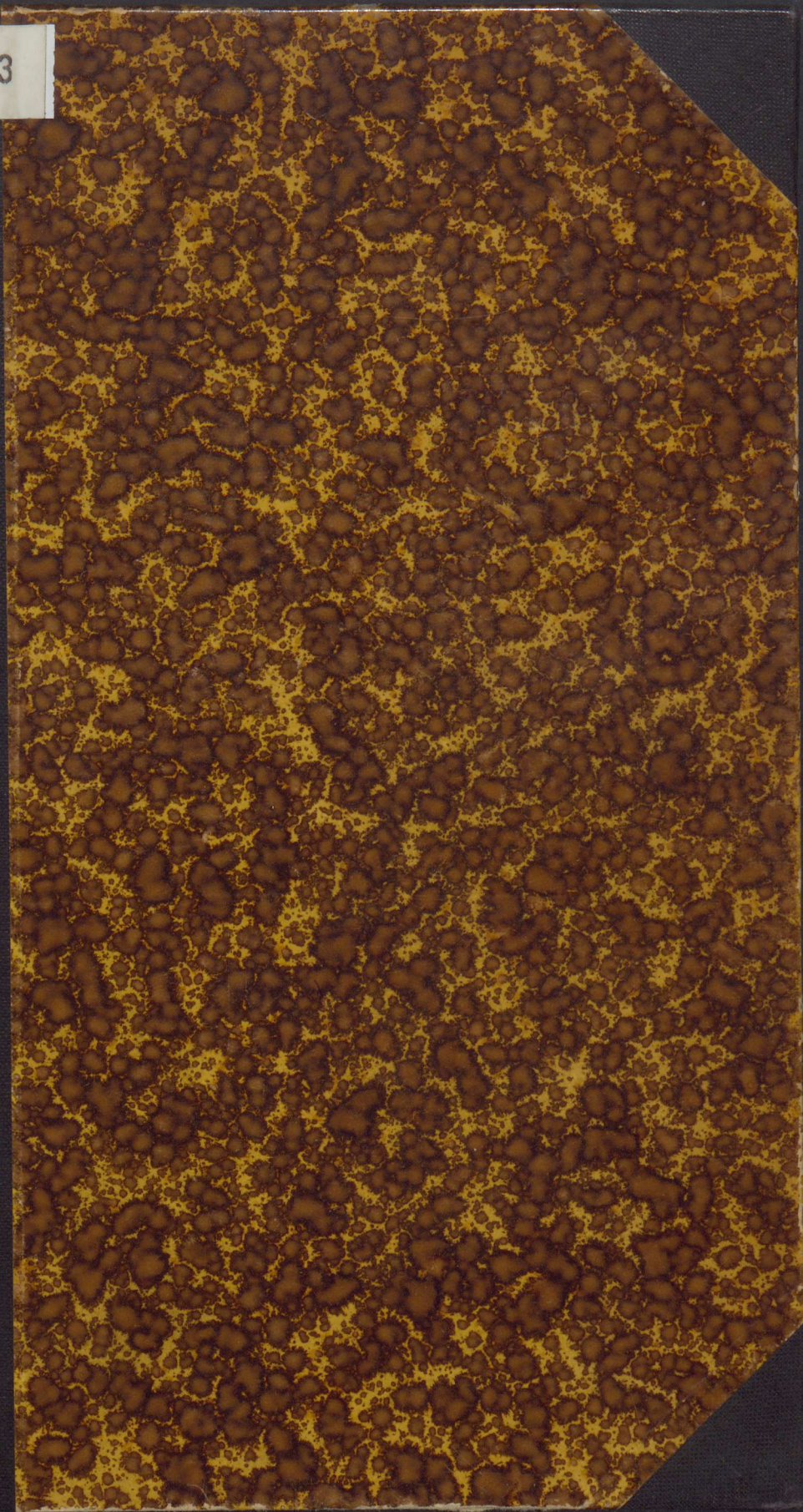
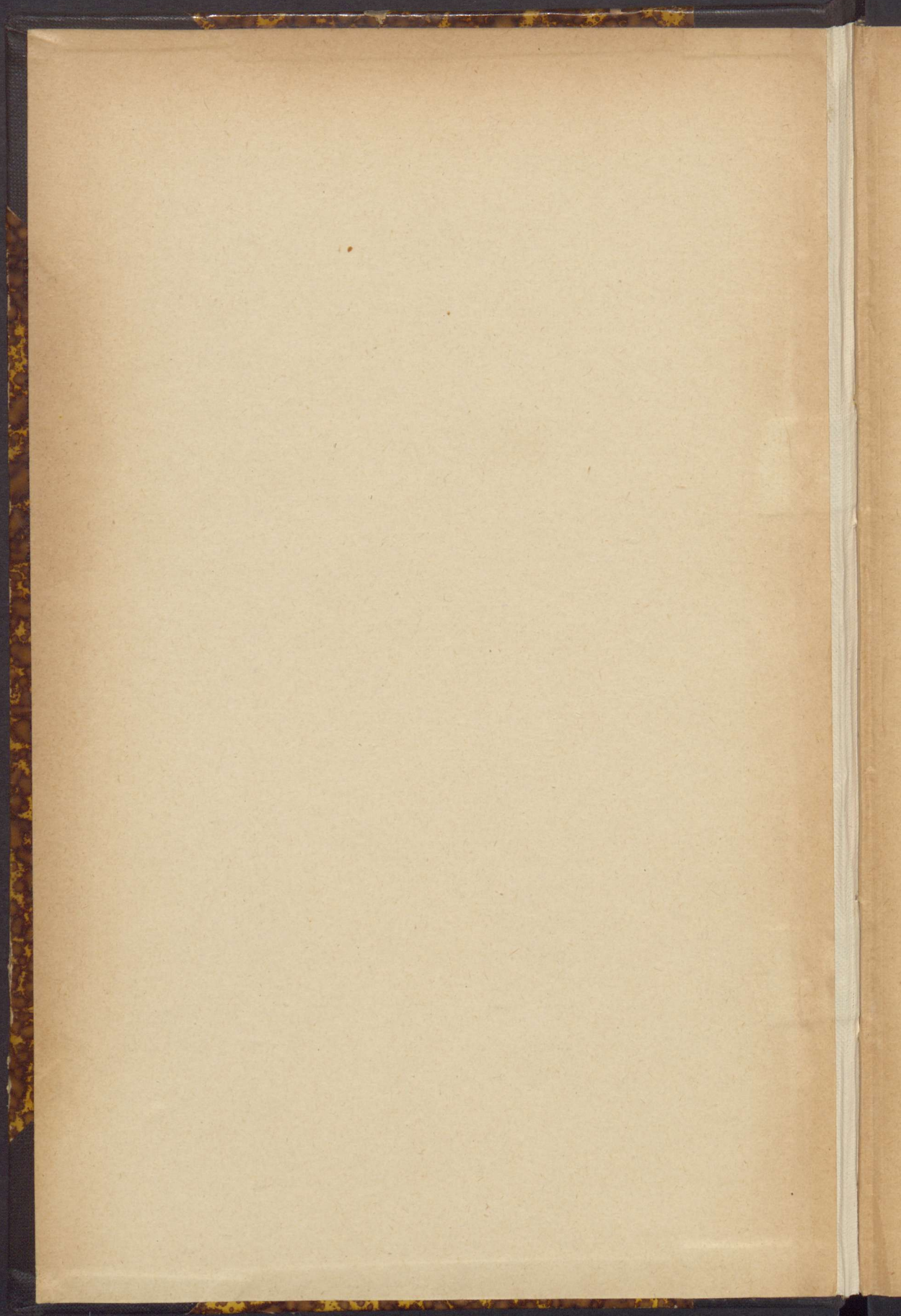
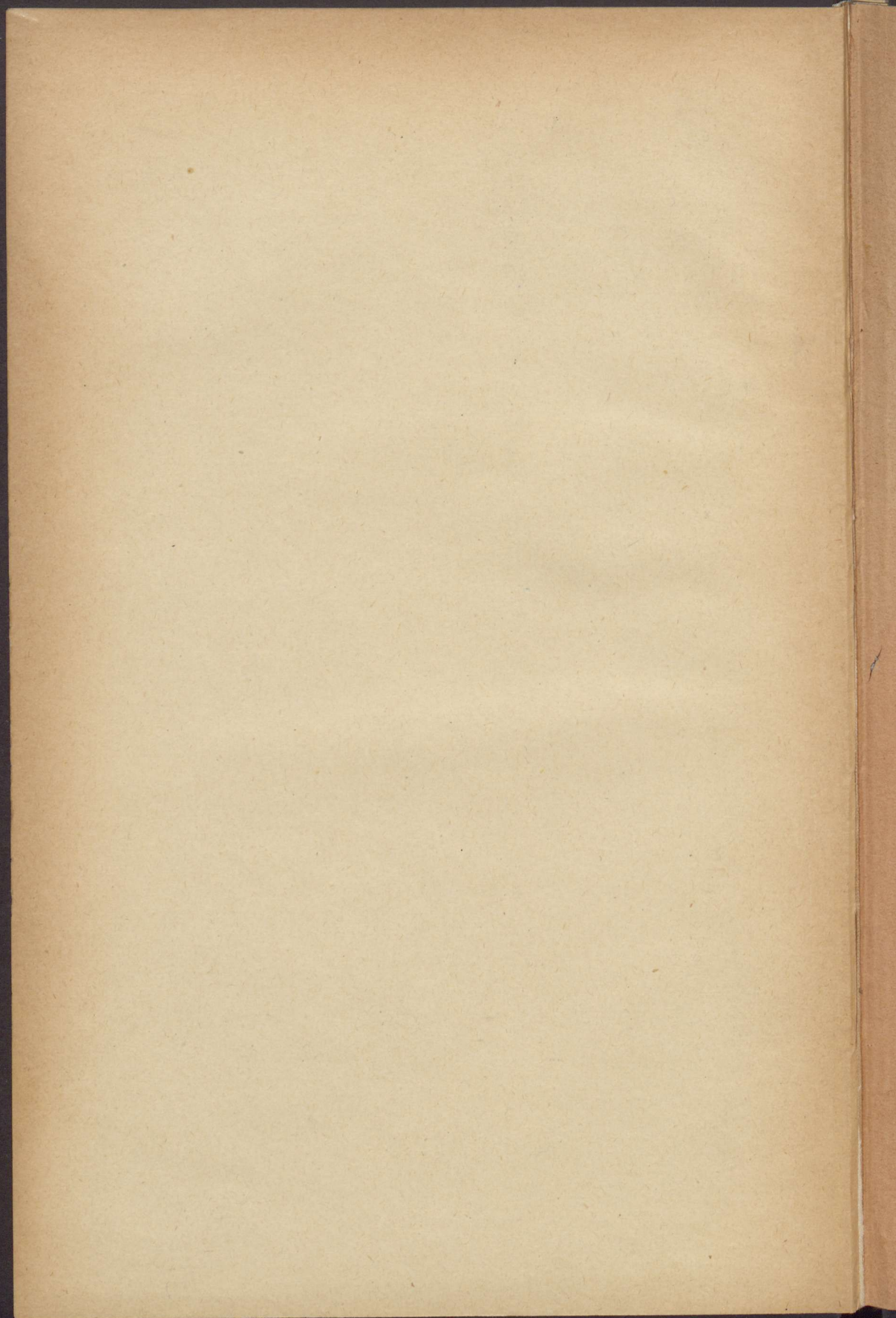


627.783







39

AZ
ANYAG MIVOLTÁRÓL

TERMÉSZETBOLCSELETI ÉRTEKEZÉS

IRTA

D^R SCHÜTZ ANTAL

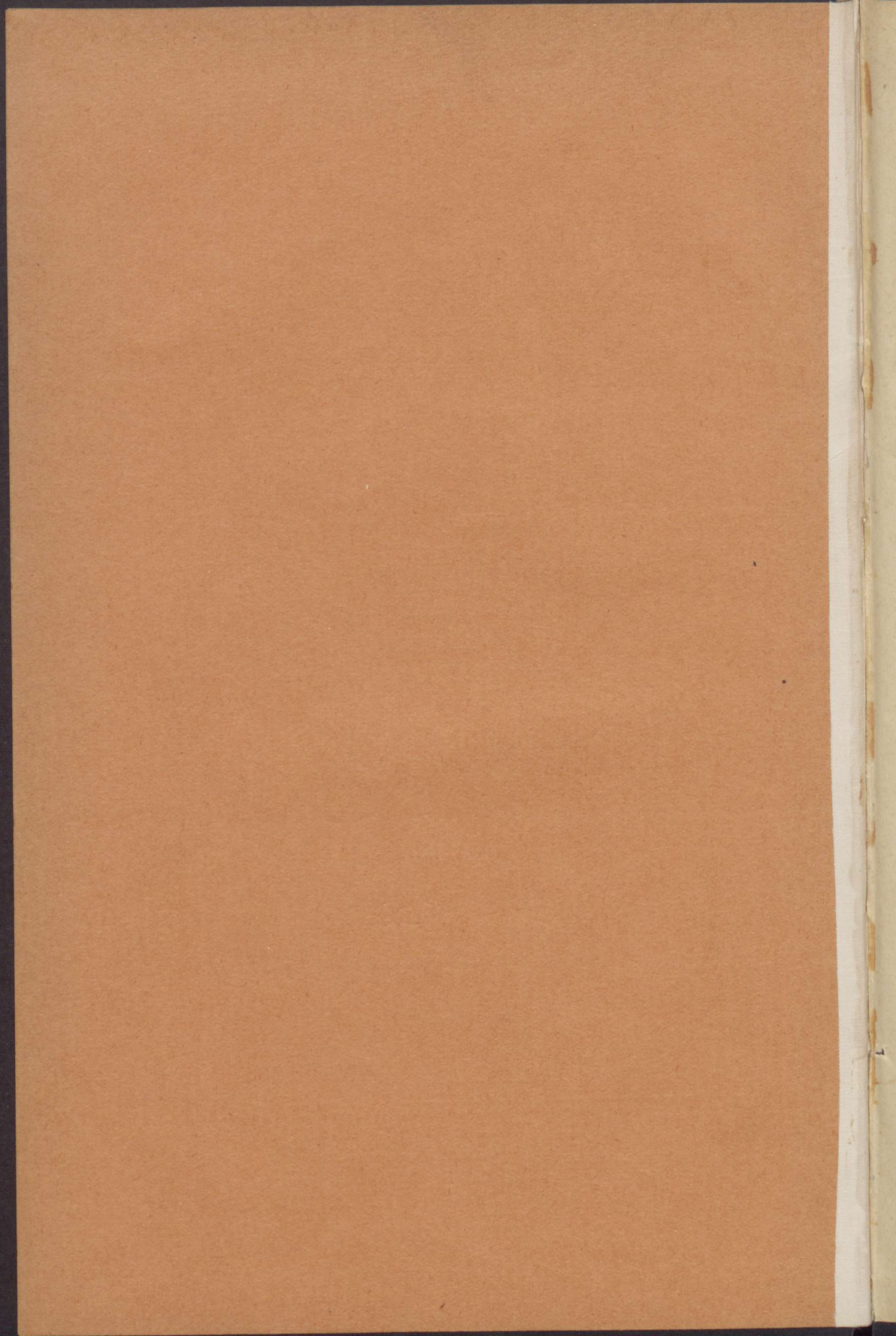
KEGYESRENDI TANÁR



BUDAPEST

154
AZ ATHENAEUM IRODALMI ÉS NYOMDAI R.-T. NYOMÁSA

1911



AZ
ANYAG MIVOLTÁRÓL

TERMÉSZETBÖLCSELETI ÉRTEKEZÉS

IRTA

DR SCHÜTZ ANTAL

KEGYESRENDI TANÁR

KÜLÖNLENYOMAT A HITTUDOMÁNYI FOLYÓIRAT
1911-IKI ÉVFOLYAMÁBÓL.



BUDAPEST

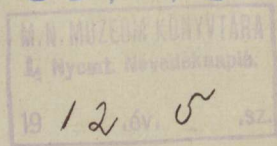
AZ ATHENAEUM IRODALMI ÉS NYOMDAI R.-T. NYOMÁSA

1911

~~Pl. sp. Kc~~
~~1052~~



627.787





AZ ANYAG MIVOLTÁRÓL.

Felolvastatott az Aquinói Szent-Tamás-Társaság 1910. október 5-én tartott ülésében.

I. Az anyagprobléma eredete, értelme és megoldásának módja.

Az anyagprobléma eredete és értelme.

Mi az anyag? E kérdésre akkor bukkan az elme, mikor meg akarja oldani a változás problémáját a szervetlen világra nézve.

A változás a legegyszerűbb és legegyszerűsebb fogalom, mely a jelenségvilágot értelmileg földolgozni készülő embernek fölkinálkozik. Ezt előző sejdítések és elmélések alapján egyszersmindenkorra megállapította *Aristoteles*, különösen *Phys. I.* és *III.*-ban. Ezért az élet- és lelki jelenségek kizárásával körülhatárolt szervetlen világ bölcselő megismerésének a változás elemzéséből kell irányítást vennie, ha nem akar rend és cél nélkül botorkálni.

A változást a tapasztalat úgy tárja elénk, mint egy magában egységes lénynek vagy rendszernek folytonos átmenetét állapotból állapotba — *πᾶσα μεταβολή ἐστὶν ἐκ τινος εἰς τι.*¹ Ez természetesen nem akar a változásnak meghatározása lenni; hisz a változás elemi fogalom, mely nem tűri meg a legközelebbi nemet s a faji különbséget megjelölő meghatározást. Minden erre vonatkozó kísérlet

¹ *Arist. Phys. V 1.*

valamilyen formában a meghatározásba fölveszi azt, amit meg akar határozni. Be kell tehát érniük jellemző mozzanatok kiemelésével és a szereplő tényezők tisztázásával.

Akár a helyváltoztatást tekintjük, minő az elhajított kő repülése, akár a minőségi változásokat, minő a falevél sárgulása, akár azon gyökeresebb átalakulásokat, melyeket Aristoteles lényegi átváltozásoknak nevez, minők a kémiai vegyületek és bomlások, akár azon még mélyebben járókat, melyeket keletkezés és elmúlás névvel illet, minden változásnál az elme kiragadhat két mozzanatot: egy kiinduló és egy végpontot,¹ melyek nem azonosak. Minden változás ellentétek közt megy végbe. Csak az keletkezhetik, ami előbb nem volt, állapítja meg *Aristoteles* az előző bölcselek nyomán.² De egyben kiemeli, hogy minden változásnál a kiinduló állapotból átmegy valami a végállapotba. Érdekes, a görög bölcseletnek ez kezdettől fogva sarktétele, melynek igazolását senki sem tartotta szükségesnek. Legélesebben az epikureusok fejezték ki: οὐδὲν γίνεται ἐκ τοῦ μὴ ὄντος, . . . οὐδὲν φθίσκειται εἰς τὸ μὴ ὄν;³ s csaknem szóról-szóra ebben a formában járja mindmáig: Rien ne se crée, rien ne se perd. Óvatosabban, de alapjában ugyanezt fejezi ki szent *Tamás*:⁴ Omne, quod quocumque modo mutatur, manet quoad aliquid, quoad aliquid transit.

Ami a változás során a viszonylagos kezdő állapotból átmegy a viszonylagos végállapotba, amiből az új dolog keletkezik, ami a változás közepett maradandó, azt az emberi alkotás analógiája szerint *Platon* s főként *Aristoteles* anyagnak nevezi.⁵ —

De nem ismer-e a történelem komoly gondolkodókat,

¹ Meghatározásuk viszonylagos. L. a szerző értekezését: Kezdet és vég a világfolyamatban (1907) 15 kk.

² Különösen *Phys.* I 5, III 5, V 1 stb.

³ Idézi *Diog. Laert.* X 38 39. *Svante Arrhenius* *Theorien der Chemie*² (1909) 11—13. tévesen vallja Empedoklest ezen elv atyjának, és alap nélkül emeli ki őt a többi görög bölcselek rovására.

⁴ *S. Th.* I 9 l.

⁵ *Plat.* *Phileb.* 54; *Arist.*-re nézve lásd *Baeumker* *Das Problem der Materie in der griechischen Philosophie* (1890) 210 kk.

kik a változás fogalmában ellenmondást találnak, annak valóságát tagadják, s így csírájában elfojtanak minden anyag-problémát?

Amit az eleai *Zenon* meglepő elmeéllel ellenére vet az atommozgásnak, mindenfajta változásra alkalmazható. *Zenon* híres négy nehézsége¹ ezen egyre vihető vissza: Ami mozog, nem mozoghat ott ahol van, sem ott ahol nincs — a folytonosságnak mozzanatokra osztásával sohasem készülünk el.

Aristotelesnek a *Phys. V.* 2-ben adott ismert feleletei nem nyúlnak a *Zenon*-féle nehézségek gyökerére, t. i. nem oldják meg a részenként kimérendő folytonosságban lap-pangó antinomiát. Mindazáltal kétségtelen, hogy a folytonosság fogalmában nincs ellenmondás, mint azt kifogásolhatatlan szabatosséggal megmutatták a bölcselelőkön kívül kiváló matematikusok, mint *Weierstrasz*, *Cantor*, *Russel*.² Tehát a continuum részéről a változások valóságának misem állja útját.

Bizonyos továbbá, hogy a változás legalább mint közvetlen átélés, mint tudatunk tartalma vagyis mint tudatjelenség (*Bewusstseinsphänomen*) létezik. Ha tehát valaki ezen tudattartalomtól meg is tagadja a tudatkívüli (*transzcendens*) valóságot, s azt akár egy abszolút tudat bennünk tükröződő állapotának tekinti (*transzcendentális idealizmus*), akár az egyéni észben létrejött látszatnak minősíti (*fenomenális idealizmus*): mégis az ő számára is teljes mértékben fönnáll az anyagprobléma. Mert a látszatvilágban is egyéni kénytől nem függő és ennyiben tárgyi (objektív) törvényszerűségek mutatkoznak, melyek tudományos földolgozást sürgetnek; a látszatos változások is úgy jelennek meg, mint állapotsorozatok, melyekben van azonos és nem-azonos elem, tehát itt is megterem a föladat megállapítani az azonos elemet. Igaz, hogy az idealizmus ezen megállapodásnak nem tulajdonít majd tudat-

¹ *Zeller Philosophie der Griechen* ⁵ I₁ (1892) 596 kk.

² *L. Couturat Die philosophischen Prinzipien der Mathematik.* (Fordítás franciából.) (1908) 87 kk.

kívüli, transzcendens valóságot, de legalább tárgyi értékét nem vonja kétségbe, hacsak nem hódol egy minden tudományos ismereten öngyilkosságot tevő szélső relativizmusnak. Azért a való változásnak legkonokabb tagadóját, az eleai *Parmenidest* az ő szélsőséges álláspontja nem tartotta vissza attól, hogy a változatlan létnek, az »igazságnak« ismertetése után a látszat világát — *τὰ πρὸς δόξαν* — is ne magyarázza, jobbára a változást valló régibb természetbölcselek nyomán. Ugyanígy újabbkori idealisták is.

Különben hódít az a felfogás, hogy az ismeretelméleti idealizmusnak a szaktudományos és metafizikai kutatás menetére és voltaképeni eredményére nem igen van befolyása. Így pl. *Mach* a természettudományos kutatásra nézve közömbösnek mondja az idealizmus és realizmus különbségét.¹ *Paulsen*² pedig egyenest azt állítja: Keine Theorie der Erkenntnis ändert an dem Bestand und Wert unserer Erkenntnis das Mindeste. Tehát, ha most külön nem mutatjuk is meg, hogy az idealizmus ismeretelméleti álláspontját nem tehetjük magunkévá, megállapíthatjuk, hogy az anyag mivoltára vonatkozó kutatást nem lehet eleve elutasítani a változás transzcendens valóságának tagadásával.

A változás elleni első nehézség a folytonosságban gyökerezik; a második a változás tartalmába, alapmozgásaiba kapaszkodik. Azt mondja: Változás esetén valami marad, valami mássá válik. Ám ami marad, nyilván nem változik; az a más pedig, ami ujonnan jó, az nem a régi; hogyan mondhatjuk tehát, hogy egy való vagy rendszer változott? Legélesebben *Herbart*³ fogalmazza e nehézséget: Minden való bizonyos határozmányok összessége; csak addig ugyanazon lény, míg a határozmányok maradnak. Ám változás esetén egy vagy több eltűnik, tehát a való már nem ugyanaz, mert a való mindig = határozmányainak összessége.

¹ *Höfding* Moderne Philosophen (1905) 109.

² Einleitung in die Philosophie ¹⁵ (1905) 379.

³ Lehrbuch zur Einleitung in die Philosophie ⁴ (1837) 167 kk.

E nehézség, melyet az ember hajlandó kicsinyelni addig, míg a közönséges látszathól ki nem emelkedik, mert addig magától értetődőnek találja azt, amit megszokott, nem magában a változásban van. Hiszen a változás mint tudatjelenség közvetlen élmény; s ebben épúgy nem lehet ellenmondás, mint abban, hogy én vagyok, eszem, beszélek, gondolkodom. A nehézség és látszó ellenmondás akkor támad, mikor az ember hozzáfog a változás értelmi földolgozásához, mozzanatainak rögzítéséhez. Az emberi értelem ugyanis nem tudja közvetlenül megfogni a konkrét egyedi valót — ebben mindenkor érzékeire van utalva; keresi tehát az elvontat, általánost — das vertraute Gesetz in des Zufalls grausenden Wundern, den ruhenden Pol in der Erscheinungen Flucht. Midőn már most az értelem meg akarja fogni a változások folyamában is az állandó valót, mindenesetre antinomiát állít magának: a változót oly komplexumnak vallja, mely azonos is, más is. Ám ellenmondásba csak akkor keverednék, ha ugyanazt az alanyt vallaná egyszer azonosnak, máskor nem-azonosnak. Az antinomiát *Aristoteles* óta úgy kerülük el, kik a változást metafizikai problémának tekintik, hogy reális különbséget állapítanak meg a változás során a maradandó és a mássá váló elem között. Más lehetőség nincs is. Hisz a változás mint tudattény adva van Herbart dacára is, s benne adva van az a másik tudattény, hogy minden változás mint folyamat jelen meg előttünk, melyben bizonyos elemek állandóan azonosak, mások nem azonosak. Tehát nem ellenmondást kell itt keresni, hanem a tapasztalat gondos elemzése útján megállapítani, mi az az állandó, ami egy, és mi az a nem-állandó, ami más? Tényleg így kerülték el az antinomiát még azok is, akik a változás tudatkívüli valóságát tagadták; csak hogy ők az állandót a változatlan s az észnek hozzáférhetetlen Dingansich-ben találták, a változót pedig kizárólag az ismerő alanyban. —

Ha az elme a változások hullámmászásából állandót akar kiragadni, mindenekeelőtt a törvényszerűségen akad meg, Mert mik a természeti törvények? Minőségi és mennyiségi

vonatkozások, melyek a szervetlen világ sztatikájában és dinamikájában adott vonatkozókat állandóan azonos módon határozzák meg. Akik értés szándékával közeledtek a természethez, kezdettől fogva azzal a meggyőződéssel tették, hogy a természet törvényszerű, hogy a természet valamiképen egybevágó az ész követeléseivel.

De a törvény nem lehet a természetben az alapvető állandó. Mert a törvény elsősorban *ordinatio rationis* — ebben egyetértenek minden kor bölcselei. A mi föladatunkra nem fontos, hogy hol kell keresnünk a törvényeknek, ezen gondolatoknak gondolóját. Bizonyos azonban, hogy nem a törvény a természeti történések valósítója, mint több fizikus hajlandó gondolni és *Helmholtz* és *Fechner* kifejezetten vallották.¹ Mert minden valósításhoz valósító erők kellene, és a törvény mint olyan, mint formát vagy irányt kifejező vonatkozás nem teljes létű, tetterős valóság.

A törvény különben még világosabban is utal egy alapvető priusra. A törvény ugyanis vonatkozás; a vonatkozás pedig vonatkozókat tételez föl, alapvető valókat, melyeken nyugszik; s az állandó vonatkozás, minők a törvények, állandó vonatkozókat követel.

A szervetlen változások tehát két állandót mutatnak; az egyik ideális határozomány — a törvény, a másik reális létező — nevezzük egyelőre anyagnak. A kettőnek konkrét egysége alkotja a szervetlen természetet; a kettőnek rendszeres megismerése a tudományos természetismeretet, a szó teljes értelmében vett természetbölcseletet.

A jelen dolgozat a szervetlen világ két állandója közül a reális konstanst keresi. Ennek megállapításánál természetesen nem lehet mellőzni az ideálist. A valók ugyanis csak hatásaikban tárják elénk mivoltukat, a hatékonyság formái, vagyis észlelhető elemei pedig törvények. Ezért a természeti valók kifürkészésében a törvények útmutatásait nem vetik meg azok sem, kik gyökerüket nem magában a természetben keresik, hanem *Kant*

¹ L. *Pesch* Die grossen Welträtsel³ I. (1907) 213. 214.

példájára az ismerő észben. — Ezen álláspont ugyan nem semmisíti meg a természet megismerésének lehetőségét, mint általában az ismeretelméleti idealizmus bizonyos fokig érintetlenül hagyja konkrét ismereteinket, de nem vihető keresztül teljes következetességgel: Bizonyos, hogy a természettudósok mindig úgy közelednek a természethez, mintha az magában hordaná a törvényeket. Továbbá a Kant-féle álláspont nem magyarázza meg a természetismeret haladását, nevezetesen annak a természet behatóbb megkérdezéséhez fűződő folytonos kiigazítását.¹ A törvények a természeti valók megismerésében csak akkor hű útmutatóink, ha nem merőben ideális normák, melyekkel a vizsgáló közeledik a természetben, hanem ha magában a természetben valósulnak.²

Milyen joggal és a siker milyen reményével keresünk a szervesetlen természetben állandó valóságot, mikor a tapasztalat csak változásokat szállít és ma sokkal nagyobb arányokban áll mint valaha, hogy *πάντα ῥεῖ*? E kérdést a kriticismus veti föl, mely minden metafizikai kutatásnál meg akarja állapítani, vajjon megbirja-e ismerőkéességünk? E követelést jogosultnak valljuk, alkalmas időben nem térünk ki előle. De az ismeretkritikai kérdések a történelemben s az egyes kutató elméjében nem a vizsgálódás elején, hanem a végén, legfőleg a folyamán vetődnek föl. Keresztül vihető-e egy spekulatív gondolat, nem állapítható meg másképp, mint a gondolat keresztülvitelének megkísértésével. Csakugyan minden ismeretkritikai vizsgálódás a gondolkodástörténet nyújtotta metafizikai kísérleteken gyakorolta a maga kritikáját és így voltaképpen maga is metafizikát üzött — bár nem egyenesen haladt egy-egy kérdés megoldásának útján, hanem kutatás közben gyakran megállapodott és addigi eredményeire ráelmélt. Mi ebben *Herbart*-tal tartunk:

¹ L. *Volkman*n Erkenntnistheoretische Grundzüge der Naturwissenschaften² (1910) 35 kk.

