

A XIX. SZÁZAD FIZIKAI KUTATÁSÁNAK MOZGATÓ ESZMEIRŐL.*

A fizika története szemünk elé állítja a természeti jelenségekről alkotott mai felfogásunk keletkezését. A tudomány történetének álláspontjáról tekintve, a tudományos nézetek más látószög alatt jelennek meg, mintha a mai fizikai tudomány álláspontjáról tekintünk szét a tünemények világán. Felfogásunk a természet dolgairól több ezer évnyi gondolkodás terméke; több ezer kiváló, élesen gondolkodó és a fogalmakat merészen egybevető emberi agyvelő munkájára volt szükség, hogy az eszmék azon rendszeres összeállítása keletkezzék, mely a természet tüneményeinek lefolyását saját gondolkodásunk törvényeivel összhangzásban mutatja.

Több mint két évszázad múlt már el azon korszak óta, a melyet a tudományok újjászületése korszakának neveznek. Eme nevezetes időszakban kereshetjük a mai fizika kezdetét is. Nem mintha a régi kor fizikai ismeretek híjával lett volna, sőt egy némely tüneménykört illetőleg már ekkor is meglehetősen terjedelmes ismereteket találunk, de a régi művelődésnek ellankandása abban a korszakban, midőn Európa emberisége a mindenünnen özönlő néptömegekkel felfrissült, magával hozta, hogy a tudományos törekvések évszázadokig tartó pangása álljon be. A stagirai nagy gondolkodónak, Aristotelesnek tudományrendszere: a scholasticismus békóvá lőn az emberiség kutató szellemére oly békóvá, a melyet az emberi észnek elvégre is le kellett magáról ráznia.

A történelem számtalan esetben mutatja, hogy az emberek meggyőződésükért, eszméikért képesek vérengző háborúkat viselni. Ily elkeseredett harc volt az is, a melyet az állam és egyház tekintélyével támogatott scholastikus filozófia ellen az újabb gondolkodás férfainak viselniök kellett. Nem csoda, hogy az egymás ellen törő vélemények

tusájába mindenféle emberi szenvedélyek belevegyültek, hogy a kárhöz-tatott tannal annak hirdetőjét is megsemmisíteni iparkodtak, s ez magyarázza meg azt is, hogy az új irány hívei a scholastikus filozófiát gúny tárgyává tették és gyűlölettel és megvetéssel illették annak alkotóját is. Pedig mégis ő volt: Aristoteles volt a rendszeres tudományoknak s ekképen a természet-tudományoknak is megalapítója, és ma, mikor a szenvedélyek már rég lecsillapultak, kezdik ismét elfogulatlanul méltatni a világrendszerről nyújtott ama képet, mellyel Platon tanítványa az egész jelenségvilágot ábrázolni akarta.

A középkor az ókor legműveltebb népei tudásának gyenge visszfényét, a mint ez nagy részt az arabs tudományos irodalom mediumán át szállott rá, mint valami isteni, drága kincset őrizte. Nem is csoda, hogy Aristoteles következetes kozmikus rendszere nagy befolyással lehetett azokra, kik fegyverek vagy zsoldárok között nevelkedvén, a gondolkodásnak itt látták először egy teljesen befejezett rendszerét.

Nem lehet szándékom, hogy előadjam, miben állott a scholastikus filozófiának a fizikára vonatkozó része, csak annyit kívánok fölemlíteni, hogy a természetekre vonatkozó Aristoteles-féle nézet a következő főtényezőkből áll, melyek egymás között a legszorosabb kapcsolatban vannak: a világrendszer elrendezéséből, mely a Ptolemaeos-féle föltevésben talál szigorú kifejezésre, az elemek tanából (azaz a négy földi elem és a Hold feletti égitestek anyaga; az éther vagyis »quinta essentia«, az ötödik elem) és végül a mozgások tanából, vagyis a természetes vagy szabad és a természetellenes vagy kényszermozgásról való elméletből. A scholasticismus természet-filozófiájának e három főpontján, mint három külön bástyán indult meg az Aristoteles-ostromlók támadása. A világrendszerről való elmélet ellen irányultak az első rohamok.

* Kivonat a M. tud. Akad. 1888. április 16-iki ülésén tartott székfoglaló értekezéséből.

A tizenhatodik század első felében állította fel Copernicus a heliocentrikus rendszert, midőn a Ptolemaeos-féle geocentrikus feltevést elhagyván, hivatkozással régiebb görög forrásokra, a Földet kiváltságos helyéből kimozdította és a közönséges bolygók közé sorozta. Copernicus csak kezdeményezője volt ez iránynak, mely a világrendszer elrendezéséről és nagyságbeli viszonyairól helyes fogalmakat szerzett; tulajdonképpen Kepler volt az, ki támaszkodva Tycho Brahe számos, pontos megfigyeléseire, felállította azt a naprendszert, melyet joggal Copernicus-Kepler-féle rendszernek nevezhetünk. Az elemek tana, mint ezt Empedokles nyomán Aristoteles követői is ismerték, a tudományok újjászületésének korszakában szintén számos támadásnak volt kitéve. A mit azonban ama négy elem helyébe tenni iparkodtak, semmivel sem volt jobb, s ekképen addig vajúdott az elemek teoriájának kérdése, míg az újabb chemia keletkezésének időszakában azt a megoldást nyerte, a mely jelenleg is e tudomány alapját képezi. A mi végül a mozgások tanát illeti, azt Galilei az ő híres: »Dialogo intorno ai due massimi sistemi del mondo« című művében teljesen megczáfolta.

