kíséri. Hogy a viharfelleg csakugyan villanyosságot rejt méhében, föleresztett papírsárkánnyal nyilván kimutatható; a sárkánynak rézhegye van, s földig érő zsinege szintén rézhuzallal van körülfonva; e jó villanyvezetőn a felleg villanyosságát levezeti, s a végire függesztett rézgombból szikrákat lehet pattantatni. Az amerikai Franklin volt első, ki a múlt század közepe táján ezt megkíséرتette.

A légkör nemcsak viharok alkalmával, hanem mindenkor többé-kevésbbé villanyos; e villanyosságot különböző források szolgáltatják, neveztesen sok villanyosságot fejleszt a tengerek gőzölgése, meg viszont a párák hirtelen meghűlése, lecsapódása.

Képzeljünk egy igenleges villanyossággal rakodott felhőt: ez a szomszéd fellegekben, a földi tárgyakban (kivált a közelebb esőkben, a csúcsos, hegyes tárgyakban s a jobb vezetőikben) elválasztja a villanyosságot: a nemleget vonzza, az igenleget taszítja. A szomszéd fellegek vagy földi tárgyak felületén tehát meggyül a nemleges villanyosság; ez, meg ama felhő igenleges villanyossága, egyesülni törekшенek. Már ezen egyesülés történhetik

vagy csendesen, kölcsönös kiáramlás által, — s innen ered, hogy olykor sötétben a hajóárbo-czok ormán, fák, tornyok csúcsain stb. sugárnyaláb mutatkozik; ezen villanyos fénylést *Illés tűz* ének nevezik;

vagy pedig hirtelen, erőszakosan, szikra alakjában, — s ez a villám. A villámot roppant gyorsaságánál fogva nem szikrának, hanem cikázó fényes vonalnak látjuk; ezen meg nem ütközhetünk, hiszen a hirtelen körülcsóvált üszök is fényvonalnak látszik. A szikra áthatítván a levegőt, ezt nagy erővel megrezgeti: ezen rezgésektől ered a dörgés, mely a villám hosszú útja mentében támadván, s azonkívül a felhőktől, hegyektől stb. visszaverődván, gyakran hosszú dörgéssé válik; ellenben, ha a villám közel hozzánk sújt, hirtelen, erős csattanásként hallatszik.

Ha a villámcsapások gyengék, vagy a láthatár alatti villámoknak csak viszfényét látjuk, ezen jobbára nyári estéken mutatkozó tüneményt, melynél dörgés nem hallatszik, villanásoknak vagy száraz villámnak nevezzük.

A mondottakból kitűnik, hogy a villám kivált a magas, csúcsos tárgyakat (sziklákat, fákat, tornyokat) s a jó vezetőket (fémeket, nedves levegőt, füstöt stb.) keresi; azért égiháború alkalmával nem tanácsos futni, mi által párolgásunk, tehát a nedvesség növekszik, nem jó sok emberrel együtt lenni,

vagy a konyhában mulatni, kivált ha tűz ég, vasrácsoknál stb. tartózkodni, vagy harangok, magas fák, épületek közelében keresni menedéket. A villám romboló ereje ismeretes: embert, állatot lesújt (vannak példák, hogy egyetlen villámcsapás egész nyáját megölt), fákat, födeleket szétrombol, sőt meggyújt, fémeket megolvaszt stb.

A villámhárítóknak vagy villámfogóknak, melyeket szintén Franklin talált volt fel, az épen a célja, hogy a villámot fölfogják s le a földbe vezessék, az által tehát a környezetet a csapástól megóvják. Villámhárítóként azért hosszú vasrudakat használnak, melyeknek hegye — hogy rozsdane fogja — meg van aranyozva; a rúd legalább 3—4 lábnyira emelkedjék az épület legmagasb részei fölé. A rúdtól le a földre s néhány lábnyira be a földbe jó vastag vaspánt vagy vashuzal visz (a rézhuzal még jobb), mely aztán a rúd által fölfogott villanyos szikrát levezeti a földbe. Az ily rúd azonban csak kis területet óvhat meg a villámtól, azért egyetlen villámfogóval kevés épület érheti be.

III. F E J E Z E T.

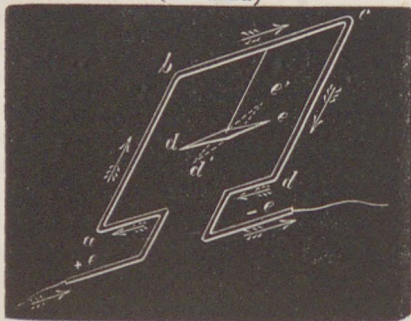
A delejesség s villanyosság kölcsönös hatásai.

