

XXI. A TERMÉSZET NAGY HATÓI KÖZÖTT LEVŐ KAPCSOLATRÓL.*

Újabb időben nagyobb mértékben nyilvánul ama törekvés, melynek czélja, hogy a különböző természeti erők, vagyis, helyesebben kifejezve, a természet különböző hatói között bensőbb összefüggést mutasson ki. Régebb időkben a különféle hatókat, melyek közül különösen a fény, a meleg, a mágnesség és az elektromosság emelkedik ki, egyenként, s mindegyiket magában vették figyelembe. A hatónak működés-módját megfigyelték s ezt aztán alkalmas, amaz idők felfogásának épen megfelelő feltevések alapján megmagyarázni iparkodtak, a nélkül, hogy egyúttal a többi hatókkal törődtek volna. Később azonban mindinkább kiderült, hogy a különböző hatók viselkedésében olyféle megegyezések fordulnak elő, melyek nem tulajdoníthatók a véletlennek; hogy hatásaikban egymásra befolyást gyakorolnak, sőt hogy az egyik ható működése egy másik hatót idézhet elő. Ebből arra kellett következtetni, hogy a hatók nem függetlenek egymástól, hanem hogy valami úton-módon összefüggenek egymással s a kutató szellem elé önként az a feladat lépett, hogy kikutassa, miben rejlik ez a kapcsolat s mily módon vezethető vissza a legváltozatosabb jelenségek a lehető legegyszerűbb okokra.

Ezt a feladatot több pontjában sikerült már megoldani, s kivált napjainkban jelentős s következményekben gazdag haladás történt ez irányban, mely ugyan még nincsen teljesen befejezve s még nem egy felvilágosítást kíván, mielőtt befejezett tényül volna odaállítható. Az általános figyelmet mindamellett már most is nagyon megérdemli.

Hogy a különféle hatókat megmagyarázzák, melyek mindegyike különös hatásokban és jelenségekben nyilvánul, legelőször is a legközelebb fekvő eszköz-höz nyúltak, a mennyiben elképzeltek, hogy e hatók bizonyos sajátzerű any-

gok létezésén alapulnak. Így egy fényanyagot, egy hő-anyagot, két elektromos anyagot, vagy mint mondták volt, két elektromos fluidumot s hasonlóképen két mágneses fluidumot tételeztek fel s ezáltal iparkodtak mindegyik hatónak hatásmódját megmagyarázni; ez úton az egyes hatóktól előidézett természeti jelenségek magyarázatához jutottak, mely legalább az első követeléseket kielégítette.

Vegyük mindenekelőtt a fényt szemügyre. A fényt a megelőző időkben a világító testekből pl. a Napból minden irányban szétáramló anyagnak tartották; azt képelték, hogy ez az anyag parányi testecskékből áll, melyek a világító testtől minden irányban nagy erővel kiszóratván, egyenes vonalakban iramodnak tova. Azt képelték, hogy e testecskék a súlyos anyagok atómjainál összehasonlíthatatlanul kisebbek s hogy ennek következtében jelentékeny sűrűségű anyagokon is, mint pl. a vizen vagy az üvegen képesek átrepülni. Feltételezték, hogy e testecskék szemünkbe hatolván, azt az érzetet ébresztik bennünk, melyet »látás«-sal szoktunk megjelölni.

Evvél az eredetileg általánosan uralkodó nézettel szemben Huyghens, a zseniális hollandus, már a XVII. században egy másik elméletet állított fel. A hanggal hasonlította össze a fényt. A hangzó testeknél többnyire egyenes megfigyelés útján észrevehető, hogy gyors, rezgő mozgást végeznek; már most csak egy lépéssel kell tovább menni, hogy felvétessék, hogy e rezgések a környező levegővel közlődvén, benne összesűrűsödések és ritkulások alakjában minden irányban hullámzatosan szétterjednek s a hangzó test mozgását ily módon a fülünkbe szállítják. A világító test, úgy mond Huyghens, hasonlóan viselkedik. Ez is rezgő mozgásban van, de nem olyanformán, hogy egész tömege mozogná, hanem csak úgy, hogy egyes atómjai magukban rezegnek. Ezek a rezgések, melyeknek természetesen sokkal

* R. Clausius rektori beszéde a bonni egyetemen 1884. okt. 18-ikán.

kisebnek és gyorsabbnak kell lenniök az egész testek rezgéseinél, az ő felfogása szerint szintén a testeket környező valamilyen közeggel közlőnek és benne hullámalakban szétáradnak. Ilyen közegnek azonban sem a levegőt, sem pedig más gázt nem lehetett felvenni, mivel a gázok, melyek szintén súlyos atómokból vannak összetéve, sokkal durvább anyagszerkezetűek, sem hogy az ily parányi rezgéseket tovaszállíthatnák. Inkább egy más, sokkal finomabb anyagot kellett feltételezni, mely az egész világtért betölti és még a súlyos anyagokon is áthatol. Ez az anyag volt az, melynek *éter* nevet adtak.

