

CSENDŐRSÉGI KÖNYVTÁR

SZERKESZTI

MIHÁLYFALVY I.



Természet
Titkaiból

Ájánlva a csendőrségi felügyelőség által.

CSENDŐRSÉGI KÖNYVTÁR.

Szerkeszti :
MIHÁLYFALVY I.

Előfizetési díj:
Egész évre 10 K. Félévre 5 K.
Havonta 1 kor.

Szerkesztőség és kiadóhivatal : VIII., MAGDOLNA-UTCZA 43.

A TERMÉSZET TITKAIBÓL

VONZÓERŐ
DELEJESSÉG
VILLAMOSSÁG



BUDAPEST, 1904.

NYOM. LIPINSZKY ÉS TÁRSA KÖNYVNYOMDÁJÁBAN

VIII. ker., Nap-utca 19.

Részletfizetésre

**órák és
ékszerek**

— kaphatók —

KERTÉSZ MÓR

órás mesternél és ékszerkereskedőnél

Budapest, VII., Király-u. 85.

Javitások

jótállás mellett készíttetnek.

Képes árjegyzék ingyen és bérmentve.

Látszerészi cikkek

orvosi rendelés szerint kaphatók.

Színházi üvegek nagy választékban.

*Komarov 1904
Augusztus 1-én
Glasz*

I. Különbéféle vonzerők.

A természet sok titkot és különböző erőket rejt el előlünk. A tudományos kutatás azonban mindjobban megismerteti ezeket velünk. Van a többek között egy olyan természeti erő, melynek létezése annyira közismert, hogy mint egészen bizonyos dologról beszélhetünk róla. A vonzerőt értjük.

Minden gyermek megtanulja az iskolában, hogy egy darab kő vagy más tárgy, ha a magasból lebecsáttatik, csak azért esik le, mivel a föld magához vonzza.

De ez nem volt mindig így. Még kétszáz év előtt fogalmuk sem volt az embereknek a föld vonzóerejéről és ha láttak egy követ a földre hullani, fogalmuk sem volt arról, hogy itt a föld vonzóereje működik. Egy Newton nevű híres tudósnak köszönhetjük ennek a természeti erőnek az ismeretét.

De azért a vonzerő lényegét illetőleg még ma is homályban tapogatózunk; az összes eddigi tudományos kísérletek csak azt bizonyították és erősítették meg, hogy ez a természeti erő tényleg létezik, de annak lényege, mibenléte a természet titka maradt.

Azt a mit a természet eme nagy titkairól eddig

felfedezni sikerült, igyekszünk az alábbiakban megismertetni.

Mindenekelőtt szemügyre vesszük, mily sajátosan különböző módon nyilvánul a vonzerő egyes esetekben.

Mint a következő fejezetekben még világosabban kimutatjuk, nagyon valószínű, hogy a világon minden tárgy, a mit csak láthatunk, szerfölött apró részekből van összetéve. Egy darab vas pl. úgy látszik, mintha egyetlen tönör egész volna s nem is volnának benne lyukacsok. Pedig be lehet bizonyítani, hogy a vas is csupa szerfölött apró részecskékből van összetéve és ezek csak azért tapadnak olyan erősen egymáshoz, mert vonzerőt gyakorolnak egymásra.

A vonzerőnek egy másik nemét tapasztaljuk, ha két simára köszörült testet egymásra teszünk. Pl. két simára köszörült üveglap annyira összetapad, hogy gyakran azok sérülése nélkül erőszakkal sem tudjuk egymástól elválasztani.

Azt tudjuk, hogy a föld távolból magához vonzza a tárgyakat, úgy hogy azok, ha csak valami nem akadályozza, lezuhannak a földre. Az is ismert tény, hogy a föld vonzerőt gyakorol a holdra és mindkettőt ismét a nap vonzza magához. Hasonló vonzási viszony létezik továbbá minden égitest között. Sőt utóbbi időben az is be lett bizonyítva, hogy a távolból tulajdonképen minden tárgy kölcsönösen vonzza egymást és így a vonzerők végtelen sokasága között mozgunk.

Hogy a delej a vasat magához vonja, azt bizonyára már mindenki látta. Hanem az a sajátosság, hogy a delej csakis a vasat vonzza és a külö-

nösség, hogy a hozzá vonzott vas is delejessé válik, arra mutat, hogy itt megint valami másfajta vonzerővel van dolgunk.

Látni fogjuk, hogy a villamosságnál is sajátzerű vonzódások észlelhetők, de ezek ismét más alakban jelentkeznek. Ugyancsak a vegytanban is észlelhetők sajátzerű vonzódások. Sőt a növényde még inkább az állat életműködésében is nyilatkoznak a vonzerőnek rendkívül sajátosságos jelenségei.

A vonzerő mindezen különféle jelenségeit sorra fogjuk vizsgálni és kutatni fogjuk: vajjon csak egyetlen vonzerő létezik-e a természetben, habár az különböző formában is nyilvánul, vagy tényleg van-e több egymástól külön vált különféle vonzerő?

II. A legapróbb részecskék és a láthatatlan hézagok.

Be van bizonyítva, hogy valamennyi szilárd test, mely úgy látszik, mintha szakadatlan egy tömeget képezne és mintha benne semmiféle üres hézag nem létezne, mégis tele van ilyen hézagokkal.

Egy éles aczélszeget be lehet verni egy darab vasba. Az aczélszeg ilyenkor lyukat üt a vasba. Miután pedig nem találjuk sehol azt a vasat, mely előbb a lyuk helyén volt, világos, hogy a lyuk csak azáltal támadt, mert az aczélszeg benyomulása folytán, a lyuk körüli helyek sűrűbbekké váltak.

Ha a vas olyan tömeg volna, mely szakadatlan egy darabot képez és egész sűrűn összefügg, akkor nem lehetne lyukat ütni belé, még kevésbé lehetne a vastömeget, mely azelőtt a lyuk helyén volt, a

legközelebbi környezetbe beleszorítani. Csak ha fölteszszük, hogy a vasban olyan üres hézagok vannak, melyek kicsinységük folytán szemünknek láthatatlanok, magyarázható meg, hogy az aczél-szeg által kiszorított vastömeg hogyan nyomult be a legközelebbi vasrészek üres hézagaiba.

Ugyanilyen eredményre jutunk, ha azt vizsgáljuk, hogy pl. a vas melegben hogyan terjeszkedik ki, hidegben pedig miként húzódik össze.

Egy darab vas. pl. egy vasuti sín nem mindig egyforma hosszú. Ha a sínek a nap melegének vannak kitéve, akkor megnőnek egy kicsit. Azért szokták is a síneket úgy rakni, hogy végük között némi hézag maradjon. Mikor eleinte vasutat építettek, akkor nem igen voltak ilyen óvatosak, de aztán a sínek, bármilyen erősen is szögezték le azokat a talpfűkhöz, mégis felpattantak és tönkretették az egész pályát.

Majd még bővebben foglalkozunk a meleg befolyásáról a testek kiterjesztésére. Most elég, ha azt tudjuk, hogy minden test kiterjeszkedik a melegben és összehúzódik a hidegben. Persze a test kiterjedése által is hézagok támadnak. De egyébként is kell a testekben hézagoknak lenni, mert ha hézagok nem volnának, akkor össze sem húzódnának.

De lássunk egy még világosabb példát.

Mindenki, a ki valaha czukros vizet ivott, tudja, hogy a czukordarab a pohár vízben nemesak felolvad, hanem úgy szét is oszlik a vízben, hogy minden cseppben van valami a czukorból. Mindamellett egy ilyen vízcseppben még göröcsővel sem fedezhető fel a legparányibb czukorrészecske sem. Ha

azonban az ilyen vízcseppet száradni hagyjuk, már szabad szemmel is észreveszünk apró czukor jeczeket. Ezzel be van bizonyítva, hogy előbb azért nem láttuk a czukorrészecskéket, mert szerfölött finom részecskékre osztva lebegtek a vízben; de rögtön láthatóvá lettek, mihelyt a víz elpárolog és ezáltal az apró czukorrészecskék ismét egymáshoz tapadtak.

Ha most még azt is tudjuk, hogy pl. a vasat, ölmot, horgonyt, aranyat, ezüstöt, rezet stb. bizonyos folyadékokban, mint a minő a kénsav, sósav és salétromsav, épuj fel lehet oldani, mint a czukrot a vízben, akkor be van bizonyítva az is, hogy az összes szilárd testek, habár szemünknek egy tömör egészként tünnek föl, tulajdonképen csupa összetapadt apró, parányi részekből állanak.

III. A parány.

Hogy minden szilárd test, habár egyetlenegy darabnak látszik, mégis csak egyes nagyon apró, egymásra tapadó részecskékből áll, erre nézve még kétségtelenebb bizonyítékot nyerünk, ha alkalmunk nyílik galvanoplasztikus lenyomatokat szemügyre venni.

A galvano-plasztika azon alapul, hogy folyadékokból, melyekben érczetek oldottunk fel — pl. réz-vitriol oldatból — villamosság által ismét kivonjuk az érczet, még pedig azért, hogy az bármely tetszőszerinti érczalakra, melyet egy galvanlemez végsodronyával egybekapcsolunk, leülepszik. Hogy ez miképen történik, később majd szintén megmagyarázzuk. Egyelőre elég, ha ebből

a következő tanulságot vonjuk le: Az érczet, melyet ama bizonyos folyadékban feloldottunk, sem szabad szemmel, sem görcsövel nem láthatjuk. A rézoldat pl. úgy néz ki, mint valami kékes színű tiszta víz. A galvanikus kezelés által azonban a folyadékban levő láthatatlan rézet arra bírjuk, hogy szerfölött finom, eleinte alig látható részecskéikben egy sodronyra vagy más érczdarabra leülepedjék. Ez a rézboríték lassaeskán világosan láthatóvá válik és annyira lehet növeszténi, hogy ismét egy szilárd darab egész rézet képez.

Ebből a kísérletből látjuk, hogy a vízben feloldott láthatatlan parányi réz-részecskékből mint képződött szemünk láttára ismét egy látható szilárd rézdarab. A mint meggyőződhattünk róla, addig rakódott egyik részecske a másikra, míg a láthatatlan parányi részekből egy látható szilárd darab réz lett, mely semmiben sem különbözik más rézdaraboktól. Ezzel tehát be van bizonyítva, hogy minden rézdarab ily parányi, szemmel nem látható részecskékből áll.

Az ilyen részecskét, melynek létezését tudjuk, de szemmel azonban nem látunk és melynek összerakásából, egymásra tapadásából képződik az egész: *parányinak* (atom) nevezzük.

Ha azonban minden szilárd test ilyen láthatatlan parányok halmaza, az a kérdés merül fel, hogy mi által tapadnak ezen parányok olyan erősen egymáshoz, hogy gyakran alig lehet őket egymástól elválasztani?

A tudományos kísérletek erre a következő választ adják:

Minden szilárd test egyes parányokból áll. E

parányok azonban nem érintik egymást közvetlenül, hanem hézagokat hagynak maguk között s csak az által függnek szilárdan össze, mivel vonzerőt gyakorolnak egymásra.

Csakhogy itt meg az a kérdés tolu ismét elébünk: hogy ha ez így van, hát miért nem követik a parányok a vonzerőt és miért nem nyomulnak mindinkább egymáshoz, úgy, hogy ne maradjon hézag közöttük is?

Erre a tudományos kutatás ezt válaszolja:

Igaz, hogy a parányok vonzzák egymást, hanem minden tömegben még egy másik, ellentétes, vagyis *eltaszító* erő is működik és ez a parányokat ismét elválasztja egymástól.

Persze ezt könnyű így elmondani, de megérteni már kissé bajosabb. Megkíséreljük majd alább magyarázatát adni.

IV. A meleg hatása a parányokra.

Említettük már, hogy a meleg minden testet kitágít, a hideg pedig összehuzza. Ez olyan igazság, mely kétségtelenül be van bizonyítva.

A vasaló vasa, mely hideg állapotban éppen beleillik a vasalóba, meglüszesítve nem megy abba bele. Háziasszonyok ezt gyakran tapasztalják s nagyon helyesen cselekesznek, mikor az ilyen tüzes vasat hegyével a mennyre lehet bedugják a vasalóba s várnak kis ideig, míg aztán a vas magától is bemeleg. Ez a jelenség onnan magyarázható, hogy a vas a hőségben kiterjeszkedett, mialatt a vasaló kihült és összehuzódott. De ha a tüzes vasat hegyével beledugjuk a vasalóba s kissé vá-

rakozunk, akkor a vas némileg kihül s így kisebb lesz, míg a vasaló felmelegszik, tehát valamivel nagyobb is lesz. Így aztán a vas könnyen beleillik a vasalóba.

A kovács is felhasználja a meleg eme erejét, mikor a kocsikereket megvasalja. Ugyanis a vasabroncsot a keréknél valamivel kisebbre csinálja, aztán megtüzesíti, miáltal kitágul s épen ráillik a kerékre. Ha aztán az abroncs kihül a keréken, úgy összehúzódik és annyira rátapad a kerékre, hogy csak erővel lehet róla leszakítani.

A felmelegített és kihűtött tömegek kiterjesztése és összehúzódása olyan hatalmas, hogy minden más erőt felülmul. Ezt fényesen beigazolta egy kísérlet, melyet Párisban hajtottak végre. Párisban ugyanis a St. Martin des Champs apátságban, mely nagyon régi és igen szilárd épület, a falak kifelé kezdtek hajolni, úgy hogy előreláthatólag a tető s a benső falak bedőlését alig lehetett megakadályozni. A legtöbb párisi építésznek az is volt a véleménye, hogy le kell bontani az épületet. Hanem akadt egy Molard nevű fiatal építész, a ki a falakat, lebontás nélkül, mégis kiegyenesítette, még pedig csupán a meleg és hideg hatásának ereje által. Ugyanis lyukakat vágatott a szemből levő falakon és azokon vasrudakat húzott keresztül. Ezek a rudak ily módon egészen keresztül mentek az egész épületen s kívülről két oldalt még kiálltak a falból. A rudak végei csavarbevágásokkal voltak ellátva, melyeken aztán egy anyasófrót csavartak feszesen a falhoz. Most Molard bent az épületben tömérdek apró szeszlámpát aggatott a rudakra, melyekkel azokat megtüze-

tette. A vasrudak ezáltal kinyultak és annyira kiálltak a falból, hogy az anyasófrókat mindkét oldalon tovább lehetett csavarni. Ekkor Molard a lámpákat eloltotta. A vasrudak most ismét hidegek lettek s összehúzódtak, még pedig olyan erővel, hogy a csavarok által kívülről összeszorított falakat egymáshoz közelebb nyomta. Ezt az eljárást aztán megismételték mindaddig, míg végre a falak ismét teljesen kiegyenesedtek.

De nemcsak a vas, hanem a világon minden tárgy kinyulik a melegben s összehúzódik a hidegben, ha még oly szilárd és a szemnek mozdulatlanak látszik is.

V. Honnan ered a meleg hatása a parányokra?

Miután láttuk, hogy a meleg oly roppant erővel hat a tömegek kiterjesztésére s a hideg oly hatalmasan működik, hogy azokat összehuzza: fűr-késszük most kissé eme tünetmenyek okát.

Mint láttuk, a test parányai egyrésztől vonzzák egymást, úgy, hogy erőfeszítés nélkül szét nem választhatók; másrésztől pedig eltaszítják egymást, úgy, hogy erőfeszítés nélkül nem lehet őket egymáshoz közelebb hozni. Ebből folyik, hogy minden testben bizonyos egyensúly uralkodik e két erő között s míg ez az egyensúly meg nem bomlik, a test se ki nem terjeszkedik, se össze nem húzódik.

Ha pedig a meleg a test kiterjeszkedését okozza, ez csak azzal magyarázható, hogy a meleg gyengíti a parányok vonzóerejét és erősíti azok eltaszítóerejét. Azért terjeszkednek tehát ki melegben.

a testek, mert a meleg folytán gyöngül a vonzóerő és növekszik az eltaszítóerő. Éppen ellenkezőleg, ha elvonjuk valamely testtől a meleget, vagyis hideget támasztunk benne, a parányok eltaszítóereje gyengül és vonzereje erősödik. Ilyenkor tehát a parányok jobban vonzzák egymást és a test összehúzódik.

Számos kísérlet bizonyítja ennek helyes voltát. Sőt nemesak az igaz, hogy a testek a melegség folytán kiterjeszkednek, hanem az is tény, hogy azon testek, melyek kiterjeszkednek, meleget nyelnek el. És épp így áll az is, hogy ama testek, melyek összehúzódnak, meleget bocsátanak ki magukból.

Nagyon fontos, hogy ezt a tételt világosan és tisztán fogjuk fel, azért igyekszünk kissé bővebben is megmagyarázni.

Minden kovács, minden lakatos tapasztalásból tudja, hogy egy darab vas kalapálás által forróvá, sőt izzóvá is válhatik.

De honnan jön ez a melegség? A pöröly hideg volt, az üllő hideg volt s a vas is hideg volt. Hogyan válhatott tehát mégis az ütés folytán a pöröly és üllő meleggé, a vas pedig forróvá, sőt izzóvá?

Ezt a jelenséget a következőképen magyarázzuk meg a legegyszerűbben: A meleg azelőtt a vasban rejtett. A vas mintegy elnyelte a meleget, mely a parányok között húzódtott meg. Ilyen módon a meleg el volt zárva a vas belsejében és azért éreztük a vasat kívülről hidegnek. Ha azonban a vasat kalapácsoljuk, minden pörölyütésnél közelebb nyomulnak a parányok s így kiszorul a köztük telepedett meleg. Az előbb elzárt meleg tehát így

módon kilép a parányok közül és érezhetővé válik.

Ujabb vizsgálatoknál ugyan ez a nézet változott és erre majd később visszatérünk. Egyelőre mi megmaradunk ennél a magyarázatnál, mert telemesen megkönnyíti a lappangó vagy a testben elzárt melegről való felfogást.

A fenti magyarázat szerint tehát az olyan testeknél, melyek tapintáskor hidegek, nyomás, ütés, dörzsölés vagy tartós szorítás által láthatóvá és érezhetővé tehetjük a lappangó meleget.

Mi történik azonban, ha a tárgyakat erőszakkal kiterjesztjük?

Az ilyen tárgyak meleget szívnak magukba, meleget nyelnek el s meghidegitik a környezetet.

Ha pl. egy kis kén-aethert vagy Hoffmann-csöppeket — melyek kén-aetherből és alkoholból állanak — a tenyerünkre öntünk, a folyadék hamar elpárolog, gázzá alakul, vagyis kiterjeszkedik. Ilyenkor valami hideget érzünk a kezünkben, mintha jeget tartanánk a tenyerünkön. Ez pedig onnan ered, hogy a folyadék a kiterjeszkedés alkalmával a környezetből, tehát a tenyerünkéből is elvonta a meleget.

Viszont ha valami gázt összenyomunk, megmelegsik.

Mindezekből következő tételt állíthatjuk fel: A testek, ha meleget nyelnek el, kiterjeszkednek, illetve azon testek, melyek meleget nyelnek, kiterjeszkednek s ezért lehűtik környezetüket. Ellenben azon testek, melyek meleget bocsátanak ki magukból, összehúzódnak, illetve azon testek, melyek összehúzódnak, meleget sugárzanak ki.

Ezek után már könnyebben leszünk képesek tulajdonképeni tárgyunkat, a parányok vonzását és eltasztását közelebről is szemügyre venni.

VI. A parányok vonzó- és eltasztó ereje.

Miután tudjuk, hogy a testek, ha meleget vesznek fel magukba, kiterjeszkednek, az a kérdés merül fel, mi történik tehát azon testekkel, melyekhez mindig több és több meleget vezetünk? És milyen alakot vesznek fel a testek a folytonos hevítés által?

A felelet erre igen egyszerű s már a mindennapi tapasztalás megadja azt.

Mindenki tudja, hogy szilárd testek a melegben felolvadnak, vagyis a növekvő meleg folytán annyira elvész a parányok vonzóereje, hogy a test folyékonyvá válik. Olvasztott ólom, olvasztott horgany, olvasztott vas olyan dolgok, melyeket mindennap láthatni. E szilárd testek, melyekből különben olyan nehéz egy parányt is elválasztani a másiktól, a meleg által folyóvá lesznek és úgy bánhatunk velük, mint a vízzel.

De mi történik a testtel, ha még tovább hevítjük?

A testek még erősebb hevítés által elvesztik még azt a csekély vonzerőt is, mely a folyadék parányai között uralkodik és *gázzá* alakulnak át. Ebben az állapotban aztán a parányok elvesztik minden vonzóerejüket és csak az eltasztó erő működik.

Érdemes, hogy a testek ezen átalakulásával kissé bővebben megismerkedjünk.

A tapasztalás azt tanítja, hogy a jeget meleg által vízzé, a vizet pedig meleg által gőzzé lehet változtatni. Bármily különbözők is tehát külső alakjukra nézve a jég, víz és a gőz, mégis ma már minden gyermek tudja, hogy mégis ugyanazon anyagból állanak, hogy parányaik ugyanazok és megváltozott lényük csupán annak tulajdonítható, hogy a parányok mindjobban elvesztették vonzó erejüket.

A jégben a parányok vonzó és eltasztó ereje a parányok helyzetét változhatlanná teszi. Azért a jég szilárd. Mint más szilárd testet erővel ugyan össze lehet törni, de összerázni, vagy összekeverni mint a vizet, nem lehet. Ha azonban a jeget melegejtjük, akkor a parányok elvesztik vonzó erejüket, mely előbb elmozdíthatlanul egymáshoz kapcsolta őket és a parányok most már nemcsak kimozdíthatók helyükből, hanem egyik parány a másiktól el is válik, vagyis a jég vízzé lesz. A víz tehát nem egyéb, mint melegített jég, illetve olyan jég, melynek parányjai a vonzerőt csaknem teljesen elvesztették. A jég tehát melegítés, azaz a parányok vonzó erejének csökkentése által vízzé, ellenben a víz, ha elveszti melegét, vagyis a parányok vonzó erejének növekedésével, jéggé változik.

Azonban, midőn a jeget meleg által vízzé változtatjuk, a parányai ugyan elvesztik vonzó erejüknél nagy részét, de a vonzerő azért nincs még egészen megsemmisítve.

Akárki láthatta már, hogy két csepp víz, ha nagyon közel jut, egymáshoz vonzódik és egyesül. Világosan látjuk ezt, ha két ujjunkat vízbe mártjuk s az ujjakon maradt cseppeket egymáshoz közel

hozzuk. A cseppek szinte sietve futnak egymáshoz és mint egy csepp maradnak függve ujjaink között. Ebből látjuk, hogy vonzerővel bírnak, mely a víz parányait egyesíti.

Egészen másképp áll a dolog, ha a vizet gőzzé változtatjuk. Mint tudjuk ez az átalakulás is csak meleg által történik. Ha a vizet melegre helyezzük, felforr, vagyis a víz parányai légalakot vesznek fel, a mivel átveszik a légnemű parányok tulajdonságait is. Ez pedig abból áll, hogy a vonzerőt teljesen elvesztik és csak az eltaszító erő működik náluk. A parányok ilyenkor szinte futnak egymástól és csak erővel tarthatók együtt.

Hogy mily csudálatosan működik ez az eltaszító erő, arról különféle légneműekkel tett kísérletek érdekes példákkal szolgálnak.

Ha egy nagy edényből légszivattyúval kiszivattyúzzuk a levegőt s most csak igen picziny levegőt eresztünk az edénybe, akkor azt hinné az ember, hogy ez a picziny levegő valahol az edény fenekén leülepszik. De nem így történik. Ha az edény még oly nagy és a levegő még olyan csekély, ez utóbbi kiterjeszkedik az edény minden oldala felé és az üres térben egyenlően oszlik szét. Világos, hogy ez csak azért történik, mert a levegő parányai kölcsönösen eltaszítják egymást s annyira szétfutnak, a mennyire a tér engedi.

Ugyanez történik minden gáznál és minden gőznél. A gázok- és gőzöknél csak a parányok eltaszító ereje működik, míg a vonzerő a melegség által teljesen elnyomatott. És most még tudnunk kell, hogy a vasat és más érczet hőség által nemcsak folyóvá, hanem a hevítést folytatva, gőzzé

is átváltoztathatjuk. Ha pedig a vas és más ércz gőzzé alakul, akkor ugyancsak azzal a végtelen kiterjesztési erővel bír, mint a többi légneműek.

VII. Mi okozza tehát, hogy a tárgyak szilárdaknak, folyóknak vagy gáz-neműeknek tűnnek fel?

Erre a kérdésre azt hisszük a gondolkozó olvasó az előadottak után már magától is rájött. Azért a magyarázatot megadjuk a következőkben:

Nincs a világon sem szilárd, sem folyó, sem gáznemű test, mely belső lényegénél fogva lenne szilárd, folyó vagy gáznemű. Mindig csak a melegség foká, melyet magukba vesznek, bír befolyással arra, hogy a test minő legyen: szilárd, folyó vagy gáznemű.

Ha azt mondjuk rendesen mégis, hogy a vas szilárd, a víz folyó, a levegő pedig gáznemű test, akkor az tulajdonképen csak annyiban igaz, ha azt is hozzátesszük, hogy a rendesen uralkodó meleg mellett. Ha elveszük a meleget, akkor kétség-telenül minden gáz folyadékká, aztán pedig szilárd testté alakulna át és így ha meleg nem volna, minden test a világon szilárd lenne. Ellenkezőleg ha fokozzuk a meleget, minden folyadék gázzá változik s minden szilárd test felolvad, tehát folyadékká, még nagyobb meleg mellett pedig szintén légneművé változik.

