

ORVOS-TERMÉSZETTUDOMÁNYI ÉRTESÍTŐ

AZ ERDÉLYI MUZEUM-EGYLET ORVOS-TERMÉSZETTUDOMÁNYI SZAK-
OSZTÁLYÁNAK SZAKÜLÉSEIRŐL ÉS NÉPSZERŰ ELŐADÁSAIRÓL.

III. NÉPSZERŰ SZAK.

X. kötet.

1888.

II. füzet.

A TERMÉSZET FELFOGÁSÁNAK ÚJABB MÓDJAIRÓL *)

Dr. Farkas Gyula tanártól.

Tisztelt hallgatóság, — minden ismeretrendszernek meg van a maga nyelve. Ezek a nyelvek a köznyelvből fejlődtek, abból a nyelvből, mely a társas életnek is közege, de a magasb tudás szolgálatában a törzsnyelv közösségéből kiváltak. Nemcsak annak, a ki tudós-képpen meg akar telepedni valamely ismeretországban, de annak is, a ki csak időnkint akar megfordulni abban, meg kell tanulnia annak a nyelvét. E nyelv tudása nélkül intézett kirándulási kísérletek szélsőves, sokszor veszélyes félreértések fonákságával végződnek. Másrészt meg, ha már egy köznyelven írt műremeknek egy másik nemzet köznyelvébe való áttöltötetése ferdén szokott kiütni, a felsőbb ismereteknek a maguk nyelvéből a köznyelv pongyolájába való átburkolása mindig ferdén üt ki. Kivált kényesek a mathesisi ösmerek, lévén a mathesis maga nem más, mint egy gazdag, hatalmas, sajátos nyelv. Bertrand, a francia tud. akadémia egyik hírneves állandó titkára, az ő nagy mathesisi munkáját ⁽¹⁾ a második kötet benyitójában a magas mathesis nyelvtanának és nyelvének nevezi. És ezen a nyelven szól hozzánk a természet, ezen a nyelven avat felséges titkaiba.

Szakember sokat ért már belőle, de mentől többet és többet, annál több és több hátralevőnek tudatára ébred. Jamin, híres francia physikus 1870-ben egy kisebb könyvének ⁽²⁾ előszavaiban azt

*) Előadatott a f. évi február 17-én tartott természettudományi estélyen.

írja a physikáról, hogy philosophiai összesége ez egy már igen előre haladott tudománynak, mely befejezéséhez látszik közeledni. De azóta is annyi fontos tan találatot helytelennek vagy fogyatékosnak, hogy csak ezeknek a pótlása, illetőleg kiegészítése is messze tarthatja tőlünk tudásunk határait. Így, hogy csak egyet említek, W. Weber, kitűnő német physikus felállított 1846-ban egy tételt, melynek az volt kötelessége, hogy az elektromosság minden tulajdonságát magába foglalja, hogy ebből az egyetlen tételből az elektromosság minden tünete kiokoskodható legyen. Nagy tetszésre talált, és az elektromosság alaptörvénye tisztes czímén szinte általános elfogadásban részesült. De W. Thomson, nagy angol physikus 1867-ben egy sarkalatos természeti igazsággal, az erő megmaradás elvével ellentétnek nyilvánította és H. Helmholtz nagy német természetbúvár 1870-ben megmutatta ⁽³⁾, hogy az elektromos tüneteknek csak egy részére terjeszthető ki. C. Neumann, a lipcei egyetem tanára pedig egy 1873-ban megjelent munkájában ⁽⁴⁾ azon meggyőződésre fakad, hogy az elektromos tünetek számára kielégítő elméletet alkotni talán évszázadok feladata. — Hogy még egyet említek, a fényt a jelen század eleje óta általánosan úgy fogták fel, mint egy igen finom, mindenütt jelenlevő anyagnak, az u. n. éternek hullámozó mozgását. Felfogás, melyet Fresnel elmés francia physikus fejtegetései tettek lehetővé, és részint az ő, részint közvetetlen követőinek munkásságával igen behatóan kidolgozott elmélet alapjává lőn. Ez az elmélet már-már közeljárni látszott a betetőzéshez, midőn 1878. óta Fröhlich I. a budapesti egyetem tanára jeles értekezésekben megmutatta ⁽⁵⁾, hogy az erő megmaradás elve ennek az elméletnek a revisióját is szükségessé teszi. Miután 1878-ban Voigt német physikus is kifogásokat emelt a theoria ellen ⁽⁶⁾, 1882-ben Kirchhoff, a berlini egyetem nagyhírű tanára közölte egyetemi előadásainak rövid foglalátját, melyek ugyancsak az elmélet tökélyesítését célozzák ⁽⁷⁾. Értekezésének bekezdésében úgy nyilatkozik, hogy teljesen kielégítő elméletet fejleszteni ki a hullámozási hyppotesisből még ma sem lehetséges. — Hogy még egyet említek, van egy híres gázelmélet, mely a gázoknak olyképen való felfogásán alapszik, hogy abból a gázoknak összes tulajdonságai, viselkedései kimagyarázhatók lehessenek. Alig hogy mintegy 30 évvel ezelőtt fő-fő mesterének, Clausius nagyérdemű német physikusnak kezeiből kikerült, akad-

tak támadói. De a támadók minden ellenvetésre készen találták a védők válaszát, és azóta az elmélet szinte kedvenczévé vált a physikusok és chemikusoknak. Azonban 1884-ben W. Thomson súlyos kifogásokat tett a theoria ellen és azt alaposan megingatta ⁽⁸⁾. Egerszersmind azt a javaslatot is tette, hogy bizonyos Helmholtztól származó hydrodynamikai örvényelmélet alapján kell egy gázelméletet kidolgozni. 1885-ben sikerrel hozzá is fogott ehhez a munkához J. J. Thomson ⁽⁹⁾ és az előbbi kedvencz theoria napjai meg vannak számlálva.

