



EUROPA.

OSZK

1-12.

321.473.

321.483

OSZK

Országos Széchényi Könyvtár

EUROPA

ISMERETTERJESZTŐ KÖNYVTÁR

Megjelent:

1. **Henri Bergson**: Bevezetés a metafizikába. Fordította és előszót irt hozzá Fogarasi Béla.
2. **Balázs Béla**: A színjáték elmélete.
3. **Friedrich Engels**: Ludwig Feuerbach és a klasszikus német filozófia lezárulása. Fordította és utószót irt hozzá Káldor György.
4. **Rosa Luxemburg**: Levelek a börtönből. Fordította Lengyel József.
5. **Fogarasi Béla**: Bevezetés a marxi filozófiába.
- 6-7. **Immanuel Kant**: Egy szellemlátó álmai. Fordította K. Fried Jolán.
8. **Rácz Béla**: Kereszténység és rabszolgaság.
9. **Váradl Gyula**: A valuta (Közgazdasági problémák I.).
10. **Henri Poincaré**: Természettudomány és materializmus. Fordította Garai Károly.

Legközelebb megjelennek:

- G. K. Chesterton**: Eretnekek (Kipling-Wells-Shaw).
Dosztojevszkij: Orosz írókról (Tolsztoj-Puskin).
Ernst Mach: Népszerű természettudományi előadások.
Goethe: A dilettantizmusról.
Mit olvassunk? (Tudományos irodalmi tanácsadó).
Clausewitz: A háborúról.
Tudományos idegen kifejezések lexikona.
Marx: A politikai gazdaságtan bírálatának bevezetése.
Upton Sinclair: A sajtó.
Lengyel Samu: Amerikai könyvvel. (Közgazdasági problémák II.)
Utópikus szocialisták. (Saint-Simon, Weitling, Fourier, Owen írásaiból.)
Heinrich Cunow: Az őskor technikája.
Curtius: A mai francia irodalom.

EUROPA

ISMERETTERJESZTŐ KÖNYVTÁR

WIEN, VII.,

BANDGASSE 32, I. ST., TÜR 17.

Enc.

278. d.

EUROPA

ISMERETTERJESZTŐ

KÖNYVTÁR

10.

HENRI POINCARÉ
TERMÉSZETTUDOMÁNY
ÉS
MATERIALIZMUS

WIEN
1922

EUROPA

ISMERETTERJESZTŐ KÖNYVTÁR

cimen új könyvek látnak napvilágot. A könyvtár

kulturát akar terjeszteni,

azokhoz az olvasókhöz fordul, akik szükségét érzik annak, hogy korunk szellemi törekvéseit, a tudomány megvilágításában lássák: mi ért el, hová tart és honnan jön a mai európai kultúra.

A könyvtár népszerű akar lenni: a kulturát őszintén szomjazó tömegekhez, de csakis ezekhez szól. Szól a most megszülető új emberhez,

minden munkáshoz,

minden diákhöz,

mindenkihez, aki tanulni akar,

mindenkihez, akinek életéből a háboru öt esztendő tönkretett, mindenkihez, akit haladásában, tanulásában évekkal hátravetettek, de gondolkozásában, világnézetében megváltoztak, öntudattossá tettek az utolsó esztendők.

A népszerűség címe alatt nem a kultúra elsekélyesítését akarja szolgálni. Minden komoly ember számára lehetővé akarja tenni, hogy öntudatosan állást foglaljon a mai társadalom problémáival szemben. Gondolkozásra akar készíteni, nemcsak egyszerűen, iskolai lecke módjára, kész ismereteket közölni.

HENRI POINCARÉ
TERMÉSZETTUDOMÁNY
ÉS
MATERIALIZMUS

A TERMÉSZETTÖRVÉNYEK FEJLŐDÉSE

FORDITOTTA
GARAI KÁROLY

BEVEZETŐ TANULMÁNYT IRT HOZZÁ
FOGARASI BÉLA

EUROPA
ISMERETTERJESZTŐ KÖNYVTÁR
10. SZÁM

WIEN 1922

~~521.481~~
278



521.481

M. N. MÜZSEUM KÖNYVTÁRA
II. Nyelvi osztály
1923. é. 279

Előszó.

Henri Poincaré, az utolsó évtizedeknek egyik legnagyobb természettudósa, nemcsak az elméleti fizika, az égi mehanika, a hajszálcsövességtan s a matematika terén alkotott újat és maradandót. Átfogó szintézisre törekvő gondolkodása nem elégedett meg azzal, hogy tudománya határain belül mozogjon: meg akarta ismerni e határokat magukat is, tisztába akart jönni a természettudományok, nevezetesen az exact (matematikai) természettudományok értelmével, ismeretértékével. Így Poincaré szükségszerűleg eljutott a tudományos megismerés módszertani problémáihoz s mint minden területen, amelyen dolgozott, itt is az új, eredeti gondolatok és ötletek dus áradatával termékenyítette meg az iskolai tudomány szikkadt talaját.

Poincaré nem irt filozófiai rendszert; még csak összefüggő ismeretelméleti és módszertani elméletben sem foglalta össze gondolatait. Könyveiben („Tudomány és feltevés“,¹⁾ „A tudomány értéke“) mindig

¹⁾ Magyarul is megjelent a Természettudományi Társulat nehezen hozzáférhető kiadványai között, Szilárd Béla fordításában.

egyedül alapvető természettudományi kérdéseket tárgyal módszertani, logikai, ismerettani szempontok alapján. De ezekből az egyes elemzésekből világosan kialakul általános felfogása. Poincaré a modern természettudósoknak ahhoz a típusához tartozik, amelyik kritikailag tudta nézni saját alkotását. A XIX. században elterjedt mehanikus materializmusnak, a természettudományi dogmatizmusnak kritikájában Mach mellett Poincaré munkált a legeredményesebben. Megdönthetetlen, időtlen, abszolút igazságnak hitt természettörvényekről s elméletekről kimutatta, hogy nem a valóság örökérvényű lényegtörvényei, hanem feltevések, a tudomány munkahipotézisei, konvenciók, megállapodások, amelyeket a tudomány munkaeszközüül használ a kutatás folyamán s eldob, ha helyettük jobbakat talál. Munkaeszközök, instrumentumok: ezért nevezték Poincaré felfogását *instrumentalizmusnak*; megállapodások, konvenciók: ezért hívták *konvencionelizmusnak*.

Poincaré két értekezése,²⁾ melyeket e füzetben talál az olvasó, végtelenül tanulságosak, mint a természettudós gondolkodásának jellemző termékei,

²⁾ A természettudomány és materializmus c. előadást Poincaré egy a „jelenkori materializmusról“ szóló népszerű előadássorozat keretében tartotta 1912-ben Párisban a „Foi et Vie“ körének meghívására. „A természettörvények fejlődése“, az 1913. évi bolognai nemzetközi filozófiai kongresszuson tartott felolvasás lenyomata.

Megmutatják, hogy a természettudomány, mint ilyen már csak azért sincs hivatva a tárgykörén kívül eső tulajdonképeni filozófiai kérdések eldöntésére, mert ezek nem is érdeklők, mert kívül esnek a természettudományi fogalomalkotás által feldolgozott területen. A materializmus filozófiai problémáját a fizika Poincaré szerint már csak azért sem oldhatja meg, mert a fizikus számára ez nem is értelmes probléma. Nem igen tudom, mondja Poincaré, mit értsek materializmus alatt — de megmondhatom nektek, hogy mint fizikus, milyen szerkezetűnek látom azt, amit mi, fizikusok anyagnak nevezünk.

A természettörvény időbeliségéről, fejlődéséről szóló előadás szintén mély betekintést nyújt a természettudományi fogalomalkotás szerkezetébe s főleg abból a szempontból nagyjelentőségű, hogy a természettörvények időtlenségét oly élesen körülhatárolja, ezzel lehetővé teszi, hogy a fejlődésnek, az időbeli változásnak alávetett, mert lényegileg múló, fejlődő, változó valóságokra vonatkozó társadalmi-történeti törvényeket még sokkal élesebben elhatároljuk a természettörvényektől, mint az eddig lehetséges volt.³⁾

Poincaré ragyogó világosságú és szellemességű gondolkodásának az összefoglaló tájékozo-

³⁾ V. ö. e kérdés társadalomtudományi jelentőségére nézve Fogarasi Béla „Bevezetés a marxi filozófiába“, II. fejezet, Természet és társadalom, Europa könyvtár, 5. sz.

d á s t ó h a j t ó o l v a s ó s z á m á r a m e g v a n a z a h á t r á n y a , h o g y n e m r e n d s z e r e s s a p r o b l é m á k a t s o k s z o r c s a k h i á n y o s a n t á r g y a l j a , u g y a m i n t a z o k s z á m á r a k u t a t á s k ö z b e n a d ó t t a k . I g y a m a t e r i a l i z m u s r ó l é s a z a n y a g s z e r k e z e t é r ől s z ó l ó e l ő a d á s é p e n a l e g i s m e r t e b b i s m e r e t e l m é l e t i k é r d é s e k m e l l e t t e g y s z e r ű e n e m l i t é s n é l k ű l e l h a l a d . H o g y e z t a h i á n y t p ó t o l j u k , a t á j é k o z ó d á s t k e r e s ő o l v a s ó s z á m á r a c é l s z e r ű e n e k v é l j ű k a f ű g g e l é k b e n B e r t r a n d R u s s e l l f e j t e g e t é s e i t „ A z a n y a g t e r m é s z e t é r ől “ k ö z z é t e n n i . A k i t ű n ő a n g o l m a t e m a t i k u s e l e m z é s e r é s z b e n k i e g é s z i t i , r é s z b e n é r t h e t ő b b é t e s z i P o i n c a r é a f o r i s z t i k u s g o n d o l a t m e n e t é t s l é n y e g é b e n P o i n c a r é e g y i k n a g y o b b k ö n y v é n e k („ A t u d o m á n y é r t é k e “) g o n d o l a t m e n e t é t f o g l a l j a ö s s z e .

Fogarasi Béla.

A természettörvények fejlődése.

Az 1913. évi bolognai nemzetközi filozófiai kongresszuson tartott előadás.

Boutroux a természettörvények esetlegességéről szóló munkáiban veti fel a kérdést, hogy a természet törvényeit nem érik-e változások, hogy akkor, amikor a világ folytonosan fejlődik, jelenthetnek-e egyedüli kivételt a változások alól a természettörvények, azok a szabályok, amelyek szerint a fejlődés végbe megy. Az ilyen felfogásnak kevés kilátása van arra, hogy a tudósok valaha is elfogadják; nem járulhatnak másképp hozzá, mint magának a tudománynak a jogsultságát és lehetőségét tagadva. De a filozófusnak joga van feltenni a kérdést, szemügyre venni a lehető megoldásokat, megvizsgálni és igyekezni a tudós jogos követelményével kibékíteni azok következményeit. A problémát csupán néhány oldaláról akarom tekinteni; így nem is szórul-szóra vett következtetésekhez, hanem csak különböző reflexiókhoz fogok jutni, amelyek talán még sem lesznek érdektelenek.

Bocsássák meg nekem, ha menetközben hosszabban találnék idevágó rokonkérdésekről is beszélni.

I.