A természettudomány megtanít arra is, hogyan idézhetünk elő szerfölött magas hőfokot s igen nagyfoku hideget. A legmagasabb fokú meleget

most a villamos fény által idézzük elő. Eddig minden szilárd anyagot sikerült felolvasztani, még az agyagot is, melyből a kályhákat készítik. Egyedül csak a szénét nem sikerült eddig felolvasztani a legnagyobb fokú hőségben sem.

Ebből látjuk, hogy általában nincsen olyan test, mely a hőség minden fokán szilárd maradna. A hőség minden szilárd testet folyóvá tesz. Ha tehát valamely test rendszeren mégis szilárd marad, ez nem azért van, mert természeténél fogva is szilárd volna, hanem azért, mert a rendes hőfok nem elegendő arra, hogy felolvaszsa és folyóvá tegye.

Eppen úgy minden folyadékot gázzá változtathatunk a megfelelő hőség által. Ha tehát valami folyadékot látunk, arra sem mondhatjuk, hogy természeténél fogva folyó test volna, hanem azért folyó test, mert az a hőség, mely rendszeren ráhat, nem elég arra, hogy légneművé változtassa.

Vannak olyan folyadékok, melyek csak kemény hidegben folyók, míg rendes időjárásban gázzá alakulnak át. Cyangáz csak erős télen, mesterséges hideg mellett lesz folyadékká, míg rendszeren gáznemű test. Egy folyadék, melyet halványlégeny-aethernek neveznek a természettudósok, forni kezd már akkor is, ha a palaczkot, melyben el van helyezve, kezünkkel megmelegítjük. A legtöbb folyadék ugyan nem forr föl ilyen könnyen, de annyi bizonyos, hogy valamennyi gázzá alakítható, mihelyt elég meleget eresztünk hozzájuk.

És épp úgy, mint a hogy a meleg folyóvá tesz minden szilárd testet és gázneművé minden folyadékot, épp olyan kétségtelen, hogy a hideg minden a világon szilárd testté alakít át.

Csakhogy eddig mesterséges módon nem tudunk olyan rendkívüli hideget előidézni, mint meleget. A villamos fény hősege olyan nagy, hogy fokokban meg sem határozható. A hőséget, melyben az agyag elolvad, 3000 fokra számítják. A mi közönséges kályháinkban 600-hoz jár közel a hőfok, míg a vasöntőkben legalább 1600 fok hőségnek kell lenni a kemenczében. Ilyen nagy hideget nem lehet mesterségesen előidézni s a természetben is mintegy 47 fokot ért el a legnagyobb hideg, a mit eddig tapasztaltak. A legnagyobb mesterséges hideg, melyet eddig előidézni tudtak, 115 fokra rugott. Ebben a hidegben a higany úgy megkeményedik, hogy kalapácsolni lehet; az aether, alkohol és egyéb folyadékok pedig, melyekről az emberek azt hitték, hogy nem változhatnak szilárd testekké, keménynyé fagyának. Sőt a szénsav is, mely tiszta gáz, merev és szilárd lesz ilyen hidegben. Sőt több kísérlet alapján az is bizonyos, hogy még a levegőt is folyadékká lehet változtatni, mihelyt mesterséges uton megfelelő hideget tudunk előidézni.

Ezek után pedig megszűnik az a fogalom, mely szerint valamely test szilárd, folyó vagy gáznemű volna. A testek természetüknél fogva tehát sem szilárdak, sem folyók, sem gázneműek, hanem csak olyanoknak látszanak, a szerint, a milyen a meleg, melynek pillanatnyilag kitéve vannak.

VIII. A meleg befolyása a parányokra.

Hogy belássuk, mennyire fontos ismerni a meleg befolyását minden létező testre, vessünk néhány

pillantást a szilárd testek, illetve az egész föld keletkezére.

Az iránt nem lehet kétség, hogy a föld valaha egészen folyékony állapotban volt, sőt még most is a földnek aránylag csak vékony héja képezi azt a kemény fölszint, melyen élünk. E kemény héj vastagságát mintegy husz mértföldnyire lehet becsülni. Ha e mélységig lyukat furhatnánk, onnan még mintegy 80 mértföldnyi út volna a föld középpontjáig. A földet tehát úgy képzelhetjük, mint egy golyót, melynek benső legnagyobb része folyékony s csak aránylag vékony kemény anyagból való borítékkal van ellátva, mely a fölszín szilárd talaját képezi.

Miután a tűzokádó hegyek olvasztott kőveket hánynak ki, a mi azt bizonyítja, hogy a föld belsőjét csak a benne uralkodó nagy hőség tartja folyó állapotban, az a kérdés merül fel, honnan támadt a fölszín kemény héja? A tudomány erre azt feleli, hogy kihűlés által, éppen úgy, mint valamely nagy melegnél felolvasztott anyagnál, mely bent még izzó és folyékony, míg külső felszíne a kihűlés folytán már megkeményedett.

Ebből pedig az következik, hogy a nagy világűr, melyben a föld mozog, hideg; mert különben nem hűlhetett volna ki benne a föld héja.

Ha még messzebb visszamegyünk a föld keletkezésének történetében, valószínűnek látszik, hogy a föld egykor egy óriási tűzgolyó volt és fokozatos kihűlés folytán változott előbb folyékonyvá, majd azt a kemény héjat kapta, mely a mostani fölszint képezi.

Csakhogy az eddig előadottakból azt tanultuk,

hogy a testek, ha egyszer gáznemüekké változtak, parányaik elvesztik vonzóerejüket és az eltasztóerő folytán eltávoznak egymástól, a mennyire csak a tér engedi. Ha pedig áll az, hogy a föld valamikor óriási gázgolyó volt, akkor az a kérdés merül fel, hogyan történt mégis, hogy parányai nem oszlottak szét az egész világűrben?

A felelet erre a kérdésre a következő: A parányok vonzerején kívül vannak még más vonzerők is, melyek a gáznemű testek végtelen szétosztásának határt szabnak. Különösen van egy vonzerő, mely két lényeges pontban különbözik a parányok vonzerejétől.

A vonzerőről, melyről eddig szóltunk, tudjuk, hogy csak oly parányok között működik, melyek nagyon közel vannak egymáshoz. Egy darab vas szilárd s e szerint parányai egymást kölcsönösen lekötik. De tudjuk, hogy ez a vonzerő megszűnik, mihelyt a vasat erővel széttörjük. A parányok, mihelyt elszakítatnak egymástól, nem egyesülnek többé, mert nem tudjuk őket többé olyan közel hozni egymáshoz, hogy kölcsönös vonzerőt gyakoroljanak egymásra. A vonzerő tehát csak akkor működik a parányok között, ha rendkívül közel vannak egymáshoz. Ha tehát eltávolítjuk őket egymástól, akkor a vonzerő megszűnik működni. Ha két vízecsöp összeér, egymásba rohannak és egy cseppé alakulnak át. De ha a két csep nem érinti egymást, akkor nem is egyesülnek, mert a parányok vonzereje nem működhetik.

Egészen másképen áll azonban a dolog azzal a vonzerővel, melylyel most megismerkedünk. Ez a vonzerő végtelen távolságokra hat s mint látni

fogjuk számtalan millió mértföldre gyakorolja hatását.

Ez az egyik különbség a két vonzerő között. A másik különbség pedig abban rejlik, hogy a parányok vonzereje, mint láttuk, a melegtől függ, hőlött azt a vonzerőt, melylyel most megismerkedünk, a meleg sem nem fokozza, sem nem csökkenti.

IX. A testek vonzereje.

Ez az új vonzerő ama vonzás, melyet a testek gyakorolnak egymásra. Tudományosan „gravitálás” a neve, a föld vonzerejét tekintve pedig a „nehézség”-nek hívjuk.

Sok ezer éven át az embereknek fogalmuk sem volt ennek a vonzerőnek a létezéséről, noha tulajdonképpen minden ezen a világon csupán a föld vonzóereje által létezik.

Miért esik le a kő, melyet felvesszünk s eleresztünk, egyenes irányban isnét a földre? A középkorban azt mondták, hogy annak a kő az oka, most azonban már tudjuk, hogy nem úgy van. Tudjuk, hogy ezt az esést a föld vonzóereje idézi elő, mely minden tárgyat magához von.

A föld vonzereje folytán lehetséges, hogy a földgömb minden oldala be van népesítve, illetve lakva van. Éppen úgy, a mint mi itt járunk a földön, a velünk ellenkező oldalon is emberek és állatok élnek. Ha a földnek nem volna vonzereje, akkor ezek az emberek és állatok nem maradhatnának a földön. Ha a földnek nem volna vonzereje, akkor a feldobott kő sohasem térne vissza a földre. A föld vonzereje huzza le az esőt, havat. A föld

vonzereje akadályozza meg, hogy a legkisebb szél tovább ne ragadja a házakat és hegyeket. A föld vonzereje okozza, hogy minden porszem lehull a földre s a föld vonzereje tartja mintegy 50.000 mértföldnyi távolban pályáján a holdat lekötve.

Meg fogunk közelebbről ismerkedni azzal a vonzerővel, mely nemesak a föld és hold, hanem a föld, hold és nap között is uralkodik, sőt a mi napunk és a végtelen világűr valamennyi napja között és az összes csillagsereg között, mely az éjjeli boltozatról löveli felénk sugarait. Megismerkedünk közelebbről azzal a hatalmas erővel, mely olyan távolságokra hat, a mikről emberi ész képzeletet sem alkothat magának. Látni fogjuk majd aztán, hogy az a nagyszerű vonzerő is, a legnagyobb távolságokra kiterjedő hatásai daczára végeredményében tulajdonképpen szintén a parányokban fészkel.

X. Hogyan csökken a távolság szerint a föld vonzereje.

Newton híres természettudós bizonyította be a föld és minden égi test vonzerejét. Newton egyben meghatározta azt a mértéket is, mely szerint ez a vonzerő a távolság és az égi testek terjedelme szerint változik. Ezek a kétszáz év előtt kikutatott igazságok most is alapforrását képezik az egész csillagászati tudománynak. E szerint tudjuk, hogy a vonzerő annál nagyobb, minél nagyobbak a testek. A földnek nagy a vonzereje, mert nagy test. Ha a föld tömegének egy részét elvesztené, azon mértékben csökkenne vonzereje is. Ha

elveszne a föld tömegének a fele, akkor vonzerejének is esupán a fele maradna meg. A hold, melynek tömege nyolczvanszor kisebb mint a földé, csak nyolczvanadrészét bírja a föld vonzóerejének. A nap, melynek tömege 355,000-szer nagyobb, mint a földé, 355,000-szer nagyobb vonzerőt is gyakorol.

Hanem mindez csak akkor áll, ha ezek a tömegek egyforma távolságra állanak egymástól. Ha változik a távolság, akkor változik a vonzerő is. A tudósok ezt így határozzák meg: „a vonzerő a távolság négyzete szerint esökken”.

Érdemes, hogy ezt a törvényt legalább általánosságban mindenki megértse, azért igyekszünk majd az alábbiakban bővebben megmagyarázni.

Képzeljünk magunk előtt az asztalon egy szilárd golyót, melynek bizonyos vonzereje van. Ha most attól a golyótól egy lányira egy másik golyót teszünk az asztalra, akkor az első golyó a másodikat magához vonzza. Tegyük már most egy harmadik golyót az asztalra, még pedig az elsőtől két lányira, akkor ezt a harmadik golyót is magához vonzza az első, de sokkal gyengébben, mint a másodikat. A távolsággal esökkent a vonzerő. De ha most azt kérdezzük: hát mennyivel esökkent ez esetben a vonzerő? akkor valószínűleg ezt a választ kapjuk: minthogy az egyik golyó egy lányira van a vonzó golyótól, a másik pedig két lányira, tehát kétszer olyan távolságra, tehát a vonzerő is kétszer olyan gyenge lesz a távolabb eső golyóra.

Csak hogy ez tévedés. Newton ugyanis bebizonyította, hogy a vonzerő a kétszerte oly távol levő

golyóra négyszerte gyengébben hat. Ha három lányira volna a golyó, akkor kilenczszere gyengébben hatna reá a vonzerő, mint arra a golyóra, a mely csak egy lányira fekszik. Vagyis minden lányi távolsággal növekedik a vonzóerő gyöngesége és pedig annyira, a mennyit ad a távolság mértéke önmagával megszorozva. Tehát a vonzerő kétszeres távolságnál négyszerte, háromszoros távolságnál kilenczszerte, négyszeres távolságnál tizenhat-szorta és így tovább pl. hétszeres távolságnál negyvenkilenczszerte kisebb. Másképpen, vagyis tudományosan, mint már említettük, ezt így fejezzük ki: a vonzerő a távolság négyzetével esökken.

És a törvény, melyet Newton fedezett fel, a természet minden részében igaznak és helyesnek bizonyul. Megerősítést nyer ez a törvény az égi testek minden mozgásában, még az olyanokban is, melyeknek létezéséről Newton idejében még sejtellemmel sem bírtak. Ez a törvény irányítja a vonzerőt egy a földre, mint a holdra, napra, bujdosó- és üstökös csillagokra nézve. Még az olyan vonzás is, mely olyan végtelen messzeségbe történik, hogy emberi ész felfogni sem képes, szintén Newton törvényét követi.

XI. A testek esése.

Ha még közelebből akarunk megismerkedni a tömegek vonzóerejével, meg kell ismerkednünk az esés törvényeivel is, a mi bizonyára minden gondolkozni szerető olvasót amugy is szerfölött érdekelni fogja.

Tudjuk azt, hogy a föld vonzó ereje folytán,

minden a magasban szabadon bocsátott tárgy a földre esik. Azt is tapasztalhatta mindenki, hogy ha pl. egy követ az első emeletről bocsátunk le, sokkal kevesebb erővel ütődik a földre, mintha magasabbról esik le. Azt is láthatjuk, hogy a kő eleinte lassan esik, aztán mindig növekedő gyorsasággal zuhan le.

Mindezek olyan helyes észrevételek, melyek, mint majd látni fogjuk, a föld vonzóerejének törvényein alapulnak. E törvények pedig oly pontosan meghatározzák az esést, hogy teljes pontossággal lehet meghatározni, hogy meddig tart, míg a kő pl. a torony csúcsáról a földre ér s milyen erős lesz a lökés, melylyel a földhöz ütődik. Sőt ezek a szabályok, melyeket az esés törvényeinek nevezünk, annyira pontosak és biztosak, hogy ezek alapján a leeső kőből még sok más fontos dolgot tudhatunk meg. Így pl., ha egy kő leesik a torony tetejéről s pontosan megjegyezzük azt az időt, míg a kő felülről a földre ért, akkor a legnagyobb pontossággal azt is kiszámíthatjuk, hogy a torony milyen magas. Gyakran találunk a földben köveket, melyeknek helyzetéből látjuk, hogy a levegőből kellett leesniök; mert olyan erősen ütődtek a földhöz, hogy mélyen behatoltak a felszín alá. Ha pontosan megmérjük az ilyen kő súlyát s megvizsgáljuk a lyuk mélységét, melyet a földre vajt, valamint a talaj minőségét, akkor az esés törvényei alapján pontosan kiszámíthatjuk, hogy a kő milyen magasról esett le, milyen sebességgel ütődött a földhöz s mennyi idő alatt tette meg a légi utat. Sőt most már azt is bebizonyították az ilyen kövekről, hogy néha nem is a földről szár-

maznak, hanem apró égi testek, melyeket éjjel mint hulló csillagokat látunk végigfutni az égen s mint tüzes golyókat lehullani a földre. Ezek a meteorkövek, melyeket a nép rendszeren menyköveknek nevez.

Most már áttérhetünk az esés igen érdekes törvényeinek bővebb ismertetésére. Mielőtt ezt teszszük, szükségesnek tartjuk, hogy egy igen elterjedt téves nézetet helyreigazítsunk.

Rendszeren ugyanis azt hiszik, hogy a könnyebb tárgy lassabban esik a földre mint a nehezebb. S tényleg, ha egy darab papírt, tollat vagy más könnyű tárgyat dobunk ki az ablakon, látjuk, hogy az soká fentartja magát a levegőben s ide-oda forog, míg lassan a földre esik. Ellenben a kő egyenest és igen gyorsan leesik a földre. A ki azonban ebből azt következteti, hogy a föld lassabban vonja magához a könnyű tárgyakat, mint a nehezeket, nagyon csalódik. A könnyű tárgyak azért esnek le lassabban, mert nem képesek olyan könnyen az utjukba eső levegőt kiszorítani s így a levegő gátolja őket az esésben. Ellenben a nehezebb tárgyak könnyen átszelik a levegőt és így gyorsabban is jutnak a földre.

Nem igaz tehát, hogy a föld gyengébben vonzza a könnyű tárgyakat. A föld vonzó ereje egészen egyformán hat a könnyű és a nehéz tárgyra. Pontos kísérletek bizonyítják, hogy légi üres térben, a toll és egy darab vas egyenlő sebességgel zuhannak a földre.

Különb ennek az állításnak az igazságáról könnyen meggyőződhetik bárki a következő egyszerű kísérlettel:

Vegyünk egy ezüst koronást és tegyük rá egy darabka papírost, aztán ilyen helyzetben ejtsük le mindkettőt a magasságból. Azt fogjuk tapasztalni, hogy a korona és a papír egyforma sebességgel ér le a földre. Ez pedig azért történt, mivel a korona kiszorította a levegőt a papíros alól és így elhárította az akadályt utjából.

XII. Milyen nagy az esés sebessége?

Pontos kísérletek azt mutatták, hogy valamely tárgy, melyet a földre ejtünk, az első másodperczben tizenöt lábnyit esik. (Egy láb = 0.32 méter.) Azaz a föld a tárgyat tizenöt lábnyira vonja magához egy másodpercz alatt.

Nem esik ugyan a test e másodpercz alatt egyenlő sebességgel. A másodpercz kezdetén alig észrevehetőleg halad, a másodpercz közepén van a rendes sebessége, míg a másodpercz végén esik legsebesebben. Összesen azonban, mint már megírtuk, az egész első másodpercz alatt tizenöt lábnyit esik. A mennyit késett a másodpercz első felében, azt kipótolja sebességével a másodpercz második felében.

Az a kérdés már most, mennyit halad a test, ha két másodperczig esik?

Ezt pedig könnyebb kérdezni, mint megmagyarázni. De próbáljuk meg.

Tegyük fel, hogy valaki egy követ ejt le a torony tetejéről és ez a kő épen egy másodpercz alatt esett, vagyis tizenöt lábnyit haladt lefelé. Már most meg kell gondolnunk, hogy a kő e másodpercz végén épen még egyszer olyan sebes-

séggel haladt, mint a másodpercz közepén. A másodpercz kezdetén ugyanis még nem birt semmi sebességgel, míg a végén érte el a legnagyobb sebességet. Ebből következik, hogy a közepén esett épen az igazi sebesség mértékével. Ha e mellett még meggondoljuk, hogy a kő a végső pillanatban épen azt pótolta ki, a mit az első pillanatban késett, arra a következtetésre jutunk, hogy a kő az első másodpercz végén épen kétszeres sebességgel birt, mint a másodpercz közepén. Miután pedig a közepén birt az igazi, vagyis tizenöt lábnyit sebességgel, a másodpercz végén tehát kétszer, vagyis harmincz lábnyit sebességgel esik.

Ha tehát a föld tovább nem vonzaná a követ a második másodperczben, az első másodpercz végén elért sebességgel, vagyis harmincz lábnyit haladna a második másodperczben. Minthogy azonban azt is tudjuk, hogy a föld egy másodpercz alatt tizenöt lábnyira vonzza a követ, ezt is hozzá kell adnunk a fenti harmincz lábhoz és így elérjük az eredményt, a mely abból áll, hogy a kő a második másodperczben háromszor tizenöt, vagyis negyvenöt lábnyit esik.

Az azonban az a tizenöt láb, a mennyire a föld a második másodperczben vonzza a követ, mégint úgy oszlik meg, hogy a másodpercz végén kétszer olyan sebes a kő esése, mint a másodpercz közepén. Ha tehát a követ még tovább engedjük esni, akkor a harmadik másodperczben a következő sebességgel birna: először kétszer tizenöt lábnyival az első másodpercz végéről, másodszer ismét kétszer tizenöt lábnyival a második másodpercz végéről. Ha tehát a föld vonzását nem vesszük

tekintetbe, akkor a kő a harmadik másodperc alatt négyszer tizenöt, vagyis hatvan lábnyi sebességgel rohan a föld felé. Csakhogy ehhez még számításba kell vennünk a föld 15 lábnyi vonzóerejét is és így a kő a harmadik másodperc alatt ötször tizenöt, vagyis hetvenöt lábnyi sebességgel esik.

Azt a tizenöt lábat, a melyet valamely tárgy az első másodperc alatt esik, esési térnek nevezük. A kő tehát az első másodpercben egy esési tért fut át, a második másodpercben hármat, a harmadikban ötöt, a negyedikben hetet, az ötödikben kilenczet stb.

Ha már most végigtekintünk a fenti számunkon, azt látjuk, hogy sorban következő páratlan számok azok. Az esés sebessége tehát minden másodpercben épen úgy növekszik, mint a legközelebbi páratlan szám.

XIII. Az esés sebességének közelebbi vizsgálata.

A testek esésének törvénye oly nagyfontosságú a természettudományban, hogy annak felfedezését egyik legjelentékenyebbnek kell tekintenünk. Értékét különösen az adja meg, hogy rendkívül könnyű e törvényeket megérteni s így könnyen feleletet adhatunk olyan kérdésekre, melyek azelőtt szinte megfejtethetetleneknek látszottak.

Egy példa által akarjuk ezt megmutatni.

E czélból ezt a kérdést tesszük fel: hány lábnyi tért fut be egy kő, mely hat másodperc alatt esik le valami magasságról a földre?

Ez az első pillanatban nehéz kérdésnek látszik, de valójában a számítás nagyon egyszerű.

Fentebb már láttuk, hogy az esés másodpercenként a páratlan számok sorrendje szerint növekedik. E szerint a kő az első másodpercben 1, a másodikban 3, a harmadikban 5, a negyedikben 7, az ötödikben 9 és hatodik másodpercben 11 esési tért fut be. Ezeket a számokat összeadva látjuk, hogy a kő hat másodperc alatt összesen 36 esési tért futott be. Azt is tudjuk, hogy minden esési tér 15 láb, tehát 36 esési tér 540 láb. A kő tehát, mely hat másodperc alatt esik a földre, 540 lábnyi teret fut be.

Tegyük föl már most, hogy valamely torony 540 láb magas volna, akkor hat másodpercre volna szüksége egy kőnek, míg a torony csúcsáról a földre esik.

Ez a számítás bizonyára oly könnyű, hogy a gyermek is megérti. De még könnyebbé tehetjük. Ha tudni akarjuk, hány esési tért futott át a kő hat másodperc alatt, nem szükséges összeszámítani, mennyit esett minden egyes másodperc alatt, hanem egyszerűen csak azt kell mondanunk: a kő hat másodpercig esett, 6-szor hat, vagyis 36, tehát a kő 36 esési tért futott át, ez pedig éppen 540 láb. Ha hét másodpercig esett volna, akkor 7-szer 7, azaz 49 esési tért futott volna át s ez, minden esési tér 15 lábbal számítva, 735 láb. Hasonló módon járunk el minden kérdésnél. Sokszorozzuk a másodperczek számát önmagával s a szám, mely kijön, az esési terek száma.

Ha valamely kő tíz másodpercig esik, akkor ez idő alatt 10-szer 10, azaz 100 esési tért fut át. Ha 11 másodpercig tart az esés, akkor 11-szer 11, ha 12 másodpercig, akkor 12-szer 12 esési

tért fut át, s ez így megy tovább, úgy, hogy nem kell előbb az egyes másodperceket összeadni, hogy a kívánt eredményhez jussunk, hanem csak a másodpercek számát kell önmagával sokszorozni s mindjárt megvan az eredmény.

Ez alkalommal a figyelmes olvasó magától is észreveszi, hogy valami sajátságos az a sorban összeadott páratlan számoknál, hogy ha három ilyen számot, tehát 1 meg 3 meg 5-öt összeadja az ember, éppen annyi jön ki, mint a mennyi 3-szor 3; ha 6-ot ad össze az ember e sorban álló páratlan számokból, kijön 36, azaz éppen annyi, mint 6-szor 6. Ha 8-at adunk össze e sorba állított páratlan számokból, 64 kerül ki, tehát éppen annyi, mint 8-szor 8. Ez valóban érdekes s teljesen helyes, még ha milliókban számolunk is. De nemesak érdekes, ez egyike a számok ama sok és szerfölött fontos sajátságainak, melyeknek kifürkészésével a legnagyobb matematikusok foglalkoznak.

Mivel azonban a számok sajátságai és furcsaságairól való közlések nem tartoznak tárgyunkhoz, nem is állunk meg itt tovább, hanem most majd megmutatjuk, hogy a mi valami játékhoz hasonló-nak látszik, egy kő esésének kiszámítása, a legnagyobb fontossággal bír az emberi ismeretre nézve s a csillagászatnak alapját képezi, melyet méltán s a csillagászatnak alapját képezi, melyet méltán s az emberi nem büszkeségének neveznek.