95. §. *A villany-áram hatása a delejre.*

Hogy a villanyosság hatással van a delejre, már régebben tapasztalták, nevezetesen a hajósok: hajókon t. i. melyekbe villám sújtott, a delejtű nem maradt többé a rendes irányban. E hatásokat azonban csak 1820-ban vigyázta meg élesebben Oerstedt dán tudós. Az idevágó tűneményeket villanydelejes tűneményeknek nevezik, s ezek között egyik az, hogy a villanyáram a delejtűt eltéríti; ezt következő módon lehet szemléltetni:

Egy négyszögüre görbített erős rézhuzalnak $abcd$ -nek (95-dik ábra) egyik végét a villany-üteg igen le-
ges, másik végét pedig nem le- ges sarkával kötjük össze, úgy hogy az áram (t. i. az igen le- ges áram) a nyilak által jelölt irányban fut a -tól b -ig fölfelé, innen c -ig s meg ismét c -től d -ig lefelé. E négyszög közepett lebegjen de delejtű, melynek éjszaki sarka e ; a négyszöget is úgy állíthatjuk, hogy bc oldala délről éj-
szak felé néz, tehát a delejtűvel egyenközű. Alig indul

(95. ábra)



meg a villany-áram, már is a delejtű félrecsap, még pe-
dig úgy, hogy éjszaki vége nyugot felé, tehát
balra tér. A törvényt, mely szerint az eltérés törté-
nik, következő módon tarthatjuk meg: ha a nyilak irá-
nyában, azaz : az igen le- ges áram irányában
úszó embert képzelünk, ki arczával a delejtű felé for-
dúl, ezen úszónak balkézt tér el mindig a de-
lejtű éjszaki vége.

Négyszögünk alsó felén d mellett az áram éjszak-
ról délnek tart, tehát ellenkező irányban, mint felső ré-
szén bc -ben; de egyszersmind a delejtű alatt mozog,
míg bc -ben a delejtű felett mozgott; képzeljük d
mellé úszó emberünket, arczával a delejtű felé, s látjuk,
hogy a kimondott törvény értelmében az áram itt is
nyugot felé téríti a tű éjszaki végét, tehát ugyanoly
irányban, mint felső futásában bc -ben. E szerint az ily

áram, mely a delejtűt megkerüli, kettős erővel téríti el ugyanazon irányban a delejtűt.

Minél erősebb a villanyáram, annál erősebben csap félre a delejtű. Ennélfogva a delejtű igen alkalmas szer, hogy eltérése irányával a villanyáram irányáról, s eltérése nagyságával a villanyáram erejéről tudomást szolgáltatasson.

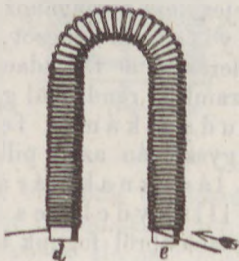
Ha az *abcd* rézhuzal helyett hosszabbat veszünk, s ezt nem egyszer — mint fölebb — hanem 2-szer, 3-szor stb. tekerítjük a delejtű körül: akkor az áram is 2-szer, 3-szor stb. kerüli meg a tűt, s a delejt ennélfogva erősebben téríti el. Ily módon, hosszú rézhuzallal sokszorosan körülfogott delejtűt aztán sokszorozónak vagy galvánmérőnek hívnak, mert az áram hatását sokszorozza, s arra szolgál, hogy a különben gyenge áramnak jelenvoltát is hírül adja a delejtű eltéréseivel. Ily eszközökkel derítették ki például, hogy az izmok összehúzásánál is villanyáram keletkezik, miről fenebb szólottunk.

96. §. A villanyáram delejesítő hatása.

Tudjuk, hogy a puha vas a delej közelében maga is delejjé válik; hasonló hatással van a villanyosság is: a villanyáram a puha vasat delejjé változtatja.

A 96-dik ábrában látunk egy puha vasból készült patkót — szokásos alakja a delejeknek —; körül-körül rézhuzal van tekergetve, melynek két vége a villanyüteg két sarkával van kapcsolatban, úgy hogy az áram többszörösen körülfutja a patkót. Hogy az áram a rézhuzal mentében maradjon, e huzal selyemmel van körülfontva, mely, mint tudjuk, rossz villanyvezető. A mint az áram megindul, a patkó erő

(96. ábra.)



delejjé válik; a mint az áram megszűnik, a patkó is elveszti delejességét. Az ily delejeket villanydelejeknek, elektro-magneseknek nevezik.

A törvény itt is az, hogy a delej éjszaki sark a c , az igenleges áramtól balra képződik, azaz: ha rajzunkban a nyíl — tehát az igenleges áram — irányában úszó embert képzelünk, ki a patkó felé fordult arczezal úsznék a patkó körül a huzal mentiben: ezen úszótól bal kézt támad az éjszaki sark c , jobb kézt pedig a déli sark d .