² *Siegwart* Kleinere Schriften II² 64, Logik³ I (1904) 311 kk.; *Hartmann* Kategorienlehre (1896) 423.; *Thom.* S. th. 1/2 91 2 *Arist.* De coel. 268 a 10... *Plat.* Tim. 83 E. stb.

Was nun das Unternehmen anlangt, erst die Grenzen des menschlichen Erkenntnisvermögens auszumessen, und dann die Metaphysik zu kritisieren: so setzt dieses die Täuschung voraus, als ob das Erkenntnisvermögen leichter zu erkennen sei, denn das, womit die Metaphysik sich beschäftigt.¹

Az anyagprobléma megoldásának útja.

Milyen út vezet legbiztosabban célhoz?

Csakis a természet tapasztalati megismerésére támaszkodó induktió. Aristotelesnek e követelése ma már győzedelmeskedett a kutatásnak minden terén. Azonban a természet bölcsele megismerésében még mindig vétenek ellene, nemcsak bölcselek, hanem, ami már föltünőbb, bölcselekdő természettudósok is. Sokan előszedik azt a néhány kategóriát, melyet az anyag közelebbi mivoltának megjelölésére termelt eddig a történelem, minők hilemorfizmus, atomizmus, dinamizmus, s ezek közül néhányat cáfolnak, egyet bizonyítanak. Nem mintha nem vennének tudomást a modern természetismeret haladottságáról. De nekik ez csak arra szolgál, hogy bizonyítsanak vagy cáfoljanak vele egy eleve fölvett álláspontot; tehát hallgatag elveszítatással föltetik, hogy okvetetlenül ezek egyikében van az igazság. Holott kézzelfogható, hogy azok minden éleselműség mellett is hiányos vagy épen hibás tapasztalatra támaszkodó merész elvonások és általánosítások, melyek a kutatás élére helyezve, csak zavarhatják a tények tiszta meglátását. A bölcelet nem adott igazságokkal dolgozik, hanem keres igazságokat — legalább módszeres kételkedéssel. E munkájában igaz, nem vághat neki vakon a valóságnak; de heurisztikai elvei, minőkről a régiek ép úgy tudtak, mint az újak,² a kutatásnak csak irányvonalai, nem végpontjai.

Midőn azt mondjuk, hogy a természet tapasztalati megismeréséből indulunk ki, nem a közönséges természet-

¹ *Herbart Lehrbuch zur Einleitung in die Philosophie*⁴ 231.

² *Pesch Die grossen Welträtsel*³ I 216, *Wundt Logik*³ II. (1907) 281 kk.

szemléletnek nagyobb fáradság nélkül hozzáférhető ismeretét értjük, hanem azt a behatóbb, szigorúan tudományos ismeretet, melyet az illetékes szaktudományok, a kémia és fizika adnak kezünkre. Ez az ismeret kiválóbb, mint a régieké; először gazdagabb, mert számos oly jelenséget tárt föl, melyekről a régieknek sejtelmük sem volt; másodszor pedig ismeretkritikailag értékesebb, mert tételei részint nagyszámú és szabatos módszerekkel és műszerekkel megállapított megfigyeléseken épülő indukciók, részint, s ez még jelentősebb, kísérletileg igazolt tények.

Rossz szolgálatot tesznek a régi bölcséletnek, kik ezt a tényt mindenáron le akarják fokozni, mint *Schneid*,¹ vagy épen tagadásba veszik.² Igaz, kiváló természettudósoknál is akadunk igen szkeptikus nyilatkozatokra; de azok részben egy lehetetlen ismeretelméleti túlkövetelésből táplálkoznak,³ s jobbra csak akkor szállják meg a kutatókat, mikor nem vissza, hanem előre tekintenek.⁴ Aristoteles s jeles iskolája a középkorban birtokában volt a helyes kutatási elvnek, de nem alkalmazta kellő terjedelemben; nevezetesen a természetnek kísérlet útján való megkérdezése csak a XVII. század óta érvényesül teljes mértékben. Ha tehát a kritika hiányokat talál megállapítani Aristoteles elméletében, az e történeti ok rovására esik, s nem jelenti az ő bölcséleti munkájának lekicsinylését.

Másrészről azonban végelgyöngülést jelentő lemondás és az elmének erőszakos guzsbakötése volna, ha valaki kötné magát egy fizikai vagy kémiai fogalomhoz, mint az anyag mivoltára adható végső felelethez és ezen semmi áron sem akarna túlmenni, mint az megtörténik bölcselő természettudósoknál. Igaz, hamis nyomokon jár, aki a

¹ Naturphilosophie im Geiste des heiligen Thomas von Aquin (1890).

² Minőre utal *Balzer S. J.* Philosophisches Jahrbuch 1909 297.

³ Mint több nyilatkozat *Poincarénál*: La valeur de la science 1905.

⁴ Igy *Dubois-Reymond* híres előadásaiban: Über die Grenzen der Naturerkenntnis 1872 és 1880.

bölcslelettől azt várja, hogy »nem álmódott dolgokat« nyilatkoztasson ki neki, s rendelkezésére bocsássa azt a szellemi varázsfüvet, mely minden zárt kinyit, minden titkot megfejt. A metafizikának föladata nem új ismeretforrásokat nyitni, hanem a tapasztalat nyújtotta fogalmakat minden oldalról következetesen végiggondolni. De ami törzsfogalmakat aztán nyújt a közvetlen tudat: okság, magánvalóság, egység, egyetemesség, célosság, mindenség, szellem, abszolút való — mind nem idegenek az anyagproblémától, hanem alkalmasak arra, hogy tapasztalati ismereteinket kiegészítsék és kiigazítsák.

Ezt különben vallja a szaktudomány is, legalább gyakorlatilag. Fizikusok és kémikusok, s épen a legkiválóbbak, szintén törekszenek rendszerük ismeretelméleti megalapozására és metafizikai betetőzésére, sőt épen napjainkban sok közülök kifejezetten is természetbölcslővé válik, mint *Helmholtz*, *Kelvin lord*, *Mach*, *Ostwald*, *Poincaré*, *Boltzmann*, *Volkman*, *Reinke*, *Arrhenius*, *Höfler* stb. Ezeknek munkálatai kiváló gondolatokkal gazdagították a természetbölcseletet; bár bölcseleti képzettségük és képességük nincs mindig arányban szaktudományos kiválóságukkal, s e téren szerzett tekintélyüket nem ritkán illetékelenül élvezik bölcslő szerepükben is.

Számtalan megállapítható tény, hogy e bölcseleti tételekből és nézetekből sok átment magába a szaktudományba, összeszövődött tapasztalati igazságokkal; s soknak szemében így kész igazságként, tényként szerepel, ami voltaképpen csak a tapasztalati tények magyarázására vagy egyetemesítésére szolgáló elmélet vagy föltevés. A jelen dolgozat során lesz mód megállapítani az egyes idevonatkozó természettudományos tanítmányoknak ismeretelméleti jellegét és biztossága fokát.

Föladatunk tehát ez: A kémia és fizika mit mutat állandó valónak a szervetlen változások folyamában; az okság nyomán mit lehet ebből következtetni amaz állandó való közelebbi mivoltát illetőleg?

II. Az anyag a fizikában.

A tömeg állandósága.

A XVII. században hatalmasan nekilendült kémiai kutatás a XVIII. század során megérlelte a mai természetismeretnek egyik sarkétételét, melyet rendesen *Lavoisier*nek tulajdonítanak — bár megállapítása nem kizárólag az ő érdeme — és a súly vagy tömeg, sőt az anyag megmaradása nevével illetnek. Mit ért alatta a mai természettudomány, és milyen értéket tulajdonít neki?

Hogy értelméhez férközzünk, meg kell jelenítenünk a *tömeg* és *súly* fizikai fogalmát.

Newton a maga és *Galilei* megfigyelései alapján szabatosan megállapította, hogy a testmozgás nagysága függ a mozgató erőnek — minő pl. ember vagy állat kifejtett izomereje, följazott íjj — nagyságától, az erő behatásának idejétől, és a mozgatott testnek egy reális tulajdonságától, melyet tömegnek (moles, Masse) neveznek. *Erő* néven *Newton* és utána általában a fizikusok nem akarnak egyebet érteni, mint a sebességváltozásnak, a sebesedésnek okát; a *sebesedés* a mozgó test sebességének az időegységben történt növekvése; *sebesség* pedig az időegységben megtett út.

A megállapított időegység egy másodperc (*sec*); az út egysége a centiméter (*cm*). Ha már most *s* meg nem határozott számú útegységek összessége, *t* meg nem határozott számú időegységek összessége, akkor a sebesség-egység-értékét, *v*-t ez a viszony fejezi ki: $v = s/t$; a sebesedés egységek értékét, *a*-t ez a viszony: $a = v/t$, vagy pedig *v*-nek iménti értékét behelyettesítve: s/t^2 .

Ha már most egy meghatározott erőmennyiség bizonyos testeknek mindig ugyanazt a sebesedést adja, ahányszor ugyanazon körülmények közt hatni engedjük, azt mondjuk, hogy ezen testek egyenlő tömegűek; ha azonban különböző sebesedést nyernek, arányosan nagyobb tömeget tulajdonítunk annak a testnek, mely kisebb sebesedést nyert.

Tudományos méréseknél egységül szolgál $1\text{ cm } 4^\circ$ tiszta víznek tömege: a *gramm*. — Ezen alapon az erőegység, a *din* az az erő, mely 1 gr tömegnek 1 sec alatt egy 1 cm sebese-
dést ad. Ha m meg nem határozott számú tömegegységek összege, f meg nem határozott számú erőegységek összege, m_1, m_2, f_1, f_2 nem azonos egységösszegek, akkor egyenlő erőbehátások esetén $m_1 : m_2 = a_2 : a_1$; egyenlő sebese-
dés esetén $m_1 : m_2 = f_1 : f_2$ a két egyenlet egybevetéséből $m = f/a$ a tömeg fizikai meghatá-
rozása.

Látnivaló ebből, hogy minél nagyobb a tömeg, annál nagyobb erőbehátásra van szükség ugyanazon sebese-
dés, illetve végsebesség előállítására. Ennek a jelenségnek leg-
természetesebb magyarázatául az a gondolat kínálkozik,
hogy a tömeg az ő mennyiségével arányos ellenállást fejt ki
a mozgatással szemben.¹

A tömegeket kölcsönös viselkedésükben az jellemzi,
hogy bizonyos erővel közelítenek egymáshoz — mintha
vonzának egymást. Ezt a jelenséget tömegvonzásnak, gra-
vitációnak nevezik; *Newton* a bolygók mozgásából meg-
állapította törvényét, melyet egy századdal később *Cavendish*
(1798) kísérletileg is igazolt: Két test között a gravitáció-
hatás nagysága fordítva arányos a két test középponti távol-
ságának négyzetével és egyenesen arányos tömegük szorza-
tával: $m_1 m_2 / r^2$, s teljesen független a két test egyéb tulaj-
donságától. Ez kettőt mond: a gravitáció nem általában a
testeknek, hanem a tömegeknek tulajdonsága, és a tömeg
minemősége minden testben ugyanaz.

Minthogy a gravitáció egyetemes jelenség, a föld felü-
letén levő testek kölcsönös vonzásban állnak egymással, a
földdel és az égi testekkel. Ez utóbbi csekélységénél fogva
méréseinknek hozzá nem férhető, és azért itt a gravitáció
úgy jelen meg, mint a földnek és a föld felszínén levő testek-
nek kölcsönös vonzása. A földtömeg aránytalanul nagyobb,
mint a felületén levő szabad testek bármelyikének tömege,
azért a gravitáció abban nyilvánul, hogy a meg nem támasz-

¹ Lásd *Newton* restségi törvényét: *Corpus omne perseverare
in statu suo quiescendi vel movendi uniformiter in directum*.

tott testek a földsugarak irányában esnek a föld középpontja felé, illetve nyomják a megtámasztó felületet.¹

Ebből egyszersmind látnivaló, milyen viszonyban van a tömeg és súly. A súly viszonyos valami: akkor jön létre, ha több tömeg egymástól határozott véges távolságban van; ha csak egyetlenegy tömeg léteznék, annak nem volna súlya; a tömeg ellenben nem viszonyos valóság. Minthogy a föld gravitációja a gyakorlatban állandó mennyiségnek vehető, a tömegek arányosak súlyaikkal.

A földvonzás okozta sebesedés függ a földrajzi helyzettől és a tenger fölötti magasságtól; nálunk pontos értéke a tenger színén: $\gamma = (978 + 5 \sin^2 \varphi)$ cm/sec; φ a földrajzi szélesség szöge; minden gramm tömeg ennek következtében kb. 980 din erejével súlyosodik a támasztékára; ez egy gramm tömegnek a súlya. A gyakorlatban ezt a súlyegységet is grammnak szokás nevezni, értendő azonban rajta mintegy 980 din erő.

A XVIII. század során szorgalmasan folytatott vegytani kutatások összefoglalásaképp *Lavoisier* végleg megállapította, hogy zárt rendszerben, vagyis testeknek oly együtteségében, melyek nem állnak kölcsönhatásban a környezetükkel, bármely kémiai és fizikai változások közepett a testek összsúlya állandó — súlyok állandóságának törvénye. Mint-hogy pedig a súly a tömeg és földsebesedés szorzata, az utóbbi pedig ugyanazon helyen a gyakorlatban állandó, nyilvánvaló, hogy a törvény voltaképpen azt mondja ki, hogy zárt rendszerben a tömegegységek száma állandóan ugyanaz.

Nem szabatos beszéd, ha ezt a tételt az anyag állandósága vagy megmaradása törvényének mondják. Mert az anyag szó sok tulajdonságnak foglalatát jelenti, és csak ezek egyikének állandóságát jelenti ki a szóban forgó törvény; a többinek a változások során tanúsított magatartásáról hallgat. Tehát fogalomzavar forrása »anyag« megmaradásáról beszélni. Ha anyag néven szabatosan éppen azt a reális konstanst értjük, mely a változások közepett állandóan

¹ A sebesedés, melyet így nyernek, 981 cm/sec = földsebesedés.

megmarad, ezt a konstánst először keresnünk kell, és ha a főntebbi értelemben vett tömeg ad egy ilyen, nem azt kell mondanunk, hogy az anyag állandó, hanem: amit állandónak találtunk, az az anyag.

E tétel ismeretkritikai értékének megállapításában az a tény dönt, hogy a tömegállandóság elve tapasztalati igazság; mérleg állapította meg először, s Lavoisier óta számos mérés, kísérlet, következtetés és kereszkísérlet igazolta.

Újabban *Landolt* és *Heyweiller* oly megfigyeléseket tettek közzé, melyek — igaz, igen csekély — eltéréseket tüntetnek föl a vegyi folyamat kezdő és végsúlyai közt ugyanazon zárt rendszerenél; ezek alapján föl is merült az az eszme, hogy ezen csekély eltérések idők folyamán összegeződhetnek, és így a súlytalan s a súlyos anyag határán átmenetek történhetnek. Azonban maga *Landolt* rámutatott, hogy az ő észleletei kísérleti hibákból is magyarázhatók s a másik kutatonál is valószínű ez.¹

Tehát természettudományos ténnyel van dolgunk, a természeti valóságnak egy elméleti egyenértékével, melyet a tudományos természetismeret régóta egyik vezércsillagának vall, és a két energiatétellel együtt a mai természettudomány szilárd alaposzlopának tekint. Minthogy ezen törvényre a természetnek okos és szorgalmas megkérdezése vitt rá, s nem az okoskodó elme, egyetemessége és bizonyossága nem osztozhatik az aprioris elveknek kiválóságában. Első tekintetre meglepő hasonlóság mutatkozik ugyan a tömegállandóság törvénye és a régieknek bizonyos kijelentései közt.² Tévedés volna azonban azt gondolni, hogy ezek valami ünneplésreméltó ritka előrelátással anticipálták a XVIII. század tételét. Az ismerni vágyó elme mindenesetre azzal a reménnyel áll a természet elé, hogy az megismerhető, vagyis hogy állandóságokat mutat a változások árjában, nevezetesen hogy vonatkozásaiban törvényszerű és vonatkozó-valójában, mondjuk szubstanciájában állandó. Ám hogy ezen

¹ *Svante Arrhenius* Theorien der Chemie ² (1909) 13.

² L. Bev.

észpostulátumnak milyen konkrét formát kell öltetnie, csak magától a természettől tudható meg. »A való van«; — ki vonná kétségbe az éleiaiaknak ezt a sarktétele? De mi az, ami »van«, ami magamagával azonos, azt a folyton hullámzó, tehát nem állandó létet mutató természet ki nem nyilatkoztatja az okoskodó elmének, mely hátat fordít a természetnek. Történtek kísérletek a tömegállandóság aprioris levezetésére, de ezek ugyanolyan elbírálás alá esnek, mint az energiamennyiség állandóság-törvényének aprioris levezetésére irányuló törekvések.¹

Ennek következtében a tömegállandóság törvénye érvény és bizonyosság tekintetében megszorul a tapasztalat határai közt: 1. A súlyok állandóságát súlymérések állapítják meg, s ezek nem abszolút tökéletességűek. Minden méréssel vele jár egy hibának lehetősége, melynek határait a megmért súlymennyiséghez való viszonyítással fejezik ki. Sikertült oly méréseket végbevenni, melyekben a hiba nem lehet több, mint a megmért súlynak kétszázmilliomodrésze.² Ezen határokon belül persze történhetnek súlyváltozások, melyek ma még a tudományra nézve nem léteznek. 2. Minden kísérlet a természeti történések folyamából meglehetősen rövid idejű részletet metsz ki, és így a mai és a vagy kétszázad óta nagyobb pontossággal folyó kísérletek nem nyújtanak biztosítékot arra nézve, hogy nagyon hosszú időközön keresztül folytatott mérések nem vezetnek a jelenlegi értékektől eltérő eredményekre. 3. A kísérleti megállapodások csakis a természettudományos megfigyelésnek hozzáférhető világra vonatkoznak s nem a világegyetemre. Az exakt természet-törvények s így a szóban forgó is csak abban az esetben a mindenségre is érvényes világtörvény, ha a világegyetem egynemű és véges.³

Lavoisier törvénye tehát a jelzett megszorításokkal áll akkor is, ha elméletileg rá is lehet mutatni bizonyos eshető-

¹ L. a szerző értekezését: Energetika és bölcsélet (1908) 38 kk.

² Chwolson Lehrbuch der Physik. I 346.

³ L. a szerző értekezését: Kezdet és vég a világfolyamatban V. és VI. feje.

ségekre, nevezetesen az anyag szerkezetében beállható változásokra, melyek a gravitáció erőfunkcióját megváltoztatnák.¹ A tömeg ugyanis alapvető, elsőleges valóság a súlyllyal és így a gravitációval szemben.

Igy a szaktudomány rátalált a szervetlen világnak egy mennyiségi reális állandójára: zárt rendszerben és a világegyetem végessége esetében a világegyetemben a szervetlen változások közepett a tömeg mennyisége önmagával azonos. Talál-e minőségi állandót is? Ez a következő kérdés.

Az elemek állandósága.

A testek, melyeknek együttesége alkotja a szervetlen természetet, egyenkint bizonyos határozmányokat viselnek, minők meghatározott jellegű szín, súly, sűrűség, halmazállapot, hőfok, elektromos állapot stb. E határozmányok részint olyanok, melyek változtával egy-egy test mássá válik, minők a szín, sűrűség, fénytörő és visszaverő képesség, összenyomhatóság; ezek *faji tulajdonságok*. Mások, mint pl. nyomás, hőfok, elektromos mennyiség, változhatnak anélkül, hogy a test mássá válnék; ezek *állapotok*. A tulajdonságok legtöbbje minden testen megtalálható, azonban más és más jellemző mennyiségekben és csoportosításban.

A tulajdonság- és állapot-komplexumok, melyek a konkrét testeket kiteszik, folyton változnak, s fölmerül a kérdés, vajjon e minőségi változások folyamában nincs-e egy vagy több minőség, melyeknek alkalmas összetevése kiadja a tapasztalati sokfélét, s nincs-e egynéhány vagy éppen egy anyag, melyből minden más lehet?

Tudva van, hogy már a görög természetbölcselek az igenlő felelet iránt nem voltak kétségben, ha az alapminőségek vagy alapanyagok — elemek — megjelölésében nem is tudtak megegyezésre jutni. *Aristoteles* az ő elődeinek legelfogadhatóbb vélelmeit összefoglalta

¹ *Hartmann* Die Weltanschauung der modernen Physik (1902) 86.

és Plátón nyomán megállapította, hogy négy *alaptulajdonság*: száraz, nedves, hideg, meleg alkotja a négy *elemet* (tűz, levegő, víz, föld) a mennyiségi és minőségi meghatározások nélküli formátlan *ύλη*-ből; ezekből áll elő keveredés útján minden tapasztalati anyag. Az is közismert dolog, hogy ez az elmélet adhatott alapot az alkímisták aranykeresésének. És ha évszázadok szüntelen munkája nem is pattantotta ki az aranycsinálás titkát, a bölcsek követ mégis megtalálta tisztultabb természetismeret formájában.

Az alkímiai kísérletek makacs eredménytelensége arra a meggyőződésre vitt, hogy a változatos minőségű anyagvilágnak reális alapja nem »egy« valóság, melynek tetőzés szerinti határozmányokat lehet adni; vagyis nincs őanyag, mely alkalmas módon más anyagba formálható, hanem bizonyos határozott tulajdonság-komplexumok állandó velejárói, biztos jellemzékei az egyes anyagoknak, minők konyhasó, vas, kén stb.,¹ sőt mi több, bizonyos nem változó anyagok adják összetétel által az összes tapasztalati anyagokat. Ezek az »elemek«. Ha zárt rendszert bármily módon bontunk elemekre, a vegyellemezés mindig ugyanazon eredményekre vezet; ez az elemek megmaradásának elve, mely a jeles *Robert Boyle* nevéhez van kötve.

Az elemnek a kémiai vizsgálat számára termékeny szabatos meghatározása² Lavoisier-től ered és a súlyviszonyokra támaszkodik: Elem azon anyag, mely a változás közepett súlyban csak nőhet, vagy legalább nem csökken (t. i. az ú. n. allotrop változások esetén, minő a fehér foszfornak vörösbe való átváltozása).

Ha az elemek állandók, ez annyit jelent, hogy állandóságukat a vegyületben sem veszítik el; és ebből az következnék, hogy a vegyületek tulajdonságai az

¹ *Ostwald* tulajdonságtörvénye; I. Grundlinien der anorganischen Chemie² (1904) 7. 9. 10.

² Egy újabb meghatározás a *Gibbstől* bevezetett *fázis-fogalom*ból indul ki. Lásd *Ostwald* Werdegang einer Wissenschaft² (1908) 25 kk.

elemek tulajdonságainak középértékei. E következtetés, melyet nem földnek a tények, nemcsak az atomizmusnak okoz főfájást, mint *Ostwald*¹ föltünteti, hanem számolnia kell vele mindenkinek, ki egyszer elfogadja az elemeknek állandóságát. Viszont nem lehet elzárkózni azon tény elől, hogy amely elemekből alakult a vegyület, ugyanazokra szét is bontható. Mikép jöhetnek elő a vegyületből ép bőrrel ugyanazon elemek, melyek beléptek volt, ha valamiképen mivoltuk épségben tartásával benn nem voltak? Hisz nemo potest dare, quod non habet — ezt nem lehet csürni-csavarni. Itt egy fogós probléma előtt állunk, amelynek megoldása végett vagy Aristoteles gondolatával kell beérnünk: a vegyületekben az elemek csak képességileg, *δυνάμει* vannak meg,² aminek persze a mai természettudomány nem tud jól meghatározott tartalmat adni; vagy azt kell vallanunk, hogy a vegyületekben a minőségi összetevés törvénye nem egyszerű algebrai összeadás törvénye, hanem egyelőre ismeretlen.

A mai kémia az ismert anyagok közül mintegy nyolcvan tart elemnek; ezek tehát a változások folyamában a minőségi állandók.

Eszerint a minőségi állandóság-törvény nem hozható párhuzamba a mennyiségivel; ott az »egy« tömeg állandó, itt mintegy »nyolcvan« elem. Mindenesetre föltűnően kevés a »kémiai faj« — így lehet per analogiam nevezni az elemeket — az élő fajokhoz képest. Abban is meglepő ekonomit mutat a természet, hogy a vegyületekben nagyon kevés, rendszeren két, három, négy elem szerepel csak mint összetevő. De az is bizonyos, hogy az elemeknek e sokasága nem elégíti ki az egységet kereső elmét. A görög bölcsélet abból a meggyőződésből indult ki, hogy a változások hullámainak fenekén egy önmagával azonos való lappang, s lett belőle nyolcvan egynehány, melyeknek állandóságtörvénye természetesen ugyanazon határok közé szorul, amelye-

¹ I. m. 14.

² De gen. et corrupt. I 10 (327 b. 22—31.)

ket a tömeg állandóságára vonatkozólag megállapítottunk. Az egységes ősváló megtalálásának vágya azonban Thales óta nem szünetelt s egy század óta több jelenség, nevezetesen a legújabb időben a radioaktív anyagokkal kapcsolatos, alább ismertetett jelenségek ismét hatalmasan fölszították azt a reményt, hogy végre is sikerül majd megtalálni az őselemet — s ismét föléledhet a rég halottnak hitt alkimia.

A vegyülő-súlyok állandósága.

Több tapogatódzás és elméleti nehézségekből táplálkozó ingadozás után a XIX. század elején egy kiváló vegyelemző, Proust számos kísérlet alapján megállapította, hogy az elemek nem akármilyen mennyiségekben állnak össze vegyületekbe, hanem egy meghatározott vegyület százalékos elemzésében meghatározott számok fejezik ki az egyes elemek mennyiségét. Pl. 100 rész klórhidrogén, HCl mindig 2·76 súlyrész H -t és 97·24 súlyrész Cl -t tartalmaz. Más vegyületeknél más, de a vegyületre jellemző állandó százalékos összetételre akadunk. E törvény egyszerűbb és áttekinthetőbb formát nyer, ha nem százalékokban fejezzük ki a vegyülő súlymennyiségeket, hanem lehetőleg »egy« alkalmasan megválasztott elemnek legkisebb vegyülő súlymennyiségére, mint egységre vonatkoztatjuk. Itt nem részletezhető megfontolások a hidrogént mutatták legmegfelelőbbnek. Ezen alapon a vízben minden súlyegység H -ra pl. 1 *gr*-ra esik 7·94 súlyegység oxigén (O), a klórhidrogénben minden súlyegység H -ra 35·2 súlyegység Cl .

Ezen első tekintetre kissé meglepő törvényre rávezethetett volna ez a megfontolás is: Minden összetétel az összetevőknek funkciója, ami azt jelenti, hogy minden összetétel az ő tulajdonságaiban függ az elemektől; amíg az elemek tulajdonságai ugyanazok, addig az összetétel is ugyanaz; ha csak egy alkotó elemnek csak egy alapvető tulajdonsága megváltozik, változnia kell magának a vegyületnek is, különben nem függvénye többé az alkotó elemeknek. Ám az alapvető faji tulajdonságok sorában is az első

a tömegmennyiség, illetve a súly, tehát csak addig lehet egy vegyület ugyanaz az anyag, míg elemei is ugyanazok, vagyis míg ugyanazon súly-, illetve tömegmennyiségekkel járulnak a vegyület képzéséhez.¹

Ezen egyszerű zárótétel, mely a XIX. század elején ellenkező látszatok ködéből csak lassan és nem mindjárt teljes határozottsággal tudott kiemelkedni, a vegyületsúlyok állandóságának törvénye, és a mai kémiának egyik alaptörvénye. Azzá teszi szabatos mennyiségi jellege, és az a körülmény, hogy csak általa sikerült a vegyületnek exakt meghatározása. Eszerint vegyület minden összetétel, melyben az elemek csak szabatosan meghatározott állandó súlyarányokkal szerepelnek. Igaz, ezen meghatározás visszafelé is sülhet. Lehet ugyanis azt mondani: A kémikusok addig kevernek, míg nem sikerül oly viszonylag állandó összetételeket létrehozni, melyekben a keverősúlyok állandók, és ezeket elnevezik vegyületeknek; vegyületek csak a vegyész műhelyében születnek, a természet ilyeneket nem ismer, ott az alkotóelemek mindenféle súlyarányaiból támadnak összetételek; következésképp a vegyületsúlyok is csak a vegyészek alkotásai. E gondolat fonalán támaszt kétséget az állandó súlyarányok s különösen az atomelmélet törvénye ellen *Wald*,² s e törekvésében hivatkozhatik arra a körülményre, hogy a súlyarányok állandóságát leszámítva, nem lehet éles határt vonni vegyület és keverék között, s hogy tiszta vegyületek a természetben ritkák.

E támadások azonban figyelmen kívül hagyják, hogy Proust az ő törvényét magától a természettől leste el, s kísérleti igazolása sem abban áll, hogy a kémikus előírja a vegyi jelenségeknek a végbemenés törvényét, hanem ellenkezőleg a természetben készen talált jelenségekből olvassa le a törvényt. Emellett teljesen megbízható módon keresztülvitt számtalan keresztkísérlettel igazolja, s kivételt soha nem talált. Időnkint merültek ugyan föl kétségek, melyeket

¹ *Ostwald* *Werdegang einer Wissenschaft* ² 36—37.