De a XVI-dik és XVII-ik század nagy szellemei nem csak a régi, lejárt gondolkodási formáknak lerombolásában látták életök feladatát. Ők, a mint a régi tudományos rendszer letűnt, egy újnak felállításáról is gondoskodtak. Galilei a világrendszert illetőleg teljesen csatlakozott Kepler és Copernicus nézeteihez és a heliocentrikus elméletet érvekkel és a tőle feltalált messzelátó csövön tett fölfedezésekkel támogatta. Az ő működésének fősúlya azonban a mozgások elméletére esik, vagyis a mechanikára. Az egész században a legfontosabb tudományos tett volt Galileié, a midőn a mozgásváltozásnak fogalmát megállapította és a gyorsulással arányba hozta a mozgás okát: az erőt.

Hogy átlássuk, miképen ment végbe a dinamikának általános érvényre való

emelése, a mely folyamat tudományunk legújabb történetében a legjellemzőbb vonás, szükséges a fizikát, mint tudományrendszert, mibenlétét illetőleg vizsgálatunk tárgyává tennünk. Rendesen akként értelmezzük a fizikát, hogy ez a természeti jelenségek rendszeres ismeretköre vagyis tudománya. Ez a definíció nem találja el a dolog lényegét. Kivülünk, azaz a mi gondolkodó lényünkön kívül van valami ismeretlen, lényegében teljesen felfoghatatlan: a természet, azaz a világ tárgyainak összége. A tárgyaknak ismeretlen tartalma az anyag. Szervezetünk bizonyos eszközökkel van ellátva: érzéki szervekkel, melyek természetökhöz képest az anyag különböző állapotait közlik velünk. Az anyag különböző részei egymásra bizonyos hatással vannak. Eme hatások eredményei a természeti jelenségek. Másrészt az érzéki benyomások szintén ily hatás következtében jönnek létre, t. i. az anyagnak érzékeinkre való hatása által. Az érzéki benyomások képezik ismereteinknek nyers anyagát; ezekből szerkeszti gondolkodó lényünk a képzeteket, melyeket logikai szabályok, azaz a gondolkodás törvényei szerint rendszerre kapcsolunk össze. De nagyon tévedne, a ki azt hinné, hogy a természet és ama gondolati rendszer között levő kapcsolat előttünk ismeretes.

A mit a természeti jelenségekről tudunk, azt úgy kell tekintenünk, mintha a kívülünk levő világnak csak képe lenne az, mely azonban tökéletesen alkalmas arra, hogy a természetben végbemenőkről helyes fogalmat adjon, ép úgy, mint a lapra rajzolt kép, ha a perspektíva szabályai szerint készül, térbeli viszonyokat tüntet elő.

De a mondottakból még más, még pedig nagy jelentőségű tétel is következik. Gondolkodásunk módja írta elő a természeti jelenségekről szóló tudományunk fejlődési menetét is, vagyis a fejlődésnek bizonyos törvények szerint határozott irány felé kellett történnie. A fizikus tudja, hogy ez a fejlődés sem indulhatott egészen szabadon a maga

czélja felé, hiszen minden problémában bizonyos kényszerfeltételek fordulnak elő, melyek a jelenségekre befolyással vannak.

Miben áll tehát ama fejlődési menet törvényszerű volta? A történelem régi korszakában, midőn az európai népek műveltsége hellén földön kezdődött, az emberi ész könnyűnek képzelte a feladatot, hogy a jelenségi világot logikai szabályok szerint felfoghatóvá tegye. És ez nagyon természetes, hiszen szellemének malomkövei még meglehetősen üresen forognak, könnyen örlik meg a csekély számú képzeteket, s ekképen hamar kész is a tudományos rendszer. Ha tisztán a gondolkodás szempontjából indulunk, az első képek a természet mibenlétéről igen tökéletesek, hiszen az emberi szellem törvényszerű működésének termékei ezek is. A mint azonban a képzetek mennyisége szaporodik, csakhamar szűkeik lesznek a gondolati kép határvonalai, az új fogalmak tömege szétfeszíti a régi kép keretét, mely szétfoszlik, másnak engedvén helyet. E folyamat ötlük szemünkbe, ha a görög filozófiának első törekvéseit nézzük. A gondolkodó szellem a szerzett képzetek hol egyikét, hol másikat veszi alapul. Így látjuk az ioniai természetfilozófusok, az eleátok, a szofisták, Heraklitos és a többiek világképét elvonulni szemünk előtt, látjuk azt a magasztos világképet, a melyet a költő-filozófus: az »isteni« Platon szellemünk elé varázsol. Egy változatos képsorozat, mely azonban megállapodásra nem bír jutni. Végül ott terem a rendszeres tudomány megalapítója: a stagiriai filozófus, ki széles alapon emeli föl az egész emberi tudomány hatalmas épületét, oly épületet, mely a legnagyobb, az egész európai emberiséget több ízben megrendítő és egész tömegében megváltoztató forradalmakat kiállotta. Aristoteles tudományos rendszere állandóbb volt mint a nemzet, melynek fia megalkotta. Az arabs sivatagokból, Ázsiának belsejéből a világtörténet színterére előnyomult barbárok hívei lettek e

