

tuffa borítja. Ezen általános szabály alól csupán a H mellékbarlang tesz kivételt, a mennyiben ott mésztuffa nincsen, vagy ha lett volna is, az csak igen vékony lehetett; de ezen mellékbarlang abban is képez kivételt, hogy emberi maradványokban és nyomokban bővelkedő *culturréteg*-e van.

E réteg képződése — állat-zárványai után itélve — már nem esik a diluvialis korszakba, de mind a mellett a történelem előtti kor oly régi szakában ment véghez, melyben a barlangban tartózkodott ember a fémek használatát valószínűleg még nem ismerte, hanem kőből és csontból készítette szükséges eszközeit. Minthogy azonban ezek az emberek az edények készítésében a tökély igen magas fokára emelkedtek volt, és azonkívül a juhot (kecskét) disznót és valószínűleg már más állatokat is házi állatúl birtak, be kell vallanunk, hogy ők a műveltségnek nem legalsóbb fokán állottak, és azért, úgy vélem, egészen helyesen járunk el, ha az embernek ott tartózkodását és így a *culturréteg* képződését is az úgynevezett *neolith*-korszakba (újabb kőkorszak) helyezzük, vagyis ugyanabba a korba, melybe Lóczy a lizzkovai barlang (Liptó megyében) lakóit sorozza.*

DR. RÓTH SAMU.

* Lóczy: „A baráthegyi barlangban talált maradványok“. Természett. Közlöny, IX. k. 344. lap.

XXVIII. A TUDOMÁNYOS MÓDSZER RŐL.

II.

A föltevésnek hasznavehetőnek kell lenni; nem szabad egyetlen, biztosan megállapított, tudományos általánosítással sem ellenkeznie, s a mit előre mond, azt alá kell vetnie a pontos kísérleti módszer által való bebizonyításnak.

A jó és helyes tudományos föltevésnek hasznavehetőnek kell lenni; azaz, arra kell bennünket képesíteni, hogy valamit pontosan előre mondhassunk — a mit azután a kísérlet vagy megerősíthet, vagy megczáfolhat. A határozatlan, tévedező általánosítás, mely a szoros deductiv okoskodás vagy elmélkedés előtt sem állhat meg, soha tudományos föltevéskép nem szerepelhet.

A jó és helyes tudományos föltevésnek nem szabad egyetlen, biztosan meg-

állapított, tudományos általánosítással sem ellenkeznie. E tétel ellen talán többeknek kifogásuk lesz. Gyakran találkoznunk ugyanis olyanokkal, kik nyomósan rámutatnak arra az eljárásra, a mely szerint a természettudomány minden eleve elfogadott eszmét s a régi világ minden fogalmát mint megannyi soká dédelgetett önámítást kimutatott és ezzel egyszersmind végkép megdöntött. És ebben igazuk is van; csakhogy ezek — tartok tőle — a dolog másik oldaláról teljesen megfelelkeznek. Elfeledik ugyanis, hogy ha a természettudomány nekünk semmi egyebet nem nyújtott mint oly változásokat, melyek más változásokat követtek, és oly tanokat, melyeket ismét mások döntöttek meg és helyette-

sítettek — csakis azért, hogy azután a természettudomány haladásával ezek is elmellőztessenek: akkor soha a természettudomány nem követelhetné, hogy tanait elfogadjuk. Pedig a természettudomány csak azért felelhetett meg hivatásának oly kiváló módon, mert a mily termékeny a változásokban, ép annyira tud, a hol kell, conservatív is lenni egészen a túlságig.

Oly keveset tudunk a természetről, hogy minden pillanatban készeknek kell lennünk túladni mindazon, a miről azt hittük, hogy valóságos ismeret; oly nagy mégis a természet állandóságába vetett hitünk, hogy mindaddig, míg abszolút kísérleti bizonyítás az ellenkezőről meg nem győz, azokhoz az elméletekhez kell ragaszkodnunk, melyek a tények lassú halmozása által nyerettek.

Az oly elmélet, minő az energia megmaradása, nem egyéb számtalan tény általános kifejezésénél: megmagyarázza e tényeket; nem egyéb mint a természettudomány egyik biztosan megállapított általánosítása. Ha már most például több rendbeli újonnan fölfedezett tényeket akarnánk magyarázni, nyilvánvaló, hogy kötelességünk oly föltevést fölláttani, mely a maga részéről az energia megmaradásával ne ellenkezzék. Mert ha másként járunk el, akkor alkalmasint azt vesszük föl, hogy mindaz a számtalan tény, a melyen az elmélet nyugszik, pontatlan. Pedig a legtöbb esetben jobb az önmegfigyelt tényekben kételkedni, mint az oly biztos alapra fektetett általánosításban. Ez a felelet-adás egyik módja. Más részről azonban elismerendő, hogy az energia megmaradásának elmélete, elmélet csupán: valószínűleg igaz; de nem tudjuk, nem is tudhatjuk, vajjon bizonyosan igaz-e vagy sem? Ha a megfigyelt tények a leggondosabb megfigyelés után is változatlanok maradnak, s ha ezek az általánoson elfogadott elmélettel kézzelfoghatólag ellenkeznek, akkor a leghelyesebb eljárás kétség kívül az lesz, ha ítéletünket teljesen fölfüggesztjük

mindaddig, míg egyéb kísérlett tényekkel is még nem rendelkezünk. Ha mindazáltal a megfigyelt tények az elmélettel teljességgel meg nem egyeznek, s ha e tényeknek ellentmondanunk nem lehet, akkor az elméleten túl kell adnunk; rendeltetésének eleget tett s immár bővebb általánosításnak kell a helyébe lépni. A tudományos bűvárnak azért az elmülethez kell ragaszkodni — de késznek is kell lennie arra, hogy föl hagy az elmélettel, mihelyt a tények úgy kívánják.

