

Dr. Szlávik tanulmánya se annak a kötelességnek, se ennek a föladatnak nem felel meg.

Annak nem, mert legnagyobbrészt mások dolgozatának merő szolgái másolása; ennek sem, mert rendkívül hiányos volta miatt a való történetnek hű tükre nem lehet.

Külön lenyomatában szóról szóra valóra váltotta dr. Szlávik a régi mondást: „a mi kevés jó van benne — az a másé; a mi a magáé, az meg merőben hiba . . .“

Dr. Serédi L.

* * *

„Die Prinzipien der Mechanik in neuem Zusammenhange dargestellt von Heinrich Hertz. Mit einem Vorworte von H. von Helmholtz. Leipzig, 1894.“

A mechanika alapelveinek kérdése különösen a hetvenes évek óta élénken foglalkoztatja úgy a fizikai tudományok szakszerű művelőit, mint a bölcsészeket, a mit teljesen érthetővé tesz azon fontosság, melylyel ez elvek helyes felfogása, pontos formulázása és ellenmondás nélküli rendszere egész természetismeretünkre nézve bír.¹ Azonban az általános érdeken kívül, melyre a mechanika elvei alapjelentőségöknél fogva méltán számot tarthatnak: új, beható vizsgálatukat szükségessé tette mindenkéltől az, hogy az alapfogalmak egyikének — melyen pedig a mechanika egész épülete nyugszik — t. i. az erőfogalomnak sem ismeretani, sem természettudományi jelentése nem határozott s nem kifogástalan. Szükségessé tette továbbá e vizsgálatot a physika egyéb ágainak nagymérvű előhaladásán kívül az erély-

¹ L. p. o. H. Klein: Die Prinzipien der Mechanik. Leipzig, 1872. — Dühring: Kritische Geschichte der Prinzipien der Mechanik. Berlin, 1873. — Thomson und Tait: Handbuch der theoretischen Physik (Elements of Natural Philosophy). Braunschweig, 1871. — H. Sternitz, Physikalische Grundlagen der Mechanik. Leipzig, 1873. — Mach: Die Mechanik in ihrer Entwickelung historischkritisch dargestellt. Leipzig, 1883. — H. von Helmholtz több értekezését, így: Ueber physicalische Bedeutung des Prinzips der kleinsten Wirkung 1887. — Dr. Georg Helm: Die Lehre von der Energie. Leipzig, 1887. — Ostwald: Lehrbuch der allgemeinen (physikalischen) Chemie. II. Bd. I. Th. Chemische Energie. — W. Wundt: System der Philosophie. Leipzig, 1889. és Logik 2 Bde. Stuttgart, 1894. — L. még König Gy.: A dinamika alapegyenleteinek jelentéséről. 1887. és C. de Freycinet: Essais sur la philosophie des sciences. Paris, 1896.

megmaradás elvének kiváló jelentősége, melyet az e század második felében nemcsak az exakt tudományok szempontjából, hanem összes ismereteinkre nézve nyert¹ s az ennek felismerése alkalmával azonnal jelentkezett s azóta folyton erősbülő törekvés, hogy t. i. az erőfogalom teljes mellőzésével összes természetismeretünk az erély átalakulásának elvére alapíttassék.²

Eme magukban is elég fontos okokhoz járul még az élő kapcsolat hiánya a bölcsészet és természettudományok között, mely századunknak különösen első felét oly sajnosan jellemzi s a melyre viendő vissza az exakt tudományok művelőinél tapasztalható két túlság: kiváló előszeretet tudományuk egyes tételeinek bizarr s a legmesésebb speculatiót megszegyenyítő értelmezése iránt,³ vagy pedig idegenkedés mindattól, a mi a legkisebb mértékben a philosophiára emlékeztetett,⁴ mindkettő egyaránt hátráltatván az egyes tudományok alapelveinek, egymással való összefüggésüknek, valamint a tudás egésze szempontjából való értéküknek helyes méltatását és felismerését.⁵

A kellő philosophiai alapvetés hiánya indítja Hertzet⁶ is,

¹ V. ö. *Heller Á*: A XIX. század physikai kutatásának mozgató eszméiről. Budapest, 1888.

² *G. Helm*: Die Lehre von der Energie, p. 56. és 71. — *W. Ostwald*: Chemische Energie. p. 48. Ez utóbbi mű szerint mai tudásunk álláspontján a természet legáltalánosabb törvénye a következő: «*Damit etwas geschieht, ist es notwendig und zureichend, dass nicht kompenzierte Intensitätsdifferenzen der Energie vorhanden sind*».