Ez a néhány példa is, egyik az elektromosság, egyik a fénytan, egyik a hőtan köréből választva eléggé mutatja, hogy mennyi tenni való lehet még hátra oly irányokban, a melyekben már úgyszólván végleges megállapodás ígérkezett és érthetővé teszi azt a nagy avatosságot, mely a természet tüneményeinek értelmezésében uralkodóvá lett. Jamin 1870-ben többet vélt tudni, mint a mennyit valóban tudnia lehetett. A félig-meddig avatottak meg éppen minden időben többet vélnek tudni, mint az akkortáji tudás tetőpontján lévő kortársaik, és féktelen tanaikkal az avatatlanok józan gondolkodását megvesztegetik.

Tisztelt hallgatóimat ide-útjokban az a nemes vágy vezette, gyönyörölni abban az ismeret-országban, melyben a természet igazságai pompáznak. De tolmácsukúl szegődni nem merhetek, s bátorságom csak addig ér, hogy a természetiek ismeret-országának rengeteg bástyáján itt-ott kis rést üssek, és ezeken át, a messze távol szürkületéből mutassak a tudás felséges fáin egy-két kelő rügyet, egy-két fesledező himbót.

Méglehetősen el van terjedve az a hiedelem, hogy a világegyetemnek ez a mostani nagyszerű változatossága, előbb-utóbb silány egyformasággá fog ellaposodni, hogy a létnek manapi csodaszép képéből alakzatainak sokfélesége végleg ki fog törlődni s a végetlen tért minden ízében egynemű és egyképpen hideg anyagtenger fogja a mult idők rideg sírjaként betölteni. Hiedelem, mely azon az egészen egyenlő jogú közczímen, hogy minden létre enyészet leskelődik, szinte általános elterjedésben kéjeleg a pusztítás fölött, melyet erkölcsön, emberen elkövet.

Hozzávetőleges öreg körvonalakkal leírom, hogy miként juthatni

erre a sötét világnézetre, és aztán megmutatom, hogy miként tisztíthat meg attól szorgosabb körültekintés, mélyebb bepillantás. Ez lesz az a külső alak, melynek keretébe helylyel-közzel beillesztem majd a természet felfogásának némely újabb módjairól nyújtandó ismertetésemet.

Szíves Hallgatóság! A negyvenes években, egymástól függetlenül, négy buvára a természetnek találta meg azt a sarkalatos természeti igazságot, melyet nevén már két ízben említettem: J. R. Mayer, Colding, Jaule, Helmholtz, az erő megmaradás elvét, hogy a természetben végbemenő változások nem egyebek, mint a természeti erőknek egymásba való átalakulásaik. Mozgás, melegség, fény, elektromosság, magnesség, vegyi erő, nehézségi erő és a többi is mind valamennyi soha sem vész el, de igenis mindannyi akármelyik másikba átváltoztatható. Ennek a megismerése az összes természeti tudományok átvizsgálását vonta maga után, és azok fejlődésének addig nem sejtett lendületet adott.

Alig hogy ez a nagy természeti igazság ismeretes lett, 1850-ben Clausius egy másik, szintén igen fontos tannal lépett elő. Majd ha tantételét kimondom, egészen igénytelennek és jelentőség nélkülinek, vagy legalább is önmagától értetődőnek fog az látszani. A tantétel így szól: hidegebb testről melegebbre melegség magától nem mehet. Eleinte valóban sokan igen természetesnek és szót sem érdemlőnek tekintették ezt a tételt, mint pl. Zeuner. Nemde különösnek is tetszik jelentőséget tulajdonítani annak a tételnek, mely majdnem így hangzik: hogy hideg testet nem melegíthet meg egy még hidegebb, vagy: hogy hideg helyen egy még hidegebb testtel fűteni nem lehet. Azonban találkoztak, a kik ezt a tételt elméletileg bizonyítandónak találták, mint Rankine, sőt találkoztak, a kik helytelenségét iparkodtak kimutatni, mint a francia Hirn, a német Wand, az angol Tait, a kik olyan körülményeket törekedtek kieszelni, a melyek közt igenis meheszen egy hidegebb testről egy melegebb testre magától a melegség. Ugyanis alkalmas módokon lehet kényszeríteni a hidegebb testet arra, hogy melegséget adjon a melegebbnek, de az a kérdés, olyan mellékes-e ez a kényszerítés, hogy mégis azt lehessen mondani, miként magától ment a melegebb testre a hidegebből a melegség, és az a kényszer csak mintegy rá-

ijesztett, hogy menjen. Clausius minden esetben kimutatta, hogy azok a körülmények, melyek közt meg hidegebből melegebbre hő, mindig olyan kényszert tartalmaznak, hogy már akkor ezt a szót használni, hogy magától, nem lehet.

Hogy ennek a Clausius-féle tételnek milyen nagy a jelentősége, eléggé kitűnik, ha kijelentem, hogy ez és az erőmegmaradás tétele, együttesen vezethetnek arra a komor világnézetre, a melyhez egyelőre én is el akarom vezetni tisztelt hallgatóimat. Hanem nem hagyhatom említés nélkül, hogy Helmholtz 1884-ben egy értekezésében ⁽¹⁰⁾ olyan megjegyzést tett, a mely valóban magától értődővé teheti a Clausius-féle alaptörvényt, és a mi úgy formulázható, hogy két test közül épen azt kell neveznünk melegebbnek, a melyikről a másikra melegség mehet (magától).

Ebből az igazságból, akár fogjuk fel azt úgy, mint tapasztalati igazságot, akár fogjuk fel úgy, mint a meleg és hidegnek Helmholtz-féle szabatos felfogásából eredő szükségképűséget, mondom, ebből az igazságból, meg az erőmegmaradás elvéből mindenekelőtt az következik, hogy habár a melegség is minden másféle erővé átváltoztatható, úgy, mint akármi más erő, de a melegség egyetlen más erővé sem változtatható át egészen. Egy része mindig megmarad melegségnek. Ugyanis, ha melegséget másféle erővé át akarunk változtatni, akkor azt egy testtől el kell vennünk. De hogy elvehessük ettől a testtől, mindig gondoskodnunk kell egy hidegebb testről, a melyre amarról melegség mehessen. Ilyenkor aztán annak a melegségnek, a mely a melegebb testet elhagyja egy része, de csak egy része, átváltoztatható másféle erővé, azonban a másik része nem, az átmegy a hidegebb testre, abból hidegebb melegség válik, de csak megmarad annak, a mi volt, melegségnek.