tudományrendszernek. De az emberi szellem soha sem nyugszik. Lassanként ismét felhalmozódott az új képzetek anyaga. Minden oldalról szűk lett a régi gondolatkép, mely időszámításunk kezdete előtt három századdal még teljesen megfelelő volt. De a mit az egész művelt emberiség évezredekken keresztül föltétlenül igaznak vallott, azt könnyű szerrel lebontani nem lehet. Így készülődött ama szellemi forradalom, melyről már előbb említést tettünk. Első előjeleit már a XIII-ik században vehetjük észre. Századokig tartott a régi rendszer ostromlása. 1536-ban Pierre Ramus a párisi főiskola való habilitációjakor a következő thézist ragasztotta a párisi templomok ajtajára, melylyel vitára hívta ki ellenfeleit: »Mind az, mit Aristoteles tanít, hamis«. Oly tétel volt ez akkoriban, mely istentagadással határosnak tekintett. A XVII. században beköszöntött Descartessel a filozófiának megújrodása; erre következtek Galilei és Newton természet-tudományi felfedezései, s így a scholastikus tudomány tekintélye végkép tűnt, hogy egy újabb, megfelelőbb világképnek engedjen helyet.

A hatás a természetben mindig kölcsönös. A mint egyfelől az emberi ész a természetről szerzett képzeteket átalakította, úgy másfelől az ekképen keletkezett képzetek az emberi szellemre is visszahatottak és a gondolkodást bizonyos megszabott irányban fejlesztették. Így keletkezett az a matematikai módszer, mely a leghatalmasabb segédeszköz, mikor az összes természeti tüneményeket *mozgási tünemények* gyanánt akarjuk feltüntetni. A térben és időben végbenemő mozgás pedig az egyedüli jelenség, a mit teljesen fel bírunk fogni.

Fölfegyverkezve ezzel a hatalmas matematikai eszközzel, a kutató szellem hozzáfogott azon feladatok megfejtéséhez, melyekben mozgás a jelenség lényeges tényezője. Ekkép fejlődött ki az általános mechanika és mint annak legfontosabb alkalmazása: a földi és az általános nehézség elmélete.

A fizika tudományának a matematikán vagyis az általános számtanon kívül még egy másik nem kevésbé hathatós segédeszköze van, s ezt a *filozófia* nyújtja neki, különösen azon részében, mely az ismeretszerzésnek és a gondolkodásnak általános föltételeivel foglalkozik.

A rendszeres fizika kezdetét a XVII. századnak az elején kell keresnünk, de majdnem két századba tellett, míg a rendszer az egész jelenségi világra kiterjeszhetővé vált. A szabad esés tünetéjén indult meg a fizika rendszerítése, s innen van, hogy a nehézségi erő a többi természeti hatószerek számára általános mintául szolgál. A XVII. század első felébe esik a dinamika felállítása és a szabad esés elméletének meghatározása; a század második felében a legnevezetesebb eredmény, mely mellett még Huygensnek az ingamozgásra és az ütközésre vonatkozó nagyfontosságú elméletei is háttérbe szorulnak: Newton gravitáció-mechanikája. E mellett felfedezte Descartes és Snellius a fénytörés szabályát, Newton a fehér fény szétbontását a színekre, Grimaldi a fény elhajlását, Bartholinus a fénysugár kettős törését, Pascal s mások a folyékony testek mechanikáját stb.

A XVIII. században az elektromosságra vonatkozó vizsgálatok igen széles körben foglalkoztatják a tudósokat. E mellett pedig folyton tart a mechanikának rendszeres kiépítése, mely munka Lagrange »Mécanique analytique« című remek művével tetéződik be.

A XVIII. század vége felé nevezetes mozgalom indul meg a fizika és chemia terén, mely különösen négy irányban nyilvánul: 1. a jelenkori chemia megállapodása, mely különösen Lavoisier és Dalton nevéhez fűződik; 2. Rumford, Davy és Young a melegség anyagi volta ellen irányuló támadásai; 3. Young és később Fresnel a Newton-féle fényelméletet legyőzik; 4. a galvánosság felfedezése és ama nagy vita, mely azzal végződik, hogy a galvánosságnak a

közönséges elektromossággal való azonoságát felismerik.

Az előbbiekben röviden jellemzett fejlődésen vörös fonálként húzódik végig két felfogás egymással való viadala. Az egyiket röviden Descartes-féle, a másodikat Newton-féle felfogásnak nevezhetjük. Későbbben még visszatérnek e két felfogás elvi ellentétére, a midőn kimutatandó lesznek, hogy e két nézet ellentéte még a mai fizikában is megvan, csak hogy a küzdelem most más színhelyre került. Newton és követői az anyagot bizonyos képességgel ruházták fel: vonzó erővel, mely szerint mozgásokat bír létesíteni; a hol a közönséges anyaggal nem érték be, ott hipotetikus anyagokhoz fordultak, melyek érzékeinkre közvetlenül nem hatnak ugyan, de máskülönbben a gravitáció törvényével analóg módon hatnak egymásra. Descartes szerint az anyagnak lényege egyedül kiterjedésében, tér-foglalásában áll, más erő szerinte nem létezik, mint a lökés ereje. A természetben észlelhető mozgásokat tehát ismét csak mozgások okozzák, sőt valamennyi természettörvény mozgási törvénynek tekintendő.