Azt hiszem, elsőrendű fontosságú, hogy a természetbúvár munkásságát ebből a szempontból nézzük és ítéljük; ki kell jelentenie, hogy teljesen megbízik a természetben, de hogy nem bízik a saját tehetségében, melylyel a természet műveit fölfogni igyekszik; hogy érzi, hogy minden dolog változó. de hogy azért ragaszkodik mindenhez a mit a változatlanból megragadhat. A természettudós elméje tehát egyaránt ellenkezik azokkal, a kik elakarják velünk hitetni, hogy a „diadalmas elemzés“ végre mindent hatalma alá hajtott — valamint azokkal, a kik velünk a tények tanítása helyett a tekintélyét akarnák elfogadtatni. Mind a két irány hívői oly sok ismeretről szólnak, a mennyivel egyikök sem bír. — A jó és helyes tudományos föltevésnek utolsó jellemvonása azonban, hogy a mit előre mond, azt kész a pontos kísérleti módszer által való bebizonyításnak alávetni. Minden újonnan fölfedezett tény, melyet egy elfogadott föltevés jegyeivel magyarázhatni, hozzájárul valamivel e föltevés valószínű igazságához. Minden újonnan fölfedezett tény, melyet a föltevés jegyeivel nem magyarázhatni, csökkenti valamivel e föltevés valószínű igazságát. Megfigyelhetünk oly tényeket, melyek előlegesen elfogadott föltevésünkkel kézzelfoghatólag ellenkezők, de azért még nem vagyunk ellenjogosítva arra, hogy e föltevést elítéljük, mert meglehet, hogy vagy csak részben vizsgáltuk meg az illető tényeket, vagy pedig hogy a föltevés egész birósságát

még teljesen föl nem használtuk. Hogy azonban a föltevés fönállhasson, arra nézve szükséges, hogy egyetlen oly kísérletileg bizonyított tényre se lehessen rámutatni, melyet lehetetlennek kellene mondanunk, ha a föltevés helyes és pontos volna. Világítsuk meg ezt egy példával: A phlogiston-elmélet támogatói azt állították, ha egy fém elégettetik, akkor különválnak a phlogiston-tól; hogy az elégés származéka fém, *minus* phlogiston, és hogy az elégés származékának fémmé való visszaalakítása a phlogiston absorptiója által történik. Annak az elméletnek támogatói pedig, melyet oxigén-elméletnek nevezhetni, azt állítják, ha egy fém elégettetik, akkor oxigénnel egyesül, hogy az elégés származéka: fém *plus* oxigén, és hogy az elégés származékának fémmé való visszaalakítása az oxigén eltávolítása által történik. Mind-egyik föltevés mellett számos tény szól; mindegyik számos tényt magyaráz meg. De a tény, melyet Davy 1807-ben fölfedezett, hogy a kálium és nátrium nevű fémek, valóban az oxigénnek azon állományokból való eltávolítása által állnak elő, a melyek maguk is akkor képződnek, midőn a fémek elégettetnek — ez a tény, mondjuk, a phlogiston-elmélet jegyeivel nem volt magyarázható. Le kellett tehát mondani vagy a tényről, vagy az elméletről. A tény minden kétséget kizáró módon volt megállapítva; ennélfogva az elméletnek — legalább az akkor elfogadott alakjában — meg kellett buknia.

A jó és helyes tudományos föltevésnek meg kell egyeznie a tényekkel; de ebből nem következik, hogy egyszerűnek kell lennie, vagy hogy hiedelmünkre nem kellene számítani. Az a föltevés, mely a fény tényeit egészen helyesen megmagyarázza, valóban — mondhatnók szinte — majdnem képtelen igényeket támaszt hiedelmünket illetőleg. „A physikusok azt kívánják tőlünk, hogy minden közönséges nézetünkről lemondva, azt higgyük, hogy a csillagok közti tér, mely oly üresnek

látszik, épen nem üres, sőt hogy oly *valamivel* van tele, a mi szilárdabb és rugékonyabb az aczélnál. Mint Dr. Young megjegyzi: A világosságot terjesztő éter, mely minden tért elfoglal és minden állományt áthat, nem csak igen rugékony, hanem absolute szilárd is.“ Sir John Herschel kiszámította, mekkora az az erő, mely a fény hullám-elmélete szerint a tér minden egyes pontjára körülbelül hat s úgy találta, hogy az 1,148,000,000,000-szer múlja fölül a közönséges lég rugékonysági erejét a föld földszinén, úgy hogy az éternek a fölszin egy négyzet hüvelykére való nyomásának körülbelül 17 billió fontnak kell lenni. És mégis élünk és érezhető ellentállás nélkül mozgunk e közegben, mely végtelenül keményebb és sokkal rugékonyabb a gyémántnál. Az ily föltevessel szemben minden közönséges nézetünkről és fölfogásunkról le kell mondanunk, pedig nem egyéb az sem, nem több, mint a minek elfogadására a fény és hő tüneményei bennünket kényszerítenek.“*