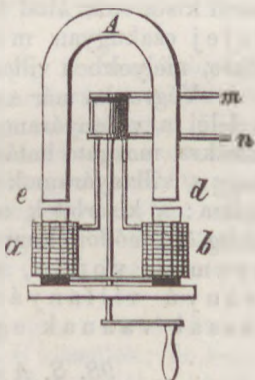
Villanydelej segítségével egy pillanat alatt nagy távolságban mozgást idézhetünk elő. Mert gondoljuk csak, hogy ama patkó például Pozsonyban függ, a körötte tekerődő rézhuzal pedig két ágával leér Pestig; egyik ága vagy vége a villanyüteg igenleges, másik vége annak nemleges sarkához van kapcsolva: ekkor a pesti ütegben fejtett villanyáram elindul az üteg igenleges sarkától, halad Pozsonyig, ott körülfutja a patkót s visszatér Pestre az üteg nemleges sarkához. Midőn így a láncz zárva van, a patkó delejességgel bír. Ha ellenben a lánczot megszakítom, például a huzal egyik végét eltávolítom az üteg sarkától, a villanyáram is megszűnik s ezzel a patkó is elveszti delejességét. Ha már most a pozsonyi patkó közelébe vasrudacska van helyezve, ezt Pestről kényeem szerint mozgathatom; mert, ha zárom a lánczot, a patkó delejes lesz s magához rántja a vasrudacska; ha megnyitom a lánczot, a patkó elveszti delejességét s elereszti a vasrudacska. Minthogy pedig a villanyáramlása rendkívül gyors, Pozsonyban ama vasrudacskának felrántása vagy eleresztése úgyszólván azon pillanatban esik meg, mint Pesten a láncznak zárása megnyitása. Ez alapja a villanydelejes távirónak, melyről alább még közelebbről fogunk beszélni.

97 §. *A delejnek villanyáramot indító s mozgató hatása.*

A villanyáram, midőn akár megered akár megszűnik, a közellevő vezetőben villanyáramot indít: ugyanazon hatással van a delej is. Gondoljunk egy kis üres fahengert vagy facsövet, mely körül selyemmel befont rézhuzal van gombolyítva; ha e facsóbe hirtelen delejt tolunk, a rézhuzalt pillanatnyi villanyáram járja át, ha meg a delejt hirtelen kihúzzuk, megújra pillanatnyi villanyáram járja át, de az előbbivel ellenkező irányban. Amaz első áramnak iránya olyan, hogy a betolt delejnek éjszaki sarka jobbkézt esik az úszótól, kit az áramban, arczczal a delej felé fordúlva gondolunk; a delej kihúzásakor tehát az áram iránya olyan, hogy a delej²éjszaki sarka balra esik az úszótól.

A delejjel igen erős áramokat indíthatni, s erre következő készülék szolgál (97-dik ábra): *A* erős patkódelej, melynek éjszaki sarka *e*, déli sarka *d*; alatta két facsó látható *a* meg *b*, mind-

(97. ábra.)



egyikbe puha vasrúd van erősítve, maga a facsó pedig sűrűen rézhuzallal körületekergetve, melyeknek végei fölfelé szolgálnak s azután *m* meg *n* rézhuzallal jönnek kapcsolatba. A mint az *a* meg *b* vasai a delejnek *e* meg *d* sarkaival szembe jönnek, delejek kélválnak s a köröttük tekerődző huzalban villanyáramot indítanak (mintha delejeket toltunk volna a csövekbe); ha ellenben az *a* meg *b* csöveket e helyzetökből kimozdítjuk, a vasak távolodván a delejsarkaktól, elvesztik delejességöket, s ekkor újra villanyáramot indítanak (mintha a delejeket kihúztuk volna a csövekből). Ha már most az

alúl látható fogantyú segélyével az a meg b csöveket körülforгатjuk: ezek egymásután jönnek szembe a delejsarkakkal, meg újra eltávoznak tőlök, úgy hogy a vasrudak hirtelen egymásután kapják s veszti delejességüket, az indított villanyáramok tehát nagy hirtelenséggel érik egymást. Ezen hirtelen egymást érő, szinte szakadatlanul látszó villanyáramok az m meg n huzalokba jutnak, s ha ezek fogantyúit egy-egy kezünkbe kapjuk, hogy az áramok testünket járják át, oly rázkódtatást érzünk, melynek ereje a közönséges villanyütegek ütéseit messze felülmúlja.

Az ekképen indított áramok orvosi használatra igen alkalmasok.

Tekintsünk most kissé vissza e nevezetes tüneményekre; láttuk hogy a villanyáram delejességet és viszont a delej villanyáramot képes gerjeszteni; láttuk, hogy a villanyáram mozgató hatással van a delejre, — vajjon nem kell-e gondolnunk, hogy viszont a delej is mozgató hatással van a villanyáramra? Valóban úgy is van; többszerű kísérletek által bebizonyított, hogy a mozdulatlan delej csakugyan mozgató hatással van vezetőkre, melyekben villanyáram kering.