Vegyük először a matematikus nézőpontjából szemügyre a kérdést. Tegyük fel egy pillanatra, hogy a fizika törvényei az idő folyamán változtak, nézzük meg, módunkban állna-e valamiképp a változást észrevenni. Először is ne felejtsük el, hogy emberi létezés nélkül hasonlíthatatlanul hosszabb idő előzte meg azt a néhány századot, amióta emberiség él és gondolkodik; utánunk is jönnek bizonyára új korszakok, amikor letűnt az emberi faj. Ha hinni akarunk a törvények fejlődésében, belső ellentmondás nélkül csak igen lassunak gondolhatjuk; a természet törvényei azalatt a kevés számú év alatt, amióta az emberiség gondolkozni tud, csak észrevehetetlenül kis változásokon mehettek keresztül. Ha változtak a múltban, ezalatt a geológiai múltat kell értenünk. Vajjon az egykori törvények ugyanazok voltak-e, mint a maiak, és a holnap törvényei a régiek maradnak-e? Ha így tesszük fel a kérdést, milyen értelmet kell adnunk a múlt, a ma és a holnap szavaknak? A történelemben feljegyzett idő a ma, a múlt a filozofálás nélkül nyugodtan élő ichthyosaurus ideje, a sok millió történelem előtti esztendő, a holnap az eljövendő számtalan év a kihűlt földdel, amikor az embernek nem lesz szeme, hogy lásson, agya, hogy gondolkozzon.

Ezt előre bocsájtva, mit értsünk természettörvény alatt? Szakadatlan kapcsot a megtörtént és a törtéendő, a világ jelen és éppen elmúlt állapota között. Az az ideális természettudós, aki a természet minden törvényét ismerné, a világ valamennyi részének mai állapotából pontos törvényszerűséggel tudna követ-

keztetni ugyanezen részek holnapi állapotára; világos, hogy ezt a műveletet a végtelenségig lehet folytatni. A világ hétfői állapotából következtetnénk a keddre; ha a keddit ismerjük ugyanilyen eljárással a szerdaihoz juthatunk el és így tovább. Mi több, ha az összefüggés a hétfői és keddi állapot között állandó, az előbbiből következtetünk az utóbbira, de fordítva is lehet és ha ismerem a keddi állapotot a hétfőire következtethetek, a hétfői állapotból következtetnénk a vasárnapira és így tovább; épp úgy mehetnénk visszafelé az időben, mint előre. Ha adva van a jelen és a természettörvények, megjósolhatom a jövőt, de a multat ugyancsak. Lényegében megfordítható a művelet.

Ha már a matematikus szempontjából nézzük a dolgot, illik, hogy lehető pontosan, a matematikus nyelvén fogalmazzuk meg a mondottakat. Legyen tehát a természettörvények összesége *aequivalens* differenciál-egyenletek egy olyan rendszerével, amely megmutatja az összefüggést a világegyetem egyes elemeinek változási sebessége és ugyanezen elemek jelen értéke között.

Az ilyen rendszernek, mint tudjuk, végtelen számú megoldása volna, de ha megadjuk minden elemnek a kezdő értéket, vagyis az értéküket a $t = 0$ pillanatban (ezt hívják köznapi nyelven jelennek), a megoldások elégségesen meg vannak szabva; bármely elem értékét ki tudjuk számítani egy tetszés szerint megadott időben, akár azt vesszük fel, hogy $t > 0$, ami a jövőnek, akár azt, hogy $t < 0$, ami a multnak felel meg. Fölösleges ismételnünk, hogy a jelenből a multa ugyanugy következtetünk, mint a jelenből a jövőre.

Hogyan ismerhetjük meg mármost a geológiai multat, annak az időnek a történetét, amelynek a törvényei már megváltozhattak? Közvetlenül nem figyelhetjük meg a multat, csak a mai nyomokból tudunk róla, csak a jelen révén ismerjük, ebből pedig csak a fenti módon következtethetünk, mintahogy ezzel a módszerrel akár a jövőre is következtethetnénk.

Eljutunk-e evvel a művelettel a természettörvények változásainak megismeréséhez? Nyilvánvalóan nem, hisz ez a művelet csak akkor alkalmazható, ha fel tesszük a törvények változatlanságát; például közvetlenül csak a hétfői állapotot és azokat a szabályokat ismerjük, amelyek a hétfői és vasárnapi állapot kapcsolatát megállapítják; ezeknek a szabályoknak a felhasználásával megismerhetjük tehát a vasárnapi állapotot, de ha tovább akarunk menni és a szombati állapotot is meg akarjuk állapítani, akkor szükségszerűen fel kell tennünk, hogy ugyanazok a törvények, amelyek lehetővé tették, hogy hétfőről vasárnapra következtessünk, változatlanul érvényesek vasárnap és szombat között is. Enélkül az egyetlen megengedett következtetés az volna, hogy lehetetlen megtudnunk, mi volt szombaton. Ha tehát a törvények változatlansága benne van minden következtetésünk premisszájában, lehetetlen, hogy a konkluziókból hiányozzék.

Leverrier a bolygók mai pályáját ismerve, Newton törvényének segítségével ki tudja számítani milyen lesz a pálya 10.000 év múlva. Akárhogy is számolna sohasem jutna arra, hogy Newton törvénye néhány millió év múlva már nem érvényes. Kiszámíthatná az idő előjelének képleteiben való egyszerű megváltoztatásával, milyen volt a bolygók pályája 10.000 évvel

ezelőtt is, de eleve bizonyos, hogy megint nem juthat ahhoz az eredményhez, hogy Newton törvénye valamikor nem volt igaz.

Összefoglalólag: a multról csak úgy tudhatunk meg valamit, ha feltesszük, hogy a törvények nem változtak; de ha ezt feltesszük, a természettörvény fejlődésének a kérdése magától elesik, ha pedig nem tesszük fel, a kérdés megoldhatatlan és vele az összes, a multa vonatkozó kérdések.

II.

De — mondhatná valaki — nem történhetett meg, hogy az előbbi módja az okoskodásnak egy belső ellentmondáshoz vezetett vagy ha úgy tetszik, a differenciálegyenleteinknek egyáltalán nincs megoldásuk? Ha a kiinduló pontunk, a törvények változatlanságának hipotézise, egy lehetetlen következtetéshez vezetett, akkor *p e r a b s u r d u m* bizonyítottuk be, hogy a törvények változtak, anélkül azonban, hogy bármikor is meg tudnók, milyen irányu a változás.

Amit most mondtunk az a jövőre is áll, hisz műveletünk megfordítható és lehet, hogy vannak esetek, amikor előre megmondhatjuk, hogy a világ mikor pusztul el, vagy változtatja meg a törvényeit; például ha számításunkban a számba vett adatok valamelyike egy bizonyos időpontban végtelenné válna vagy fizikailag lehetetlen értéket venne fel. Pusztulás vagy a törvények megváltozása alapján egyet jelentenek; a világ, amelynek természettörvényei nem a mi természettörvényeink, már nem a mi világunk, hanem egy másik világ lenne.

Megtörténhetik-e, hogy a világ mai állapotának és törvényeinek tanulmányozásából ilyen ellentmondásoknak kitett szabályokhoz jutunk? A természet-törvényeket tapasztalati uton nyerjük. Ha azt tanuljuk belőlük, hogy a vasárnapi A állapot idézi elő a hétfői B állapotot, ez annyit jelent, hogy megfigyeltük az A meg a B állapotot is; vagyis, hogy fizikailag egyik sem lehetetlen. Ha folytatjuk ezt a műveletet és mindig egyik napról a másikra, az A állapotból a B állapotra, azután a B állapotból a C állapotra, a C állapotból a D állapotra következtetünk, ez megint csak azt jelenti, hogy mindezek az állapotok fizikailag lehetségesek, mert ha például a D állapot nem volna lehetséges, elesne annak a tapasztalatnak a lehetősége, amely azt bizonyítaná, hogy a C állapot másnapra a D állapotot idézi elő. Akármeddig is folytatnók az okoskodást nem jutnánk fizikailag lehetetlen állapothoz, vagyis ellentmondáshoz. Ha egyik képletünk mégis ellentmondásos megoldást eredményezne, akkor bizonyára a tapasztalaton kívül álló lehetőségre, az érvényességét meghaladó esetre alkalmaztuk. Tegyük fel pld., hogy valaki megfigyelte, hogy egy testnek a hőmérséklete ilyen és ilyen körülmények között naponta egy fokkal csökken; ha ma 20° , azt következtetnénk, hogy 300 nap múlva — 280° lesz; ez pedig abszurdum, fizikailag lehetetlen, mert az abszolút 0 fok: — 273° . Mit jelent ez az eset? Megfigyelte-e valaki, mikor a hőmérséklet — 279° -ról — 280° -ra csökkent? Természetesen nem, hisz ez a két hőmérséklet nem megfigyelhető. Látták például, hogy a törvény 0° és 20° között csak nagyon is körülbelül igaz, ezzel visszaélve azt következtették, hogy igaznak kell lennie — 273° -on és még mélyebben

is; a törvényt jogtalanul a saját érvényességének hátrán tul alkalmazták. Egy tapasztalati törvény alkalmazhatóságának terjedelmét sok módon lehet kiterjeszteni, de közülök mindig kiválasztható egy mód, amely kizárja, hogy fizikailag lehetetlen állapothoz jussunk.

A természet törvényeit csak tökéletlenül ismerjük, a tapasztalat csak korlátozza a szabad válogatást és a törvények között, amelyek közül válogatnunk lehet, mindig akad olyan, amely megóv a fentihez hasonló ellentmondástól, mely esetleg arra készítene bennünket, hogy a természettörvények változhatóságára következtessünk. Akár azt akarjuk tehát bebizonyítani, hogy a törvények változni fognak, akár azt, hogy változtak, a fejlődés bizonyítására ez a mód is elesik.

III.

Itt azonban egy ténybeli érvet hozhatna fel valaki ellenünk. „Azt mondjátok, hogy sohase ütközhettek ellentmondásba, ha a természettörvények segítségével a jelenből a multba mentek vissza s mégis a tudósok találtak ilyen ellentmondást, amiből nem olyan könnyen lábolnak ki mint képzelitek. Megengedem, hogy csak látszólagosat, hogy van remény a megoldására; de a ti okoskodástok szerint még csak egy látszólagos ellentmondás is lehetetlen.“

Vegyünk mindjárt egy példát. Ha a thermodynamika törvényeivel kiszámítjuk, mióta árasztja el a nap a földet melegével, kb. 50 millió évet kapunk; a geológusnak kevés ez az idő; nemcsak, hogy a szerves formák fejlődése nem mehetett ilyen gyorsan — hisz

erről a kérdéstről lehetne még vitatkozni, de a geológiai rétegek tartalma, amelyben napfény nélkül élni nem tudó állatok és növények maradványait találjuk, talán tizszer nagyobb idő feltevését kívánja meg.

Az ellentmondást az teszi lehetségessé, hogy az az okoskodás, amelyen a geológus megállapításai nyugosznak, sokban különbözik a matematikus okoskodásától. Azonos hatásokat megfigyelve, azonos okokra szoktunk következtetni, és ha például egy most is élő fajhoz tartozó állat kiásott maradványait találjuk, azt következtetjük, hogy azok a feltételek, amelyek nélkül az ehhez a családhoz tartozó állatok nem tudnak megélni, mind meg voltak annak a rétegnek a lerakódásakor is, amelyben a maradványok előfordulnak.

Első látszatra ugyanígy jár el a matematikus is, akinek a szempontjait az előző fejezetekben elfogadtuk; ő is ugy okoskodik, hogy a természettörvények nem változván, azonos hatásokat csak azonos okok válthattak ki. Van azonban a kettő között egy lényeges különbség. Vizsgáljuk meg a világ állapotát egy adott pillanatban és egy másik, elmúlt pillanatban; a világ állapota, vagy magának a világ valami kis részének az állapota igen bonyolult, nagyszámu elemtől függő dolog. Az egyszerűség kedvéért csak két elemet vegyünk, amelyekről feltesszük, hogy elegendők az állapot meghatározására. Legyen A és B a későbbi pillanatban és A', B' az előbbi pillanatban a két megadott elem.