A Descartes-féle fizika Európa összes főiskolaiban hosszú ideig uralkodott. Csak a múlt század közepe felé birt a Newton-féle nézet felülkerekedni, s így vált lassanként általános meggyőződéssé; sőt a legújabb korig annyira összeforrt a természeti jelenségekről való alapfelfogásokkal, hogy Newton nézetei az anyagban nyilvánuló erők hatásai felől gyakran magával a tudománnyal cseréltetnek fel. Ekképen ment végbe a fizika tudományrendszerének az az alakulása, melyet a jelen század elején találunk. Lényege röviden a súlyos és súlytalan anyag megkülönböztetésében foglalható össze.

A súlyos vagy a közönséges anyag alkotja az érzékeinkkel felfogható tárgyakat; a rajtok végbemenő jelenségek vagy az egész tárgyoknak, vagy részeiknek érzékeinkkel felfogható mozgására vezethetők vissza. Ide tartoznak tehát

a különböző halmazatú testek mechanikája, a rezgésen alapuló tünetenyek, különösen a hangrezgések. De van még egy egész serege a jelenségeknek, melyek ugyan szintén a közönséges anyagon nyilvánulnak, de oly módon, hogy különös hatószereket kell feltételeznünk, melyek tulajdonságaikra nézve lényegesen különböznek a közönséges anyagtól és egymás között is csak abban egyeznek, hogy a mérlegben nem mutatnak ki, azaz hogy súlytalanok. Hat ily súlytalan vagy imponderabilis anyagot kellett felvenni, s azokat folyadék (fluidum) alakjában képzelték; volt fény-anyag, hőanyag, két elektromos és két mágnesi fluidum. A mágnesség és az elektromosság a közönséges anyag tömegvonzásának mintájára valló vonzást és taszítást mutat.

Ekképen az egész fizika két fejezetre oszlott: a ponderosus testek és az imponderabiliák fizikájára, mely tudományrendszer a jelen század második évtizedéig általánosan elfogadott volt. De ez az elmélet még nem készült el egészen, midőn ellene már több oldalról súlyos támadásokat intéztek. Leghatósabb volt Fresnel-nek a fény elméletéből kiinduló támadása, midőn a fényjelenségeket rezgési tünetenyekül magyarázta, s ekképen az első halálos csapást mérte a fény anyagi elmélete ellen, melytől az imponderabiliák egész rendszere erősen kezdett inogni. Más oldalról pedig, különösen R u m f o r d és D a v y kísérletei alapján a melegség anyagi volta vált nagyon kétséssé.

Mindamellettt még sokáig tartotta volna magát tudományunknak az előbbiekben vázolt rendszere, ha más oldalról nem merültek volna fel oly tapasztalások, melyeknek ismeretkörünkbe való beillesztése az uralkodó nézet keretét szétfeszítette. Ezeket az új tapasztalásokat a galván-elektromosságra vonatkozó vizsgálatok szolgáltatták. Három tény merült fel különösen, mely új eszmék képezésére indított. Az egyik a galvánáram kémiai bontása, mely az elektromos és a kémiai erők között

fennálló közeli rokonságra vallott, a második a galvánáram tetemes hőfejlesztése, végül a harmadik az áramnak a mágnestűre tapasztalt hatása volt. Ez utóbbi megfigyelés arra vezette Ampère-t, hogy a mágnességi tünetenyeket galvánáramok segítségével magyarázza, s ekképen legalább a két mágnességi fluidumot kiküszöböli. Fontosabb azonban az az eszme, melyet ez új tapasztalások érleltek meg, t. i. a természeti hatók egymásba való átalakulásának rendkívül fontos eszméje.

Ekképen állott be a fordulat tudományunk alapfelfogásait illetőleg. Míg az előtt a tünetenyek különbözőségét a tárgy különféleségében látták, ama bizonyos imponderabiliákban, vagy a közönséges anyagban, most a jelenségek különböző voltát a hatók hatás-képességében találták. Kezdetben röviden erőnek nevezték a különféle tünetenyek jellemző hatásának okát és a természeti erők átalakulásáról beszéltek; csakhamar belátták azonban, hogy az általános mechanikának van egy másik fogalma, az úgynevezett eleven erő fogalma, mely egyedül való arra, hogy a különféle jelenségekben a mutatkozó hatás valódi mértékeül szolgáljon. Általánosításában e fogalmat az »energia« szóval jelölik.

E fontos fogalomnak, mely a mai fizikának alapfogalma, hosszú története van. Sokáig tartott, míg az energia és az erő rokon fogalmait egymástól meg tudták különböztetni. Ez a bizonytalanság kifejezést talál abban a hosszú vitában, mely az eleven erő mértékét illetőleg a múlt század második feléig tartott. Már az energia fogalmának első korában ott találjuk egy fontos elvnek első csiráját. Descartes szerint a világban levő összes mozgásmennyiség állandó, Leibniz pedig az eleven erő megmaradásában látja a természet alaptörvényét. Stevinus, Galilei és Huygens a mechanika legfontosabb igazságainak bebizonyításában, az »örökké mozgó« vagyis a »perpetuum mobile« képtelen voltára támaszkodnak.

Az eleven erő semmiből való keletkezésének lehetetlenségét kétségbevonhatatlan mechanikai igazságnak tartják. Young az első, ki az »energia« kifejezést a Leibniz-féle eleven erő (vis viva) értelmében használja; William Thomson pedig 1849-ben kezdi alkalmazni az energia szót a mai nap elfogadott értelmében.