Végre, ha már a villanyáram a delejre, és viszont a delej a villanyáramra, úgy szintén a delejek egyik a másikra mozgató hatással vannak, következtetni lehet, hogy a villanyáramok is hasonló hatással vannak egymásra: a kísérletek csakugyan ezt is igazolják, még pedig oly módon, hogy: az egyirányú villanyáramok vonzó, az egymással ellenkező irányú villanyáramok pedig taszító hatással vannak egymásra.

98. §. A villanydelejes táviró.

Távirónak nevezik az oly készüléket, melynek segítségével nagyobb távolságokba is hamar lehet közleni, tudatni a dolgokat. A hegyeken gyújtott tüzek

tehát, melyek például az ellenség jövetelét jelentik, szintén távirók. Igen használatos volt előbb azon mód, hogy egy álló gerendára jókora rudakat alkalmazva, ezen mintegy karoknak különféle állásával jelentették a közlendőket: mindenik betünél más-más állásba kerültek e rudak; a hajókon a különböző rendben s módon felhúzott lobogók szolgálnak a messzire való beszélgetés eszközéül; de e táviróknak nagy bajok az, hogy sötétben, ködös időben hasznavehetlenekké válnak. A villanydelejes táviró, — az újabb időknek egyik legfontosabb találmánya — nem szenved e bajban, s a mellett gyorsaságra nézve páratlan. Illik, hogy berendezését legalább főbb vonásaiban ismerjük.

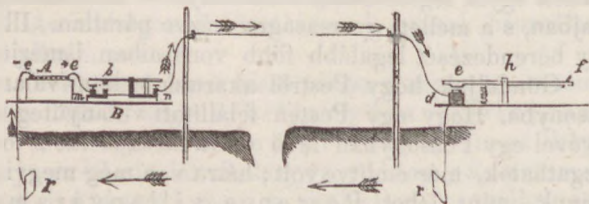
Gondoljuk, hogy Pestről akarunk tudatni valamit Pozsonyba. Hogy egy Pesten felállított villanyüteg segítségével egy Pozsonyban levő vasrudacsját ide s tova mozgathatok, már említve volt; hátra van még megvizsgálunk, mint lehet Pesten a villanyáramot hirtelen majd megereszteni, majd megszüntetni, mire való Pozsonyban ama vasrudacska mozgása, s mint vezetik az áramot Pestről Pozsonyba meg vissza.

1) Az áram Pesttől Pozsonyig rézhuzalokon halad, melyek magas gerendákra vannak feszítve (98-dik ábra), vagyis inkább a gerendákon megerősített üvegcsékre (hogy az áram a huzalból ki ne vezettessék). Visszafelé nem szükség, hogy huzal legyen, a föld ugyanis jó villanyvezető, s ha Pesten meg Pozsonyban a huzallal kapcsolatban levő rézlemezeket r -t meg r -t ásnak le a földbe, ez elegendő, hogy az áram Pest-Pozsonyt megkerülhesse!

2) Az áramnak váltva megeresztésére s megszüntetésére szolgál a B készülék; de hogy ezt érthessük, előbb az áramot kell körútjában követnünk: kiindulása van az ütegnek A -nak igen leges sarkában, honnan a B készülékbe kerül; ez deszka, melybe sárgaréz csíkok szolgálnak a villanyáram útjául

(ábránkban ezek feketén vannak jelölve); az áram tehát halad m sárgaréz-oszlopkába s egész a b rézbillentyű alatt levő csapig; ha a b billentyűt lezorítjuk, hogy e csaphoz érjen, az áram haladhat n oszlopkáig s innen aztán a gerendák mentében a nyilak irányában Pozsonyba. Itt egy puha vasdarabot rejtő facső d körül kanyarogva végre lejut a földbe ásott rézlemezig r -ig, s ettől a földön keresztül a nyilak irányában vissza a pesti réz-

(98. ábra.)



lemezig r -ig, innen pedig az ütegnek A -nak nem legegés sarkához. Az áramnak e körfutása teljes, ha a b billentyű le van szorítva; de ha rendes állásában van (mint rajzunk mutatja), akkor e kis közön — a billentyűgomb meg az alatta levő csap között — meg van szakítva a vezeték, az áramlás tehát meg nem lehet. E szerint ha a b -t lebillentem, meg ered az áram; ha a b -t visszaeresztem, megszűnik az áram; valamíg a billentyűt lezorítva hagyom, tart az áram.