XIV. Az esés törvényeinek fontossága.

Hogy megértessük, mily fontossággal bírnak az esés törvényei, csak azt kell mondanunk, hogy a mint

a föld egy követ vagy akármi más tárgyat magához von, ép oly módon vonja magához az 50,000 mértföldnyi távolban lévő holdat s föntartja azt keringésében a föld körül.

Midőn a nagy természetvizsgáló és matematikus Newton, ki a föld vonzerejének törvényeit felfedezte, egyszer elmélkedve járkált kertjében, egy almát látott a fáról földre esni és ez a mit ezren láttak ő előtte, anélkül hogy valami gondolatot ébresztett volna bennök, e csekély esemény arra indította őt, hogy utána fürkészszen a föld vonzóereje törvényeinek s azon utra vezérelte, melyen a csillagászat az álló csillagok égboltozatának legmesszebb régióiban is biztosan halad.

De miben hasonlít egy lehulló alma a föld fölött magasan lebegő holdvilághoz?

Hogy ezt beláthassuk, megkísértjük fönnszóval kimondani a gondolatokat, melyeket a gondolkodó férfi agyában a földre hulló alma támaszthatott.

Az alma, ha a fáról lehull, földre esik, még pedig függélyes irányban. Az első másodperczben 15 lábnyit esik.

Mi történik azonban, kérdezi magában a gondolkodó férfi, ha az almát nem lefelé ejtjük a földre, hanem egyenes irányban eldobjuk magunktól? — A tapasztalás tanítja, hogy ez esetben is csak földre esik az alma; nem azon a helyen ugyan, a hol a kéz eleresztette, hanem sokkal távolabb. Ha elgondolkozunk rajta, mi lehet az oka, hát úgy találjuk, hogy az alma ugyan követte a kéz által adott irányt s egyenesen tovarepült, hanem mozgással egyidejűleg a föld vonzásának is engedett s nem egyenes vonalban szállt tovább, ha-

nem mindig közelebb meg közelebb hajolt a földhöz s végre csakugyan rá is esett.

Pontos vizsgálatok kimutatták, hogy ha egy ily módon eldobott alma a földre esik, ugyanazon törvénynek hódol, mintha leejtettük volna. Ha a dobáskor 15 lábnyira volt az alma a földtől, hát süllyedni kezd már futásának első pillanatában s pontosan egy másodperc alatt fog a földre érni a dobótól távol. Erről meggyőződhetni golyók által, melyeket puskacsőből vagy ágyuból kilövének. Képzeljük, mintha egy ágyut állítanának föl valami torony tetejébe s egyenes irányban kilönének egy golyót; mindenki elismeri, hogy ez a golyó végre földre esik. De mikor esik? Meddig fog tartani, míg a földre ér? — Épen addig, mint a meddig tartana, ha a torony tetejéből függélyes irányban leejtenénk!

Tegyük föl például ismét, hogy valamely torony 540 láb magas volna, a golyó akkor a kilövés után pontban hat másodperc alatt esnék a földre. Persze hogy a hely, a hová a golyó leesik, nem lesz mindig ugyanaz. Az erős ágyú messzebb lövellné a golyót; a gyöngébb közelebb hagyná leesni. De hat másodperc multával mindig, minden esetben a földön fog a golyó feküdni s e helynek távolsága a toronytól csak attól függ, mennyire képes a lövés a golyót hajtani hat másodperc alatt.

Ha már most megtekintjük az utat, melyet az ily golyó átfut, hát látjuk, hogy az görbe vonal, mely eleinte az ágyúcsővel egyirányban, hanem aztán lejjebb meg lejjebb hajolva megy tova egész addig a pontig, hol a földre ér. Hanem ez a hajlott vonal nagyon különböző lesz, a szerint, a mint a

golyót gyöngébb, vagy hatalmasabb erő taszított ki az ágyuból. Ha a lövés gyöngé, akkor a vonal nem igen messze nyulik, hanem csakhamar lefelé görbül; ha ellenben a lövés erős, úgy a vonal messze kinyulik s hosszan kifeszített ívet képez.

Ha pedig így van, akkor egy kis elmélkedés reá vezet a helyes gondolatra, hogy minél erősebben dobatik az ilyen golyó, annál tovább terjed az ut azon a helyig, hol a földre esik, annál kifeszítettebb lesz hát az ív, melyet a golyó átfut. Miután azonban a föld maga is golyó, melynek felszíne szintén ivalakban hajlott, tehát képzelhetni azt a lehetőséget is, hogy egy ágyugolyót oly roppant erővel lövellnének ki, hogy az ív, melyet a golyó repültében formál, oly nagy s oly kiterjedt, mint maga a földgolyó görbülete. Ha pedig ez volna az eset, ha oly roppant erővel lehetne egy ágyugolyót kilöni, úgy nem is eshetnék le az a földre, hanem köröskörül kellene futkosnia a föld körül s ha nem találna akadályra, folyton úgy futna szakadatlan, a nélkül, hogy a földre leessenek.

Bármily kalandosnak és furesának tűnik is föl ily gondolat, épp oly helyes és épp oly fontos azonban a csillagászatra nézve, mint azt mindjárt látni fogjuk.

XV. A hold futása összehasonlítva egy ágyugolyó futásával.

Nagyon könnyű számítással kimutathatni, milyen erővel kellene valamely golyónak egy ágyuból kilövetni, hogy körülfussa a földet, akkép, miszerint ha kelet felé löttük ki a golyót, bizonyos idő

mulva nyugot felől érkezék vissza azon helyre, hol az ágyu áll, olyanformán, mint valami utazó, a ki körülutazta a földet.

E számításból, melyet a matematikában kezdők is könnyen kiszámíthatnak, kitűnik, hogy egy ágyu, melyet oly erősen lehetne megtölteni, miszerint az első másodperczben 24,280 lábnyira hajtsen egy golyót, elegendő volna e kísérletre. A golyó, melyet ily erővel kilőnének, egy másodpercz mulva ugyan tizenöt lábnyit esnék a föld felé; de mivel a föld maga is tizenöt lábnyit hajlik 24,280 lábnyi hosszú darabon, a golyó tehát nem jönne közelebb a földhöz, mint kezdetben a lövés után volt s tovább futva folyvást ugyanazon helyzetben maradna, úgy, hogy végre a másik oldalról ismét arra a helyre visszaérkezék, a honnan kilőtték.

Miután pedig a golyó itt sem esnék a földre, tehát folytatná futását s föltéve, hogy semmi akadályra nem talál, folyvást köröskörül keringené a földet s egészen egy mesterséges holdat képezne, mely a föld körül forog. — S miután végül a föld körülete 5400 mértföld, könnyen kiszámíthatjuk, hogy annak a golyónak nem volna huszonkilencz napra szüksége, mint a holdnak pályafutásához, hanem körülbelül már másfél órányi idő alatt elvégezné körutját a föld körül.

Nem szükséges mondanunk, hogy nincs ilyen ágyugolyó. A legerősebb ágyu legfőlebb 2300 lábnyira bírja löni a golyót az első másodperczben. De valami más erő által sem volna képes az ember megtenni ezt a kísérletet. miután a golyó a levegőben erős ellenállásra talál, mely gátolja gyors

futásában, oly ellenállásra, mely egészen sajátos módon működik, sőt mint tudósok az utóbbi évtizedben bebizonyították, minden ágyugolyót sajátos fordulatra kényszerít futtában s ellérit pályájától. De ha mindezen akadályokat elhárítottaknak képzeljük, akkor egy ily hatalmas erővel hajított golyó valóban egy kis holdat képez, mely másfél óra alatt körülutjta a földet.

És most bizonyára mindenki belátja, hogy minemű a hold forgása a föld körül, s hogy mily közel rokonság uralkodik egy könek a földre leesése s a holdnak és más égi csillagoknak forgása közt.

A föld valóban épen úgy vonja a holdat mint egy követ, mint egy almát vagy bármi más tárgyat, melyet a földön látunk. Csakhogy sokkal gyöngébben vonja, mint e tárgyakat, mert a hold hatvanszor messzebb van a föld középpontjától, mint ama tárgyak, melyek a föld felületén találhatók, s tudjuk már, hogy hatvanszor oly távolságban a föld vonzereje négyzetileg, azaz: 60-szor 60, vagyis 3600-szor gyöngébb.

Ha valami mindenható kéz föltartóztatná a holdat pályafutásában s aztán eleresztené, hát a hold nem folytatná keringését a föld körül, hanem egyenest leereszkednék a föld felé, mely őt magához vonja. Az első másodperczben nem haladna tizenöt lábnyit a föld felé való útjában, hanem csak jelentéktelen kis darabot; de minden másodperczben növekednék gyorsasága, azon arányban, a mint a másodperczek számát önmagával sokszorozzuk s a kiszámítás azt mutatja, hogy a hold 8830 másodpercz, tehát mintegy harmadfél óra

alatt zuhanna a földre és pedig oly sebességgel ütődnek a földböz, hogy az utolsó másodperczben tizenegy mértföldnél többet haladna, s ez össze-ütődés kétségkívül elég volna arra, hogy dirib-darabra zuzza a földet s megsemmisítsen minden rajta élet.

De hát miért nem esik a hold a földre? — Mert a holdnak saját mozgása van, mely ha csak egyedül működne, egyenes vonalban vezetné el a holdat a föld mellett; a föld vonzereje tehát csak az egyenes vonaltól bírja eltéríteni, ama golyóhoz hasonlóan, melyet a föld körül futtattunk s a két erő egyesülése, a hold saját mozgó ereje a föld vonzerejével egyesülten okozza a hold forgását a föld körül, mely pályájáról soha le nem térhet.

Körülbelül ezek a gondolatok, melyek Newton fejében keletkeztek, mikor az almát a földre hullni látta s mostanáig kétszáz év alatt nemesak a szemlélet, hanem a legpontosabb számítások s legkitünőbb fölfedezések mindegyike bebizonyította ama gondolatok helyességét, melyeket a nagy bölcs oly csekély körülményhez kapcsolt, mint az, hogy egy alma a fájáról leesett.

XVI. A csillagok mozgása és vonzatása.

Ugyanazon viszony, mely a föld és hold közt létezik, létezik a nap és föld közt is. A földet szintén vonja a nap, s e vonzeró a föld saját mozgásával egyesülten idézi elő, hogy ez utóbbi 365 nap és 6 óra alatt körülfutja a napot. A napnak ugyane vonzereje kényszeríti] valamennyi

mozgó planétát, hogy körben fussanak a nap körül: s mivel e körpályákat és az időt, a mennyire egy-egy planétának szüksége van, hogy e kört megfussa, figyelemmel kísérhetjük, ez okból és egyedül csak ez okból nagy pontossággal meg is határozhatjuk, milyen messze van minden planéta a naptól.

Sőt többet tudunk, mint első pillanatban az ember hihetőnek tartaná. Egy-egy bujdosó csillagnak a nap körüli pályafutásából teljes biztossággal következtethetni a nap vonzerejének nagyságára s miután ismerjük a vonzerőt, könnyű egész pontosan kiszámítani, mily nagy az esési tér a nap felszínén.

A földnek a nap körüli futása oly gyors, hogy a föld minden másodperczben ötödfél mértföldet halad. Ezzel a sebességgel rohanna is el a föld a nap mellett és soha többé hozzá vissza nem térne, ha a nap vonzerőt nem gyakorolna reá. E vonzeró következtében a föld nem folytatja futását egyenes irányban, hanem kénytelen körben menni a nap körül, és pedig olynemű e kör, hogy a föld minden másodperczben $1\frac{1}{3}$ vonalnyit tér el futásának egyenes irányától s ilymódon görbületet képez, mely $365\frac{1}{4}$ nap alatt egész körré lesz, — Ha pedig a nap, mely 19 millió mértföldnél távolabb van a földtől, annyira vonja ezt, hogy a föld másodperczenként $1\frac{1}{2}$ vonalnyival közelít a naphoz, könnyen kiszámíthatjuk, hogy akkor a nap felszínén egy kőnek majdnem 430 lábnyit kell esni egy másodpercz alatt. Azaz: ha valaki a napban fölmenne egy torony tetejére s onnan leejtene egy követ, a kő, mely itt a földön 15 lábnyit esik egy

másodpercz alatt, ott a napban egy másodpercz alatt 340 lábnyit esnék.

Hasonló módon teljes bizonyossággal tudjuk, hogy egy kő, mely 1 kgrmmot nyom, mennyit nyomna, ha a nap felszínére vinnők. Majdnem 29-szer nehezebb volna, mint itt nálunk, mert a nap felszínén a nap vonzereje mintegy 29-szer erősebb, mint a vonzerő a föld felszínén.

Hogy valjon emberi lények laknak-e a napban, azt nem tudjuk; hogy azonban, ha léteznek, egészen máskép kell alkotva lenniök mint mi, kivüláglik abból, mivelhogy a mi lábaink nem bírának el bennünket a nap felszínén. Lábaink ugyanis oly erősek, hogy testünk terhet, mely körülbelül 75 kilogramm, könnyen elviselhetik; ha azonban egy emberi lényt áthelyezne a véletlen a napba, 29-szer nehezebbé válnék teste, azaz 30 mmázsányit nyomna; mivel pedig ez oly teher, melyet el nem bírunk, okvetlen összeroskadtánk. Mivel azonban fekvés közben is az alatt lévő testrésznek viselnie kell a feljebb fekvő részt, tehát valószínűleg összelapítottánk, mintha 30 mmázsányi súly fekdének rajtunk.

Égészen hasonló módon ismerjük az esési magasságot minden más planétán, melyeknek vonzerejét holdjaik keringése vagy más körülmények folytán alkalmank nyílt figyelemmel kísérni; így pl. tudjuk, hogy egy kő, melyet a Jupiter planétán egy toronyról leejtenek, az első másodperczben mintegy 29 lábnyit esnék. Egy földi ember a Jupiterre áthelyezve ott, 186 kgrmmot nyomna s ép oly nehézkesen mozogna, mint valaki, a kinek saját teste terhén kívül még egy mmázsát kell czipelni.

Ellenben az apró planétákon sokkal könnyebb volna. Egy ballet-tánczosnő, a ki itt erőfeszítéssel bír négy lábnyi magas ugrásokat csinálni, a kis Vesta planétán hasonló erőfeszítéssel valószínűleg hatszor oly magasra tudna ugorni s míg itt alig hogy egy másodpercz harmadrészeig lebeg a levegőben, ott két másodperczig képes volna lebegve föntartani magát, a mi közbevetőleg legyen mondva, nem oly esekély idő, mint rendesen gondolják.

De a planeta-rendszeren messze túl is érvényes az égi testek egymást vonzásáról szóló törvény. Az álló csillagokat, melyek közül a Bessel csillagász által szemügyre vett legközelebbi mintegy 13 millió mértföld távolságra van tőlünk, szintén a vonzerő törvénye kormányozza. Az ég távoliban, hová szemünk az éj homlyában elhat, kettős csillagok is léteznek, azaz két-két nap, melyek egymás körül forognak. Oly messze vannak tőlünk, hogy pusztá szemmel a két napot egyetlenegy csillagnak nézzük, a valóságban azonban millió meg millió mértföldnyire vannak egymástól s oly körben futnak egymás körül, mely pontosan bebizonyítja, hogy a vonzerő, a mint az itt földünkön létezik, a világűr ama legtávolibb tájain is érvényes, a honnan a világosságnak, mely egy másodpercz alatt 40,000 mértföldet halad át, évtizedek, sőt évszázadok kellene, hogy hozzánk eljusson.

XVII. Miben rejlik a vonzerő?

Eddig megkísértettük általánosságban megismerkedni a vonzerővel, mely az égitestek sajátja. Most azonban az a kérdés merül föl, honnan ered

a vonzerő? Tán valami delej-forma rejlik az égitestek belsejében, mint mag a hüvely alatt s ez erő csupán a belső magé; vagy magában az anyagban, melyből az égitestek képződtek, rejlik az erő, úgy, hogy a vonzás az anyagtól ered?

A felelet e kérdésre nem kevésbé biztos és határozott mint a vonzerő törvényei.

Senmi kétség, hogy a föld ép úgy, mint bármely bujdosó vagy álló csillag vonzerejüket nem valami beünnök rejő különös testnek köszönhetik, hanem csak az anyag maga az, a mi a vonzerőt gyakorolja.

A vonzerő, melyet most szemügyre veszünk, a tömegekben, valamely test parányainak összességében van.

Ha a föld jelentékeny vonzerővel bír, csak azért bír ezzel, mert ő maga egyes parányok rop-pant halmazá, óriási gyűjteménye ilyen legapróbb részecskéknak, melyekből áll a világon minden. A vonzerő tehát nem egyes parányok valami különös sajátosságában, hanem a parányok összegében rejlik.

Ebből következik, hogy a nap, melynek vonzereje sokkal nagyobb mint a földé, csak azért bír e nagyobb vonzerővel, mert tömege is nagyobb; hogy a hold, melynek kisebb a vonzereje mint a földé, csak azért vonz gyöngébben, mert kevesebb paránya van mint a földnek. S innen az a következtetés vonható, hogy minden tömeg vonzerőt gyakorol a másokra s minél nagyobb a tömeg, annál nagyobb a vonzerő.

Ez igazságot már a nagy Newton maga fölis-mérte s miután tudta, hogy valamely tárgynak a

tömege a parányok mennyiségétől ered, melyek e tömeget képezik, ebből azon helyes következtetést vonta, hogy minden égitestnek a vonzerejéből kiszámíthatni tömegét is.

Újabb vizsgálatok nemcsak, hogy megerősítették ez igazságot, hanem a legdöntőbb bizonyítékot is szolgáltatottak hozzá, melyet még Newton idejében nem tudtak fölhozni. — E bizonyíték abban áll, hogy egy szerföllött finom eszközt használnak annak a bemutatására, hogy nem egyedül csak a földnek van vonzereje, hanem bármi más tárgynak, mit a földön látunk s csak mivel minden tárgy a földön csupán végtelen kis részecskéjét képezi a föld tömegének, csak azért oly észrevétlen vonzereje, hogy csupán ama föntebb említett szerföllött érzékeny eszközzel födőzhetni föl.

De hát mi ez az eszköz?

Hihetőleg sokan olvasóink közül nem sejtik, hogy e legbecsesb és legfinomabb eszköz oly rendkívül egyszerű, hogy már a gyermekek is játszanak vele. Ez eszköz az *inga*.

Az emberi kéz készített már oly mérlegeket, melyek annyira finomak, hogy a mérleg egyik serpenyője lesúlyed már akkor is, ha egy piczikét több por száll a másokra. Még érzékenyebb és sokkal egyszerűbb eszköz az *inga*.

Hogy mi az *inga*, bizonyára tudja mindenki. Láthatni az óráknál. S ha egy czérnaszára egy követ kötünk s ide-oda lóbáljuk, az is *inga*; lebegő *inga*. De hogy milyen finom eszköz az *inga*, kevés ember sejtí.

Ha egy fölfüggesetett ingát megmozdítunk, azaz ide-oda lóbáltatunk, egyszeri ingásának tartama

éppen pontosan megjelöli a föld vonzerejének mértékét. Az esés törvényeiből következik, hogy az ingának lassabban kell lóbalózni, ha a föld vonzereje csökken és gyorsabban, ha a föld tömege növekednek. Egyszeri ide-oda ingáskor ugyan nem mondhatni meg pontosan, vajjon kissé gyorsabb vagy lassabb volt-e az inga; de ha egy ilyen körülbelül három lábnyi hosszú ingát egész nap lóbalátjuk s megolvassuk, hányszor ing, ez ingások számából igen jól megtudhatjuk, vajjon sebesebben vagy lassabban ingott-e? Ha p. épen pontosan ugy intéztük az inga hosszát, hogy minden másodperczen egy ingást kell tennie, akkor egy nap alatt 86,400-szor kell ingania; ha már most csak egyetlenegyszer többet vagy kevesebbet ing, hát tudjuk, hogy minden másodperczen ^{1/86400}-szer sietett vagy késlett.

Miután semmi eszköz a világon nem képes ilyen észrevehetlen dolgokat megjelölni, tehát az ingát méltán a világ legfinomabb eszközének tarthatjuk; s a vele tett kísérletek eddig a legbiztosb eredményeket szolgáltaták, habár ilyen kísérleteknek lényeges pontokra nézve a legnagyobb nehézségek álltak útjában.

Az ingával tett kísérlet bizonyította be döntetlenül legújabb időben azt is, hogy minden test bir vonzerővel s hogy viszont minden test egyenlőn alá van vetve a vonzerőnek. A természetvizsgáló Reichenbach megmutatta kísérletek által, hogy az ingát nemcsak a föld vonzereje, hanem akármely tömegére nézve jelentékeny golyó képes ingásban tartani; s a nagy csillagász Bessel, ki a világon található mindenféle anyagból készített ingákat, be-

bizonyította, hogy a vonzerőnek minden anyag egyenlően alávetett.

XVIII. A vonzerő s a világ eredete.

Tekintsünk már most az előbbi fejezetben említett kísérletek eredményére, s a következő folyik abból legteljesebb bizonyossággal.

A világon minden test vonzerőt gyakorol más testekre. Minél nagyobb a test, annál nagyobb a vonzerő, mert e vonzerő mindig a parányok vonzerejének összege, melyek a testet képezik.

Egy ólomgolyó p. vonzerővel bir s észrevehetőleg tanúsítja is ezt alkalmas inga-készüléken. Kétszer oly nagy ólomgolyó kétszer oly nagy vonzerővel bir; felényi nagyságu ólomgolyónak a vonzereje is csak felényi, az ólomgolyó tizedrészének tizszerte gyöngébb a vonzereje s e vonzerőnek a természete a föld vonzerejéhez teljesen hasonló, erősen hat a közelben s a távolság négyzete szerint csökken, tehát épen olynemű, mint a vonzerő, melyet az égi testeken fölfedeztünk. E tekintetben az ólomgolyó egészen hasonló a naphoz s az ég valamennyi csillagához s csak azért hat gyöngébben, mivel amaz óriási golyókhöz képest tömegére nézve oly csekély.

E tény felől nincs legkisebb kétség sem; sőt oly szilárdul és megdönthetlen áll az, a mint csak állhat valamely tudományos eredmény.

Ha pedig ez így van, komoly megfontolást kelt az bennünk s szerfözlött fontos kérdéseket támaszt, melyek egész a láthatlan erők rejtélyeihez, azaz a parányok rejtelyes tulajdonaihoz elvezetnek.

Képzeljünk magunknak egy egészen üres tért a nagyvilág épületében. Képzeljük, mintha a nap, hold, föld, bujdosók, üstökösök és álló csillagok mind nem léteznének s tegyük föl, hogy ez üres térben két kis parány volna, millió meg millió mértföldnyi távol egymástól, e két parány közt mégis vonzerő működik. E vonzerő szerfölött gyönges, mert a parányok oly szerfölött kicsinyek tömegre nézve. A nagy távolság következtében még millió meg milliószor gyöngében fog hatni a különben is gyönges vonzerő; mindamellett megdöntetlenül igaz, hogy a két parány egymást kölcsönösen vonja s ha millió évekig pihentek is addig, most elkezdének egymáshoz közeledni s ezt addig folytatják, míg mindkét parány nem egyesül s egy tömeget képez.

Ha kettőnél több ily parány létezik a világűrben, hát valamennyi elkezd egymáshoz közelíteni s összetalálkozik és egyesül valamely ponton; s képzeljük magunknak, mintha a világűr darabonként telve volna ily parányokkal, úgy minden ponton, a hol kissé közelebb állnak egymáshoz, lassanként egész tömegek alakulnak, s ha elég sok a parány, hát nagy égi testek, óriási tömegű golyók keletkeznek, a mint most napok, álló, bujdosó csillagok és holdak képében látjuk őket magunk előtt.

Az ilyen képzelettel elhat az emberi szellem a világ keletkezésének homályos ősi korába s megtalálja a gondolat fonalát, mely őt elvezeti ama kifürkészhetlen térre, hol a világ eredete kezdődik, vagy legalább amaz égi testeké, melyek most a világot képezni látszanak.

Csakhogy nincs megengedve az emberi szellemnek mélyen bepillantani ama homályba.

Ha visszatérünk azon kérdésre, hogyan keletkezett a világ, vagy helyesebben: hogyan keletkeztek az égi testek, melyek a világűr betöltik, tudományomjunk nem igen sokat nyert általa, ha fölteszszük, hogy alakulásuk előtt mint különvált parányok léteztek, melyek a vonzerő törvényei szerint égi testekké egyesültek. Ha már a keletkezés után kérdezősködünk, akkor a parányok keletkezése után is kérdezősködnünk kell s ha valaminemű felelettel meg is elégednénk, hát mégis mindig rejtély marad, hogyan jutottak a parányok ama sajátságához, hogy egymást kölcsönösen vonják? — A ki nem örömet csalódik az ily kérdések megoldásában, az be is vallja, hogy a természettudomány eddigi fölvilágosításai nem elegendők arra, hogy e kérdésekre megfeleljenek. Ily kérdések nem is tartoznak többé a szorosan vett természettudomány körébe, hanem annak határain kívül oly téren fekszenek, melyre csak óvatosan szabad lépünk, ha nem akarunk tévelyegni.