³ Az idő-, tér-, erő-, anyagra vonatkozó fantastikus elméletek keletkezése nagyobb részt ép arra az időre esik, a mikor a philosophiát a szaktudományok művelésére disqualifikálnak tekintették.

⁴ Leghatározottabban látjuk ezt kifejezve *Kirchhoff*-nak a mechanika feladatára vonatkozó ismeretes meghatározásában: «*Die Mechanik ist die Wissenschaft von der Bewegung; als ihre Aufgabe bezeichnen wir: die in der Natur vor sich gehenden Bewegung vollständig und auf die einfachste Weise zu beschreiben*. Mechanik p. 1.

⁵ Nem épen alaptalan e tekintetben *Zöllner*nek kemény vádja: «*dass es der Mehrzahl unter den heutigen Vertretern (1871) der exacten Wissenschaften an einer klar bewussten Kenntniss der ersten Prinzipien der Erkenntnistheorie gebreche*». Über die Natur der Cometen. 3. Aufl. 1883. p. IX.

⁶ *Hertz R. H.* született 1857. február 22. Hamburgban, meghalt, mint a bonni egyetem tanára. 1894. január 1-én. Felfedezéseit, melyek nevét világhírré emelték, nagyobbára 1885 után Karlsruheban tette, hol a technikán a physika r tanára volt, míg irodalmi munkásságának ez utolsó gyümölcse élte három végső évében foglalkoztatta.

a modern physikusok egyik legkiválóbbját arra, hogy megbolygatva a physikai tudományok alapvető részének, a mechanikának imponáns százados alkotmányát, új alapon egy másik, ha talán kevésbé tetszetős, de szilárdabb épület létrehozását kísérelje meg. A mi e műben — olvassuk az előszó végén — új, és a mire fektetek egyedül súlyt: az a tárgynak logikai, vagy ha úgy tetszik philosophiai oldala. Munkám a szerint érte vagy hibázta el az eléje kitűzött czélt, a mint ez irányban eredményt elérnie sikerült, vagy nem sikerült.

A mű e bevallott czélján kívül nagyérdekűvé teszi azt még a mechanika mai rendszereinek főként logikai szempontból eszközölt beható bírálata s teljesen érdemessé arra, hogy az egyébként szorosán szakmunkával e helyen is kissé részletesebben foglalkozzunk.

*

A természetismeret lehetőségének első és főfeltétele, hogy a kültárgyakat belső symbolumokra oly módon legyünk képesek vonatkoztatni, hogy jegyeinkből a gondolkodás s a megfelelő tárgyakból a természet törvényei szerint levezetett kép s illetve tárgy egymásnak ismét megfeleljenek. Ha most már mechanikai elvek alatt azokat az általános érvényű tételeket értjük, a melyek szükségesek és elegendők arra, hogy a tapasztalatra való további hivatkozás nélkül segélyökkel a mechanika egész rendszerét tisztán deductive kifejthessük: a mechanika alapfogalmainak ez elvek segélyével kapcsolatba hozatala útján nyerjük a legegyszerűbb képet, melyet a természet az érzéki világtól s annak folyamatairól alkotni képes. Az így előállott kép más és más lesz a szerint, a mint az alapul szolgáló fogalmakat és elveket változtatjuk; hogy közülök melyik felel meg legjobban az ily kép iránt támasztható követelményeknek, azt a tapasztalattal való megegyezésök, logikai tökélyök s czélszerűségük foka és mérve határozza meg (p. 1—5).

Az első képet a mechanika szokott tárgyalásmódja szolgáltatja, melynek kiképzése Archimedes, Galilei, Newton, Lagrange neveihez fűződik. Idő, tér, anyag és erő itt az alapfogalmak, melyeknek egymásra vonatkoztatása Galilei tehetetlenségi-, Newton erő-törvényei s a d'Alambert-féle elv segélyével történik. Az exakt természetismeret legkiválóbb képviselői által létesített eme kép

kiváló becsét Hertz teljes mértékben elismeri, de ez nem tartja vissza attól, hogy annak lényeges hiányaira is rá ne mutasson.