Ez úton arra a különös eredményre jutottak, hogy az előbbi elmélettől feltételezett fényanyagot eltávolították ugyan, de helyette ismét egy másik anyagot hoztak be, mely a fényrezgések tovaszállítására volt szükséges. Ebből a szempontból tehát az új elmélet nem volt egyszerűbbnek mondható a régiénél. Jó oldala azonban abban nyilvánult, hogy az egyes jelenségeket egyszerűbben tudta megmagyarázni.

Ebből az elméletből a fénytannak több alaptörvényét vezette le már Huyghens is; a többi között a fényvisszaverődést és a fénytörést és pedig oly biztonsággal és könnyedséggel, mely semmi kívánni valót nem hagyott fen. Még a kettős törésnek sokkal bonyolultabb jelenségére vonatkozólag is megadta azt a szerkesztést, melyet a két törött fény-sugár útjának meghatározására még mai nap is szoktak használni. A fényhajlás egész tárgyalása is egy tőle felállított és neve alatt ismeretes elven alapul.

Ezek után, tekintettel az exakt tudományok haladásában különben is tapasztalható szabályszerűségekre, hol a már egyszer elért eredmény ritkán marad hosszabb ideig felhasználatlanul, azt várhatnók, hogy az új elmélet a régít csakhamar kiszorítja s egymagában vergődik uralomra. Ámde a régi elmélet Newton-ban, éppen abban az időben élt kiváló fizikus- és csillagászban nagyon is ügyes védőjére akadt. Ő optikai

tanulmányait megkezdvén, a régi elméletet fogadta el, s most már az angolokat jellemző szívóssággal ragaszkodott hozzá. Tény ugyan, hogy néhány, tőle magától felfedezett jelenség magyarázásában jóval nagyobb nehézséget gördített útjába, mint a mekkorára az új elméletben akadt volna; de ezeket a nehézségeket alkalmasan megválasztott mellékes feltevésekkel oly ügyesen tudta elhárítani, hogy magyarázatait az ő nagy nevével különben is megvesztegetett fizikusok majdnem általánosan elfogadták.

Így a Huyghens-től felállított szép elmélet, ha nem is merült feledékenységbe, mégis csak a második sorba szorítottatik, s a két elmélet, a *kisugárzási (emissio)* és a *hullámzási (undulatio)* elmélet ilyen módon több mint egy évszázadon keresztül állott fenn egymás mellett. Még a mult század vége felé s a mostaninak elején is elsőrendű fizikusok, csillagászok és matematikusok, mint Biot, Herschel és Laplace az emisszióelmélet mellett kardoskodtak.

Csak ebben a században, és pedig nagyon fontos és sokféle új jelenségek felfedezése útján, melyek megmagyarázása mindkét elméletet döntő próbára tette, sikerült a hullámzási elméletnek felsőbbtségét oly kétségbevonhatatlan módon megmutatni, hogy az emisszióelmélet teljesen kiszorítottatik s a fényanyag többé szóba sem jött.

A *hőre* vonatkozó nézetet azonban, mely azt sajátyszerű anyagnak tekintette, ez időben még alig bolygatták. Csak elvétve hangzott fel e nézet ellen egyegy kétely, mely azonban igen kevés figyelemben részesült.

S valóban, a hőnél olyan körülmény forog fen, melyet a fénynél nem lehet kimutatni, s mely igen alkalmas arra, hogy a hő anyagiségének nézetét támogassa. A meleget kétféle alakban ismerjük: mint sugárzó meleget s mint a testek saját melegét, s e kettő között határozott összefüggés van. Midőn a hősugarak valamely testre esnek s ez elnyeli őket, akkor a sugárzó meleg, mint ilyen

eltűnt, de viszont a test felmelegedett, tehát saját melege növekedett s megfordítva, ha meleg test meleget kisugároz, sugárzó meleg fejlődik, de ezzel kapcsolatban a test saját melege fogy, a mennyiben kisugárzás következtében lehül. Ez egészen megfelel egy olyan anyag viselkedésének, mely ugyan átmehet egyik alakjából egy másféle alakba, de mennyisége se nem növekedhetik, se nem fogyhat, a mennyiben ugyanannyinak kell az egyik alakból elfogynia, a mennyi a másikból létrejön.