Pl. a vasúti gőzgépben a melegség mozgássá változik. Nevezetesen a szén égéséből származó melegség vizet felforrat, abból gőzöket fejleszt, ezek feszítő erejükkel félre tolnak egy dugattyút, a mely tehát már maga is mozgást végez, de egyszersmind a kerekeket is forgásnak és így az egész kocsitestet mozgásnak indítja, úgy, hogy a tüzelésből keletkező melegség a dugattyú, kerekek, kocsitest mozgásává változik. Hogy ez lehetséges legyen, gondoskodva van arról, hogy melegség melegebb testről hidegebbre mehessen át, és annak a melegségnek, a mely a melegebb testet elhagyja, csak egy része válik mozgássá.

Itt melegség mozgási erővé válik, azzá az erővé, a mi magában a mozgásban áll. De akármi más erővé akarjuk átalakítani, pl. elektromossággá, vegyi erővé, fénynyé, mindig gondoskodnunk kell egy hidegebb testről, a melyre egy része a melegségnek átmehessen, tehát egy része a használatba vett, vagyis egy testtől elvont melegségnek mindig meleg marad, még pedig hidegebb meleggé válik, és csak egy része változik át másféle erővé.

Hogy ennek így kell lenni, nemcsak a tapasztalás bizonyítja; a melegségnek abból a természetéből, hogy magától csak melegebb testről mehet hidegebbre, matematikailag következik. A mathesis még azt is megállapítja, hogy a lehető legjobb esetben hányadrésze a melegségnek válhatik másféle erővé. Azonban ez a lehető legjobb eset csak egy ideális eset, a mely meg nem valósítható, és a valóságban mindig jóval kisebb része a melegségnek válik másféle erővé, mint az ebben az ideális esetben történnék.

Csak egy feltétel alatt válhatnék az a meleg, a melyet egy testtől elvonunk, egészen másféle erővé, akkor, ha ennek a testnek végtelen nagy hőfoka volna. Azonban a végtelen nagy hőfokú melegség már nem is melegség, a végtelen magas hőfokú melegség már nem más, mint közönséges mozgás, mint Boltzman megjegyezte ⁽¹¹⁾ s mint majd később meg fogjuk látni. Egy másik feltétel is képzelhető ugyan, a melynél az a melegség, melyet egy testtől elvonunk, egészen másféle erővé volna változtatható, nevezetesen az, ha egészen hideg test állana rendelkezésünkre, tehát olyan hideg test, a melyről már semmi másféle elképzelhető testre ne mehessen melegség. Akkor ugyanis ennek a segítségével ki lehetne vinni, hogy egy melegebb testnek minden melegsége másféle erővé váljék. De ilyen test nemcsak nem áll rendelkezésünkre, sőt nem is lehetséges. Legalább nem a mi csillagrendszerünkben, mert ha valamikor lett volna is ilyen, a többi melegebb testektől már rég kellett volna meleget kapnia.

Tehát a melegségnek mindig csak egy része, és még azt is hozzá tehetem, hogy mindig csak egy kis része válhatik a valóságban másféle erővé, akármi néven nevezendő erő legyen az, és egy másik része mindig hidegebb melegséggé változik. Példát még csak egyet említettem. Kívánok még egy példát említeni. A testek különfélesége is erőt képvisel, és azért ezen különféleségnek egyformaság-

ból való létrehozása sem más, mint az alkalmazott erőnek ezen másféle erővé való átalakítása. Így a víz egy egyforma test. Lehet belőle kétféle testet nyerni, de mivel ez a kétféleség már maga erőt képvisel, erőt kell arra fordítani. Még pedig ez a kétféleség, a mi a vízből kihozható, igen nagy erőt képvisel és azért csak igen nagy erő árán lehet megszerezni. Egy ilyen erő gyanánt kényelmesen használható az elektromosság. De használható a melegség is. Ha vizet igen élénken izzó testre locsolunk, akkor kétfélévé válik, két gőzzé, u. n. oxygenné és hydrogenné. Ilyenkor is meleget vezetünk egy melegebb testről egy hidegebbre, mert nemcsak kétfelé válik a víz, hanem az a két rész, a melyre szétbomlik, hidegebb állapotból melegebb állapotba is megy át. Tehát ilyenkor is, a szétválasztásra, azaz egyformaságnak többféleséggé való átváltoztatására a melegnek csak egy része tesz szolgálatot, és a másik rész megmarad melegnek.

E mellett még jegyezzük meg azt is, hogy a melegebb test, a melytől meleget veszünk el, ez által maga hidegebbé válik, úgy, hogy összes meglevő melegsége hidegebb melegséggé lesz, míg másrészt a hidegebb test melegsége gyarapodván, ez maga melegebb melegséggé lesz, úgy, hogy a két test hőfoka egymáshoz közeledik.

Hogy összefoglaljam, melegséget lehet akármilyen más erővé átváltoztatni, még testek különféleségévé is, de mindig csak egy részét, egy más része mindig megmarad, még pedig mindig hidegebb meleggé lesz, és a mellett egy melegebb test mindig hidegebbé, egy hidegebb test mindig melegebbé válik, úgy, hogy hőfoki különbségük kisebbedik, hőfokaik közelednek egymáshoz.

Azonban nem illetéknéppen van a dolog fordítva. A többi erők valamennyien egészen átalakíthatók, és folyvást alakulnak is át melegséggé.