A matematikusnak a megfigyelt törvények összességével megszerkesztett képlete azt mondja, hogy az A B állapotot csak az előbbi A' B' állapot idézhette elő; de ha a két adott közül csak az egyiket, mondjuk A-t

ismeri és nem tudja, hogy B a másik adott vele jár-e, képletéből semmitse következtethet. Sőt mi több, ha az A és A' jelenségek egymással kapcsolatosaknak, de B és B'-től viszonylag függetlennek látszanak még következtethetne A-ból A'-re, de semmiesetre az A' B' kettős körülményre az egyetlen A körülményből. Ezzel szemben a geológus, ha az egymagában álló A hatást figyeli meg, csak az A' és B' okok összehatására fog következtetni, amelyek gyakran szemünkláttára szülik meg okozatukat; mert sok esetben az A hatás annyira egyéni jellegű, hogy más okoknak ugyanezen következményhez vezető összehatása teljesen valószínűtlennek látszik.

Ha két szerves lény azonos, vagy csak hasonló, a hasonlóság nem lehet pusztán véletlen és állíthatjuk, hogy mind a kettő egyforma feltételek között élt; ha maradványokat lelünk, nem csak az bizonyos, hogy annak idején is létezett olyan csira, mint amilyenből ma látunk hasonló lényeket kikelni, hanem az is, hogy az a környezeti hőmérséklet sem volt sokkal nagyobb a mainál, amely mellett a régebbi csira kifejlődött. Másként az ilyen maradványokat a XVIII. század módjára a „természet játékának“ kellene néznünk; felesleges mondani, hogy az ilyesfajta okoskodás a józan ész törvényeivel ellenkezik. A szerves lények maradványainak létezése különben is csak kiélezetten jellemző eset és más hasonló példát is vehetnénk az ásványok világából.

A geológus tehát ott is következtethet, ahol a matematikus már tehetetlen. De látjuk, nincs olyan biztosítéka ellentmondások ellen, mint volt a matematikusnak. Ha a geológus egy egyetlen körülményből

következtet több elmult körülményre, ha a konkluziójának terjedelme bizonyos értelemben nagyobb mint a premisszáké, lehet, hogy az egyik megfigyeléséből nyert következtetés ellentmond annak, amit egy másiktól kapott. Ugyyszólván minden elszigetelt tényből a kisugárzások egy középpontja lesz: a matematikus mindegyikből csak egy tényt vezet le, a geológus többet; a megadott fénypontból egy kisebb vagy nagyobb terjedelmű fény-diszkozst csinál; két fénylő pont neki két fény-diszkozst ad, amelyek egymásba nyulhatnak és összeütközés lehetőségét adhatják. Ha például a geológus egy rétegben puhányokat talál, amelyek csak 20° felett élhetnek, azt fogja következtetni, hogy a tengerek akkor melegek voltak; de ha egyik kollégája ugyanabban a rétegben 5° -nál magasabb hőmérsékleten elpusztuló állatokat találna, azt következtetné, hogy hidegek voltak a tengerek.

Talán volna okunk remélni, hogy a megfigyelések valójában nem ellentmondók, vagy hogy az ellentmondások kiküszöbölhetők, de ugyyszólván még az ellen sincs biztosítékunk, hogy a formális logika szabályai-val dolgozva ne kapjunk ellentmondásokat. Hogyne kérdezhetnénk tehát, hogy a geológus módjára okoskodva, nem kerülünk-e olyan abszurd következményekhez, amelyek kényszerítenének bennünket arra, hogy a természettörvények változására következtessünk.

IV.

Legyen szabad a tárgytól kissé eltérnem. Láttuk, hogy a geológusnak olyan eszköze van a jelenből a multa következtetni, amilyennel a matematikus nem rendelkezik. Miért nem szabad ugyanezzel az esz-

közzel a jelenből a jövőre következtetni? Ha egy huszéves embert látok, biztos vagyok benne, hogy a gyermekkortól a meglett emberig minden perióduson átment, husz év óta tehát nem lehetett a földön végpusztulás, amely véget vetett volna minden életnek, de ez semmiképen se bizonyítja azt, hogy az elkövetkezendő husz évben nem jön-e a végpusztulás. A mult megismeréséhez olyan fegyvereket használhatunk, amelyek hiányoznak, amikor a jövőről van szó, ezért látszik titokzatosabbnak a jövő a multnál.

Nem állhatom meg, hogy ne hivatkozzam a véletlenről írott cikkemre; abban utalok Lalande véleményére, aki ellenkezőleg azt mondja, hogy, ha a jövőt meg is határozza a mult, a multat nem határozza meg a jövő. Egy oknak szerinte; csak egy hatása lehet, míg ugyanannak a hatásnak különböző okai lehettek. Ha ez igaz, akkor a mult lenne titokzatos és a jövőt volna könnyebb megismerni. A magam részéről nem fogadtam el ezt az állítást, de rámutattam honnan származhatik. Carnot tétele szerint az energia, amely ugyan nem vész el, szétszóródik. A hőmérsékletek a kiegyenlítődés felé törekednek, a világ a nyugalom felé, a halál felé törekszik. Okok közötti nagy különbségek a hatásokban csak kis különbségeket válltanak ki. Mihelyt a hatásbeli különbségek megfigyelhetetlenül kicsinyekké válnak, nincs módunk a hatást szülő okok különbségeit megismerni, akármekkora különbségek is voltak azok.

És ez azért van így, mert minden a halál felé törekszik és az élet a kivétel, amit magyarázni kell.

A hegyről guruló kavicsok, akárhogy is ki vannak téve a véletlennek, végtére mind a völgybe zuhannak;

ha lennt találunk kavicsot, mindennapi dolognak tartjuk, amely semmit sem tud mondani a kavics történetéről; nem tudhatjuk, hol állt azelőtt. De ha véletlenül a csúcs körül lelünk egy követ, állithatjuk, hogy mindig ott volt, mert mihelyt egyszer a lejtőre került, nem állhatott volna meg a mélységig; és egész bizonyossággal mondhatjuk, hogy kivételes esettel van dolgunk, mert több volt a lehetőség arra, hogy ne ez az eset következzen be.

Csak futólag érintettem ezt a kérdést; megéremelné, hogy többet gondolkozzunk rajta, de tárgyamtól nem akarok nagyon messze kerülni. Lehetséges-e tehát, hogy a geológusok ellentmondásai a tudósokat valamikor arra készítetik, hogy a természettörvények fejlődésére következtessenek? Ne felejtjük el, hogy a természettudományok gyermekkorában használnak olyan analógiás következtetéseket, amilyenekkel a geológus ma beérni kénytelen. A tudományok fejlődésük mértékében ahhoz az állapothoz közelednek, amelyet a csillagászat és fizika ugy látszik már elértek, amikor t. i. a törvények a matematika nyelvén fejezhetőek ki. Akkor maradék nélkül igaz lesz az, amit e dolgozat elején mondtunk. Mármost sokan azt gondolják, hogy minden természettudománynak lassabban vagy gyorsabban, de egymásután át kell esnie ezen a fejlődésen. Ha ez így volna, a felmerülhető nehézségek csak ideiglenesek lennének, és mihelyt a tudományok tul vannak a gyermekkoron, el kellene tűnniök.

De nem is szükséges, hogy erre a bizonytalan jövőre várjunk. Miben áll a geológus analógiás következtetése? Egy geológiai tényt és egy jelenlegi tényt annyira egybevágónak talál, hogy a hasonlóságot nem

tulajdoníthatja a véletlennek. Azt hiszi, magyarázatot csak úgy találhat, ha felteszi, hogy a két tény teljesen azonos feltételek mellett jött létre. Azt képzei majd, hogy a feltételek azonosak voltak, hogy ebben az időközben a természet törvényei mind átalakultak, az egész világ a felismerhetetlenségig megváltozott, csak ez az egyedülálló részletjelenség kivétel? Azt fogja-e állítani, hogy mikor az egész fizika felborulásával a hőmérsékleti befolyások következményei egész mások lettek a hőmérsékletnek mégis azonosnak kellett maradnia, úgy hogy végtére a hőmérséklet szó elvesztené minden értelmét? Nyilvánvaló, bármi történjék is, ilyen értelmezésbe nem nyugodhatik bele. A logika nem türi meg, hogy így okoskodják.

V.

És ha az emberiség tovább maradna fenn, mint feltettük, elég soká ahhoz, hogy szeme előtt lássa a törvényeket fejlődni? Hátha szerkesztenek olyan finom műszereket, hogy akármilyen lassu is a változás, néhány generáció után már érzékelhető lesz? Akkor közvetlen megfigyeléssel és nem indukcióval, következtetéssel ismernők meg a törvények változását. Előbbi okoskodásaink nem veszítenék-e el ebben az esetben minden értéküket? Az a könyv, amely őseink tapasztalati tudásáról mesélne, a multnak halvány nyomát mutatná csak nekünk és a multról csupán közvetett tudást nyujtana. Az egykori tudósok munkái csak régi dokumentumok lennének, pedig a történettudósnak az a régi dokumentum, ami a geológusnak az őskori maradvány. Az akkori tudósok gondolkodásáról csak

annyit árulnának el nekünk, amennyit az akkori emberek a maiakhoz hasonlítanának. Ha a természet törvényei megváltoznának, a világegyetem minden része megérezne hatását és az emberiség sem tenne ez alól kivételt; ha fel is tesszük, hogy fenn tud maradni új környezetben is, meg kell változnia, hogy ehhez alkalmazkodni tudjon. És akkor az egykori ember nyelvét nem értenők meg; az általuk használt szavaknak a mi számunkra vagy semmiféle vagy más értelme lenne. Hiszen ez történik most is néhány évszázad után, még ha a fizika törvényei változatlanok is maradtak.

És így újra meg újra ugyanabba a dilemmába kerülünk: vagy érthetők maradtak számunkra a régi idők dokumentumai és ez azt jelentené, hogy a világ ugyanaz maradt és akkor nem tanítanának nekünk újat; ha pedig megfejthetetlen jelekké lettek, még azt se ismerhetnénk meg belőlük, hogy a törvények fejlődtek; jól tudjuk, hogy nem sok kell ahhoz, hogy régi könyvek holt betűkké váljanak számunkra.

Azonkívül pedig a régiek is, csak úgy, mint jó magunk, a természet törvényeinek csak kis töredékét ismerték. Még ha érintetlenek is a töredékek, találhatunk mindig módot az összeegyeztetésükre, hát még mennyivel inkább akkor, ha a régiről csak derengő, elhomályosult és félig elmosódott képünk maradt.

VI.

Nézzük a kérdést most egy másik szempontból. A közvetlen tapasztalásból nyert törvények mindig csak egyéb törvények eredői. Vegyük például a Mariotte-

törvényt. A fizikusok legtöbbször számára ez a törvény a kinetikus gáz-elméletből következik; a gáz-molekulák nagy sebességgel mozognak, igen komplikált pályájuk, amelyeknek exakt egyenleteit felírhatnók, ha ismernők, hogy a molekulák milyen törvény szerint vonzó- és taszítják egymást. Ha a valószínűségszámítás szabályai szerint megállapítjuk a pályákat, eljutunk annak a bebizonyításához, hogy a gázok sűrűsége nyomásukkal arányos.

A megfigyelhető testeken uralkodó törvények ezek szerint a molekuláris törvények következményei lennének.

Egyszerűségük csak látszólagos lenne és rendkívül komplikált valóságot takarna, mert a komplikáltság-nak a mértékét maga a molekulák száma adná meg. Az eltérő részletek éppen azért egyenlítőnének ki egymást és azért hihető, hogy megvan a harmónia, mert ez a szám igen nagy.