3) Lássuk, mi történik Pozsonyban; a mint Pesten az áramot megeresztek, ez a d facsövet körülfutván, az ebbe helyezett puha vasat delejje változtatja, e delej magához rántja a h -ban forgó vas emeltyű egyik végét e -t, úgy hogy másik vége f fölbillen; de ezen végére tompa tű vagy tűske van alkalmazva, mely tehát fölbillentében pontot nyom a vele szemben levő papiros csíkra. Valahányszor tehát Pesten a b billentyűt megütik (hogy a csaphoz érjen), mindannyiszor Pozsonyban a tűske felbillen s pontot nyom a

papírcsíkba; a mint Pesten a billentyűt vissza-eresztik, Pozsonyban is megszűnik a delej hatása s a tüske visszaesik. A papírcsík egy folytonosan forgó hengerre van tekergetve, úgy hogy ha a tüske több ideig nyomódik a papíroshoz, ezen — minthogy tovább meg tovább vonúl — nem pontnak, hanem vonalnak nyomát hagyja. Ha tehát Pesten a billentyűt több ideig tartják leszorítva, Pozsonyban a tüske vonalat nyom a papírcsíkba. Ezen pontok meg vonalak, különböző módon egymás mellé rakva, képezik a táviróbeli *abc*-t. A villanyáram rendkívüli gyorsaságánál fogva Pozsonyban a tüske csaknem azon pillanatban billen fölfelé, melyben Pesten a billentyűt megütik.

A táviró huzalai nemcsak a műveltebb szárazföldeket hálózják be, hanem tenger által elválasztott országokat is kapcsolnak már össze. A tengerbe sülyesztett huzalok erősek, s jól körül vannak burkolva rossz villanyvezető anyagokkal, nehogy az áram a vízbe vesszen. Ily összeköttetésben vannak többek közt Angol- meg Franciaország, Európa déli meg Afrika éjszaki partjai. Nem régiben Angolország s Amerika közt is sülyesztettek táviró-huzalt az atlanti tengerbe, de ez alig szolgáltatott egy-két távirati sürgönyt, már is valamikép megromlott, s mostanáig sines helyre igazítva.

99. §. Visszapillantás.

A delejes és villanyos tűnemények sarkias tűnemények, azaz: az éjszaki meg déli delejesség, úgy szintén az igenleges, meg nemleges villanyosság két sarkon tűnik fel, mint sarkalatos ellentétben álló két erő nyilatkozik. E két rendbeli tűnemények sokban egyeznek, nevezetesen:

A különnevű delejességek vonzzák, az egynevűek taszítják egymást, — szintúgy vonzzák egymást a különnevű s taszítják egymást az egynevű villanyosságok is. A de-

lej a vasban elválasztja, azaz felkölti a de-lejességet, — szintúgy a villanyos test is elvá-lasztja vagyis felkölti más testekben a villa-nyosságot.

De kölcsönös hatásaik is szembeszökők: a villanyos áram a vezetőkben villanyáramot indít — ugyanazt teszi a delej is; a villany-áram delejjé változtatja a puha vasat, — ugyanezt teszi a delej is; a villanyos áram mozgató hatással van a villanyos áramra, — ugyanily hatással van a delej is.

Mindezeknél fogva a villanyos meg delejes tüne-ményeket közelrokon tüneményeknek tartjuk, s azt hisszük, hogy karöltve járnak mint a fény- meg hő-tü nem é ny e k. Igaz, hogy a delejességnek látszólag szűkebb a köre: de az újabb kor tapasztalataiból már is következtethető, hogy a delejes tünemények csak oly általánosak mint a villanyos tünemények.

Tekintve a villanyosság forrásait, úgy találjuk, hogy az úgyszólván a testeknek minden változásánál fejlődik: dörzsölés, érintkezés, nyomás, a halmozat változása, megvilágítás, melegülés vagy hűlés, növények meg állatok élődése, megannyi változások, melyek a villa-nyosság fölgerjedésének alkalmúl szolgálnak. Másrészt maga a villanyosság is majd a testek felbontásá-ban, majd mint hő, mint fény nyilatkozik. Bizo-nyos tehát, hogy közvetlen hatással van a tes-tek legapróbb részecskéire s a lebre (ha ugyan a lebrezgései szolgálnak a fény- és hőtüne-mények alapjául); bizonyos, hogy viszont a lebrezgé-sei, a testek legapróbb részecskéinek vál-tozásai alkalmasok arra, hogy villanyosságot gerjesszenek.

Ezeknél fogva azon vélemény kezd erőre kapni, hogy a villanyos s ezzel együtt a delejes tüne-ményeknek is bizonyos rezgések szolgálnak alapúl, rezgések, melyekben a lebre részecskék stána tes-tek legapróbb részecskéi is részesülnek.