Hogy példáját is mondjam. A számítás azt mutatja, hogy ha egy jéghideg ólomgolyót neki lövünk egy kemény falnak mintegy 364 méternyi sebességgel, akkor feltéve, hogy a golyónak a mozgása egészen meleggé lesz, éppen annyi melegnek kell keletkezni, a mennyiben azon ólomgolyó megolvadhat. Már most lőjjünk is hát egy ólomgolyót igen kemény falnak, és valóban azt fogjuk tapasztalni, hogy azon ólomgolyó egészen megolvad. Következésképen csakugyan

az egész mozgása melegséggé változik, és itt nem fordul elő azon eset, hogy mozgásának egy része kénytelen legyen egy más test mozgásává lenni. De úgyszólván a mindennapi tapasztalás bizonyítja, hogy a testek mozgása folyvást változik át egészen melegséggé. Csak most itt e teremben mennyi csendes mozgás változik át folyvást melegséggé!

Annak a másik előbbeni példának a megfordítását is be kívánom mutatni, a mely a testek különféleségéről szól. Láttuk, hogy több meleget kell használatba vennünk a víz egyformaságának kétformasággá való választására, mint a mennyit ez megér, mert a használatba vett melegség egy része köteles meleg maradni. Nem így van fordítva. A kétféleség egészen melegséggé változhatik át, minden kétféleségi maradék nélkül. Ha ugyanis oxygen és hydrogen keverékét bármikép, szót sem érdemlő szikrával megnóggatjuk, azoknak a kétfélesége megszűnik, lesz belőle egyféle test, víz, de azon egész melegség visszakerül, a mi a kétféleség erejének megfelel. A kétféleség egészen melegséggé változik. És hány példáját szolgáltatja ennek is maga a mindennapi tapasztalás. Minden égésnél kétféleség, vagy többféleség változik át egészen melegséggé.

Ha már most megfontoljuk, hogy a melegség csak részben változhatik, és csak kis részben változik át nyomról-nyomra másféle erővé, esetleg testek többféleségévé, míg úgy az erők sokfélesége, mint a testek sokfélesége egészen átváltozhatik, és folyvást változik is át melegséggé és egyformasággá, mi mellett a testek hőfoka folyvást közeledik egymáshoz, be kell látnunk, hogy előbb-utóbb minden erőnek melegséggé, minden különféleségnek egyformasággá kell átalakulnia, szóval be kell következnie az ígértem enyészetnek.

Most majd meg fogom mutatni a kép másik oldalát.

Minthogy az erőmegmaradás elve szerint az erő minden alakjai átváltoztathatók egymásba, tehát lényegileg mindannyi ugyanaz, s ezt jelzi közös nevük erő, felmerül a kérdés, hogy vajjon nem lehetne-e valamennyit egyféleképen felfogni is? pl. mindannyit úgy mint melegséget, vagy mint elektromosságot, vagy mint mozgást s i. t.?

Boltzman egy 1884-ben megjelent értekezésében ⁽¹⁾ a testek mozgását úgy fogja fel, mint melegséget, tehát a mozgási erőt egy más alakban, melegség alakjában megjelenő erő gyanánt.

Még pedig úgy fogja fel a testek mozgását, mint végtelenül magas hőfokú melegséget. Ezt a felfogást azért engedi meg magának, mert végtelenül magas hőfokú melegség egészen átalakítható mozgássá, tehát mert az, a mi a melegséget a testek mozgásától lényegesen megkülönböztethetné, t. i., hogy a melegségnek csak egy része alakítható át emezzé, míg ez egészen átalakítható melegséggé, a végtelen magas hőfokú melegségre nézve nem áll, minélfogva ez teljesen osztja a testek mozgásának teljes átalakíthatóságát. Ekként még a csigának közmondásos lassú mászása, de még ennél lassabb mozgása is valamely testnek, mint igen, mint végtelenül magas fokú, tehát még az ismeretes legizzóbb hőnél is magasabb fokú hő volna felfogható. Erre azon ellenvető kérdés támadhat, hogy ha olyan rendkívül magas hőt képvisel a testek mozgása, mért nem éget hát az össze mindent, a mi útjába esik? De a válasz igen könnyű. Azért, mert ennek a hőnek a mennyisége rendkívül magas foka daczára is közönségesen igen csekély. Mindenki tapasztalhatta már, hogy ha még oly izzó szikra esett is kezére, de ha a szikra igen kicsi, következőleg a benne felhalmozódott melegség a magas hőfok daczára is igen kevés volt, még csak észrevehető perzselést sem okozott. Így van ez közönségesen a testek mozgásával is. Azt mondom, hogy közönségesen, mert ha a test mozgásának a sebessége igen nagy, meg a test tömege sem megvetendő, vagy ha az utóbbi igen nagy, akkor azon a tárgyon, a melylyel találkozik, már perzselést, sőt égetést is okozhat.

De a melegség igen kényelmetlen formája az erőnek arra, hogy minden más erőt is melegség képében legyen képes, legalább a mi gyenge emberi eszünk felfogni. Az erőnek az a megjelenési módja, a mely a mi eszünknek legalkalmasabb arra, hogy annak a módja szerint fogjuk fel a többi erőformákat, a mozgás.

Erre most meg rögtön felmerülhet azon ellenvetés, hogy ha a mozgás teljesen átalakítható melegséggé, míg a melegség nem alakítható át teljesen mozgássá, az erőnek melegségi formáját mily jögon foghassuk fel mozgásképen. Azonnal meg fogjuk látni, hogy mily jögon. Még előbb most más ellenvetésnek is meg fogom vetni az alapját.

Addig, míg melegséggé az erő valamennyi alakja átváltoztatható, ezek maguk közt nem mind változtathatók át egymássá egészen, és csak némelyikök birnak azzal a tulajdonsággal, hogy bármely

másikba egészen átváltoztathatók. Így a testek mozgása, az elektromosság, bármi más erővé maradék nélkül átváltoztathatók. De már a chemiai erő csak melegséggé változtatható át egészen. Ha chemiai erőt más valami erővé akarunk átváltoztatni, mindig tűrnünk kell, hogy egy része a mellett vagy melegséggé legyen, vagy legalább megmaradjon annak a mi volt, chemiai erőül. Helmholtz egy értekezésében ⁽¹²⁾ 1882-ben valamely erőnek azt a részét, a melyet tetszőlegesen akármilyen másba át lehet változtatni, szabad erélyűnek, azt, a mit nem lehet, kötött erélyűnek nevezte el. Ezen elnevezés szerint a melegségnek és chemiai erőnek csak egy része szabad és egy más része nem szabad, azaz kötött. A testek mozgása és az elektromosság azonban egészen szabad erélyű.