² *Arrhenius* *Theorien der Chemie* ² 40.

részben az atomsúlyok szakaszos rendszere, részben kevésbé pontos vegyelemzésekben mutatkozó vegyületsúly-értékek eltérései tápláltak. Tapasztalati törvényről lévén szó, nem lehet elzárkózni azon lehetőség elől sem, hogy más időkben, pl. a föld keletkezése s alakulása korában a vegyületek s ennek következtében a vegyületsúlyok nem voltak annyira állandók, mint ma. Azonban *J. S. Stas*nak újabb időben a fejlett mérőtechnika minden eszközével és kiváló módszerekkel tett ellenőrző mérései után a törvényhez ma már nem férhet indokolt kétség.

Élesebb megvilágítást és gazdagabb tartalmat nyer az állandó súlyarányok törvénye, ha hozzávesszük *J. B. Richter*-nek törvényét, mely a vegyületsúlyok kémiai egyenértékét mondja ki, és a *Dalton* nevéhez fűzött »többszörös súlyarányok törvényét«.

A kettőnek tartalma így foglalható össze: Ahány súlyegységben alkothatnak az egyes elemek vegyületet egy súlyegység hidrogénnel, legalább ugyanannyi súlyegységben, vagy ennek egész számú s nem igen magas értékű többszöröseiben vegyülhetnek egymás közt. Pl. a kénhidrogénben egy súlyegység hidrogénnel vegyül 15.9 súlyegység kén, a kénklorid elemzéséből meg kitűnik, hogy 15.9 súlyegység kén 35.2 súlyegység klórral, vagyis azzal a klórmennyiséggel, melyről láttuk, hogy a klórhidrogénben a hidrogénnel egyesült — ez *Richter* általánosított törvényének (ő először savakon és bázisokon állapította meg) egy példája. A foszforhidrogénben egy súlyegység *H*-el 10.27 súlyegység foszfor (*Ph*) vegyül; már most a foszfortriklorid elemzése mutatja, hogy benne a 3.10.27 súlyegység *Ph* 3.35.45 súlyegység *Cl*-al vegyült — ez meg a többszörös súlyarányoknak, *Dalton*nak törvényét mutatja.

Ezen kísérletileg talált és számtalanszor igazolt tételek egyben a vegyülő súlyok állandóságának is újabb s má-úton nyert bizonyítékai, sőt ujjal mutatnak arra, hogy bizonyos legkisebb súlymennyiségek, melyeknek csak egész-számú többszörösei szerepelhetnek a vegyületekben *Dalton* törvénye értelmében, a jelenlegi természeti rend konstánsai közé tartoznak; s mert minden elemnek reá nézve jellemző, a többitől eltérő vegyületsúlya van, az elemek állandósá-

gában megjelölt minőségi konstánshoz egy mennyiségi járul. Továbbá : a vegyületek az elemek függvényei, s nevezetesen az elemek tömegmennyiségének függvényei, tehát önként fölkinálkozik a gondolat, hogy a természetben a minőségi konstánsnak, az elemek állandóságának alapja a mennyiségi, a vegyülősúlyok állandósága. E gondolatot önti határozott formába a természettudományos atomelmélet, mely egyúttal lehetővé teszi e mennyiségi törvénynek élesebb fogalmazását.

Állandó anyagegyedek : a súlyos anyag szakossága ;
atom, molekula.

A vegyülősúlyok állandóságának színe előtt fölmerül a kérdés : vajjon nem azért vegyülnek-e az elemek állandó súlyarányok szerint, mert ezen súlyoknak megfelelő tömegmennyiségek önálló létet folytató testecskékbe vannak osztva ?

Iparkodunk e kérdésre induktív alapon megfelelni, egymást kiegészítő tételekben, mindenütt mérlegelve az exakt tudományok nyújtotta bizonyítékokat, s gondosan elválasztva a kétségtelen valót a föltevéstől.

1. Hogy bármely tapasztalati test, minő pl. egy darab vas, konyhasó, egy pohár víz, vagy lombikba zárt gáz, nem egységes, a szó bölcséleti értelmében vett egyedi való, mint Aristoteles nyomán a középkori tudósok gondolták,¹ jelenleg vitán fölül áll. Ma már nem tartható fönn a közönséges természetszemléletnek az az álláspontja, mely szerint egy-egy külön test, pl. darab kő, vas, egy edénybe zárt folyadék vagy gáz folytonosan kitölti azt a tért, melyet határai megjelölnek.

Mindenekelőtt itt vannak a *likacsos testek*, melyeknél már az egyszerű szemlélet, vagy könnyen keresztülvihető kísérlet is mutatja, hogy a látszólag folytonosan térkitöltő részeket közök választják el egymástól, s e közökben más anyagmennyiségek is találnak helyt anélkül, hogy a test eredeti

¹ Thom. De natura materiae 9.

alakját s elfoglalt terét megváltoztatná, minők pl. egy edény hamu, vagy egy tégladarab. Ezt a tényt már a görög atomisták Demokritos-al az élükön fölhasználták annak igazolására, hogy az anyag nem folytonos, és hogy a semmi, azaz az anyag által ki nem töltött térköz ép úgy van, mint a valami.

Továbbá szilárd testek és folyadékok egyaránt képesek *gázelnyelésre*, még pedig kisebb mennyiségekben térfogatnövelés nélkül; ez nem lehetséges másképp, minthogy az ő anyagukkal be nem töltött, s ily értelemben üres közökben adtak helyt a jövevénynek. Az *összenyomhatóságnak* és *kiterjeshetőségnek* is legegyszerűbb, bár nem egyedül lehetséges magyarázata az, hogy a test tömegét képviselő szilárd vázat közök járják át, s csak ezeknek térfogatváltozása jelen meg az érzékek előtt mint az egész test térfogatváltozása.

E tényt mindenesetre úgy is lehet érthetővé tenni, hogy a folytonos kiterjedés, mely látszat szerint a testeknek faji tulajdonsága, közvetlenül az anyag mivoltából foly ugyan, de mégsem azonos vele, hanem tőle valósággal különbözik (*distinctione reali*).¹ Következésképp az egyes testek térfogatváltozásának lehetősége a járulékok változékonyságában gyökerezik és külön magyarázatra épűgy nem szorul, mint az a tény, hogy egy-egy testnek villamos, hő, fény stb. állapota változékonny.² Az alaptétel, mely szerint a térfoglalás nem tartozik az anyag mivoltához, helyes; lesz módunkban nekünk is igazolni. De mikép igazolja azt Aristoteles, vagy más, ki vele együtt azt vallja, hogy az anyag folytonossággal kitölti a tért? *Nys*, a jeles louvaini tanár, Aristoteles természetbölcseletének jelenleg egyik legképzettebb híve, egy könnyen kikezdzhető szemponton kívül semmi észbizonyítékot sem tud fölhozni, s végre is az Oltáriszentség titkától kér kölcsön bizonyítékot.³ Már akkor a legkiválóbb

¹ *Arist. Metaph. VII 3, Phys. I 2.*

² *Arist. Nat. auscult. IV 9. vagy 13; hozzá sz. Tamás kommentárját Phys. IV 9. lect. 14.*

³ *Nys Cosmologie ou étude philosophique du monde inorganique (1903) 255—262.*

skolasztikus metafizikus jobban látta, hogy ezen alaptétel: a kiterjedés nem tartozik az anyag lényegéhez, az aristotelesi természetbölcséletnek másik alaptételével, a folytonos térkitöltéssel, bajosan egyeztethető össze, s nem mer mellette az észből érvelni.¹ Ám akkor a folytonosság alapján nem lehet az összenyomhatóságot sem magyarázni, mert amaz alaptételből foly s sorsában osztozik. Különben Nys, ki a magyarázatot megkísérli, a térfogat változtathatóságát nem tudja másképp elfogadhatóvá tenni, mint azzal, hogy rámutat a többi összes fizikai és kémiai tulajdonságok változékonyságára. Ám összes példái azon tulajdonságok körében maradnak, melyeket állapotoknak nevez a jelen exakt természettudomány, de nem tud ú. n. faji tulajdonságot fölhozni, mely megváltozhatik anélkül, hogy az illető anyag maga is meg ne változnék.

Az összenyomhatóság és kiterjeszthetőség tehát ma már nem értelmezhető másképp, mint a konkrét testek térközeinek térfogatváltozásával.

2. Kétségtelen tehát, hogy a testek nem folytonosak, mint a látszat mutatja, hanem térközök járnak át, melyek nincsenek ugyanazon anyaggal kitöltve, vagyis a test folytonosságát megszakítják. De a mai fizika nyomán még tovább mehetünk s föllálíthatjuk a következő tételt: A mechanikai vagy mikroszkópi úton kimutatható közök által nem szakozott anyag, amely tehát a csak mechanikai vagy mikroszkópiai eszközökkel dolgozó vizsgálat előtt már folytonosnak tűnik föl, szintén nem tölti be folytonosan a tért, melyet külső határa bekerít, hanem szintén közökkel van átjárva, és ebben az értelemben heterogén, nem homogén.

E tételt, mely az előzőnek csak kiterjesztése, számos természettudományos tény bizonyítja.

Mindenek előtt itt van a *diffuzio*, az a jelenség, melynek értelmében folyadékok és gázok velük érintkezésbe hozott szilárd testekből, folyadékokból vagy gázokból bizonyos mennyiséget magukba szednek, még pedig úgy, hogy

¹ Suarez Disp. metaph. 40., 2. n. 8.

a fölszedett anyag a fölszedőnek egész területére megoszlik anélkül, hogy a fölszedő vagy a fölszedett megváltoztatná kémiai mivoltát. Ugyanigy a *penetráció* abban áll, hogy folyadékok és gázok szilárd és nem porózus testeken is keresztül hatolhatnak, különösen magasabb nyomás alatt.

Ezek mellett egy egész sereg jelenség mutatja, hogy az anyagok nagyon *vékony rétegekben* bizonyos határértéken túl már a rendestől eltérő viselkedést tanúsítanak, mely csak mikroszkópon túli heterogeneitásnak lehet kifolyása. Így folyadékok felületi feszültsége, mely minden folyadékra nézve jellemző konstáns, nagyon vékony rétegeknél értéket változtat. E kritikai pont *Reinold* és *Rucker* számításai szerint körülbelül egy ötvenmilliomod mm-nél van. Hasonló megfigyelések történtek a szilárd testekre nézve a hajszálcsővesség jelenségei alapján.¹ *Houlléviq* nemrég kimutatta, hogy réz és ezüst nem vegyülnek már jóddal, ha 30 milliomod mm-nél vékonyabb adagokban kezeljük. Ugyanigy megváltoznak a többi fizikai és kémiai tulajdonságok a nagyon vékony rétegű anyagnál; az optikai tulajdonságokra nézve megmutatta ezt *Meslin*, az elektromos vezetőképessegre nézve *Vincent*.

E jelenségek egyenesen mindenesetre csak azt mutatják, hogy a fizikai és kémiai magatartásra nézve nem közömbös a testeknek térfogata; rendes vizsgálatra nézve szükséges követelmény, hogy a vizsgálat alá vett adag egy széduletesen kisméretű térfogaton fölül álljon. De ha a tapasztalati anyagnak nagyon kisméretű rétegei más viselkedést tanúsítanak, mint a nagyobb arányúak, nem lehet másra gondolni, mint hogy ily kis méretek közt az anyagnak más a szerkezete, és hogy e szerkezeti változások is a térfogatnak függvényei, vagyis az anyag a mechanikai oszthatóság határán alól voltaképen más, mint aminőnek a tapasztalat mutatja, és tapasztalati jellegzetét csak e nagyon kicsiny anyagmennyiségeknek halmazatai adják. Ez pedig azt mondja, hogy a mechanikai vagy mikroszkópiai úton nyerhető leg-

¹ *L. Poincaré* Die moderne Physik. (Franciaából) (1908) 75.

kisebb anyagmennyiségek is még térbeli összetételek, melyeknek elemi részei valamilyen önálló léttel bírnak. Hogy ezen elemi anyagrészek nem töltik be megszakítás nélkül azt a tért, melyet külső határaik bezárnak, kitűnik a diffúzió és penetráció jelenségeiből és azon érdekes megfigyelésből, hogy rövid éterhullámok, ha igen vékony lemezekre esnek, ugyanolyan jelenségeket tüntetnek föl, mint nagyobb arányú, de tapasztalatilag heterogén szerkezetű lemezek, pl. rácso, ha hosszú elektromos hullámok érik.

E jelenségek minden fajta és bármilyen halmazállapotú testeknél jelentkeznek. Már e ténynek is legegyszerűbb magyarázata az, hogy az említett heterogeneitás nem egyszerűen likacsosság, s az önálló létű, saját határaitól körülzárt területet egészen kitöltő anyag nem egyszerűen valami igen ágas-bogas váz (*Le Sage* szekrényatomjai), hanem igen apró szemcsékből, magyarul: »parányokból«¹ áll.

E föltevést támogatja a tapasztalati anyagnak mérhetetlen oszthatósága. Egy gram mósusz egy óra lefolyása alatt képes ismert illatával betölteni egy nagy termet, tehát mindenüvé eljuttatni kis mósuszparányokat, s ezen idő alatt alig egy milligrammot vesz a súlyából.² Az arany kolloidális oldatokban olyan kis részekre oszlik, melyeknek átmérője *Siedentopf* és *Zsigmondy* ultramikroszkópos mérései szerint csak 0.00000006 cm átmérőjűek. Ha ily szédítően kis anyagmennyiségek magukban folytathatnak önálló létet, legalább is lehetséges, hogy a tapasztalati kiterjedésű testekben is önálló a létük és a tapasztalati testek csak parányok halmazatai.

3. De meg lehet-e jelölni az oszthatóságnak vagy talán az osztottságnak is határait? Vannak-e fizikai és kémiai tapasztalásnak egyenesen hozzá nem férhető önálló létet folytató parányok, melyek a fizikai és kémiai változások

¹ E szót mindig csak etimológiai értelmében használjuk s jelöljük vele általában az érzékelhetetlenség kicsiny anyagelemeit s nem kizárólag a kémiai értelemben vett atomokat.

² *Himstedt* Elektronen und die Konstitution der Materie. (1909) 5.

során megőrzik önállóságukat, a további osztás kísérletének ellenállnak, és ennek következtében az anyag szakosságának ugyan föltételei, de maguk már nem szakozottak?

A természettudósok *Boyle* óta voltaképen sohasem tértek el az anyag parányos szerkezetének föltevésétől, a XIX. század elején a kémiában tett szokatlan haladás és nevezetesen *Dalton* a gondolatnak quantitativ alapot adott; a XIX. század közepén a *Maxwell*, *Clausius*, *Helmholtz*, *Kelvin* lord nevéhez fűződő kinetikai gázelmélet új diadalra segítette, s miután a század vége felé éles támadások nyomása alatt meginogni látszott, az elektrokémia legújabb káprázatos fölfedezései ismét nyeregbe segítették. Régen átment iskolakönyvekbe, innen a köztudatba, de korántsem mindig a kívánatos szabatossággal.

Értékét nekünk két véglet közül kell kihámozunk. Az egyiket az ú. n. népszerű természettudomány képviseli, vagyis művelt embereknek átlagos tudása, mely a parányelmélettel úgy bánik, mint a modern természetfölfogásnak vitán fölüli álló igazságával. Ezt az álláspontot, sajna, magukévá teszik akárhányszor természetbölcselek is, mint pl. a föntemlített *Nys*, sőt *Gutberlet*. A másik pedig a hiperkrizzel dolgozó bölcseleknek s kis részben természettudósoknak álláspontja, mely még ma is a parányelméletet csak önkényes föltevésnek minősíti, melynek az anyag igazi mivoltához semmi köze.

Mit lehet e jelentős kérdésről ma mondani?

Atom a szó etimologiai értelmében osztatlan egység; s Demokritos óta jelent a tapasztalhatóság határán alól álló fizikai anyagegyedeket, melyek tényleg osztatlanok, és — teszi hozzá az új természettudomány — eleddig oszthatatlanok, tehát az anyagtestek osztásának végső eredményei, határai. Van-e kiterjedésük vagy se, egyáltalán oszthatatlanok-e — e kérdésekben nem akar a névben jelzett meghatározás állást foglalni. El nem vitatható tény, hogy a természetismeretnek hatalmas föllendülésében az atomelméletnek kiváló rész jutott. Ott állt a renaissance-kori nekipezsdülés bölcsejénél, ott *Huygens* s *Newton* alkotásainál, dülőre vitte a kémia

válságát a XIX. század elején, s a legújabb fölfedezéseknél is fényesen bevált. Képesítette a tudósokat nemcsak egyebütt talált törvényeknek egységes összefoglalására és matematikai kezelésére, — legfényesebben a kinetikai gázelméletben — hanem akárhány jelenséget előre megjövendölt, s a jelenlegi természetismerők egyik legkiválóbbja szerint az atomelmélet tagadása még sohasem segített senkit új igazságokra.¹

Használhatósága és termékenysége egy kiváló franciát, *Hannequint* arra bírta, hogy az atomelmületről írt kritikai tanulmányában egyenest föllállítsa a tételt: Atomelmélet és természetismeret egymástól elválaszthatatlanok; s ennek oka szerinte vagy elménk szerkezetében, vagy a természetben magában van.² De ha az atomizmust mindjárt maga a természet követeli is, mindenesetre *logikai* szempontokban is kell okát keresnünk azon ténynek, hogy az exakt természetismeret nem tud megválni az atomelmülettől. Mindenekelőtt az atom szemléletes fogalom, elvonva a mindennapi tapasztalatból, mely szerint a testek környezetükből élesen kiemelkednek, önálló létet folytatnak, s mint ilyenek hatnak egymásra, visznek szerepet a természeti történésben. Továbbá alkalmas segédföltevések hozzávétele mellett lehetőségessé teszi a fizikai és részben a kémiai történéseket is a mechanikai folyamatok mintájára fölfogni és tárgyalni; és így érvényre emeli azt a felfogást, hogy az anyagban érzékeinktől elrejtve kis méreteken végbemegy ugyanaz, ami a mérhető nagy tömegekben mechanikai törvényszerűséggel történik. E fölfogás különösen a gázok törvényeinek levezetésében és a hőtanban bizonyult termékenynek; nem szólva a kémiáról, melyet ma más elmélet alapján nem is lehet igazán tudományosan, fizikai módon kezelni. Sőt mi több, az atomos

¹ *Rutherford* in: *Phys. Zeitschrift*, 10 (1909) 763.

² Ezen dilemmát egyetemesebb alkalmazásban tudvalevőleg *Kant* is föllállította, s *Trendelenburg* erélyesen rámutatott a szétválasztás hiányára: lehet, hogy az ok mindkettőben van, a természetben alapvetőleg és elménkben ismeretelméleti korrelativizmus értelmében.

fölfogás annyira összeforrott a természettudományok mennyiségtani kezelésével, hogy még azon tudósok is, kik folytonossági elméletből indultak ki, legtöbbször kénytelenek voltak atomgondolatokat bevinni levezetéseik kiindulásába.¹

Mindez azonban még nem bizonyítja, hogy az anyag csakugyan atomos szerkezetű; csak arról tesz tanúságot, hogy ha atomosnak tételezzük föl az anyagot, sok jelenséget jól meg tudunk magyarázni, sőt nem egyet előre megjövedölni; tehát az atomizmus egyelőre jó hajó a természet tengerén, de nem maga a természet, illetve nem okvetlenül annak hű képe. Maguk a természettudósok különösen az újabb időkben egy hatalmas kritikai áramlat hatása alatt, mely részben *Kant*-féle eszmékből és igényekből táplálkozik, gondosan óvakodnak attól, hogy elméleteiket a természetnek még csak valószínű másaiként is elélnk állítsák; beérik vele, hogy »képeket« alkotnak, melyek alkalmasak tapasztalatilag megállapított törvényeknek egyszerű kifejezésére, összefoglalására, esetleg újabbak megtalálására, s a legjobb esetben egy törvénykör deduktív levezetésére.² Ezt nem szabad szem elől téveszteni természettudósok bölcselmi nyilatkozatainak méltatásánál. Érdekes azonban, hogy ezen irány csak a németeknél és némely franciánál észlelhető a maga tisztaságában; az angolok általában nem mondanak le arról, hogy magát a természetet ismerik meg. Azt sem lehet elhallgatni, hogy számos fizikai, sőt némely kémiai kérdésre nézve közömbös az atomelmélet, másoknál pedig a dedukciós levezetés és a rendszerezés szempontjából más elméletnek is lehet ép oly jó hasznát venni.³

Az már most a kérdés, vannak-e természeti tények, melyek arra mutatnak, hogy az atomosság magának

¹ Wundt, Logik ³ II 450.

² Világosan tárgyalja ezt az elektromos elméletekre nézve Chwolson, Lehrbuch der Physik IV₁ 8—18, s mindjárt tanulságosan alkalmazza az alapvető tényekre 19—29.

³ Volkmann Erkenntnistheoretische Grundzüge der Naturwissenschaften ² (1910) 15. 16.

a természetnek is sajátja, s nemcsak a diszkurzív gondolkodás útja, mely szükségkép nyugvópontokat keres, s a folyamatokat nem tudja megfogni kezdetek és végek nélkül?

Leszámítva a föntebb említett tényeket, melyeknek nem egyedül lehetséges, de azért legegyszerűbb magyarázata az atomelmélet, a legújabb időig a következő jelenségek mutattak rá több-kevesebb határozottsággal az anyagnak szemcsés, parányos szerkezetére:

A mechanikai kinetikai energia, minőt pl. egy forgó malomkerék, elhajított kő, lesujtott kalapács képvisel, tapasztalás szerint képes hőt termelni, és viszont a hő mechanikai munkát végezni, még pedig mindannyiszor a fölhasznált energiamennyiséggel egyenlő értékűt. E tény mindenekelőtt rántóerőszakolja azt a gondolatot, hogy valamennyi energiafajta alapjában egy energiára megy vissza, azután pedig arra késztet, hogy nevezetesen a hőenergiát, mely nem nyilvánul meg tömegmozgásban, holott tömegmozgásból ered és azt képes eredményezni, szintén mozgásállapot; tesszük ezt azon oksági megfontolás alapján, hogy ami mozgat, az maga is mozog, hacsak nem abszolút szellemi való — amit itt a józan módszerei elv és tapasztalat arculütése nélkül nem tehetnénk föl. Azt kell tehát következtetnünk, hogy itt a tömegekben az érzékeknek hozzá nem férhető mozgásokkal van dolgunk, melyek egyetemesek, mert a hőjelenségek is egyetemesek. Hogy persze legkisebb részek, parányok mozognak, ezzel még nincs megállapítva, de ez a legközelebbi gondolat, és a fizika a hő és a gázok kinetikai elméleténél ezt a föltevést tette magáévá, és mással még csak kísérletet sem tett. Akik kétségbe vonják a parányok mozgását, kénytelenek elvetni a kinetikai elmélet büszke vívmányait, az általa nyújtott értékes tudományos magyarázatot.

Még közelebb hoz a paránymozgás gondolatához a Brown-féle mozgás. A nevezett angol ugyanis 1827-ben észrevette, hogy folyadékokban mikroszkópos anyagrészek, pl. növényspórák nagyon gyors, rendetlen, táncoló mozgásba

jutnak. A *Zsigmondy—Siedentopf*-féle ultramikroszkópos eljárás lehetővé tette ezen érdekes jelenség behatóbb megfigyelését. Megállapították, hogy ezen mozgások gázokban is jelentkeznek, és nem mint eredetileg gondolták, a milieu hőkülönbségei okozzák azt, hanem, hogy annál gyorsabb, minél kisebb a mozgó részek átmérője, minél magasabb a folyadék vagy gáz hőfoka, s hogy függ az ú. n. viszkozitástól, egy a belső surlódásra jellemző tényezőtől; és végül, hogy-e gyorsaság olyan jellegű, aminőt a kinetikai elmélet a legkisebb önálló folyadék- és gázzrészeknek tulajdonít. Sőt legutóbb *Perrin* megmutatta, hogy efféle legkisebb részecskék egyébként is úgy viselkednek, mint az elmélet megkívánja az atomoktól. Legtermészetesebb magyarázata tehát, amellyel elméleti számítások is jól összevágnak, hogy e mozgásokat a folyadék- és gázparányoknak a kinetikai elmélettől föltételezett paránymozgás okozza. Így *Rutherford*.¹

Ott van harmadsorban az a tény, hogy ha elég híg gázhoz zárt edényben más gázt bocsátunk, az ott úgy viselkedik, mint ha egymaga volna jelen; hasonlóképen elektrolitekben, vagyis elektromosságvezető oldatokban az ionok úgy mozognak, mintha folyadék nem is volna ott. Mi más lehet ennek oka, mint hogy ama gáz és a folyadék kis anyarészek halmazata; ezeket átmérőjükhöz képest nagy közök választják el, melyek szabad mozgást és viselkedést engednek más hasonló szerkezetű anyagnak? Ha egy test folytonosan betölti a külső határaival jelölt tért, sőt még ha szekrényatomokból áll is *Le Sage* gondolata szerint, mikép illeszkedhetnek egymásba különböző anyagmennyiségek, s mikép nem akadályozzák egymás viselkedését?

Az atomelméletnek a legújabb időkig legerősebb támasza azonban a kémiai súlyállandóságok törvényei voltak, melyek az elméletnek először adtak mennyiségi alapot, s vele nagyobb használhatóságot az újabb természettudományos kezelés számára. Az állandó vegyülősúlyok törvényének nem ugyan egyedül lehetséges, de mindenesetre legtermészetesebb

¹ Physikalische Zeitschrift 10 (1909) 764.

magyarázata, melyet már Dalton vallott,¹ hogy az anyag nem osztható a végtelenbe, legalább nem in concreto, hanem bizonyos legkisebb önálló egyedekből áll, melyek mind-egyikének az egyes elemekre jellemző tömege van. Így természetes, hogy a vegyületsúlyok állandók, mert ama parányi egyedek nem lévén oszthatók, csak a maguk egészében vagy egymagukban vagy többedmagukkal — többszörös súlyarányok törvénye — léphetnek be a vegyületekbe. E legkisebb önálló anyaegyedeket elnevezték atomoknak, és ezen név által csak a tényleges oszthatatlanságot, s nem az abszolút oszthatatlanságot akarták jelezni. A legkisebb vegyület-egyedek, melyek megfelelő számú összetevő atomból állnak, molekula (tömeccs!?) nevet viselnek.

Azon legkisebb tömegek, illetve ami a gyakorlatban egyre megy, azon legkisebb súlymennyiségek, melyek csak teljes értékükben vagy egész számú többszöröseikben léphetnek be vegyületekbe, atomsúlyok, vagyis a legkisebb parányoknak súlymennyiségei. A tudomány egyelőre természetesen nem vállalkozhatik az abszolút atomsúlyok megállapítására. El nem hallgatható, hogy a viszonylagos súlyoknak, vagyis azon viszonyszámoknak megállapítása, melyek kifejezik, hányszorosa valamely atomsúly egy önként föl vett egységsúlynak, szintén nehézségekbe ütközik, és ma még nem befejezett munka.

Egy példa bevilágíthat a nehézségbe: Szó van a szén (C) vegyületsúlyának megállapításáról. Már régen úgy találták, hogy legkisebb viszonylagos súlyértékekben a hidrogén vegyül, azért általában ennek vegyületsúlyát fogadták el egységnek a viszonylagos atomsúlyok megállapításánál.² A szénnek régóta ismeretes két hidrogénvegyülete: a mocsárgáz (*methan*) és az olajképző gáz (*aethylen*). A mennyiségi elemzésből kitűnik,

¹ Sőt érdekes, s az atomelmélet termékenységének egyik csatánót bizonyítéka, hogy *Dalton* atomos gondolatok vitték rá a róla nevezett fontos törvényre. L. *Arrhenius*, *Theorien der Chemie* 2. 16.

² Ujabban gyakorlati okokból ajánlva van s kezd általánosan elfogadottá válni az oxigén vegyületsúlya, mely önkényesen, de észszerűen 16-ban van elfogadva. Ez esetben a hidrogénnek atomsúlya lesz 1.008.

hogy amabban 1 súlyegység H -ra esik 3 súlyegység C , az olajképző gázban ugyanannyi H -ra 6 súlyegység C . Mi már most a szén vegyületsúlya? Mindkét nyert érték elegendő tesz a többszörös súlyarányok törvényének. Ha 3-at veszem, akkor az olajképző gáz összetételét így kell adnom: 1 súlyrész H -al vegyül 2.3 súlyegység C . Ha az olajképző gáz elemzésénél nyert eredményből indulok ki, a mocsárgáz összetételét így kell kifejeznem: 2.1 súlyrész H vegyül 6 súlyegység C -al. A többszörös súlyarányok törvényének mindkét esetben elég van téve, de nem tudom, melyik az a viszonylagos legkisebb súlymennyiség szén, melynél kisebb nem léphet vegyületbe.

E kétértelműségből kisegítette a kémikusokat egy a súlyarányok törvényével majdnem egyenlő jelentőségű más törvény, mely fölfedezése után pedig alkalmas volt megingatni az atomelméletet. Ez a korán elhunyt jeles természetbúvárnak, *Gay-Lussac-nak térfogat-törvénye*, mely szerint a gázok egyenlő hőfok és nyomás mellett állandó térfogatarányokban vagy egyszerű térfogatok egészszámú, alacsony értékű többségeinek arányában egyesülnek, s ha a keletkezett vegyület maga is gázalakú, ennek térfogata is egyszerű vonatkozásban van az összetevők térfogatahoz. Minthogy a súlyarányok is hasonló törvénynek hódolnak, Dalton föltevése szerint e törvénynek alapja az anyagnak atomos szerkezete. Ha az elemek az atomsúlyoknak vagy azok egészszámú többségeinek arányában vegyülnek, s a gázok egyenlő hőfok és nyomás mellett egyszer állandó térfogategységeknek és azok egészszámú többségeinek arányában vegyülnek, legegyszerűbb arra gondolni, hogy egyenlő térfogatokban egyenlő számú atom van. E föltevésnek azonban ellentmond a tapasztalat. Pl. a klórhidrogénben (HCl) 1 térfogategység H 1 térfogategység Cl -al 2 térfogategység HCl -t alkot. Ha pedig a fönti föltevés helyes volna, akkor n számú H atom n számú Cl -atommal n számú HCl molekulává egyesült volna, vagyis a vegyület térfogatának egyeznie kellene az összetevők bármelyikével. A gondolat legfőlebb akkor fejezné ki a valóságot, ha úgy módosítanók, hogy minden H és Cl atom kettéhasadt és így $2n$ molekula HCl keletkezett, mindegyik $\frac{1}{2}Cl$ és $\frac{1}{2}H$ atommal. Ám ez ellenkezik az atomoknak fölvetett osztatlanságával.