Épen így kényszerít a gravitáció föltevése elhinnünk, hogy az anyagnak egy részecskéje itt e földön, e pillanatban hat az anyagnak minden más részecskéjére a világegyetemben, még pedig nyilván oly hatással, a melyre nézve az idő tekintetbe se jó, míg másfelől valamennyi bolygó tömege, mint valami vékony ernyő, valósággal *semmi* ellentállást ki nem fejt.

Midőn a természettudomány föltevéseit vizsgálni kezdjük, úgy találjuk, hogy a tökéletesség igen különböző fokáig fejlesztettek. „Ha a szóban forgó erőket — mint például a bolygók mozgása és pályazavarása esetében — teljesen ismerjük, akkor a matematikai elmélet föltétlenül helyes és igaz s csak annyiban szorúl még elemzésre, hogy a legtávolabbi részleteket is kidolgozzuk. Ekkép nagyban megelőzi a megfigyelést s képes ez olyan hatásokat is előre mondani, a melyek meg sem figyeltet-

* Principles of Science, II, k., 145. l.

tek, mint teszem a Vénusnak a Földre való hatásától származó Holdi (lunaris) egyenetlenségeket stb., a minék igazi okára semmiféle megfigyelés, melyet az elmélet nem segített, soha rá nem vezetett volna bennünket. . . . A matematikai elméleteknek egy másik osztálya, mely a kísérletek bizonyos körén alapszik, jelenleg hasznos, sőt némelykor új és fontos eredményekre mutatott rá, melyeket a kísérlet utóbb igazolt is. Ilyenek a hő mozgási elmélete, a fény hullám-elmélete, stb. . . . Az elméletek egy harmadik osztályát igen alkamasan mutatják be a matematikai elméletek a (vezetett) hőről, a (statikus) villamosságról, és az (állandó) delejességről. Ámbár nem tudjuk, *hogyan* terjedt el a hő a testekben, sem pedig, hogy *micsoda* a statikus villamosság vagy állandó delejesség, azért a bennök működő erők törvényeit ép oly pontosan ismerjük, mint a gravitációét, a matematikai elemzés alkalmazása által pedig ép úgy kifejezhetők az ő végső következményeik, mint emezéi.*

Ha azonban lehetetlen a természet tényeit minden lehető combinatio szerint csoportosítani s azután belőlök általános törvényeket lehozni; s ha más oldalról mégis szükséges föltevéseket használni, úgy joggal kérdezhetni: Nincs-e valami alkalmazható módszer a föltevések képzésére? nincs-e semmi, mi bennünket a természet törvényeinek kikutatásában vezethetne? A föltevések képzésére persze nem lehet *szabályokat* fölállítani, valamint képtelenség volna arra *tanítani*, hogyan lehessen valaki lángész? Ha azonban a gondolkodás azon irányait kutatjuk, melyek a legkitünőbb természettudósokat nagy fölfedezéseikhez vezették, mégis úgy találjuk, hogy képezhetünk magunknak némi általános fogalmat azon módszerről, melyet követtek. Ezekre a fölfedezésekre ugyanis nyilván a hasonlóság, az analógia vezette őket.

* Thomson és Tait. The Oxford Pamphlet, 110. l.

Egy vagy több hasonló mozzanattól, melyeket a különböző állományok vagy a tények különböző csoportjai között találtak, a hasonlóságnak több meglevő pontjára következtettek; ekkor azután föltevéseket képeztek, a melyek őket azután későbbi kísérleti kutatásaikban vezérelték. Hadd magyarázzuk meg ezt egy példával: Midőn egy villamos gép mozgásba hozatott, sajátságos szag vétetett észre; midőn egy darab nedves phosphort hagytak a levegő befo lyásának kiteve, hasonló szag vétetett észre; midőn egy meleg üvegrúd aethergőz és lég egyvelegébe mártatott, hasonló tünemény volt észlelhető. E megfigyelt hasonlóságokból Schönb e i n azt következtette, hogy a sajátságos szagnak mind a három esetben alkalmasint azon egy oka volt, s midőn kísérleti kutatásával e hasonlóságnak utána járt, fölfedezte az ozont — egy állományt, mely az általános chemiai elméletben igen fontos szerepet visz és bizonyára ezután is fog vinni.