Hogy már most a különböző erőknek ezen mód szerinti kétféle tulajdonsága daczára is, valamennyit mint mozgást lehessen felfogni, Helmholtz mozgást is kétfélét különböztet meg, és pedig rendezett, meg rendezetlen mozgást. Rendezett a mozgás, ha bizonyos matematikai szabályossággal történik. A testek egészének, mint ilyennek a mozgása mindig ezzel a matematikai szabályossággal történik. Rendezetlen mozgás csakis a testek igen kis részeinek láthatatlan mozgása lehet. Még pedig teljesen rendezetlen volna ez a láthatatlan mozgás, ha a test minden apró része másként mozogna, mint a vele szomszédos részek, úgy, hogy a testnek bármily mérhető kis részében minden elképzelhető módja a mozgásnak előfordulhasson. Ez a láthatatlan mozgás részben rendezett és csak részben rendezetlen, ha már bizonyos fokú szabályossággal kapcsolatos. Ha például a testnek némely részei kis egyenes vonalon mozognának ide-oda, némely részei pedig kis körökön mozognának körös-körül, és másféle mozgás nem fordulna elő, akkor már bizonyos fokú rendezettség uralkodnék. Ha a test minden kis része csak egyenes vonalocskán, vagy minden kis része csak köröcskében végezné mozgását, akkor még nagyobb volna a rendezettség foka. Ha minden kis rész egyenlő nagyságú körön mozogna, még nagyobb. Ha mindannyi egyenlő időkben írná le a maga körös pályáját, még nagyobb s i. t.

Ekkor aztán, a milyen mértékben rendezett az a mozgás, a mely az erőt, az erélyt képezi, csak olyan mértékben használható el az akármilyen más erélybe való átváltoztatásra, s csak olyan mértékben szabad azon erély. Így az elektromosságot képező láthatatlan mozgás

egészen rendezett mozgás, míg a melegséget képező láthatatlan mozgása a testek részecskéinek már csak bizonyos mértékben rendezett mozgás.

Ennek a felfogásnak az a nagy jelentősége van, hogy ha igazában nem is felelne meg neki valóság, — pedig valószínű hogy felel meg, — de mivel így foghatók fel az erők, azok a következtetések, melyek ebből a felfogásból húzhatók, megilleshetik magukat az erőket is. Már pedig az ilyen, emberi eszünknek megfelelő felfogásból tudunk oly következtetéseket nyerni ki, a melyekre a nélkül nem volnánk, vagy legfeljebb csak igen nagy vesződözéssel volnánk képesek. (Fő czélja pedig az ismeretek rendszeresítése lehet.) Erre nézve is szükségesnek kell találnom néhány példán világítanom meg a maga mibenlétét.

Az erély formáinak egyike, a hang, nemcsak felfogható mint mozgás, nevezetesen mint a levegő hullámzó mozgása, de mint ilyen közvetlenül észlelhető is. Toepler, jelenleg a dresdai polytechnikum tanára, már régebben kigondolt egy apparatust, melynek segítségével szemtől-szembe látható a levegőnek azon hullámzása, mely a hang érzetét kelti. Ezelőtt mintegy 15 évvel, mikor még Toepler a gráci egyetem tanára volt, személyesen volt szíves bemutatni nekem egyebek közt ezt a készülékét is, melyen át igen élesen láthatam a hanghullámok keletkezését, tovaterjedését, egy aczéllaptól való visszaverődését, továbbá két hullámrendszer találkozását és más érdekes tüneményeket. Ez által mintegy szemmel láthatóvá lesz az a majd sűrűsödést, majd ritkulást okozó mozgása a levegő-részeknek, melyben a hang tüneménye áll.

A fénynek sokszerű tüneményei egészen érthetetlenek emberi eszünknek, ha a fényt nem mint mozgást, nem mint egy igen finom és rugalmas anyagnak, az éternek hullámzó mozgását fogjuk fel, a melynek ez a hullámzó mozgása azonban abban kell hogy különbözzék a levegőnek most említett hullámzó mozgásától, hogy addig, míg a levegő-részek arrafelé végeznek rezgő mozgásokat, a merrefelé a hullámok terjednek, addig az éterrészek az éterhullámok terjedési irányára merőleges rezgésekkel, u. n. keresztrezgésekkel foghatók fel csak úgy, hogy a fény változatos tüneményei érthetővé legyenek. Ennek a kigondolása Fresnel első érdeme. Hogy mint Kirchhoff mondá, egészen kielégítő, azaz minden ízében szigorú szabattal

kidolgozott elmélet még ma sem alkottattatott, ez a körülmény semmit sem bizonyít a felfogási mód helytelenségére, és csak azt jelenti, hogy ezen egyetlen, a mi elménknak lehetséges felfogási mód irányában is gyengék még tehetségeink, hogy még tennivalóink vannak hátra.