Az egyes molekula pedig talán maga is egy egész világ, törvényei talán maguk is csak eredő törvények, s anélkül, hogy sejtethetnénk, mikor állhatunk meg, el kellene mennünk a molekulák molekuláig, hogy a további összetevő törvényeket megtaláljuk.

A közvetlen tapasztalatból nyert törvények tehát két dologtól: a molekuláris törvényektől és a molekulák elrendeződésétől függenek. A molekuláris törvények a tulajdonképeni változatlan törvények, mert ezek az igazi törvények, a többi csak látszat. De a molekulák elrendeződésének megváltozásával megváltozhatnak a közvetlenül tapasztalható törvények. És ez ok volna arra, hogy higgyünk a törvények fejlődésében.

VII.

Képzeljünk el egy olyan világot, amelynek egyes részei olyan tökéletes hővezetők, hogy hőmérsékletük állandóan egyensúlyban marad. Akik ott laktának, azoknak sejtelmük sem volna arról, amit mi hőmérsékletkülönbségnek nevezünk, fizika könyveikben nem találnánk a thermometriáról (hőméréstan) szóló fejezeteket. Ettől eltekintve fizikai könyveik elég kimerítőek lehetnének és egész csomó, még a mi törvényeinknél is sokkal egyszerűbb törvényt taníthatnának.

Tegyük fel most, hogy ez a világ kisugárzás következtében lassan kihül, a hőmérséklet akkor is mindenütt egyforma maradna, de folytonosan csökken. Képzeljük el még, hogy ama világ egyik lakója mély álomba merül és néhány évszázad multán ébred fel; miután annyi mindent feltételeztünk már, mondjuk, hogy az illető egy hidegebb világban is tud élni és hogy emlékszik a régi dolgokra. Azt látná, hogy utódai még mindig irnak fizika könyveket és továbbra se beszélnek a thermometriáról, az utódok törvényei azonban nagyon különböznek azoktól, amelyeket ő ismert. Ő például azt tanulta, hogy a víz 10 mm. higanynyomás mellett forr, az új fizikusok pedig azt fogják tapasztalni, hogy a nyomást 5 mm.-re kell leszállítani, hogy a víz forrjon. Az a test, amelyet ő egykor cseppfolyós állapotban ismert, most csak szilárd halmazállapotban mutatkozna és így tovább. A világegyetem egyes részeinek kölcsönös vonatkozásai mind függenek a hőmérséklettől; mihelyt a hőmérséklet megváltozik, minden felborul.

De honnan tudjuk, hogy nincs-e olyan fizikai valami, ami számunkra épp úgy ismeretlen, mint a hőmérséklet az előbb elképzelt világ lakói számára? Honnan tudjuk, hogy ez a valami nem változik-e épp úgy mint egy kisugárzás miatt kihülő égitestnek a hőmérséklete és hogy ez a változás nem vonja-e maga után az összes törvények megváltozását?

VIII.

Térjünk vissza újra képzeletbeli világunkhoz és vessük fel azt a kérdést, észrevehetnék-e az ott lakók a változást az ephesosi alvók históriájának megismétlése nélkül. Kétségtelen, hogy mindaz, ami azon a bolygón van, akármilyen tökéletes hővezető is, abszolút nem lehet, úgy hogy egész kis hőmérsékletkülönbségek lehetségesek lennének rajta. Sokáig hozzáférhetetlenek volnának a megfigyelőnek, de talán eljönne egy idő és kigondolnának egy sokkal érzékenyebb mérőeszközt, amelynek segítségével valami zseniális fizikus az észrevehetetlen kis különbségeket teljes bizonyossággal mérné meg. Teória alakulna ki, látnák, hogy minden fizikai jelenségre hatást gyakorolnak a hőmérsékletbeli eltérések s végül talán néhány, a kortársak előtt szempontjaiban kockázatos és vakmerőnek látszó filozófus kijelentené, hogy a világegyetem közepes hőmérséklete vááltozhatott a multban és vele együtt mások lehettek az összes ismert törvények.

Nem tehetnék-e mi magunk is valami ehez hasonló? Így például a mechanika alaptörvényeit sokáig

abszolútnak tekintették. Ma egyes fizikusok azt mondják, módosítani vagy még inkább kibővíteni kell őket, mert csak a szokott sebességekre érvényesek megközelítően, a fény-sebességhez hasonló sebességekre már nem. Álláspontjukat a rádiummal végzett bizonyos kísérletek tapasztalataival támogatják. A dinamika régi törvényei azonban a környező világra gyakorlatilag továbbra is érvényesek maradnak.

Nem mondhatnánk-e az észszerűség látszatával, hogy az állandó energia szétszóródás miatt a testek sebességének fokozatosan csökkenie kell, mert eleven erejük folytonosan hővé alakul át és hogyha elég messze megyünk visszafelé a múltba, akadhatnánk olyan korszakra, amikor a fénysebességhez hasonló sebességek nem kivételek voltak, amikor tehát a dinamika klasszikus törvényei még nem voltak igazak?

Tegyük fel másrészt, hogy a tapasztalatilag megfigyelhető törvények csak lezármaztatott, a molekuláris törvényektől és a molekulák elrendeződésétől függő törvények; ha a természettudomány fejlődése folyamán megbarátkoztunk már ezzel a függőséggel, kétségtelenül azt következtethetnénk, hogy a molekulák elrendeződése maguknak a molekuláris törvényeknek következtében más kellett legyen azelőtt mint ma és következésképp a tapasztalatilag megfigyelhető törvények nem voltak mindig ugyanazok. Igaz, hogy a törvények változóságára következtetnénk, de éppen a változatlanosság elvénél fogva. Állítanánk, hogy a látszólagos törvények megváltoztak, de azt is, hogy ez csak azért lehet, mert a most igaznak tartott molekuláris törvényeket jelentenénk ki változatlanoknak.

IX.

Ilymódon nincs egyetlenegy természettörvény sem, amelyről bizonyossággal állithatnánk, hogy a multban mindig ugyanolyan megközelítőleg volt igaz mint ma, de tovább megyek, olyan sincs, amelyről biztosan nem lehet bebizonyítani, hogy valamikor nem volt igaz. És mégis ez sem akadályozhatja meg a tudóst abban, hogy a törvények változatlanságába vetett hitét megőrizze, mert csak azért sülyedhet bármely törvény az átmeneti törvények sorába, hogy helyet adjon egy másik általánosabb és átfogóbb törvénynek; mert a régi törvény csak az új trónfoglalásakor lehet kegyvesztetté úgy, hogy interregnum nem állhat be és az alapelvek érintetlenek maradnak; ezen alapelvek szerint mennek végbe a változások is és a forradalmak is csak az ő fényes igazolásuknak látszanak.

Még az se történhetik meg, hogy tapasztalati vagy induktív uton megállapított változás megmagyarázására az egészset egy többé-kevésbé mesterséges szintézisbe próbáljuk belegyömöszölni. Nem! Először a szintézis lesz meg s a változásokat is csak azért ismerjük el, hogy a szintézist né kelljen megbolygatni.

X.

Idáig nem az a kérdés nyugtalanított bennünket, hogy a törvények a valóságban változnak-e, hanem csupán, hogy az ember változóknak hiheti-e őket. Változatlanok-e magánvalóságukban a törvényeket alkotó, vagy megfigyelő észen kívül létezőnek gondolt törvények? Ennek a kérdésnek nem csak megoldása,

de értelme sincs. Mire való azt kérdezni, hogy a magánvalók világában változhatnak-e idővel a törvények, mikor abban a világban az idő szónak talán semmi tartalma sincs? Semmit se tudunk mondani, de még gondolni se arról, hogy mi ez a világ, csak arról tudunk, hogy milyennek jelenik meg a mi számunkra, vagy jelenne meg a miénktől nem sokkal különböző értelem számára.

Az így feltett kérdésnek van megoldása. Ha két, a világegyetemet két különböző, például évmilliókkal elválasztott időpontban vizsgáló, a mienkhez hasonló értelmet veszünk tekintetbe, mind a kettő tudományt teremtene, amely a megfigyelt tényekből levezetett törvények rendszerén épülne fel. A két tudomány valószínűen nagyon különböző lesz és ebben az értelemben mondhatnók, hogy fejlődtek a törvények. De bármekkora is legyen az időköz, mindig gondolhatnánk egy még mindig a mi fajtánkból való sokkal magasabbrendű vagy sokkal hosszabb élettal megáldott értelmiséget, amely szintézisbe tudná foglalni, egy egységes tökéletesen összetartó szabályban tudná egybekapcsolni, a két rövidéletű kutatónak a rendelkezésükre álló rövid idő alatt megalkothatott töredékes és megközelítő formuláit. Ez az értelem nem látna változást a törvényekben, a tudomány mozdulatlan lenne és csak a tudósok ismeretei lennének tökéletlenek.

Geometriai hasonlattal élve tegyük fel, hogy a világ változásait analitikus görbével ábrázolhatjuk. Közülünk bárki ennek a görbének csak nagyon kis ivét láthatja; ha legalább ezt pontosan ismerné, ez is elég volna, hogy felállítsa a görbe egyenletét és

tetszés szerint meg tudja hosszabbítani azt. De csak tökéletlenül ismeri az ívet, tévedhet az egyenletével, s ha a görbét meghosszabbítani próbálja, az igazi görbétől annál inkább fog a rajza eltérni, mennél kisebb terjedelmű az ismert ív és mennél messzibbre akarná huzni a meghosszabbítást. Egy másik megfigyelő csak egy másik kis ívet ismerne és megint csak tökéletlenül.

A két meghosszabbítás nem fog megegyezni, ha a két kutató nagyon közel volt is egymáshoz; de ez nem bizonyítja, hogy egy messzebllátó megfigyelő, aki közvetlenül láthatna még nagyobb, mind a két ívet átfogó vonalrészt a görbéből, ne birna sokkal pontosabb egyenletet felírni, amely az eltérő képleteket összeegyeztetné. Sőt akármilyen szeszélyes is lenne az igazi görbe, mindig található hozzá egy olyan analitikai görbe, amely egy tetszés szerinti nagy hosszúságon, tetszés szerinti csekéllyel térne el.

Az olvasók közül sokan bizonyára megütköznek azon, hogy minduntalan egyszerű szimbólumok rendszerével helyettesitem a világot. Ez azonban nemcsak a matematikus egyszerű mesterségbeli szokása; tárgyam természete róttá rám ezt a magatartást. A bergsoni világnak nincsenek törvényei.*) A törvények csak abban a többé-kevésbé eltorzult képben fordulnak elő, melyet a tudósok arról a világról faragnak maguknak. Ha azt mondjuk, hogy a természetet törvények kormányozzák, még meglehetősen hasonlóan tartjuk ezt a képmást az eredetihez. Mégis erről és csak erről a képmásról elmélkedhetünk, annak a

*) L. Bergson, Bevezetés a metafizikába. Europa-könyvtár 1. sz. Ford.

veszélynek az árán is, hogy magának tárgyunknak, a törvénynek a fogalmát is eltűnni látjuk. Mármost ez a kép szétszedhető; elemekre bontható, külső látásra egymástól különálló, független részeket különböztethetünk meg benne. Csak fokozat dolga, ha talán néha a végletekig leegyszerűsítettem, és kis számúra csökkentettem ezeket az elemeket; fejtegetéseim természetén és értelmén ez nem változtat semmit; csupán a kifejtés vált rövidebbé.

Az anyag új felfogása.