Hogy e téren sok még a rejtélyes, a kimagyarázatlan, nem csodálhatjuk, ha csak azt az egyet vesszük is fontolóra, hogy a delejesség s villanyosság számára nincs külön érzékünk, mint van például fülünk (hallásunk) a hangra, szemünk (látásunk) a fényre. Mindamellett büszkén mutathatni a fényes eredményekre, melyeket legújabb időkben az emberi elme éleslátóságával, ernyedetlen fürkészésével kivívott: amott megfogják, letartóztatják a felhők pattanó szikráját, itt megindítják a rohanó villanyáramot, hogy legyen a föld leggyorsabb futára, hírhordója, vagy nekieresztik a testeknek, hogy bontsa fel és válaszsza ki azon részeket, melyeknek idomításul kell szolgálni. A hol néhány év-tized ennyit termeti, a legközelebb jövőtől is sokat várhatni.

100. §. Általános visszapillantás.

Befutottuk immár a természettan mezejének könnyebben érhető vidékeit: nem lehetett itt célunk a rejtettebb helyeket is felkutatnunk. De már azon kevés is, mit ezen mi szükre mért pályánkon összegyűjthettünk, a természetnek egységes felfogására vezérelhet; nevezetesen:

A testeknek valamennyi változásai, valamennyi természeti tünetmények mozgásban vagy legalább mozgásra való törekvésben jelentkeznek; az égi testek keringése, a testrészcscskék egyesülése és szétbomlása, a hang, hő, fény, delejesség s villanyosság tünetenyei, megannyi mozgási jelenségek. Az utóbbiaknál a testek legapróbb részeinek s a világot mindenfelé átható lebnek képzelhetlenül apró és gyors rezgései képezik a mozgást.

A mozgást erők indítják; ha az erők egyensúlyban vannak egymással, ered a nyugalom; ánde az erőknek sokszerű, örökös munkálkodásánál fogva tartósabb nyugalom a természetben alig gondolható. Ha pedig fontolóra vesszük, mily

szoros kapcsolatban vannak a tünemények, mint indítja, gerjeszti egyik erőnyilatkozat a másikat, mint jelentkezik egyazon erő a legkülönbözőbb módon (p. o. a meleg mint munka, a villanyosság mint meleg, mint vegybontó erő stb.): hajlandók vagyunk fölvenni, hogy valamennyi tünemény egyetlenegy alaperőnek sokszerű, különböző alakban való nyilatkozata. Ezen alaperőnek mondhatjuk pedig azt, melylyel vonzás meg taszítás képében minden lépten-nyomon találkozunk.

Ezen erők hatásait, vagy, ha szabad úgy mondanunk, ezen alaperő sokszerű hatásait, a legapróbb testecske is valamint folytonosan érzi, úgy más testekkel is szünetlen érezteti. A porszem, látszólagos nyugalomban is folyton vonzódik a földhöz, s e szerint nyom az alatta levő tárgyakra; folyton melegszik vagy hűl, s ehhez képest tágul vagy összehúzódik, egyúttal pedig sugárzás és vezetés által tovább is szolgáltatja a hő kisebb-nagyobb mértékét; folyton több vagy kevesebb fényt sugároz vissza, nyel el, vagy ereszt át; ennyi változás pedig bizonyosan nem jár villanyosság gerjesztése nélkül; — és csak egy kis mozzantás kell, hogy e porszemecske megregeesse a környezetet s hangzás által is tudassa jelenlétét.

Az erők munkálkodása öröktől rendelt, változatlan törvényekhez van szabva. Ezen törvényeknek kiderítése, a sokszerű tünemények lánczolatának, kapcsolatának kipuhatólása, — ez a természettan végső feladata. Hogy emberi eszüinkkel e törvényeket csakugyan ki is deríthetjük, oda mutat, hogy e törvények észszerűek, egyúttal pedig azon benső meggyőződést kelti, hogy mind az anyagi mind az erkölcsi világnak egyazon véghetetlen tökéletességű ész szabta meg összhangzatosan törvényeit.

NÉV- ÉS TÁRGYMUTATÓ.

A.

Lap

Anyag	2
Áramlás (légtben s vízben)	114
„ villanyos	202
Aránysúly	38
Archimedes	61
„ elve	61. 70
Árnyék	136
Áthatlanság	2
Átlátszóság	134
Atmosphaera	66
Atom	18
Átszivárlás	60
Azot	20

B.

Barometer	68
Becsés szöge	54. 140. 146
Benyelés (beszívás)	17
Benyelése a fénysugaraknak	134
Benyelése a hősugaraknak	116
Biztosító szelep	111
Bramaféle sajtó	75
Búvárharang	6

C. Cs.

Lap

Camera obscura	172
Charles	70
Chemia	18
Chladni	93
Conductor	199
Cseppesülés	105

D.

Daguerre	173
Daguerreotypia	173
Davy	121
Delej	184
Delejessége a földnek	190
Delejesítés	185
Delejtű	186
Déliabáb	155
Dér	128
Diaphragma	169
Dörzsölődés	27
Dörzsvillanygép	198

E.