A melegséget már görög philosophusok is a testek legkisebb részeinek mozgásában keresték, a mire ugyan édes-kevés alapjuk volt még. Csak mióta az erőmegmaradás elve felszínre került, lőn ezen felfogásnak reális alapja. Azóta Boltzmann ⁽¹³⁾, Clausius ⁽¹⁴⁾ és Szily Kálmán ⁽¹⁵⁾ a budapesti műegyetem tanára sikeresen meg is kísérelték a melegségnek leglényegesebb sajátosságait a mozgástan segítségével állapítani meg, nevezetesen, hogy a melegségnek csak egy része változtatható át más erővé, és hogy hányadrésze. De öregéből a mozgásnak Helmholtz-féle osztályozása egyenesen megadja a választ, legalább arra a kérdésre, hogy miért használható el szabadon a melegségnek mindig csak egy része. Azért, mert azok a módjaink, a melyek arra szolgálnak, hogy melegséget másféle erővé változtassanak, nem elég finomak arra, hogy a melegséget képező rendezetlen mozgását a testek részecskéinek, rendezetté változtassák, mert ennek a mozgásnak csak már is rendezett részletét, componensét vagyunk képesek mint más erő képében jelentkező rendezett mozgást kinyerni. Hogy ha közvetlenül hozzáférhetnénk azokhoz a parányi részekhez, és mozgásaikat ez által egyformává tehetnénk, csak akkor volnánk képesek többet használni el a melegségből más erők létrehozására, mint most.

Ez a Helmholtz-féle felfogás magyarázatát adhatja az elektromosság különféle keletkezési módjainak is, mely, mivel egészen természetesen felhasználható erő, egészen szabad erély, hát egészen rendezett mozgása által legkisebb anyagrészeknek van feltételezve. Itt csak kétféle keletkezési módjáról akarok említést tenni, mindenesetre azokról, a melyek legkülönösebbeknek látszanak. Egyikök a testek érintkezéséből származó elektromosság. Ha két különböző testet felületes érintkezésbe hozunk, sok esetben elektromossá válnak ezek a testek. Így pl. ha zinkumot és rezet összeérintünk, mindkettő elektromossá válik. Ennek a magyarázata már most úgy adható, hogy azon a helyen, a melyen a két test érintkezik egymással, azoknak a tömegeknek új szomszédokat kapnak, így a mondott példában a zinkum-

tömecek réztömecek szomszédságába kerülnek, a réztömecek zinkum-tömecek szomszédságába. Ez által az érintkezés helyén megváltoznak a testrészeknek, a tömeceknek viszonyai, körülményei, következőleg megváltozik azoknak a melegséget képező mozgási módja is. Ennélfogva aztán már a mily mértékben változás áll be, oly mértékben a mozgás nem mint melegség jelentkezik, hanem mint másféle erő, majd tapadás, majd mint más, sokszor mint elektromosság. A mily mértékben aztán elektromosság keletkezik, oly mértékben melegség tűnik el, mert ez alakul át elektromossággá, tehát a két test az érintkezés helyén lehül. Ha most a keletkezett elektromosságot elvezetjük, és azt akarjuk, hogy a helyett újra támadjon elektromosság, csak kissé melegítenünk kell az érintkezés tájékát, hogy ott újra létrejőjön az az elhasznált mozgás, a mely aztán ismét, ugyanazon módon mint előbb, elektromosságot szolgáltathat. Öregéből így alakul át aztán melegség elektromossággá. Részletesebb, tüzetesebb elemzésbe bocsátkoznom, noha már csak szabatoság szempontjából is kívánatos volna, lehetetlen. Sőt az erők minden fajára még csak öregéből sem terjeszthetem ki az új mozgási fogalmak értelmezési körét, és még csak kettőjénél a legközössegebbeknek akarok időzni, a vegyi erőknél és a nehézségi, illetőleg nehézkedési erőnél.

Ezelőtt mintegy 2300 esztendővel élt Sziciliában egy görög böls, a neve Empedokles. Orvos, jós, istenek bizalmasa, természet fékezője. Kortársai igen nagyra tartották, egy ízben még az uralkodással is megkinálták, a mit azonban kereken visszautasított. Empedokles a szeretet és gyűlölet érzetével vélt találkozni, mindenben a mi csak létezik, így szeretetben kereste két test közeledésének okát, úgy, hogy a testek azért esnek a földre, mert a szeretet köteléke fűzi össze őket a földdel. A tűz, a füst, azért száll fölfelé, tehát el a földtől, mert gyűlölet fészkelte meg magát közöttük s i. t. Hasonló nevek, mint a szeretet és gyűlölet még ma is járják a természettudományokban, csakbogy eredeti értelmükből többé-kevésbé ki vannak forgatva és reálisabb értelemben ütve. Hogy két anyag vegyül egymással, majdnem a legújabb időig a két anyag legkisebb részei közt uralkodó kölesönös vonzásnak tulajdonították. Nem ugyan érzelmetjes vonzásnak, de mégis sajátos erőnek, melylyel azok a kis részek, mihelyt valamiképpen szoros közelbe jutnak egymáshoz, egymásfelé nehézkednek, ha nincs akadályuk, egymásfelé rohannak, és aztán