Miután ezt az előadást egy előadássorozat keretében tartom, melynek tárgya a materializmus, a hallgatók egy része bizonytalansággal azt várja, hogy megfelelek ama kérdésre, melyet a nagyközönség a tudósokhoz intézni szeret: Vajjon materializmushoz vezet-e a tudomány? Nos, egy ilyen kérdésre nem igen lehetséges kielégítő feleletet adni s bevallom, hogy nem is értem jól, miről van benne szó? Nem igen tudom, mit jelent ez a szó: materialista. Ha materialisták vagyunk mindannyiszor, valahányszor az anyagnak fontos szerepet tulajdonítunk, akkor a tudomány materialista, mint-hogy a természettudományoknak, nevezetesen a fizikának és a kémiának éppen az anyag alkotja a tárgyát; ettől azonban a tudósok még nem mind materialisták, mert a tudomány nem teszi ki egész életüket. Valamennyire jobban értem, mit jelent a „determinista“ szó, bár ha közelebbről szemügyre veszem, nem vagyok olyan bizonyos benne, hogy felfogtam értelmét. Persze, hogy persze! a tudomány determinisztikus; fogalma szerint az; ha nem volna determinisztikus, nem volna többé tudomány; egy olyan világ, amelyben a determinizmus nem uralkodna többé, a tudósok számára megközelíthetetlen volna. S ha azt

kérdezzük, hol vannak a determinizmus határai; ez ugyanannyi, mintha azt kérdeznék, meddig terjedhet a tudomány birodalma, hol találja magát a tudomány saját határaival szemben.

Ebből a nézőpontból tekintve a dolgot, a tudomány minden egyes új haladása a determinizmusnak egy-egy sikerét jelenti; s ha a tudósok felfedezései sohasem érnek véget, ebből arra a következtetésre juthatnánk, hogy egy napon nem lesz hely többé a szabadság vagyis a szellem számára. Így azonban nagyon is könnyen végeztünk volna; addig, amíg a tudomány tökéletlen, a szabadság számára mindig marad egy kis hely és ha ez a hely mindig összeszűkül is, mégis elég ahhoz, hogy a szabadság innen mindent irányíthasson. Ám a tudomány örökre tökéletlen marad és pedig nem csak azért, mert ebbeli képességeink gyengék volnának, hanem tökéletlen fogalmából kifolyólag; aki azt mondja: tudomány, az ezzel kettőséget mond ki a szellem között, amely megismer és a tárgy között, mely megismert s addig, amíg ez a kettőség fennáll, amíg a szellem különbözik a tárgytól, sohasem ismerheti meg azt tökéletesen, mithogy mindig csak a külsejét fogja látni. A materializmus kérdését és a determinizmus kérdését, melyet nem választok el tőle, a tudomány eszerint végeredményben nem oldhatja meg.

E fenntartások előrebocsátása mellett persze megengedjük, hogy a fizikai elméletek között vannak olyanok, amelyekből materializmus ütközik ki, ha ugyan így lehet nevezni és épen ezek azok, amelyek a fizikusok számára a legkedvesebbek, mert mindent egyszerűsíteni akarnak, mindent világossá tesznek, min-

den rejtélyt a lehető legjobban kiküszöbölnek. Ezek azok az elméletek, amelyek az atomizmushoz és a mechanikus felfogáshoz kapcsolódnak. Demokritos óta mindig voltak hívei az atomizmusnak s el kell ismerni, hogy ez az elmélet nagyon csábító is. Szellemünk nem szereti az elemzést határozatlan sokáig folytatni, minden remény nélkül arra, hogy valami végcélhoz érhet; jobb szereti azt hinni, hogy egy napon megtalálja a végső elemeket s ettől fogva nyugodtan pihenhet. Ám az atomizmust két módon értelmezhetjük; az egyik esetben az atomok a szó abszolút értelmében, teljesen oszthatatlanok, amint ez az atom szó etimológiai jelentésében is benne rejlik; ilyképen az atomhoz elérkezvén valóban metafizikai nyugalomra hajthatnánk fejünket. De ez a nyugalom nem volna tartós; szellemünknek az az alapvető szükséglete, hogy egységeket fedezzen fel, kielégülést nyert: de az emberi szellemnek egyéb szükségletei is vannak. Nem elég, hogy megtudjuk számolni az atomokat, észre is akarjuk őket venni. Formát adunk nekik és ettől kezdve többé már nem tekinthetjük őket oszthatatlanoknak. Mert ha nem is oszthatók a mi eszközeinkkel, oszthatók lesznek talán hatalmasabb eszközökkel, mint amelyeket mi ki tudunk gondolni; s ebben az esetben elkerülhetetlenül felvetődik a kérdés: vajjon nem áll-e az atom is elemekből, hogy úgy mondjuk, az atom atomaiból?

S ugyanigy vagyunk a mechanikus felfogással is; úgy tetszik nekünk, hogy a taszítást jobban megértjük, mint a távolbáhatást. Ez utóbbi valami rejtélyes színezettel bír, természetszerűleg egy a világon kívülről jövő behatás eszméjét idézi fel s ezért mondtam az imént, hogy a mechanikus felfogás materialisztikus izü.

De a tudósok épen arra valók, hogy eloszlassák a rejtélyeket; igaz, hogy azok végül kissé távolabb újra felbukkanak — mégis jobb szeretjük, ha távolabb vannak s ez az oka annak, hogy a természettudósok valamennyien, még azok is, akiknek személyes filozófiai meggyőződéseik nagyon messze esnek a materializmustól, hajlamosok voltak a mehanikai magyarázatokra. Ha valahol távolbahatással találkozunk, hamarosan egy közbeeső közeget veszünk fel, amely azt a hatást pontról-pontra közvetítse. Persze, nem nyertünk sokat: mert ha ez a közeg folytonos (kontinuus) akkor az egyszerűsége töre kivánságunk, vagyis a megértés szükséglete nem nyert semmiféle kielégítést, ha pedig atomokból áll, ezek nem érinthetik egymást. Legyenek bármilyen közel, pl. egy-egy milliárdodrésznyi milliméter távolságban egymástól: ez mégis csak távolság ugyanabban az értelemben, mint egy kilométer. Filozófiai szempontból ez nem különbség, mert a hatásnak így is az egyik atomról a másikra kell átmennie s így újra csak távolbahatás lesz. Egy szép napon az első közeg atomjai között egy második még finomabb közeget kell felvennünk, amely a hatást közvetítse.

Ezek az érvek megvilágítják, hogy miért kénytelen a természettudomány állandóan ingadozni az atomizmus és kontinuitás elmélete, a mehanikus és a dinamikus tanok között és fordítva s miért nem fognak ezek az ide-oda ingadozások sohasem megszűnni. Ennek dacára meg kell vizsgálnunk a dolgok jelen állását s meg kell állapítanunk, hogy az ingadozások mely fázisánál tar-

tunk jelenleg, bár biztos, hogy egy napon az ellenkező fázishoz fogunk újra eljutni.

Most pedig minden habozás nélkül kimondom: a jelen pillanatban az atomizmus irányában haladunk. A mechanikus felfogás átalakul, de pontosabb lesz, testet ölt, mindjárt meglátjuk, milyen fokig. Harminc évvel ezelőtt egészen más végkövetkeztetéshez jutottam volna; akkor az előző korszak lelkesedése után kijózanodás állott be s az entuziasmust kissé naivnak találtuk. Azok az érvek, melyek az anyag diszkontinuitása (nem folytonos természete) mellett szóltak, értékesek maradtak, amennyiben kényelmes feltevéseknek egy bizonyos összeségét nyújtották, de bizonyító erőt nem tulajdonítottunk nekik.

Kísérletek történtek arra nézve is, hogy egyenesen kiküszöböljük őket s hajlandóság mutatkozott Duhem követésére, aki egy hipotézismentes, kizárólag a tapasztalaton alapuló termodinamikát akart szerkeszteni. *Hypothese non fingo.* (Feltevéseket nem képelek magamnak). Egy olyan termodinamikát, amelyben sok integrál és egyetlen egy atom sem fordul elő. Mi történt azóta?

A mechanikai felfogás nagy erőssége a gázok kinetikai elmélete. Mi egy gáz? Egyesek így válaszolnak: nem tudok semmitsem ezirányban s biztos, hogy ez a legokosabb válasz, de viszont nem vezet semmire. Megóv a tévedéstől azon feltétel alatt, hogy semmi esélyünk sem marad az igazság felderítésére. Egyhelyt maradni azon a cimen, hogy tévesen választhatjuk meg az utirányt — így sohasem jutunk el a célhoz. Ezért mindinkább kevesebb is a száma azoknak, akik így válaszolnak s a többiek mind egyformán a következő

választ adják: gáz alatt értjük igen nagyszámu molekulák bizonyos összeségét, amelyek minden irányban nagy gyorsasággal mozognak, miközben a falakba és egymásba ütköznek.

Mint egy sereg szobába zárt lámpapille, amelyek össze-vissza röpködnek míg a falba, mennyezetbe, vagy ablakokba nem ütődnek. Ütődés közben a molekulák nyomást gyakorolnak a falakra, amelyek kénytelenek volnának engedni a nyomásnak, ha nem lennének elég szilárdak; ha a sűrűség növekszik, az ütődések száma is egyenlően növekszik, mert több pillécske ütközik a falba és így a nyomás is növekszik: ez a Mariotte-törvény; ha a gáz felmelegszik, nagyobb lesz a molekulák sebessége és erősebbek az ütődések; a nyomás tehát megint növekszik, ha a falak nem engednek és a gáz nem terjedhet ki; ime a Gay-Lussac törvénye.

Összefoglalva tehát, a gázak általános tulajdonságait könnyen meg lehetett így magyarázni, de a részletekben bőven maradt nehézség, amelyen sok tudós fennakadt; azután pedig látni akarták a molekulákat és felmerült a kérdés, nem tulságosan leegyszerűsített-e ez a magyarázat. Az oldatokkal végzett vizsgálatok, pl. a sóoldat vizsgálata váratlanul közelebb hozta a megértést; azt látták, hogy a vízben oldott só molekulái úgy viselkednek egy pohár vízben, mint a gáz-molekulák a tartályban, vagy ha úgy tetszik, mint a pillék a szobában. Néhány számbeli megegyezést nem lehetett a véletlennek tulajdonítani; ez ugyan már a teória igazolása volt, de még mindig nem látták sem a só sem a gáz-molekulákat, mert nagyon kicsinyek voltak.

Jóval ezelőtt egy természetbuvár*), szerves elemeket tartalmazó folyadékokat vizsgált mikroszkópon: a folyadékban rendezetlen és igen gyors mozgású részecskéket látott; ezt a mozgást hívjuk Brown-féle mozgásnak, az ő számára ez az élet megnyilvánulása volt. De csakhamar észrevették, hogy élettelen részecskék, pl. karmin-szemcsék éppen olyan hevesen mozognak. A természetbuvárok nem bolygatták tovább a kérdést, abban a hiszembén, hogy a fizikusokra tartozik, a fizikusok viszont méltóságukon alulinak tartották közelebből megnézni a dolgot. Ezek a természetbuvárok nem tudnak következtetni — bizonyára ezt gondolták magukban — mikroszkopikus preparátumaikat nagyon erősen világítják meg, a megvilágítással felmelegítik, és a hő a folyadékban belül szabálytalan áramlásokat idéz elő. Végre Gouy szánta rá magát, hogy utána nézzen a dolognak; és egyáltalán szó se volt arról, amit mondtak, egy egész új jelenséggel állott szembe. A látható részecskék mozognak és első pillantásra azt hinné az ember, hogy nincs semmiféle hajtóerő, amelynek engedelmessé válnának s hogy itt *perpetuum mobile*vel (erőhatás nélküli örök mozgás) van dolgunk; valójában a föloldott, láthatatlan molekulák lökődései hozzák létre a mozgást. Így, hogy visszatérjünk pilléinkhez, ha nem elég erős a szemünk, hogy lássuk őket, de van közöttük néhány nagyobb légy, ezeknek a mozgását figyelhetjük meg és ha utjukról nem szeszélyből térnek le, hanem azért, hogy üldözzék, vagy kikerüljék a kisebb pilléket, amelyeket mi nem látunk, akkor következtethetünk a pillék mozgására is.