Az eddigi tárgyalásmód fogyatékoságára vall mindenekelőtt, hogy a tisztán logikai és tapasztalati elemek sem az alapelvekben, sem a további következtetésekben nincsenek szorosan elválasztva. Ép ezért nem egyszer az előző tapasztalatokból levezetett tételek is a gondolati törvény jellegét öltik magukra, holott azok érvénye csak addig terjedhet, a meddig az alapul szolgáló tapasztalatoké. Lényeges fogyatkozása továbbá e rendszernek az is, hogy az általa levezetett képek összessége nem felel meg teljesen a természetre vonatkozó képeink összességének: részben többet, részben kevesebbet tartalmazván, mint emez. A természetben vannak jelenségek és vonatkozások, melyeket az alaptörvényekből nem vagyunk képesek levezetni; viszont az alapul vett fogalmakból és elvekből oly eredményeket is nyerhetünk, melyeknek megfelelőt a valóságban hiába keresünk. Sőt egyes tények egyenesen arra vallanak, hogy e rendszer értelmében levezethető nem egy postulatum egyenesen megvalósíthatlan, a természeti renddel ellenkező. De legnagyobb kifogás alá esik e kép az erőfogalom és az erőműködésre vonatkozó elvek tekintetében. Így mindjárt a Newtoni alapelvek vizsgálata arról győz meg bennünket, hogy a két első elvben (a tehetetlenség és az erőhatás elve) szereplő erőfogalom nem teljesen azonos a harmadik elv (a hatás és visszahatás elve) erőfogalmával. Mert míg amott csupán egy testre s egy meghatározott irányban működő erőről van szó, addig itt az erő mindig két testet kapcsol össze, melynek irányául ép úgy vehető az első testet a másodikkal, mint megfordítva összekötő egyenes. Az alapfogalmakban és elvekben rejlő határozatlanság az oka azután annak, hogy egyes jelenségek magyarázatában lépten-nyomon nehézségekre bukkanunk. Például szolgálhat erre a centrifugális erő, mely mint a *mozgás okozata* jelenik meg, holott az eredeti meghatározás értelmében *az erő mindig a mozgás oka* s az erőhatásra felállított alaptörvények csakis ily erőkre vonatkoznak. Ha pedig elismerjük, hogy a centrifugális erő elnevezés helytelen s hogy itt csak a tehetetlenség hatásával van dolgunk: akkor meg a harmadik mozgási törvénnyel keveredünk ellenmondásba, mely valóságos s nem névleges erőt követel.

És még ha az erők felvétele a természet könnyebb megértésére s a jelenségek egyszerű magyarázatára vezetne bennünket!

A dolog azonban éppen ellenkezőleg áll. A természetben tapasztalható változásokat előidéző erők legnagyobb része ugyanis tapasztalatunk körén kívül esik, sőt magok az egyszerű erők, a melyek a test legapróbb részei, az atomok között működnek, tapasztalat tárgyai ép oly kevéssé lehetnek, mint az atomok, melyeket állítólag összekötnek. Különb is a mechanikai levezetésekben ez egyszerű erők csak átfutólag fordulnak elő, akárhány esetben pedig nagyon egyszerűeknek látszó jelenségek és törvények levezetésére is alkalmatlanoknak bizonyulnak. Lehet-e ily körülmények között az erő, az egyszerű erő adott fogalmát tapasztalatszerűnek s felvételét jogos és czélszerűnek tekinteni? Hát ha még az erők tarka csoportjára gondolunk, melyek egyazon atomhoz, mint közös gyűlőhelyhez volnának állandóan kötve: chemiai, elektromos, mágneses hatásokat s alkalomadtán másneműeket is létesítve! Vegyünk p. o. egy vasdarabot s helyezzük azt valamely szilárd lapra: nem méltán hihetjük az egyensúlyi helyzetből következtetve, hogy itt erők nincsenek működésben? Azonban a mi mechanikánk egészen másra tanít bennünket. A vas minden atomjára a világegyetem összes atomjainak nehézkedési ereje vonzólag hat. Azonkívül a vas minden atomja magnetikus is, ezért a világegyetem hasonlóan magnetikus atomjaihoz a mágneses erők által vonzódik. De a mindenséghez tartozó testekben egyúttal elektromos áram is kering, a mely áramok új, bonyolult erők forrásai, a melyek hasonlóan vonzó vagy taszító hatást gyakorolnak a vas atomjaira. És mert a vas részecskéi magok szintén elektromosak, ez okból megint új erőket kell felvennünk s mintha mindez még nem lenne elég, a molekuláris erőknek is különböző fajait. Ez erők közül egyesek nem jelentéktelenek, úgy hogy ha az itt elősoroltaknak csak egy része működne is: a vasat fűzé-porrá lenne képes szaggatni. A valóságban mégis olyképen lennének egyensúlyban, hogy az erőszakos hatás megsemmisül, hogy a fenforgó ezer mozgási ok daczára mozgás nem származik, hogy a vas nyugalomban marad! Ha e képzeteket egy elfogulatlan gondolkozó elé tárjuk, vajjon fog-e az nekünk hinni s vajjon kit tudunk meggyőzni arról, hogy mi *való* dolgokról beszélünk, nem pedig fékevesztett képzelet alkotásairól? Mi magunk pedig méltán gondolkodóba eshetünk a felett, hogy csakugyan egyszerű-e az a leírás és kép, melyet a vas és részeinek nyugalmi állapotáról nyújtottunk? (p. 5—16.)