A chemia számos tanulságos példáját szolgáltatja a hasonlóság alkalmazásának; e tudomány tényleg majdnem egészen oly, többé vagy kevésbbé általános törvényekből áll, melyek hasonlósági okoskodás vagy elmélkedés útján nyertettek. Régóta ismerték már a tényt, hogy bizonyos elemek oly csoportokat képeznek, melyeknek igen sok közös sajátságaik vannak s e mellett olyanok, melyek azokat más csoportoktól többé vagy kevésbbé élesen különböztetik. A további tény, hogy számos esetben szabályos fokozás észlelhető az ily csoportok tagjainak atóm-súlyában, arra látszott utalni, hogy az elemek atóm-súlya és általános chemiai magatartása között bizonyos összefüggés létezik. E fölvétellel (assumptio) igen sok tény egyezik meg. A chemiai sajátság és az atóm-súly változása közti összefüggés az utóbbi években folytonos figyelem és kutatás tárgyát képezte; és M e n d e l e j e f f és mások kimutatták, hogy, ha az elemek atóm-súlyuk szerint osztályoztatnak olyformán, hogy

azon kezdjük, melynek legkevesebb a súlya, akkor az általános sajátságokat — és pedig nemcsak az elemekéit, hanem ezeknek összetételeiét is — az atom-súly funkcióiként tekinthetjük; hogy továbbá e funkciók periodikusak — azaz, hogy az elem-csoportok a növekedő atom-súly szerint lehetnek képezve és hogy az általános viszonyok, melyek, mondjuk, a második csoport harmadik tagja és ugyanazon csoport többi tagjai közt fönállanak, megfelelnek azoknak a viszonyoknak, melyek a negyedik csoport harmadik tagja és e csoport többi tagjai közt fönállanak. A hasonlóság nyomán haladva, Mendelejeff egy oly föltevést állított föl, mely a *periodikus törvény* kissé kétértelmű neve alatt ismeretes, és e föltevés alapján ő egynemű dolgokat előre is mondott. Így egyebek közt előre mondta azt is, hogy még másnemű elemi testek is léteznek, mint a milyeneket idáig ismerünk; sőt sikerült neki néhány ily föltevés elem bizonyos tulajdonságait előre megjelölni. És nem egy része annak, a mit előre mondott, teljesedésbe is ment. A legújabb adalék a chemiai elemekhez a gallium: több sajátsága — tényleg általános chemiai magatartása, legalább a mennyiben ez idáig a kísérleti vizsgálat tárgyát képezte — majdnem egészen pontosan megfelel Mendelejeff föltevés elemi egyikének. Ime egy példája az oly föltevésnek, mely hasonlósági elmélkedésen alapszik.

Csakhogy a hasonlóság félre is vezethet; s ez meg is esett már többön, kik az ő nyomán képeztek föltevéseket. Midőn a teleskópok kitünőbbek lettek, a csillagászok fölismerték, hogy a ködfoltok csillagrajokra redukálhatók. És e gáznemű tömegekről egymásután bizonyították, hogy valósággal szilárd anyagú halmazok. A hasonlóság arra utal, hogy valamennyi ködfoltról ki lehetne ezt mutatni, ha ugyan elég hatalmas eszközökkel rendelkezhetnénk vizsgálatukra. Közben azonban a kutatásnak egy új módszerét fedezték föl; és

Huggins a spectral-analysis használatával segítségével azután bebizonyította, hogy némely ködfoltok valóban gáznemű anyagból állanak, s így kimutatta, hogy a hasonlóság e testek alkatában valósággal nem oly tökéletes, mint a hogy hitték.

A hasonlóságot, nyilvánvaló, kellő óvatossággal kell használni. És itt is látjuk, mennyire szükséges a lángész a természettudományban. A közönséges ember halomra gyűjtheti a tényeket, ki is mutathat némely hasonlóságot a tények csoportjai közt, de csak a lángeszű ember fogja azt a hasonlóságot fölfedezni, mely a nagy általánosítokhoz elvezet. Nagyon valószínű, hogy nem egyszer még a lángész is hamis csapáson fog elindulni; de ha igazi kutatója a természetnek, akkor a hasonlósági elmélkedés segítségével képzett föltevésével nem csak a képelet isteni adományához fog fordulni, melylyel őt a sors megáldotta, hanem a tényekhez is, és így föl fogja fedezni az igazi hasonlóságot és föl fogja állítani végül a helyes föltevést.

A természettudomány mindegyik ága a tények óriási halmazát tűnteti föl a bűvár előtt: ezek között néhányan, melyeket az általános törvények lehozásában vezetőkül tekinthetni, fontosabbak, mint egyéb tények. Az az eset sem ritka, hogy némely tény, melyet az általános elfogadott föltevés alá sorozni nem lehet, a kutatót utóbb egy új és általánosabb vagy bővebb föltevéshez vezérli: „Ha egy kísérletben, melynek minden ismert okát számba vettük, némely megmagyarázatlan hatások maradnak hátra — legyenek azok bármily csekélyek is, úgy ezeket gondosan meg kell vizsgálni s kísérleti készletek stb. elrendezésének minden lehető változatát meg kell kísérteni mindaddig, míg e visszamaradt tüneményt annyira ki nem emeltük az összefüggésből, hogy okát fölfedezni képesek vagyunk. Tán éppen e pontot illetőleg várhatjuk legjobban a természettudomány mai állapotában ismereteink bővülését: leg-

alább a physika legújabb története ily eljárásra sarkal bennünket.“ *

Hogyan használja föl a lángeszű természettudós a „visszamaradt tünetmenyeket“, arra érdekes példa a Neptunus bolygónak fölfedezése Adams és Le Verrier által. Az Uranus bolygónak mozgásában csekély szabálytalanságokat figyeltek meg: ezeket tanulmányozták; fölállították azt a föltevést, hogy e sajátos mozgások egy ismeretlen test jelenlétének tulajdonítandók; gondos megfigyeléseket folytattak s az új bolygó fölfedeztetett.