Érdekes, Dalton annyira ragaszkodott az atomelmülethez, hogy inkább Gay Lussac törvényét vonta kétségbe. *Ampère* és különösen *Avogadro* azonban egy segédgondolattal kiegészítették Dalton elméletét. Fölvették, hogy az elemekben is az atomok általában nem folytatnak önálló létet, hanem aránylag kevés atom az elemekben is molekulává tömörül. Gázoknak egyenlő térfogatában, akár elemek, akár vegyületek azok, egyenlő nyo-

más és hőfok mellett egyenlő számú molekula van. Ez *Avogadro tétele*, mely rendkívül termékenynek bizonyult, s főként a kinetikai gázelméletben ülte fényes diadalait, sőt alkalmasnak mutatkozott, hogy *Nernst* a fizikai kémia egyik sarkpontjává tegye; híres művének címe: *Theoretische Chemie vom Standpunkte der Avogadro-schen Regel und der Thermodynamik*. Avogadro tétele értelmében különféle gázok molekulasúlyai úgy viszonylanak, mint gázűrűségeik (= a térfogategység súlyai); tehát aránylag könnyű mód kínálkozik a molekulasúlyok megállapítására. Minthogy a molekulasúlyok Dalton elmélete értelmében az atomsúlyoknak vagy azok egészszámú alacsony többségeinek összege, több vegyületben valószínűleg egy kérdéses elem előfordul egy atommal is. E legkisebb vegyületsúly lesz az atomsúly, vagy legalább is annak felső határa. Ezen irányelvvel elért eredmények ellenőrizhetők más módszerekkel is, melyeket itt csak jelezni lehet, minők *Dulong*nak és *Petit*nek szabálya az atomhőről, *Neumanné* és *Koppé* a molekulahőről,¹ kristálytani törvények, nevezetesen az izomorfia, a szakaszos rendszerre támaszkodó megfontolások stb.² Igaz, ez megannyi elméleti megfontolás, melyek a méréseket irányítják.

De igaza van *Nernst*nek: »Die Wahrscheinlichkeit dafür, dass die theoretischen Betrachtungen zu einem sicheren Resultat geführt haben, steigt ausserordentlich, sobald man auf ganz verschiedenen Wegen zu dem gleichen Ergebnis kommt. Bei den Fragen nach den relativen Atomgewichten der Elemente ist das nun in solchem Masse der Fall gewesen, dass über ihre Richtigkeit heute bereits nicht mehr diskutiert wird.³

Döntő módon bizonyítja-e az atomsúlyok realitása és állandósága az atomok létezését? Addig bizonyára nem, míg más magyarázatnak is van helye. Már pedig az atomsúly-törvény nem mond egyebet, mint azt, hogy az elemeknek egyik faji tulajdonsága, hogy csak meghatározott tömegmennyiségekben vegyülnek; ez hozzátartozik egy-egy

¹ E kettő egyúttal annak is bizonyossága, hogy az atom-, illetve molekulasúlyban nyilatkozó tömegkonstáns csakugyan a valószínűságnak kifejezése és nem a kémikusok önkényes találmánya. L. *Ostwald* *Der Werdegang einer Wissenschaft* ² 85.

² *Nernst* *Theoretische Chemie* ⁵. (1907) 172—203.

³ I. m. 172.

elem mivoltához épúgy, mint bizonyos szín, sűrűség, rugalmassági, hőkiterjedési velejáró stb. Tehát általánosságban csak azt szabad következtetni e jelentős törvényből, hogy a szervetlen természet megépítésében egy determináló ok, egy Aristoteles értelmében vett *causa formalis* is részt vesz. Természetbúvárok ezen túlmenő bölcséleti kérdések elől jobbára kitérnek, s vagy lemondanak az atomsúlyok törvényének indoklásáról, mint a kvalitatív energetikai fölfogás hívei, élükön *Ostwald*dal, vagy determináló elvül az anyag atomos szerkezetét jelölik meg. Tagadhatatlan, hogy e magyarázat a legegyszerűbb, tehát módszertani tekintetben elsőbbséget érdemel addig, míg tények nem kényszerítenek elhagyására; láttuk, hogy emellett szorosan kapcsolódik az exakt természetismerés általános útjával.

S ha már a vegyületsúlyok állandóságának törvénye is ellenállhatatlan erővel az atomelméletre utal, szinte rákényszerít a többszörös súlyarányok törvénye. Mi más észszerű alapja is lehetne annak a ténynek, hogy egy-egy elem majd határozott súlyegységekben, majd azoknak pontosan egész számú többségeiben vegyül, minthogy határozott tömegű egyedek önálló létet folytatnak s vagy magukban, vagy többedmagukkal állnak össze vegyületekbe?

A magyarázásra más kísérlet nem is igen történt. A kvalitatív energetika a magyarázatot megtagadja azzal a figyelmeztetéssel, hogy érzük be a ténnyel; de ezzel sem a valóságkereső bölcselők, sem a rendszerezni és mennyiségtanilag levezetni akaró természettudósok nem érik be.

Mégis miért nevezik az atomelméletet hipotézisnek még oly természettudósok is, kik látható rokonszenvvel kezelik?

E magatartás, ha nem csalódom, két okból táplálkozik. Az egyik ismeretelméleti és abban áll, hogy a *Kant*-féle criticizmus hatása alatt a legtöbb természettudós a maga programját nem úgy fogalmazza: megismerni a természetet, vagyis a valóságnak lehetőleg hű értelmi mását alkotni, hanem: képeket és formulákat találni, melyek a tapasztalat nyújtotta tényeknek lehető célszerű kezelését s kiterjesztését teszik lehetővé. Ezen az állásponton elmélet

minden, ami meghaladja a megfigyelés és kísérlet határait. Már pedig az atomelméletről nem egy természettudós még annak a megállapítására is kísértve érezte magát, hogy az atomok érzéki észrevése mindörökké lehetetlen lesz. — A másik ok a tárgyalt bizonyítékokban van. Döntő nincs közöttük, mind vagy kételynek vagy más magyarázatnak is hagy helyet. Egy sem határozza meg egyértelműleg a tételt, s valamennyi együttvéve is csak nagyfokú valószínűséget teremt az anyag atomos szerkezete mellett.

Ugy tetszik azonban, a legutóbbi évek fizikai és kémiai haladása nem egy olyan ténytetet fölszínre, melyek az eddig hiányzó egyenes bizonyítékot is meghozták, sőt méréseket engednek. E felfedezések az anyag szerkezetének megismeréséhez is eddig nem sejtett adalékokat szolgáltatnak, azért helyén van rövid ismertetésük.

Ionok, elektronok, radioaktivitás.¹

Az idetartozó nagyszámú és rendkívül érdekes tények csoportjából itt csak a tételünkre tartozók érdekelnek; ismertetésükben helyenként némi gondot ad a tényeknek és elméleteknek szigorú különválasztása.

Az anyagot közvetetlenül illető kérdésekhez csak bizonyos elektromos jelenségeken és törvényeken keresztül juthatunk el.

Az elektromos jelenségek okául a XVIII. század közepe óta a tudósok súlytalan folyadékfélét vettek föl, még pedig

¹ Az e címek alatt szereplő és hasonló jelenségeknek a külföldön gazdag s jobbára kiváló szaktudósoktól eredő megbízható tájékoztató irodalma van. A szerzőnek rendelkezésére voltak: *Righi*, Die moderne Theorie der physikalischen Erscheinungen² (1908) (Ford. olaszból); *Righi*, Le nuove vedute sull'intima struttura della materia (1908); *Soddy*, Die Entwicklung der Materie (1904) (Ford. angolból); *Lodge*, Modern views of matter (1907); *Lorentz*, Ergebnisse und Probleme der Elektrontheorie (1906); *Rutherford*, Radioaktive Umwandlungen (1907) (Ford. angolból); *Mme Curie*, Recherches sur les substances radioactives (1904); *Lebon*, L'évolution de la matière; *Lebon*, L'évolution de la force; *Hemstedt*, Elektronen und die Konstitution der Materie (1909).

vagy *Franklin*nal egyfaját, vagy *Symmettel* (1759.), a pozitív és negatív elektromos jelenségeknek megfelelőleg kettőt (fluidum-elmélet). A XIX. században azonban *Faraday* eszméi nyomán *Maxwell* kidolgozott egy elméletet, mely a legtöbb, addig kísérletileg igazolt elektromossági törvénynek elméleti levezetését, sőt addig nem ismert jelenségeknek felfedezését is lehetővé tette s különösen a *Herzféle* hullámok megtalálása által ért fényes sikert. E fölfogás az elektromos állapot okát nem mint a fluidum-elmélet, a vezetőkben látta, hanem a szigetelőkre lokalizált feszültségi állapotban. E gondolat sokakat arra vitt, hogy az elektromosság mivoltát is csak ebben keressék; holott jól mondja *Nernst*, hogy ez ép annyira alaptalan következtetés, mintha valaki a levegőt rezgésnek mondaná, mert a hang rezgésnek bizonyult. A levegő mivoltát kémiai vizsgálat állapította meg, ugyanígy az elektromosság mivoltát illetőleg a kémiától lehet leghamarabb remélni felvilágosítást. E reményt fényesen beváltotta az elektrokémia.

A neves *Faraday* a XIX. század első felében az elektromosság magatartására nézve megállapított egy törvényszerűséget, mely az elektromos jelenségek lefolyásában ugyanazt a szerepet viszi, mint a súlyos anyag vegyületeiben a súlyarányok állandóságának törvénye.

T. i. ha ú. n. másodrendű vezetón, vagyis sónak, savnak, avagy bázisnak vizes oldatán (= elektrolit) keresztül elektromos áramot bocsátunk, ez a föloldott anyagnak alkotó elemeit kiválasztja az elsőrendű vezetón, vagyis az áramot a folyadékba vezető fémsarkokon (= elektródok). Pl. a sósavas vízben a klór azon a sarkon válik ki, melyen az áram a folyadékba belép, vagyis a pozitív sarkon, melyet *Faraday* anódnak nevez, a hidrogén a negatív sarkon, a katódon. *Faraday* már most úgy találta, hogy

1. ugyanazon oldatban az elbontott anyag mennyisége egyenes arányban van az elektroliten keresztülhaladt elektromos mennyiséggel.

2. Ha ugyanaz az elektromos mennyiség különböző elektroliteken halad keresztül, a különböző alkatrészeknek

az elektródokon kiválasztott mennyiségei úgy aránylanak, mint kémiai egyenérték-súlyaik. Vagyis: az az elektromos mennyiség, mely 1,008 g *H*-t választ ki, egyúttal 35,45 g *Cl*-t, 8 g *O*-t választ ki.

Hogy csakis az oldatok vezetik az elektromos áramot, a tiszta folyadékok pedig nem, s hogy a kémiai folyamatok csak az elektródoknál folynak le, s benn a folyadékban nem mutathatók ki, abból már Faraday azt következtette, hogy az áramvezetés itt nem áramlás, hanem konvekció; vagyis az elektrolitben az alkotó részek (legalább azok, melyek részt vesznek az elektrolízisben) elektromosan sarkítva vannak, azaz vagy pozitív, vagy negatív elektromosságot hordoznak, és vándorlásukkal okozzák az áramot.

Ezen alapgondolat nyomán a XIX. század második felében *Clausius*, *Helmholtz*, s betetőzőleg *Arrhenius* kidolgoztak egy elméletet, az ú. n. *elektromos diszociáció elméletét*, mely a jelenségeknek kitűnő magyarázatát szolgáltatja. Eszerint az elektrolitekben a főloldott sók, savak és bázisok molekulái részben — sőt nagyon híg oldatokban majdnem egészben — két elektromosan sarkított részre (= ionokra) hasadtak szét; a hidrogén és a fémek pozitív elektromosságot mutatnak (= kationok), a többiek negatív (= anionok). Az elektromos áram abban áll, hogy a kationok a negatív sarkhoz vándorolnak, az anionok a pozitívhoz, ott elektromos töltésüket leadják, és mint semleges részecskék válnak ki az elektródon.

E fölfogás gyorsan meghódította a természettudósokat, mert sok kémiai és fizikai jelenséget egészen új és egyszerű világításban mutatott be és rendkívül termékenynek bizonyult a kémiának csaknem egész területén.¹⁾

Legfényesebb igazolás akkor érte, mikor *Arrhenius* megmutatta, hogy a híg oldatok ozmózisnyomás-törvényei, melyektől eltérő viselkedést tanúsítanak az elektrolitek, ezekre is alkalmazhatók, ha az elektrolízises diszociációt figyelembe vesszük.

¹ Lásd *Ostwald*, *Werdegang einer Wissenschaft* ² 188—9.

Az *ozmózis* jelenségeit az ú. n. félig áteresztő hártyák okozák, melyek t. i. áteresztik az oldószert, de nem az oldatot; minők pl. a növénysejtek falai. Ha bizonyos (csak ú. n. krisztaloid) oldatokat tartalmazó edény egyik falául ilyen félig áteresztő hártyát használunk, az egészet pedig tiszta oldószerbe tesszük, ezen oldószer kezd behatolni az oldatba és azt hígítja, s ez tart egészen addig, míg az oldatban lokalizált nyomás a további benyomulásnak útját nem állja. Ezt magának az oldatnak tulajdonítják és *ozmózis*-nyomásnak nevezik. A híg oldatok *ozmózis*-nyomása a gáztörvényekhez hasonló törvényszerűségnek engedelmeskedik, melyet *van t'Hoff* a híg oldatokra vonatkozólag a *Gay-Lussac-féle* törvénnyel és *Avogadro* tételével mennyiségileg is egyezőnek mutatott ki.

Ezen érdekes dolgokat azonban itt tovább nem követhetjük; minket csak az érdekel, hogy ezen elméletben *Faraday* második törvénye olyan értelmezést nyer, mely szerint minden ion határozott elektromos mennyiséget hord, az egyvalenciás ionok akkorát, melynél kisebb nem fordulhat elő, a többvalenciások valenciájuknak megfelelő egész számú szorzatot. Tehát az elektromosság is atomos szerkezetű; az atomot, vagyis a tényleg oszthatatlan és jelenleg oszthatatlan legkisebb elektromos mennyiséget az egyvalenciás ionok elektromos mennyisége képviseli, melyet elektromos alapmennyiségnek vagy *elektron*nak neveznek. Az elektron mennyiségének abszolút értékét illetőleg különféle módokon tett mérések és számítások aránylag igen jól egyező eredményekre vezettek: *J. J. Thomson* szerint egy elektron $3.4 \cdot 10^{-10}$; *Wils* szerint $3.1 \cdot 10^{-10}$, *Rutherford* legújabb mérései szerint, melyek *Planck* elméleti számításaival és különböző utakon nyert más eredményekkel is összhangban vannak, $4.65 \cdot 10^{-10}$ elektrosztatikai egység.¹⁾

Még egyet! Egy *g* hidrogén kiválasztására kell 9654 *coulomb* elektromos mennyiség.²⁾ Az elektrolízis ion-elmélete

¹ Az elektromos mennyiség *elektrosztatikai egysége* az az elektromos mennyiség, mely ugyanakkora mennyiségre egy *cm* távolságban egy *din* erejével hat.

² A *coulomb* az elektromos mennyiségnek gyakorlati elektro-

szerint ez annyit jelent, hogy egy g H ennyi elektromosságot hordoz. Ismételt megfigyelések bizonyossá tették, hogy egy g anyag sohasem hordoz ennél nagyobb elektromos mennyiséget. E mennyiséget nemde, úgy kapjuk meg, ha az elbontásnál használt elektromos mennyiséget, e -t elosztjuk az elbontásnál nyert anyagmennyiséggel, m -el, s a tapasztalatot úgyis fejezhetjük ki, hogy $\frac{e}{m}$ sohasem nagyobb 9654-nél, vagy kerekszámban 10^4 -nél. —

A minket érdeklő további adat az, hogy a legkisebb elektromos mennyiség, az elektron ion nélkül, szabadon is előfordulhat; vagyis az elektrolizises törvényekre támaszkodó föltevés, mely az elektromosságnak atomos szerkezetet tulajdonít, megfelel a valóságnak. Hogy szabad elektronok is lehetségesek, legalább átmenetileg, azt *Nernst*¹ merőben kémiai megfontolással is már igen valószínűvé teszi. Egyenesen azonban először a *katódsugarak* jelensége igazolta. A katódsugarak az erősen hígított gázokat tartalmazó *Hittorf*-, *Geissler*-, *Crookes*-féle csövekben mutatkoznak, ha e csövek elektródjait erős intenzitású elektromos áramba kapcsoljuk, és a gáznyomást 0,01 mm-re és még lejjebb csökkentjük. Ez esetben a katódtól annak fölületére merőlegesen láthatatlan sugarak indulnak ki; jelenlétüket a cső ellenkező falazatán mutatkozó élénk zöldes fluoreszkálás árulja el, mely megszűnik, ha a katód elé akadék kerül.

E sugarak mivoltát illetőleg már most főként *J. J. Thomson* beható munkálatai alapján kiderült, hogy egy erős mágnessark behatása alatt egészen úgy viselkednek, mint a negatív áramló elektromosság. Hogy csakugyan az, azt *Perrin* egyenesen is kimutatta. A kutatók általában föltételezték, hogy ezen áramot elektromosságot hordozó parányok alkotják. Már most a mágneses mező behatásá-

mágneses egysége: akkora elektromos mennyiség, amekkora szükséges 0,000 093 g víz elbontásához.

¹ Theoretische Chemie⁵393.

ból és a többféle módszerrel megbízhatóan megállapított sebességből sikerült megállapítani ezen föltételezett részecskék elektromos mennyiségének és tömegüknek viszonyát $\frac{e}{m}$ -t;

kitűnt, hogy az kb. 2000-szer akkora, mint a hidrogénnél. Ez vagy arra mutat, hogy ama föltételezett legkisebb részecskék, melyekből a katódsugárzás áll, egyenkint kb. kétezer akkora elektromos mennyiséget hordanak, mint a hidrogen atomjai, s eszerint el kell ejteni az elektronnak azt a fogalmát, melyre az elektrolízis vezetett, vagy pedig föltenni, hogy e föltételes részecskék tömege körülbelül kétezerszerre kisebb, mint az eddig ismert legkisebb anyagrészé, a hidrogén-atomé, s akkor persze az »atomok« nem a legkisebb anyagrészek. A fizikusok és kémikusok az utóbbi lehetőséget választották a következő okok alapján:

Ismeretes dolog, hogy vízgőzzel telített levegőben lehűtés által köd képezhető; de már régebben kimutatták, hogy amíg a lehűtés nem halad meg bizonyos fokot, köd csak akkor képződhetik, ha a levegő kondenzációs magvakat tartalmaz, vagyis szilárd szemecskéket, melyek körül mint középpontok körül képződhetnek a ködöt alkotó kis vízcseppek. Már most *Wilson* és *J. J. Thomson* megmutatták, hogy ezt a szerepet betölthetik azon elektromosságot hordozó kis tömegek is, melyek, föltevés szerint, a katódsugarak alkotórészei. Thomson aztán rendkívül leleményes és gondos eljárással adott esetekben meghatározta az ilyen ködképző magvacskák számát és elektromos mennyiségüket, és úgy találta, hogy megegyezik az elektromos alaplammennyiséggel, vagyis azon elektromos mennyiséggel, melyet elektromos atomnak mondottunk. Más szóval, kitűnt, hogy a katódsugarakat elektronok alkotják. Minthogy azonban itt $\frac{e}{m}$ kétezerszer nagyobb, mint a hidrogénnél, következik, hogy e egyforma lévén, a tömeg, m kb. kétezerszer kisebb. Így Thomson először is bizonyosságot szolgáltatott, hogy szabad elektronok is fordulnak elő — egyelőre negatív elektronokról van

szó — és a mi ennél meglepőbb volt, a legkisebb eddig ismert tömeg-mennyiségnél, t. i. a hidrogen atomjánál sokkal kisebb is akad.

E fölfogásnak másik bizonyága az ú. n. Zeeman-jelenség. Lorentz, híres holland fizikus ugyanis kidolgozott egy elméletet, melynek értelmében az izzó gázoktól kibocsátott fény gyors keringésben levő negatív elektronoktól ered. Minthogy már most a mágnesség hat az elektromosságra, mágneses behatással változást kell tudni előidézni az izzó gáztól kibocsátott színeken, illetve színeképekben, ha Lorentz elmélete helyes. Az elméletnek ezen ellenpróbáját Lorentz tanítványa, Zeeman megadta, midőn kimutatta, hogy erős mágneses mezőn keresztül vezetett izzó gáznak színeképi vonalai bizonyos, itt nem részletezhető törvényszerűség szerint megsokszorozódnak. E kísérletek segítségével végzett számítások és mérések $\frac{e}{m}$ értékét ugyanolyannak mutatták, mint Thomson megállapításai.

Igy nyert igazolást e két tételünk, hogy a negatív elektron önállóan létezik, és hogy tömege kb. kétezerszer kisebb, mint a hidrogén-atomé. Vegyük hozzá az elektrolizises diszociáció elméletének sikereit, továbbá ezen gondolatnak a gázok elektromos vezetőképességének megmagyarázására való kiterjesztését (ionizáció), melynek értelmében a gázok molekulái is pozitív és negatív ionokra hasadnak,¹ továbbá a lejjebb tárgyalandó radioaktivitással velejáró elektron-kisugárzást; így a legkülönbözőbb területeken mozgó jelenségek a legkülönbözőbb módszerekkel tett mérések és számítások és elméleti megfontolások bámulatosan egyező eredményekre vezettek és nem ütközhetünk meg e jelenségek egyik hivatott kutatójának, *Righinek*, a bolognai tanárnak kijelentésein: So ist auf unzweifelhafte Weise und durch rein physikalische Methoden die Existenz von Massen

¹ Ezzel természetesen vele jár, hogy az egy atomos gázok, minők a higany, kadmium és cink gázállapotban kisebb tömegű parányokra hasadnak szét.

teilchen nachgewiesen, die bei Weitem kleiner sind, als das kleinste unter den Atomen der bekannten Stoffe.¹⁾

A katódsugarakban és egyebütt föllépő elektronok tömegét természetesen nem lehet mérleg segítségével meghatározni, hanem ki kell számítani azon ellenállásból, melyet bizonyos, jobbára mágneses erőhatásokkal szemben kifejtenek. Ám amint a vízben annak fölszínére merőlegesen tartott rúd továbbmozgatása nagyobb erőt kíván, mint ugyane kísérlet a levegőn, és ennél fogva a mozgatott test a vízben nagyobb tömegűnek látszik, épúgy elgondolható, hogy a katódsugarakban tovaröpített elektronok tömege is nagyobbak tűnik föl, mint aminő a valóságban. Hisz tudva van, hogy a mozgó elektromosság ezen mozgásában mágneses mezőt teremt ott, ahol mozog, ez pedig energiaszórás jár, vagyis az elektron mozgatása az önindukció miatt nagyobb erőt kíván, mint amennyit rendes tömege után várni lehetne; vagy más oldalról tekintve a dolgot: meghatározott mozgásmennyiség esetén nagyobb tömegűnek tűnik föl, mint amilyen a valóságban.

Kauffmann elméleti úton meghatározta azon elektromos ellenállást, melyet az elektronok mágnessel való eltérítésnél kifejtenek és azt ugyanakkorának találta, amekkorának a fizikusok kísérlet és számítás útján az elektronok tömegét. Ez más szóval annyit jelent, hogy az elektron tömege nem olyan, mint a súlyos anyagé, hanem merőben dinamikai okú jelenség. Számításainak kísérleti alapot adott maga *Kauffmann* *Abrahamnak* egy elmélete alapján tett megfigyelésével: Az elektromos tömeg változik az elektronok sebességével. Majdnem a fény terjedési sebességével tovaröpülő elektronoknál az elektromos mennyiség és tömeg viszonyát csak félakkorának találta, mint rendesen; mint-hogy ez elektromos mennyiség ez esetben is egy elektronnál állandó, következik, hogy a tömeg csak félakkora, tehát nem a súlyos anyagnál ismert állandó tömeg, hanem a mozgó való sebességének függvénye.

¹ Die Moderne Theorie der phys. Erscheinungen.²

A mi szempontunkból figyelemreméltó még, hogy a negatív elektronok a természetben mindenütt el vannak terjedve; jóformán nincs fizikai és kémiai jelenség, hol ne találkoznánk velük. Így a rövid fénysugarak behatására bármely fém és szigetelő bocsát ki katódsugarakat, továbbá a radioaktív anyagok, melyek mindenfelé el vannak terjedve, állandóan bocsátanak ki maguktól, külső behatás nélkül is elektronokat, a levegőben állandóan vannak elektronok. S bármi módon jönnek létre, bármilyen forrásból erednek, bármilyen anyagú a katód, bármilyen gáz van a vakuum-csőben, a negatív elektron természete mindig ugyanaz. Ugy tűnik föl, mintha az elektronok odatartoznának minden anyag elemi alkotó részei közé. A pozitív elektronról eleddig nem lehetett megállapítani, hogy miként a negatív, szabad állapotban is előfordul. A vakuum-csőben a katódsugarak keletkezésekor az anód is bocsát ki jellegzetes sugarakat, a Goldsteintől 1886-ban fölfedezett csősugarakat vagy anódsugarakat, melyekhez teljesen hasonlókat találunk radioaktív anyagok sugárzásaiban is. Mérések azonban eddig ezeknek alkotóelemeit mindig ionoknak mutatják, vagyis elektronhordozó molekuláknak. —

Az elektronok szabad létezésének kimutatása egészen új eszméket sugallt az anyag elemi szerkezetét illetőleg, s első tekintetre északpráztató kilátásokat nyit, melyek különösen a *radioaktivitás* jelenségeiből nyernek tápot. E jelenségek tanulmányozása ma már eléggé megbízható eredményekre vezetett ahhoz, hogy ismertessük azon elemeit, melyek az anyag mivoltáról közelebbi felvilágosítást adhatnak.

1896-ban *Bequerel* a röntgensugarak fölfedezésétől ösztönözve kutatott anyagok után, melyek ilyen sugarakat maguktól bocsátanak ki; és az urán(*U*)-ércekben észlelt is olyan sugárzást, mely a fény számára áthatolhatatlan testen keresztül is hat az érzékeny lemezre és a levegőt ionizálja. Kitűnt, hogy ez a sugárzás az uránnak egy kémiofizikai tulajdonsága. Nemsokára ugyanilyen sugárzó, radioaktív elemnek bizonyult a thórium (*Th*) és aktinium (*Ac*). Haté-

konyság tekintetében valamennyit meghaladta azonban a Curie házaspártól szurokércből nagy fáradsággal bárium-preparátumokban előállított eddig ismeretlen új elem, a radium (*Ra*). Ezen elemeknek tanulmányozását nagymértékben megnehezíti az a körülmény, hogy rendkívül csekély mennyiségben állíthatók elő és eddig egy sem tisztán.¹ Másrésről azonban oly erősen jellegzetek, hogy nagyon kis mennyiségek is már tisztán mutatják tulajdonságaikat; hozzáépen a radioaktív anyagokkal kapcsolatos jelenségekkel való foglalkozás szolgált alkalmul igen finom és megbízható tanulmányozási módszerek föltalálására.

A radioaktív jelenségeknek két sorozata köti le különösen annak figyelmét, ki az anyag mivoltát keresi.

Az első maga a sugárzás. Tudnivaló, hogy a radioaktív anyagok nem egynemű, hanem legalább háromfajta sugarakat bocsátanak ki: Az ú. n. γ -sugarak a röntgensugarakhoz hasonlók és itt bennüket nem érdekelnek tovább. A β -sugarak nagy sebességű elektronokból állanak, mint a katód-sugarak, s csak úgy lehetségesek, hogy a radioaktív anyagok szerkezetében elektronok is szerepelnek, melyeket ezek a sugárzás alkalmával kiröpítenek. Mivel a radioaktivitás igen el van terjedve, sőt a legnagyobb valószínűség szerint minden anyagnál található,² jogos a következtetés, hogy az elektronok szerepelnek valamennyi elemnek, vagyis általában az anyagnak alkotóelvei közt. Az α -sugarak pozitív elektromosságot hordoznak és hélium-atomokból állnak, mint Rutherford és Royds kimutatták,³ tehát nagysebességű anód-sugarak.

Itt minket különösen az érdekel, hogy ezeken a sugarakon sikerült először érzékelhetővé tenni az önállóan létező atomot, még pedig két különböző módszerrel, egy elektromossal és egy optikaival. E két módszer az elektronok kísérleti kimutatására eddig csak azért nem alkalmas, mert az elektron hatásai sokkal kisebbek, mint a kb. 2000-szer akkora

¹ Ép most (1910 szept.) jelenti Mme Curie, a francia akadémiának, hogy a rádiumot fém-állapotban sikerült előállítania.

² Righi, Die moderne Theorie der phys. Erscheinungen ² 131.

³ Physikalische Zeitschrift 10 (1909), 765.

tömegű hélium-ionoké. E módszerekkel sikerült megállapítani a cm^3 -ben foglalt molekulák számát és ezen alapon kiszámítani méreteiket is. Az eredmények meglepően jól összevágának különféle más módokon és alapon tett számítási eredményekkel.¹

Ezen különféle módokon elért eredmények egybevágósága alkalmasint az utolsó kétséget is eloszlatja aziránt, hogy azon utak, melyeken az atomelmélet jár, nemcsak a tudósoknak, hanem magának a természetnek is útja.² Minthogy a radioaktív anyagok és változataik mind bocsátanak ki α -sugarakat,³ szabad azt mondani, hogy a hélium odatartozik a radioaktív elemek alkotó elemei közé, sőt amennyiben a radioaktivitás egyetemes jelenség, magának az anyagnak alkotóelemei közé.