Azonban az még a természettudomány illetékes köre, ha a mennyire lehet természetes uton magyarázza ki a tárgyak keletkezését s igyekszik, a mennyire csak lehet, oly kevésbé föltételezni a világ kifejlődésénél természetfölötti erők működését; s ha be kell vallanunk, hogy a tudomány képes megmagyarázni nekünk, hogyan keletkeztek az égi testek a világűrben szétszórt parányokból, sőt hogy a természettudomány törvényei szerint a világok e keletkezésének okvetlen be kellene következni e parányokból: ez bizonyára a tudomány

diadala, habár oly diadal, melylyel valami nagyon diésekednie nincs oka, miután oly igen közel fekszik azon határhoz, melyen túlhaladnia lehetetlen.

De szerénységet parancsolnak még egészen más okok is, s hogy a szerénységet tanúsítsuk, újra visszatérünk most főtárgyunkhoz: a titokteljes vonzerőhöz.

XIX. A természeti erők rejtélyessége.

Nem szükséges ösidők homályába visszatérnünk, hogy az emberi tudás határait keressük, sőt inkább mindaz, a mi szemeink előtt fekszik, benső lényegét tekintve, eléggé rejtélyes, hogy szerénységre oktasson még ott is, hol a tudomány győzelmének örvendünk.

Tekintsük csak meg, a mit eddig a természet-tudomány vívmánya gyanánt előadtunk, közelebbi szemlélet után azonnal észreveszszük, hogy a tudomány fölvilágosításai leleplezték ugyan a természet *tüneményeit*, de magát a természet *lényegét* homályba burkolva hagyták.

Midőn a szilárd testek összefüggését szemügyre vettük, kénytelenek valánk azt föltételezni, hogy minden tárgy a világon egyes parányokból áll, hogy e parányok vonzerőt gyakorolnak egymásra, a mi meggátolja, hogy könnyen el lehessen választani egymástól e parányokat, hogy ez a vonzerő okozza, pl. egy darab vas szilárdságát. Együttal azonban el kellett ismernünk azt is, hogy mindamellett e parányok nem tapadnak szorosan egymáshoz, mert a tárgyak, melyek e parányokból állnak, erővel összenyomhatók s ez arra veze-

tett bennünket, hogy a parányokban a vonzerőn kívül bizonyosan még eltasztó erő is működik.

Már magát e feltevést is rejtélyesnek nevezhetni. E képzelet szerint ugyanazon egy anyagnak két paránya kölcsönösen vonja és kölcsönösen eltasztítja egymást. E föltevés által ugyan igen sok rejtélyes tüneményt megmagyarázhatunk. Ez által érthetővé válik, hogyan terjeszkedhetnek ki bizonyos körülmények közt a szilárd testek s hogyan huzódhatnak össze ellenkező körülmények közt. Ha ily föltevéseket nem csinálnánk, sok rejtély megfejtetlen maradna a természet jelenségeiből. De nem kell soha elfelednünk, hogy ezáltal ugyan sok rejtélyt megfejtettünk, helyettök azonban egyetlenegy nagy rejtélyt kaptunk cserébe.

Nyeresség ugyan az emberi ismeretnek, ha *egy* indokot találunk föl *számos* tünemény megmagyarázására, ha a *sok* rejtély helyett csak *egy* kell megfejtenünk, de nem kell elfelednünk, hogy a nyeresség nem *teljes*, ha még mindig rejtélyes alapon épül.

A szigoru tudomány szerényen el is ismeri ezt: azért „hypothesisnek“, azaz *még be nem bizonyított* véleményeknek nevezi az ily föltevéseket. A meddig azonban a jelenségek megegyeznek vele, addig egy hypothesisnál marad s ragaszkodik hozzá, míg vagy valamely új hypothesis jobb fölvilágosítást nem ad, vagy a régi hypothesis újabb tények által tarthatlanná vált.

A parányok föltevése ilyen hypothesis. Az a föltevés, hogy a parányok vonzó és eltasztító erővel fölruházvák, ismét további hypothesis. A tény, hogy számos rejtélyes tüneményt megmagyaráz-

hatni e hypothesisok által, nagymérvű valószínűséget ad e föltevéseknek; bizonyossággá azonban még nem emelkedtek s csak akkor fognak bizonyossággá válni, ha az ember fürkésző szellemének sikerül egyrészt a parányok létezését érzékeink által kétségtelen bebizonyítani, másrészt pedig az erőket, melyeket a parányoknak tulajdonítunk, az elmének érthetőbbé tenni.

Azért nevezzük e tárgyat a *természet titkos erőinek*, mert bár az erők működései nyíltan állnak az egész világ előtt, maguk ez erők mégis titkok, melyek kifürkészése talán csak valamely késő nemzedéknek sikerül. Most csak annyit tanulunk ebből, hogy vannak állapotok és erők a természetben, melyek érzékeink előtt rejtve; hogy a világ egyébből is áll, mint abból, a mit öt érzékünk fölfog s hogy valószínűleg másképp tünnek föl előttünk, ha még egy hatodik érzékünk volna, mely új fölvilágosításokat nyujtana nekünk a külvilágról s új igazságokkal gazdagítaná szellemünket.

Míg azonban sem az idő, sem a természet ily kedvezményben nem részesít, addig a jelenkor ismereteire s érzékeink és szellemünk fölfogására vagyunk utalva s meg kell elégednünk a természet jelenségeinek összehasonlításával és kiegészítésével s ott hol újabb rejtélyre akadunk, azon vigasztalással, hogy a természettudomány világa tisztábban fénylik ma, mint a mult időkben s a jövő korban ismét tisztábban fog fényleni, mint a mi korunkban.

Ha már most folytatjuk tárgyunkat s összehasonlítjuk a természet jelenségeit s az erőket, melyek azoknak indokul szolgálnak, mindenekelett

kétféle vonzerőt kell egymás mellé állítunk, hogy a különbséget köztük megismerjük.

Az első a parányoknak, melyek szilárd anyagokká egyesültek, kölcsönös vonzereje; a második azon vonzerő, melyet a parányok egymásra gyakorolnak, midőn egymástól távol vannak s vonzerejüknél fogva mindig közelebb igyekeznek jutni egymáshoz.

Mindkét fajta vonzerővel bírnak a parányok. Hogyan és hol rejlik bennök e vonzerő, az teljes titok s e titok nem lesz könnyebben megoldhatóvá, ha az általunk említett vonzerők különböző természetét tekintetbe vesszük s a mellett megfontoljuk, hogy még más vonzerők is vannak, melyeket szintén a parányoknak kell tulajdonítani s melyeket az eddig nevezett vonzerők fölötti rövid elmélkedés után elő fogunk adni olvasóinknak.

XX. Hasonló természeti erők különfélesége.

Ugyanazon szilárd test parányai bizonyos erővel ragaszkodnak egymáshoz s ez erőt mi vonzásnak neveztük.

E vonzásnak azonban megvannak a maga határai. E vonzás teljesen megszakad, ha a szilárd alapokat erőszakosan szétörjük. Azt kellene gondolni, hogy a parányok vonzereje elég lehetne arra, miszerint egy szétört darab vas ismét egészzé válnék, ha a töredékeket egymáshoz szorítjuk. De nincs így s ezt általában magyarázzák, hogy e vonzerő parány és parány közt csak akkor uralkodik, ha szerfölött közel fekszenek egymáshoz, ellenben

bármily erős nyomás nem elegendő arra, hogy a szétszakított parányokat ismét oly közel juttassa egymáshoz, miszerint a vonzerő ismét hatályba lépjen.

Hanem e magyarázatban ismét sok a kimagyarázhatatlan. Ha bizonyos erő elégséges volt arra, hogy egy darab vasat szétszakítson, hát azt kellene hinnünk, hogy ugyanazon erő elégséges lehet a töredékeket ismét egymáshoz szorítani, úgy hogy az egyik darab paránya elég közel jusson a másik darab parányához s vonzerőt gyakorolhasson egymásra. Ha mindamellett tizszer oly erős nyomás sem képes a parányokat oly közel hozni egymáshoz mint azelőtt voltak, hát világos, hogy itt valami körülménynek kell működni, melyet még nem sikerült kifürkészni.

Föltűnő, hogy friss vágású ólom s még inkább gummielastikumlapok nyomás által ismét egyesíthetők, még pedig nem úgy, mint a hogy két sima lap egyáltalán egymásra tapad, hanem kellő nyomás mellett oly teljes az egyesülés, hogy a két daraból egy lesz.

Ha tehát eszerint föl kell tennünk, hogy a legtöbb anyagban a parányok, ha egyszer szétváltak, nem könnyen gyakorolhatják egymásra ismét a vonzerőt, de a vonzerő másik neménél, a tömegeknek távolból vonzásánál egész máskép áll a dolog. Ez a vonzerő növekszik a közelben s csökken a távolban; hanem legkevésbé sem szűnik meg ismételt közelítés és eltávolítása által s lényegére nézve egészen ugyanaz marad, bármennyiszor megzavarjuk is a vonzást a vonzott testek eltávolítása által.

Nem könnyű ugyan efféle kísérleteket tenni, hanem a természet maga ismételi ezt a kísérletet havonkiat a föld vonzerejével, miután a hold nem egészen körded, hanem tojásdad pályát fut a föld körül, rendszeren hol közelebb, hol távolabb jutva a földhöz; s noha ez a fölváltva való közeledés és eltávolodás már évezredek óta tart, a földnek a holdra gyakorolt vonzerejét mitsem csökkentette s egészen változatlan hagyta az erő természetét.

A leglényegesebb különbség a két vonzerő közt továbbá abban rejlik, hogy ugyanazon egy darab parányai közt a vonzerőn kívül eltaszító erő is uralkodik. Ha egy darab vasat összenyomunk, a parányok összebb szorulnak s a darab vas kisebb lesz; de ha megszüntetjük a nyomást, akkor ismét viszanyeri előbbi alakját. Ezt nem magyarázhatjuk meg máskép mint a parányok eltaszító ereje által, mely a vonzerő mellett egyidejűleg uralkodik s mely két erő együtt szabályozza mindig a parányok helyzetét, úgy, hogy egy önmagára hagyott tömegnél a két erő mindig egyensúlyban áll.

Ellenben a másíknemű vonzerőnél, a tömegek vonzerejénél hasztalan keressük az eltaszításnak bármí jelenségét. A sok ezer égi tünemény s az égitestek pályafutásai közt úgy látszik, hogy saját mozgásuk erején kívül csak a tömegek egymásra ható vonzereje működik; legalább ez a föltevés elegendő volt nemcsak valamennyi tünemény ki-magyarázására, hanem arra is, hogy ilyenű hatásokból, melyeket eddig soha sem látott égitestek gyakoroltak, bebizonyítsuk az égitestek létezését s elömozdítsuk fölfedeztetésüket.

Csak az üstökösöknél mutatkozik valami eltaszi-

lásféle. — Bessel szerint nagyon valószínű, hogy Halley üstökösénél, mely 1835-ben mutatkozott, a nap bizonyos eltaszító erőt gyakorolt az üstökös ködhüvelyére s a legújabb, szerfölött csodálatos fölfedezés, hogy a Biela-féle üstökös pályafutásának utóbbi évei alatt ketté vált, úgy, hogy két egymás mellett haladó üstökös lett belőle, holott 1826-ban történt fölfedeztetése óta 1848-ig határozottan, mint egyetlenegy üstökös jelent meg, — ez a fölfedezés mutat arra, hogy az üstökösöknél nem uralkodhatik csupán a vonzerő, hanem egyszersmind az eltaszítóerő valami ismeretlen törvényének is működni kell.

Végre még az a lényeges különbség mutatkozik, hogy a parányok vonzerője a szilárd testekben a meleg által nemcsak megváltozik, hanem annyira meg is szűnik, hogy a parányok gázzá alakulnak át, s mint ilyenek, a mennyre csak a tér engedi, eltávoznak egymástól, tehát a meleg következtében teljesen elenyésszik a vonzerő s csupán csak az eltaszító erő marad fenn. Ellenben a tömegeknek egymásra ható vonzerejénél nem vesszük észre, hogy a meleg folytán ilyenmü változás fordulna elő. — A földnek az ingára gyakorolt vonzerejében nem vesszünk észre semmi különbséget akár nyár, akár tél, akár nappal, akár éjjel, akár napfényes idő, akár sötétség legyen, sőt az sem okozott semmi különbséget, hogy közelebb vagy távolabb volt-e a föld a naphoz.

Miután e látszólag egységes vonzerőt a körülmények folytán oly lényegesen különbözönek láttuk, most már meg akarunk ismerkedni a vonzerő egyéb neveivel, melyek lényegökre nézve nem kevésbbé

különbözök s nem kevésbbé csodálatosak, mint az eddigiek.

XXI. A delej ereje.

A világon semmi által nem mutathatni ki oly könnyen mindeneknek a vonzerő tüneményét, mint a delej által. Még azon embereket is, kik a természeti erőket különben meséknek tekintik, megtérítik a kísérletek, melyeket a delejjel ők maguk csinálhatnak s a tények arra indítják, hogy a csodálatos tünemények fölött komolyan gondolkodjanak.

Előadunk itt néhány kísérletet, melyet bárki könnyen megtehet.

Az ember most már nagyon különbözö módon képes egy aczeltüt delejessé tenni. Ha egy közönséges kötötüt egy mágneskövel, a melyet a földben találunk, végighuzogatjuk, a kötötü delejé válik. Egy közönséges delejjel, a melyet a vasárusnál vesszünk, szintugy megtehetni ezt a mesterséget. Ha végighuzogatunk vele egy kötötüt, ez szintén delejes lesz. Még kitünőbb eredménnyel változtathatni delejé e kötötüt, ha villany-delejjel, melyről később fogunk szólni, hozzuk érintkezésbe. Végre a ráspolyozás által is delejes tulajdonságokat kap a vas, sőt azt is tapasztalták, hogy vaspálcák, p. ablakrácsok vagy kertkerítéseknel delejesekké lesznek, ha sokáig egyenest álltak.

A ki néhány kísérletet akar a delejjel tenni, az szerezzen magának legalább egy delejes kötötüt, ha sajnálja kiadni azt a pár garast, a miért egy közönséges, patkó-alaku delejt vehet.

Ha az ilyen kötötűt az asztalra teszszük s egy varrótűt teszünk hozzá közel, észrevehetjük, hogy itt vonzás történik. Delej és vas kölcsönösen s már bizonyos távolságról vonják egymást, míg csak össze nem érnek. Ha az érintkezés megtörtént, delej és vas összetapad, úgy, hogy némi erő szükséges hozzá, hogy szétszakítsuk.

Miután egy delejezett kötötű valóban delej lett, ezentul hát mindig e néven fogjuk nevezni s delej alatt minden esetben egy egyenes aczeltűt fogunk érteni, míg a közönséges hajlott mágnest patkóalakú delejnek nevezendjük.

Ha egy delejt leráspolyozott vasporba fektetünk, a melyet bármelyik lakatostól kaphatunk, akkor láthatjuk csak igazán, hol legerősebb a delej ereje. Az apró leráspolyozott vasdarabkák reá telepednek a delejre s mintegy szakállt képeznek. Ha figyelemmel kísérjük, észreveszszük mindjárt, hogy a tű közepére nem ragadtak vasdarabkák, ellenben mindig sűrűbben meg sűrűbben találkoznak a vége felé, míg a két végén az apró vasdarabkák nemcsak a delejre magára, hanem fonalformán egymásra is tapadtak s valami kefének a sertéihez hasonlítanak.

Miután világos, hogy ott leghatásosabb a delejes erő, hol a legtöbb vasráspolypor telepedett le, tehát mindenki beláthatja, hogy a delejnek a két vége bir a legnagyobb delejes erővel.

Ha ujjainkkal lesöpörjük ezt a vasráspolyport s megtekintjük a delejt, úgy találjuk, hogy a szem föl nem fődözheti nyomát, hol rejlik a delejnek ez az ereje. Őt érzékünk közül egyik előtt sem árulja el a delej, hogy ily tulajdonsággal bir. Nem

is gyakorol semminemű más anyagra valami könnyen észrevehető vonzást; csak ha a vashoz vezetjük, akkor tűnik elő egyszerre ez erő s meggyőz bennünket arról, hogy a tárgyaknak a világon lehetnek sajátságai, melyekről sejtelmünk sínes, míg csak a tények föl nem világosítanak felőle.

A delejnél valóban oly tulajdonokat találunk, melyeket semmi ember sem képes fölfedezni, ha még oly szorgosan vizsgálja is. Sulyra, színre és külső alakra nézve mitsem különbözik a delejezett kötötű a delejeztentől, pedig a delejezett kötötű egészen más valami, sőt még egyes részei közt is egészen különös sajátságokkal bir, mert a közepe nem delejes, míg a végei delejesek.

Bármily csodálatos is ez, csak csekélység a delejes tünemény csodái közül, a mint további kísérletek által mindjárt meggyőződhetünk.

Tegyünk csak egy pár varrótűt egy papiroslapra s érintsünk meg közülök egyet a delej egyik végével, hát rögtön oda tapad a delejhez. Ha aztán ezzel a varrótűvel megérintjük a másik varrótűt, látjuk, hogy azt is lehet vonzani, sőt egy kis vi-gyázattal föl is emelhetni. Ha erős a delej, a második varrótűhöz még egy harmadikat, a harmadikhoz még egy negyediket is függeszthetni.

Azt hihetné most az ember, hogy a delej tartja valamennyit, hogy a delej oly erős, miszerint a harmadik, negyedik tűt is leköti. Ez azonban nines úgy. Ha ugyanis az első varrótűt csak piczikét elvonjuk is a delejtől, azon pillanatban szét-hull valamennyi többi tű, habár a második varrótű még mindig közelebb van a delejhez, mint előbb a harmadik és negyedik.

Adams
57

Valóban valami sajátságos dolog történik a varrótűkkel, a mit majd megismerünk, de egyelőre még néhány kísérletet kell tennünk.

XXII. További kísérletek a delejvel.

Tegyük egy delejt egy nagy papíros alá s hintsünk egy közönséges porzótartóból lereszelt vasport a papírosra. Sajátságos tűneményt fogunk mindjárt észrevenni. Az apró vasdarabkák úgy ülepdednek le, hogy bámulatunkra egész rendes sugárokat képeznek a delej két fele körül. Ha azonkívül még ujjunkkal is megkopogtatjuk kissé a papírost, akkor még rendesebben történik e mozdulat s gyakran bámulatosan szép alak áll elő, mely mindenkinek, a ki először látja, bizonyára nagy örömet fog szerezni.

Miután bárki is, a ki érdeklődik ez iránt, könnyen megteheti e kísérletet s némi kis gyakorlat mellett teljesen sikerül, tehát nem vesződünk annak leírásával s magyarázatul csak a következőket akarjuk hozzátenni.

Látjuk, hogy a delej közepétől kezdve mind-egyik vége felé mily sajátságosan telepednek le a vasrészecskék. Nem szabad azonban emellett elfelednünk, hogy az előttünk levő papíros, melyen a vasrészecskék fekszenek, csak egy sík lap; tehát csak egyetlenegy síkon látjuk a delej hatását s itt mindkét oldalon pávatollhoz hasonlít a kép. Ha képesek lennénk szemlélni a delejt, mikor minden oldalról körülveszi ilyen lereszelt apró vasforgács, akkor láthatnánk, hogy e vasdarabkák

olyformán rakodnak le köröskörül, hogy az egész egy forgóhoz hasonlít.

Szeretnénk mindjárt megmagyarázni e tűneményt is, de előbb még egész sereg kísérletet kell tennünk a delejvel.

Látuk, hogy a delej, mely a papíroslap alatt feküdt, sajátmű vizet gyakran a papírosra fekvő vasrészecskékre. Ne higyük, hogy csak a papírossal történik ez, mely nem eléggé sűrű s finom láthatlan lyukaesain tán átveszti a delej hatását; erős delejvel tett kísérletek által meggyőződhetünk, hogy nagyon sűrű és szilárd testeken át is hat a delej a vasra, úgy hogy egy vasgolyó az asztalon ide s tova futkos, ha az asztal alatt egy erős delejt ide-oda huzogatunk. Némely bűvészműtávján a delej ily használatán alapul, mert a delej vonzereje nem szűnik meg még akkor sem, ha sok tömör tárgy választja is el a vastól.

Most pedig lássunk egy újabb kísérletet.

Ha a delejt a kellő közepén czérnaszállal átkötjük, úgy hogy vízszintesen lóg rajta, akkor egészen sajátságos látványnak leszünk tanúi.

Mihelyt a czérnaszállal valahová fölakasztjuk, úgy hogy a delejt, mint valami óramutatót, tetszés szerint bármerre fordíthatni, azonnal észrevesszük, hogy a delejt, mint ide-oda forogni, míg végre bizonyos irányban állva marad. Ha megasztítjuk a tűt, ide-oda fog ingadozni s végre ismét úgy marad állva, mint az imént. Ismételjük bár ezt, a hányszor akarjuk, fordítsuk a tűt tetszésünk szerint akármely irányba, mihelyt szabadon eresztjük, mindig újra visszatér előbbi helyzetébe s itt nyugodtan megállapodik.

Ha megjegyzük a tájt, mely felé a tű két vége mutat, azt tapasztaljuk, hogy a tű egyik vége rendszeren észak, a másik dél felé mutat. A delejes tű e helyzete annyira rendes, hogy sötét éjjel, erdőn, a tengeren vagy valami sivatagon, a hol az ember nem tudja merre forduljon, csak ilyen tűre van szüksége, hogy rögtön láthassa, merre van észak és merre dél. Ilyen tű a compas, mely a hajózásban oly fontos szerepet játszik.

Persze, hogy a cézél elérése végett pontosan meg kell jelölni a tű két végét, hogy föl ne cseréljük, s ha ezt teszszük, ha p. a tű egyik végére egy darabka viaszt ragasztunk, akkor láthatjuk, hogy jelentékeny a különbség a tű két vége közt, hogy az egyik viasz mindig északra, a másik mindig délre mutat s ha megfordítjuk, mindkettő ismét visszamegy, míg csak előbbi helyére nem ér.

Tegyük föl, hogy az egyik végét, mely északra mutat, egy darabka reá tapasztott viasszal megjelöltük, akkor tudni fogjuk, hogy ez a delejnek mindig északi, a másik mindig déli vége. A tű végét sarkoknak nevezzük, tehát az egyik végét, mely észak felé mutat, *északi sark*, a másikat, mely dél felé mutat, *déli sark* név alatt ismerjük.

S most, miután már ennyire mentünk, ismerkedjünk meg a sarkok meglepő tüneményeivel.

XXIII. Minemű a delej két sarka.

A legérdekesebb kísérlet, melyet most megpróbálhatunk, következő:

Vegyünk egy második aczél kötötűt, mely a delejes erőnek semmi nyomával sem bír, fogjuk

meg a közepén s huzogassunk végig több ízben egyik felén valami delejtűt. Ha e huzogatást hosszabban folytattuk, úgy találjuk, hogy az előbb delejtelen tű is delejessé lett. S bámulatos: nemcsak az az oldal, melyen meghuzogattuk a delejt, vált delejessé, hanem a másik fele is, melyen nem huzogattunk semmit.

Néha sikerül a második kötötűt ép oly delejessé tenni, mint az elsőt. Ilyenkor azt hinné az ember, hogy az első vesztett valamit delejességéből, miután némileg átadott rbból a másiknak; ez azonban nincs úgy. Sőt gyakran még növekedik ezáltal az első tű ereje; csökkenni semmi esetben sem esökken.

Most tehát már két delejtűnk van s ha a másodikat elkülönítve épen úgy fölakasztjuk, mint az elsőt, úgy találjuk, hogy a második tűnek is egyik vége észak, másik dél felé áll, tehát szintén van északi és déli sarka.

Hogy a sarkokat össze ne téveszszük, jelöljük meg valamiképp e második tű északi sarkát is. S aztán kísérsük meg a következőt:

Hagyjuk az egyik tűt ismét közepénél fogva ezérnaszára kötve lelőgni s várjunk, míg az megállapodik, a mikor az északi sark megint észak felé fog mutatni. Vigyünk már most e sarkhoz közel egy darab vasat, azonnal megmozdul az s a vas felé siet. Ugyanez történik a déli sarknál. Hanem egészen más, ha a fölfüggesztett delejtűhöz a másik delejtűt visszük közel. A mint a kezünkben lévő tű északi sarkával a fölfüggesztett tű északi sarkához közelítünk, ez azonnal visszahúzódik, elfordul s tova fut, úgy hogy körben

Ha megjegyzük a tájt, mely felé a tü két vége mutat, azt tapasztaljuk, hogy a tü egyik vége rendszeren észak, a másik dél felé mutat. A delejes tü e helyzete annyira rendes, hogy sötét éjjel, erdön, a tengeren vagy valami sivatagon, a hol az ember nem tudja merre forduljon, csak ilyen türe van szüksége, hogy rögtön láthassa, merre van észak és merre dél. Ilyen tü a compas, mely a hajózásban oly fontos szerepet játszik.

Persze, hogy a cél elérése végett pontosan meg kell jelölni a tü két végét, hogy föl ne eseréljük, s ha ezt tesszük, ha p. a tü egyik végére egy darabka viaszt ragasztunk, akkor láthatjuk, hogy jelentékeny a különbség a tü két vége közt, hogy az egyik viasz mindig északra, a másik mindig délre mutat s ha megfordítjuk, mindkettő ismét visszamegy, míg csak előbbi helyére nem ér.