Igaz ugyan, hogy más természetű folyamatoknál, nevezetesen a meleg okozta halmazállapot-változásoknál tapasztalták, hogy meleg eltűnik, s rejtőzése helyét nem tudják kifürkészni; vagy pedig ellenkezőleg, meleg fejlődik anélkül, hogy a forrását látnák. Pl. midőn a jég olvad, vagy pedig a víz elpárolog, meleg tűnik el; s megfordítva, a víz megfagyása, vagy pedig a vízgőz lecsapódása közben meleg jelenik meg. De ezekben az esetekben különös feltevésekhez folyamodtak, s azt mondták, hogy a meleg, mely bizonyos halmazállapotbeli változások alkalmával eltűnik, nem semmisül meg, hanem csak másféle alakot ölt, melyben nem bírjuk egyenesen megfigyelni s melyet épen ez okból »lappangó«, »rejtett« melegnek neveztek. Úgy képzelték a dolgot, mintha a meleg az illető testtel chemiailag egyesült volna, s ezáltal megakadályoztatnék, hogy úgy hasson, mint szabad állapotban. Ha tehát a jég bizonyos melegmennyiséggel chemiailag egyesül, akkor víz keletkezik belőle, s ha a víz még több meleganyaggal vegyül, gőz fog belőle képződni. Midőn pedig az ilyen vegyület más körülmények között ismét felbomlik, akkor a test előbbi állapotába jut vissza s a meleg újra felszabadul. Eszerint chemiai elméletet állítottak fel, melyben a meleggel úgy bántak, mint más elemi anyaggal s ebből kifolyólag a chemia régiebb tankönyvei a különféle anyagok chemiai rokonságát (affinitását) a meleghez épen úgy adják elő, mint rokonságukat az oxigén-

hez, hogy bármely más hasonló anyaghoz. Evvel a nézettel olyannyira megbarátkoztunk, hogy az egész fizikai és chemiai gondolkozás vele teljesen egybeforr.

S jóllehet fenmaradtak egyes tények, különösen a sűrűlódás útján fejlesztett meleg, melyek ez elméletbe nem igen akartak beleilleszkedni, s melyeket aztán csak erőltetett mellékes feltevésekkel tudtak megfejteni: az egyszer meggyökerezett elmélethez e század harminczas, sőt negyvenes éveiben csaknem általánosan ragaszkodtak. Ámde ez időtájt még nevezetesebb tények járultak az előbbiekhöz.

A hő-elektromosságon alapuló s az addig ismerteknél összehasonlíthatatlanul finomabb thermométer feltalálása után a sugárzó meleget behatóbban kezdték tanulmányozni, mint a mennyire ez azelőtt lehetséges volt. A fény és a sugárzó meleg között már régente bizonyos hasonlatosság volt ismertes; nevezetesen az, hogy visszaverődésnél s a törésnél ugyanazon törvényeknek hódolnak. Most, s különösen Melloni vizsgálódásaiból, ki tevékenységét egész életén keresztül e tárgynak szentelvé, új, még feltűnőbb analógiák derültek napfényre. Míg a fénynél a minőségre vonatkozó különbségek fordulnak elő, melyeket mint különféle színeket jelölünk meg, midőn piros, zöld, kék fényről beszélünk, addig a meleget azelőtt csakis mennyiségére nézve különböztették meg, a több meleget tartalmazó testeket magasabb hőmérsékletűeknek nevezvén s a meleg sugaraknak kisebb vagy nagyobb intenzitást tulajdonítván. Már most bebizonyult, hogy a melegben minőségbeli különbségek (t. i. különböző színek) is vannak, melyek viselkedésükben épen úgy elűtnek egymástól, mint a fénynek a színei s ekképen megkülönböztethetők s hatásaikban egyenként figyelemmel kísérhetők. Más fizikusok, különösen Knoblauch, később azt is megmutatták, hogy a sugárzó meleg a kettőtörés és a polarizáció bonyolultabb jelenségeiben is egészen a fényhez hasonló magaviseletet

áru el. Ilyen körülmények között többé nem lehetett azon kételkedni, hogy a sugárzó meleg a fényvel teljesen megegyezik, s minthogy a fényt illetőleg már megérlelődött volt a meggyőződés, hogy hullámokban szétterülő rezgésekből áll, lehetetlenné vált a sugárzó meleget a meleg testekből kilövelt anyagnak tekinteni, hanem hasonnemű rezgésekből kellett magyarázni.