A második jelenségesoport kitágítja azokat a távlatokat, melyeket a héliumképződés nyit. A radioaktív elemek ugyanis, az urán, aktinium, rádium vegyi tekintetben és a színkép-elemzés tanúsága szerint vegytani értelemben vett elemek; sikerült meghatározni atomsúlyaikat és azokkal jól beleillenek az elemeknek alább ismertetésre kerülő szakaszos rendszerébe. Már most kétségtelen, hogy mindből válik el hélium, mely a maga részéről szintén jól körülírt kémiai elem.

Ezen ténymegállapítás adja nyitját egy jelenségnek, mely a radioaktív jelenségek megismerésének kezdő korában nagy

¹ Plank elméleti úton úgy találta, hogy egy hidrogén-molekula $3,2 \cdot 10^{-24}$ g, egy hélium-atom $6,8 \cdot 10^{-24}$ g (egy atom félsannyi); egy grammolekulában (= annyi gramm, amennyi az illető anyagnak molekulasúlya) van $6,175 \cdot 10^{23}$ molekula (Meyer szerint $6,4 \cdot 10^{23}$). Elemek gázaiban a molekula átmérője Exner számításai szerint $9-12 \cdot 10^{-9}$ cm, ami a viola sugarak hullámhosszának 2000-edrésze. — Hogy milyen méretekről van itt szó, jól szemlélteti Dressel (Lehrb. d. Physik³ 174): ha két gramm hidrogént zárt edényben tartunk, melyből másodpercenként 1 millió molekula lép ki, 20000 millió esztendeig tart, míg mind ott hagyja az edényt.

² Physikalische Zeitschrift 10 (1909) 771.

³ Righi, Die moderne Theorie etc. 181. lapján közölt táblázat szerint éppen csak Ra E (a rádiumnak egy átváltozási terméke) nem.

megdőbbenésre adott okot, t. i. érthetővé teszi, honnan erednek a sugárzással kapcsolatban mutatkozó aránylag óriási hőmennyiségek; ezek t. i. egy a radioaktív anyagokban végbemenő bomlás rovására fejlődnek, mint az vegyi folyamatoknál oly gyakori dolog; tehát nem történik az energia-állandóság elvének rovására. Midőn azonban így hathatós segítségére sietett egy sarkalatos állandóságtörvénynek, megdöntött egy másikat: az elemek megmaradásának törvényét; — sőt mintha az alchimia hazajáró lelke kísértene, ma kétségtelen, hogy a sugárzással járó radioaktív átalakulások sorában több kémiai értelemben vett elem is akad. A rádium átalakulásai közül bizonyos ez ma már az ú. n. rádium-emanációról és mint *Curienének* és *Debiernenek* a minap közzétett vizsgálataiból kitűnik,¹ a polónium is kémiai értelemben vett elem. Van némi alapja annak a föltevésnek, hogy a rádium maga is a thóriumnak vagy uránnak bomlásterméke és a rádium átalakulásai a polóniumnál meg nem állapodnak, hanem elvezetnek az ólomig, sőt azon túl az ezüstig, mint bomlástermékig. Így az elemek állandóságának törvénye nem abszolút. De az is bizonyos, hogy maguk a bomlástermékek annyira állandók, hogy az elem állandóságtörvénye megtartja gyakorlati értékét.

Az itt röviden ismertetett és idevonatkozó egyéb jelenségek alapján *Rutherford* fölállított egy elméletet, mely ezen összes tényeknek egyszerű magyarázatát adja.

A radioaktivitás kétséget nem hágy aziránt, hogy ezen anyagok összetettek és összetevőik közt hélium és negatív elektronok szerepelnek. Optikai jelenségek és nevezetesen a Zeemann-féle jelenség követelik, hogy az alkotó elektronokat mozgásban levőknek vegyük föl. *Rutherford* már most fölteszi, hogy minden atom egy összetett rendszer, amelyben nagy szerepet visznek sarkított elektromos erők (nevezetesen a vegyi affinitást velük magyarázza), nemkülönben az elektronok és más, akár elektromos, akár súlyos tömegek. Ezen alkotórészek arányairól fogalmat nyújt a kedvelt

¹ Természettudományi Közlöny 1910, 360...

hasonlat: Minden atom a maga méretei körében olyan, mint bolygó-rendszerünk, középen az álló nappal, körül a tömegükhöz képest aránytalanul nagy távolságokban keringő bolygók. Ezen rendszerek eddig ki nem derített okok alapján (amennyire eddig tudjuk, csakis atomközi behatásra, mert eddigelé kívülről semmiféle fizikai vagy kémiai módon nem lehetett befolyásolni a radioaktivitást) egyensúlyi helyzetüket elveszthetik és akkor széthullanak, bomlásnak indulnak. A legtöbb tudós fölteszi, hogy egy pozitív elektromosságot tartalmazó állandó mag körül bolygó módjára kering több negatív elektron. Ha az atom dinamikai egyensúlyban van, kifelé elektromos tekintetben semlegesnek mutatkozik. Ha bármely okból kitör belőle egy negatív elektron, ezáltal a megmaradt rész pozitív elektromosságot mutat — pozitív ion; a szabaddá vált negatív elektron vagy mint ilyen önállóan folytatja létét, vagy közömbös atomhoz, vagy közömbösült ionhoz csatlakozik és annak negatív elektromos többletet ad — negatív ion. Ha a bomlás nem nagyon lassú, vagy nem nagyon gyors, hanem oly méretű, mint a radioaktiv anyagoknál, akkor megfigyelésnek hozzáférhető és oka a radioaktiv jelenségeknek.

Eszerint az atomokban óriási energiák vannak felhalmozva, melyekkel szemben az eddig ismert energiaforrások elülnek,¹ melyeknek értékesítésére azonban egyelőre természetesen gondolni sem lehet. A sugárzás alkalmával ennek az energiának egy része fölszabadul és forrásává lesz a kiröptetett α - és β -részecskék óriási kinetikai energiájának.

Részletesebben milyen az atomok szerkezete és volta képen melyek az épületekövei, arról Rutherford és vele az óvatosabb fizikusok nem igen szólnak. Tények nyomása alatt egyre többen és egyre határozottabban hajlanak ahhoz a fölfogáshoz, hogy az atomok egy őssanyagból vannak fölépítve. Mit mondhatni ezen kérdésről a mai természettudományos ismeret álláspontján?

¹ Egy gram rádiom bomlása százezerszer annyi energiát ad, mint ugyanannyi szén elégetése.

»Ősparány.«

Az egyetlen tétel, melyet joggal tulajdoníthatunk a természetbölcsélet hagyományos atyjának, Thalesnek, hogy vízből lett a világ, tárgyi képtelensége dacára egy rendkívül termékeny és ma is friss erőben élő természetkutató axiómának ad kifejezést: A mindenséget kevés, lehetőleg egy elvből kell magyarázni. Thales s követői az ébredező bölcséleti szellemet jellemző naivsággal és önfeledtséggel hódoltak ennek az axiómának s bizonyítására nem is gondoltak. Azonban az ismeretkritikai irány reá nézve is fölteszi a kérdést: Honnan ered az egységnek e posztulátuma, mi a jogosultsága; s boncolása alatt elvérzett bizony nem egy tétel, melyekben nem a természet tényei, hanem csak az egység posztulátuma nyert kifejezést. Tény azonban, hogy a posztulátum, mint a természetismeret heurisztikai elve ma is fönnáll, csak hogy ma már pozitív bizonytságot is kell fölmutatni azon tételek számára, melyek belőle fakadtak.

Ma már nem vallják azt, hogy vízből lett az anyagvilág, de nem tágítanak attól a hiedelemtől, hogy az anyagi jelenségek mélyén egységes való rejtőzik. Mi ez a való, azt tények útmutatása nyomán keresik.

A legértékesebb ilyen útmutatónak látszik az elemeknek ú. n. *szakaszos rendszere*, melyet *Doebereiner* (1829) nyomán *Lothar Meyer* (1869) és a nemrég elhunyt neves orosz kémikus, *Mendeleeff* állított föl. Alapgondolata a következő: Ha sorba szedjük az összes elemeket atomsúlyaik szerint, megteesszük elsőnek a legkisebb atomsúlyút és melléje írjuk vízszintes sorban az atomsúly-értékben következőket, mintegy hetet-nyolcat, az előző sor alatt ismét egy ugyanilyen vízszintes sort kezdünk és így tovább, akkor táblázatot nyerünk, melyen a függőleges sorokban levő elemek fizikai és kémiai viselkedésükben meglepően hasonlítanak, az ugyanazon vízszintes sorban levők pedig haladványos törvényszerűségeket mutatnak. A legérdekesebbek közé tartozik, hogy a valenciák a sor közepéig mind növekednek eggyel, azontúl pedig

megint fokozatosan csökkennek eggyel. Így a kémiai és fizikai tulajdonságok az atomsúlyok szakaszos függvényeiként viselkednek.

Az elemeknek ezen ú. n. szakaszos vagy természetes rendszere tagadhatatlanul nem egy tökéletlenségben leledzik s többször cserben hágy. Azonban igen neves tudósok, mint *Rydberg*, *Ramsay*, *Steigmüller*, *A. Werner* sikerrel fáradoznak éppen napjainkban a rendszer tökéletesítésén; alapos a remény, hogy az egyenetlenségeket sikerül elsimítaniok.

Hogy e rendszer nem merőben tudós elmék szüleménye, hanem valamiképen magának a természetnek is kerete és törvénye, talán elegendőképp kitűnik abból, hogy nyomán sikerült előre rámutatni nem egy hiányzó elemre, melyeket később megtaláltak; a rendszer föllállítása óta talált elemek, nevezetesen a radioaktív elemek is beleilleszkednek kereteibe; általa nem egy elemnek atomsúlyát sikerült kiigazítani.¹

Nyilván gazdag törvényszerűség lappang a szakaszos rendszerben, melynek teljes kifejtésére még nem érettek a viszonyok. A legjelentősebbek egyike az, hogy e rendszer szinte ujjal mutat rá az ősatomra. Már az a tény, hogy a zárt rendszer tömege állandó, és teljesen független a rendszert alkotó anyagok minéműségétől, ellenállhatatlan erővel ránk kényszeríti azt a gondolatot, hogy az anyag alapjában egyenmű; csakis így lehet tömege, ez a mennyiségi konstans egyenmű. Most jó a szakaszos rendszer, és határozottan kimondja, hogy az összes kémiai és fizikai tulajdonságok az atomsúlyoknak, vagyis az atomok által képviselt tömegeknek függvényei.

Valószínű tehát, hogy található egy súlymennyiség,² melynek alapulvétele mellett mennyiségtani törvényszerűséggel le lehet vezetni a többieket. Ezen súlymennyiségnek alapvető jelentősége lesz; s ez a legtermészetesebb magyará-

¹ *Nernst*, *Theoretische Chemie* ⁵ 184—196.

² Pontos megállapítása ezidőszert még lehetetlen; jó útmutatásokkal szolgál azonban *Rydberg*. *L. Nernst*, I. m. 189.

zatát abban leli, hogy önálló egyedi léte van magában a természetben, vagyis ősatom, melynek sokszorosai adják a tapasztalati atomokat. Jóllehet e tekintetben ma még biztos eredményekről nem lehet beszélni, figyelmet érdemel az az érdekes tény, hogy amióta az atomelmélet az atom és molekula-súly fogalmában mennyiségtani megalapozást nyert, azóta a természettudósok között él az a gondolat, hogy a tapasztalati, vagy mondjuk kémiai atom nem végső adat, nem az igazi egyed a természetben, hanem maga is összetett való. Még *Proust* úgy gondolta, hogy az atomsúlyok a legkisebbnek, a hidrogénének többesei. Azóta a színképelemzésnek bizonyos eredményei egyre erősebben támogatták azt a sejtést, hogy az atomok összetett valók s ma, mint láttuk, nem egy jel arra vall, hogy a tudósok jó nyomon járnak, mikor az elektronokban látják a tapasztalati kémiai atom épületköveit.

III. Az anyag a metafizikában.

A metafizikai elmélés föladata a szaktudományos tapasztalatok adatait hozzámérni a legegyetemesebb észelvekhez és törzsfogalmakhoz, megállapítani hozzájuk való viszonyukat, elosztatni az esetleg támadó ellenmondásokat és így a valóságnak egységes, ellenmondás nélküli és lehetőleg részletező, mélyreható képét adni. Törekvése az általános elvek és kategóriák világánál híven nyomon követni a tapasztalat által kifürkészett valóságot; új utakat egyengetni a konkrét természetismerésben és a természeti erők technikai értékesítésében — a szaktudományok hivatása.

Az anyagproblémát a szervetlen változás tapasztalati és bölcséleti elemzése veti föl: a szervetlen változás jelenségének gyökeres megoldása készlet a változások folyamán keresni egy önmagával azonos állandó valót, mely a változások közepett maga nem változik és a változásoknak hordozója. A változások ilyenformán nem a hordozóban, hanem annak vonatkozásaiban mennek végbe. S ha vannak a változás fogalmában antinomiák, ezek átjátszódnak e vonatkozásoknak s minthogy való történésekről van szó, közelebb-

ról a hatóokságnak terére.¹ E térre aztán a problémát mi ez-
úttal nem követhetjük. De jelentős lépés történt a szerves-
világfolyamat megértésében, ha sikerül közelebbről meg-
határozni, mi az a való, mely a változások folyamában ma-
gával azonos állandó. A következő tételek lépésről lépésre
meg akarják közelíteni ezt a célt.

1. tétel. Az anyag nem merő meghatározatlan képesség.
(*Aristoteles elmélete*).

Aristotelest² az ő különös anyagfogalma fölállításában
az előző természetbölcseletnek kétségteleneknek látszó ered-
ményei irányították. Előtte ugyanis nyilvánvaló volt, hogy
semmi sem lesz semmiből, és hogy semmi sem lesz semmivé,
jöllehet e két tételből az *eleáták* azt következtették, hogy
a változás csak látszat; kétségtelennek tartotta továbbá,
hogy a változás ellentétek közt foly le — ami változik,
olyanná lesz, ami előbb nem volt; ebből persze *Herakleitos*
azt hozta ki, hogy *való* nincs, s csak változás van. E két
véglet szirtté vált, melyeken már-már megfeneklett a görög
bölcselet. Aristoteles úgy gondolta, s abban inkább tanít-
ványa Plátónak, mint első tekintetre látszik,³ hogy új anyag-
fogalommal elkerülheti e két zátonyt. Az ő szemében ugyanis
az anyag, mint tudva van, merőben meghatározatlan és e
negatív értelemben egyenemű, örök alom, *ὑπολείμενον*; nem
valóság — *καθ' αὐτὴν μήτε τὸ μήτε ποσὸν μήτε ἄλλο μηθὲν*
λέγεται οἷς ὥρισται τὸ ὄν,⁴ hanem csak képesség, *δύναμις*,
mely alkalmas, képes arra, hogy bármiféle meghatározottsá-
got, »formát« befogadjon és ezen meghatározó tényezővel, a
célosságnak, tevékenységnek és egységnek immanens elvével
együttesen tegyen ki egy meghatározott valót. Az anyag,

¹ L. Siegwart, Logik³ II (1904) 133.

² *Aristoteles*-nek s a skolasztikusoknak egész anyagelméletét
illetőleg l. Kiss A szerves testek lényegéről. Bölcseleti Folyóirat
3. és 4. (1888—9).

³ V. ö. Baumecker Das Problem der Materie in der griechischen
Philosophie 241.

⁴ Metaph. VI 3. (1029 a 20.)

mint meghatározatlan alkotó elem, teljesen közömbös minden létforma iránt, vagyis akármi lehet belőle; kifogyhatatlan, vagyis akárhány létformának akad elegendő alomja; önmagával állandóan azonos, tehát a változások során maga nem változik, hanem a formák teszik azt, ami jő és megy; maga nem lett, mert hisz minden létesülésnek anyagát szolgáltatja, s nem enyészik el, tehát örök; magában nem létező valóság, hanem csak formákkal együtt alkot valókat; elve a kiterjedtségnek, mennyiségnek, egyediségnek, tökéletlenségnek és szenvedőlegességnek.

Megjegyzendő, hogy Aristoteles az anyagnak tágabb értelmezést is ad: nála a *ύλη* gyakran nem meghatározatlan, hanem minősített valóság, mely a szervetlen történések során mint erőbehatásokat befogadó és a változásokot hordozó föltétel, előzet szerepel (pl. a megfaragásra váró kötömb); az élő szervezeteknél pedig a szerves egység és élet elvének, a szervezeti formának szolgáltatja a szervezet fölépítéséhez az anyagot. Ezen értelemben a *ύλη* mindmáig hű kifejezése tényleges állapotoknak; épen a mai exakt természettudományban annyira jelentős extenzitás- és kapacitás-tényezők ezen általánosabb Aristoteles-féle anyagfogalomnak részletezőbb kifejtései és alkalmazásai.

De már nem tartható fönn Aristoteles *ύλη*-je mint minden anyagi történés fenekén lappangó, teljesen meghatározatlan s minden meghatározás iránt fogékony képesség, mely minden létezőnek immanens alkotó elve.

Természettudományos tapasztalat ezen fogalmat csak akkor igazolhatná, ha ki tudná mutatni, hogy a szó legélesebb értelmében vett fizikai egyedek, tehát a mai természettudományos atomelmélet értelmében az atomok vagy az elektronok más, szintén jól körülírt meghatározott fizikai egyedekbe vagy egymásba átváltozhatnak; vagyis ha a fizikai egyedeket jellemző tulajdonságok helyébe egészen mások léphetnének. Ez esetben ugyanis vagy egy létezőnek megsemmisítését és újnak teremtését kellene föltételeznünk — s ez lehetséges ugyan, de a természettudományos tapasztalás körén teljesen kívül esik; vagy pedig azt kellene követ-

keztetnünk, hogy a régi határozmányok összessége, vagy Aristoteles terminológiája szerint a forma eltűnt és helyébe lépett egy új forma; de megmaradt a határozmányok nélküli alom, a *ὑλη*. Aristoteles s utána a természetkutatók általában a XVII. századig csakugyan vallottak ilyen gyökeres ú. n. *szubstanciális változásokat*. — Maga Aristoteles nem nagyon keresett bizonyságokat a természetben; ő, miként előzői és kortársai, a szubstanciális változások létezését magától értetődőnek találta; a középkori alkimisták törekvései e fölfogásból táplálkoztak. Különben a fölszínebb természetszemlélet könnyen hajlandó gyökeres változást látni legalább a vegyületekben és a szerves lények asszimilációs folyamataiban.

Am midőn a természettudomány megállapította az elemek állandóságát, ezen fölfogás alól kirántotta a gyékényt. Az elemek nem változnak egymásba; misem árulja el egy minden elemmel közös, teljesen meghatározatlan, de mindenképen meghatározható alom létezését. A radioaktivitással kapcsolatos átváltozásokban is összetett valók elemeikre bomlanak, nem egymásba változnak. Midőn pedig a bizonyossággal határos valószínűség erejével rámutatott a fizikai értelemben vett atomok létezésére, ezekben meglelte a viszonylag állandó és a változások közepett azonos valókat, melyek maguk nem változnak, de minden változásnak hordozói és befogadói. Ezek pedig nem merő potenciák, hanem határozmányokkal rendelkező konkrét valók, melyek a fönt jelzett tágabb értelemben mondhatók ugyan *ὑλη*-nek, de semmiképen a *materia prima* értelemben.

A mai természetismeretben tehát nincs alap a meghatározatlan ősalom vallására. Gutberlet,¹ az aristotelesi eszmének ma egyik legképzettebb szószólója, ki azonban egyúttal teljes mértékben méltatja a jelen természettudományt is, megvallja: Ich gebe übrigens zu, dass an diesem Punkte (szó van az elemeknek a vegyületben való megmaradásáról és ennek különféle magyarázatairól) die scholastische Lehre

¹ Naturphilosophie ³ (1900) 27.

ihre schwache Seite hat, derentwegen ich ihr keinen höheren Wert als den einer Hypothese beilegen möchte. De föl-tévéseket nem magukért kell keresni és fönntartani, hanem tények magyarázatára. Ám nincs természettudományosan igazolt tény, mely a teljesen meghatározatlan *ἐλπί*-t követelné.

Híveit nem is a tényeken induló, nyomról nyomra, induktív úton haladó vizsgálódás viszi rá; ők mint kész tételt ott találják egy különben fölöttébb értékes hagyaték inventáriumában, rosszkor jött kegyeletből megtartják és — török-szakad — keresnek számára bizonyítékokat. Ilyenül kínálkozik az a változás, melyen keresztülmennek a fizikai egyedek a szervezetekben az ú. n. életelv hatása alatt. Ám épen a modern biológia kétségtelenné tette, hogy a szervezetek alkotó elemei megőrzik kémiai és fizikai tulajdonságait az életfolyamat során és a halál után; ami pedig az életjelenségek jellemzőjét teszi, az egy a fizikai és kémiai folyamatokon fölülláló, de azokat meg nem semmisítő *plus*.

De ha már a tapasztalati tudományok nem adnak alapot az alaktalan anyag elfogadására, talán a bölcelet, melynek jogában van mélyebben beletekinteni a valók mivoltába? Korunk hilemorfistái csakugyan itt akarják megvívni a döntő csatát.

Mindenekelőtt a merőben mechanikai természetmagyarázattal szemben rámutatnak a természet egészében és az egyedekben megnyilatkozó benső rendre és célosságra, és ebből azt következtetik, hogy az anyagi valókban van egy immanens gondolati alkotó elem, a forma, mely egy meghatározatlan *ὑποείμενον*-ra rányomja a meghatározottság, rend, törvényszerűség, célosság, szóval a határozományos lét jegyét.

E kijelentésben az immanens célosságnak, a *causa formalis*nak gondolata, mely az aristotelesi bölceletnek egyik sarkköve és kiváló értéke, a *philosophia perennis* elidegeníthetetlen tulajdonába ment át, és épen napjaink természet-tudománya a múlt század második felében kiállott nagy válságok után visszatér a *causa formalis*hoz, először teljes határozottsággal csak a biológiában (neovitalisták), de lassan

az exakt természettudomány is kigyógyul a merő mechanizmusból. Az ú. n. kvalitatív energetikai áramlat, melynek főképviselői *Mach* és *Ostwald*, ha egyébként kifogásolható is természettudományi és bölcséleti szempontból, legalább mint a merő mechanizmus ellen való visszahatás értékes kortünet, és immanens elítélése a *causa formalis* nélkül dolgozó mechanizmusnak.

Azonban a *causa formalis* elismerése nem vezet rá se-hogy sem egy teljesen meghatározatlan félig való, félig semmi, mindenütt egynemű alomra. Ahol a célosság leginkább nyilvánvaló, az élő szervezetnél, a determináló elem (mondjuk: életelv) nem egy még alakatlan és a teljes létet még váró félvalóra veti magát, hanem jól meghatározott, a maguk körében önálló létre is képes valókat, fizikai egyedeket informál.

De ha e fizikai és kémiai egyedekben is megengedjük a lényegmeghatározó, determináló elemet, a szubstanciális formát, akkor, nemde, meg kell engedni ennek megfelelőjeként azt a valamit is, ami a formát befogadja, a határozmányokat hordozza, amivel együtt teszi ki csak a forma a lényt? Ha van meghatározó elem, akkkor kell lenni meghatározandónak is, ha van forma, akkor van anyag is!

E gondolatmenet ellen bajosan tehető kifogás, különösen ha a formát nem merev változatlan ideának tekintjük, hanem a természetfölfogásban diadalmasan előnyomuló és a tényekkel szemben ma már le nem tagadható evolúció szellemének megfelelőleg azt a külső és benső *vonatkozások* összességében keressük, az atomelmélet esetében az atomoknak legalább viszonylag állandó sztatikai és dinamikai vonatkozásaiban, melyeknek kiderítése a kísérletező és számító tapasztalati természettudománynak, s nem aprioris okoskodások föladata.

Am e gondolatmenet elvisz ugyan a magánvalónak és járulékoknak metafizikailag annyira jelentős különböztetésére, de nem az alakatlan félvalóra. Ha ugyanis bármely fizikai egyedben elvonatkozunk egymásután valamennyi határozmánytól, minők helyzet, tömeg, mozgások, hő,

vegyiség stb., mi marad, amit anyagnak lehetne nevezni? Talán azt mondja valaki: Ha egy lény tartalmát kimerítem, megmarad a szubstancia. — Mi ebben a bölcséleti megjegyzésben az igazság, azt alább látjuk; de jól jegyezzük meg, hogy annak a formátlan anyagnak a lények *tartalmi* elemzésében kellene kimutathatónak lennie, és nem a szubstanciával azonosulnia, mert alkotó elv, mely belemegy a lét-tartalomba (*ἐνύπαρχον*), mely a formával együtt teszi ki azt, ami valóság a lényben.

Dehát ha egy fizikai egyed, az atomelmélet értelmében az atom vagy elektron úgy jő létre, hogy különféle tulajdonságok és állapotok (determinációk) valósulnak egy egységes lényre, nem kell-e azt mondani, hogy előbb meg kellett lenni a képességnek az adott determinációk, határozományok befogadására illetve valószínűsítésére? Jöhet-e létre valami, ami képtelen a létre? S íme, ez a képesség, ez az aristotelesi anyag.

A *ἔλη*-t bizonyító minden elvont metafizikai gondolatmenet ide megy ki. Méltatása alkalmat nyújt Aristoteles anyagfogalma gyökereinek föltárására és — lerontására.

Hogy a képesség nem pusztán szó, azt könnyű általlátni ma, mikor a potenciál és potenciális energia fogalma már a közönséges műveltség állományához tartozik. Nyilvánvaló, hogy nem merő szójáték, ha azt mondjuk: a megtöltött ágyú lövésre képes, a búzaszem képes kalászba hajtani. De minő tartalom felel meg itt a képesség fogalmának? Szó van itt jól meghatározott konkrét valókról, melyek megint jól meghatározott tulajdonságaiknál és állapotaiknál fogva más ágensek hatása alatt (példáinkban égő kanóccal való érintés, termőtalaj, fölszívott nedvességek és napsugár állandó behatása) összállapotukban előre jelzett, szintén jól meghatározott új állapotokat érnek el. Vagyis a képesség egy valóságnak egy következőre való *vonatkozása* a hatóokok és befogadó alanyok útmutatása nyomán. E vonatkozások vonatkozói nem félvalók, hanem mindenképen jól meghatározott lények; a vonatkozás pedig, vagyis maga a képesség a vonatkoztató elmének (alapvetően a teremő,

utánzólag a teremtetten elmének) műve, természetesen a valóság útmutatása alapján. A képesség, potencialitás egy szempont, melyet fölkinál a valóság és az ész elvonással kiemel belőle, de maga nem valóság; valóságok csak az alanyok, a valósító és a befogadó valók. Búzaszem, amely kalászbba hajthat, gyermek, aki férfiúvá lehet, valósággal búzaszem, illetve gyermek; amire van képessége, azzá csak akkor lesz, ha más valóságok mint hatóokok hatnak rá.

Egy merő képesség ennél fogva a valóság rendjében semmi; még észlény sem lehet, ha nincsenek elmék, és ha nincsenek valósító tetterők. Midőn tehát Aristoteles ezt megtette minden tapasztalati való alomjává, egy merő észlényt vetített ki a valóságba, fogalmat hiposztazált, ami ugyan a görög szellemtől épen nem idegen dolog, de egy elmélőbb kor fiának kihívja jogos kritikáját.

Aristoteles hilemorfizmusában nem egy örök értékű elem van. Ami pedig múlt benne, azért is igazságot szolgáltatott neki a történelem, mely megmutatta, hogy ő tekintve kora hiányos természetismeretét és a bölcséleti koráramlatokat, az elődeitől fölvetett problémákra kiválóan megfelelt. De nem tennénk vele szolgálatot sem az ő szellemének, sem azon tiszteletreméltó gondolkodóknak, kik az ő nyomán jártak, ha mindenáron fönn akarnók tartani azon konkluziókat, melyeknek premisszái már megdőltek.

Annyival kevésbé, mert Aristoteles anyagelmélete még egy gyökeres hibában szenved. Midőn ugyanis ő a merő képességnek némi valóságot tulajdonít — rá alkalmazhatni költőnk szavát: »lét s nem lét közt ingatag árnyék« — s belőle mint anyagból készítetteti a mindenség alkotójával a világot, amint az ember is bizonyos adott anyagokból formálja alkotásait, akkor minden alkotott lét alapjává tesz egy elemet, mely öröktől fogva adva van az alkotó mellett, tőle független eredetű s ennek következtében alkotó tevékenységének gátjául van, az örök s tökéletes eszmének lefokozója s minden tökéletlenségnek, sőt a rossznak forrása. Ez nem egyéb, mint finomabb kiadásban Platon dualizmusa, melyet a keresztény bölcselők a föltétlen teremtés vallásával

megkerültek ugyan elvben, de nem mindig a kivitelben. Bizonyos, hogy az anyag hilelmorfés szerkezete sok kemény diót adott föl a középkori hittudományos spekulációnak; ¹ s ha a bölcséleti fejlődésnek fonala a XVI. században erőszakosan ketté nem szakad, valószínű, hogy ki is veti magából az anyagnak, mint merő őspotencialitásnak gondolatát.²

Egyébként az sem érdektelen, hogy magánál Aristotelesnél az anyagnak mint őspotencialitásnak közelebbi mivoltáról nem nyerünk fölvilágosítást; beéri néhány homályos utalással és az emberi működés köréből vett analógiával, s a természetmagyarázásban nem veszi hasznát. Ahol vele magyaráz, nem *ἔλη ἀμορφή*-t, hanem meghatározott anyagot említ, mely újabb determinációkat vállalhat; tehát inkább a sztoikusok értelmében vett anyaggal dolgozik.³ A skolasztikusok pedig hangsúlyozzák, hogy az igazi alak-talan, félig való lét, a *materia prima* magában nem létezhetik. Hogy azonban föltehették és komolyan vitathatták azt a kérdést: Alkothatna-e Isten ilyen minősítetlen *materia prima*-t, bizonyosság rá, hogy nem látták világosan, micsoda *μετάβασις εἰς ἀλλό γένος* rejlik az Aristoteles-féle ősananyag elfogadásában.

2. tétel. Az anyag nem merő kiterjedtség.