*) Brown 1827.

Most tehát látni is lehetett és szeretném önökkel megértetni, hogyan adódik így mód a molekulák megszámlálására. A teória szerint a molekulák sebességei a folytonos ütődés közben kicserélődnek, mindaddig míg egy egyenletes középsebességgé nem osztódnak el, amely azután állandó marad. Az elosztódás olyan, hogy a nagyobb molekulák lassabban mozognak mint a kisebbek, oly módon, hogy a nagyobbaknak és kicsinyeknek egy és ugyanaz a közepes eleven erejük van. A látható részecskék — a kövérebb legyek, amelyek a Brown-féle mozgást végzik, valójában igen terjedelmes molekulák. Sebességüket ismerjük, mert megfigyeltük a mozgásukat, ismerjük a méreteiket is, mert látjuk őket. Viszont az elmélet segítségével ismerjük a kisebb molekulák sebességét és mivel az egyik eleven ereje csak akkora, mint a másiké, egy egyszerű hármasszabály segítségével megkapjuk a kisebb, a tulajdonképeni molekulák tömegét.

Perrin nem egészen ezt csinálta. Képzeljük magunk elé a föld légkörét; az emelkedés mértéke szerint a levegő nyomása és sűrűsége csökken, úgyszintén csökken a hőmérséklet is; de a további okoskodásunk során tegyük fel, hogy valami melegítési művelettel sikerül az egész légkört egyenlő és állandó hőmérsékleten tartani. Bizonyára jól tudják, hogy elemi fizikai törvények segítségével könnyen ki lehet számítani, hogy mikép viselkedne a légkör, ha hőmérséklete állandó lenne, habár az igazi légkör nem is egészen így viselkedik. Ha az állandó hőmérsékletű légkörünk hidrogén-ből állna, a sűrűség lassabban csökkene, mert a hidrogén mo-

lekulái kisebbek, mint az oxigéné, vagy ozóné; légkörünk méretei ismert arányban megnövekednének; viszont csökkennének, ha nagyobb molekulákat vennénk; mármost vegyük a látható részecskéket — a kövérebb legyeket — a vízben suspensált Brown-féle részecskéket; ebben az esetben légkörünk egy kicsinyített mását kapjuk vizsgálódásunkhoz; itt állandó lesz a hőmérséklet, hisz az egész vízbe van állítva. Ha most összehasonlításként ugyanilyen hőmérsékletű hidrogén atmoszférát veszünk tekintetbe, látni fogjuk, hogy a miénk hányszor kisebb dimenzióju vagyis, hogy hányszor nagyobbak a mi részecskéink a hidrogén molekuláinál.

Ily módon tudta Perrin megmondani, hány atom van egy gramm hidrogénben. Sokkal kevesebb van, mint amennyit hinni merne az ember — csupán 683 ezer milliárd-milliárd. De egyelőre még ne mondjuk, hogy látjuk az atomokat, csak, mert már megtudjuk őket számlálni! Ha valamilyen kalkulációba fogunk, előre tudjuk, hogy kapunk valamilyen számot vagy eredményt, nem csoda tehát, ha fennt is kaptunk egy számot. Ez még nem bizonyítja, hogy az atomok léteznek is.

De a dolog komolyabbá válik. Van egy másik eszközünk az atomok meglátására, a szpintariszkop: néhány rádiumnyom és tőle kis távolságra valamilyen foszforeszkáló anyag pl. cinkszulfát, ez az egész készülék; ha bele nézünk, időnként villanás-szerű fénypontokat látunk. A villanásokat meg tudjuk egymástól különböztetni és meg tudjuk őket számlálni; Crookes azt állította, hogy minden villanás egy hélium molekula, amely leválik a rádium-

ból és a szulfátba ütközik. Állítását szkeptikusan fogadták. Ellene vetették, hogy nem a szulfát tulajdonsága-e, hogy szakadozott változásokon megy keresztül, ha lassanként elegendő mennyiségű energia halmozódott fel rajta és hogy ez a tulajdonsága megszűnne, ha elég hosszú ideig melegitenék; egy villanás tehát nem jelentené azt, hogy egyetlen ütődésből származik az egész hőmennyiség.

Lássuk csak mégis! Miután van még egy a Perrin-étől tökéletesen független módunk a molekulák megszámlálására, hasonlitsuk őket össze; a szám, amelyhez az utóbbi módon fogunk jutni, 650 ezer milliárd-milliárd. Ez a megegyezés teljesen váratlan és meglepő. Könnyen megérthetik, hogy nem akadhatunk fenn azon, ha a megközelítés csak néhány ezer milliárd-milliárd.

Most már azután igazán csodálkoznunk kell, annál is inkább, mert tiznél jóval több, egymástól teljesen független eljárás, melyeknek a felsorolása csak kifárasztaná Önöket, ugyanazon eredményhez vezetett. Ha vagy több, vagy kevesebb molekula volna egy grammban, egész más volna a kék ég ragyogása, az égő testek gyöngébben vagy erősebben sugároznának stb.; mégse mondhatjuk, hogy látjuk az atomokat.

Egy reflexió kedvéért megállok ennél a pontnál. Tegyük fel egy rengeteg messzelátóval felszerelt óriást. Mondjuk, hogy az égnek sötét mélységeiből jön és valami teljes fényben ragyogó felhő felé tart. Mi tudjuk, hogy ez a Tejút mert mi belül vagyunk, tudjuk, hogy a mienkhez hasonló világok milliárdjaiból áll. A mi óriásunk azonban csak sejtésekre van utalva; meg-

erőltető gondolkodás után eljut ahhoz a kérdéshez, hogy ez a felhő kontinuum (hézag nélküli) anyagból vagy atomokból áll-e? Közben azonban közelebb jön és egy szép napon messzelátója rengeteg sok fénylő pontot fog neki mutatni a felhőben. „Na, most végre igazán meg van — gondolja magában — most előttem vannak az atomok.“ A boldogtalan nem tudja, hogy ez a sok atom mind egy-egy Nap, hogy mindegyik egy bolygó rendszer középpontja, hogy mindegyik bolygón millió és millió lény van, akik örökösen kutatnak, hogy megtudják, nincsenek-e maguk is atomokból.

Lám! ez a mi helyzetünk is; alig vesszük észre az atomokat és már is az atomokkal ugyanaz a probléma adódik, mint a nagyobb testekkel, amelyeket érzékszerveink mutattak meg nekünk. Ném mindegyik újra egy világ-e és milyen elemekből állnak e világok? Lehet, hogy mi már előbbre vagyunk, mint óriásunk, mi már minden atomban gazdag sokszerűséget különböztetünk meg; már a részleteket is kezdjük látni és minden tudós vállrándítással fogadná azt, aki el akarná hitetni vele, hogy a kémikus atomja, amiket most számláltunk meg, matematikai pontok, oszthatatlan lények, ahogy a görögök szerették volna.

És mindenekelőtt régi atomjainkat szemünk előtt látjuk széthullani; a radioaktív anyagok magánál aktivitásuknál fogva állandóan átalakulnak; ha az urániumból indulunk ki, azt látjuk, hogy állandóan héliumot veszít, ez a folytonos emisszió adja neki a sugárzó tulajdonságokat; közben átalakul rádiummá, ez viszont ismét héliumot veszít és több lépés után végre a polóniumhoz jutunk; kétségtelen, hogy itt sem fogunk megállani és végeredményben valami egyszerű, köz-

ismert testhez jutunk el, amely már nem radióaktiv. Ez azonban még mindig csak egy közöséges kémiai bomlási folyamat, amely az általunk megszokottaktól legfeljebb lassúságában, a leadott rengeteg hőmennyiségben és a különös kísérő jelenségekben különbözik; de ezt is ki tudjuk egyenletekben fejezni, mint az összes kémiai reakciókat, mert a bomlási termékek érzekelhető testek, amelyeket ismerünk és osztályozunk. Néhány test, amelyet egyszerűnek gondoltunk, összetett, ennyi az egész; a régi atomteoria érintetlenül marad.

Nézzünk még tovább, azt fogjuk látni, hogy az atomok még sokkal kisebb darabokra — elektrónokra — oszlanak. Önök mindnyájan ismerik azokat a csöveket, amelyeket a fizikusok az x-sugarak előállítására használnak a radiógraphiában. Kövér üveggömbök ezek, légüres térrel, belül elektródok vannak, amelyeket elektromos áramforráshoz kapcsolnak; ha áramot bocsátunk keresztül, az üveg fényleni kezd és zöldecs ragyogással csillog; a negatív elektród a katód — t. i. különös sugarakat az u. n. katódsugarakat bocsájtja ki; ezek a sugarak teszik fénylővé az üveget, amikor beleütköznek; ezek ütköznek bele a katóddal szemben fekvő elektródba — az antikatódba és létre hozzák az x-sugarakat, amelyekkel e pillanatban nem akarok törődni.

Mi egy katód-sugár? Végtelen finom, negatív elektromos töltéssel bíró, egybegyűjthető részecskék szóródása; ezeket a részecskéket hívjuk elektrónoknak. A mágnességnek és az elektromosságának ezekre a katódsugarakra való hatását tanulmányozva, meg lehet mérni a részecskéknek rengeteg sebességét, ép így a tömegük és töltésük viszonyát.

Okunk van hinni, hogy ez a töltés ugyanaz, mint az, amelyet egy atom hord az elektromos árammal szétbontott sóoldatokban; azt kell következtetnünk, hogy egy elektrón tömege ezerszer kisebb egy hidrogén atoménál. Oda kerülünk, hogy az atomot Nap-rendszerként kell magunk elé gondolnunk. A középpontban van egy viszonylag nagy test, pozitív töltéssel, e központi csillag felé gravitálnak a sokkal kisebb negatív töltésű bolygók: az elektrónok. A középpontban lévő nap vonzza a bolygókat, mert pozitív a töltése és mert a pozitív elektromosság vonzza a negatívot. A nap-rendszerünket uraló newtoni gravitációnak a képét kapjuk tehát. Különbek nekünk, akik kívülről látjuk az atomot, nem látszik elektromosnak, mert pontosan annyi pozitív elektromosság van a napon, mint amennyi negatív a bolygókon.

Ez az új haladás is az atomizmus diadala. Már nemcsak az anyag, hanem az elektromosság sem véghetetlenül osztható; ellenkezőleg: tovább nem bontható elemekre bomlik; semmi módszerünk sincs, amellyel egy elektront ketté vághatnánk, hogy töltésének felét elvehessük és máshová vigyük. Az elektron valóságos atomja az elektromosságnak.

Nem állhattunk meg mindig ennél az állomásnál sem, ahol a végső elemek kis tömegű és változatlan töltésű testcskéik. Egyesek kíváncsiak voltak ennek a tömegnek a származására és bebizonyították, hogy ez a tömeg nem is létezik, hogy csak látszat, hogy pusztán elektromágneses jelenségeknek kell tulajdonítanunk, amelyeket a környező éther és a töltés leadása vállt ki. Nem is gondolhatok most arra, hogy fogalmat adjak önöknek erről az okoskodásról és ezért csak az

eredményt veszem. Az összes tulajdonságok közül a tömeg látszott az anyag legsajátosabb tulajdonságának, annyira, hogy a tömeg és anyag szavak szinte rokonértelműeknek látszottak, Lavoisier mérleggel a kezében az anyag elpusztíthatatlanságát bizonyította be a tömeg változhatatlanságát bizonyítva.