Mikor a sugárzó meleget illetőleg erre az eredményre jutottak volt, a testeknek *saját melegét* se lehetett többé anyagnak tekinteni, mely sugárzó meleggé alakulhat át, vagy keletkezhetik belőle, hanem szükségképen arra kellett következtetni, hogy ez is valamilyen, a test belsejében végbemenő mozgásból áll. A fizikusoknak ebből kínálkozó feladat, mely abban állott, hogy a testek melegokozta változásait a testek részecskéinek mozgásaival megmagyarázzák, a *mechanikai hőelmélet* keletkezésére adott alkalmat. S mondhatjuk, a feladatot csakugyan sikerült annyira megoldani, hogy ma már alig van fizikus, ki a régi nézethez ragaszkodva, a meleget anyagnak tartaná.

Evvel az utolsó akadály is elhárítatott, mely a fény és a hő egységes mivolta elismerésének útjában állott, s az eredmény, melyhez véleg eljutottak, a következőkben foglalható össze :

A fényt egyáltalában nem kell külön hatónak tekinteni ; tökéletesen megegyezik az a sugárzó meleggél, melynek csak különös megjelenése módját képezi. A testeknek rezgő atómjaitól előidézett, hullámalakban tovaterjedő rezgések, melyek a sugárzó meleget alkotják, más hatásaik mellett szemünkre is hatnak, a mennyiben a rezgések egy részének az a képességök van, hogy a szemben azt az érzetet ébresztik, melyen a látás alapul. Ebben a specziális, miránk nézve kiválóan fontos hatásában, valamint egyes chemiai hatásaiban külön tekintve, a sugárzó meleget a fénynek nevével látjuk el.

Így hát az előbb különmeműeknek

tekintett két ható közül, a fény és a hő közül egyetlen maradt meg : a hő.

Most a másik két hatóra fordítjuk figyelmünket. t. i. a *mágnességre* és az *elektromosságra*.

Különös, hogy a legrégebb időben a két hatót egységesnek tartották, de oly alakban, hogy e nézetet a tudomány haladásával nem lehetett fentartani.

A mágnességről régente ugyanis csak annyit tudtak, hogy bizonyos érczek, melyeket Magnesia termőhelyéről *mágnések*-nek neveztek volt, a vasat vonzzák ; az elektromosságról pedig annyit, hogy a megdörzsölt borostyánkő könnyű testeket magához húz. A mágnés erejéről a görög bölcselek sokféleképen beszéltek s felőle a legkülönfélébb spekulatív elmékedésekbe bocsátkoztak ; a borostyánkő sajátságáról azonban mindössze csak annyit mondtak, hogy a mágnességnek bizonyos neme.

S ez így maradt az egész ó- és középkoron keresztül, egészen az újabb időkig, 1600-ig. Ebben az évben az angol Gilbert, Erzsébet királynő orvosa, egy iratot tett közzé a mágnésről s ebben a megdörzsölt borostyánkő vonzó erejét is fölemlíti, melyet különben az agáton is megfigyeltek s azt bizonyították be róla, hogy dörzsöléssel más különféle testekben is előidézhető. Ezt az erőt közelebből vévén szemügyre, arra az eredményre jutott, hogy nem kell a mágnésével megegyezőnek tekinteni, hanem külön hatónak kell tulajdoítani, melynek nevéül a borostyánkő görög nevéből származtatott *elektromosság* szót hozta javaslatba.

Így ama két jelenségből a tudomány két ága hajtott ki. Ezek párhuzamosan, egymás mellett fejlődtek ; eleintén lassan, később mindinkább rohamosan. Amde ahhoz a gondolathoz, hogy habár a két ható között, a régente feltételezett egységesség nincs is meg, bizonyos összefüggésnek mégis csak kell közöttük lenni, melynek felderítésére törekedni kell, mindvégig ragaszkodtak.