A természettudományok majdnem mindegyik ágában találkozhatni ily visszamaradt tünetmenyekkel, melyek még várják a magyarázatot. Említsünk meg egyet, például a chemiából. Vajjon a phosphor és arzén gőzeinek sűrűsége miért kétszer akkora, a higany és cadmium gőzeinek sűrűsége pedig félszer akkora, mint a milyenek, a hasonlósági okoskodás nyomán haladva, képzelnők? Itt egy megmagyarázatlan ténynyel állunk szemben, a mely valamikor, kétségkívül, sok következményt fog föltárni.

És ezzel kiemeltem valamennyi főbb pontját azon módszernek, melyet a természettudósok a természet igazságai után való kutatásaikban idáig követtek és fognak követni ezentúl is. Végezetül még hadd mondjak néhány szót a tudományos módszer határait illetőleg.

A természettudományban tényekből indulunk ki, azután föltevéseket képeziünk, melyeket ismét a tényekre való hivatkozással bizonyítunk. Oly nagy azonban a kínáló tények csoportja, hogy csak igen csekély, mondhatni, végtelen csekély részöket lehet megfigyelnünk vagy kísérletileg meghatározunk. E szerint épen nem remélhetjük, hogy kielégítő föltevéseket fogunk képezhetni arra nézve, hogy valamennyiöket megmagyarázhatassuk. Ez áll a physikai világ tudományára nézve. A

* Thomson és Tait, The Oxford Pamphlet, 108. l.

természettudósok már számtalan tényt gyűjtöttek egybe; de ahhoz kétség sem fér, hogy a természetnek még ismeretlen tényei messze fölülhaladják az ismert tények számát. De még ez ismert tények közül is mily kevés van idáig megmagyarázva! Alig mondhatni: a probléma „a három testnek egymásra való kölcsönös hatásáról, melyek a gravitatio törvényének föltevése szerint hatnak egymásra“, immár teljesen meg volna oldva. S ha ez az aránylag egyszerű eset már annyi fejtörést okozott a matematikusok éleselműségének, mit szólhatunk a matematikai eljárásnak az oly mozgások és kölcsönhatások magyarázatára való alkalmazásáról, melyeket a chemiai atom alkotó részei hitünk szerint véghez visznek és szenvednek? E részek mindegyike, a mint Sir John Herschel megjegyzi, folyton differentialis egyenleteket old meg, a melyek, ha teljesen kiiratnak, talán a világot öveznék körül.

A természettudományban tudatlanságunk, összehasonlítva tudásunkkal, valóban végtelen nagy; de ha az elmei és erkölcsi tünetmenyekhez fordulunk, hát bizony alig van adatunk, a melyekre szoros tudományos elmélkedést alapíthatnánk. Minden egyes emberi lény végtelen számát szolgáltatja az ellenkedő remény, félelem, vágyás, szenvedély és hajlam tünetmenyeinek, s nincs reményünk, hogy a tudomány ezeket valaha osztályozni képes lesz. Hogyan mérjük az elmei tünetmenyeket? Hogyan mérjük meg pontosan akár egy oly emberi lénynek indulatait, a kiből fölötte kevés indulat van? Minő egységeket alkalmazunk? Hogyan számítsuk ki az egyes emberi élet hatásait a társadalom általános életére? Nincs reményünk, hogy e dolgokat valaha a rideg mennyiségi elemzés hatáskörébe bevonhassuk. Mint Jevo n s tanár helyesen megjegyzi: „Minthogy a csillagászok még nem oldották meg teljesen a három gravitáló testnek problémáját, vajjon mikorra remélhetjük három erkölcsi test problémájának megoldá-

sát? * És álmodhatik-e, vajjon a „diadalmias elemzés“ arról, hogy azon tényeket, melyek az embernek az őt környező physikai világhoz való viszonyára vonatkoznak, valaha formulái alá fogja hozhatni? Ha a physikai és elmei tünetmények már külön-külön is messze túlhaladják vizsgáló képességünket, remélheti-e a tudomány, hogy meg fogja valaha közelíthetni e kettő egymáshoz való viszonyának problémáját? „A lég maga egy nagy könyv, melynek lapjaira mindaz rá van írva, a mit az emberek valaha mondtak vagy csak susogtak is. S a mi így változó de csalhatatlan vonásokkal van följegyezve, az a halandók legkorábbi és legkésőbbi sóhajai-val vegyülten fön marad, ott tartva az örök emlékezet számára — és beváltatlan fogadalmak és teljesítetlen ígéretek a lég minden részecskéjének mozgásában örökkévaló bizonyosságot szolgáltatnak az ember változó akaratáról.“** Nem oldhatjuk meg sem a physikai világ mysteriumát, sem az elmei világ mysteriumát, sem a kettő közt való összefüggés mysteriumát.