szoros összeköttetésben együtt maradnak mindaddig, míg valami el-
 lenséges erő által el nem választatnak. E szerint aztán bizonyos anya-
 gok apró részecskéi, tömecszei között van vonzás, az anyagok mivoltá-
 tához és a körülményekhez képest milyen a hőfok nagysága, kisebb
 vagy nagyobb, míg bizonyos anyagok részecskéi közt ilyen vonzás nem
 is létezik. Ez a felfogása a vegyülei erőnek majdnem a mai napig
 általános volt, és a mennyiben új felfedezések, újabb keletű tisztul-
 tabb nézetek, mikor igen meggyökeresedett régiek ellen szólnak,
 fölülte nagy gyorsasággal nem foglalnak tért, annyiban egy vegyülei
 erőkre vonatkozó újabb, egészen tiszta felfogással ma is úgy áll a
 dolog, kezd már általánossá válni, de még egészen elterjedettnék,
 sőt talán általánosan ismertnek sem mondható. Thomsen már ré-
 gebben eszközölt olyan kísérleteket, melyek eredményei a vegyi erő-
 nek ezt a felfogását megingathatták volna. Újabban, nevezetesen 1877.
 óta Ostwald, jelenleg a lipcei egyetemen a physikai chemia tanára,
 részint a legkülönbözőbb módokon ismételte és egészen helyeseknek
 találta a Thomsen-féle kísérleteket, részint sok újjal tetézte azo-
 kat ⁽¹⁶⁾. Azt a felfogást aztán, a mi eme tapasztalati eredményekből
 a vegyi erőkre háramlik, igen tömören fejtette ki a mult évben L.
 Meyer ⁽¹⁷⁾. Mikor két anyag tömecszei valami módon majd melegí-
 tés, majd hűtés, majd más befolyás által egymás kellő közelébe jut-
 nak, ezen tömecszei állapotában a közeli szomszédság következtében
 változás jön létre. Ez a változás, és semmi egyéb az, a mi a vegyi
 folyamatot, a mi magát a vegyülei, a mi két- vagy többféle anyag-
 nak egy más tulajdonságú anyaggá való átváltozását képezi. Hogy
 milyen mértékben jön létre változás, ez függ az összehozott anyagok
 egyenkénti saját minőségétől, meg azoktól a külső körülményektől,
 milyen a hőfok, a melyek között az összehozás történik. Megeshetik,
 hogy az anyagok vagy körülmények olyanok, a melyek közt nem jö-
 het létre a tömecszei állapotában jelentékeny változás, vagyis olyan,
 mely egészen új jelleget legyen képes adni azon anyagok együttessé-
 gének, és ekkor aztán a két anyag együttessége nem öltvén magára
 új, megváltozott megjelenési mód formáját, nem jön létre az a folya-
 mat, melyet vegyülésnek szokás nevezni. Az a kérdés most, hogy
 miféle állapota a különböző anyagok tömecszeinek az, a mi közelsé-
 gük által változást szenved. Bizonyos csak az, hogy a tömecszei va-
 lamiféle állapotának megváltozásában és semmi másban nem állhatnak

a vegyi változások, folyamatok. De hogy milyen állapot legyen az, az már felfogás dolga, és ez is legkönnyebben fogható fel úgy, mint mozgási állapot. L. Meyer is erre jut értekezésében, s ezt az állapotát a tömeceknek, melynek megváltozásában állanak a vegyi változások, a tömecek valamely sajátos mozgásában keresi. Érthetőbbé fognak válni a chemiai változások, ha ezt a mozgást nem mint a tömecek egészének a mozgását fogjuk fel, hanem olyan mozgás gyanánt, mely a tömecek belsejében fészkel, pl. a tömecek felváltólagos összehúzóadásában és kiterjedésében áll. Minthogy pedig a vegyi erők nem alakíthatók át egészen bármely másféle erőkbe, vagyis a vegyi erély nem egészen szabad erély, az a mozgás, az a láthatatlan mozgása a tömeceknek, vagy a tömecek saját részeinek, melynek megváltozása kiteszi a vegyi változásokat, nem lehet egészen rendezett mozgás, hanem a rendezettségnek csak bizonyos fokával bírhat, és bizonyos mértékben rendezetlen mozgás. A vegyi erőknek ilyképpen való felfogása, nemcsak ellenmondásokba, sőt nehézségekbe nem ütközik a vegyi változások értelmezésében, de ellenkezőleg, érthetővé tesz és igen egyszerű magyarázat részesévé tesz olyan vegyi viselkedéseket, melyek a régi felfogástól idegenek voltak. Azon kívül sokkalta egyszerűbb is, mint a régi felfogás. Hogy például némely anyag a másik iránt hajlandósággal bír, némely meg nem, ezt csak mint ügylévt, egész kereken igaznak kelle tartanunk, de hogy ezen sajátosságnak csak megközelítőleg is valamiképen a felfogásához juthattunk volna, erre nézve minden erőlködésünk haszontalan volt. Azt kelle gondolnunk, hogy annyira lényegesen különböző tulajdonságú anyagok vannak, hogy más törvények szerint viselkednek is egymás irányában, és tényleg folyvást igen közel állottunk az Empedokles-féle gyermeteg felfogáshoz. Hogy azonban csak egy lehet az a törvény, a mely a látszólag legkülönbözőbb anyagok viszonylagosságát megszabja, azok kölcsönös viselkedését kormányozza, ez az, a mit a legújabb buvárlatok szintisztán kiderítettek, és a melyeknek megfontolása nemcsak elvetni kényszerít a régi felfogást, de ad is helyébe egy másikat, sokkalta egyszerűebbet, realisabbat és teljesen kielégítőt. E szerint az anyag többféleségét is egyszerűen, mint az anyagrészeknek többféle mozgási állapotát foghatjuk fel, a mibe az individuális anyagrészeknek, a tömeceknek mekkoraság és tömeg szerinti különbözősége is bele van értve, és többféle anyagoknak egyféle új anyagba

való egyesülése egyedül abban állónak tekintendő, hogy azok tömegei egymás közelében mozgásaikkal egymásnak a mozgására módosítólag folynak be és egységes újfélé mozgásokat végeznek. Hogy szemlélhetővé tegyem ezt a viselkedést, ha két óra kissé különbözően ketyeg, és ezt a két órát egymás közelében egy resonátorra helyezzük, csakhamar mindkét óra egyformán fog ketyegni, az egyik enged egy kicsit a maga ketyegési gyorsaságából, a másik hozzá told a magáéhoz, és aztán azonos ütemekben járnak. Ha most a két órát elválasztjuk egymástól, ismét kétféleképp fognak ketyegni. Ilyenformán van a különböző anyagoknak egymás közelébe hozott tömegeivel is, melyeknek egymás közelébe való jutását külső beavatkozás, külső erők eszközlik, s ezek csak az alkalmat adják meg a további változásokra. Ugyancsak külső befolyás, pl. igen magas fokú hőnek alkalmazásával viszont olyan körülmények létesíthetők, melyek közt aztán ismét visszatér minden egyes tömeg a maga egyéni mozgási formájához, és ekkor az egységesség megszűnik, azaz mint mondani szokás, a vegyület alkotó részeire bomlik. Nem terjeszkedhetem ki ezen felfogás találó voltának bővebb megmutogatására, azonban nem annyira a netaláni complicatio, mint inkább az idő haladása veti gátomat.