Ily módon a jelen század első felében általános meggyőződésé vált, hogy az energia összes mennyisége állandó marad, akárminő legyen is a *mechanikai* folyamat, melynek alá van vetve. Egyébként pedig az energia elve eljutott arra a pontra, melyen túl vezérszerepének meg kellett szűnnie, hacsak másfelé nem nyílik számára tér, hol hatását érvényesítheti.

E tért Sadi Carnot nyitotta meg számára, midőn a melegség mechanikai elméletének felállításához fogott. Az ekképen megkezdett munkát határozatosan előmozdította Clapeyron, Mayer, Prescott Joule, Helmholtz, Colding, Clausius és Sir William Thomson, kik az energia elméletét az egész tüneményvilágra kiterjesztették, s ekképen egy új egységes fizikai alapgézetet alkottak, melyet az »energetika« szóval lehet kifejezni. Ez elmélet szerint a különféle jelenségek az energiának átalakulásai által jönnek létre, miközben azonban az energia összes mennyisége változatlan marad (az energia megmaradásának törvénye) és az átváltozás bizonyos szabály szerint megy végbe (az úgynevezett »entropia« törvénye).

Az új elméletnek fejlődése csak akként volt lehetséges, hogy a mechanikának egyik fejezete annyira ki volt már dolgozva, a mennyire ezt a tárgyalandó feladatok megkivánták, t. i. az úgynevezett »potenciál elmélet«, mely általános tételeket állított fel a távolság második hatványával fordított arányban működő erők számára. Ez az elmélet Newton-tól veszi eredetét; folytatja Lagrange és Laplace, különösen pedig Green, Gauss és Ivory. A

fizikába az említett tudósokon kívül különösen Neumann, Kirchhoff, Poisson, Thomson és Helmholtz vezette be.

A külvilágról alkotott gondolati képünknek két főtényezője van: az érzéki világ tárgya, vagyis az anyag és az anyag, hatásképpessége, vagyis az energia. Ez utóbbi fogalomról, hogy miként keletkezett és miként fejlődött tovább a tudomány történetében, már volt szó. A következőben a materia problémájáról és ennek jelenkori állapotáról kell szólnunk. A dolog természetéből foly, hogy ennek hosszabb története van, mint a másiknak. Már a görög ókor gondolkozói foglalkoztak vele. A megfajtás különböző kísérletei közül csak egyet emelek ki, mely életre valónak bizonyult és a fizikának még jelenleg is legsikerültebb feltevései közé számítható. Értem a Demokritos-féle atómelméletet, melyet később különösen Epikuros vett át és a melyet Lucretius »De rerum natura« című tanköltményében a világról adott kép alapjául vett. Demokritos nézetét a következőkbe foglalhatjuk össze: Az üres térben örök idő óta számtalan apró, különböző alakú részecske, a nap sugarában repkedő porhoz hasonlóan, rendetlen módon repül ide-oda, a nélkül, hogy valamely iránynak elsőbbsége volna. A hol egymásra találhatnak, örvénylés áll elő. Az örvények és ama kis részek különböző alakja hozza létre a tüneményvilágot. Minthogy ezek a részek abszolút szilárdak, kemények és oszthatatlanok, azért Demokritos atómoknak nevezte őket. Epikuros az atómok örvénylő mozgását nem veszi tekintetbe, de a helyett nehézséggel ruházta fel őket. A XVII. században az atómelméletet Gassendi elevenítte fel, miután már Giordano Bruno oly corpuscular-filozófiai rendszerrel előzte meg, mely az Aristoteles-féle »substantialis formá«-kat pótolhatta. Sebastiano Basso és Daniel Sennert orvosok az atómelméletnek előharcosai. Az atómok abszolút kemények, tömörök, közöttük minőségbeli különbség nincs, csak nagyságra és alakra nézve különböznek egy-

mástól, és minden irányban keresztül-
 kasul repülnek az üres térben. Descartes
 és Hobbes, noha az üres tér létezését
 tagadták, a természeti jelenségek magya-
 rázatára mégis gyakran az atomisztika
 elveit használta. Borelli és Boyle az
 anyag szerkezetének következetesebb
 magyarázása végett az úgynevezett
 »corpuscular fiziká«-t állította fel,
 mi által azonban a Gassendi-féle atóm-
 elmélet egyszerűsége veszendőbe ment.
 A különféle jelenségek magyarázatára
 az egyes atómközből valóságos gépeket
 csináltak, rugalmas csövecskéket, »ma-
 chinulae«, mint Borelli nevezi. Boyle az
 atómközméletét inkább csak magya-
 rázó feltevés gyanánt tekinti; az atómközm
 valódi létezéséhez szerinte még kétség
 fér. Kétséget sem szenved, hogy az
 atomisztika a XVII. század vége felé
 hanyatlásnak indult. Oka a hanyatlásnak
 először is az a törekvés volt, mely
 szerint a természet jelenségeit azzal
 iparkodtak megmagyarázni, hogy az
 atómközmeket új meg új tulajdonságokkal,
 kvalitatív különbségekkel ruházták fel,
 mi által a régi »causae occultae« ismét
 feleledtek. A másik ok volt a távolhatás
 törvényének általános kihatása az egész
 fizika területére, melyet Kepler, Gilbert,
 ki az égi testek között mágnesi vonzást
 vesz föl, Bacon, Fermat, Borelli, Hooke,
 de különösen Roberval, ki az anyag
 minden legkisebb részének általános
 tulajdonságul vonzást tulajdonított, elő-
 készítettek, és Newton örökké nevezetes
 vizsgálataival a fizikai nézetek közép-
 pontjába került. A XVII. század végén
 Huygens és Malebranche, a XVIII. szá-
 zadban Lesage volt a corpuscular-fiziká-
 nak képviselője; hozzájuk némileg még
 Boscovich is csatlakozott. A jelen szá-
 zadban pedig a Krönig-Clausius-féle gáz-
 elmélet az atomisztika kérdését ismét
 előtérbe tolt.