Tegyük föl, hogy az egyik végét, mely északra mutat, egy darabka reá tapasztott viasszal megjelöltük, akkor tudni fogjuk, hogy ez a delejnek mindig északi, a másik mindig déli vége. A tü végeit sarkoknak nevezzük, tehát az egyik végét, mely észak felé mutat, *északi sark*, a másikat, mely dél felé mutat, *déli sark* név alatt ismerjük.

S most, miután már ennyire mentünk, ismerkedjünk meg a sarkok meglepő tüneményeivel.

XXIII. Minemü a delej két sarka.

A legérdekeseb kísérlet, melyet most megpróbálhatunk, következő:

Vegyünk egy második acél kötötüt, mely a delejes erőnek semmi nyomával sem bír, fogjuk

meg a közepén s huzogassunk végig több ízben egyik felén valami delejtüt. Ha e huzogtatást hosszabban folytattuk, úgy találjuk, hogy az előbb delejtelen tü is delejessé lett. S bámulatos: nemcsak az az oldal, melyen meghuzogattuk a delejt, vált delejessé, hanem a másik fele is, melyen nem huzogattunk semmit.

Néha sikerül a második kötötüt ép oly delejessé tenni, mint az elsőt. Ilyenkor azt hinné az ember, hogy az első vesztett valamit delejességéből, miután némileg átadott rbból a másiknak; ez azonban nincs úgy. Sőt gyakran még növekedik ezáltal az első tü ereje; csökkenni semmi esetben sem esökken.

Most tehát már két delejtünk van s ha a másodikat elkülönítve épen úgy fölakasztjuk, mint az elsőt, úgy találjuk, hogy a másodk tünek is egyik vége észak, másik dél felé áll, tehát szintén van északi és déli sarka.

Hogy a sarkokat össze ne téveszszük, jelöljük meg valamikép e második tü északi sarkát is. S aztán kísérsük meg a következőt:

Hagyjuk az egyik tü ismét közepénél fogva ezernaszálra kötve lógni s várjunk, míg az megállapodik, a mikor az északi sark megint észak felé fog mutatni. Vigyünk már most e sarkhoz közel egy darab vasat, azonnal megmozdul az s a vas felé siet. Ugyanez történik a déli sarknál. Hanem egészen más, ha a fölfüggesztett delejtühöz a másik delejtüt viszzük közel. A mint a kezünkben lévő tü északi sarkával a fölfüggesztett tü északi sarkához közelítünk, ez azonnal visszahúzódik, elfordul s tova fut, úgy hogy körben

körülkergethetni. Az egyik tű északi sarka fut a másik tű északi sarkától, azaz helyesebben: az egyik tű északi sarka eltaszítja a másik tű északi sarkát.

Ha már most megvárjuk, míg a fölfüggesztett tű ismét megpihen s aztán megkísértjük a kezünkben lévő tű déli sarkával közelíteni a fölfüggesztett tű északi sarkához, akkor nem történik semmi eltasztás, sőt ellenkezőleg az egyik tű déli sarka közönséges vasnál erősebben vonja a másik tű északi sarkát.

Tehát az egyik tű északi sarkát vonja a másik tű déli sarka; ellenben az egyik tű északi sarkát eltaszítja a másik tű északi sarka.

Ha megkísértjük ezt a fölfüggesztett tű déli sarkával, az ugyanolyan sajátságot fog mutatni. Ha egy másik tű északi sarkát visszük hozzá közel, vonzatni fog; ha pedig egy másik tű déli sarkát, akkor eltaszítatni fog.

Érdemes mindenkinek, a ki még ezt soha sem látta, hogy e kísérletet megtegye, mert könnyű s kevés költséggel jár és kézzelfogható módon tár föl szemünk előtt egy nevezetes tüneményt, mely a legbölcsebb embernek is tárgyat ad a gondolkodásra.

Minden delejben tehát a delejességnek sajátos megoszlását látjuk, északi és déli sarkra való szétválasztását s bizonyos ellenségeskedést két északi és két déli sark közt, mert kölcsönösen eltaszítják egymást.

De hogyan magyarázzuk meg mind e rejtélyeket?

Nemsokára hozzálátunk e titkos természeti erő

megmagyarázásához; előbb azonban még egy kísérletet akarunk tenni.

A kötötűknek csak egyik oldalukon van északi sarkuk s a másikon déli sarkuk. De hát mi történik, ha egy kötötűt a közepén kettétörünk? Nemde, akkor két delejt kellene kapunk, melyek közül az egyik csupa északi sark, s a másik csupa dél sark?

Kérünk mindenkit, a ki még nem tudja, mi lesz belőle, próbálja meg. Az eredmény bizonyára rendkívül meg fogja lepni.

XXIV. Mi történik a delejvel, melyet a közepén széttörünk.

A ki megkísérelte s széttört egy delejtűt a közepén, az, a mint megvizsgálja a két darabot, úgy fogja találni, hogy mindegyik darab magában egy-egy külön delej, mindegyik északi és déli sarkkal a két végén s delejtelen a közepén.

Fontoljuk csak meg, hogy mi történt itt. Azelőtt az egész tű olyan volt, hogy az egyik oldalát az északi, a másikat a déli sark képezte, a közepe pedig delejtelen volt. Most azt kellene hinnünk, hogy miután a tűt a delejtelen közepén törtük ketté, a széttört darabok mindegyike csak egyik végén lehet delejes, míg a másik végének, hol a törés történt, delejtelennek kell maradnia. De nincs így. Az a vége, ahol eltörtük, rögtön ép oly delejessé válik, mint a másik vége. A delejtű széttörése által nem két fél delejt, hanem két új egész delejt kaptunk, melyek csak fél oly nagyok, mint az egész volt.

S ha megvizsgáljuk a két új delej végeit, úgy találjuk, hogy az a vég, mely azelőtt északi sark volt, most is északi sark, ellenben az a vég, mely azelőtt egészen delejtelen volt, most déli sarkká lett, míg viszont az a vég, mely azelőtt déli sark volt, most is az maradt, az a vég ellenben, a hol eltörtük, északi sarkká vált.

De hát milyen a két új delejtű közepe? Próbáljuk meg ismét vasráspoly-porral s úgy találjuk, hogy középek ép oly rögtön delejtelen lett, ámbár e két hely delejes volt az összetörtetlen tűn.

Tréfából tegyük csak még egyszer szorosán össze a két széttört darabot, úgy hogy a két tű olyannak látszassék, mintha egyetlenegy volna, s úgy találjuk, hogy delejes erejük ismét olyan lett, mint a széttörés előtt volt. A közepe, a hol törés van, egyszerre megint delejteleenné vált s a két pont, mely azelőtt a két tűnek közepét képezte, ismét visszanyerte delejességét. Ha azonban ismét szétvesszük a két tűt, azon pillanatban ismét megszűnik a delejesség s mindegyik tű megint teljes külön delej s mindegyiknek külön megvan a két sarka s a delejtelen közepe.

De hát mit tartsunk mind e csodálatos tünetenyéről? Hogyan magyarázzuk meg mind e rejtélyt? Hogyan juthatunk nyomába e titkos természeti erőnek?

Felelni akarunk e kérdésre, a mennyiben a természettudomány megfelelhethet s reméljük, hogy olvasóink saját maguk is elmélkedni fognak és segítenek nekünk e rejtélyek megfejtésében.

Mindenekelőtt azonban ki kell emelnünk a mit a tények kétségtelen megállapítanak.

Mindazoknak, a kik tagadják, hogy a természetben titkos erők léteznek, azaz oly erők, melyeket érzeink föl nem foghatnak, a delej alkalmat nyújt, hogy az ellenkezőről meggyőződhessenek. Egy tűn nem vehetni észre, hogy delejes-e vagy sem és sem a szaglás, sem az izlés, sem a hallás vagy tapintás el nem árul bármit abból, hogy itt valami különös sajátság létezik, mely delejesen hat. Pedig az a delej képes terhet emelni, sőt most már oly delejeket is készíthetni, melyek roppant terheket elbírnak.

Ily tényeken okulva, egy ember sem tagadhatja, hogy itt valami erő működik, valami erő, melynek hatását látjuk, a nélkül, hogy az erőt magát szemlélhetnénk. Ez erő egy neme a vonzerőnek s bizonyos körülmények közt eltaszítóerő is. Ez erő a delejtűben van elrejtve s míg valami vasat nem viszünk hozzá közel, addig nem lép elő láthatólag, de teljesen mutatkozik aztán a vasra való hatásában.

Ha megvizsgáljuk e vonzó- és eltaszítóerőt, úgy találjuk, hogy ez erő is csökken a távolban, még pedig egészen úgy, mint a tömegek vonzereje; a négyzet arányában csökken, a mint a távolság növekedik, azaz például: egy darab vasat, mely két centiméternyire áll a delejtől, négyszerte gyöngébben vonz az a delej, mint egy másik darabot, mely csak egy centiméternyire van a delejtől.

Két nemével a vonzerőnek már megismerkedtünk. Először a parányok vonzerejével minden testben és másodsor a tömegnek távolabb álló más tömegekre való vonzerejével. A vonzerő e két neme, mint már láttuk, lényeges pontokban különbözik. Míg a parányok vonzereje csodálatos módon

eltaszító erővel párosul, a tömegek vonzerejénél nem fordul elő semmi eltasztás. Továbbá a meleg rendkívül erősen hat a parányok vonzerejére, míg a tömegek vonzerejére nem gyakorol semmi hatást.

Most, midőn megismerkedünk egy harmadik, t. i. a delejes vonzerővel, mintegy egyesítve látjuk itt lényeges pontjaiban mindkét előbbi erőt. Látunk itt a távolba ható vonzerőt s egyidejűleg szemléljük, hogy eltasztó erő is működik itt s végre kísérletek bebizonyították, hogy a delejnek bizonyos fokig való fölmelegítése megszünteti a delejes erőt, úgy, hogy egy delej, mely izzóvá lett, elveszti minden sajátját.

Ez általános összehasonlító szemléletek után most már ismerkedjünk meg kissé közelebből a delejesség titkáról szóló tannal.

XXV. A delejes tünemények magyarázata.

Kísértsük meg már most a delejesség eddigi tüneményeinek magyarázatát, a mennyire a tudomány megmagyarázhatja.

Nyilvánvaló, hogy egy vas- vagy aczeltűben, mely delejé lesz s egyáltalán a vas- és aczélban valami rejtélyes van, a mi nem látható. Ez elrejtett valami — legyen bármi s nevezzék bármikép — a vasnak természetes, rendes állapota s azért nem is nyilatkozik. Mihelyt azonban a vas egy delejvel érintkezésbe hozatik, vagy még inkább ha azzal megdörzsöltetik, fölébred ez elrejtett valami s delejessé teszi a vasat is.

Ha meggondoljuk, hogy az első delej mitsem

veszt erejéből, ha azzal egy másik vasat delejessé teszünk, akkor nem tehetjük föl, hogy a delejes erőt az elsőtől kapta a második vas, hanem azt kell képzelnünk, hogy az egyik nyilván létező delejes erő fölébresztette a vasban elrejtve szunnyadó másikat.

Ez persze, hogy csodálatos, sőt csaknem meseinek látszik; hanem a természetben nem kevés hasonló csodát találunk s megszününk bámulni, mihelyt e dolgokat jól szemügyre vesszük. Egy kis pezsgő folyadék pezsgésbe hoz nagy tömeg másnemű folyadékot, egy parányi csepp himlőmérég tömördek hasonló mérget tartalmazó himlőt teremt az ember testén. Azt mondjuk, hogy ez *ragály* s azt hisszük, hogy e szóval már megmagyaráztuk; a tudomány azonban készégesen bevallja, hogy még magának e szónak is magyarázatra van szüksége. — Ha tehát a delejességnél *egy* szó kifejezéssel akarjuk beérni, azt mondhatjuk, hogy itt az első perczenben, midőn a delej a vassal érintkezik, ragály fordul elő, miáltal a vas szintén delejessé válik. Dörzsölés által még teljesebbé lesz a ragály.

További szemlélet azonban meggyőz arról, hogy a delej rejtélyének még közelebb nyomára is juthatunk.

Világosan látható, hogy ha a delejezett vasban, azaz a delejben valami létezik, a mi előbbi nyugodt és tétlen állapotából fölrázott, ez a valami kétféléből van összetéve. Hiszen tisztán látjuk, hogy mihelyt delejessé tettük a vasat, e delejesség az egyik oldalon mint északi, a másikon mint déli nyilatkozik. Ezt a valamit tehát anyagnak is kép-

zelhetjük, de nem egyszerű, hanem két másból összetett anyagnak, úgy hogy van egy északi és van egy déli delej-anyag, melyek a delejtelen vasban is jelen vannak, a nélkül, hogy elkülönítve volnának. De ha a vasat egy delejjel érintjük vagy végighuzogatjuk, akkor a delejes anyag szétválik két alkatrészére. Az egyik alkatrész az egyik, a másik a más végére húzódik, miáltal a vasnak északi és déli sarka támad.

Ez a magyarázat természetesen csak gyanítás, hypothesis; hanem mindjárt látni fogjuk, hogy okunk van föltenni, miszerint ez a gyanítás a valóban igazi, csak kissé bővebben fejtjük még ki, a mit föntebb mondtunk.

Nem kell azt hinnünk, mintha delejezett kötőnkénel az északi delejes anyag egészen az egyik s a déli delejes anyag a másik végébe húzódott volna, s mintha elfutottak volna egymástól, úgy, hogy most csak a kötőtű végein léteznek. Mert a dolog nem áll így; láttuk ugyanis, hogy ha a tűt a közepén kettétörjük, az által egyáltalán nem támad két tű, úgy, hogy az egyik tisztán északi s a másik tisztán déli delejességgel bírna.

Kisértsük meg csak egyszer letörni egy darabot valamely tűnek északi végéről s látni fogjuk, hogy a darabka is teljes tökéletes delej, melynek a törésnél megvan a maga déli sarka. Igen, sőt ezer apró darabkára törhetünk egy delejtűt s minden darabka teljes tökéletes delej lesz, mindegyik külön északi s déli sarkkal és delejtelen középpel. Lehetetlen tehát föltennünk, hogy egy delejtűben az északi és a déli delejesség valóban a tű két vége szerint oszlott volna föl.

Sőt inkább azt kell fontolóra vennünk, hogy a kötőtű vasa csak egyes parányokból áll s a delejes tűnemények magyarázatára azt kell föltennünk, hogy minden parányban külön-külön előfordul ama két delejes anyag szétválása, úgy, hogy minden parány egy-egy kis delej északi és déli sarkkal.

Bármily különösnek látszassék is e föltetés, mind a mellett rendkívüli fontossággal bír, ha meggondoljuk, hogy ezáltal képesek vagyunk mindazon delejes tűneményeket, melyeket föntebb elősoroltunk, megfejteni. S hogy ez így áll, mindjárt megmutatjuk.

XXVI. Mi történik a tüvel, melyet megdelejezünk.

Legkönnyebben alkothatunk magunknak helyes fogalmat arról, hogy mi történik a vassal, melyet delejje átváltoztatunk, ha a következőket gondoljuk:

Tegyük föl, hogy egy kötőtű nagyságu szerfölött finom tűnek volna, de a tű oly rendkívül finom volna, hogy csak egyetlen egy sor egymásra fekvő parányból állna. A valóságban nincs ily finom tű, hanem a könnyebb megértés végett képzeljük, mintha volna.

Az ilyen tüben sorban feküdnének egyenként parány parány mellett, minden parány delejtelen vas volna s e szerint valamennyi együtt nem idézne elő semmi delejes hatást. Minden egyes parány azonban magába zárva tartaná — efelől nem bírunk semmi bizonyossággal — a delejes anyag mindkét nemét, oly módon, hogy az északi s a déli delejesség egyesítve volna. A két külön-

nemü delejes anyag egyesítésének ez esetében a delejesség pihen és semmi vonzást nem gyakorol más vasra.

De most már gondoljuk, hogy e tü egyik végét valami delej sarkával megérintjük s kérdezzük, hogy mi történik a tüvel.

Tegyük föl, hogy a delej sarka az északi sark, a tüvel való érintkezésnél ez a tü első parányában mindjárt mindkét delejes anyagot föltalálja. Tudjuk azonban, hogy az északi sark eltaszítja az északi és vonzza a déli delejességet. Az érintkezés természetes következménye tehát, hogy a delej északi sarka a parány egybekötött kétféle delejes anyagát szétválasztja egymástól. A parány déli delejességét magához vonzza a delej, az északit eltaszítja. Ezáltal a paráynak két sarka támad: a delejhez közel eső lesz a déli sark, míg a delejtől távol eső az északi sark lesz. A delej tehát a parányt egy kis delejévé változtatta át.

Nem szabad azonban elfelednünk, hogy ez első parányhoz egy második kapcsolódik. Az első parány ama helye, mely a második paránnyal érintkezik, mint már tudjuk, északi sark; következménye tehát az lesz, hogy ez északi sark a második parányból magához vonja a déli s eltaszítja az északi delejességet. Ennek folytán a második parány is egy kis delej lesz. Most már a második parány hasonló módon hat a harmadikra s ez a szomszédjára és ez így megy tovább, míg a sor az utolsó parányra kerül, melynek szintén déli sarkká lesz egyik vége, a melyik szomszédjával érintkezik, míg a szélső vége a tünek északi sark marad.

Ez történik a vastüvel, melyet a delej egyik sarkával megérintünk.

Ha mindezt jól megfontoljuk, egészen más nézetünk lesz a delejes erőről, mint a hogy közönségesen vélekednek.

Közönségesen azt mondják, a delej magához vonja a vasat s csakugyan így is látszik; de nincs így. A delej nem vonja a vasat, hanem csak a delejességet, mely a vasban van. A delej sarka a szétválasztott delejességgel bir. E szétválasztott delejesség igyekszik egyesülni a másikkal s azért vonja magához valamely parány vasból, melylyel érintkezik, az ellentétes delejességet, míg a hasonlót eltaszítja. A vasból tehát, melylyel érintkezik, új delejt csinál.

Azért emelhetünk föl egy varrótüvel, mely egy delejen függ, egy másik varrótüt; mert a varrótü maga is delejévé vált, s ugyanazzá változtatja a második tü is.

Mivel pedig a delejtü semmi egyéb, mint delejes parányok sora, onnan következik, hogy egy delejtüt széttörhetni s aztán minden darabkában egy-egy kis delejtüt kapunk. Egy kis megfontolás elegendő, hogy ezen a módon megmagyarázzunk valamennyi egyéb rejtélyes tünetényt s ez okból fogadtatott el a tudomány által e föltevés, mint a leghelyesebb minden eddigi közt.

Persze, hogy az a kérdés merül fel: ha a két delejes anyag, az északi és déli delejesség folyvást egyesülni igyekszene, miért marad hát akkor a delejezett vas delejes? Miért nem egyesül ismét rögtön minden parányban a két delejes anyag a fődelej eltávolítása után?

Valóban ilyesmi meg is történik igazán. Puha vas hamar delejessé lesz, de mindjárt el is veszti delejességét, ha a fődelejtől elválasztjuk. A kemény vas ellenben nehezebben veszi föl a delejességet, a két delejes anyag nehezebben válik szét a kemény vasban, viszont azonban nem egyesülnek ismét, míhelyt a fődelejtől elválasztattak s azért tartja meg az aczél a delejes tulajdonságot, ha g, akori érintés, tehát dörzszülés által delejessé vált.

XXVII. A titkos anyag, vagyis a mit folyadékknak nevezünk.

Anyagnak, titkos delejes anyagnak neveztük azt, a mi a vasban a delejes tünetnyek indító oka, sőt láttuk azt is, hogy ez anyag kétféle természetű, s hogy nem nyilatkozik, ha csak két alkatrésze szét nem vált, oly delej közelében azonban, hol a delej már szétvált, szintén szétvált s rögtön delejes tünetnyeket okoz.

Vajjon jogosan anyagnak nevezhetjük-e ezt, a fölött nem akarunk vitázni. Anyag alatt közönségesen olyas valamit értünk, mely legalább minden anyag közös tulajdonával, súlyyal bír. Az anyagot a mérő serpenyőre tehetjük s megmérhetjük; a delejességet azonban nem lehet megmérni s azért a tudományos nyelven nem is beszélünk delejes anyagról, hanem delejes folyadékról — „fludium”-ról. — De a komoly tudományos férfi bevallja, hogy e szó „fludium” csak valami ismeretlen dolog megjelölésére szolgál, melynek valódi lényege az ember előtt elrejtett.

Az emberi fürkésző szellem itt ismét a természet egy rejtélye előtt áll, még pedig másnemű rejtély előtt. A vonzó és eltaszító erőt vettük eddig szemlélet alá az egész természetben, s ez az eset a delejnél is; míg azonban idáig nem szorultunk azon föltevésre, hogy a parányok közt vagy a parányokban létezni kell valami ismeretlennek, a delejesség tünetnyei arra kényszerítenek, hogy föltegyük, miszerint a vasparányban létezik ilyesmi, a mit kizavarhatni természetes helyzetéből, szétszthatni két főalkatrészére, tehát tetszés szerint mozgathatni, mintha valami oly tárgy volna, melyet egyik helyről a a másikra tolnak.

Azelőtt beértük egy titkos erővel; a delejnél, vagyis helyesebben a vasnál már egy titkos anyag vagy folyadék, vagy hogy nevezzük, létezését is föl kell tennünk.

Láttuk továbbá, hogy a puha vasban ez a valami igen könnyen szétválasztható s elmozdítható, de ép oly könnyen visszatér ismét előbbi helyzetébe, míhelyt szétválasztásának indoka elhárítatik; puha vas könnyen delejessé lesz s könnyen el is veszti delejességét. Máskép áll a dolog kemény vassal és aczállal. Ez nem lesz oly hamar delejessé, de nem is veszti el oly könnyen delejességét, sőt éveken át megtartja delejes tulajdonait, ha már egyszer delejessé lett.

Ha már most megfontoljuk, hogy a puha és kemény vas csak azáltal különböznek egymástól, hogy körülbelül ugyanazon összeállítású, egy kis szénnel és némi jelentektelen vegyülekkel kevert vas, mely izzóvá tétetett s aztán lassan lehűtetett, puha vas lesz, míg az oly izzó vas, melyet hirtelen

vizben lehűtenek, kemény lesz, ha ezt megfontoljuk, hát legalább megközelítő fogalmával bírunk, hogyan képzeljük magunknak a kétféle vas különbségét a delejességre vonatkozólag. A vas megtűzesítése alkalmával a meleg kiterjesztő hatásánál fogva a vas parányai eltávolodnak egymástól; ha már most az izzó vasat hirtelen lehűtjük, a parányok nem térhetnek vissza oly gyorsan előbbi helyzetükbe, mint a lassu lehűtésnél; s ennek folytán az ilyen vas vagy acél nem is bír azon tulajdonnal, hogy a delejes szétválasztást ismét könnyedén megszüntethesse.

Ennyiből áll, a mit általában a delejesség titkáról tudunk, s a mit annak magyarázatára fölhozhatunk. Mindenki érezheti, hogy a természettudomány itt tudományos vívmányainak még csak kezdetén áll s még sok, szerfölött sok teendője marad itt.

Bizonyára eszébe jut azonban mindenkinek az a kérdés: vajjon hát csak a vasban van meg e rejtélyes delejes anyag? vagy megvan ez anyag némely más testben avagy egyáltalán minden tárgyban e földön?

Nemi biztossággal csak a legutóbbi években tett kísérletek után felelhetünk erre; és ezek szerint a delejes anyag létezik minden tárgyban; mert a következő fejezetben látni fogjuk, hogy az egész föld delejes s a valóságban egy vasdelejhez hasonlóan működik.

De hát miért nem alakíthatunk át más tárgyakat is delejé?

Az két okból származhatnak. Vagy nem vagyunk képesek előidézni a delejes anyag két fő alkot-

résének ama szétválasztását, mivel nincs még fölfedezve, hogy mi módon lehetne azt előidézni; vagy sikerül ugyan nekünk az pillanatnyilag, hanem ismét gyorsan létrejön az egyesülés.

De hát nem volnánk képesek a vas delejességét átvinni más tárgyra is, melyek nem vasból állnak? Vagy nem sikerülhetne, hogy egy darab vasat valamiképp megfoszszunk rejtélyes delejes anyagától?

Erre csak azt felelhetjük, hogy ekkoráig egyik sem sikerült. A delej, mint a következő fejezetben látni fogjuk, sok más tárgyra hat ugyan, de nem teszi azokat delejé, mint a vasat. Eltávolítani sem lehet a vasból azon anyagot, nem ömlik az át egyik tárgyról a másikra, mint az egy más titkos anyagnál, a *villamosság*nál történik, melyet, — mint később látandjuk, — tetszés szerint kifejtteni, összegyűjteni, lekötöni és szétárasztani lehet.

Pedig villamosság és delejesség a legbensőbb rokonságban állnak.

XXVIII. Hogyan hathatni delejesen minden tárgyra.

Már régidő óta tudtuk, hogy nemcsak a vasat vonja magához a delej, hanem más fémekre, például az álynyra s a kobaltra is, habár sokkal csekélyebb mértékben hat. Mióta azonban a tudós Faraday kísérleteket kezdett tenni rendkívül erős, villamosság által létrehozott delejekkel, egészen új nézetet nyerünk e dologról.