Az alapgondolatban, t. i. a merő képesség kiposztazálásában Aristoteles fölfogásától nem különbözik lényegesen Platon tanítása, mely szerint a változások során magával állandóan azonos valami az üres tér, vagyis a merő kiterjedés.⁴ Ide lyukad ki Descartes-nak és Spinozának tanítása is, mely szerint az anyag legbensőbb mivolta a kiterjedtség.

¹ Igen tanulságos szent Tamásnak az Oltáriszentségre vonatkozó két nyilatkozata: S. th. 3, 75, 6 resp. és 3, 75, 8 ad 3.

² Fogódzópontok: Duns Scotusnál Sent. 2 dist. 12 qu. 1 n. 2, s Suareznál Metaph. 12, 4. 5.

³ A bizonyítékokat lásd Baeumker-nél, Das Problem der Materie 254.

⁴ Hogy csakugyan ez Platon fölfogása, ellenkező nézetekkel szemben igazolja Baeumker, Das Problem der Materie 177 kk.

Minthogy a kiterjedtség megszakítás nélküli valami, azért ezen fölfogás szerint az anyag folytonos.

Az anyagot a kiterjedtséggel azonosító nézetnek ma már nincsenek követői; méltatása mindazáltal elkerülhetetlen, mert ha az anyag mivoltára némi világot akarunk vetni, tisztáznunk kell az anyag és kiterjedtség viszonyát. Azért mindenekelőtt megállapítjuk, hogy kiterjedtség és tér nem merőben a megismerő alany észfunkciója vagy kategóriája, mint azt mindenfajta idealizmus vallja, hanem tudatkívüli valóság; más szóval az anyagvilág nemcsak látszik kiterjedtnak, hanem valósággal az. E tétel teljes igazolása csak rendszeres ismeretleméleti alapozással lehetséges. Itt legyen elég a következő megjegyzésekre szorítkozni:

A jelenkori lélektan a térképzet létrejöttének tanulmányozásában rámutatott nem egy alanyi tényezőre, minők az ú. n. helyjelek (Lokalzeichen) s mozgásérzetek a tapintásnál és nézésnél egyaránt. Megmutatta, milyen szerep jut a térképzet kialakításában a tapintásnak, a félszemű és kétszemű látásnak és mindkét érzéklésnél a kísérő mozgásérzeteknek, és kétségtelenné tette, hogy a megismerő alany konstruálja a konkrét tért, vagyis a kiterjedtséget. Ám e konstrukció minden ismerő alanyban egyöntetű szükség-szerűséggel megy végbe és megbízható alap az anyagvilágban való tájékozódásra, még pedig oly pontos tájékozódásra is, minőt a mikroszkópia a rendkívül kicsinynek és a makroszkópia a csillagászati méretnek szédületes világában nyújt. Továbbá az ismerő alany a tapintás-, látás- és mozgásérzetek alapján nyert kiterjedtségi képzeteket ugyanazon egy tárgyra vonatkoztatja, mely helyváltoztatás esetén is megőrzi kiterjedtségi viszonyait — oly mozzanatok ezek, melyek a térképzetek ideálista magyarázatát ismeretkritikailag lehetlenné teszik. Egy *E. v. Hartmann* is azt vallja:¹ Es ist Sache des ... Realismus den Beweis für die Behauptung zu erbringen, dass in der Welt der Dinge an sich eine dreidimensionale Ordnung von isometrischer, dreidimensionaler

¹ Kategorienlehre (1896) 141.

und stetiger Mannigfaltigkeit waltet, welche solchen Gesetzen folgt, dass alle in ihr vorgehenden Veränderungen nach den Gesetzen des mathematischen Raumes vorher zu berechnen sind und bei ihren Eintreffen diese Berechnungen auch dann noch bestätigen, wenn die Daten des Rechnungsansatzes sich der Wahrnehmung beim Eintritt des Ergebnisses entziehen. Dieser Beweis darf als erbracht gelten.

Nekünk ez elég: A kiterjedtség valóság, nem merőben alanyi fikció. Vajjon formális-e ezen valóság, vagyis vajjon úgy van-e a tér a tudaton kívül, mint bennünk, az ismerő alanyban, aminek igenlését Hartmann naiv realizmusnak mondja, itt nem jelentős, s különben is olyan kérdés, mely rendkívül bajosan látszik eldönthetőnek, legalább is nem függetlenül az ismeretkritikai alapállásponttól.

Midőn azonban hangsúlyozzuk, hogy az anyagvilág nemcsak látszat szerint kiterjedt, hanem valósággal, s e tétel vallásában a mai bölcselek túlnyomó számának fölfogását magunkévá tesszük, már egyáltalán nem találunk ellenzőre, ha az üres kiterjedtséget, az ú. n. matematikai tért alanyi elvonás művének mondjuk, melynek természetesen a valóságban van az alapja.

Platon s vele Descartes és Spinoza ezt a matematikai tért állítják anyagnak. Ha ugyanis a konkrét kiterjedtséget vennék annak, nem adnának értelmes feleletet e kérdésre: mi az anyag; mert feleletük így hangzanék: anyag az, ami kiterjedt. Az ő szemükben az anyag a minősítetlen, kitöltetlen tér, mely meghatározások, még pedig mértani meghatározások által alkotja a konkrét testeket. E fölfogás támasza egyrészt az a tény, hogy minden test kiterjedt, másrészt az a mértani művelet, melyben pont, vonal és fölület összetevése által lehet mindenfajta mértani testeket szerkeszteni. A tétel azonban fönn nem tartható.

A tér mint olyan nem mutatja az anyagnak tapasztalati tulajdonságait, minő különösen a súlyosság, áthatolhatatlanság, hő, sűrűség stb. mint már Aristoteles jól kiemelte a hasonló fölfogásnak hódoló *pythagoreusok*-kal szemben. Ha az

anyag mivolta a merő tér, nincs mozgás, még pedig két okból. Minthogy a tér maga tartalom nélkül van, nem fejt ki ellenállást a kívülről jövő indítás ellen, úgy hogy az indító teljesen beleszalad az indítandóba. Azután pedig ha maga a kiterjedtség az anyag, nincs a belőle kikanyarított és a testeket képviselő résztelemek hova mozogni. A tér magával mindenütt azonos, azon legfőlebb önkéntes észbeli eljárással lehet határolatokat kikerekíteni, pl. egy négyzet-alapú hasábot; ezt azonban tovamozgatni nem lehet, hanem legfőlebb egy vele egyformát más helyen szerkeszteni. Vagyis ha a tér az anyag, csak észbeli mozgások lehetőségei — teljes idealizmus, melyre rácsfol az öntudatnak el nem hallgatható és le nem rázható tanúsága.

Ezen gondolatokban ki van mondva az ítélet egy olyan *atomizmus* fölött is, mely kiterjedéstelen matematikai pontok halmazatából akarja megszerkeszteni az egyes testeket, és azok összességében látja az anyagot, a mozgások folyamában állandó valót. Ezen mértani pontatomok szintén nem adnák ki a testek tapasztalati tulajdonságait, és szintén nem volnának mozgathatók, mert minden indító test teljesen beléjük szaladna; sőt még a kiterjedést sem magyaráznák meg. Érintkezés esetén földnék egymást, mert a pontnak nincsenek kiterjedt fölülethatárai, melyek által érintkezhetnék más pontokkal; ha pedig nem érintkeznének, hanem közökkel egymástól el volnának választva, az általuk elfoglalt helyek (?) nem mutatnának kiterjedést, mert hisz a pont a kiterjedésnek híjával van, a közök pedig szintén nem, mert azok magukban semmik, léttartalom nélkül való ürességek, melyek sem a tapintás ellen, sem az éterhullámok ellen nem fejtenének ki ellenállást, már pedig a kiterjedtségről csak tapintásérzékünk vagy szemünk útján nyerünk képzetet.

Végelemzésben e fölfogás is azon feneklik meg, amin Aristoteles anyaga. A merő képesség, ha az mindjárt »részeken kívül álló részeket befogadó képesség« is, nem alkot valót, aminőnek az anyag mutatja magát akkor, midőn tevékeny; a merő lehetőség nem tevékeny.

3. tétel. Az anyag nem folytonos, hanem szakozott valóság.

Ha azonban az anyag nem azonos a térrel, hanem realitás, mely térben van, vagy épenséggel a tért alkotja, könnyen fölkínálkozik a gondolat, hogy az anyag egy összefüggő folytonos való, mely nem ugyan tartalmában, hanem létformájában azonos a térrel, vagyis összefüggően, ür és hiány nélkül betölti a tért. Tény, hogy érzékeink a nagyobb tömegeket, pl. egy kötömböt, tó vizét folytonos egésznek mutatják, mely megszakítás nélkül tölti be azt a teret, melyet határai körülzárnak. Ahol pedig érzékeink is mutatnak közöket, mint pl. egy szoba vagy pohár ürtartalmában, a képzelet azokat könnyen kitölti valami folyadék- vagy levegőfélével.

Ez az anyagnak *continuum-elmélete*, mely az anyagnak nem ugyan lényegét, hanem alapvető velejáróját, főhatármányát a megszakítás nélküli kiterjedtségben látja. A szervesetlen világ szubstanciája eszerint *egy* való, *egy* egyed — ez a szervesetlen világ monizmus.

Két formája lehet. A tért lényegesen betöltő anyagot lehet olyannak gondolni, hogy merőben szenvedőleg viselkedik, és csak arra való, hogy befogadja és hordozza az erőhatásokat, tehát pusztá jelenlétével tölti ki a tért, rendeltetése az erőhatások befogadásán és hordozásán kívül a térkitöltés, mely miatt azonban nem kell erőt kifejtenie; a tért kitölti már azáltal, hogy van. E fölfogást sokszor csak egy hajszál választja el Descartes-étől és Platonétól. Lehet azonban a tért kitöltő valóságot lényegesen tevékenynek is gondolni, melynek léttartalma erőnyilvánulásokban, pl. vonzásokban és taszításokban merül ki. Ez esetben az anyag nem pusztá létével, hanem erő kifejtés által tölti ki megszakítás nélkül a tért. A térfoglalás az első esetben sztatikai, az utóbbiban dinamikai jelleget ölt.

A történet mindkét fölfogásra mutat példákat. A sztatikai térkitöltés Aristoteles anyagfogalmának folyománya; a dinamikai pedig hallgatag, legtöbbször nyíltan is megvallott tétele a legújabb időkig minden elméleti természettudomány-

nak, mely a természeti jelenségeket nem akarja erőtlen atomok merő mechanizmusával magyarázni, de ellensége egyúttal minden távolbahatásnak is. Ez rendesen az éterben vagy ehhez hasonló ideális folyadékban találja a tapasztalati anyag hézagait kitöltő folytonos valót. Ezen ú. n. continuumos dinamizmusnak atyja *Kant*; változott formában magáévá teszi a kvalitatív energetika is *Ostwald*-dal mint főképviselővel.

Ezúttal a két formának közös alapgondolata ellen szegezzük tételünket: Az anyag nem tölti be folytonosan a tért, hanem többé-kevésbbé egységes, egymástól elválasztott és egymással közvetlenül, fölülleteikkel nem érintkező csoportokra oszlik, egységesen nyilvánuló jellemző alaptulajdonságokkal, ahová tartozik a súlyos anyagnál első sorban a tömeg, a nem-súlyosnál, az éternél pedig a sarkítottság, vagyis ellenkező irányú és értelmű erőnyilvánulások; s ha ezen csoportokat anyagnak nevezzük, azt kell mondanunk, hogy az őket elválasztó közökben nincs anyag, vagyis ily értelemben üresek.

Ez a tétel a súlyos anyagra nézve nem egyéb, mint a fizikai-kémiai atomelmélet alapgondolata; az éterre nézve pedig a Maxwell-féle elektromágneses elmélet követeli az éterrészek sarkítottságát. Különben az atomgondolatnak diadalmas hódítása az elektronelméletben, sőt legújabbán a fénytanban¹ már eleve nagy valószínűséget ad annak a gondolatnak, hogy a fény, hő és villamosság valósági alapjának, az éternek atomossága idővel tapasztalatilag is igazolható lesz, mint ma a súlyos anyagé.

Az anyag tagozottságának gondolata a modern természetszemlélettel szinte elválaszthatatlanul össze van forrva; bár nem lehet azt mondani, hogy az elméleti természettudomány egyáltalán nem lehet el nélküle. Hisz a *Navier*, *Poisson* és *Cauchy* nevéhez fűződő rugalmassági elmélet, majd a *Laplace*, *Cauchy* és *Gauss* által kidolgozott fényes kapillaritás-elmélet folytonossági nézeteknek hódolt, s ma az ú. n. *fenó*

¹ Physikalische Zeitschrift 11 (1910).

menalisták, kik álláspontjuk elméleti védőjét elsősorban *Mach*-ban látják, elvben visszautasítják a tagozottsági elméleteket, s azt állítják, hogy differenciálegyenleteik jobban megközelítik a valóságot, mint az atomelmélet. Azonban *Boltzmann*¹ rámutatott, hogy differenciálegyenleteik véges számú, meghatározott rendű pontok vagy ugyanilyen térfogatrészek föltevéséből indultak ki, vagyis az anyagnak legalább elméletben fölvetett tagoltságából, és így kendőzött atomizmusnak hódoltak.

Az atomos fölfogásnak előnyeit el nem vetni és a folytonossági elméletet is főntartani akarta *Kelvin* lordnak zseniális ötlete, mely rámutatott, hogy a *Helmholtz*-féle ideális örvények jellemzői jól összevágának az atomoknak némely tulajdonságával és így az atomok egy ideális folyadék örvényeinek is tekinthetők. Ezen gondolat azonban néhány, épen szerzőjétől eredő általános észrevételnél megrekedt, és már egyszerűbb föladatokat mennyiségtani kezelésénél is igen bonyolult formákra vezet. Azonkívül a gondosabb összehasonlítás megállapítja, hogy a *Helmholtz*-féle örvényeknek nem egy szükséges tulajdonsága a tapasztalati atomokon egyáltalában nem mutatható ki, s viszont.²

A folytonossági elmélet tehát, amennyiben a tért egynemű módon, azaz tagozottság nélkül betöltő valóságot lát az anyagban, a jelen természettudomány színe előtt nem áll helyt, s így bölcséletileg sem.

A sztatikai kontinuízmus azonban segíthet magán. Megengedheti a tapasztalati súlyos anyag tagozottságát, de fölteheti, hogy amint az egyes anyagi valók közti üreket a földön kitölti a levegő vagy más gázok, ép úgy az égi testek közti üreket és az atomközöket kitöltheti egy a közönséges tapasztalatnak egyenesen hozzá nem férhető anyagi való, mely nem fejt ki ellenállást részeinek eltolásával szemben, vagyis ú. n. ideális folyadék. Itt tehát a folytonosság a súlyos

¹ *Annalen der Physik und Chemie, Neue Folge* 60 231 kk.; idézi *Dressel*, *Philosophisches Jahrbuch* 1907, 140.

² *Hartmann*, *Die Weltanschauung der modernen Physik* 1906, 166 kk.

anyagra nézve helyt ad az atomosságnak, s visszavonul egy a tapasztalatnak hozzá nem férhető föltevéses való világába.

De ha ilyenformán minden kis köz ki van töltve anyaggal, mely pusztá merő létével helyet foglal, lehetetlenné válik az összenyomhatóság és kiterjeszthetőség s általában minden mozgás. A súlyos anyag összenyomhatósága és kiterjeszthetősége még csak elgondolható, olyanformán, hogy közei kisebbednek vagy nagyobbodnak, s az erre szükséges helyet a közöket kitöltő éterrel vagy más tölteléktől vitatja el. De a helyéből kiszorított éter hova vonul? Körülötte minden hely el van foglalva, nem marad számára más hátra, mint a környező részek eltolásával végre is a világegyetem határ-rétegét is kitolni a képességi térbe; más szóval: minden legkisebb mozgás megmozgatná az egész világegyetemet. Bármilyen különösnek hangzik is e megoldás, bölcséletileg nincs benne lehetetlenség abban az esetben, ha a világegyetem véges — s ennek igenlésére számos bizonyíték áll rendelkezésre.

Ám a folytonos anyagban a mozgást lehetetlennek mutatja egy más megfontolás. Az imént vitatott tétel értelmében ugyanis az anyag tagozott; s minthogy egy másik tételünk szerint valósággal kiterjedt, az elkülönült anyagrészek is kiterjedtek. Ám ami kiterjedt, annak van alakja. Már most elképzelhetők az elemi testeknek oly mértani felületekkel határolt szabályos formái, melyekkel nyugalmi állapotban az anyagi testek összessége a tért hézag nélkül kitölti, határlap határlap mellett. Mértani lehetetlenség azonban e szoros érintkezést fönntartani akkor is, midőn csak egy ilyen szabályos mértani test is helyét változtatja. Ez esetben ugyanis ki kell emelkednie beékeltségéből, s míg elcsusszan a szomszéd testek mellett, hézagot hágy addig, míg egy másik teljesen ugyanolyan alakú test oda nem furakodik. Hogy domború görbe lapoktól határolt elemi testek már merő nyugalmi állapotban sem töltik ki folytonosan a tért, s egy a hagyott közöket kitöltő töltelékét kívánnak, melynél a probléma újra kezdődik, annyira nyilvánvaló, hogy nem kell e lehetőségnél hosszasan időznünk.

A folytonossági elmélet tehát a bölcselő kritikáját sem állja. Megjegyezzük még, hogy egy ellenállást ki nem fejtő ú. n. ideális folyadék, aminőt egy folytonossági elmélet sem nélkülözhet, a jelen fizikai törvények világképébe be nem illeszthető, jelenléte soha ki nem mutatható, és neki a természet nagy egészében más szerep nem utalható ki, mint hogy merő létével kitöltsön üres térközöket. Tehát föltevés; föltevéseknek pedig csak akkor van jogosultságuk, ha kétségtelen igazságok egyedül lehetséges magyarázatát adják. Nos, a continuum-elméletnek két ilyen igen súlyos érve van: üres tér nincs, mert a semmi nem létezik — ennek méltatása alább lesz csak adható. A jelentősebb azonban, mely a continuum-elméletekbe folyton új életerőt önt, a távolbahatás lehetetlensége.

A távolbahatás.

Ha az anyag tagozott, nyilván következik, hogy bizonyos hatások ezen közökön keresztül történnek; a continuum-elmélet elutasítása után küszöbön áll a távolbahatás, az *actio in distans*. Már most nem kézzelfogható képtelenség-e, hogy valami ott hasson, ahol nincs? A közönséges tapasztalás, úgy látszik, hangosan tiltakozik a távolbahatás ellen. Ha terhet akarok elmozdítani, oda kell menni, ahol az van, és közvetlen érintéssel megtámadni. Más irányú tapasztalatok azonban épen a közönséges embert könnyen megbarátkoztatják azzal a gondolattal, hogy valami ott is hathat, ahol nincs. A puska ezer lépésre is képes pusztítani, a nap messze van tőlünk, s mégis világít és éltet. Az efféle esetek azonban, ha közelebbről tekintjük, elvesztik titokzatos jellegüket; kitűnik róluk, hogy nem távolbahatások. A lövésnél nem a puska az, ami hat, ott is, ahol nincs, hanem a puskától kibocsátott golyó, mely csak akkor hat, ha a hatást befogadó tárggyal érintkezésbe jut. Az emissziós fényelmélet ugyanezen alapgondolat szerint oldja meg a nap hatékonyságát. *Young* és *Fresnel* azonban a fényről megmutatták, hogy az rezgés,

tehát állapot, nem anyagi való; ezt döntőleg megmutatták az ineterferencia jelenségei: két anyagi való, ha találkoznak, nem olthatják ki egymást; pedig ez történik egyenlő hullámú, ellenkező fázisú fénysugarak találkozásánál. Midőn a fluidumelmélet így megkapta a kegyelemdőfést, a távolbahatás ellen is új irtóháború indult meg. *Faraday* és *Maxwell* megállapították, hogy mágnesség, elektromosság és fény összefüggő jelenségek, még pedig egy a közvetlen érzéklésnek hozzá nem férhető alomnak, az éternek deformációi. E jelenségek körében tehát egyszersmindenkorra számúvze van a távolbahatás.

A nagytömegű anyagi valók világában azonban ott van még mindig a gravitáció, melyben *Newton* szinte kísérletileg bemutatta a távolbahatást, bár ő maga actio in distansról nem akart tudni. Történt ugyan számos kísérlet legalább elméletben eltüntetni a tömegvonzás jelenségeiből a távolbahatás misztériumát, s kimutatni egy médiumot, mely annak hordozója ép úgy, mint az éter a fénynek. Eddig azonban minden siker nélkül. De a természettudósok nem hajlandók megadni magukat; biztatást merítenek azon sikerekből, melyek a fény, elektromosság s hősugárzás elméletét koronázták; ha ezen, valaha távolbahatásnak tulajdonított jelenségeknek sikerült megtalálni a médiumát, mért ne a gravitációnak is? Annyival inkább, mert erőnyilvánulása ugyanazon funkciónak engedelmeskedik $\left(\frac{m_1 m_2}{r^2}\right)$. De az is

bizonyos, hogy eddig nem lehetett kimutatni, hogy a gravitáció terjedése időbe kerül; ez érthetetlen tünet, ha valamilyen anyagon kell magát keresztültörnie. Azonkívül is vannak jelenségek, melyek amellet szólnak, hogy ha a gravitációnak van is médiuma, az egészen más, mint az éter.¹

Lehet-e ezek után a fizikától várni a távolbahatás kérdésének eldöntését? *Nys* úgy hiszi, hogy igen, nem ugyan az eddig mondottak alapján, ezek szerinte csak erős valószínűséget teremtenek. Hanem neki szemet szúr az a tény,

¹ *Hartmann*, Die Weltanschauung der modernen Physik 155.

hogy a Newton-féle törvény szerint működő erők intenzitása a távolság négyzetével arányosan fogy. A távolság maga nem valóság; elgondolhatatlan tehát, mi módon hozhatna létre reális eredményt.¹

Ezen észrevételben igaz az, hogy a távolság magában nem reális valami, s azért nem hozhat létre, mint olyan, reális eredményt, aminőnek vallani kell az erők intenzitásának a távolsággal való arányos fogyását. De a távolbahatás ellen nincs súlya. Először is nincs lehetetlenség abban, hogy az erőfunkciók apriori úgy vannak alkotva, hogy annál nagyobb intenzitással nyilvánulnak, minél jobban közelednek egymáshoz hordozóik, és annál inkább gyöngülnek, mentől inkább távolodnak. Vagyis a távolsággal való intenzitásváltozásnak oka nemcsak egy közbenső erőmésztő tömeg lehet, hanem az erőfunkciók hordozóinak tételesen megállapított kölcsönös viszonyulása — olyanformán, mint némely embernek is nő vagy fogy a bátorsága bizonyos más személyekhez való távolságuk, illetve közelségük szerint. Lehet a Newton-féle törvénynek hódoló erőnyilvánulások föltételezett közvetítő médiuma atomos szerkezetű is, úgy hogy a távolbaható erőnek, pl. a gravitációnak parányról parányra kell átmennie, miközben erőnyilvánulása a távolsággal arányosan gyöngül; hisz útja közben akadályokat kellett leküzdenie. Ez esetben fönnállna Nys gondolata; de az üres közökön keresztül történő erőhatás a nagy tömegekről a parányokra szállott volna át, ami az alapgondolaton nem változtat. Sőt harmadik lehetőség is van, mely a gravitáció távolsági függvényét megmagyarázza, anélkül, hogy közvetítőnek egy a tért folytonosan betöltő anyagot követelne. T. i. elgondolható, hogy a tér nem ugyan súlyos anyagi valókkal, hanem erőhatásokkal van folytonosan kitöltve. Lehetséges-e ezen gondolat, alább látjuk. Ezen esetben is érthető, hogy a távolság reális befolyást gyakorol.

Tehát fizikai bizonyíték nincsen a távolbahatás ellen.

¹ *Nys*, *Cosmologie ou étude philosophique du monde anorganique* 555—6.

Talán metafizikai okoskodással eldönthető a kérdés? Kik bármi okon az anyag folytonosságát vallják, ennek fő-támaszát, a távolbahatás nem-létezését lehetőleg biztosítani akarják, s azért támaszkodva a régieknek¹ utalásaira, azt vallják, hogy a távolbahatás fogalmi ellenmondást tartalmaz, s azt úgy állítják föl, hogy ahol a hatás van, ott kell lenni a hatónak is.² Mások, kik a hajdan bölcséletének ugyancsak nagy tisztelői, megint nem tudják az erő elemei közt megtalálni a távolságot, következésképp ellenmondást sem látnak a távolbahatásban.³

E tétovaságból is látszik, hogy a kérdés sommásan el nem intézhető, hanem természetadta mozzanataira bontandó szét; ezek tételeket adnak, melyek nem állnak a valószínűségnek ugyanazon fokán.

Mindenekelőtt kétségtelen, hogy semmi sem működhetik ott, ahol valamikép nincs jelen, tehát két atom egy abszolút módon üres téren keresztül nem hathat egymásra. Egy való sem működhetik ott, ahol nincs, mert a működés a létnek egy kifejtőzése; pedig nem fejtőzik ki, nem tárulhat föl semmiféle lét ott, ahol egyáltalán nincs lét. Ez nyilvánvaló. De az a bökkenő, hogy nem oly könnyű szabatosan megmondani, *hol* van egy való. Anélkül, hogy itt belebocsátkoznánk e kérdés szövevényeibe, célunknak megfelelően fölállítjuk ezt a tételt: A tapasztalati anyagi egyedeknek s végelemzésben a parányoknak tevékenységei kilépnek abból a térből, melyet áthatolhatatlan határaik körülzárnak, és ily értelemben távolbahatások.

Az anyagi egyedeknek semmiféle hatékonysága nem bennmaradó (immanens) abban az esetben, ha az anyagi egyedek bölcséleti értelemben vett atomok, vagyis a változások során állandó és oszthatatlan valók, melyeknek csak vonatkozásai, de nem mivolta szenvednek változást. Ezen alább bizonyítandó és, elismerjük, nem épen nyilvánvaló tételtől eltekintve is tapasztalatilag igazolt tény, hogy az

¹ Thom. S. theol. 1, 8, 1. 2, Suarez, Disp. metaph. 18, 8. 14.

² Pesch, Die grossen Welträtsel³ I (1907) 442.

³ Nys I. h.

anyagi valók hatnak egymásra, a mozgó mozgatja az útjába esőt, a nagyobb hőfokú a maga hőjéből átad az alacsonyabbnak stb. Ámde minden ilyen átmenő hatás (*actio transiens*) átlépi a kiinduló hatást hordozó test határait és képletesen szólva átszökell a befogadó testre. Ez pedig mindenesetre távolbahatás. Tegyük föl, hogy lehetséges a két test között a teljes érintkezés; még ez esetben is az érintkező testek határai reálisak, vagyis valósággal tagadásai a két érintkező test azonosságának, folytonosságának. Midőn tehát az erőnyilvánítás az egyik testről átmegy a másikra, legalább egy idődifferenciál erejéig, — időtlen erőátvitel a tapasztalati világban nincsenek — már nem a ható testé, és még nem a befogadóé. Ezzel azonban adva van a távolbahatás, nem ugyan forma szerint, mert hiszen föltételeztük a tökéletes érintkezést a két test között, hanem alap gondolatában: erőnyilvánulás, mely átlépi az egyedi lény határait. Persze a szüntelen érzéki tapasztalat, hogy egyik test érintkezéssel hat a másikra, annyira elaltatja a bölcselkedést megindító bámulást, hogy nem épen könnyű meglátni, micsoda nehéz probléma van itt adva.

Föltételeztük a hézagtalan, közvetlen érintkezést. De hát van-e ilyen? Parányok halmazatából álló testnél nem. Mert arra van elegendő fizikai bizonyosságunk, hogy az anyag igen vékony rétegekben heterogén, vagyis tagozott, és így még az ideálisan csiszolt fölületek sem képezhetnek érintkezés útján igazi folytonosságot, ép úgy nem, mint a parányhalmazatok. Az egyes parányokat pedig a fizikai tagoltságelmélet értelmében közök választják el, tehát ha parányok hatnak egymásra, azt nem közvetíti szoros érintkezés. Sőt a parányok nem is érintkezhetnek igazában, mert taszító erőknek székhelyei; s e taszító erők nyilvánulásai a távolságnak eddig ismeretlen, a négyzetnél magasabb hatványával fordított arányban állnak; amint tehát két parány bizonyos távolságra közeledik egymáshoz, a taszítás erőnyilvánulása annyira megnövekszik, hogy ellenáll minden véges ellenerőnek és lehetetlenné teszi a két parány határának közvetlen egymáshozközelítését. Ez az oka különben, hogy

a fizika sohasem lesz képes a molekuláknak igazi térfogatát meghatározni, hanem csak taszítóerő-nyilvánulásuknak egy térfogatát, melyen túl a taszítás legyőzhetetlenné válik.

Ezért a fizikusok is kénytelenek megengedni, és amennyiben nem hódolnak atomellenes fölfogásoknak, meg is engednek parányközi távolbahatást, illetve, mint azt nevezni szeretik, közelbehatást. De ahol a távolbahatás bölcséleti lehetőségéről van szó, mit nyom ott a távolság mérete? Magis et minus non mutat speciem; ha atomok közt lehetséges a közön keresztül való hatás, akkor lehetségesnek kell lennie nagyobb távolságokra is. Egyébként mi se állja útját a fizika azon törekvésének, mely a gravitáció számára is keres hordozó közeget ép úgy, mint a többi potenciálerő számára; ha ezt a törekvést siker koronázza, az összes ismert távolbahatások atomközi hatásokba oszlanak.