Addig, a míg csakis az elektromozó

gépekkel fejlesztett statikai elektromosságot ismerték, minden keresgélés hiábavaló volt. Ámde Galvani és Volta fényes felfedezései a mult század vége felé, melyekből a galvanizmus vette eredetét, a jelenségek új csoportját tárták fel; ezentúl már nemcsak a statikai elektromosság különféle állapotaival s rohamosan végbemenő változásaival kellett foglalkozni, hanem állandó elektromos áramokat és ezek hatásait is megfigyelés alá lehetett vonni. Mindamellet a figyelmet hosszú időre a Volta-féle oszlop elméletének megállapítása s az elektromos áram okozta vezetes chemiai hatások kötötték le, mely utóbbiak a chemiai és az elektromos erők között gyanított kapcsolata vonatkozólag sokfelé ágazó vitatkozásra adtak alkalmat. Új megfigyelés a mágnességre vonatkozólag csak 1820-ban történt: Oersted észrevette, hogy az elektromos áram a mágnesűt kitéríti, s az áram arányától függő bizonyos állásba hozni törekedik. Ez volt az első, tényen alapulós valóban biztos pont, melyből a mágnesség és az elektromosság között levő összefüggésnek megkeresésére kiindulni lehetett. Ámde nem a *nyugvásban levő* elektromosság volt az, mely itt kérdésbe jött.

A kérdés ez új oldalát Ampère, mind felfogásának zsenialitásával, mind következtetéseinek szigorúságával és biztonságával s nagy energiával ragadta meg. Azonnal így nyilatkozott: ha a mágnesek egymásra erőt gyakorolnak, s ezt már rég tudjuk; ha továbbá az áramok és a mágnesek között kölcsönös erők uralkodnak, a mint ezt most látjuk: úgy kétségtelennek kell elfogadnunk, hogy az *elektromos áramok is erőket gyakorolnak egymásra*. Leleményes módon elrendezett kísérletekkel csakhamar sikerült neki ezeket az erőket kimutatnia, s így az erők egy új nemét fedezte fel, mely a nyugvó elektromosságok erejétől teljesen elüt, amennyiben csakis mozgás útján keletkezik, s ez erőket épen ez okból, ellentétben az elektrosztatikai erőkkel, *elektrodinamikai* erőknek nevezik.

Már most ezekkel az elektromos áramok között fennálló erőkkel azokat az erőket hasonlította össze Ampère, a melyeknél mágnesek szerepelnek és pedig épen úgy azokat, melyeket a mágnesek egymásra gyakorolnak, mint azokat, melyek a mágnesek és az elektromos áramok között hatnak s egészen sajátos, nagyon fontos eredményre jutott. Ugyanis megmutatta, hogy egy *kis, önmagába zárt elektromos áram, azokat az erőket illetőleg, melyek közöttte és más áramok vagy pedig mágnesek között működnek, tökéletesen úgy viselkedik, mint egy kis mágnes*.

Másrészt ismeretes lévén, hogy a vas és az aczél összes mágnességi tulajdonságai megmagyarázhatók, ha minden vas-atómot külön kis mágnesnek tekintenek, csak az volt a feladat, hogy az egyes vas-atómok mágnessége megmagyaráztassék. Ezt pedig Ampère az ótételének megfelelőleg oly módon érthette el, hogy feltételezte, hogy *minden vas-atómban elektromos áram kering*. Ezeknek a kis köráramoknak természetesen bizonyos elektrodinamos erőket kell kifejteniök és elszenvedniök, s ezek az erők azok, melyeket a mágneses erők nevével jelöltek meg.

Ez a magyarázat, mely a fizika legnagyobb haladásai közé tartozik, az elektromosság és mágnesség között régóta keresett kapcsolatot megtalálta és pedig oly módon, hogy a két ható *egyre*, az elektromosságra vezetett vissza. A mágneserők e szerint az elektrodinamos erőknek csak egy különös esetét képezik s a mágnesség szó többé nem külön ható neveként szerepel, hanem csak elektrodinamos fogalom megjelölésére szolgál.

Ez az eredmény, kapcsolatban a fény esetében kiderített következtetéssel, az eredetileg felvett négy hatót: a fényt, a hőt, a mágnességet és az elektromosságot kettőre, t. i. a *hőre* és az *elektromosságra* szállítja le.

Már most csak arra a kérdésre kell megfelelni, hogy mi módon viselkedik egymással szemben ez a két ható; vajjon

függetlenek-e egymástól, vagy pedig közöttük is van bizonyos összefüggés?

Újabb fizikai iratokban, kiváltképen pedig a népszerűen írottakban, melyek merész állításokkal állanak elő ott, a hol szigorú bizonyítást kellene adniok, gyakran igen általános nyilatkozatokra akadunk a természeti erők egységes voltára vonatkozólag, melyek látszólag a most felvetett kérdéseinkre is megfelelnek.