Echo	86
Egyenlítő (delejes)	190

	Lap		Lap
Egyensúlya az erőknek	34	Forrás	103
Egyensúly (biztos vagy állékony)	41	Forrpont	99. 104
Egyensúly (ingatag vagy esékeny)	41	Főáram (villanyos)	209
Egyensúly (közönyös)	42	Fősugár	141. 162
Egyszintessége a víznek	57	Franklin	211. 213
Együtthangzás	92	Fúvó	71
Elégés	119	Függélyes	37
Elektricitás	191		
Elektro-mágnes	215	G. Gy.	
Elemek (vegyi)	21	Galilaei	73. 172
Elem (Volta-féle)	203	Galvani	201
Eleny	21. 119	Galvanizmus, galvánság	202
Elszigetelők	194	Galvánmérő	215
Elválasztás (villanyos)	196	Galvanoplastika, galván- idomásmutat	207
Emeltyű	28	Gay-Lussac	71
Endosmose	60	Gáz	105
Eredő	32. 34	Gáz (világító)	70. 119
Eres-hártya	174	Gép	28
Erő	2. 25	Gócz	144
Erő (középfutó)	51	Górcső	166
Erő (rúgó, feszítő)	12	Gőz	105
Erőssége a szilárd testek- nek	10	Gőzgép	107
Esés (szabad)	42	Gravitatio	36
Esés (a lejtőn)	45	Guerike	77. 198
Esetfüggély	146	Gyorsaság	24
Eső	129	Gyorsasága a fénynek	137
Éther	181	" a hangnak	84
		Gyorsasága a hangrezgé- seknek	91
F.		Gyorsasága a villanyosság- nak	201
Fagyás	103	Gyorsulása az esésnek	43
Fagypont	99	Gyűpont	144. 162. 165
Feeskendő	73	Gyurmássága a szilárd testeknek	11
Felhő	71. 129	Gyútáv	162
Fény (éjszaki s déli)	191	Gyútükör	144
Fény (villanyos)	206	Gyűjtő (villanyos)	199
Fénymérés	139		
Fényrajzolás	172	H.	
Fénysugár	135	Hajcsővesség	59
Focus	144	Hajítás	49
Fonessor	199	Hajtalék	50
Forgás	24		
Forgószél	125		

	Lap		Lap
Haladás	24	Kompasz	189
Halmazat	3. 8	Korom	120
Hangábrák	93	Köd	71. 128
Harmat	126	Köenny	19
Herschel	172	Közeg (ellenálló)	26
Hideg (mesterséges)	102	Közeg a hangnak	83. 88
Hintázat	47	Középerő	32. 34
Hó	130	Közlő-cső	58
Holdfogyatkozás	136	Kristály	14
Horizontál	57	Kristály-lencse	175
Hőfoghathóság	116	Kút (artézi vagy fúrott)	59
Hőfok	100	Kút (szökő)	59
Hőmérő	99		
„ Celsius-féle	100		
„ Reaumur-féle	100		

L.

Hősugárzás	112. 115	Lámpa (biztosító)	121
Hővezetés	112. 113	Láncz (Bunsen-féle)	204
Hővillanyosság	210	„ (Volta-féle)	203
Hullám (fény)	179	Láng	120
Hullám (hang)	83	Lappangó hő	102. 104
Hullámozás	24	Lapultsága a földnek	44. 52
Hydrogén	19	Látás	175
Hygrometer	127	Látideg	175
		Látszerék	158
		Látszög	159
		Láttáv (tisztá)	159

I. J.

Ideghártya	175
Illés tüze	212
Inga	46
Inga (villanyos)	192
Iránytű	189
Iris	175
Jégeső	131
Jegőczök	14

K

Kémény	120
Kepler	172
Keverék	17
Kiegyenlítés (villanyos)	197
Kitágulása a csepegősöknek	98
Kitágulása a szilárdaknak	97
„ a terjengősöknek	100
Kitartósság	26

Leb	181
Légeny	20
Lég fészereje	65
Léghajó	70
Légkép	143. 163
Légkör	66
Légsúlymérő	68
Légszivattyú	76
Légtükrözés	155
Lencse (domború vagy gyűjtő)	160. 162
Lencse (homorú vagy szóró)	160. 165
Lencse (színtelenítő)	161
Likacsok	7

M.

Machina	28
Mágnes	184

	Lap
Massa	2
Materia	2
Megkötés (villanyos)	196
Megnedvesedés	16
Mellékáram (villanyos)	209
Merevsége a szilárdaknak	11
Mérleg	30
Messzelátás	164
Montgolfier	70
Mozgás	23
Mozgatás (villanyos és delejes)	218
Munka	28

N. Ny.

Nagyítás	167
Nagyító	166
Nap	117
Napfogyatkozás	136
Nedvmérő	127
Nehézkedés	36
Newton	36 172
Nitrogén	20
Nyomás	118
Nyomása a légnek	67. 68
Nyomás (elterjedése a vízben)	55
Nyomás (az edény oldalára s fenekére)	57
Nyomás (fölfelé)	61
Nyugalom	23

o. ö.