Faraday fölfedezte, hogy minden érczre, minden

anyagra, minden folyadékra, sőt a légneműekre is hathatni valami módon a delej által.

Ha egy igen erős patkóalaku delejnek a két sarka közé felfüggesztünk valamely testet, úgy hogy az szabadon foglalhat el bármily állást, akkor az vagy vonzatni vagy eltaszítatni fog a sarkoktól. Az előbbi esetben oly állást foglal, hogy leghosszabb oldala egybeköti a két sarkat egymással. Ha pedig a test eltaszítatik, akkor keresztbe áll a két sark közé.

A testek egy része, melyeket Faraday megkísérlett, mint platina, asbest, horganykénsav, czinóber, tus, faszén, papír, peesétviasz, gutta-percha és mások oly állást foglalnak el, mint a vas, álny és kobalt, egyik sarktól a másikig; tehát delejesek.

Tömérdek más test ellenben, mint horgany, bádog, higany, nátron, ezüst, ólom, réz, arany, továbbá iblány, phosphor, kénsav, borsav, salétromsav, faolaj, terpentinolaj, ruggyanta, viasz, keményítő, czukor, fa, elefántesont stb. eltaszítatnak a sarkaktól, keresztbe állnak s delejtelen testeknek neveztetnek. A tiszta víz is azon testek közé tartozik, melyek a két sarktól eltaszítatnak, tehát delejtelen. Ha tehát egy kis vizet helyezünk egy óraüvegben egy erős patkóalaku delej két sarka közé, a víz megszűnik az óraüvegben kerek fölületet képezni; ellenkezőleg lesülyed a két oldalán, hol a delej sarkaikoz közel esik és fölemelkedik a közepén hosszukás, a két sark közt álló víz-hegygyé.

Igen elmés módon sikerült a francia tudósnak, Becquerelnek is föltalálni a módját, hogyan lehet

légneműeket hasonló vizsgálat alá vetni. Fölfedezte, hogy az ismert légneműekből csak az élenyt vonják magukhoz a delej sarkai, míg a többieket mint a könenyt, szénenyt, légenyt stb. eltaszítják. Az éleny tehát a delejes testekhez tartozik, míg a többi légneműek delejtelenek.

Csak 1851-ben sikerült Faradaynak közelebről nyomozni az éleny delejes természetét s úgy találta, hogy valamennyi gáz közül ez az egy áll a delejjel oly viszonyban mint a vas, sőt még északi és déli sarkkal is bír, úgy hogy Faraday ekkor ejtette ki ama merész mondást, melyet még Humboldt sem restelt „Kosmos“-ába fölvenni, hogy a föld, melyet az éleny körülvesz, „mintegy vékony vaspléhvel van beborítva, mely a földgolyótól nyeri delejességét.“

Az éleny és delejessége körüli érdekes vizsgálódás persze hogy még nem haladt annyira, hogy abból további következtetéseket vonhatnánk; hanem a bonni tudós Plücker által föllállított számítás azt mutatja, hogy az éleny delejessége körülbelül háromezerszer gyöngébb, mint a vasé, azaz: hogy egy gramm élenynek bizonyos delejes erőt kölesőnőzzünk, ahhoz ép oly erős delej szükségeltetik, mint háromezer grammnyi vasnak a megdelejezésére.

Bármint legyen is, annyi bizonyos, hogy a delej nem csupán a vasban létezik, hanem ez az anyag vagy folyadék, ha ugyan anyagnak vagy folyadéknak mondható, áthatja az egész természetet s némely testben csak eltaszítás, másokban vonzás, egynehányban pedig sarkak képzése által nyilatkozik.

Hasonló gondolatokra már korábban is jutottak a tudósok, a mint szemlélődés által megtanulták az egész földgolyót úgy tekinteni, mint valami delejt s azért meg kel kísérténünk, hogy itt előadjuk a föld delejességének sajátságos tünetnyét.

Már említettük, hogy a delejtü, ha a közepén czérnaszállal átkötve fölakasztjuk, egyik sarkával északra, a másikkal délre mutat. Tudjuk azt is, hogy a hajózásnál oly fontos kompasz ezen alapszik.

De hát azt kérdezheti az ember, honnan ered ez a sajátságos tünetny?

Egy igen egyszerű, könnyen megtehető kísérlet teljes fölvilágosítást nyújt e kérdést illetőleg.

Ha az asztalra teszünk egy nagyobb delejtüt s a kezünkbe vesszünk egy kisebb delejtüt, mely mint valami kompasz réztü hegyén ide-oda foroghat, úgy nagyon könnyen szemmel láthatóvá tehetjük a nagy delejnek a kisebbre való hatását.

Tartsuk a kis delejtüt a nagy nyugvó delejnek egyik fele fölé s észre vesszszük, hogy a kis tü, bármily irányt adjuak is neki, addig mozog ide-oda, míg csak pontosan azon irányban nem állapodik meg, mint a nagy nyugvó delej. Ha most a kis delejtüt a nagy delejtünek másik fele fölé tartjuk, ugyanaz történik s bármint forgassuk is a kis delejtüt, mindig visszatér ugyanazon állásba, mely a nagy delejtü sarka felé irányul.

Ha már most megvizsgáljuk mind a nagy, mind a kis delejtü sarkát, úgy találjuk, hogy a nagy delejtü déli sarka itt is annyira magához vonta a kicsinek északi sarkát, a mennyire csak lehet, s

hogy a nagy delejtü északi sarka hasonló vonzást gyakorolt a kisebbnek déli sarkára.

Miután pedig e tünetny teljesen kimagyarázható abból, a mit föntebb említettünk a delejek sarkainak egymásbozi viszonyulásáról, kevés kísérlet kell tehát hozzá, hogy megfoghatóvá tegye, miért ad a föld minden delejtünek oly határozott irányt s érhetőnek fogjuk találni, hogy a szakadatlan kísérletek végre azon gondolatra vezérelték a természet tudósokat, miszerint a föld maga is csak egy nagy delej vagy legalább úgy működik, mint valami delej.

XXIX. A föld delejes ereje.

Valóban minden tapasztalat arra mutat, hogy a földgolyó nemcsak maga delej, hanem hogy abban van fészke a delejes erőnek, mely a delejzett vasban oly határozottan és kétségtelen föllép s mely, mint már tudjuk, legalább részleg minden testben nyilvánul.

Persze hogy azelőtt nem akartak elismerni ilyesmit. Sokan természetesebbnek vélték, ha azt hiszik, hogy a föld bensejében egy nagy delej, valóságos vasdelej vagy hatalmas delejkő fekszik s ez ad a delejtünek irányt. Mióta azonban pontosabb vizsgálatokat tettek s úgy találták, hogy a delejtü nem mutat változatlan ugyanazon egy táj felé, hanem folytonos ingadozásnak alávetett, hogy vannak perczek, midőn rejtélyes fényözön, melyet északi fénynek nevezünk, csillámlik föl a táj felől, a merre a delejtü mutat s az ily perczekben valamennyi delejtü az egész föld kerektségén jelenté-

kenyen eltér s ingadozni kezd. Midőn továbbá azt tapasztalták, hogy minden delejtű szakadatlan folyvást kisebbszerű ingadozásnak van alávetve, mely ingadozás csaknem szabályosan változik a nap óráival, akkor kényszerültek a természettudósok elismerni, hogy ez nem származhatik valamelyik szilárdan fekvő, a földben elrejtve levő nagy delejtől; sőt ellenkezőleg ama gondolat terjedt el, hogy a delejesség magának a földgömbnek egyik tulajdonsága s hogy e tulajdonsága ép úgy a föld lényegéhez és életéhez tartozik, mint a villamosság tulajdonsága, mely a delejességgel oly szoros rokonságban áll.

Minden lépéssel jobban és jobban megerősödött e nézet, a mint a természettudomány előbbre haladt s jelenleg nem kételkedik többé senki, hogy a természet sok titkáról helyes nézetet nem szerezhetünk kutatásaink által addig, míg a föld delejességének titka nincs leleplezve.

A hírneves tudós Humboldt törte meg a tudománynak ez utját is s az ő érdeme, hogy az egész földgömbön vizsgáló helyek állítottak, melyek mindenekelőtt e természeti titok törvényeinek kifürkészésén fáradoznak. Hanem egy kevésbbé ismert német tudós, Gauss Frigyes volt az első, kinek éleselméjű matematikai kutatásai vetették meg alapját e titkos természeti erő ismeretének.

Lehetetlen itt habár rövid vonásokkal is vázolnunk a természettudomány ez ágát. Meg kell elégednünk egy futólagos átpillantással, mely olvasóink előtt fölfoghatóvá tegye, hogy az, a mit mi mint játékot kezdtünk a delejes kötötável, mélyen gyökerezik a világegyetemben s elvezet

azon örök törvényekhez, melyek a nagy minden-ség sarkkövei.

A föld delejességének három főtüneteméyre irányozták figyelmüket a természettudósok.

A delejtű észak és dél felé mutat, de nem egyenest a föld északi és déli sarka felé, hanem kissé jobbra hajlik az északi félgömbön s kissé balra a déli félgömbön. A föld delejes sarkai tehát nem ugyanazok, amelyek körül forog minden huszonnégy órában. A delejes sarkak ezen eltérése azonban a föld naponkénti forgásának sarkaitól nem marad mindig egyforma, sőt ellenkezőleg lassu változáson megy át s azon idő óta, mióta a delejtűt figyelemmel kísérik, már lényegesen meg is változott. Mivel azonban Humboldt Sándor közlése szerint már háromezer év előtt is kompasz gyanánt szolgált a delejtű a chinaiaknak dél felé, ebből következik, hogy a delejtű eltérése a föld sarkaitól nem lesz idő folytán oly nagygyá, hogy egészen más táj felé mutatna. Ez arra mutat, hogy a föld delejes sarka annak forgalmi sarkával bizonyos összefüggésben áll s ez összefüggésnek, valamint a változások okának kikutatása a tudomány egyik főfeladata.

De a delejtű, ha pontosan van készítve s épen súlypontján fölakasztva, még más felőlő tüneteményt is mutat. Nem áll oly vízszintes egyensúlyban, mint valami mázsarud, hanem az északi vége lefelé hajlik a mi vidékünkön. Minél messzebb megyünk a delejtűvel észak felé, a tű északi vége annál lejjebb sülyed, míg végre ott, hol a föld delejes sarka van, egészen függélyesen áll.

Másképp áll a dolog, ha délnek viszzsük. Minél

meszszebb megyünk, annál inkább emelkedik a tü lehajló vége, míg végre az egyenlítő közelében egészen vízirányosan áll. Ha még tovább visszszük dél felé a tü, akkor a másik sark kezd lehajolni a föld felé. S minél tovább haladunk déli irányban, annál jobban lehúzódik a föld felé a tü déli sarka, míg végre a föld delejes sarkánál ismét oly mélyen lehajol, hogy a tü egészen függőleges állást foglal el.

E tüneményt a delejtü hajlásának nevezzük s azt hinné az ember, hogy ez minden időben egyenlő marad, de ez sem áll; itt is oly változékonyság mutatkozik, melynek törvényeit mostanáig nem bírták kiürkészn.

A föld delejességének harmadik rejtélye azon változatosság, melyet a föld delejes ereje különböző időkben és különböző helyeken szenved. Pontos vizsgálatokból kitűnik, hogy ez erő nem marad mindig egyenlő s változásoknak van alávetve, melyeknek oka még ismeretlen a természet-tudósok előtt.

Mind e változásokra nézve azonban újmutatásul szolgál Faraday fölfedezése. Ha a levegő élejes tulajdonokkal bír, akkor e tulajdonnak lényegesen meg kell változnia a levegő fölmelegedése által, mivel a meleg, mint már tudjuk, lényegesen meggyöngíti a delejes erőt. Humboldt valószínűnek hiszi, hogy a föld fölületének a nap általi megmelegítése idézi elő e változásokat. Megoldva azonban maig sincs a rejtély s nehezen leplezi le a tudomány e titkos természeti erőt ama fölfedezések segélye nélkül, melyek a természet titkainak egy másik terén történtek, a villa-

mos erő kijürkészésének segélye nélkül, mely erő a delejességgel a legbensőbbben egybefügg s melyhez szintén hozzáfordulunk most.

XXX. A végtelenség s a villamosság.

Az emberek minden találmánya, fölfedezése és természettani kísérlete közül egy sem vezetett oly fényes eredményekre, mint a milyeneket sikerült elérni a villamosság terén.

Nincs benne semmi tulzás, ha azt állítjuk, hogy az összes emberi találmányok háromnegyede egybevéve nem ér föl azzal, a mennyi nagyszerűt, hasznost és csodálatost szolgáltatott az emberi nemnek a villamosság egymaga. Számítsuk hozzá, a mit előreláthatólag a közel vagy távol jövőben még szolgáltatni fog az emberiségnek a tudomány ez ágának további kutatása s úgy tekinthetjük azt, mint az emberi tudás fájának legdusabb ágát, melynek hogy gyümölcsét élvezzük, semmi isteni parancs nem fogja megtiltani.

Ha hajdan a vallásos dalnokok isten mindenhatóságát akarták dicsőíteni, azt mondták, hogy a szél az ő hirnöke, a felhő szekere, a villám szolgálója. — Ezentul ez nem elég a végtelenség dicsőítésére. Most már vannak hirnökeink, kik a vihar-nál gyorsabban viszik a gondolatot és szót egyik helyről a másikra. Észak-Amerika és Európa tengerpartjain villamostáviridák állnak, melyek hirt adnak a hajósoknak mindenfelől, vajjon van-e és hol valami vihar keletkezőben. E hiradások, melyek gyorsabban szállnak, mint a napsugár, megelőzik a vihart. Mikor ez, melyet hajdan az isten hirnö-

kének neveztek, oda ér, már rég ott van előtte az ember hirnöke, a távirda, el is végezte hirmondását s előkészítette a hajósokat a vihar fogadására.

Ha a futó felhőt az égen gyorsaságaért az isten szekérének nevezték, ezentul nem érdemli meg többé e nevet, mióta a kocsvonatok vaspályáinkon, a gép tűz- és füstoszlopával élükön, versenyeznek gyorsaságban a lég felhőivel. Még győzelmesebb verseny áll előttünk, ha majd a gőzerő helyett a villamos erőt fogjuk használni.

A villámot, az Isten hajdani szolgáját nemesak utánozni tanulta meg az ember fürkésző szelleme a villamosság terén, hanem a villámhárító által kényszeríti is Istennek e hajdan rettegett szolgáját, hogy ártalmatlan huzódjek el ott, hol nincs rá szükségünk. Az emberi szellem kikutatta a törvényt, melynek e szolga engedelmeskedik, s ki tudja jelölni neki az utat, melyet követnie kell.

Ha a napvilágot azelőtt a világ szemének nevezték, most már annyira haladtunk, hogy sikerül villamosság által oly világosságot előállítunk, mely a napfényvel egyenlő. Ha a hajdankor regéiben egy istenfira volt szükség, hogy a tüzet, az ég ajándékát lehozza az ember számára, most egy egyszerű eszköz, a villamgép, melyet egy gyermek mozgásba hozhat, elég arra, hogy szakadatlan tűzárt szórjon az üvegből és érzeből.

S ha meggondoljuk, hogy e fölfedezések és találmányok mind csak néhány évtized szüleményei s hogy e rövid idő alatt még minden új évtized tulszárnyalta a régit egyszerű vívmányaival a tudomány útján, akkor elmondhatjuk, hogy nagy

fölfedezésekben dus idők előestéjén állunk, melyek kifejlésével az emberiség mindinkább nagyobb sikerrel közelít méltó föladatához.

Ne bosszankodjunk tehát az emberi nemre, ha fogalmai a fenségéről, a végtelenről, az utolérhetlen és mindenhatóról egészen másformák jelenleg, mint hajdan voltak, ha nem akarja többé vakbuzgó lelkesedéssel isteni csodáknak tekinteni, a miiket most mint a természet törvényeiben gyökerezőket ismert föl. De nem is kell félnünk, hogy a természet titkainak föltárásával az emberi szellem fölfuvalkodottá válik; mert szintén korunknak jelzője s tudásunk eredménye, hogy a kutató emberi szellem a titkok iránt, melyeknek határáig eljut s melyeknek élvezetébe belép, mély alázattal telik el s a szellemmel, mely a természetben működik, egybehasonllva végtelen kiesinek érzi magát mindazon nagyszerű és fenséggel együtt, a mit a mult nemzedékekhez képest kivivott.

Ellenkezőleg azt mondhatjuk, hogy dölyf és fölfuvalkodottság ama régi korban uralkodott s uralkodik még ma is az elavult idők embereiben, kik nem ismerve, a mi körülök történik, el akarták hitetni a világgal, hogy ők hívő lélekkel átlátni képesek a mult és jövő titkait s mindenkit elítéltek és kiátkoztak, kik nem akartak hitelt adni üres mindentudásuknak.

Hanem bocsánatot kérünk olvasóinktól, hogy a helyett, hogy a villamosságról beszélnének, azon korszak dicsőítését hangoztattuk, melyben a tudomány ez ága kezdődik s oly fenkölt dolgokat szőttünk bele az egyszerű szemlélődő módba,

melylyel különben előadni szoktuk a természetet és törvényeit.

Talán sikerül megnyernünk olvasóink bocsánát, ha a legközelebbi fejezetek során kimutatjuk, mily nagyon is egyszerűen lépnek föl a villamos tünemények s mégis mily mély világtitkot rejtenek magukban, oly titkot, melynek láttára a szellem önkénytelen a legkomolyabb elmélkedésekre buzdítatik.

XXXI. A villamosság legegyszerűbb tüneményei.

A mily egyszerűek a villamosság hatásai, ép oly egyszerűek az eszközök, melyekkel a villamosság tüneményei létrehozhatók

Dörzsöljünk csak egy szál spanyolviaszt egy darabka posztóhoz vagy a posztókabátunk ujjához, hát látni fogjuk, hogy a szál spanyolviasz könnyű finom papírszeletkeket, haját, morzsát, egyáltalán könnyű tárgyakat bizonyos erélyességgel magához ragad s rövid idő múlva ismét ellöki.

Ha a lég meglehetősen száraz a szobában, a spanyolviasz e tulajdonsága megmarad néhány percig, hanem aztán lassankint élenyészik, míg végre semmi vonzerőt nem gyakorol többé. Ha újra posztóhoz dörzsöljük, megint visszanyeri e tulajdonságát a spanyolviasz; s ily módon számtalanszor ismételhetni tetszés szerint e kísérletet.

Próbáljuk meg már most s dörzsöljünk egy üvegkorongot, p. egy közönséges lámpahengert selymekendővel s az üveg szintén megkapja e sajátját. Sőt ha helyesen járunk el s a hengert bal, a jó

száraz selyem zsebkendőt kinyitott jobb kezünkbe fogjuk, aztán a hengert a kendőre tesszük, a jobb kezünket összeszorítjuk s a ballal hirtelen kihuzzuk a hengert, elég ötször-hatszor ismételni ezt, hogy elég föltűnően láthassuk, mint vonja magához s mint taszítja el a henger az apró papírszeletkéket. A vonzás és eltaszítás gyakran oly erélylyel történik, hogy úgy látszik, mintha a finom papírszeletkék valóságos tánczat vinnének végbe.

Még föltűnőbb lesz a kísérlet, ha sötétben tesszük s a hengert ismételve dörzsöljük. Ugy látszik ilyenkor, mintha a henger vagy annak egyes helyei fénylenének s ha ujjunkat közel tartjuk az épen megdörzsölt hengerhez, hát egy kis fehéres-kék szikrát látunk a hengerből kipattani s ujjunkba szökni.

E nevezetes tulajdonságot, mely dörzsölt testeknél mutatkozik, *villamosságnak*, *elektricitásnak* nevezzük, mivel ez állapotot már a hajdankorban is észrevették a borostyánkővön, s a borostyánkőgörög neve elektron.

De hát mi az a villamosság? Mi megy végbe a megdörzsölt spanyolviasz-szálban vagy a megdörzsölt üvegben, hogy ilyen különös tulajdonságokat vesznek föl?

E kérdésekre csak a legujabb időbeli természetvizsgálat bírt megfelelni s e felelet szerint itt ismét egy nagy természeti titokkal van dolgunk, egy finom rejtélyes anyaggal, egy folyadékkal, mely bár láthatatlan és érezhellen a mi öt érzékünk által, mégis betölti az egész világot.

A további vizsgálat ugyanis kiderítette, hogy nemcsak a spanyolviasz és üveg bír ily csodálatos

tulajdonsággal, hanem hogy a világon minden test kivétel nélkül villamossá lehet dörzsölés által; csak hogy ez a legtöbbször nem eléggé föltűnő s a fémeknél előfordul még egy különös sajátság, mely rendes viszonyok közt egészen észrevehetlenné teszi villamosságukat.

Ismerkedjünk meg már most közelebbről a villamosság különös sajátságával; hanem e czélra még néhány kísérletet kell tennünk.

Vágjunk parafából vagy még jobb bodzafabélból egy pár golyócskát s akasszunk föl valahol egy ilyen golyócskát száraz selyemszálra, úgy hogy mint valami inga szabadon ide-oda lebeghet. Ha ilyen golyócskához megdörzsölt üveglapot viszünk közel, a golyócska hozzáugrik, megérinti az üveget, hanem aztán visszaszökik s futni igyekszik az üveg elől. Ugyanazon üveg, mely előbb magához vonta a golyócskát, most eltaszítja azt.

Most érintsük meg a golyócskát ujjunkkal s látni fogjuk, hogy ismét vonzatni fog az üveghenger által, mihelyt azonban megérintette az üveget, rögtön elugrik s igyekszik ismét elfutni a henger elől. A henger eltaszítja. Csak ha ismét megérintettük ujjunkkal, szűnik meg a golyócska futni a dörzsölt henger elől; ellenkezőleg vonzatni fog most, míg újra nem érinti az üveget s újra futni nem kezd.

Világos, hogy itt az üveghengerrel s a golyócskával valami rendkívül sajátságos és csodálatos dolog történik. A sötétben s főleg ha a levegő jó száraz a szobában, némileg láthatni valamit abból, a mi történik.

Sötétben észrevehetjük, hogy azon pillanatban,

midőn a golyócska a dörzsölt hengerhez ér, finom kis szikra szökik belé. E szikrával a villamosságnak bizonyos mennyisége száll át a golyócskába. Azt kellene hát hinnünk, hogy most vonják csak igazán egymást a hengerben lévő villamosság s a golyócskában tartózkodó villamosság, miután mindkettő ugyanazon egy természetű; pedig nincs így. Ellenkezőleg a hasonnemű villamosság a két testen eltaszítást szül. — Ha azonban a golyócskát megérintjük, elveszszük a villamosságát s e szerint ismét vonzatik a henger által, míg csak újra villamosságot nyerve attól, újra el nem taszítatik.

A következő fejezetben meg fogjuk mutatni, mi történik a golyócskával, ha egy dörzsölt spanyolviaszhoz viszszük közel; most megelégszünk azon eredménnyel, először, hogy egy megdörzsölt üveghenger villamossá teszi a golyócskát s másodsor, hogy ez a teljesen hasonnemű villamosság kölcsönösen eltaszítja egymást.

XXXII. További villamos kísérletek.

Ugyanazon kísérletet, melyet a golyócskával s a dörzsölt üveghengerrel tettünk, ugyanazt megtehetni a golyócskával s a dörzsölt spanyolviasz szállal; csak hogy a spanyolviaszt nem selyemmel, hanem posztóval kell dörzsölni.

Ha egy szál dörzsölt spanyolviaszt viszünk a golyócskához közel, az szintén magához vonja a golyócskát s kedvező körülmények mellett szintén észrevehetjük, hogyan szökik be egy kis szikra a golyócskába, a mi azt jelenti, hogy a spanyolviasz valamit átengedett villamosságából a golyócskának.

Hanem mihelyt ez megtörtént, a golyócska nem fog többé vonzatni, hanem igyekszik kitérni a spanyolviasz elől, melylyel feléje közelitünk, azaz a spanyolviasztól eltaszítatik.

Miután pedig a spanyolviasz és a golyócska villamossága egynemű, tehát e kísérletekből azon meggyőződést nyeri az ember, hogy a hasonnemű villamosság nem vonja, hanem eltaszítja egymást.

Hanem egészen máskép áll a dolog, ha a kísérletet következőleg próbáljuk.

Közelítsünk egy golyócskához, mely selyemszálon függ, egy dörzsölt üvegkoronggal s a golyócska eleinte vonzatni, aztán pedig mindjárt eltaszítatni fog. Már most közelítsünk egy szál spanyolviaszszal az üveg által eltaszított golyócskához s bámulásunkra tapasztalni fogjuk, hogy a spanyolviasz nem taszítja el azt, sőt ellenkezőleg nagyon is hevesen vonja.

Ha megfordítva tesszük a kísérletet, azaz a golyócskát előbb a dörzsölt spanyolviaszszal érintjük, akkor az vonzatni s aztán eltaszítatni fog a spanyolviasztól. De ha most dörzsölt üveghengert hozunk közelébe, ez erősen magához ragadja a golyócskát.

Tegyük meg aztán azt a kísérletet, hogy egyidejűleg vezessük mind a két villamosított testet két különböző oldalról a golyócskához közel és észre fogjuk venni, hogy az üveg magához vonja és eltaszítja a golyócskát, aztán a spanyolviasz vonja magához és szintén eltaszítja, erre ismét az üveg kezdi a golyócskával a vonzást és eltaszítást, utána jön a spanyolviasz és ugyanazt teszi s abban a látványban részesülünk, hogy a golyócska egy

ideig ide-oda ugrál, mint valami inga az üveg és spanyolviasz közt, míg csak a villamosság mindkettőből ki nem fogyott.