Ugyanis régóta ismeretes, hogy elektromos áramokkal meleget és fényt és pedig igen magas hőmérsékletű meleget és igen ragyogó fényt lehet előidézni; hasonlóképen ismeretes, hogy meleg segítségével elektromos áramokat, ezek útján pedig mágnességet is lehet létesíteni. Hát ezeket a folyamatokat gyakran úgy fogják fel, mintha bennök az elektromosság hővé vagy fényvé alakulna át, a meleg pedig elektromossággá és mágnességgé. Tovább azután így okoskodva: »a hatóknak, melyek egymással átalakíthatók, szükségképen lényegökre nézve is meg kell egyezniök«, abban a következtetésben állapodnak meg, hogy mind a négy ható, t. i. a fény, a hő, a mágnesség és az elektromosság egy természetű s csak egy és ugyanazon hatónak különböző alakjai.

Ámde ez a következtetés el van hirtelenkedve, s az említett folyamatok téves felfogásán alapul. Eddig tényleg senki sem alakított át elektromosságot meleggé, vagy pedig meleget elektromossággá; az előbb említett folyamatoknál egészen másnemű átalakulások fordulnak fenn.

Az elektromos áram az elektromosságnak folytonos mozgásából áll, melyet bizonyos idegen erő megindít és fenntart. Ha már most az elektromos áram meleget fejleszt, ez oly módon történik, hogy az elektromosság mozgása azoknak a testeknek atómjaira is átmegy, melyeken az elektromosság épen áthalad s az így keletkező atómmozgás, mint tudjuk, meleg. Tehát nem az *elektromosság maga*, hanem annak *mozgása* alakult át me-

leggé. S épen úgy, midőn a meleg elektromos áramot ébreszt, elektromosság nem fejlesztetik, hanem a vezetőkben jelenlevő elektromosság mozgásba hozatik s így a melegmozgás az elektromosság mozgásává alakul át.

E folyamatokat tehát úgy jellemezhetjük, hogy bennök a mozgás egy neme egy másnemű mozgássá alakul át, t. i. az elektromosság mozgása melegmozgássá, vagy megfordítva.

A mozgás valamely alakjának a mozgásnak egy tárgyról a másikra való átvitele közben tapasztalható megváltozása olyan egyszerű s oly annyira könnyen érthető folyamat, hogy még a melegnek azt a mennyiségét is, melyet egy adott elektromos áram bizonyos körülmények között létrehoz, pontosan ki lehet számítani, a nélkül, hogy ennél az elektromosság tulajdonképeni lényegét egyáltalában tekintetbe kellene venni. De épen ez okból nem is szabad várni, hogy e folyamatokból az elektromosság lényegére nézve bárminemű következtetést vonni lehetne, s különösen az a következtetés, hogy az elektromosság és a meleg egytermészetűek, teljesen el van hibázva.

De másrészt az újabb időben egy igen meglepő tény derült ki, mely a hő és az elektromosság között más irányban enged összefüggést felismerni s mely alkalmas arra, hogy az elektromosság valódi lényébe engedjen bepillantani.

Mint már említők, az elektromosságnál kétféle erők fordulnak elő: az elektro-statikai erők, melyek egyszerre mindenkorra és a mozgástól függetlenül hatnak s az elektrodinamikai erők, melyek csak mozgásból keletkeznek. Önként felvetődött tehát a feladat, hogy e két erő nagyságára nézve egymással összehasonlíttassék. Ámde az összehasonlítás végrehajtása oly nagy kísérleti nehézségekkel járt, hogy csak jóval az elektrodinamos erők felfedezése után sikerült *Weber* és *Kohlrausch* mesteri vizsgálatainak legalább annyira véghezvinni, hogy az elektromos áramnak mint egésznek elektrodinamos ereje

a megfelelő elektrostatikai erőkkel biztos számbeli kapcsolatba hozattak.

Ha már most az áramra mint *egészre* kapott eredményeket az (áramot alkotó) egyes mozgó elektromos részecskékre alkalmazzák, némi bizonytalanság marad fen, mely azonban jelen kérdésünkre mellékes jelentőségű, a mennyiben itt nem az elektrodinamos erő átlagos nagyságáról s mozgássebességtől való függéséről van szó, hanem csakis bizonyos különbségekről, melyek a mozgásnak s az erőnek irányára vonatkoznak. Anélkül, hogy ennek a körülménynek behatóbb fejtegetésébe bocsátkoznék, csak arra akarok e helyütt szorítkozni, hogy az eredményt abban az alakban adom elő, melyben az én véleményem szerint legvalóbbszínű erőtvény alkalmazása mellett kiadódik.