Mindazáltal megkísértjük, hogy tudatlanságunk körét kisebbsítük s hogy az ismeretlent ismertté változtassuk át. Arra törekszünk, hogy a tényeket egy általánosítás alá való foglalás által megmagyarázzuk. A természettudomány bővebb általánosításait közönségesen törvényeknek nevezik. S ha egy merész általánosítást véghez vittünk, ha a tényekre hivatkozván, azt találtuk, hogy általánosításaink minden esetben kiállják a próbát, úgy nagyon hajlandók vagyunk azt következtetni, hogy ez általánosításoknak be *kell* válniok minden esetben, és hogy azután a kifejezésnek *kényszerítő* értéket tulajdonítsunk. Igaz, már a „törvény“ szó maga kényszerítő értelmet zár magába. De van-e jogunk ily eljáráshoz? Azt mondani, hogy a törvény minden esetben beválik, nem zár-e végtelen ismeretet magába? Pró-

* Principles of Science, II. k., 458. l.

** Charles Babbage, Ninth Bridgewater Treatise, 113. l.

bára tettük a törvényt mind azon esetekben, melyeket megvizsgáltunk, meg lehet azonban, hogy már a következő esetenél cserben hagy. Jevons kimutatja, hogy „a példák bármily véges száma sem ad elég biztosítékot arra nézve, hogy bizonyossággal elvárhatnók, hogy a következő eset ép oly mivoltú lesz, mint az előbbiek.“ Minden hasonló mivoltú újabb eset, mely az előbbiekhez hozzájárul, növeli annak valószínűségét, hogy a törvény minden esetben be fog válni, de végre is nem nyertünk egyebet valószínűségnél. „A természet törvényei az én nézetem szerint egyszerűen általános tételek a minőségek correlatiojéről, melyekről megfigyeltetett, hogy az idáig megfigyelt testekre nézve beválnak. Azon fölvetel alapján pedig, hogy tapasztalatunk megfelelő terjedelmű és hogy semmi önkényes beavatkozástól nem kell tartanunk, fölállíthatjuk azt a valószínűséget — és ez mindig kevesebb a bizonyosságnál — hogy a következő tárgy, melynek hasonló mivolta kitetsző, ugyanahhoz a törvényhez fog alkalmazkodni.“*

Szólunk anyagról, mely a gravitatio törvényének engedelmeskedik. E tételben benrejölőleg két dolognak létét állítottuk: az anyagét és erőét; az anyagra, egy *valamire*, hat *egy másik valami*, az erő. E két dologról nem igen adhatni jó meghatározást. Anyag az „a mire hatást gyakorolhatni, vagy a mi erőt fejthet ki“; erő pedig „valami ok, mely egy testnek természetes nyugalmát, vagy egyenes vonalban haladó egyforma mozgását törekszik megváltoztatni.“** De az anyag részére ható nehézségi erő nem okozza szükségképen egy testnek a másikhoz való tényleges közeledését; ez erőnek az anyag egy bizonyos adott részére való hatása függ a kérdéses időpontban a tér határain belül levő anyag minden egyéb részecinek számától, tömegétől és távolságától. Nem szabad felednünk, hogy a

* Principles of Science, II. k. 431. l.

** Thomson és Tait, The Oxford Pamphlet, 53., 54. l.

természettörvényeknek a világegyetem anyagára való hatása az anyagnak bármely időpontban való helyrendjétől (helyzetétől) függ. Lehet ugyanazon törvény s az anyagnak ugyanazon tömege adva, mint előbb, de ha megváltozik az anyag eredeti helyrendje, akkor mindegyik helyrend számára más-más lesz az eredmény. Egyes természettörvényekről soha sem szabad föltennünk, hogy más törvényektől függetlenül hat. Vagy talán úgy kell mondanunk, hogy mi, tudatlanságunknál fogva, kénytelenek vagyunk egymásra ható és ellenható egyes törvényekről szólni, míg a végtelen ismeret előtt minden, csak egyetlen törvény ellenőrzése alatt állónak tetszenék. Nekünk azonban mindenesetre különböző törvényeket kell elismernünk; és ezek kölcsönösen egymásra vannak viszonyítva. És ha azt sem remélhetjük, hogy a világegyetem minden tényét meg fogjuk ismerni, bizonyára még kevésbbé remélhetjük, hogy e tények minden törvényét át fogjuk látni, s még ennél is kevésbbé gondolhatunk arra, hogy valaha ismerni fogjuk e törvényeknek egymásra való kölcsönös hatását, s azon módosulatokat, melyeket egy törvény az anyagi tárgyakra való hatásában egy vagy több törvény közbelépte által szenved. De az egyes törvényről való ismeretünk is csak megközelítő: minél gondosabban vizsgáljuk a természetet, annál kevesebb okunk van hinni, hogy működése egyszerű. Eleinte minden zűrzavarosnak tetszik; azután csoportosúlnak a tények, föllátnak általánosításokat és alkotnak törvényeket. Kis vártatra azonban, a mint a kutatás halad és pontosabb módszerek alkalmaztatnak, azt találni, hogy a törvény nem egyezik meg egészen a tényekkel; a formula csak megközelítőleg volt helyes. Vannak csekély kivételek, oly csekélyek, hogy a kutatás régi és durvább módszerei azokat föl nem fedezték — és a törvény szigorú pontosságának vége. A gyakorolt és ügyes természetudós épen az ily kivételek alapján

emelkedik föl gyakran fensőbb általánosításokhoz, a melyek azután a kevésbbé bő alkalmazású általánosítást is magukba foglalják. Ha azonban kutató módszereink minden javítása arra szolgál, hogy a mit azelőtt általános törvényül ismertünk el, arra nézve kivételeket mutasson ki, vajjon föl szabad-e akkor vennünk, hogy *most* az igazi általánosításhoz jutottunk el? Nem felelne-e meg jobban az igazi tudomány szellemének, ha elismerjük tudatlanságunkat, ha megemlékezünk arról, hogy bár egy lépéssel közelebb értük immár a czélt, azért az mégis végtelen távolságban van még tőlünk?