Honnan ered ez a csodálatos mozgás?

A következő hipotézis által igyekeznek e tünetenyeket kimagyarázni, ámbar utóbbi időben alapos okunk támadt a villamos állapot egy másik magyarázatának adni előnyt, a miről máshelyütt értesíteni fogjuk olvasóinkat.

Minden tárgyban, amit látunk, létezik egy láthatatlan s érzékeink előtt teljesen elrejtett szerfölött finom anyag, vagy mint közönségesen nevezik, „folyadék”, mely két különböző alkatrészből áll. Vajjon e folyadék a tárgyak parányáiban rejlik-e vagy a parányok közt fekszik, az ismeretlen. Míg e folyadék nem válik szét különböző alkatrészére, addig nem nyilatkozik. Dörzsölés által azonban némely testben szétválaszthatni a villamos folyadékot, úgy hogy a dörzsölő szer magába veszi föl a villamosság egyik nemét, míg a dörzsölt testben a villamosság másik neme gyűlik össze. S ily módon lesznek a testek láthatólag villamosakká, azaz a *szétválasztott* villamosság bizonyos villamos tünetenyeket idéz elő.

Ha tehát az üveget selyemmel dörzsöljük, akkor az üvegben létrejövő a villamos folyadék szétválasztása, azaz e folyadék föloszlik két alkatrészére. A villamosság egyik neme az üvegnél marad, a másik a dörzsölő szerben, a selyemben gyűl össze. Hasonló történik a spanyolviasz dörzsölésénél, csak azon különbséggel, hogy a villamosság, mely az üvegben marad, másnemű mint az, melyet a spanyolviaszban előidézünk.

Miután a két különböző villamosságnak benső lényegét, természetét nem ismerik a természet-tudósok, tehát megkülönböztetésül egyiköket üveg-villamosságnak vagy *tevőleges* (positív) villamosságuak, a másikat gyanta- vagy *nemleges* (negatív) villamosságnak nevezték el.

Ez elnevezést fogjuk ezentúl megtartani s a két fajta villamosságot *tevőleges* és *nemleges*nek nevezendjük, mi mellett *tevőleges* villamosság alatt mindig azt értjük, a mit a selyem által dörzsölt üvegnél találunk, míg *nemleges* villamosság alatt azt véljük, a mi a posztóval vagy szőrrel dörzsölt spanyolviaszon mutatkozik.

De hát nincs-e még valami harmadik fajta villamosság?

Minden képzelhető tárgyat a világon megkísérlettek már dörzsölés vagy más műtét által villamossá tenni s ez teljesen sikerül is. Hanem mind e kísérleteknél mindig csak az egyik vagy másik nemű villamosságot voltak képesek előidézni, sohasem találtak valami harmadik fajta villamosságnak legkisebb nyomára.

A tömérdek vizsgálatból a kétféle villamosságot illetőleg következő világlott ki:

Ha két test hasonló villamossággal telt, akkor eltaszítják egymást. A *tevőleges* villamosság a *tevőlegest*, a *nemleges* a *nemlegest* taszítja el. Ha azonban egyik test *tevőleges*, a másik pedig *nemleges* villamossággal van ellátva, akkor vonzzák egymást.

Bármily esodálatosan hangzik is ez, bármily rejtélyes is magában véve e tünemény, mégis ép oly igaz, mert ezernyi kísérlet megerősítette azt s

a saját szemünkkel való meggyőződés eloszlát minden kétséget.

De még nagyobb csoda az, hogyan ömlik át a villamosság egyik testből a másikba s most erről akarunk szólni.

XXXIII. A villamos és delejes tünemények különbözősége.

Mindenki, a ki szemléli, hogyan taszít el valamely test, mely *tevőleges* villamossággal bír, egy másik hasonló villamosságu testet, továbbá hogyan taszítja el hasonló módon a *nemleges* villamosság a *nemlegest*, míg ellenben *tevőleges* és *nemleges* villamosság kölcsönösen vonják egymást; — mindenki, a ki ezt szemléli, feléltőnek fogja találni a hasonlatosságot, mely ez állapot s a delejesség közt uralkodik.

Mindketten, a villamosság is, a delejesség is tulajdonságok, melyek valószínűleg valamely titkos anyagtól, valamely láthatlan, megmérhetlen folyadéktól származnak, mely a parányokban vagy azok közt tanyáz. Mindkét titkos anyag kétféle természetű; a delejességnél északi és déli delejességnek nevezzük, a villamosságnál *tevőleges* és *nemlegest* különböztetünk meg. A delejnél az északi sark eltaszítja az északi sarkat s a déli sark szintén a déli sarkat, míg az egyik delej északi s a másik delej déli sarka kölcsönösen vonzzák egymást; a villamosságnál ép így van. Az egynevű villamosságok eltaszítják, a különnevűek vonzzák egymást. Nagyon közel fekszik eszerint azon gyanítás, hátha e két titkos természeti erő csak egyetlen-

egy, mely csak sajátos körülmények folytán látszik másnak, a nélkül, hogy lényegében valóban más volna?

Mindamellett a közelebbi szemlélet roppant különbséget tüntet föl köztük.

Ha egy delejjel delejessé teszünk egy másik aczéldrudat, az első delej ezáltal mitsem veszít. Ép oly delejes marad, mint volt. Delejességéből mitsem engedett át. Az új delej nem vette föl magába a réginéket egy részét. A delejesség szilárdul lekötve marad a delejben s nem távozik el abból és nem fogy, ha végtelen mennyiségű vasat megdelejezünk is vele.

Hanem egészen másképp áll a dolog a villamossággal. A dörzsölt üvegkorongból, a dörzsölt spanyolviaszból látunk már valamit átszökellni a testbe, melylyel feljűk közelítűk. Egy szikra tör utat magának a levegőn át, mely még elválasztja a két testet s a bodzahél-golyócska, mely a szikrát magába fogadta, bizonyos mennyiségű villamosságot vett föl s szívott ki az üvegből vagy a spanyolviaszból. — S a dörzsölt üveghenger, a dörzsölt spanyolviasz valóban éppen annyi villamossággal lett gyöngébb, a mennyit a golyócskának átengedett. Sőt elvehetni tőlűk az egész villamosságot, csak egyszer huzzuk végig nedves kezűnket az üvegen vagy a spanyolviaszon. A villamosság ez alkalommal átmegy a kézbe s csaknem egészen eltűnik az üvegből és spanyolviaszból.

Már ez maga arra mutat, hogy a villamosság lényege egészen más, mint a delejességé. Hát még ha azt szemléljűk, hogyan szűkik át bizonyos erélylyel a villamosság egyik testből a másikba,

hogyan bocsátja ki az egyszerű megdörzsölt lámpahenger villamosságának egy részét, egy pattogó szikrát, mielőtt még közelebe ért volna ujjunk s e szikra gyakran egy hüvelyknyi tért is átugrik, hogy beszaladjon ujjunkba, akkor ebből is látható, hogy a villamosság, ha egy testben létrejött, csak arra vár, hogy eltávozhassék onnan s rögtön el is távozik, mihelyt oly testet talál, mely fölveszi.

Tekintsűk csak meg most közelebből a villamosság e sajátoságát, mert ebből a legesodálatsabb sajátoságok s a legnevezeteseb tünetmények származnak, melyeket egyáltalán a természet országában föl találhatunk.

Bizonyára mindenki azt kérdezi: ha a villamosság valóban ennyire vágyik eltávozni a testtől, melyen dörzsölés által létrehozott, miért nem távozik el a levegőbe, mely a hengert körülveszi? Vagy miért nem megy át egyenest a kézbe, melylyel a hengert tartjuk?

A felelet erre teljesen világos, habár első pillanatra kissé különösnek látszik.

Számptalan kísérlet bizonyítja, hogy vannak testek, melyek a magukba föl vett villamosságot roppant sebességgel tovább vezetik. Más testek ellenben nem képesek erre, hanem a villamosság, mely rajtuk létrehozott vagy melyet magukba föl vettek, egy helyben marad, a hol van. A testeket, melyek a villamosságot gyorsan odább viszik, *jó villamvezetőknek* nevezik, mert a villamosságot, melyet kapnak, gyorsan tova vezetik; azon testeket, melyek nem bírnak e tulajdonsággal, *rossz villamvezetőknek* vagy más néven „isolatorok“-nak

(elszigetelőknék) hívjuk, mivel elzárják a villamosságot s nem eresztik tovább.

A száraz lég rossz vezető. Ha tehát egy üveg-hengert dörzsölés által villamossá teszünk, villamossá lesz ugyan a vékony légréteg is, mely a hengert környezi, de ez a légréteg nem vezet tovább a villamot s a henger megtartja villamosságát. Ha azonban oly szobában vagyunk, hol a lég nedves, akkor nem sikerül semmi a fön említett kísérletekből. A henger ugyan villamossá lesz, de a nedves lég fölveszi magába a villamosságot s eloszlatja minden irányban, úgy hogy nyoma sem marad.

A legrosszabb vezetők közé tartozik az üveg, azért nem megy a villamosság a henger megdörzsölt helyéről a kézbe át, mert az üveg azon része, melyet kezünkben tartunk, nem eresztí át a villamosságot kezünkhöz. Az emberi test jó villamvezető, főleg ha a felbőr kissé nedves: de a legjobb vezető az érc s azért használnak érc-sodronyot távirdavezetékül, mert az bámulatos nagy mértékben bír azon képességgel, hogy a villamosságot tovavezesse, mint azt néhány példával mindjárt megmutatjuk.

XXXIV. A villamosság vezetéséről.

Kísérletek által bebizonyítható, hogy a fémeket szintén vilamossá tehetni s ezt mindjárt közelebb-ről is kimutatjuk; csak hogy emellett másképp kell eljárni, mint egyéb anyagoknál, melyek a felkötött villamosságot nem képesek odább vezetni.

Egy üvegrudat a kezünkbe foghatunk az egyik

végén, mialatt a másik végét villamossá teszszük; egy ércrud ellenben villamossá lenne ugyan, de ugyanazon perczen el is vesztené egész villamosságát. Közölné a villamosságot a kézzel, melyben tartjuk, a kéz pedig mint az egész emberi test, jó villamvezető lévén, a villamosság elhatna egészen lábainkba, melyek a talajon állnak. Ez megint tovább vezetné a villamosságot, míg végre a föld, a nagy kerek föld fogadná azt magába, miáltal reánk nézve teljesen elveszne.

Láttuk, hogy a bodzabel-golyócska hosszas ideig megtartja villamosságát, de csak akkor tartja meg, ha száraz selyemszála van fölfüggesztve, mivel az ilyen selyemszál nem vezet el a villamosságot. Hanem nedvesítsük csak meg kissé a selymet vagy vegyünk helyette czérnát s látni fogjuk, hogy a golyócska magába vesz ugyan villamosságot s vonzatni is fog, de nem eltaszíttatni. Mert nem képes megtartani magánál a villamosságot, mivel a nedves selyemszál vagy a czérna azt elvezeti.

Ebből önkényt következik, hogy a fémeket igenis jól villamossá tehetni; csak hogy nem kell a kezünkben tartani, hanem egy selyemszála fölfüggeszteni, vagy még jobb ha egy üvegrudhoz erősítjük vagy gyantával vagy guttaperchéval bevonjuk.

Bizonyára mindenki látta már a sodronyokat, melyek távsürgönyöket szállítanak egyik helyről a másikra végtelen gyorsasággal. E sodronyok, melyek póznákra tűzve szabadon lebegnek a légben, vasból vannak; nem tüzetnek azonban egyenesen a póznákra, mert akkor a villamosság mindjárt átmenne a póznákba s levezettetnék a földre. A

póznákra tehát porcellán elszigetelőket helyeznek, melyek a villamosságot nem vezetik.

A huzalok, melyeket a föld alá helyeznek, rendszeren rézből készítvék s gutta-perchával bevonják, hogy a hosszú uton semmit se veszítsenek villamosságukból, melylyel elláttatnak. E boríték boríték, elszigeteli a sodrony villamát s ha a boríték jó, a sodrony sok mértföldnyire elnyulhat, mégis a villamosságot, melyet egyik végén támasztanak benne, azon pillanatban nyilvánítja a másik végén is s megadja ott ama jeleket, melyeket tudósításul kívánnak tőle.

Később bővebben fogunk szólni távirtdai készülékeinkről; most csak azt akarjuk kimutatni, hogyan lehet pusztán a fém vezetőképessége által egy igen egyszerű távirtdát berendezni.

Tegyük föl, hogy volna Londontól Berlinig egy sodronyunk, mely jól el van szigetelve azaz valami nem villamvezető borítékkal behuzva, hát csak egy kis rézgolyóra volna szükségünk, melyet a sodrony mindegyik végéhez hozzá ragasztanánk s összebeszélhetnénk, hogy Londonban ép azon perczen, midőn ott valami várt fontos esemény történik, ereszszenek egy villamszikrát a golyóba; s ha csak elég erős a szikra, hát okvetlen csak nem ugyanazon pillanatban Berlinben is villamossá válik a golyó s szikrát boesát ki magából, mely kellő intézkedés mellett képes a löport meggyújtani s elsütni egy ágyut vagy más valami hatást eszközölni.

Persze, hogy ez nagyon gyámoltalan távirtda volna, mert csak bizonyos előre megállapított jelet tudna adni s nem tudna valami meghatározott

hírt vinni egyik helyről a másikra; de a mostani távirászat egyik főalappját mégis ábrázolná, tudniillik a fémek bámulatos vezetőképességét, mely eszközli, hogy egy sodrony villamossá tétetvén az egyik végén, rögtön egész hosszában elterjeszti villamosságát s ugyanazon pillanatban villamossá teszi másik végét is, még akkor is, ha e vége ezer meg ezer mértföldnyi távolban van.

Valami hihetetlen ez bizonyára. Kétségkívül a legokosabb emberek is tagadnák e tényt, ha saját szemükkel nem látnák azt ezer felé. Biz ez ugy van s minden ember meggyőződhetik a távirtda által, hogy így van, hogy tudniillik egy villamossá tett sodrony villamossá válik egy pillanat alatt tömérdek mértföldön át egész másik végeig. E képességet a fémek villamvezetési erejének nevezük, ambár szorosán véve ez nem vezetése, hanem megosztása a villamosságnak a sodrony egész hosszában.

Most már ismerjük a fémek vezetési képességét; a természettudósok már megmérték a sebességet, melylyel a villanyvezetés történik s azon hihetetlen eredményre jutottak, hogy *egyetlen* másodperc elég arra, hogy *hatvanezer* mértföldnyi hosszú sodronyt egyik végétől a másikig villamossá tegyen. De ha azt kérdezzük: hogyan történhetik ez, mi megy végbe a fémmel e másodperc alatt, miért bírnak csak a fémek e tulajdonsággal? mig p. egy nedves ezernaszál szintén vezet ugyan a villamosságot, de rendkívül lassan vezet: mind erre hallgat a tudomány s az emberi nem tapasztalatdusabb jövőjére utal. Mostanra nézve nekünk ez titok. A csoda egy titkos természeti erő követ-

kezménye, melynek alapját nem tudjuk, de melynek tüneményeit tovább követjük.

XXXV. A villamszikra s a villám.

A fölfedezésnek, hogy a fémek oly hatalmas erővel bírnak a villamosság vezetésére, köszönhetjük a villámhárító nagyszerű és hasznos találmányát. Franklin, az északamerikai polgár, ki mint államférfi, bölesész, természetvizsgáló és népies író halhatatlan érdemeket szerzett, Franklin volt az, ki ama nagyszerű gondolatra jött, hogy a villám, mely a fellegekből kitör, s gyujtva és rombolva száll le a földre, végre is nem egyéb mint a villamszikra, mely a dörzsölt üvegből kipattan, csak-hogy e szikra gyöngye lánggal, s lassu pattogással tör utat magának a levegőn át, míg a villám vakító fénynyel, s mennydörgő hanggal czikázik át pályáján.

E nagyszerű gondolatra már több tudós nyújtott alkalmat kísérleteivel. Az egyszerű dörzsölt üvegrud helyett már elkezdtek gépeket alkalmazni, hol nagy üveg korongokat dörzsöltek arra elkészített vánkosokhoz; a további tökéletesítés azon kitünő készülékekhez vezetett, melyek még most is a villamgépeknek főalkatrészeit képezik. Alkalmassal eszközök által megtanulták, hogyan lehet a villamosságot egy ércgolyóban összegyűjteni, melyből jelentékeny szikrát lehet kiugratni. Sőt már olyan szikrákat is tudtak a villamgépből s a hozzá való eszközökből előidézni, hogy állatokat is agyonütthetnek vele. E szikrák hasonlatossága a villámmal oly közeleső volt tehát, hogy sokan Frank-

lin kortársai közül kijelentették, miszerint a felhők nem egyebek mint nagy villamgépek s a villám csak villámszikra. De ez a nagyelméjű férfi nem érte be a villám e meghatározásával, hanem bátorsággal birt megkísérteni, vajjon nem tudná-e a villámot ép úgy kormányozni és kényszeríteni, mint a hogy a villámszikrát kormányozhatni és kényszeríthetni, hogy kiszabott uton haladjon.

A mit eredetileg csak játéknak tekintettek, az, hogy a dörzsölt üvegből szikrát csaljanak ki, persze hogy már kiesiben képe lett a legfenségesb és leghorzasztóbb természeti tüneménynek; de a böles Franklin, ki további következményeket kapcsolott hozzá, nem restelt újra egy gyermekjátékhoz nyulni s a villámot iparkodván levezetni, első kísérleteit fiának papírsarkányával tette, melyet magasan föleresztett a légbe, melynek zsinégébe azonban vékony fémsodronyt font azon óhajttással, hátha e fémsodrony egy villámot tudna lecsalni az égből.

Néhány ismétlés után teljesen sikerült a kísérlet s a vele járó veszély dacára, mely később egy kitünő természetvizsgálónak éltébe került, minden oly szerencsésen végződött, hogy Franklin még éltében elérte azt, hogy a villámhárítókat mint biztos mentő-eszközöket az égi háboru ellen a legdizsesebb épületeken, sőt templomokon is látta pompázni, akár mint mennydörögtek is az isten tülbuzgó szolgálai az emberek vakmerősége ellen, kik fölfuvalkodottságukban bátorkodnak az isten haragjának s villáminak útjába állni.

A villám valóban nem az isten karja s nem haragjának föllobbanása, mint a vakbuzgók vélték

vagy vélik vagy elhíttetni akarják; a villám, mint a további vizsgálatok kiderítették, a villamosság szüleménye, mely a légben keletkezik, s valószínűleg akkor keletkezik, ha ellenkező irányú szelek találkoznak s egymás melletti átrohanásuk, egymásba ütközésük, dulakodásuk s összezavarodásuk alkalmával a légrétegeknek nagy surlódása támad, mely a villamosságot ép úgy fölöldja, mint az üvegnek selyem általi dörzsölése.

Hogy mennyire képes a levegő surlódása villamosságot előidézni, azt csak imént néhány év előtt volt alkalmunk tapasztalni, midőn egy fűtő a gőzmozdonynál azt a fölfedezést tette, hogy bizonyos körülmények közt a gőzmozdony biztonsági szelepeknél kiömlő gőzből szerfölött nagy villamszikkákat esalhatni ki. E tünemény közelebbi vizsgálatából kiderült, hogy a villamosság itt nem a víznek gőzzé változásából támad, mint eleinte gyanították, hanem a gőz surlódása, mikor a szelep kis nyílásán kiömlik, a villamos tüneménynek sajátképi forrása.

A villámhárító a sodrony, mely zivataros időben folyvást fölfogja a villamosságot a légből az épület fölé s levezeti a földbe, a hová a villámhárító lejön. A villámhárító tehát kitünő védelmi szer nagy épületek és tornyok számára, melyek a villamesapásnak leginkább kitétvék. S jóformán megvédi az apróbb épületeket is, melyek közelében vannak. Csak ha el van törve a villámhárító vagy megrozsdásodott, úgy hogy a villamot nem vezetheti a sérült helyen túl, csak akkor haszontalan, de nemcsak haszontalan, hanem káros is.

A fémek kitünő vezetési képességéről a francia

hadserég egy fiatal tisztjének legjobb alkalma nyílt meggyőződni e század elején. Mainz utcáin sietve át, a zivatar elől akart menekülni s nehéz arany órafüggelékét nadrágzsebébe dugta, hogy el ne veszítse. De hasztalan volt menekülése, a villám lesújtotta őt. Haza vitetvén, föleszmélt újra s nem volt semmi baja. Szorgos vizsgálat mellett kitünt, hogy a villám fővegének érczen át utat tört magának az óralánczba, melyet nyakán viselt; innen lement a villám az órafüggeléken egészen a tiszt nadrágzsebébe, onnan a nadrág fémpaszomántján csizmájáig s a sarkantyun keresztül a földbe. — Az arany ékszer persze hogy részint szét volt tépve, részint fölolvasztva; hanem a tiszt életben maradt s ezentul nem igen veszthette el többé hitét a fémek vezetési képességében, miután reá nézve valóban döntő volt a bizonyíték.

XXXVI. A villamosság vezetése, összegyűjtése és töltése.

Elég csodálatos, hogy a villamosságot képesek vagyunk vezetni s egyik testből áteresztetni a másikba; de még csodálatosabb, hogy képesek vagyunk azt össze is gyűjteni, még pedig oly nagy mérvben összegyűjteni, hogy borzasztó hatást gyakorol, ha ezt az egybegyűjtött villamot egyszerre szabadon bocsátjuk.

Méltán nevezhetjük tehát ez egybegyűjtést *töltésnek*, s méltán szólhatunk kisütésről ép úgy, mintha valami ágyuról volna szó, melyet elsütünk.

A villamgépek e czélra berendezvék s ép oly

érdekes mint tanulmányos kísérleteket tehetni velök nagyban.

Sajátkép már egy közönséges lámpahenger is, melyet selyem zsebkendővel megdörzsölünk, afféle kis villamgép; a valódi villamgépek azonban előnyösebben alkotvák s különös készülékkel bírnak, mely a villamgyűjtő.

A közönséges villamgép egy kerek üvegkorongból áll, melyet mint valami közsörüt egy fogantyúval forgathatni. A koronghoz egy pár vánkos lapul, melyek gyöngre nyomást gyakorolnak reá s melyekhez a korong hozzá dörzsölődik, a mint forgatjuk. Ez a dörzsölő szer előnyösebb mint a selyem s ennél fogva jobban hat, úgy hogy a korong tartós forgatásánál villamszikkákat látunk az üvegen. A dörzsölés alkalmával a dörzsölő szeren nemleges és a korongon igenleges villamosság keletkezik. Mivel azonban e kétféle villamosság vonzza s kölesönösen kiegyenlíti egymást, a gép hatása tehát csak gyöngre lehetne; azért alkalmaznak a dörzsölő szerre egy hosszas keskeny fémfonalat, mely egész a földig leér. E fémfonál minden keletkező nemleges villamosságot levezet a földre s az igenleges villamosság erősebben összegyűlhet az üvegkorongon. Hogy azonban még inkább együvé gyűjtsük az ott fölhalmozódott villamot, e végre áll az üvegkorong előtt egy vagy több egymással egybekötött sárgaréz pálczaeska, melyek a koronghoz eléggé közel alkalmazvák s minden villamot átvesznek belőle, hogy a golyókhoz vezessék. A golyók maguk pedig üvegrudakon állnak, úgy hogy villamosságukat nem vezethetik tovább, és így annyira összehalmozódik a villamosság bennök, hogy már

a közönséges gép golyóiból is három-négy centiméternyi hosszú fénylő szikkák pattannak ki, ha az ujjunkkal közelítünk feléje.

E golyókat konduktoroknak, vezetőknek nevezik; mi gyűjtőgolyóknak fogjuk nevezni, mert valóban bennök gyűl össze minden villam, a mi a korongon kifejtett. Az ilyen golyó némileg a villamosság takarékerzselye, mely mindazon kisebb összegeket, mik a korong dörzsölésénél kiszabadulnak, magába fölveszi és összegyűjti. De nagyon gyakorlatiatlan takarékerzsely, mert mihelyt csak hozzá érünk, azon perczen minden megtakarítmányát idadja; egyszerre kiürül. Később látni fogjuk, hogy a galvanikus villamosságnál nincs így s ez okból vált is a legnagyobb gyakorlati fontosságúvá a villamosság ezen nemének kifejtése és hatása.

A kinek valaha alkalma nyílik egy villamgépet látni s szemügyre venni működését, az el ne mulasztja figyelmét mind arra az apró ugynevezett játékra is irányozni, a mit azzal üzhetni; mert az, a mi soknak csak játék gyanánt tűnik föl, gyakran fontos természeti események és titkok kulcsa s nem ritkán nagyszerű és fenséges találmányok kapujává lett. — Mindenekelőtt azonban ne mulasztja el az ember a következő kísérletet.