Míg csak a század közepén is a természetismeret céljával és a mechanikai világnézet ideáljával az összes jelenségeknek centralis erőkre visszavezetését tekintették, addig a természettudományok legújabb fejlődése az erély megmaradása elvének előtérbe helyezése által egészen ellentétes törekvést látszik támogatni, hogy t. i. a mechanika, mint a természettudományok többi ágai is, mindennemű erő teljes kiküszöbölésével az energiafogalom és elv alapján reconstruáltassék. A mechanika ez alapon megalkotott rendszerében négy alapfogalom: idő, tér, anyag, energia szerepel, melyek közül az elsők matematikai jellegűek, az utolsók ellenben változatlan mennyiségben előforduló realitásokat — substantiákat — jelölnek. Az egyik substantia, t. i. az anyag csupán egy létalakban jelenik meg, ellenben az erélynek mindig két formája t. i. az actualis és potentialis energia szerepel s ép ezeknek egymásba átalakulása, mely az anyagon, ahhoz kötve megy végbe, határozza meg a természetben előforduló változásokat. Az alapfogalmakat pedig a közönséges mechanika által ú. n. integral elvek egyike p. o. a Hamilton-féle¹ kapcsolja össze, a melyek együtt teljesen elegek, de szükségesek is arra, hogy segélyökkel a mechanika teljes rendszere felépíthető legyen. S ámbár a mechanika ily alapon teljesen kidolgozva még nincs, annyit már eleve állíthatunk, hogy a jelzett úton nyerhető kép világosabb s a mi fő, a természetben előforduló mozgásoknak sokkal inkább megfelelő, mint az első. Azonkívül egyszerűség tekintetében is előnyben van ama fölött. Nem kénytelen ahhoz a valóban visszás eljárásához folyamodni, hogy tárgyalásaiban atomokból s ezek tulajdonságaiból, a melyekről pedig vajmi keveset tudunk, induljon ki: a melyek nagyjából nem lévén egyebeknek tekinthetők, mint önkényes feltevéseknek, a belőik levezetett eredményeket s a mennyiben ezek tapasztalati tények volnának, a levezetés helyességét méltán gyanúba hozzák. Ezek helyett az erély megmaradása elvére támaszkodó tudományos eljárás a tapasztalat által közvetlenül hozzáférhető jegyeket: temperatura, nyomás stb. használ s ezáltal eléri azt, hogy az

¹ A testek mozgása meghatározott időközökben s adott kezdő és véghatárok között olyképen történik, hogy a kinetikai és potentialis energia között levő különbség a mozgás tartama alatt közép értékben lehető legkisebb. p. 19.

elméleti úton levezetett eredményeket ismét a tapasztalat nyelvén tudja kifejteni, sőt magokat a levezetéseket is lépésről-lépésre kísérheti és igazolhatja a tapasztalat által.