Gondoljunk két egynemű elektromos részecskét, melyek egyenlő és változatlan sebességgel, egymással párhuzamos irányokban mozognak; e részecskék az elektrostatikai erő miatt egymást taszítják, elektrodinamikai hatás miatt pedig vonzzák. Az első a sebességtől független, az utóbbi pedig a sebesség növekedésével nagyobbodik; azt a kérdést vethetjük tehát fel, vajjon mekkorának kell lennie az elektromos részecskék sebességének, hogy a két erő egymással egyenlővé váljék s egymást megsemmisítse? E kérdésre Weber és Kohlrausch kísérletei azt felelik, *hogy az elektromos részecskék erre megkívántató sebességének akkorának kell lennie, mint annak a sebességnek, melylyel a sugárzó hő és a fény a világ térben szétterjednek.*

Evvél két mennyiség között, melyek közül az egyik csakis az elektromosság, a másik pedig csakis a fényjelenségek körébe esik, megegyezés van felderítve; ilyen megegyezés pedig lényeges ok nélkül nem állhat fen.

Ehhez még egy más, szintén újabb időben megállapított tény járul. Ismeretes, hogy a fény az átlátszó közegekben lassabban terjed, mint a szabad világ térben, mi a fénynek törését okozza,

midőn eme közegekbe belép. Másrészt meg azt figyelték meg, hogy ezekben a közegekben két elektromos részecskének kölcsönös hatása szintén kisebbedik, még pedig olyformán, hogy az a sebesség, melylyel a két elektromos részecskének mozognia kell, hogy elektrodinamos hatásuk az elektrostatikai erő hatását megsemmisíthesse, az illető közegben kisebb, mint a szabad világ térben, még pedig a mennyire az eddigi meglevő mérésekből látható, *ez utóbbi sebesség épen annyival kisebbedett, a mennyivel a fény terjedésének sebessége.*

E megegyezések eloszlhatnak minden kétséget az iránt, hogy a fény, vagy a mi egyre megy, a sugárzó hő terjedésénél *elektromos erőknék* kell működniök. Az elektromosság és a hő között tehát szoros kapcsolatnak kell fenállania, melynek teljes felderítésénél többé nem merő gyanításokon alapuló spekulációra, hanem megállapított tényekben gyökerező vizsgálatokra lehet támaszkodni.

A két hatónak ez alapon való egyesítése bizonyos fokig már sikerült. A fény tovaterjedésére vonatkozó számításokban az *élet*, melyen keresztül ez a terjedés végbemegy, mindeddig közönséges rugalmas erőkkel felruházott anyagnak tekintették s az illető egyenletek felállításánál ezeket a *rugalmas erőket* használták fel. Ámde az angol Maxwell, az újabb idők egyik legzseniálisabb fizikusa, ki eredményekben gazdag működése közben csak nem rég halt meg, megmutatta, hogy ugyanazokat az egyenleteket még *elektromos erők* segítségével is le lehet vezetni, s ezen az úton az *elektrodinamos*, vagy mint ő nevezte, az *elektromágneses fényelmélet* alapját vetette meg.

Igaz ugyan, hogy egyéb fejtegetéseiben is előforduló bizonyos feltevésekhez volt kénytelen folyamodni, melyeknek igaz volta nem látható be közvetlenül, s a melyekről maga is bevallja*, hogy

* L. Treatise on Electricity and Magnetisme I. 132.

nem sikerült azokat mechanikai alapon indokolni. Az a feladat tehát, melynek célja, hogy az elektromosság mibenlétéről határozott fogalmat alkosson, mely egyúttal alkalmas volna arra, hogy a számításokban felvett ama feltevéseket igazaknak és szükségeseknek tüntesse fel, s mely valószínűleg nemsokára megoldást talál, a további fizikai kutatásoknak van fentartva.

Annyit azonban már most is mondhatunk, hogy ha a fényt és a sugárzó hőt elektromos erőkből kell magyarázni, akkor a világtér elektromossággal megtöltötnök kell tekinteni s így azt kell felvenni, hogy az az anyag, melyről eddig feltételeztük, hogy az egész világtér, sőt még a testek belsejét is kitölti s melyet eddig *éter*-nek neveztünk, nem más, mint az *elektromosság*. De hogy miképen kell ennek az anyagnak viselkedését elképzelnünk, s hogy mi módon kelljen a tőle és reája gyakorolt erőket magyaráznunk, arra csak tovább folytatott kutatások után fogunk tudni megfelelni.