Rámutathatnék e tárgyat illetőleg Cagniard de la Tour és Andrews kutatásaira a gázok fizikai minőségeiről, a melyekben ki van mutatva, hogy azon törvények, a melyekbe Boyle, Mariotte és korábbi physikusok foglalták e tárgyról való látszólag tökéletes vizsgálataik eredményeit, valósággal nem egyebek, mint e problémának csak megközelítő megoldásai. Újabban meg Mendelejeff igen finom és gondos kísérletek által azt mutatta ki, hogy Boyle törvénye nem egészen pontos s így elkészítette az útát egy fensőbb általánosítás számára. Térszúke miatt azonban nem térhetek itt rá e részletekre.

Egy jól megállapított fizikai törvényről rendesen azt hisszük, hogy folytonosan és örökké hat. Pedig valósággal az nem egyéb fölvételnél — bár oly fölvétel, melyre a legtöbb esetben szükségünk van, midőn a világegyetem problémáinak tudományos megoldását kísértjük meg. Pedig igen nyomós okok szólnak azon hiedelem mellett, hogy a természettudománynak némely igen jól megállapított általánosításai nem váltak be mindig. Sir William Thomson kimutatta, hogyan lehet bizonyos esetekben egy testnek jelenlegi hőállapotából (a Fourier-féle théoréma nyomán) dedukálni azt, hogy milyen volt annak hőállapota azelőtt, s ebbeli kutatásainak egyik eredménye a ráutalás „egy oly

elmúlt időpontra, a melyből a dolgok mostani hőállapota nem magyarázható meg bármely megelőző időbeli hőmérsékletből, a mely a közönséges vezetési útján terjedt el. A közönséges vezetési útján kívül még valamely más esetnek is kellett ez idő óta beállania, hogy a mostani állapot létrejöhesse. Ez csak egyike azon eseteknek, a melyekben az energia megoszlásáról való elmélkedés a dolgok megfigyelt rendjének körére nézve egy felső határ meghatározására vezet.“*

Lehetetlen oly törvényt képzelni, mely a folytonosságnak egy vagy több rendbeli megszakítását tüntetné föl. Babbage azonban kimutatta, hogy elméletileg egy oly gépet is ki lehet gondolni, mely valamely határozott törvény szerint fog egy bizonyos ideig működni s mégis egy meghatározott időpontban a törvény egyszeri megszakítását fogja föltüntetni. A gép, például úgy lehet megszerkesztve, hogy végtelen időn keresztül a természetes számokat számolja. „Ha e könyvnek, mondja Babbage, mely most az olvasók szeme előtt van, minden betűje egy-egy alakká változék, s ha mindazon alakok, melyek ezer ilyen kötetben volnának, bizonyos rendben volnának elhelyezve, úgy mindez még távolról sem közelítené meg az inductiónak azon végtelen sorát, melylyel az olvasó a természetes számok törvényének javára rendelkezett. . . . Az említett gép azonban, úgy a mint föltalálja azt előre mondá, myriád év eltelte után is teljesítené föladatát, és föltüntetné ez egy, ez első és egyetlen kivételt az idők szentesítette törvény alól. És vajjon mekkora lett volna a bizonyosság a kivételes eset jelensége ellen, közvetlenül feltunte előtt?“**

A tudományos általánosítások alkalmazásában azt vesszük föl, hogy a jövő

* Clerk Maxwell, Theory of Heat, 244—245. l.

** Ninth Bridgewater Treatise, 140 l., idézve Jevons által, Principles of Science, II. k., 447. l.

olyan lesz, a minő a jelen; elmellőzzük, mintegy szükségképen, azt az eshetőséget, hogy a dolgok jelen rendjében hirtelen változás állna be. Pedig semmi okunk sincs az ily változások lehetőségének tagadására. Vannak tények, melyek igen valószínűvé teszik számos sötét testnek a térben való létezését. Hogyan tudhattuk hát, hogy e láthatatlan testek egyikének bolygónkkal való összeütközése nem fog-e a dolgok jelenlegi rendjének hirtelen véget vetni? És vajjon kikutatjuk-e az erőnek minden rejtett forrását csak magában a földben is? És ki van az az eshetőség zárva, hogy valamely hirtelen kitérés véget vet a világnak s minden lakójának egy szempillantás alatt? E fölvetések éppen nem tudomány-ellenesek; de igenis tudomány-ellenes tökéletes ismeretet fölvenni, midőn valójában majdnem semmit sem tudunk.

Azt hiszem, eleget mondtam annak föltüntetésére, hogy a tudományos módszerszükségképen korlátolt, és hogy a saját tudatlanságunk és a még ezután megoldandó problémák végtelen számának fölismerésére vezet bennünket.