És ime, ez a tömeg, már csak pusztá látszat, amelyet egy csomó körülmény és elsősorban a sebesség megváltoztathat. Egy csapásra megfosztották az anyagot az aktív szerepléstől hogy átadják az éthernek, amely az igazi hordozója azoknak a jelenségeknek, amelyeket a tömegnek tulajdonítottunk. Nincs többé anyag, csak örvények vannak az étherben; csakhogy mivel ezek az örvények nem változtatják meg helyüket a környező éther megbolygatása nélkül, erő kell a helyváltozáshoz és azért látszik úgy, mintha az ő tulajdonságuk volna a tehetetlenség, míg a valóságban az éther tulajdonsága.

Ez újra eszünkbe hozza az éthert, amelyet már elfelejtettünk. Mármint az éther kontinuos környezetnek látszik; lehetséges, hogy atomokból áll, de ez csak levegőben lógó hypothézis, ezeket az atomokat nem látjuk úgy mint a kémikus atomjait, amelyekből szintén sok kell, hogy észre vegyük őket; az éther atomjairól legfeljebb álmódozhatunk; ime helyreállítódik — legalább is időlegesen — a kontinuitás uralma az eterikus környezetben, amely egyedül igazán számba jövő.

Befejezésül néhány szót kell még szólnom az atomisták és a kontinuitáselmélet hívei között folyó harc utolsó fordulataról és ez a fordulat bizonyára a legváratlanabb és legmeglepőbb epizód ennek a

harcnak az egész történetében. Planc azt hiszi, hogy arra kell következtetnie, hogy szomszédos testeknek sugárzással végbemennő hőcserélődése, csak ugrás-szerűen, csak discontinuus (nem folytonos) fokozatokban történhetik. Ez a quantum-elmélet. Nem tudom átlátják-e micsoda jelentősége van ennek az elméletnek, hogy jól megértethessem Önökkel, elmegyek az elméletnek ahhoz a végső következményéhez, amelyhez szerintem kikerülhetetlenül elvezet.

A világ eszerint nem egyenletes folytonossággal, nem észrevehetetlen fokokkal változna, hanem ugrás-szerűen. Ezek az ugrások igen kicsinyek az olyan rövidlátó lények szemében, mint amilyen az ember és ez adná a kontinuitás látszatát; hisz ismeretes, hogy a rövidlátók, ha egy nyomtatott lapot egy bizonyos távolságból néznek, nem tudják megkülönböztetni a feketét a fehértől és egy egyformán szürke felületet látnak. Nem lehetne többé tehát azt mondanunk: *Natura non facit saltus* (a természetben nincs ugrás) ellenkezőleg, csak az van. Nem csak az anyag bomlik szét atomokra, maga a világ története is; sőt, maga az idő is, mert két egymásra következő ugrás közé eső két pillanatot nem tudnánk többé egymástól megkülönböztetni, mert mind a ketten a világ ugyanazon állapotának felelnének meg.

Nem kell ennyire gyorsan mennünk, de így is el tudják Önök képzelni, hogy nem igen látjuk egyhamar befejeződni azt a harcot, amely a két gondolkodásmód között folyik, egyrészt az atomisták között, akik olyan végső elemek létezésében hisznek, amelyeknek véges, de elég nagy számú kombinációja elegendő a világ változó tekintetének megmagyarázására és másrészt a

folytonosság- és végtelenség-elmélet hivei között. Ez a harc addig fog tartani, amig tudománnyal foglalkozni fognak, amig gondolkozni fog az emberiség, mert az emberi szellem olyan két kibékíthetetlen szükségletének az ellentétéből fakad, amely nem szűnhet meg, amig szellem a szellem. Az egyik a megértés szükséglete és megérteni csak a végeset tudjuk, a másik a látás szükséglete és látni csak terjedelmet tudunk, amely pedig végtelen.

Ha ez a háboru nem is végződhetik az egyik harcos döntő győzelmével, távolról sem marad azért terméketlen. Minden új ütközet új harctéren folyik, mindegyik egy lépés előre, mindegyik egy diadal, nem az egyik fél, hanem az emberiség számára.

Függelék.

Bertrand Russell: Az anyag természete.

Az érzéklés adatairól általában felvesszük, hogy valóban jelei valami tőlünk és észrevételeinktől független dolog létének. Más szóval felveszem, hogy a szín, keménység, zörej stb. érzetein kívül, amelyek számomra egy tárgy pl. az asztal jelenlétével egyenlők, van valami más, ami nek ezek a dolgok a jelenségei. A szín megszűnik létezni, ha lehunyom szememet, a keménység érzete megszűnik, ha megszüntetem karom és az asztal érintkezését, a hang megszűnik, ha felhagyok az asztalt ütögetni; de nem hiszem, hogy ha mindezek a dolgok megszűnnek, az asztal is megszűnik. Ellenkezőleg, azt hiszem, hogy mivel az asztal állandóan létezik, azért jelennek meg ezek az érzéki adatok újra, mihelyt kinyitom szemeim, visszahelyezem karom s újra ütögetem az asztalt. A kérdés, amelyet ezért vizsgálnunk kell, a következő: mi a természete ennek a valóságos asztalnak, amely észrevevésemtől függetlenül megmarad?

Erre a kérdésre a fizika tudománya olyan választ ad, amely bizonyára némileg tökéletlen, részben pedig nagyon hipotétikus, de amennyire eljut, annyira tiszteletet is érdemel. A fizika többé-kevésbé öntudatlanul arra a nézetre jutott, hogy minden természeti jelenség mozgásokra vezethető vissza. Fény, hő és hang hullámmozgásoknak tulajdonítandók, amelyek az őket kibocsátó testről ahhoz a személyhez jutnak el, amely világosságot lát, hőt érez vagy hangot hall. Az, aminek hullámmozgása van, vagy aether, vagy „durva anyag“, de mind a két esetben az, amit a filozófus anyagnak nevezne. Egyedüli tulajdonsága, mellyel a tudomány felruházza, a térben elfoglalt helyzete és a mozgás törvényeinek megfelelő mozgásra

való képessége. A tudomány nem tagadja, hogy más tulajdonságai is lehetnek; de ha így áll is a dolog, ezek a többi tulajdonságai nem hasznosak a tudomány embere számára és semmivel sem segítik a jelenségek magyarázatában.

Néha azt mondják, hogy „a fény a hullámmozgásnak egy formája“, de ez az állítás félrevezet, mert a fény, amelyet közvetlenül látunk, amelyet érzékeinkkel egyenesen megismerünk, nem a hullámmozgásnak egy formája, hanem valami egészen más, valami, amit mindnyájan ismerünk, ha nem vagyunk vakok, ha nem is tudjuk leírni, úgy hogy átruházhassuk ismeretünket egy vak emberre. Ezzel szemben egy hullámmozgást nagyon jól leírhatunk egy vak embernek, mert az tapintóérzéke segítségével megismerheti a teret és tengeri utazáson majdnem éppen úgy tapasztalhatja, mi a hullámmozgás, mint jómagunk. De ez, amit egy vak ember megérthet, nem az, amit fény alatt értünk: fény alatt éppen azt értjük, amit a vak sohasem érthet meg és amit sohasem írhatunk le neki.

Már most a tudomány szerint ez a valami, amit mindnyájan ismerünk, akik nem vagyunk vakok, a valóságban nem található fel a külvilágban; valami, amit bizonyos hullámoknak a fényt látó személy szemeire, idegeire és agyvelejére tett hatása idéz elő. Ha azt mondják, hogy a fény hullámokból áll, tulajdonképpen annyi értendő alatta, hogy a hullámok az okai fényérzeteinknek. De maga a fény, az, amit a látó ember tapasztal és a vak nem tapasztal, a tudomány szerint nem alkotja részét a tőlünk és érzékeinktől független világnak. S egészen hasonló megjegyzések tehetők a többi érzetfajtára nézve is.

Az anyag tudományos világából nemcsak színek és hangok stb. hiányzanak, hanem a tér is, amint azt látás vagy tapintás útján észleljük. A tudomány lényegéhez tartozik, hogy anyaga egy bizonyos térben legyen, de az a tér, amint látjuk, nem ugyanaz a tér, mint amelyet tapintásérzékünk útján nyerünk; a gyermekkorban csak gyakorlat útján tanuljuk meg, hogyan érintsünk dolgokat, amelyeket látunk, vagy hogyan lássunk meg dolgokat, amelyekről érezzük, hogy érintenek. De a tudomány tere

semleges a tapintással és látással szemben; ennél fogva nem lehet sem a látás tere, sem a tapintásé.

Különböző emberek pedig ugyanazt a tárgyat szempontjuknak megfelelőleg különböző alakunak látják. Így egy korongot, jóllehet mindig köralakunak fogjuk itélni, tojásdadnak látunk, míg egyenesen szembe vagyunk vele. Ha úgy itélünk, hogy köralakú, úgy ítélünk, hogy van egy valódi alakja, amely nem látszólagos alakja, hanem elválaszthatatlanul, megjelenésétől függetlenül hozzátartozik. De ennek a valóságos alaknak, amely a tudományt érdekli, valóságos térben kell lennie, amely nem azonos a valakinek megjelenő térrel. A valóságos tér közös, a megjelenő tér az észretevő sajátja. Különböző emberek egyéni „magántereiben“ ugyanaz a tárgy különböző alakunak látszik. A valódi térnek tehát, amelyben valódi alakja van, különböznie kell a magántereiktől. A tudomány tere bár kapcsolódik a látott és érzett terekhez, nem azonos velük és a kapcsolat módját külön kutatásnak kell megállapítania.

Ideiglenesen belementünk abba, hogy a fizikai tárgyak nem lehetnek egészen olyanok, mint érzéki adataink, hanem érzeteink okozóinak tekinthetők. Ezek a fizikai tárgyak a tudomány terében vannak, amelyet „fizikai“ térnek nevezhetünk. Fontos itt megjegyezni, hogy ha érzeteinket fizikai tárgyak okozzák, kell egy fizikai térnek lenni, amely e tárgyakat, érzékszerveinket, idegeinket és agyvelőnket magában foglalja. Tapintásérzetünk keletkezik valamely tárgyról, ha érintkezésben vagyunk vele; más szóval, ha testünknek egy része a fizikai térben oly helyet foglal el, amely a tárgy által elfoglalt térhez egész szorosan illeszkedik. Durván szólva, valamely tárgyat akkor látunk, ha a fizikai térben nincsen át nem látszó test a tárgy és szemünk között. Hasonlóképpen csak akkor látunk, vagy izlelünk, vagy tapintunk valamely tárgyat, ha elég közel vagyunk hozzája, vagy ha érinti a nyelvet, vagy a fizikai térben testünknek megfelelő helyzetben van. Nem foghatunk a megállapításába annak, hogy valamely adott tárgynál különböző körülmények között milyen különböző érzeteket nyerhetünk, ha nem tekintjük úgy a tárgyat mint testünket ugyanegy fizikai térben, mert kizárólag a tárgy

és testünk relativ helyzete határozza meg, milyen érzeteink lesznek a tárgyról.