Az ember, ki a gép forgatása alatt hozzányul a gyűjtőgolyóhoz, nem érzi annak legkisebb hatását sem, mert a villamosság átvezettetik az emberi testen s lemegy a talajba, mely a villamosságot a földre vezeti. De egészen másképp áll a dolog, ha az embert egy nagy guttapercha lapra állítjuk, vagy oly zsámolyra, melynek üveglábái

vannak. Ekkor a villamosság nem szívároghat át a talajba s összegyűl az ember testében ép úgy, mint valami gyűjtőgolyóban. Mindenekelőtt borzongást érez az ember a bőrén, a mi onnan ered, hogy minden finom szőrszál igenleges villammal telt s most kölesönösen eltaszítják egymást, úgy, hogy e szőrszálak mind fölállnak, mint a serte. Nemsokára a haj és szakáll is mozogni kezd és serte-alakulag fölmered. A szó teljes értelmében égnek áll az ember haja s minél hosszabb a haj, annál furesább lesz a látvány. Ha hozzányúlunk az emberhez, azon a helyen, a hol az ujjunkkal hozzá értünk, fénylő, pattogó szikra száll ki belőle, úgy hogy tüzet esalhatunk ki orrából, ujjaiából, testének minden részéből. Ha megfogjuk őt, akkor minden tünetény megszűnik s nem érez az egészről többé semmit.

Csak azt akarjuk még hozzátenni, hogy a kísérletnek nincs ártalmas következménye, mert az igenleges villamosság, mely az emberben összegyűl, kölesönösen eltaszítja egymást s ennélfogva csak a test felszínén halmozódik össze, úgy hogy a benső szervek egészen érintetlen maradnak. Azért nem is hiszünk e kísérlet üdvös gyógyhatásában, ámbar a villamosság bolondjai azt állítják is.

XXXVII. Hogyan lehet a villamosságot lekötni.

Most már láttuk, hogy egészen sajátos valami a villamosság. Magában véve oly anyag, oly folyadék, a mint nevezik, melyet sem nem láthatni, sem másképp érzékeinkkel észre nem vehetni;

mind a mellett ezt az ismeretlen valamit előidézhetni, elvezethetni, összegyűjthetni s egyik helyről a másikra szállíthatni, mintha valami látható, megfogható tárggyal volna dolgunk! — Holott kézzel nem tapintható, sőt még csak súlymérleggel meg sem mérhető! A golyó, melyet villamossággal megtöltöttünk, semmivel sem nehezebb mint villamosság nélkül volna. Sőt ez a villam oly valami különös anyag, hogy soha ki nem fogy. Egy üveghengerből, egy üvegkorongból, egy szál gyantából végtelen időig folyvást kivonhatni villamosságot, a nélkül, hogy idővel bármiképp megfogyna.

Semmi kétség, hogy itt egy természeti titok áll előttünk s miután a villamosság beláthatatlan nagy szerepet játszik a világon, e titok tehát óriási nagy. Kutatás által azonban már kissé közelebb jutottunk e titokhoz, s ha lényegét nem is, de lényeges tulajdosságait szerencsésen kifürkésztük már a villamos anyagnak.

Hogy olvasóink előtt még világosabbá tegyük, mennyire haladtunk már, csak még egyet kell megemlítenünk, hogy a villamosságot nemesak összegyűjthetni, hanem sajátos intézkedések által egy bizonyos helyen annyira összehalmozhatni, hogy a legerősb hatásokra képes.

A sárgaréz golyót a villamgépen gyűjtőgolyónak neveztük s tudjuk, hogy nagy szikrákat vagyunk képesek belőle kicsalni. A következő nagyon egyszerű készülék által a golyóban összegyűlt villamosságot összehalmozhatjuk egy kis térre s ott mintegy *leköthetjük*.

Veszünk egy közönséges vékony négyszögű

üvegtáblát s levélezint ragasztunk mindkét oldalára, úgy hogy mintegy ujjnyi széle maradjon az üvegnek szabadon. — Ha aztán az üvegtáblát az egyik levélezin lappal a villamgép gyűjtő golyójához tartjuk, villamossá lesz ugyan, de nem valami nagyon; hanem egészen máskép áll a dolog, ha amellett a másik oldalon lévő levélezint is érinti az ember az ujjával. Ha ezt tesszük, akkor az üvegtábla mindkét oldalán, még pedig a levélezinen tömérdek mennyiségű villam halmozódik össze. A mi ez összehalmozódásban csodálatos és sajátos, az következő: Tudjuk, hogy a villamgép gyűjtőgolyóját csak kezünkkel kell megérintenünk, hogy minden villamtól megfoszszuk. A villamosság ez esetben az ember testén át lefolyik a földbe. De máskép áll ez a villamnál, mely az üvegtábla levélezinjén összehalmozódott. Hozzá nyulhatunk kezünkkel a levélezin mindegyik oldalához, sőt egybekapcsolhatunk vele egy sodronyt, mely a földbe vezet s a villamosság még sem távozik el a levélezinről. Mintegy le van az bilineselve a czinlaphoz s tudományos nyelven is azt mondjuk, hogy e villamosság *lekötött*. Mindamellett azonban, hogy lekötött s nem akar mozdulni, csak a másik oldalon lévő levélezinhez is hozzá kell érniünk egyidejűleg az ujjunkkal s rögtön fénylő szikrát látunk, heves durranást hallunk s erős fájdalmat érzünk az ujjunkban.

Egészen ugyanazon elv szerint, mint e táblát, állíthatjuk elő a hatásosabb *leydeni palaczkot*, mely egy kívülbelül levélezinnel betakart ivópohárból áll, a pohár széle jó vastagon szabad marad s mázzal bevonatik. A felső czin boritékból egy kis

sárgaréz rudacska áll ki egy kis golyóval a végén. Ha e golyócskát a villamgép gyűjtő golyához tartjuk, a pohárnak mind külső, mind belső boritékán nagy mérvben összegyűl a villamosság s ha aztán egyik kezünkkel a pohár külső boritékát, a másikkal a golyócskát érintjük, szikrák és durranás kíséretében oly heves ütést érzünk, hogy a fájdalom elviselhetlen, sőt a rázkódás veszélyessé is válhatik.

Több emberből álló kör is megérzi e csapást, ha összefogózkodnak s az első a palaczkot veszi kezébe, az utolsó pedig a golyócskát érinti ujjával. Több ily alkalmas módon egybekötött palaczk oly ütésre képes, hogy egy ökröt rögtön agyonüthetni vále.

De hát honnan e csodálatos tünemény? Honnan e csodálatos összehalmozódás? Honnan a villamosság e rejtélyes lekötöttsége, mely nem távozik, ha a táblának vagy palaczknak csak egyik oldalát érintjük, holott a villamgép gyűjtőgolyójából rögtön elillan? Honnan ama heves hatás, ha egyszerre megérintjük mindkét oldalát?

Azt hinnök, hogy ez csak a villamosság rejtélyességét szaporítja, pedig nincs úgy. Éppen e tünemények szolgálnak kulcs gyanánt sok más rejtély magyarázatához, úgy hogy ezáltal képesek vagyunk kissé e természeti titok fátyla mögé pillantani.

Most tehát megkísértjük, hogy olvasóink előtt világosabbá tegyük e rejtvény megoldását.

XXXVIII. A villamosság töltésének és kisütésének magyarázata.

Már mondtuk, hogy ha a levélcinnel bevont üvegtáblának egyik oldalát a villamgép gyűjtő golyójához teszszük s a másik oldalt *nem* érintjük az ujjunkkal, akkor nem történik a villamosságnak semmi összehalmozódása; ha azonban az üvegtábla egyik oldalát a gyűjtőgolyóhoz teszszük s a másikat megérintjük, ha csak egy piczikét is az ujjunkkal vagy más valami jó vezetővel, akkor mindkét oldalon egybehalmazódik a villam s mintegy lekötve marad a czinlapokon, míg csak mindkét oldalát nem érintjük egyszerre, mikor aztán hirtelen hevesen kiürül.

Ha megvizsgáljuk ezt az üvegtáblát, abból következő tűnik ki:

A levélczin a tábla mindkét oldalán erősen villamos; de villamosságuk nem ugyan az az egy. A levélczin, melyet a villamgép gyűjtőgolyójára illesztünk, igenleges villammal telik meg, míg a másik oldalra ragasztott levélczin, melyet az ujjunkkal érintettünk, nemleges villammal telt.

Már most az a kérdés: honnan ered ez? Miáltal lett villamossá az a levélczin, mely nem érintkezett a villamgéppel? S miért van épen ellenkező villamossága mint a gyűjtőgolyónak? Micsoda szerepet játszott az ujjunk, mely e lapot megérintette? Egyáltalában mi történt a levélcinnel e kísérlet alatt?

A felelet erre a következő: -

Tudjuk, hogy a hasonnemű villamosság a hasonneműt eltaszítja, míg a különneműt vonzza. Az

igenleges villamosság eltaszítja az igenlegest, a nemleges pedig ép úgy eltaszítja a nemlegest; ellenben az igenleges és nemleges villamosság kölcsönösen vonzzák egymást. Ha két fémgolyót, melyek az asztalon fekszenek, egyidejűleg mindkettőt megtöltenénk igenleges vagy nemleges villamossággal, akkor elfutnának egymástól; ha azonban az egyiket igenleges, a másikat nemleges villamossággal tölténénk meg, úgy, ha nem fekszenek egymástól nagyon távol, vonják egymást s egymáshoz gurulnak.

Ha megvizsgáljuk az üvegtáblát a levélczin lapokkal, a mint van, mielőtt a kísérletet tettük volna vele, úgy találjuk, hogy egyik levélczin lap sem mutat villamos tulajdonságokat s ez onnan származik, mivel mindkettőben jelen van igenleges ép úgy, mint nemleges villamosság s ezek kölcsönösen kiegyenlítik egymást. Ha már most az egyik levélczin lapot a villamgép gyűjtő golyójához illesztjük, mely igenleges villamossággal telt, akkor e levélczinben az eddig egyesült villamosság szétválik. A nemleges vonzatni, az igenleges eltaszítatni fog s a gyűjtőgolyóból még egy csomó igenleges villam özőnlík a levélczinlapra.

Már most azonban az egyik levélczin, mely a gyűjtőgolyóval érintkezett, áthat az üvegtábla második oldalán is. A levélczin lapokat elválasztja ugyan egymástól az üveg, hanem azért mégis elég közel esnek, hogy az üvegen át is hathassanak egymásra. Az üvegtábla válaszfalat képez ugyan köztük s megakadályozza, hogy a villamosság egyik lapról átömöljön a másikra, de azért nem akadályozhatja meg, hogy az egyik levélczin villamossága hatást ne gyakoroljon a másikra. Ha tehát az egyik lap,

mely a villamgéppel érintkezett, megtelik igenleges villamossággal, annak folytán a tulsó oldalon lévőben is előidéztetik a kétféle villam szétválása. A nemleges villamosság az üveg felőli oldalra vonatik, az igenleges villamosság a szabad oldalra eltaszítatik, mert futnia kell a másik czinlap igenleges villamosságától.

Ha nem adunk neki alkalmat, hogy elillanhasson, azaz: ha *nem* érintjük ujjunkkal, akkor marad azon állapotban, a mint most van. De ha megérintjük a levelezint, akkor igenleges villamossága átözönlik az ember testébe s levezettetik a földbe. Ezáltal e czinlapban csak nemleges villamosság marad, míg a másikban csak igenleges van.

Miután az üvegtábla elválasztja őket, tehát nem folyhatnak együvé; hanem mindkét villamosság annyira vonja egymást mégis az üvegen át, hogy *lekötik* egymást s egyikök sem folyhat el, még ha egyenként az ujjunkkal érintjük is.

Hanem egészen máskép van, ha egyszerre érintjük mindkét czinlapot. Az emberi test pompás villamvezető. Azon pillanatban, midőn a kettős érintés történik, a szétválasztott villamok utat találnak, hogy egyesülhessenek és pedig az ember testén át találnak utat s ez egyesülés oly rögtön megy végbe és annál hevesebben, mennél több villamosság halmozódott össze a czinlapokon. Innen ered tehát, a rögtöni heves egyesüléstől a szikra, a durranás és az erős fájdalmas ütés.

E magyarázat által pedig, mint nem sokára látni fogjuk, egy pillantást nyerünk a villamosság hatáskörének végtelen birodalmába, mely nagy szerepet játszik az egész világegyetemben.

XXXIX. Mily szerepet játszik a villamosság zivatar alkalmával.

Hogy megmutassuk, mikép képes a beborított üvegtábla fölvilágosítást nyújtani nagyszerű természeti tünemények felől, megkísértjük összehasonlítani a zivatar alkalmával történőket azzal, a mi az ilyen üvegtáblán történik. Előbb azonban még csak egy tényt kell fölemlitnünk.

Ha az üvegtábla czinlapjait nagyon erősen megtöltjük villammal, gyakran megesik, hogy a villam mindkét oldalról oly erősen vonja egymást, hogy a táblát valamely gyöngye vagy sérült helyen keresztültöri. Ez esetben az üvegtábla heves durranással pattan szét s dirib-darabjait szerte szórja.

Az égiháboru alkalmával ugyanaz történik.

Két légréteg viharos mozgása vagy másnemű körülmények folytán csaknem folyvást villamozódik egy-egy légréteg, azaz: valamely légréteg igenleges villamosságot vesz föl, míg a másikban nemleges villamosság gyül össze. Mihelyt sok a nedvesség a levegőben, a miáltal a levegő képességet nyer, hogy a villamot vezesse, nem lehet tartós a különböző villamok összegyűjtése; sőt inkább mindjárt keletkezésük után összekeverednek s így megszűnik minden villamos tünemény. Azért nagyon ritka a zivatar hideg, nedves időben.

Ha azonban két különböző villamossággal telt lég- vagy felhőréteg közt egy harmadik réteg száraz levegő találkozik, akkor a kétféle villam a légréteg által épen úgy van elválasztva, mint a levelezin lapok villamai az üvegtábla által s épen úgy mint azon az üvegtáblán a czinlapok annál erő-

sebben megtelnek villamossággal, mivel szétválasztvák, ép úgy gyakran megtörténik, hogy két felhőrétegben, melyek egy közbeneső száraz légréteg által elválasztvák, kölcsönösen fokozódik a villam, úgy hogy az egyikben az igenleges, a másikban a nemleges villamosság roppant mérvben összehalmozódik.

Ennek az a következménye, hogy a felhők kölcsönösen vonják egymást; s minél közelebb érnek egymáshoz, annál jobban összehalmozódik a villamosság az egymáshoz közel fekvő helyeken. A légréteg tehát, mely elválasztja őket, mindig vékonyabb lesz, míg végre a két villam átszökellő szikrák által egyesül s villámlás és mennydörgés támad. Ez esetben a villám nem üt le a földre, hanem a villamosság kisütése csak a két felhő közt történik, melyek a vonzás folytán megsűrűdnek s most eső képeben lehullnak a földre.

A szakadó eső kitünő villamvezető egész le a földig s ha még nem találkozik szétválasztott villám a léghen, ez lassan levezetettve eloszlik. Gyakran azonban nem elegendő ez a vezetés s oly állapot keletkezik, mely az üregtáblán tett kísérletünkhöz szerfölött hasonlít.

Tegyük föl, hogy egy épület fölött van egy felhő, mely igenleges villámmal megtelt, tehát el fogja taszítani az épületben lévő igenleges villamosságot s ez lefut a földre; ellenben magához vonja az épületben lévő nemleges villamosságot s ez az épület csuesán halmozódik össze. Ennek az a következménye, hogy ez összehalmozódás mindinkább erősebb lesz s végre egy villamesapással egyenlítődik ki, mely az épületbe üt. Persze, hogy

azt kérdezhetnők, miért nem egyenlítődik ki ez állapot oly villamesapással, mely az épületből ütne a felhők közé? A felelet erre az, hogy a csapás mindig arra fordul, a merre a jobb villamvezető van s miután az épület földön áll, a felhőt pedig csak levegő veszi körül, világos, hogy a villám a kitünő vezető képességgel bíró föld felé irányozza útját.

Néha előfordul az az eset is, hogy a villám nem üt le a földre, hanem a villamosság egészen sajtáságos, csodálatos módon egyenlítődik ki. Nagyon erős viharok alkalmával a villamossággal megtöltött felhő nem ereszkedhetik le a földre s nem lövellheti ki terhét villám által. Sőt inkább a légkanyargó forgása folytán a föld felületének könnyen mozgó részeiből kúpok támadnak, melyek föl-emelkednek egész a felhőkig. A felhők, melyeket szintén beránt a szelek örvénye, hasonló kúpokat hoecsátanak lefelé. E két kúp csucsai roppant sebességgel szaladnak egymás felé s ezek által történik a különböző két villám kiegyenlítése. Tengerrek, folyók és tavakon e kúpok vízből állnak s vízszáknak nevezetnek; a szárazföldön poroszlopokból képződnek s forgószél a nevök. A vihar, mely száll, vészes gyorsasággal ragadja e forgatagot egyik helyről a másikra. Ott, hol az oszlopok érintkeznek, a különböző villamok kiegyenlítése villámlás által történik. A vihar ereje szerint ily forgatag nehezebb tárgyakat is fölragadhat a levegőbe, leszaggathatja házak tetőit, összerombolhat épületeket, kitéphet fákat, elsüllyeszthet csónakokat és hajókat, míg végre a felhő záporosóben olvad föl s a természet borzasztó játéka a szétválasztott két villám teljes kiegyenlítésével végződik.

XL. A föld egy nagy villamgép.

Most kissé közelebb jutva tárgyunkhoz, a természet titkos erőinek vizsgálatához, ki kell mondanunk, hogy a villamos erők a legfontosabbak és leghatásosabbak a természetben, habár hatásuk nem is vehető észre mindenütt s az emberi nem sok-sok ezerévet élt, a nélkül, hogy e mindenütt jelenlévő erőről tudott volna.

A mi magát e titkos természeti erőt illeti, a tudomány bevallja, hogy a villamosság benső lényegét nem ismeri. Csak az gyanítja, hogy ez ismeretlen valami, bár láthatlan s megmérhetetlen, minden tárgyban benn rejlik. A villamos anyag, vagy villamos folyadék, vagy akármiképp nevezük, betölt és áthat mindent, a mit csak látunk magunk körül és magunkon. Ez ismeretlen valamiről továbbá azt gondoljuk, hogy két anyag összetételéből áll, melyeket hogy megjelöljünk, igenleges és nemleges villamnak neveztünk el, anélkül, hogy azáltal az egyiknek valami igenleges, a másiknak nemleges sajátját akarnánk tulajdonítani. E két villam *nem* nyilatkozik, ha *egyesülten* vannak ugyanazon egy tárgyban. Igyekeznek is egyesülni s vonják egymást, míg külön mindegyikök eltaszító erőt gyakorol a hasonnemű villamra.

Az egyesülés természetes állapotában a két villam mintegy kölcsönösen megszünteti egymást s ennél fogva hatástalan és fölismerhetetlen. Valamely tárgy dörzsölése által azonban, vagy mint újabb vizsgálatok kimutatták, *nyomás és meleg* által is megtörténik nekünk ismeretlen uton a két villam szétválasztása. E szétválasztott villamokat

alkalmas eszközökkel összegyűjthetni, fölhalmozhatni, elvezethetni, egyik testről a másikra átfolytathatni vagy gyorsan ismét egyesíthetni is a szétválasztott két villamot. Mind ez alkalommal vonzás és eltasztás által mutatják a szétválasztott villamok, hogy külön mindegyikök kerüli a hasonnemű villamot s fölkeresi és vonja a különeműt, hogy vele egyesülhessen s a gyors egyesülés alkalmával mindenkor szikrák és légrázkodások támadnak, melyek gyakran romboló hatást eszközölnek.

Ha már most a természet működésére pillantunk magunk körül, elismerjük, hogy a villamosság végtelen szerepet játszik abban. Ha egy perezig föl akarnók is tenni, hogy az egész föld kerekéségén s az azt körülvevő légben az összekötött villamok legesekélyebb megzavarodása sem fordul elő, hogy tehát mindenhol oly módon egyesült az igenleges és a nemleges villam, miszerint kölcsönösen megszüntetik egymás hatását, hát elég volna már a meleg a föld belsejében, hogy a két villamot szétválassza. Az erő, melyivel a föld az egész légtengert magához vonja, elég, hogy a nyomás, az ugynevezett légnyomás által villamosságot fejtsen ki. A lég pedig nem nyugszik, hanem folytonosan áramlik s ez áramlásoknak mind a földön, mind a légkörben folyvást villamos működést kell előidéznie. A föld, mely minden huszonnégy órában megfordul tengelye körül, a léggel egyetemben, mely a sarkaktól az egyenlítő felé vándorol s a passat szeleket szüli, egy óriási villamgéphez hasonlítható; a villamozott korongot a föld, a villamozó dörzseszközt a levegő képviseli.


Mindenfelé kifejlik villamosság e nagy tekén;

mivel azonban a föld kitünő villamvezető s a víz és nedves leyegő még jobban vezet, tehát a villam folyvást ki is egyenlítődik. Csak a hol száraz légrétegek egy ideig megakadályozzák az egyesülést s ennél fogva a szétválasztott villamok összehalmozódását okozzák, csak ott mutatja a föld nagyszerű mérvben a villamgép tüneténeit villám, mennydörgés és romboló ütések által. A nagy villamgép szakadatlan, folytonos működésben van, folyvást szétválasztva az egyesült s folyvást kiegyenlítve és egyesítve a szétválasztott villamokat. Mivel pedig a föld, de különösen a víz vezető ereje végtelen nagy, a folyamokat tehát s minden a tengerrel összeköttetésben álló forrást a föld belsejében úgy tekinthetni, mint e nagy villamgép vezető sodronyait. S mivel a gyorsaság, melylyel a villany mozog, szintén végtelen nagy, megfogható tehát, hogy minden villamos megháborítás a földön azon pillanatban maga után idézi a kiegyenlítést is.

De nemcsak a föld mozgása, vonzó ereje, benső melegsége, a napfény, a légáramlás, a vizek folyása választja el és köti össze folyvást a villamosságot, hanem később látni fogjuk, hogy a természet minden vegyi működésében szintén villamosság fejtetik ki. Sőt nagyon alapos az a gyanítás, hogy a vegyi erő, melyről még szólni fogunk, igen közel rokon a villamos erővel; s miután minden, a mi a föld kerekiségén létezik, a vegyi változásoknak szakadatlan alávetett; miután minden növény, minden állat külön vegyész gyár, mely szakadatlan működik; miután valószínűleg a föld benseje sem fekszik halotti nyugalomban,

hanem folytonos működésben áll; miután izmaink minden mozdulata nemesak villamosságot szül, hanem mint a legujabb időbeli fölfedezések bebizonyították, villamos működés által idéztetik is elő. — valószínű tehát, hogy a villamosság működésének tere ép oly nagy, mint maga az egész világ s egy nagy világítók áll itt előttünk, melybe a tudomány behatolni kezd ugyan, de most még csak küszöbén állva, általános vonásokban sem képes azt áttekinteni..





CSENDŐRSÉGI ✦
RAJZFÜZETEK

az egyezményes jelek gyors és könnyű elsa-
játítására, utmutatással a térképolvasáshoz.

Tervezte és kiadja: **MIHÁLYFALVY I.**

Harmadik kiadás. — Ára darabonként: 50 fillér.

Ezen rajzfüzetek a csendőr-felügyelőség enge-
délyével a III. sz. csendőrkerületi parancs-
nokság rendeletével ajánlva lettek.


Egyes rajzfüzetek csak a pénz előle-
ges beküldése esetén lesznek szállítva.

A szállítás mindenkor portomentesen történik.

Megrendelési cím:

CSENDŐRSÉGI KÖNYVTÁR

BUDAPEST, VIII., Nap-utcza 19. sz.



Tolvajfurfang.

Irta: **MIHÁLYFALVY I.**

Tartalmaz 67 érdekesítő elbe-
szélést, mindannyi egy-egy meg-
lepő tolvajfurfangot ismertet meg.


Ára füzve 2 kor.

A csendőrség tagjainak kivételesen, míg
e készlet tart és a pénz előleges bekül-
dése esetén, darabonként 1 koronaért
szállítjuk, még pedig portomentesen.

Megrendelési cím:

„Csendőrségi könyvtár“

BUDAPEST, VIII., Nap-utcza 19. sz.



TÖRVÉNYSZÉKI

ÉS

RENDŐRI UJSÁG

„Csendőrség“ című melléklettel.

FŐSZERKESZTŐ:

Dr. HORVÁTH GYULA
országgyűlési képviselő.

FELELŐS SZERKESZTŐ:

= MIHÁLYFALVY I. =

Az egyetlen szaklap, mely a csend-
őrség érdekeit szolgálja.

ELŐFIZETÉSI ÁRA: a csendőrség tagjainak:
egész évre 12 kor., félévre 6 kor.,
negyedévre 3 kor.

SZERKESZTŐSÉG ÉS KIADÓHIVATAL:
BUDAPEST, VIII., Nap-utcza 19.

☛ A lap most kezdte közölni ☛

„Egy bűnbarlang titkai“

című a csendőr életből vett rendkívül érdek-
feszítő bűnügyi regényt, melynek szerzője
Mihályfalvy I., a lap felelős szerkesztője.



Lipinszky és Társa

KÖNYVNYOMDA ≡≡≡ KÖNYVKÖTÉSNET
TÖMÖNTÖDE

BUDAPEST

VIII., NAP-UTCZA 19.

Elvállalja:

mindenféle nyomdai mun-
kák elkészítését pontos és
diszes kivitelben.