A tudomány segítségével emelkedünk föl a változótól a változatlanhoz; de ha igaz az, a mit a természettudomány törvényeinek korlátolt voltát és a természet ismeretlen lehetőségeit illetőleg mondtam, akkor úgy látszik, mintha a szilárd talaj, melyet már-már biztosítottunk véltünk, lábaink alatt ingadoznék. Bizonyos értelemben valóban úgy is van; de más és felsőbb értelemben e talaj biztos és szilárd marad. Ha a saját kicsinységünket és a természet nagyságát ismerjük, akkor a természettudomány föltünteteti előttünk a törvény uralmát, de egyszersmind arra is fölhív bennünket, hogy óvakodjunk a mi részleges magyarázatainkat az ő törvényeinek fölibe helyezni; fölhív bennünket a tények megvizsgálására, de lehető nagy óvatosságra egyszersmind e tények magyarázatában. Eleget tanultunk már arra nézve, hogy tudjuk, hogy ámbár a világegyetem mysteriumaiba soha be

nem hatolhatunk, azért a világegyetem mégis bizonyos rendnek hódol. S ha már az a kis rész, melyet a természettudomány magának a világegyetemből

meghódított, szervezetében és működésében oly bámulatos — vajjon milyennek kell lennie az egész Világegyetemnek?
DR. BÁNÓCZY JÓZSEF.

XXIX. AZ 1877-BEN ELHÚNYT TERMÉSZETTUDÓSOK NEKROLOGJA.

Alexander Bain, az elektrikus telegraphia terén mint feltaláló szerzett magának nevet; szül. 1818-ban Aberdeenben, 1840-ben a morál-philosophia tanára az ottani Marishal-College-en, 1847-ben az egészségügyi hivatal titkára Londonban, 1858—62-ig a londoni egyetemen a logika és morál-philosophia examinátora, 1864—69-ig ugyanily minőségben, miközben Aberdeenben tanárkodott; több év óta megbénulva január 2-án Broomhillben, Kirkintilloch mellett, kórházban végezte életét. Neki köszöni Anglia az 1838-ban Steinheil által feltalált földvezető gyakorlati alkalmazását (Wright és Bain szabadalma 1841), szintúgy az első elektrochemiai telegraphot (szabadalom 1846), valamint az elektrikus normálórak szerkesztését és sok egyebet. — Ezek mellett mint író rendkívül tevékeny volt, többek közt a Chamber School series című vállalatban 1847 és 1848-ban kézi könyveket írt a csillagászatról, a villámosságról és a meteorológiáról. „A short history of the electric clocks with explanations of their principles and mechanisms (1852), Mental and moral science, a compendium of psychology and ethics (2. kiad. 1872), Logic (2 köt, 1870), Geist und Körper (Brockhaus internat. wissenschaftl. Bibliothek 1874)“.

Alexander Braun, nagy érdemű botanikus, szül. 1805 május 5-én Regensburgban; kezdetben a botanika tanára Freiburgban, 1850-ben Giessen és 1852-ben Berlinben, hol is mint növénykerti igazgató, akadémiai tag, haláláig, márczius 29-ig működött. Hirnevét kezdetben a „Vergleichende Untersuchung über die Ordnung der Schuppen

Természettudományi Közlöny. X. kötet. 1878.

an den Tannenzapfen“ (Bd. XIV. der Abh. der Karolinisch-Leopoldinischen Akademie) alapította meg, melyben a növénylevelek elhelyezkedésének tanát fejtette ki; főmunkája „Betrachtungen über die Verjüngungen in der Natur, insbesondere in der Lebens- und Bildungsgeschichte der Pflanzen“ (1851); úgy ez, mint Braunnak legkivált a berlini akadémia kiadványaiban és a Brandenburi botanikai egyesület közleményeiben megjelent későbbi iratai kiválólag a növények morphológiájával és élettörténetével foglalkoznak.

Karl Bremiker, szül. 1804 febr. 23-án Hagenben; kezdetben a rajna-westphali országos felmérésnél mérnök, később a berlini csillagászévkönyv munkatársa és a porosz kereskedelmi ministerium térképtárának felügyelője, legutóbb a Geodetisches Institut osztályfőnöke Berlinben; meghalt múlt év márczius 30-án. Bremiker a Vegaféle logaritmusi-táblák átdolgozása által és mint a Nautisches Jahrbuch szerkesztője szélesebb körökben ismeretes.

Philipp P. Carpenter, érdekes amerikai conchyliolog, meghalt májusban 58-ik évében, Montrealben. A conchyliologia jelen állapotáról, különösen tekintettel Észak-Amerika nyugatparti puhatestű állataira, terjedelmes jelentést tett közzé a British Association évkönyveiben 1856-ban, s ugyanahhoz 1863-ban egy függelékkel; ezeken kívül a Zoological Proceedings még számos monographiát hozott tőle egyes kagylócsoportokról. Később Washingtonban a Smithsonian Institution kagylógyűjteményének rendezésében Henry tanárnak nyújtott segédkezet;



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:

Engedély — A szerzői jogok tulajdonosának engedélyével bármelyik fenti feltételtől [eltérhetsz](#).

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.