Azonban a kétségtelen előnyöknél, melyeket e ma kiválóan kedvelt eljárás mód nyújt, sokkal jelentékenyebbek a hátrányok, melyek végeredményben annak belátására vezetnek, hogy a mechanika gyökeres és kielégítő reformálását ez úton sem remélhetjük. Az energia két formájának kényszerű felvétele; a potenciális energiának állagszerű jellegével sehogy össze nem egyező negatív értéke s illetve annak lehetősége: ugyanarra nézve egy additív állandónak közömbös volta s az a körülmény, hogy a potentialis energia értéke véges anyagban bizonyos megengedhető feltételek mellett végtelen is lehet: mind arra vallanak, hogy az energia-fogalom korántsem oly határozott és ellenmondás nélküli, a milyennek egy alapfogalomnak kellene lenni. Azonkívül bármelyik integral-elv által hozzuk is kapcsolatba a rendszer alapfogalmait, kétségbe kell vonnunk, hogy az a természet alaptörvényét fejezze ki, melyet mindenestre egyszerűnek és mesterkéletlennek kell feltételeznünk. Holott p. o. a Hamilton-féle elv physikai tekintetben nagyon is komplikált jelentésű s kissé különös lenne a természetnek oly czélzatot tulajdonítanunk, miszerint csak azért mutatna fel az alapformula értelmében végbemenő mozgásokat, hogy egy adott matematikai kifejezés variatiója eltűnjék.¹ Azon esetleges ellenvetésre, hogy a természet irányában nem támaszthatunk követelményeket alaptörvényeinek egyszerű voltát illetőleg. Hertz azzal felel, hogy ha a természet irányában nem is, támaszthatunk a természetről adott kép irányában, a mely azonnal megszűnik a tapasztalat hű kifejezője lenni, mihelyt az általa fetüntetett vonatkozások nehezebben érthetők meg, mint maga a tapasztalat (p. 16—29.).

*

¹ A Hamilton-féle elv matematikai formulázása ugyanis a következő:

$$\int_{t_0}^{t_1} (\delta T + \delta U) dt = 0 \quad \text{s illetve} \quad \int_{t_0}^{t_1} (\delta T + \delta U) dt = 0$$

a szerint, a mint U erőfüggvény, vagy nem. T itt az ú. n. eleven erő, δU pedig a végzett munka, mely ha U erőfüggvény, végtelen kis eltolásnál ennek differentialejával (vagy variatiójával) egyenlő.

Az erő és energia fogalmai ellen felhozottakból előre sejt-
hetjük, hogy szerzőnk az új rendszer alapjai közé egyiket sem
fogja felvenni. És csakugyan ő csupán a három első fogalmat
tartja meg: az idő, tér és anyag fogalmait, a mi az első lényeges
különbség az általa felállított és az előbb tárgyalt rendszerek
között.¹ A második lényeges különbséget pedig e fogalmak egyiké-
nek, az anyag fogalmának változott, helyesebben bővített érte-
lemben használása teszi. Hogy ugyanis az annyi kifogásra alkal-
nat adott erő és energia fogalmakat kiküszöbölhesse, kénytelen az
anyag fogalmát oly módon határozni meg, hogy e fogalmak tényleg
nélkülözhetők legyenek. Ezt az által éri el Hertz, hogy két alak-
ját különbözteti meg az anyagnak, melyek egymástól lényegileg
nem, csak érzéklésünk szempontjából különböznek. Az egyik fajta
anyag ugyanis az, mely érzékszerveink által észrevehető, tehát
reánk nézve közvetlen tapasztalat tárgyát képezi vagy képezhetné,
a másik ellenben nem bír e sajátsággal s illetve vele szemben
mi nem bírunk e képességgel: azt csak ama hatásaiban ismer-
jük meg, a melyeket magából az észrevétünk alá tartozó anyag-
ból s mozgásaiból nem vezethetünk le. Az ily fajta hatásokat
a másik két elmélet az erőnek vagy energiának, mint agenseknek
tulajdonítja, azonban Hertz szerint az anyagra, -- bár észre nem
vehető alakjában -- s annak mozgásaira való visszavitele a más-
ként ki nem magyarázható jelenségeknek annyival következetesebb
és tapasztalatunknak megfelelőbb, mert csak azt teszszük a minden-
ségben mindenütt jelenvalóvá, a mit abban közvetlenül is érzéke-
lünk s csak oly tulajdonságokat tételezünk fel az anyagnak ez
új fajtájáról is, a melyeket az ismert anyagnál találunk, az egy
érezkelhetőség kivételével. Az anyagra vonatkozó ezen különbség-
tételnél hivatkozik Hertz a physika legújabb eredményeire, külö-
nösen a villamosságtan terén, a melyek bizonyos és pedig nem
kis számú hatásokat tényleg ilyen egyebekben érezkelhetlen anyag
mozgásának tulajdonítanak; hivatkozik *Maxwell*, Lord *Kelvin*
és *Helmholtz*-ra, a kik a természetmagyarázatnak rokon módját