Hartmann egyenesen szükségesnek vallja a távolbahatást. Megmutatja t. i., hogy az egész elméleti fizika olyan erőnyilvánulásokkal dolgozik, melyek egy-egy középpontból mint az erőnyilvánítás kiindulópontjából hatnak a köztük vonható normális irányában. Ezekről már most *Hartmann* élelmű boncolással megállapítja, hogy nem is lehetnek mások, mint távolba ható erők.¹

Ezek után némileg meglephet annak a ténynek megállapítása, hogy a mai természettudósok határozottan irtóznak a távolbahatásnak még gondolatától is, s még oly higgadt fizikusok is, mint *Chwolson*, így nyilatkoznak: Die actio in distans besonderer Agenzien hat sich für immer überlebt.²

Mi magyarázza meg ezt a jelenséget? Elsősorban mindenesetre a *Faraday-Maxwell*-féle elmélet diadalai. Továbbá nem kis mértékben a metafizikától való borzalom, mely még mindig eltölti a fizikusokat, és a távolbahatásban annak egy félelmetes exponensét látja. A metafizikától való borzadást pedig folyton szítja a szaktudományos, különösen a mecha-

¹ Die Weltanschauung der modernen Physik 140

² Lehrbuch der Physik IV₁ (1908) 16.

nikai természetismeretnek egy állandó éltető eleme: a szemléletességre való törekvés, melynek kétségtelenül ellenére jár a távolbahatás. Lassan azonban hódít az a fölfogás, hogy a szemléletesség nem az a követelmény, mely előtt meg kellene hódolnia minden egyéb jogos szempontnak, nevezetesen az értelmi, logikai meghatározottság követelményének. Végezetül pedig egyesek azt remélik, hogy a távolbahatás teljes kiküszöbölésével és minden hatékonyságnak érintkezési hatékonyságra való visszavezetésével a természetben megfelelő reális alapot találnak differenciálegyenleteiknek.¹ De a híres *Boltzmann* épen a differenciálszámításnak a természet jelenségeire való alkalmazhatása érdekében annyira ragaszkodott az atomos fölfogáshoz s vele az atomközi távolbahatáshoz, hogy nem áttallotta még az időt is atomos szerkezetűnek vallani.

4. tétel. Az anyagegyedek léttartalma dinamikai jellegű.

Lássuk már most a másik nehézséget, melyre a folytonossági elmélet hivatkozhatik: Ha az anyag tagozott, akkor a közbenső közök üresek. Az ür azonban a tért kitöltő anyagnak, vagyis a szervesetlen valóságnak tagadása; ha vannak üres parányközök, akkor van semmi.²

Úgy tetszik, ezen gondolatmenet ki nem kezdhető; a semmit hiposztazálni, létezőnek megtenni nem lehet. S ebből csakugyan az látszik következni, hogy a tapasztalati parányos szerkezetű anyagnak közeit kitölti valami tapasztalatontúli anyag. Láttuk azonban, hogy e fölfogás következetesen végig nem gondolható, s ütközik a tapasztalattal.

A távolbahatás méltatása azonban megmutatott még

¹ Igy *Drude*, Beilage zu den *Annalen der Phys. u. Chemie* 62 (1897) XV. Idézi *Hartmann*, *Die Weltanschauung d. modernen Phys.* 144.

² Már az atomelmélet ősatyjánál, *Demokritos*-nál a rendszer egyik alapkövetelményeként szerepel ez a tétel: μή μᾶλλον τὸ δὲν ἢ τὸ μὴδὲν εἶναι, a »semmi« ép úgy van, mint a »mi«.

egy lehetőséget, s a kizárás értelmében ehhez kell állnunk. A térközök dinamikailag vannak kitöltve. Ez annyit jelent, hogy a tapasztalati anyag egyedeit elválasztó közök, akár mérhetőek azok, akár csak parányiak, nem merő semmik, hanem a közöket körülzáró tapasztalati anyagegyedekből kiinduló erőnyilvánításokkal vannak betöltve, sőt ezen erőnyilvánítások alkotják.

E gondolat azonban teljes jelentőségében csak akkor tárulhat föl, ha kellő megvilágításba kerül e tétel: nemcsak az anyag, mint a szervesetlen világ alapjául szolgáló egyetemes való, nem tölti ki folytonosan, hézag nélkül a világtér, hanem a tagozott anyagegyedek sem oly mineműségűek, hogy merő létezésükkel kitöltenék a határaik által bezárt tért. Az anyag nem merőben szenvedőleges valóság, melynek egész hivatása abban áll, hogy tért foglal, s kívülről jövő behatásokat fogad és hordoz. Ez más fordulatban azt akarja mondani, hogy az anyagi egyedek léttartalma kimerül azon határozományokban, közelebből megjelölve, erőnyilvánításokban, melyekkel a test elárulja jelenlétét.

Mert mi mutatja meg, hogy a térben jelen van valahol egy test? Mikor szabad azt állítani, hogy anyagi egyedet észlelünk? Csak akkor, ha a térben valahol ellenállásra talál tapintásunk, vagy éterhullámok verődnek vissza és a szemünket érik; minden más jelenség, mely anyagi egyednek a térben való jelenlétére utal, ezekre megy vissza. Más szóval a testek ellenálló erők komplexumaiként tűnnek föl; a körülhatárolt anyagi egyed képe akkor támad bennünk, ha érzékeink tulajdon energiája különbözik a környezetétől. Ha ilyen erőnyilvánításokkal nem találkozánk, nem is volna okunk arra a gondolatra jönni, hogy vannak testek.

Ez a tétel voltaképen nem akar egyéb lenni, mint egy egyetemesebb metafizikai észleletnek alkalmazása az anyagi valókra. A létezők léttartalmát általában határozományaik teszik. Ha gondolatban ezeket, egyikét a másika után mind elemeljük, így pl. az anyagi egyedeknél a sűrűséget, súlyt, hőt, fénytörőképességet, rugalmasságot stb., mi marad, amit anyagnak nevezhetnénk?

De hát az erők csak nem lóghatnak a levegőben? Ha kiterjedtséget állapítok meg, ha ellenállást észlelek, lehetetlen nem gondolnom, hogy ott van valami, ami kiterjedt, ami ellenáll! Mindenesetre. A határozmányokban nem merül ki a lét teljessége; minden határozmány, vagy mondjuk járulék, valaminek a határozmánya, bizonyos határozmányoknak konkrét, létező egysége alkot egy magánvalót, szubstanciát, mely nem másban van, mint annak határozmánya, hanem megáll magában, s létében, illetve tevékenységében önállónak és egynek bizonyul. A hajdan kiváló böceselőinek ezen sarkitételét nem szabad áruba bocsátanunk bizonyos koráramlatok azon törekvésével szemben, mely csak határozmányokat ismer el, legföljebb mint egy rejtett ősválónak megnyilatkozásait vagy határozmányait — ez alapdogmája minden monizmusnak. A magánvalók létezéséről kezeskedik nekünk az okság elve, mely a határozmányok sokságában és a tevékenységek változatosságában gondolati kényszerűséggel ránk tolaikodó egységnek elegendő alapját keresi, nem elménknek szerkezetében az ismeretelméleti anthropomorphismus értelmében, hanem magában a valóságban, mert merő gondolatok nem fejthetnek ki alanyi voltunktól független, igazi ható tevékenységet.

Ezúttal nem ezen szerintünk alapvető igazságnak akár kétségbevonásáról, akár csak gyöngítéséről is van szó, hanem értelmének közelebbi meghatározásáról, nevezetesen arról, milyen viszonyban vannak szubstancia és határozmányok? Valósággal különböznek, tartják a tomisták, csak vonatkozás szerint (virtute), mondják különféle árnyalatokban a skotisták és molinisták. Mit akar, mit jelent az a százados harc, melyet ma is gyöngítetlenül és teljes elszántsággal folytat mindkét tábor? Nekünk úgy tetszik, a döntő ütközet a mai hadállásokban meg nem vívható, változtatni kell a stratégiai főpontot.

Szabatosan ki kell emelni, — ha nem csalódom, ez benne van a régiek fölfogásában is — hogy magánvaló és határozmányok, szubstancialitás és járulékok, nem két egynemű kategória, melyek közé + jelet lehetne tenni. A határoz-

mányok teszik a dolgok tartalmát, felelnek erre a kérdésre. »mi ez vagy az«, kiteszik a dolgok lényegét, s utalnak egy teremő elmére, mely e tartalmat megfogalmazta. A magánvalóság, szubstancialitás pedig azt mondja, hogy a határozományoknak bizonyos foglalata nem véletlenül összehányt rakás, hanem tartalmában vonatkozások által ideális egységbe van fűzve, a létezés rendjében pedig konkrét egység, mely megáll magában, nem tulajdona másnak, és önálló tevékenységnek egységes forrása. Mondhatjuk úgy is, hogy a határozományok összessége egy valónak léttartalma; a létezésbe kihelyezett határozományoknak konkrét metafizikai egysége pedig a léttartó, mely persze létesítő tetterő, akarattól végelemzésben ép úgy nem érthető, mint a léttartalom nem érthető kigondoló értelem nélkül; sőt ama metafizikai egységnek is legbenső alapja nem lehet más, mint egy egységesen kigondolt, tartalmas fogalomnak egységes akaratténnyel a létezésbe való kihelyezése.

Az Iskolának egyik alapelve, hogy a magánvalót a határozományok tárják föl — egyedül az Oltáriszentség az, hol eltakarják, s ez a hitnek, a természetfölötti létnek rendébe esik; ha a határozományok útmutatását nem fogadjuk el, a magánvaló tartalmáról semmit sem tudhatunk meg. Tételünk is ezt akarja mondani; de hangsúlyozni kívánja, hogy a szubstancialitás nem valami rejtett, kísérteties magánvalóság a határozományok mellett és mögött, melyre ezek mint madárijesztő póznára a ruhák, rá vannak aggatva, melyre rá kellene találni egy a mienknél áthatóbb értelemnek, ha egymásután eltűnnének a határozományok, hanem épen ezen határozományoknak konkrét egysége a létezés rendjében, mely megszűnik akkor, ha a határozományok is megszűnnek. Magánvaló és határozomány közt tehát mélyenjáró, igen reális különbség van, akkora, amekkora léttartalom és valóságos létezés közt, gondolat és tett közt; — a vita itt a tomisták javára dől el. A természet rendjében azonban sehol sincs szubstancia határozományok nélkül, sem határozomány szubstancia nélkül.

Helyesen mondja *Geyser*, a hagyományos bölcséleti

alapelveknek Mercier mellett ma talán legkiválóbb képviselője: Substantia est ens in se subsistens. Der Begriff Substanz sagt also von dem Gegenstande, von dem man ihn prädiiziert, den Charakter der Selbständigkeit nur in dem Sinne aus, dass er den Gegenstand gegenüber seinen mannigfaltigen Anlagen, Zuständigkeiten, Eigenschaften usw. als das aus diesen seinen Bestandstücken innerlich zusammengewachsene, in sich zusammengeschlossene, von einem einheitlichen Sein und Leben durchströmte Ganze charakterisiert. Mehr soll der scholastische Substanzbegriff nicht aussagen.¹ Ezen, főként a lélekszubstanciát szem előtt tartó meghatározás világánál is érthető, hogy a szervetlen valóknak tartalma kimerül határozmányjaiban, ezek pedig erőnyilvánulások, és így az anyag mivoltában nem marad semmi, aminek az volna szerepe, hogy pusztja jelenlétével, passzív viselkedésével tért foglaljon. Hogy az erők nem állhatnak meg magukban, hanem metafizikai hordozóra szorulnak, nyilvánvaló; de ez a hordozó nem lesz egy passzív ú. n. anyag, melynek épen csak a határozmányhordozás a föladata. A közönséges észjárás persze nem tudja elgondolni, mikép állhat meg, ami nincs megtámasztva, vagy fölfüggesztve. De ha valaki ezt a szemléletet böleselkedés alapjává teszi, hovahamar oda jut, hová az indus az ismeretes teknőssel. Mert ha a határozmányok anyagi hordozóra szorulnak, miért nem maga e hordozó? Az ő meghatározatlan, tartalmatlan létével miben különb a léttartalomnál? Ha a lét-tartalmat az anyagi tartóval támasztjuk meg, közvetlenül fölkínálkozik a kérdés: Hát ezt a tartót mi tartja?

Különben akik fölteszik, hogy az anyagi valók fenekén ott lappang egy a megismerésnek hozzá nem férhető, titokzatos passzív alom, rendesen megengedik, hogy annak cselekvősége nincs az általa kitöltött térre és így szubstanciális létkörére szorítva, hanem meghaladhatja annak határait; megmutattuk, hogy ezt meg is kell engedniök, ha nem akarják tagadni a lényeknek egymásra való hatását. De ez

¹ Geysen, Lehrbuch der allgemeinen Psychologie (1908) 112.

esetben erő és szubstancia térfogata nem fődözik egymást, hanem van erő, mely a szubstancia létköréből kiemelkedik, melynek tehát ott, ahova a szubstancia az ő létével már nem ér, nincs meg a föltételezett anyagi tartója. Tehát a passzív szubstancialitás vallója sem mondhatja a merőben passzív s csak határozományhordozó alomot szükségesnek.

Legföljebb egy komolyabb nehézség támasztható : Az anyagban tapasztalás szerint van szenvedőlegesség ; ha tehát a dinamisták az anyag cselekvőségéből következtetnek annak dinamikai tartalmára, akkor szenvedőleges magatartásából joggal lehet következtetni merőben szenvedőleges létiségére.¹

Igen ; de mi a szenvedőlegesség ? Nemde azt akarja mondani, hogy az anyagegyedek csak kívülről jövő erő-behatásra változtatják állapotaikat ? Nos, ez adva van azzal, hogy az anyagi egyed nem magabíró, önhatalmú való, nem hordja magában tevékenysége minden föltételét, vagyis nem abszolút való ; mert csak az bírja magamagában a létnek teljes tartalmát és a tevékenységnek minden célját és okát. Az anyag szenvedőlegességét tehát nem kell külön alommal magyarázni.

Különben is e szenvedőlegesség fizikailag mi mást jelent, mint hogy az anyagi egyed jól meghatározott mennyiségű ellenállást fejt ki a kívülről ráható erővel szemben. Ám az ellenállás is erő ; s a tömegnek — mert végelemzésben ez az anyag passzivitásának fizikai tartalma — dinamikai magyarázata bölcséletileg lehetséges, mint alább meglátjuk. Hogy pedig fizikailag sincs híjával a valószerűségnek, igazolja az a tény, hogy a katódsugarak elektronjainak tömege elektromos önindukciónak eredménye, vagyis dinamikai, a súlyos anyagéval szemben csak látszatos tömeg.

Az anyag és erő hirhedt dualizmusa tehát megdőlt és a metafizikai rendben kénytelen helyt adni szubstancia és erő-határozmányok dualizmusának, a fizikai rendben pedig erők és erővonatkozások, vagyis törvények dualizmusának. Erő és anyag a fizikában egy és ugyanazon léttartalomnak kétféle

¹ Így *Nys Cosmologie* 550...

szemlélete. Ugyanazon erők konkrét egysége anyag akkor, ha tekintjük magában, amint a maga meghatározott létét érvényesíti és fönntartja másokkal szemben, erő akkor, ha mások létét támadja meg, illetve befolyásolja. Az »anyag« szó nem egyéb, mint a magánvalóság törzsfogalmának alkalmazása a szervetlen világra. Tartalmát, vagyis a határozományok mivoltát, fajtaít, osztályait és vonatkozásait, vagyis az erőfunkciókat, a törvényeket meghatározni a természet-tudományok dolga. *Metafizikai mivoltáról* pedig néhány útmutatást adhat a bölcselő elmélés. Ez azonban, amint a tapasztalat területét háta mögött hagyta, csak tapogatózva juthat előre.

5. tétel. Az anyag nem azonos az energiával.

Az előző fejtegetések fonalán könnyen fölkinálkozik a gondolat, hogy az a magánvaló, melyet egész vizsgálódásunk során keresünk, az *energia*. Az érzéklés lehetőségének föltétele érzékeink és a környezet energiájának különböző intenzitása. Érzékeink energiakomplexumokkal ismertetnek meg; ezeket az elme megismeri mint szubstanciákat, és megvan, amit keresünk: az anyagi való. Hozzájárul, hogy a fizika tanítása szerint az energia mennyisége állandó az energiaváltozások közepett. Egyszerű és a tapasztalati tudományoktól jól támogatott föltevés tehát, hogy az energia a változások során önmagával azonos állandó való. Ezt nagy tudásának és tekintélyének latbavetésével meg is teszi *Ostwald*.¹

Azonban az energia nem lehet a szervetlen történéseknek végső reális konstánsa, mert tényezőkből áll; legalább extenzitás- és intenzitástényezőből; ha tehát az energia a világegyetemben állandó, ezeknek is állandóknak kell lenni, és mert tényezők, elemibb állandók lesznek. Hogy anyag és energia nem fődik egymást, és hogy nem az energia mint olyan az állandó, abból is kitűnik, hogy az anyag- és energia-

¹ Naturphilosophie³ (1905) 165...

vándorlás nem mindig egyértelmű: az anyag olykor áll, mikor az energia vándorol, mint pl. hővezetésnél; sőt ellenkező irányban is haladhatnak. Az energetika elveti az energiának, illetve az ő anyagának tagozottságát, és ezzel ellentétbe helyezkedik jól megokolt természettudományos és bölcséleti megállapodásokkal.

Ezekén kívül még számos szaktudományos nehézséget gyűjtött össze az energetika ellen, különösen a kvalitatív energetika ellen Hartmann.¹

Igaza van az energetikának abban, hogy az anyagi valók tartalma erőnyilvánulásokban merül ki; hibája, hogy egy összetett fogalmat akar megtenni alapvetőnek, és nem akarja elfogadni az anyag lényegi tagozottságát. Még súlyosabb hibát követ el, ha — ami nincs ugyan benn az energetika alap gondolatában, bár a kvalitatív energetika kétségtelenül arra vergál — a világegyetem állandó energiáját *egy* szubstanciának fogja föl, mint különösen *Häckel*-ről tudjuk.

6. tétel. Az anyag egyszerű dinamidek meghatározott mennyisége.

Vonjuk le az előző fejtegetésekből a végső következtetéseket. Mi az anyag, vagyis a szervetlen változások során önmagával azonos konstáns? A szaktudomány és bölcséleti megfontolások egy irányba mutatnak: az a konstáns nem összefüggő, folytonos egység, hanem tagozott valami, önálló anyagegyedek összelete, melyeknek léttartalmát tér- és anyagalkotó erők teszik.

Még egy lépéssel beljebb megyünk és azt mondjuk, hogy az anyag a maga metafizikai mivoltában a szó legszorosabb értelmében vett atomoknak meghatározott mennyisége; atomok pedig nemcsak osztatlan, hanem egyáltalán oszthatatlan s ebben az értelemben egyszerű valók. Úgy tetszik, hogy ha egyszer valaki elfogadja az anyag tagozottságát és az anyagi egyedek léttartalmának dinamikai jellegét,

¹ Die Weltanschauung der modernen Physik 192—199.

már vállalta az atomok egyszerűségét. Mert elismeri, hogy az atomok szubstanciák, vagyis határozányaiknak, illetve léttartalmuknak, az erőknek tapasztalatfölötti egységes és egységesítő hordozói, metafizikai monasok. Ám ha ezen szubstanciákból álló halmazatok oszthatók is, a maguk metafizikai valójában ezen metafizikai egységek, monasok az osztásnak sem gondolatban, sem gyakorlatban nem nyujtanak fogódzópontot, ép úgy nem, mint egy sugárrendszer középpontja nem állhat részekből, ha maga a sugárrendszer mindjárt több szempontból osztható is. Különben a szubstanciák általában reális egységek, befejezett meghatározott valók, melyek mivoltuk sérelme, sőt megszüntetése nélkül nem oszthatók, illetve nem kezdetűk ki — substantia non admittit magis et minus.

A tételt talán még mélyebben meg lehet alapozni. Lehet ugyanis röviden azt mondani: Vannak összetett valók, tehát vannak egyszerűk is, ép úgy mint szükségképen vannak föltételek, ha és mert vannak föltételezettek. Más fordulattal: az elme készítetve van elemeire szedni azt, ami osztásnak egyáltalán enged, mint a tapasztalati anyag is. Ha a végső elemek nem egyszerűek, ez a belső készítés ki nem elégülhet s ennek következtében oktalan: az elme egy regressus in infinitum bűvkörébe van bűvölve. *Kant* második antinómiájának tézise: »eine jede zusammengesetzte Substanz in der Welt besteht aus einfachen Teilen und es existirt überall nichts, als das einfache«¹ helyt áll, ha magának *Kant*nak indokolása az ő merő dialektikai érvelésével kifogásolható is. Antitézise ellenben: »kein zusammengesetztes Ding in der Welt besteht aus einfachen Teilen, und es existirt überall nichts einfaches in derselben«² hazug kiinduláson épül: »alle Zusammensetzung aus Substanzen ist nur im Raume möglich;«³ a mérgezett forrás pedig, melyből mind a négy antinómia táplálkozik, a transzcendentális agnoszticizmus.

¹ Kritik der reinen Vernunft 2. Aufl. 462.

² U. o. 463.

³ U. o. 464.

Kant t. i. a fejébe vette, hogy az összes kategóriák merőben az ismerő alany funkciói minden tárgyi tartalom és érvény nélkül. Ezt az alapmotívumot variálja a jelen kérdésre vonatkozó antitézis indokolása is.

Ezen egyszerű anyagi valóknak, egyedeknek száma legalább a tapasztalati világ körében meg van határozva és megolvasva, és legalább ebben az éretelemben véges. Vagyis ameddig a teleszkóp, mikroszkóp, színeképelemző, csillagászati számítás eljut és anyagi valókat kutat föl, e világban minden egyes test (pl. a Föld, Nap, egy kődarab) atomoknak véges mennyiségét tartalmazza. Ennek a tételnek szilárd természetbölcséleti alapja van a tömeggel kapcsolatos fogalmakban és törvényekben.

A *tömeg* mivoltának meghatározása természetbölcselőknek sok gondot ad mindmáig. Természettudományos meghatározásában két tényező emelkedik ki: egy az, hogy a mozgató erőkkkel szemben ellenállást fejt ki; a másik, hogy a tömeg a mozgásmennyiség extenzitás-tényezője, mely szabatosan kifejezésre jut ezen meghatározásban: egy testnél az erőnyilvánulás és sebesedés közti viszony állandó mennyiség s általánosságban: mindenütt meghatározott mennyiség. Ez annyit jelent, hogy egy meghatározott erőnyilvánulás csak meghatározott véges értékű sebesedést eredményezhet.

Látnivaló azonban, hogy ez csak a fizikai mennyiség-tani fogalmazást szolgáló fenomenes meghatározás akar lenni és a tömegnek, amely tagadhatatlanul realitás, mivel-tárról semmit sem mond. Ha egyes bölcselek avagy természet-tudósok is azt mondják: a tömeg a restségi erő, vagy az ellenállás mennyisége, vagy épen a dimenzív mennyiség,¹ csak ugyanezt a dolgot írják körül, más szavakkal adják ugyanezt a jelenségi meghatározást. A kérdés mindig az marad: melyik az a dimenzív mennyiség, miért mértékes az ellenálló erő, miért nem eredményezhet bármilyen erőhatás bármekkora mozgásmennyiséget?

¹ Nys, Cosmologie ² 287—92.

A fönt megállapított elmélet világánál a dolog így alakul: az összes szervetlen jelenségeket az egyedüli természeti valók, a bölcséleti értelemben vett atomok, vagy mondjuk tekintettel léttartalmukra, a dinamídek hordozzák; minden egyes testet meghatározott számú ilyen atom, illetve dinamíd alkot, melyek mint ama testnek egyedüli metafizikai valói, egyedül és a kölcsönös reális vonatkozásnál fogva közösen hordozzák az erőhatásokat. Minthogy minden egyes dinamíd teremtettségénél fogva csak a maga jól körülírt léttartalmának megfelelő erőhatást képes hordozni és egy-egy test csak ilyen dinamídeknek meghatározott számából áll, nyilvánvaló, hogy egy-egy test csak meghatározott mozgásmennyiségnek lehet hordozójává.

Hogy az egyes dinamídek és azok halmazatai, a tapasztalati testek egyáltalán fejtenek ki ellenállást, az ú. n. restséget, melyet Newton-nak ismeretes első törvénye állít a testekről, annak legmélyebb alapja az a tény, hogy a dinamídek nem szellemek, nincs bennük önelhatározóképeség, sőt mivel nem abszolút lények, cselekvésüknek semmiféle összetevőjét nem hordozzák saját magukban, azokat mind kívülről kell kapniok.

Ezen alapon könnyen érthetővé válik a tömegállandóság törvénye: a tömeg az egyes testekben az azokat alkotó dinamídek száma. Ezek minden egyes testre nézve megvannak olvasva, tehát a testek összességére nézve is, vagyis az egész szervetlen mindenségre nézve. Ez más szóval annyit jelent, hogy a mindenség meghatározott számú dinamídből van fölépítve. Mi már most metafizikai alapja a természet-tudománytól kimutatott ama konstánsnak, mely minőségi elemek megmaradása és mennyiségi vegyülősúlyok állandósága egyúttal? A mai tapasztalati természetismeret útmutatása szerint azt kell mondanunk, hogy meghatározott, de nem egyenlő számú dinamídek bizonyos körülmények közt viszonylag állandó konfigurációkat alkotnak, melyek adják a tapasztalati atomokat, molekulákat, elektronokat, s ha ez utóbbiak is összetetteknek bizonyulnának, ezeknek végső tapasztalati alkatelemeit. A vegyülősúlyok állandó-

sága és az elemek megmaradása a dinamídek számának és kölcsönös helyzetének, konfigurációjának viszonylagos állandóságán fordul. Mindkét konstáns az egyes elemek tapasztalati ősatomjainak dinamídmennyisége és kölcsönös helyzetük a lett szervesetlen világ kezdő konstánsai közé tartoznak, s ezeket a kezdő konstánsokat nem magyarázza meg más, mint egy első létesítő tett. Az elektronok magatartásán, valamint a radioaktív anyagokon észlelt átváltozások tanúsága szerint az elemek két vegyülő konstánsa nem föltétlenül állandó. Az igazi őskonstánsok itt is a dinamídek.

Az atomok tehát egyszerűek. Lehet-e közelebbről meghatározni minőségüket? Sőt lehet-e egyáltalán szó minőségekről egyszerű lényeknél? *Schopenhauer*¹ azt tartja, hogy nem, s ebből tökélet kovácsol a dinamizmus ellen: egyszerű ősválók nem magyarázzák meg a tapasztalati világ minőségeinek sokszerűségét. *Hartmann*, a dinamizmusnak egyik legelszántabb képviselője, vállalja Schopenhauernak ama tagadó feleletét, anélkül, hogy zavartatná magát álláspontjában. Ez a kérdés, mint általában a metafizikának legvégső kérdései, végnélküli vitáknak lehet fészke, ha szabatosan körül nem írjuk a föllállításban és feleletekben használt fogalmakat.

Tehát ha minőség néven csakis az érzékelés alapvető kategóriáit értjük, minők a látás, hallás, tapintás érzékletei, szín, fény, hang, stb., mint ezt *Hartmann* teszi *Kategorienlehre*-jében, akkor nem lehet kétség az iránt, hogy az anyagi ősválók minőségtelenek. Mert mindezen minőségek a tárgyi rendben, vagyis az ismerő alanyon kívül a mai fizika és fiziológia álláspontján mennyiségi állapotok: rezgések és kémiai folyamatok. E következménytől csak az húzódozhatik, ki általa veszélyeztetve látja az érzéklés tárgyiságát, vagy benne merő mechanikai természetfölfogást vesz észre. Mindkettő oktalan félelem. Az érzéklés tárgyiságát minden egyes esetben biztosítja az ingerlő okok jellegzetes mennyiségi meghatározottsága; ami pedig a merő mechanizmust

¹ Parerga und Paralipomena. Ed. Griesbach V 126—7.

illeti, mely az erő, illetve a mozgásparallelogramból akarja megszerkeszteni a mindenséget, az már a szervetlen világban sem boldogul teleologia nélkül, a szervesben pedig egyáltalán megfeneklik és a szellemvilágot, nevezetesen az abszolút személyes szellemet semmikép nem számúzheti. E tételeknek igazolása nem tartozik ide.

De vehetjük a minőséget tágabb értelemben, mint azt Aristoteles nyomán tette a középkori bölcsélet, mely a minőséget szembeállította általában a szubstanciával és a mennyiség és viszony kategóriájával és közelebbi meghatározását az ismert három állításba foglalta: *Qualitates positives habere contrarium, admittunt magis et minus, sunt fundamentum similitudinis et dissimilitudinis*. Már most bajos elgondolni, mért ne lehetnének az ősparányok egyszerűségük mellett is ebben az értelemben minőségileg meghatározottak? Mert először is az egyszerűség nem jelenti minden léttartalomnak, hanem csak az oszthatóságnak tagadását. Ez a léttartalom pedig teleológiaiilag többféleképen lehet meghatározva, pl. egyes dinamídek lehetnek azon erőnek hordozói, mely vonzásban, ismét mások azokéi, melyek taszításban nyilvánulnak, még pedig mennyiségileg különböző fokban, a legnagyobb változatokban. Különben ha az egyszerűség ellensége volna a minőségi meghatározottságnak és különbözőségnek, akkor a minőségeket az emberi lélektől és a tiszta szellemektől is el kellene vitatni.

Itt persze raj-szám jönnek a kérdések: mi vagy mik az ősatomok erőfunkciói, egy- vagy többféle-e az ősatom, mik ezeknek erőfunkcióik, mennyiségtani kifejezései, hogyan alakulnak e funkciók két vagy több ősatom konfigurációjában, hány dinamíd és milyen mennyiségtanilag kifejezhető módon alkotja az elektronokat, vagy a még ezeknél is egyszerűbb ősatomokat, minő törvények szabályozzák egyáltalán a tapasztalati anyag létrejöttét és az elanyagtalanodást, mely annak ellenfolyamata — mind oly kérdések, melyeknek megoldása a beláthatatlan jövő reménye most, mikor még alig van kinyomozva néhány tény, mely alaposabb sejtéseket enged az anyag mélyebb szerkezetére és az anyaggálevés

és elanyagtalánodás folyamatára nézve ; még a tapasztalati atomok s molekulák szerkezetéről, illetve elektronokból való fölépítésének módjáról sincs több ismeretünk, mint néhány, igaz, igen elmés föltevés. De hátha már rója valahol a kis iskolát az atom Newtonja ! ?