Az anyag szerkezetére felállítható ösz-
 szes nézetek két főtekintet szerint osztá-
 lyozhatók. Először: miképen foglalja el az
 anyag a tért? Másodsor: miképen szár-
 mazik át az anyagban rejlő mozgási ten-
 dencia egyik anyagi részről a másikra?

Az első felosztási elv szerint kétféle
 nézetet különböztetünk meg: az egyik
 szerint az anyag egymástól különvált
 részekből áll, melyek között üres terek
 vannak; ez a kenotikus, vagy, szokottabb
 kifejezéssel nevezve, az atomisztikus el-
 mélet; a másik nézet szerint az anyag a
 tért teljesen elfoglalja; ez a plerotikus
 nézet. A második felosztási elv szerint
 ismét kétféle elméletet kapunk: először
 a dinamisztikus elméletet, mely szerint
 az anyag részei egymásra távolraható
 erők által vonzólag vagy taszítólag hat-
 nak (actio in distans), a másik a kine-
 tikai nézet, mely szerint a hatás érintés,
 azaz lökés által származik tovább (vis a
 tergo). E szerint az eddig felállított és
 az anyag szerkezetére egyáltalában fel-
 állítható elméleteket négy csoportra
 oszthatjuk:

1. Az atomisztikai-kinetikai elmélet,
 melynek alapítója Demokritos, a jelen-
 kori fizikában a Krönig-Clausius-féle
 gázelméletben talál kifejezésre.

2. Az atomisztikai-dinamisztikus el-
 mélet, vagyis Roberval elmélete, melyet
 Newton tanítványai elfogadtak és melyet
 először Boscovich fejtett ki követ-
 kezetesen.

3. A plerotikai-kinetikai elmélet,
 Az anyag a tért teljesen betölti. Az
 anyag egyes részei áramlás útján válnak
 el egymástól, mi által a mozgások létre-
 jönnek. E nézet képviselője Descartes.
 A Thomson-féle örvénylések elmélete
 szintén ide tartozik.

4. A plerotikai-dinamisztikus elmélet.
 Az anyag a tért teljesen elfoglalja,
 egyes részei egymásra vonzólag vagy
 taszítólag hatnak. E nézet képviselője
 Kant »Metaphysische Anfangsgründe
 der Naturwissenschaften« című mű-
 vében.

A mint az energia tanában az
 energia egyértékű átalakulása, illetőleg
 megmaradása és az entrópia törvénye
 fizikai felfogásunk számára bizonyos
 szilárd középpontot alkot, úgy az
 anyagról szóló elméletekre nézve szintén
 azt kellene várnunk, hogy ott is ily egy-
 séges felfogásnak kell lennie. E helyett

azt találjuk, hogy majdnem minden tüneménykörre nézve az anyag szerkezetét illetőleg más alapnézet foglal helyet; sőt egyes jelenségekre hol az egyik, hol a másik nézetet használják, a mint ezt a számítás szükségletei magukkal hozzák. Hogy vajjon a négy nézet közül melyik lesz az, mely felé a fizika a legközelebbi időben hajolni fog, arra nézve nehéz véleményt kockáztatni, legfeljebb azt lehet megmondani, hogy melyik irány felé tart a mai fizikai gondolkodás eszméinek vonulata. Erre nézve pedig azt vehetni észre, hogy mindinkább a fizikai gondolkodás menete a kinetikai nézetek felé vonul. Nehezebb azonban a kérdés, hogy a kettő közül vajjon melyiknek lesz nagyobb kilátása általános elfogadásra: az atomisztikai-kinetikai avagy a plerotikai-kinetikai nézetnek; noha némi jelek itt is arra látszanak mutatni, mintha a második, azaz Descartes nézete fogna a közelebbi eső jövőben elsőbbségre vergődni a Demokritos-Gassendi-féle alkotás fölött.

Attól kell tartanom, hogy ama kép, melyet a mai fizikában uralkodó és mozgató eszméről szándékom volt adni, a szabott szűk kereten túl fog terjedni. Csak utalnom lehet az egyes főbb tárgyra, de a közelebbi megvitátásba bocsátkoznom nem szabad. *Látjuk, hogy a jelen században a fizika terén legnevezetesebb elvi haladás, mely Galilei-nek a dinamika felállításával, és Newton gravitáció elméletével egyrangúvá tehető: az energetika felállítása, értvén ezen kifejezés alatt a különféle energiáknak egymásba való átváltozását és egyértékűségét vizsgáló elméletet.* Különösen a galvánáramok felfedezése és az elektrodinamika volt a leg-hatalmasabb tényező, mely az energiára vonatkozó nézeteket előremozdította. Az elektromosság a legmozgékonyabb és legváltozékonyabb formája az energiának, mely a többieket mind maga köré gyűjtötte: a kémiai jelenségeket már a század első éveiben, húsz évvel később a mágnességet Oersted fel-

fedezése következtében; ismét húsz évvel később Joule mutatta meg az elektromosság és a melegség közötti kapcsolatot, miután az áram hőhatásának ténye már a század eleje óta ismeretes vala. Végül 1845-ben találta fel Faraday az elektromos áramnak a fénysugárra való hatását: a polárosság síkjának forgását. Faradaynál az átalakulás eszméje valóssággal vezető eszme volt.