¹ *Kirchhoff* is tisztán e három fogalomból akarja levezetni
classikus művében a mechanika tételeit. (G. Kirchhoff Mechanik). Azon-
ban Kirchhoff a természetben előforduló mozgásokat csak egyszerűen
leírni akarja s nem okaikra is visszavinni, míg Hertz *nem leírást*,
hanem *magyarázatot* igyekszik adni s e magyarázatot a rejtett anyag
sajátos alkatában (folytonosság) s titkos mozgásaiban találja meg.

egyes jelenségkörökre már sikerrel alkalmazták. S ha e felvételek — mondja Hertz — egyes esetekben azon kívánt eredményre vezethették korunk legkiválóbb physikusait, hogy ez úton az erőfogalmat a természetismeret egyes területeiről kiküszöbölhették, miért ne lehetne megkísérteni ugyanezen felvétel segítségével, hogy e zavaros fogalmak fellépésének minden téren eleje vétessék.¹

A három alapfogalom azonban magában még nem elég a mechanika teljes megalkotására. Kettőt közülök: az időt és tért minden új fogalom vagy tétel igénybevétele nélkül kapcsolatba hozhatunk s egymásra vonatkoztatásuk által fontos, a tapasztalattal egyező tételeket vezethetünk le, melyek a mechanika alapvető részének, a kinematikának körébe tartoznak. Ép így tárgyalhatók külön a tér és anyag fogalmainak kapcsolatából eredő vonatkozások, melyek a térbeli anyag részei között az időtől függetlenül állanak fenn. A szoros értelemben vett mechanikai (kinetikai) tárgyalás azonban mind a három alapfogalomnak összekötése útján válik lehetővé, a mihez egy vagy több mechanikai elvre van szükség. Hertz egyetlen ily elvet, „alaptörvényt“ vesz föl, de a mely csak formulázását tekintve egy, tényleg azonban két tételt tartalmaz: a Galilei-féle tehetetlenségi és a Gauss-féle elvet, melyet közönségesen a legkisebb kényszer, ritkábban a leg-

¹ Was wir gewohnt sind als Kraft und als Energie zu bezeichnen ist dann für uns nichts weiter als eine Wirkung von Masse und Bewegung. nur braucht es nicht immer die Wirkung grobsinnlich nachweisbarer Masse und grobsinnlich nachweisbarer Bewegung zu sein. Eine derartige Erklärung einer Kraft aus Bewegungsvorgängen pflegt man eine dynamische zu nennen, und man kann wohl sagen, das die Physik gegenwärtig derartigen Erklärungen in hohem Grade hold ist. Die Kräfte der Wärme hat man mit Sicherheit (?) auf die verborgenen Bewegungen greifbarer Massen zuckgeführt. Durch *Maxwell's* Verdienst ist die Vermutung fast zur Überzeugung geworden, dass wir in den elektrodynamischen Kräften die Wirkung der Bewegung verborgener Massen vor uns haben. Lord *Kelvin* rückt die Möglichkeit dynamischer Erklärungen der Kräfte mit Vorliebe in den Vordergrund seiner Betrachtungen; in seiner Theorie von der Wirbelnatur der Atome hat er ein dieser Anschauung entsprechendes Bild des Weltganzen zu geben versucht. *Helmholtz* hat in der Untersuchung über die cyklischen Systeme die wichtigste Form der verborgenen Bewegung ausführlich und zum Zwecke allgemeiner Anwendung behandelt; durch ihn ist den Ausdrücken «verborgene» Masse, «verborgene» Bewegung die Geltung technischer Ausdrücke im Deutschen verliehen. (p. 31.).

kisebb négyzetek elvének neveznek.¹ Ez alaptörvény a következő: *minden szabad rendszer megmarad nyugvó, vagy a legegyenesebb pályán egyenletesen mozgó állapotában. Systema omne liberum perseverare in statu suo quiescendi vel movendi uniformiter in directissimam.* A „legegyenesebb“² kifejezés elkerülésével s némi körülírással az alaptörvény ez: „ha az anyagi rendszer részeinek összefüggése pillanatra megszűnnék, azok egyenesvonalú egyenletes mozgással szóródnának szét, de mivel ily szétbontás a fennálló szilárd kapcsolat folytán tényleg lehetetlen, a jelzett mozgáshoz a részek oly közel maradnak, a menyire ez csak lehetséges“.