Már most érzéki adataink a mi magántereinkben helyezkednek le, akár a látás, vagy a tapintás terében, akár azokban a határozatlanabb terekben, amelyeket egyéb érzékeink határoznak meg. Ha, amint a tudomány és a józan ész felveszik, van egy közös, mindent átfogó tér, amelyben a fizikai tárgyak vannak, a fizikai tárgyaknak a fizikai térben elfoglalt relativ helyzetei többé-kevésbé meg kell, hogy feleljenek az érzéki adatok relativ helyzeteinek a mi magántereinkben. Semmi nehézsége sincs annak a feltevésnek, hogy tényleg ez az eset forog fenn. Ha az utcán az egyik házat közelebbinek látjuk magunkhoz, mint a másikat, többi érzékeink megfelelnek ennek. Így pl. hamarabb érjük el, ha az utcán arra megyünk. Más emberek is egyetértenek velünk, hogy a ház, amely közelebbinek tünik fel, közelebb is van hozzánk. A térkép ugyanezt mutatja; így minden a házaknak egy olyan térbeli viszonyát mutatja, amely megfelel azon érzéki adatok viszonyának, amelyeket látunk, ha a házakra nézünk. Ilyképen feltehető, hogy van valamely fizikai tér, amelyben a fizikai tárgyak térbeli viszonyai megfelelnek azoknak, amelyeket a mi magántereinkben a megfelelő érzéki adatok mutatnak. Ez a fizikai tér az, amellyel a geometria foglalkozik és amelyet a fizika és a csillagászat felvesznek.

Feltéve, hogy van fizikai tér és hogy megfelel magántereinknek, mit ismerhetünk meg belőle? Csak is annyit ismerhetünk meg, amennyi a megfelelés biztosításához megkivántatik. Más szóval semmit sem ismerhetünk meg belőle úgy, amint önmagában véve létezik, de megismerhetjük a fizikai tárgyak elrendeződésének módját, amely térbeli viszonyaikból következik. Megismerhetjük például, hogy a föld, a hold és a nap fogyatkozás idején egyenes vonalban fekszenek, bár nem tudhatjuk, hogy mi egy fizikai egyenes vonal önmagában véve úgy, amint ismerjük látásterünkben az egyenes vonal szemléletét. Így sokkal többet tudunk a távolságok viszonyairól a fizikai térben, mint magukról e távolságokról; tudhatjuk, hogy az egyik távolság nagyobb, mint a másik, vagy

hogy ugyanazon az egyenes vonalon fekszik, mint a másik, de nem ismerhetjük meg a fizikai távolságokat közvetlenül, úgy amint megismerhetjük a mi magántereinkben a távolságokat, színeket, hangokat vagy egyéb érzéki adatokat. A fizikai térről mindazt megtudhatjuk, amit egy születése óta vak másoktól megtudhat a vizuális térről; de azokat a dolgokat, amiket a születése óta vak sohasem tudhat meg a vizuális térről, mi sem tudhatjuk meg a fizikai térről. Megismerhetjük a tulajdonságait azoknak a vonatkozásoknak, amelyek szükségesek az érzéki adatoknak való megfelelés fenntartásához, de nem ismerhetjük meg a tagok természetét, amelyek között a vonatkozás fennáll.

Ami az időt illeti, é r z é s ü n k a tartalomról vagy az idő múlásáról tudvalevőleg bizonytalan tájékoztató az órán elmúlt időt illetőleg. Az idő, ha unatkozunk vagy szenvedünk, lassan mulik, ha kellemes elfoglaltságunk van, gyorsan telik és ha alszunk, úgy mulik, mintha nem is volna. Amennyiben tehát az időt tartama teszi, ugyanígy meg kell különböztetnünk közös és magán időt, mint a tér esetében. De amennyiben az idő az előbbnek és későbbnek egy bizonyos rendjében áll, nincs szükség erre a megkülönböztetésre; az az időrend, amelyben az események látszólag lejátszódnak, amennyire látjuk, ugyanaz, mint az az időrend, amelyben le kell játszódnuk. Mindenesetre nincs okunk feltenni, hogy a két rend nem ugyanaz. Rendszerint ugyanez érvényes a térre nézve is: ha egy ezred az uton menetel, az ezred alakját különböző szempontokból különbözőképen látjuk, de az emberek minden szempontból ugyanabban a rendben fognak megjelenni. Ezért a rendről azt tartjuk, hogy a fizikai térben is érvényes, míg az alakról csak azt tesszük fel, hogy megfelel a fizikai térnek, amennyiben ez a rend megmaradásához szükséges.

Ha azt mondjuk, hogy az események látszólagos időrendje ugyanaz, mint valóságos időrendjük, szükséges, hogy egy félreértés lehetőségét elhárítsuk. Nem kell feltenni, hogy különböző fizikai tárgyak változó állapotainak ugyanazon időrendjük van, mint az érzéki adatoknak, amelyek ezen tárgyak észrevételeit kiteszik.

Mint fizikai tárgyak, a villámlás és a dörgés egyidejűek; másszóval a villám egyidejű a levegő megrezditésével azon a helyen, ahol a rezzenés kezdődik, tudniillik ott, ahol villámlik. De az érzéki adat, amelyet a mennydörgés hallásának nevezünk, nem lép fel, amíg a levegő rezgése nem jutott el odáig, ahol mi vagyunk. Hasonlóképen nyolc percig tart, amíg a nap fénye eljut hozzánk; ekképen ha a napot látjuk, tulajdonképen a nyolc perc előtti napot látjuk. Amennyire érzéki adataink evidenciát adnak a fizikai napról, a nyolc perc előtti fizikai napról adják; ha a fizikai nap az utolsó nyolc perc alatt megszűnt volna létezni, ez nem okozna különbséget az érzéki adatot illetőleg, amelyet „a nap látásának“ nevezünk. Ez is élénken szemlélteti az érzéki adatok és a fizikai tárgyak között tett megkülönböztetés szükségességét.

S amit a térre nézve találtunk, nagyon megegyezik azzal, amit az érzéki adatok és fizikai együttjárók megfelelőse dolgában találunk. Ha valamely tárgy kéknek és egy másik pirosnak látszik, észszerűleg feltehetjük, hogy van valamely megfelelő különbség a fizikai tárgyak között; ha két tárgy egyformán kéknek látszik, feltehetjük a megfelelő hasonlóságot. De nem remélhetjük, hogy közvetlenül megismerkedünk a fizikai tárgy kvalitásával, amely azt kéknek vagy pirosnak látszóvá teszi. A tudomány azt mondja, hogy ez a kvalitás egy bizonyos hullámmozgás s ez elég érthetően hangzik, mert hullámmozgásokat gondolunk abban a térben, amelyet látunk. Am a hullámmozgásoknak a valóságban a fizikai térben kell lefolyniok, amelyet nem ismerünk közvetlenül; így tehát a valóságos hullámmozgások nem is olyan otthonosak számunkra, mint gondoltuk volt. S ami áll a színekre, ugyanaz érvényes a többi érzéki adatra is. Ilyképen azt találjuk, hogy ha a fizikai tárgyak vonatkozásainak mindenféle megismerhető tulajdonságuk is van, amelyeket az érzéki adatok vonatkozásainak való megfelelőseikből vezetünk le, a fizikai tárgyak maguk, legalább amennyire az érzékek útján megközelíthetők, magánvaló természetükben ismeretlenek maradnak. Kérdés már most, van-e más módszer a fizikai tárgyak magánvaló természetének kikutatására.

A legtermészetesebb, bár végeredményben nem a legvédhetőbb feltevés, amelyet első pillanatra legalább a vizuális érzéki adatokra vonatkozólag elfogadhatunk, abban állna, hogy a fizikai tárgyak, ha a fent vizsgált okoknál fogva nem is lehetnek pontosan olyanok, mint az érzéki adatok, lehetnek többé-kevésbé olyanok. E felfogás szerint a fizikai tárgyaknak pl. valóban színük van, és jó szerencsével olyan színűnek láthatunk egy tárgyat, amilyen az a valóságban. Az a szín, amely valamely tárgy látszólagos színe egy adott pillanatban, általában sokféle különböző szempontból tekintve, ha nem is egészen ugyanaz, de ehhez nagyon hasonló; feltehetjük tehát, hogy a „valóságos“ szín mintegy átmenet a különböző árnyalatok között, amelyek különböző szempontokból nézve megjelennek.

Egy ilyen elméletet esetleg nem lehet megcáfolni, de ki lehet mutatni, hogy nincsen alapja. Nyilvánvaló, hogy a szín, amelyet látunk, egyedül azoknak a fényhullámoknak a természetétől függ, amelyek érintik a szemet, következképpen éppen annyira módosul a köztünk és a tárgy közt levő közeghez képest, mint aszerint, hogy a fény a tárgytól a szem irányában milyen módon verődik vissza. A közbeeső levegő, ha csak nem egészen tiszta, megváltoztatja a színeket és bármely erős visszaverődés teljesen megváltoztatja őket. Ilyképen a szín, amelyet látunk, a fénysugár eredménye, amint szemünkhöz ér és nem a tárgy egyszerű tulajdonsága, amelyből a fénysugár kiindul. Ha tehát bizonyos hullámok a szemet érik, egy bizonyos szint fogunk látni, akár van színe annak a tárgynak, amelytől a hullámok kiindulnak, akár nincsen. Ily módon egészen önkényes dolog felvenniünk, hogy a fizikai tárgyaknak színük van s egy ilyen feltevést semmi sem igazol. Teljesen hasonló érvek érvényesek a többi érzéki adatra vonatkozólag is.



EUROPA

ISMERETTERJESZTŐ KÖNYVTÁR

Az Europa Ismeretterjesztő Könyvtár programja kiterjed:

a társadalomtudomány, történelem, közgazdaság, filozófia, vallás, művészet és irodalom

egész problémakörére, felöleli

a modern természettudomány, technika eredményeinek ismertetését is, amennyiben azok a mai ember látókörének gazdagodását jelentik.

Csak a legjobbak írásait közli:

mai írók és ma is aktuális jelentőségű klasszikusok, fordítások és eredeti munkák közlésével mindig egy célt tűz ki maga elé:

a magyar nyelven olvasó közönség látókörét odáig tágítani, hogy átfoghassa az európai szellem egészét,

elhelyezkedhessen annak törekvéseiben, segíthessen azt mai válságából egy magasabb fejlődés vonalába átmenteni.



EUROPA-KÖNYVTÁR

Megjelent:

1. **Henri Bergson**: Bevezetés a metafizikába. Fordította és előszót irt hozzá Fogarasi Béla.
2. **Balázs Béla**: A színjáték elmélete.
3. **Friedrich Engels**: Ludwig Feuerbach és a klasszikus német filozófia lezárulása. Fordította és előszót irt hozzá Káldor György.
4. **Rosa Luxemburg**: Levelek a börtönből. Fordította Lengyel József.
5. **Fogarasi Béla**: Bevezetés a marxi filozófiába.
- 6-7. **Immanuel Kant**: Egy szellemlátó álmai. Fordította K. Fried Jolán.
8. **Rácz Béla**: Kereszténység és rabszolgaság.
9. **Várdi Gyula**: A valuta (Közgazdasági problémák I.).
10. **Henri Poluecaré**: Természettudomány és materializmus. Fordította Gara Károly.
11. **Lengyel Samu**: A könyvtel lényege. (Közgazdasági problémák II.)
12. **Balázs Béla**: Férfiének. (Új versek)

Legközelebb megjelennek:

- Upton Sinclair**: Türelmi bárca (A sajtóról).
G. K. Chesterton: Eretnekek (Kipling-Wells-Shaw).
Dosztojevszkij: Orosz írókról (Tolsztoj-Puskin).
Ernst Mach: Népszerű természettudományi előadások.
Goethe: A dilettantizmusról
Mit olvassunk? (Tudományos irodalmi tanácsadó.)
Clausewitz: A háborúról.
Tudományos idegen kifejezések lexikona.
Marx: A politika, gazdaságtan bírálatának bevezetése.
Utópikus szocialisták. (Saint-Simon, Weitling, Fourier. Owen írásaiból.)
Heinrich Cunow: Az őskor technikája.
Curtius: A mai francia irodalom.
-

EUROPA-KÖNYVTÁR

WIEN, VII.,

BANDGASSE 32, I. ST., TÜR 17.

OSZK

Országos Széchényi Könyvtár