Csak egy kérdésre kell még röviden kitérnünk : kiterjedtek-e a dinamídek ? E kérdés a dinamizmus és hilemorfizmus harcában rendesen homloktérben áll ; itt a kiterjedtség, távolbahatás és erők viszonyáról mondtak után alárendelt jelentőségű és már el van intézve. Egyfelől igazoltuk, hogy az anyagi valók léttartalma erőkben merül ki s híjával van oly elemnek, mely merő létével tért tölt ki. Másfelől ép most láttuk, hogy a dinamídek egyszerűek. Következik, hogy ezen metafizikai valók a maguk metafizikai mivoltában térfölöttiek s nem magukban kiterjedettek, hanem csak erőhatásaikban. Ezen tétel egy csapással kivégzi azt a hidrát, melynek minden levágott feje helyén kilenc új nő ki : mit csináljunk az actio in distans-szal ? És : hogy lehetnek az atomok az anyag osztásának végső eredményei, mikor maguk is kiterjedtek és így újabb osztásnak hozzáférhetők ? ¹

De nem idéz-e föl ezek helyébe más, egyáltalán megoldhatatlan nehézségeket ? Úgy gondolom, már nem kell előszedni azt a már unalomig hallott gondolatot, hogy pontatomok nem adnak kiterjedtséget ; — amint igaz is, hogy merőben elvont mértani pontok bármilyen csoportosítása által nem teremthető konkrét, hanem csakis elvont tér. De ki mondja, hogy a dinamídek merőben pontok, absztrakciók ?

A méltányosabb *Gutberlet* ² megengedi, hogy kiterjedetlen valók is megmagyarázhatják a kiterjedést ; de, úgymond, nem egyszerűbb-e a kiterjedt határozmányokról kiterjedt szubstanciára következtetni ? Ez mindenesetre egyszerű

¹ Így még *Dubois-Reymond* is híres beszédjében : Über die Grenzen der Naturerkenntnis ⁹ (1903) 22 . . .

² *Naturphilosophie* ³ 10.

következtetés, sőt talán nem is kell okvetlenül következtetés annak megállapításához, hogy ami kiterjedt, az kiterjedt; t. i. ide megy ki Gutberlet okoskodása. Bizonyos jelenségek együttességéből kell következtetnünk egy egységes hordozó alanyra; ez helyes. De közelebbről milyen természetű az az alany, külön kérdés, melynek megoldásánál nem az az irányadó szempont, hogy mi az egyszerűbb föltevés, hanem hogy mi az összes idevágó tényeknek elégséges magyarázata.

Dehát ha az anyagi ősválók egyszerű, kiterjedetlen sőt merőben erőtartalmú valók, nem lettek-e szellemekké, vagy legalább nem mosódott-e el anyag és szellem határa? Több hilemorfista, nevezetesen egész komolyan *Nys*¹ és részben *Pesch* ettől félnek.

E félelem érthető, míg valaki a szellem lényegét az anyagtalanságban, tehát egy merőben tagadó jellegű jegyben látja és az anyagot rejtett *dualizmussal* a merő potencialitásnak, szenvedőlegességnek vagy titkos *des-cartizmus*-sal a kiterjedtségben találja. De a szellemnek, ennek a leggazdagabb valóságnak csak nem lehet elégséges meghatározásául elfogadni egy tagadást! Mi a szellem? Benső tapasztalat tanu rá és a keresztény bölcselek közt erre nézve nem lehet eltérés, hogy a szellem mivoltát a gondolkodó és önelhatározóképeség fejezi ki, vagyis az a bensőségesítő erő, mely képes a jót és igazat mint olyant méltatni s magába fölvenni annak és saját magának minden sérelme nélkül. Fogalom-, ítéletalkotás, következtetés, megfontolás, önálló állásfoglalás nevezetesen a legfőbb erkölcsi követelményekkel szemben — ezek a szellem jellemzői, melyeknek semmi nyoma a többi valóknak, nevezetesen a szervetleneknek világában. A szellemet és anyagot áthidalhatatlan köz választja el, melyet nem a külső létforma, hanem a benső léttartalom teremt meg.

Még egy szót a dinamizmus és skolasztika viszonyá-

¹ *Nys*, *Cosmologie* 547.

ról! Nem jelentős dolog ugyan annak szemében, ki igazságot keres és nem a rendszert tekinti öncélnak; de itt-ott megvan a hajlandóság a magukban véve közömbös kérdéseket is egy *αὐτὸς ἔφα* -val elintézni akarni. S nevezetesen az anyag kérdésében is hivatottnak érezheti magát valaki elkeseregni azon, hogy eltérünk a tiszteletreméltó hajdannak útjaitól és ellenáramlatokat teremtünk abban az örvendatosan nekilendült mozgalomban, melynek főereje a mai bölcséleti ziláltságban az egyöntetűség, értjük azt a mozgalmat, melynek magna charta-ja az Aeterni Patris, a halhatatlan *XIII. Leo* enciklikája, melyhez e sorok írója már mint tanuló ifjú őszinte lelkesedéssel csatlakozott.

De épen a meglepően messze tekintő boldog emlékű pápa világosan átlátta és kifejezte, hogy szellemi mozgalmak éltető levegője az egyéni kezdeményezésben rejlő erő, a szellemnek nem szabatossága, hanem szabadsága; szent Tamásnak arany bölcsességét állítja élénk útmutatónak, mindenesetre nemcsak példaképnek; az általa megindított mozgalom sikerét ő is csak a régi szent Ágostonnak tulajdonított és eléggé nem ismételtető szóban találta: *In necessariis unitas, in non necessariis libertas, in utrisque caritas*. Hogy az anyag hilemorf magyarázata¹ nem tartozhatik ama necessariumok közé, nem kétséges az előtt, ki ismeri Aristoteles ezen érdekes kísérletének gyökereit. Aki maga nem akar a dolognak végére járni, azt meggyőzheti először az a tény, hogy számos modern skolasztikus atomista, sőt energista, s nem épen a legtehetségtelenebbek dinamisták. Továbbá a hajdan bölcséletének ritka alapos ismerője, *Kleugen*² azt mondja: *Wir halten nicht dafür, dass die Lehre von der Form und*

¹ Nincs itt szó a hilemorfizmusnak értékes alapgondolatáról, mely a meghatározó és meghatározott elem szerepét hangsúlyozza s forma szerint is diadalt ül a szervezetek világában. Különben lásd fentebb.

² *Philosophie d. Vorzeit*² (1878) II 335.

dem Stoffe... gegen alle Zweifel derart sichergestellt sei, dass man nur sie verteidigen dürfte, und jede andere als irrtümlich verwerfen müsse... Nur dies scheint uns ausser Zweifel gestellt zu sein, dass es im Interesse der Wissenschaft liegt, die grosse Streitfrage von Neuem zu untersuchen.¹

*

A jelen dolgozat elé tűzött föladatnak végére értünk. Csak azt kellene még megmutatni, hogy a fejtegetés során megállapított tételek a tudaton kívüli valóságra vonatkoznak ismeretkritikai realizmus értelmében és nem merőben az ismerő tevékenységnek eredői az abszolút idealizmus értelmében, vagy előttünk ismeretlen magánvalóknak merőben ideális, de egyetemes érvényű normák szerinti átgyúrásai a Kant-féle transzcendentális idealizmus értelmében. Továbbá meg kellene mutatni, hogy ezen tapasztalatilag ugyan ellen nem őrizhető, de a tapasztalat alapján következtetéssel megállapított s ily értelemben igenis metafizikai ismeret nem merőben föltevéses, mint Wundt gondolja, ki azt vallja, hogy lehet két egymással ellentétes, föltevésekből kiinduló elméletet szerkeszteni, melyek a tapasztalati tényeket egyformán jól magyarázzák és az ész követeléseinek egyformán jól megfelelnek.²

E föladatnak azonban lehetetlen megfelelni nagyobb ismeretkritikai alapvetés nélkül. Itt elég volt jelezni álláspontunkat, igazolását egy jövő rendszeres ismeretkritikai munkára kell hagynunk.

A jelen értékezésben levezetett tételekkel teljesen meg van-e fejtve az anyag? Értjük, tudjuk-e igazában,

¹ Székely, Az anyag lényege, Bölcséleti Folyóirat 9 (1894) kimerítő kritikában részesíti a hilemorfizmust 357... lapokon; aztán pedig leszámol az itt fölvethető tekintélyi szemponttal 376. ...

² Logik II³ (1907) 463.

mi az anyag? Ami öntudatunk elé kerül, problémákat vet föl, értést, megokolást sürget és e készítésnek ki-ki a maga módja és képessége szerint iparkodik eleget tenni. A bölcselő szereti a dolgokat egyetemes fölfogásban tekinteni. A szervetlen világra nézve kielégítő feleletet keres e kérdésekre: Minő a világ az ő állásában és milyen törvényeknek hódol folyásában; állásában és folyásában mi az az egységes valóság, mely a minőségeknek és törvényszerűségnek, a létnek és levésnek hordozója? A jelen értekezés e kérdésekre iparkodott megfelelni.

A spekulatív elme azonban itt nem nyughatik meg. Látja, hogy a dinamídek mennyisége, száma, erőfunkcióinak értéke, első állandó konfigurációi és kezdetbeli konstellációi adva vannak; de nem látja, hogy ennek logikai szükséggel így is kell lenni, mikor más dinamídszám, más konfigurációk, más funkciók is lehetnének adva. Ez mindenesetre irracionális elem, melyet a logikai értést sürgető elme úgy old föl logikába, hogy ezen adatokat egy teleológilag meghatározott abszolút értelmi és akarati tetteből származtatja. És itt jó a szellemek oszlása: Milyen viszonyban van amaz abszolút értelem és akarat a tőle létesített anyagvilággal? Feleletem az, hogy a következetesen alkalmazott okság elve nem tűr más megoldást, mint hogy az anyagvilág egy vele nem azonos és ily értelemben transzcendens, létében és tevékenységében minden előzettől és föltételtől független és ezen értelemben abszolút öntudatos és önhatalmú magánvalónak szabad, de célirányos tette.

Miben áll ez a célirányosság? Miért van egyáltalán anyag? A feleletet ezen kérdésre csak a megismerésünknek hozzáférhető mindenség egyetemes áttekintése adhatja meg. Az ilyen áttekintésnek legközelebbi állomása az élet, melynek hordozója és eszköze az anyag; második és végső a szellem, mellyel az anyag mint erők egysége mivoltában, mint törvények valósítója tevékenységében rokon — természetesen korántsem azonos — és így alkalmas arra,

hogy egyrésről az abszolút szellemnek kifejezze, föltárja, kifejtse kimeríthetetlenül gazdag gondolatvilágát és fölséges tettejét, másrésről pedig a teremtet szellemnek fogyhatatlan változatosságban és szemléletességben tudtára adja ezt a gazdagságot és így fölszólítsa őt és módot nyújtson neki léthivatása teljesítésére, a teljes értelmi és akarati önkifejlésre.

Ez az anyag metafizikájának utolsó fejezete, mely azonban csak rendszeres kozmológiában találja meg a maga helyét.



TARTALOM.

I. Az anyagprobléma eredete, értelme és megoldásának módja:	
Az anyagprobléma eredete	3
Az anyagprobléma megoldásának útja	10
II. Az anyag a fizikában:	
A tömeg állandósága	13
Az elemek állandósága	18
A vegyületsúlyok állandósága	21
Állandó anyagegyedek: a súlyos anyag szakossága; atom, molekula	24
Ionok, elektronok, radioaktivitás	38
»Ösparány«	51
III. Az anyag a metafizikában:	
1. tétel. Az anyag nem merő meghatározatlan képesség	54
2. tétel. Az anyag nem merő kiterjedtség	61
3. tétel. Az anyag nem folytonos, hanem szakozott valóság ... A távolbahatás	65 69
4. tétel. Az anyagegyedek léttartalma dinamikai jellegű	75
5. tétel. Az anyag nem azonos az energiával	81
6. tétel. Az anyag egyszerű dinamidek meghatározott meny- nyisége	82

MOJATITIT



Dr. Schütz Antal egyéb munkái:

Főbb elméletek az értelmi ismeretek eredetéről. Bölcslelettörténeti kritikai tanulmány. Budapest 1904. 322 lap. (Elfogyott.)

A szeplőtelen fogantatás hitágazatának tartalma, igazsága és hittani jelentősége. Beszéd. Szeged 1905. 8 lap. Ára K —.10

Keresztény katolikus hitvédelem. Tankönyvül. Budapest 1907. 111 lap. Ára K 1.40

Kezdet és vég a világfolyamatban. Budapest 1907. 163 lap. Ára K 2.—

Energetika és bölcselet. Az energetikai alaptételek tartalma, természettudományos értéke és bölcseleti jelentősége. Budapest 1908. 57 lap. Ára. K —.80

Szent Imre életének nevelő értéke. Beszéd. Budapest 1908. 7 lap. Ára..... K —.10

Az Istenérvek középiskolai hittanításunkban. Budapest 1909. 29 lap. Ára K —.40

Fr. W. Foerster. A nemi élet etikája és pedagóglája. Fordítás németből. Budapest 1909. 200 lap. (II. kiadás sajtó alatt.) Ára..... K 2.—

Krisztus jelenléte az Oltáriszentségben. Budapest 1910. 69 lap. Ára K 1.—

Katolikus vallásban középfokú iskolák felső osztályai számára és magánhasználatra:

I. rész. **Katolikus hittan.** Budapest 1911. VIII. és 147 lap. Ára K 1.40

II. rész. **Katolikus erkölcsstan.** (Sajtó alatt.)

III. rész. **Katolikus egyháztörténelem.** Budapest 1911. VIII. és 179 lap. Ára..... K 1.80

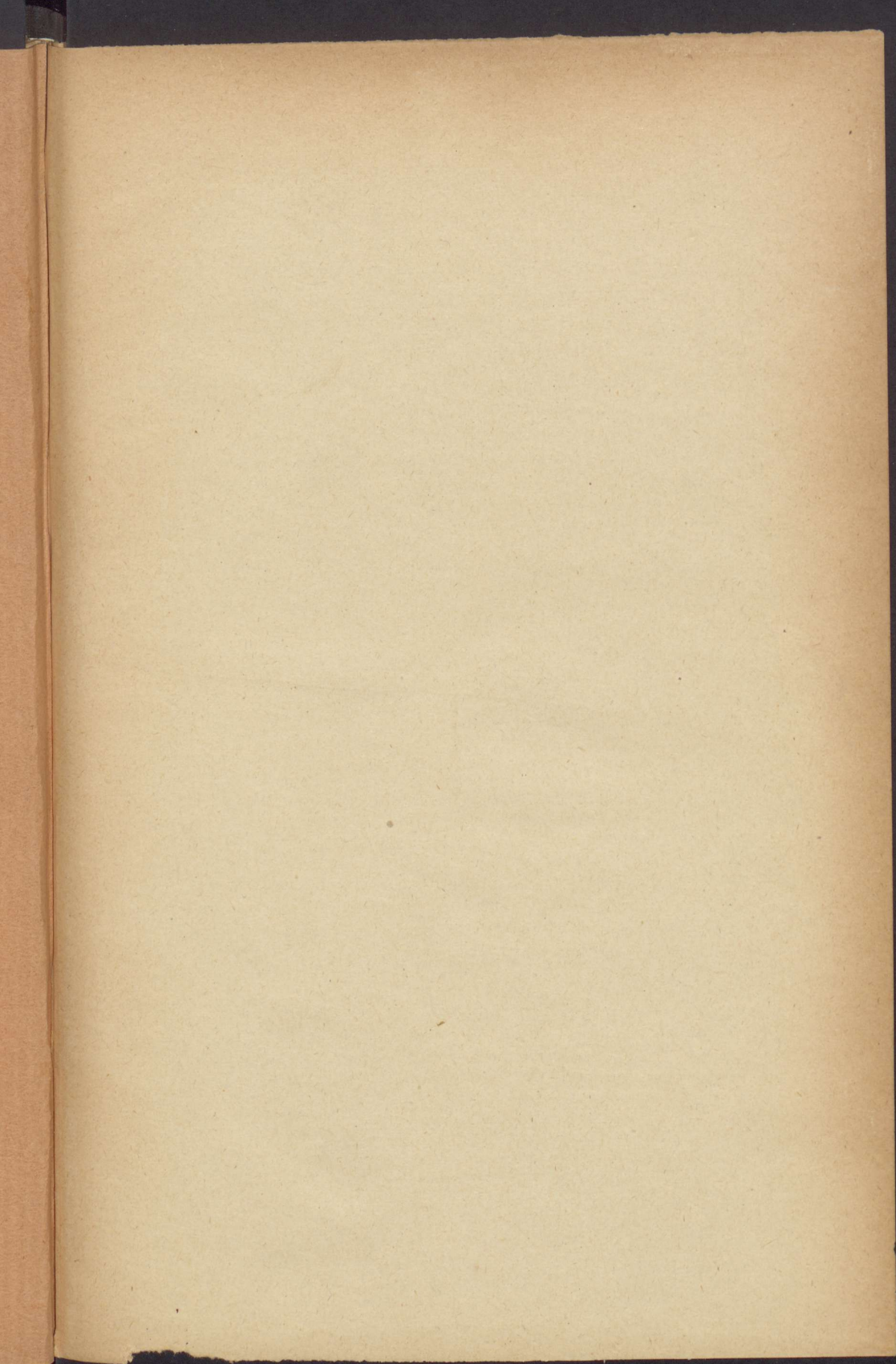
IV. rész. **Katolikus hitvédelem.** (Lásd fönt.)

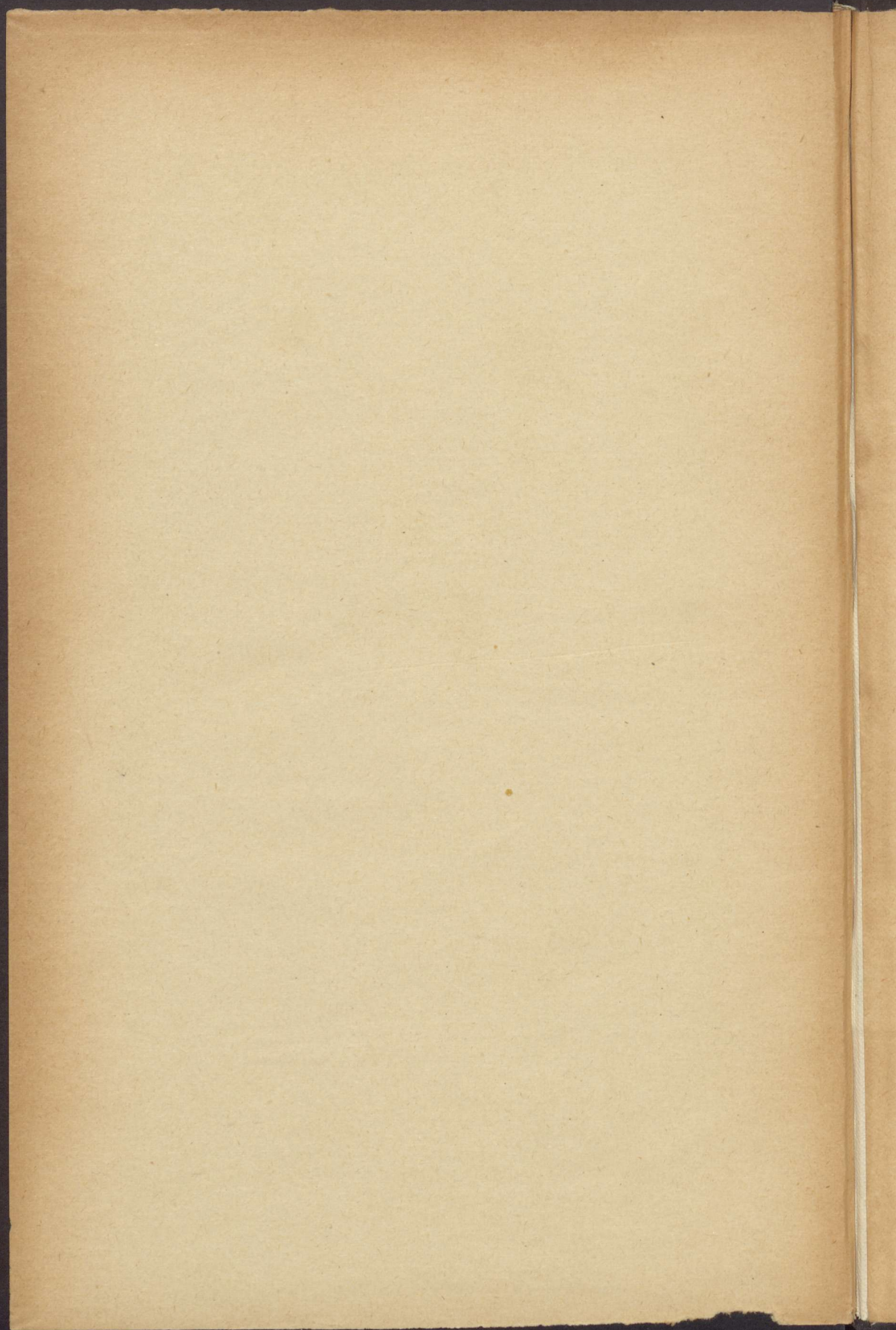
Kaphatók a Szent István Társulat könyvkereskedésében Budapest, IV., Kecskeméti-u. 2. sz.

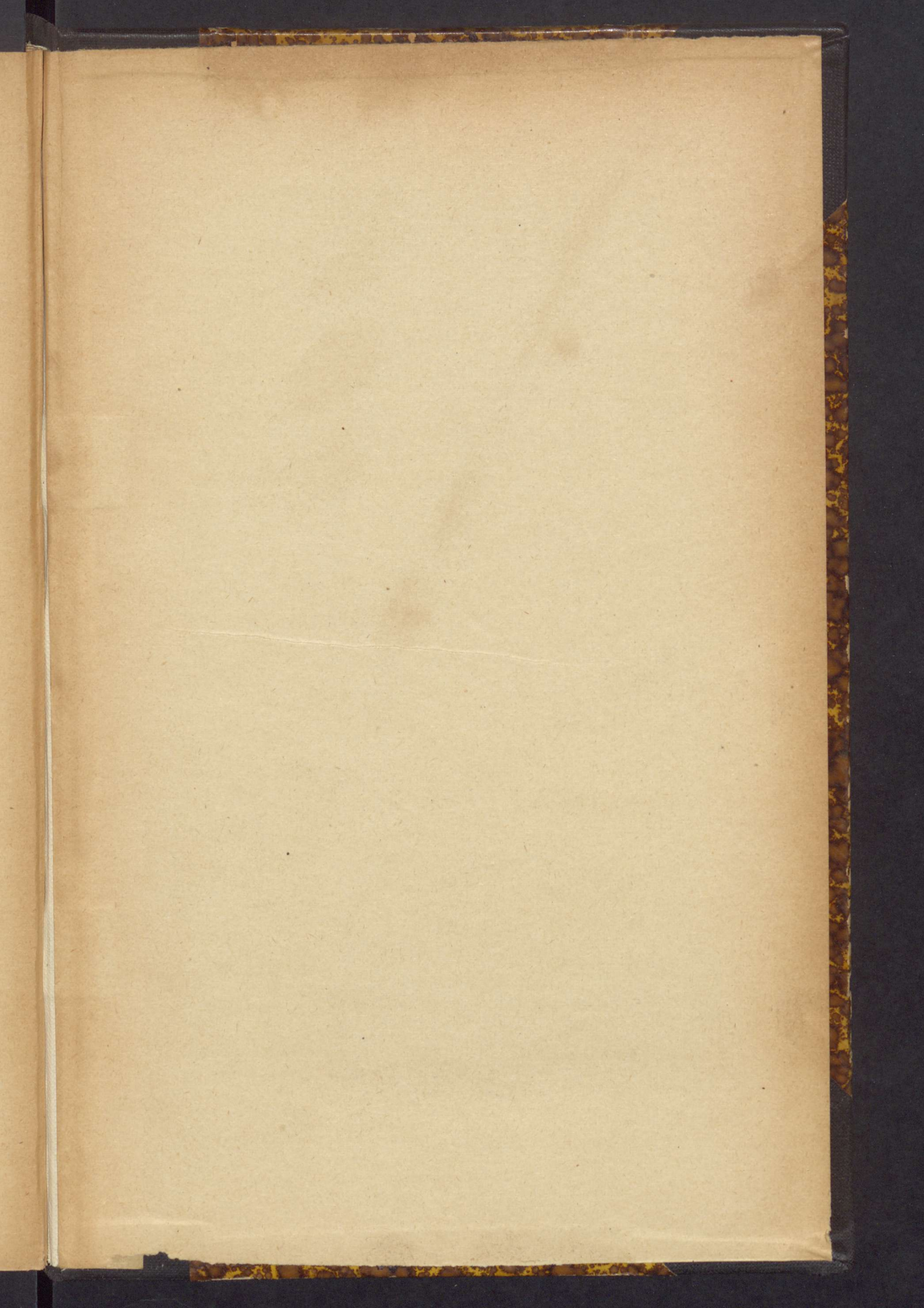
Hittudományi Folyóirat

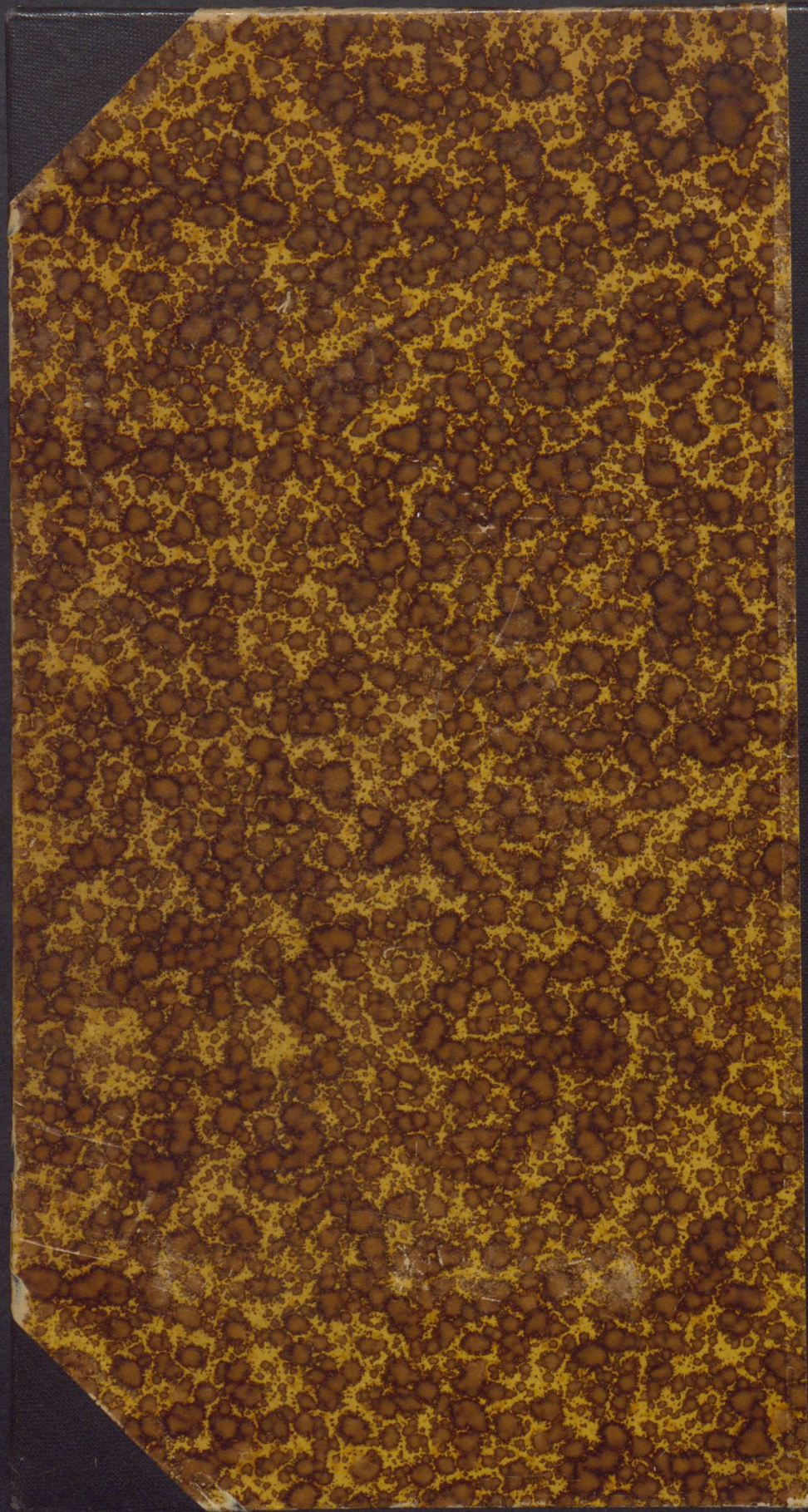
Alapította, szerkeszti és kiadja dr. Kiss János, egyetemi tanár. Jelenleg XXII-ik évfolyamában van. Megjelent eddig évenként 4 testes füzetben: március, június, szeptember és december hónapokban, éven át 40—50 nyomtatott ívnyi terjedelemben. Hittudományi és bölcséleti értekezéseket, továbbá kisebb cikkeket, a papképzés- és papnevelésre vonatkozó észrevételeket és terveket, valamint irodalmi ismeretéseket, bírálatokat és könyvészetet közöl. Nagy gondot fordít a hit- és bölcslelettudomány magyar nyelvére. A keresztény bölcslelettudományt művelő Aquinói-Szent-Tamás-Társaság összes üléseinek jegyzőkönyveit, valamint az üléseken elhangzott eszmecsereket mind s az ott felolvasott értekezéseket majdnem kivétel nélkül közli. A szerkesztő-kiadónak 1886-tól 1906 végéig Bölcséleti Folyóírata is volt, de ez a megrendelők csekély száma miatt 21 évi pályafutása után, a magyar katolikus tudományos irodalom nagy kárára s szakférfiak még ma is hangoztatott nagy sajnálatára, megszűnt. Azóta bölcslelettudományi cikkeket is a Hittudományi Folyóirat közöl.

Ára egész évre 10 korona. Megrendelhető a szerkesztő-kiadó Dr. Kiss János, egyetemi tanárnál, Budapest, IX., Mátyás-utca 18. szám. Szerkesztői ügyekben ugyanoda tessék fordulni.









Z. N.

Schütz. Az anyag miivoltáról