E törvény számos ismert tapasztalat kifejezésének s ép ez alapon a még nem vizsgált vagy ezután lehető tapasztalatokra érvényesnek felvett *hypothesis*nek tekintendő. Hogy tehát érvényét s alkalmazhatóságának körét helyesen ítélhessük meg, a természetben előforduló anyagi rendszerek és mozgásaik három osztályba lesznek sorozandók. Az első osztályba azok tartoznak, a melyekre vonatkozó tapasztalatok alapján történt épen e törvény felállítása s a melyekre nézve ennél fogva az az ismert általános érvényű tapasztalat egyszerű kifejezése. Ilyenek p. o.

¹ A Gauss-féle minimum-elv a következő matematikai formulázásban adható:

$$\sum mc_k^2 < \sum me_1^2$$

a hol m anyagrészcskét e eltérést jelent és pedig e_k azon — irány és nagyság szerint vett — eltérést, mely a mozgó pont tényleg elért helyzete és azon helyzet között van, a melybe az erő hatása alatt szabadon eljuthatott volna, e_1 pedig ugyanezen pont és a részecskére nézve lehető (a rendszer természetével egyező) elmozdulás végpontja által meghatározott eltérést. Ha az me^2 szorzatot a részecske mozgását korlátozó kényszer mértékének vesszük, akkor a tétel következőleg fejezhető ki: az anyagi rendszerek mozgása úgy történik, hogy a kényszerek összege mindig minimum. vagy más szavakkal: bármely feltételeknek alávetett rendszerek mozgása állandóan a szabad mozgással lehető egyezésben megy végbe. (L. a tétel szövegbeli fogalmazását).

² «Legegyenesebbnek» Hertz oly pályát nevez. melynek összes pályaelemei legegyenesebbek, vagyis a melynek elemei az összes lehető s közös érintőjű pályaelemek között a legkisebb görbületűek (az érintő egyenessel leginkább összeesők). p. 101. A tehetetlenségi elv *Newtoni* alakja: *Corpus omne perseverare in statu suo quiescendi vel movendi uniformiter in directum . . .*, csak az utolsó szóban tér el Hertz elvétől.

a légüres térben mozgó szilárd testek, vagy a zárt edényben mozgó folyadékok. A második osztályba azokat a testeket sorozhatjuk, melyeknek mozgásai akkor és csakis akkor rendelkezhetők az alaptörvény alá, ha a közvetlen érzéki tapasztalat mellett alkalmas hypothesisist veszünk segítségül. Ide tartoznak p. o. az ütközés jelenségei s a mozgás azon esetei, a melyeket rendszeren távolítható erők, tömegmozgás stb. hatásai¹ gyanánt szoktak tekinteni. A testek ezen osztályára nézve az alaptörvény igen valószínű, de mindenesetre megengedhető hypothesis. A harmadik osztályba végül azon testrendszerek tartoznak, melyeknek mozgásai ma még sem tapasztalatszerűleg, sem alkalmas hypothesisok segítségével nem rendelkezhetők az alaptörvény alá, a milyenek az összes szerves vagy élő lények mozgásai. Azonban ezekre nézve is az alaptörvény ha valószínűnek nem, de megengedhetőnek tekinthető, mert a mennyire e téren ismereteink terjednek. Határozottan sem annak érvényét sem érvénytelen voltát nem állíthatjuk.

Az alaptörvény érvényét illető megszorításokhoz képest ennél fogva a mechanika körébe csak a két első fajta mozgás vehető fel, későbbi kiterjedtebb és megbízhatóbb tapasztalatoktól függvén, vajjon az alaptörvény érvénye a szerves lényekre, vagy ezek részeit tevő anyagi rendszerekre is kiterjeszhető-e?