Ha már most a természet hatóinak régibb felfogásmódját összehasonlítjuk avval, mely a jelzett módon újabb időben képződött, s mely a biztosan haladó fejlődés útján van, igen jó, szemlélhető képet kapunk arról, hogy a természet-tudományok nemcsak külsőleg növekedtek, nemcsak terjedelemben és gyakorlati fontosságban öregbednek, hanem hogy az elméleti felfogás és a szigorúan tudományos művelésmód tökéle-

tesbülése következtében belsőleg is izmosodtak.

Alig e század elején a négy nagy természeti ható minden összefüggés nélkül állott egymás mellett, s tárgyalásuk ugyanannyi anyagnak, sőt épen anyag-pároknak felvételét tette szükségessé; s míg továbbá akkor, midőn a hatók különböző hatásait magyarázni kellett, ez anyagokat új meg új tulajdonságokkal ruházták fel s ez úton tulajdonképeni magyarázat helyett csak más színben tüntették fel a dolgot: jelenleg ama hatókat egységes rendszeren belül tárgyalják, melyben a súlyos anyag mellett csak egyetlen egy külön anyag, t. i. az elektromosság tételeztetik fel, s minden más különféle mozgásokban leli magyarázatát. Az egész szilárd alapra fektetett épülethez hasonlít, mely számos kéz munkájától, de egységesen megállapított terv szerint emelkedik, úgy hogy minden új kő saját helyére talál s mely épület, habár még befejezetlen, szerkezetének arányait máris világosan felismerni engedi, úgy hogy könnyen és biztosan lehet benne eligazodni.

Innét van, hogy a fizika tanulása daczára annak, hogy anyaga az új felfedezések és találmányok következtében folytonosan halmozódik, még sem válik nehezebbé, sőt inkább könnyebbé, mint az előtt volt; következtetéseinek biztosságával és ismereteinek világosságával pedig oly megnyugvást nyújt, melyet régebben nem lehetett benne megtalálni.

B. G.

XXII. AZ AGÁVE VIRAGZÁSA.

Országos kiállításunkon az iparsarnok előtti téren virágdíszében áll egy agáve. Nem érdektelen talán ez alkalom adtán egyetmást e növényről elmondani.

Az agávék — melyek az Amaryllis-félék családjába tartoznak, — tudvalevőleg életük folyama alatt csak

egyszer hoznak virágot, tehát egyszer gyümölcsözők (monocarp), de több évi. Ellenben a hozzájuk külsőben nagyon hasonlító, de tőlük könnyen megkülönböztethető áloék — melyek a liliom-félék családjába tartoznak, — életük folyama alatt többször gyümölcsöznek (polycarp) és többévi. Mind-



Creative Commons License Deed

Nevezd meg! - Így add tovább! 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

Ez a [Legal Code \(Jogi változat, vagyis a teljes licenc\)](#) szövegének közérthető nyelven megfogalmazott kivonata.

[Figyelmeztetés](#)



A következőket teheted a művel:

szabadon másolhatod, terjesztheted, bemutathatod és előadhatod a művet

származékos műveket (feldolgozásokat) hozhatsz létre

kereskedelmi célra is felhasználhatod a művet

Az alábbi feltételekkel:



Nevezd meg! — A szerző vagy a jogosult által meghatározott módon fel kell tüntetned a műhöz kapcsolódó információkat (pl. a szerző nevét vagy álnévét, a Mű címét).



Így add tovább! — Ha megváltoztatod, átalakítod, feldolgozod ezt a művet, az így létrejött alkotást csak a jelenlegivel megegyező licenc alatt terjesztheted.

Az alábbiak figyelembevételével:

Engedélyezés — A szerzői jogok tulajdonosának engedélyével bármelyik fenti feltételtől [eltérhatsz](#).

Közkinccs — Where the work or any of its elements is in the [public domain](#) under applicable law, that status is in no way affected by the license.

Más jogok — A következő jogokat a licenc semmiben nem befolyásolja:

- Your fair dealing or [fair use](#) rights, or other applicable copyright exceptions and limitations;
- A szerző [személyhez fűződő](#) jogai
- Más személyeknek a művet vagy a mű használatát érintő jogai, mint például a [személyiségi jogok](#) vagy az adatvédelmi jogok.

- **Jelzés** — Bármilyen felhasználás vagy terjesztés esetén egyértelműen jelezned kell mások felé ezen mű licencfeltételeit.