Az a másik neme az erőnek, a miről, legalább néhány szóval szintén meg kell emlékeznem, a nehézkedési erő, mely alatt a nehézségi erő is értendő. Minden idők egyik legnagyobb elméje, Newton elméje fedezte fel azt az általános természeti igazságot, hogy a testek, akármilyen különféleségben jelenjenek is meg azok, és akármilyen körülmények közt, meg akármilyen állapotokban legyenek is, egymásfelé nehézkednek, a mely egymásfelé nehézkedésükben rejlő erő nagysága nem függ mástól, mint legkisebb részeknek egymástóli távolságától és sűrűségétől. Egyszersmind meghatározta azt is, hogy ettől a két körülménytől minő szabály szerint függ ez az egymásfelé nehézkedése a testeknek, úgy, hogy mihelyt ez a két körülmény ismeretes, mindenkor kiszámítható és súlyokban kifejezhető azon erő nagysága, melylyel két test egymásfelé nehézkedik. Így a földi testeknek is a föld felé való nehézkedése teszi magát a testek súlyát. A nap meg a földnek egymásfelé való nehézkedése okozza, hogy a föld már rég el nem repült a nap tájkából, míg másrészt a földnek naptól elfelé iparkodó mozgása okozza,

hogy az ezen nehézkedés következtében nem eshetik bele a napnak iszonyú tüzébe. Ez a nehézkedés, melylyel az égitestek egymásfelé szoronganak, és az égitestek mozgása, melynek következtében azok egymástól mégis kellő távolságban maradnak, együttvéve alkotják a csillagok sokaságának gyönyörű világrendjét. Mint Bertrand ⁽¹⁸⁾ megmutatta, ehhez fogható világrend, nevezetesen, hogy noha a nehézség a távolsággal fogyjon, a csillagok zárt pályákon mozogjanak, tehát, hogy szilárd egyensúly legyen uralkodó, nem is volna másként lehetséges, mint csak úgy, hogy a testek ezen newtoni törvény szerint nehézkednek egymás felé. Ha már most, az erő minden alakját úgy fogtuk már fel mint mozgást, az erőnek ezt az alakját, a nehézkedést is, legalább egyöntetűség kedvéért, így kellene talán felfognunk. Lehetne ezt is. Ez azonban oly egyszerű törvényt ural, oly egyszerű már csak azért is, hogy nem ismer kivételt test és test között, anyag és anyag között, — mint ismert a maga idejében, immár megbukott fogalma a vegyvonzalomnak, — hanem az anyagnak minden nemére nézve és minden időben egyképpen érvényes, egészen általános természeti törvény, hogy legegyszerűbb úton járunk, ha ezt a törvényt, a nehézkedés törvényét egész kereken úgy fogjuk fel, mint a testeknek, mint az anyagnak lényeges tulajdonságát, mivel hogy valóban, ezen tulajdonság nélkül anyag semmi definitio szerint nem létezik és épen úgy belevaló az anyag fogalmába, mint a térbeliség.

Sőt az anyagnak a fogalmát legreálisabban úgy alkotjuk meg magunknak, ha azt nem is másnak, mint a tér és a nehézkedés fogalmából összetettnek tekintjük.

Most már megmutatom, hogy található meg az előadásom első felében kifejlesztett siralmas világnézet fordított képe.

Minthogy a teljes egyformaság azon az okon fenyegeti a mai szép változatosságot, hogy az erő minden faja egészen átváltozhatik hővé, míg a hő csak részben változhatik át másféle erővé, és minthogy újabb felfogásunk szerint a hő azért változhatik át csak részben másféle erővé, mert csak részben rendezett a mozgás, a melyből áll, és mert ezen mozgás rendezetlen részét nem tudjuk rendezetté változtatni, felmerül a kérdés, hogy ha mi ezt eszközeinkkel nem tudjuk is tenni, vagyis, ha a szervetlen természet körében nem is lehetséges az, de nem lehetséges-e vajjon a szerves természet körében. Mint Helmholtz már idéztem értekezésében megjegyzi, ez még nyílt kérdés,

vagy hogy az ő saját szavaival éljek: „Hogy ilyen átalakítás az élő organicus szövetek finom szerkezetének is lehetetlen legyen, előttem még mindig nyílt kérdésnek látszik, melynek fontossága a természet háztartásában szembeszökő.“ Nincs kizárva annak a lehetősége, hogy a mi a melegséggé vált erőkből nem nyerhető vissza a szervetlen természetben, visszanyerhető a szervesben, vagy, hogy magyaros szólásmóddal éljek, hogy a mi elvész a réven, megkerül a vámon. Tehát, hogy a meglévő változatosságot nem fenyegeti vesz.

Egyszóval a természettudományok miatt a jövődő lét még folyvást szebb is lehet mint a mai. A természettudományok miatt bárki bizvást hihet még a lélek halhatatlanságában is.



A hivatkozások:

- (¹) Traité de Calcul diff. et de Calcul. int. 1870.
- (²) Petit Traité de Physique. 1870.
- (³) Borch Journ. 72. és Wiss. Abh. 32.
- (⁴) Die elektrischen Kräfte. 1873.
- (⁵) Wied. Ann. 3—6—15.
- (⁶) Wied. Ann. 3.
- (⁷) Mitth. d. Berl. Ak. 1882.
- (⁸) Nat. 30.
- (⁹) Proc. Roy. Soc. 39.
- (¹⁰) Borch. Journ. 97. (113. oldal.)
- (¹¹) Wied. Ann. 22.
- (¹²) Mitth. d. Berl. Ak. 1882.
- (¹³) Sitzungsber. d. Wien. Ak.
- (¹⁴) Pogg. Ann. 141—142.
- (¹⁵) Pogg. Ann. 145.
- (¹⁶) Journ. f. pr. Chem. 1877. 1878. 1879. stb.
- (¹⁷) Zeitschr. f. Phys. Chem. 1.
- (¹⁸) C. r. és Mathieu Dynamique Analytique. 1878.