Az energetika a XIX. század fizikájának módszere, mai fizikai világnézetünk stilusa. Az energetika általánosabb mint a mechanika, minthogy ezt külön esetenként foglalja magában. A történeti fejlődés, mint rendszer, a külön esetről az általános elvek felé emelkedett. Az erőről való fogalmaink a tapasztalásból eredtek; hosszú volt az út, míg a tiszta energia fogalmához eljutottunk. Itt most kétféle felfogás lehetséges: a mechanikai és az általános energetikai álláspont. Az első az érzékileg felfogható, a második az ismeretanalóg szigorúbb felfogás, mely mögött az egyes tüneményeket előidéző transzcendentális, azaz érkeken-től eső ok: a valóságos, egységes energia rejlik, melynek az ismert természet-tünemények csak érkeink nyújtotta képei.

E nézetek elsejének mint határozott világnézetnek, elsőbbsége van a másik felett, mely szigorú ridegségben az érkei világ határain kívül marad. A mechanikai nézet a jelenségeket a mi érkei sphaeránkba iparkodik hozni, mi által a másikkal szemben határozott elsősége van. Másrészt azonban azt is el kell ismernünk, hogy a második nézet inkább felel meg a természettudományok azon alapelvének, hogy a kutatás csak annyira terjedjen, a meddig a tapasztalás ellenőrző képessége tart. A mi e határon túl fekszik, csak feltevéssé számba megy.

Legbiztosabban járunk, ha elfogadjuk, hogy a természeti hatók különféle nyilatkozatai csak látszatnak veendők, mely mögött a valódi létező, az energia lappang, melyet érkeinkkel fel nem foghatunk és melynek egyedi mértéke az intenzitás. A kine-

tikai elméletekben a mozgás maga az érzéki sphaerába esik, de azért még mindig megmarad az érzékentúli magva, t. i. az anyag mibenléte, mely lényegében transzcendens. Tőrekvésünk oda irányul, hogy az egész fizika terén csak egyféle transzcendens tárgy legyen, s ez a közönséges anyag.

Egyelőre még számos régi, égető kérdésre várjuk a feleletet, mely nélkül a természet hatóiról magunknak egységes, következetes nézetet nem alkothatunk. A jelen század kezdete óta a fizikusok hozzá szoktak a távolba hatás gondolatához. A közönséges anyag, az elektromosság és a mágnességi fluidum ugyanazon törvény szerint működik; más hatókra, vagy igen csekély távolságokra nézve feltételezték, hogy a hatás a távolságnak nem második, hanem valamely magasabb hatványától függ. A mellett maradt még néhány jelenség, mely a távolba hatás ramájába épen séggel nem illett bele, mint pl. a surlódás, mely ekképen az elméleti fizikának mintegy peremén maradt. Azóta a fel-fogások változtak. Az áramló elektromossággal való foglalkozás a hatás közlésére vonatkozó nézeteket is megváltoztatja. Senki sem tudhatja ugyan, mily cél felé fejlődik a mi tudásunk a természeti jelenségeket illetőleg, de az eszmék vonulatiának irányát mégis lehetséges felismerni. *Úgy látszik, hogy a közbenjáró nélküli távolbahatás oly elmélet előtt lesz kénytelen meghátrálni, mely a térre nézve ugyanazt iparkodik elérni, a mit az időre nézve mindig megköveteltünk, hogy t. i. valamely változás a közellenül előttevaló időben fennállott állapot által teljesen meg legyen határozva.*

Ha mai fizikai ismereteink magas párkányáról azon utakat áttekintjük, melyeket az emberi szellem választott, hogy e magaslatra feljusson, folytonos küzdelmet, szünet nélkül való tusát látunk a természetnek újonnan meg újonnan feltűnedező jelenségei és az emberi ész felállította gondolkodási alakok között, melyek rendeltetése a természeti jelenségeket magukba fog-

lalni, oly czélból, hogy a külvilágról képet alkossanak. Erre czéloz a természettudományokkal való foglalkozásunk, melynek több ezer éves történetében biztos törvények kiszabta fejlődési menet mutatkozik. Hasztalan törekvés a tüneményvilágot a filozófiai kategóriák Prokrustes-ágyára feszíteni. Pedig számtalanszor találkozunk efféle kísérletekkel, melyek a módszeres gondolkodásnak hasznára váltak ugyan, de mint megoldások nem bírtak megállani.