Oersted	213
Oldat	16
Olvasás	101
Óra (ingás)	48
Oszlop (Voltaféle)	203
Oszlop (hővillanyos)	210
Oszthatóság	4
Oxygén	21
Összenyomhatóság	5
Összeszáradás	98

	Lap
Összetartás	8
Öv (forró, mérsékelt, hideg)	122

P.

Palaczk (leideni)	200
Pápaszein	164
Pára	105
Parány	18
Passátszél	125
Perspectiva	171
Photographia	172
Photometria	139
Piroság (hajnali s alko- nyati)	154
Pótszínek	150
Pupilla	175

R.

Resonantia	92
Részecskék	5 8
Rezgés	24
Rezgés (hang)	82. 89
Rezgés (fény)	181
Rezgés (villanyos és de- lejes)	222
Rezgés-csomó	93. 178
Röperő	51
Rövidlátás	166
Ruganyosság	12
Rúgó	13

S. Sz.

Sarkok	24
" (delej)	185. 190
" (villanyos)	203
Sokszorozó	215
Sötét kamra	172
Stephenson	107
Sugártörés (a légkörben)	155
Súly	37
Súlypont	39

	Lap		Lap
Surlódás	27. 118	Test (terjengős, lég- vagy gáznemű)	3. 64
Süpmérleg	63	Thermometer	99
Sűrűség	8	Torlódása a hangnak	93
Szaruhártya	174	Torlódása a fénynek	178
Szél	101. 124	Tömeg	2
Szem	174	Tömöttség	8. 38. 63
Szemcsalódás	177	Törése a fénynek	146
Szemcsillag	175	Törése a hősugaraknak	151. 162
Szemfehére	174	Törés szöge	146
Szemfény	175	Törvény	2
Szemüveg 164. 166. 168.	170	Tubus	169
Szétszóródása a fénynek	140	Tükör (domború)	145
Színe az égnek	153	Tükör (homorú v. gyűjtő)	143
Színe a tárgyaknak	151	Tükör (sík)	140
Színek (szivárvány)	150	Tünemény	2
Színszóródás	149		
Szivárvány	157		
Szivárványhártya	175		
Szivattyú	72		
Szócső	87		
Szürkület	153		

T.

Támaszlap	40
Tapadás	15
Tárgyüveg	167. 169
Taszítás (delejes)	187
Taszítás (villanyos)	192. 194
Taszítása a részecskéknek	9
Távcső (csillagászati)	169
Távcső (földi)	171
Távcső (hollandiai vagy Galileiféle)	171
Távíró (villanydelejes)	216. 218
Teleskop	169
Telültsége a párának	126
Térfogat	2
Természet	1
Természettan	22
Test	2
Test (alaktalan)	15
Test (csopegős)	3. 55
Test (szervetlen és szerves)	14
Test (szilárd)	3

U. Ű.

Űzás	62
Űteg (Bunsenféle)	204
Űtés (villanyos)	201. 205
Űtközés	53
Űveg (gyűjtő vagy égető)	162
Űveghasáb	148
Űveglencse	160
Űvegnedv	175

V.

Vegytan	18
Vegyhbontás (villanyos)	206
Véreső	130
Világítás	134. 137
Villám	211
Villámhárító	213
Villanás	212
Villanydelej	215
Villanydelejesség	213
Villanyosság (érintkezési)	201
Villanyosság (igenleges, nemleges)	195
Villanyosság (indított)	209. 217
Villanyszikra	192. 197

	Lap		Lap
Villanyvezetők	193	Volta	201
Visszatükrözés	140	Vonzás (delejes) . . .	185. 187
Visszaverődés (általában)	54	Vonzás (vegyi)	17
Visszaverődése a fénynek	139	Vonzás (villanyos) . .	192. 194
Visszaverődése a hangnak	85	Vonzása a földnek . . .	35
Visszaverődése a hősuga-		Vonzása a részecseknek	9. 15
raknak	115. 144		
Visszaverődés szöge . . .	140		
Visszaverődés (teljes) . .	147		
Viszhang	86		
Víz (alkatrészei)	21		
Vízhűtő edény	107		
Víznedv	175		
Vízi puska	73		
Víz-sajtó	75		
Vízszintesség	37. 57		

W.

Watt	107
Wollaston	4

Z.

Zengés	89
------------------	----



MTA
KIK



0 00007 84307 5

669.8
1961

BRITISH
LIBRARY
100-100-100