Az egész fizikának végső tendenciáját nézetem szerint a következő tételbe foglalhatni össze. Tudományunk arra törekszik, hogy a különféle kvalitásokat, azaz minőségbeli különbségeket, melyek a külvilágnak mintegy ismeretleneit teszik, fokozatosan kiküszöbölje és helyette mindenütt quantitásokat, azaz mennyiségbeli különbségeket, tehát a mi saját gondolkodásunk elemeit helyettesítse. Mert a kvalitás a mi gondolkodásunkban az ismeretlen x; csak ha a minőségbeli különféleség teljesen elillant és a tüneményvilágot gondolkodásunk termékeiben, számokban bírjuk kifejezni, akkor értük el a gondolkodásnak és egyszersmind a felismerhetésnek a határait. Itt kezdődik a Du Bois-Reymond-féle »ignorabimus«. Azért törekszik pl. a chemia arra, hogy az elemek közti minőségi különbséget egy bizonyos ősi kvalitásnak: a materiának quantitativ, azaz mozgási viszonyaiban keresse. Az energia törvénye, az anyag-megsemmisíthetlenség elve, legfőbb természeti törvény és egyszersmind quantitativ törvény. Különböző kvalitások között törvényt nem is állíthatunk fel.

A fizika történetéből látjuk, miként tért át a gondolkodó ész az egyszerűbből a bonyodalmasabbra. Először az anyag szerkezetére nézve igen határozott, az anyagnak hatásképességére nézve pedig egészen elmosódott képet állított fel. Aztán egyszerre két fontos új fogalom merül fel. A fizikai törvény Kepler három szabályának alakjában és az erő dinamikai fogalma. Lassanként általá-

nossá válik a meggyőződés, hogy az erő fogalma alkotja a különféle tünetmények között a kapcsot és kezdik a kapcsolatot keresni az erő és az érzékileg felfogható mennyiségek között. Ekként fölvetik az erő kérdését a tünetényvilág mindegyik körében. A jelen században beköszönt az átalakulás és a tisztán felfogott energia fogalma, melyet majdnem kétszáz esztendeig az erővel cseréltek fel. *Az átalakulás és az általános energetika alkotja fizikai gondolkodásunk vezérlő eszméit.* Az energia törvénye mint világnézet fogható fel, mely a mechanikát természettudományképen foglalja magába. Maxwell az energia törvényében a természet alaptörvényét látja. Egykoron az eleven erő törvényét a dinamikai differenciál-egyenletekből származtaták, most megfordítva ama differenciál-egyenleteket az energia törvényéből vezetjük le. A fizika története nagy tanulságot is rejt magában. Gondolkodásunkat a tudomány jelen állapotának megfelelő iskolázása bizonyos mederbe tereli, melyet elhagyni csak kevésnek sikerül. Elég példát ismerünk erre. Az energia tanát a czéhbéli fizikusok a meddig lehetett elleneztek; az új korszakot a természet felismerésében pedig egy kezdő fizikus (foglalkozására nézve katonatorvos), néhány technikus

és egy vidéki orvos inaugurálta. Michael Faraday, londoni kovács fia, ki rendes iskolázás nélkül nőtt fel, az ő sajátosság, az iskolai gondolkodás formáitól annyira elütő eszméivel mindig az energetika ösvényein haladt; sajátyszerű gondolatalkotmányait csak most kezdik matematikai alakba önteni. Csak a fejlődés menetének ismerete szabadítja fel szellemünket azoktól a korlátoktól, melyeket a tudomány pillanatnyi fejlődésmenete felállít és csak az mutatja, miképen keletkeznek és változnak a fogalmak, miképen tűnnek fel és enyésznek el az elméletek. Mert az elméletek a tudomány élő organizmusában a gondolatcserének alávetett, változékony részek. Bizonyos ideig mozgásban tartják az eszmék áramlását, azután ellankadnak és új elméletek lépnek helyökbe. De nincs kizárva, hogy idők múltán ily rég eltemetett eszmék új életre ne ébredjenek, mire a tudomány története elég példát nyújt. A ki tehát helyes ítéletét meg akarja óvni, mindig arra törekedjék, hogy megkülönböztesse tudásunknak biztos elemeit attól, a mi csak korunk tudományos felfogásának múltó terméke. Mert, mint Galilei mondja: »A mi ismereteink mértéke nem egyszersmind a meglevő tárgyak mértéke«.

HELLER ÁGOST.

A HAZAI FENYVEK MAGYAR NEVEL.

Harmadizben foglalkozik immár Közlönyünk ez évi folyama a hazai fenyvek magyar neveinek kérdésével. A milyen őszintén óhajtjuk természetrajzi nomenklaturánk megmagyarosodását és megállapodását, épen olyan kellenlenül adunk tért azoknak a meddő fejtegetéseknek, melyek két névnek felcserélve való használatából keletkezve, egyrészt az illető magyar elnevezések prioritására, másrészt a *gyakorlat mai használatára* támaszkodnak s az illető nevekhez makacsul ragaszkodnak. S bár a nevek közül való választásnak, az egyik elfoga-

dásának vagy elvetésének kérdése ez esetben igen egyszerű s csak az lehet, hogy vajjon a magyar elnevezés prioritásának vagy a gyakorlat mai követelésének adjunk-e elsőbbséget: mégis közöljük a rávonatkozó fejtegetéseket, melyek hozzánk érkeztek; sőt, hogy talán egyéni felfogásunknak a helyes megállapodás áldozatul ne essék, felszólítottuk Választmányunk botanikus tagjait, közöljék velünk a kérdéses nevek megállapítására vonatkozó nézetöket, hogy tájékozódjunk, vajjon ők is oly főben járó dolognak tekintik-e a magyar elne-



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.