Ezzel főbb vonásokban vázoltuk a nagyérdékű mű feladatát, melynek sikeres megoldására szerző valóban bámulatos szellemi erőt és buzgalmat fordít. Még csak kiegészítésül jegyezzük meg, hogy a munka a bevezetésen kívül két főrészből áll s az első részben az anyagi rendszerek geometriája és kinematikája, a másodikban a szoros értelemben vett mechanika kerül tárgyalás alá, úgy hogy a két rész között a tapasztalásra vonatkozás szem-

¹ Wenn wir die greifbaren Körper solcher Systeme zur Ruhe bringen, so verharren sie nicht in diesem Zustande, sondern setzen sich freigemacht, aufs neue in Bewegung. Sie folgen also scheinbar nicht dem Grundgesetz. Hier wird die Hypothese immer wahrscheinlicher, dass die greifbaren Bewegungen nicht die einzigen Bewegungen solcher Systeme sind, sondern dass, wenn wir die sichtbaren Bewegungen der greifbaren Körper zur Ruhe gebracht haben, noch Andere verborgene Bewegungen in den Systemen bestehen, welche sich dann, wenn wir die greifbaren Körper freigeben, diesen aufs neue mittheilen. Über diese verborgenen Bewegungen lassen sich, wie es scheint, stets solche Annahmen machen, dass die vollständigen Systeme dem Gesetze gehorchen. (p. 164.)

pontjából lényeges különbség van. Az első könyv — mint szerző kifejezi — csupán Kant értelmében vett a priori ítéleteket tartalmaz, a melyek képzésénél kizárólag a belső szemlélet és az értelem alakjai és törvényei az irányadók. A második könyvben ítéleteink már tapasztalatokra és pedig kiválóan jövő tapasztalatokra vonatkoznak, tehát szükségképen előző tapasztalatokra támaszkodnak. A tapasztalat igénybevételét azonban Hertz csakis a fentebb adott alaptörvény felvételére s az alapfogalmaknak tapasztalatszerű felfogására s illetve értelmezésére korlátozza. Ha még megemlítem, hogy a tárgyalási módszer mindkét könyvben a levezetések helyességének elbírálását nagy mértékben megkönnyítő synthetikai, s hogy a használt forma a szokottól sokban eltérő, a mit a szintén eltérő tartalom eléggé megmagyaráz: azt hiszem, kiterjeszkedtem mindarra, a mit a kiszabott tér s e folyóirat természete Hertz felfogásának vázolására tekintetbe vennem engedett.

*

Ha most már kérdezzük, vajjon a harmadik kép megfelelő-e csakugyan azon követelményeknek, melyek egy exakt s ismereteink igen fontos körét felölelő tudomány irányában támaszthatók, meglehetősen nehéz helyzetben fogjuk érezni magunkat. Szerző ugyanis — mint a vázlatosan előadottakból is kiviláglik — oly élenken érzi az eddigi tárgyalás ki nem elégítő voltát; oly meggyőzően mutat rá az elkerülhetlen nehézségekre és logikai következetlenségekre, melyekbe a kiindulási alap ingatagsága folytán keveredik: hogy szinte nehezünkre esik, a midőn a saját maga által alkotott képben más alakban, de ugyanazon hiányokat fedezzük fel.

Szerző feladatát lényegében az összes, mechanikailag tárgyalható változásoknak anyag és mozgásból leszármaztatása képezi.¹ A problema tehát maga egyáltalán nem új, sőt nem is ez az első

¹ A mechanika nyelvén fejezve ki: a szabad erőknél kényszer-erőkből, azaz az anyagrendszerek között feltételezett szilárd kapcsolatból történő levezetése.

² V. ö. *P. Volkmann*: Vorlesungen über die Theorie des Lichtes. Leipzig, 1891. p. 8. — *C. Isenkrahe*: Das Räthsel von der Schwerkraft. Braunschweig, 1879. p. 51 és 62 s tovább. — *Wundt*: Logik. II. Bd. I. p. 435.

kísérlet, mely a mechanika s illetve az egész physika körébe tartozó jelenségeket az anyagra s annak mozgásaira viszi vissza.² Ép azért fölmentve érzem magamat attól, hogy egy ily törekvés jogos vagy jogtalan voltát illetőleg, ezúttal discussióba bocsátkozzam. Azt sem kifogásolom, hogy Hertz a folytonossági elmélet alapjára helyezkedik, bár a természettudományban ma uralkodó felfogás az atomelméletet támogatja, melynek elvetésével sokkal nagyobb nehézségek lennének leküzdendők, mint a melyek elhárítására az új elmélet vállalkozik.¹ Az egyébként azonos természetű anyagnak két, reánk nézve lényegesen különböző alakja s annak érzékelhető és rejtett mozgásai azok, a melyekre észrevételeim első sorban vonatkoznak s a miknek felvételét lehetetlen egyszerűnek és természetesnek tartanom. Igaz ugyan, hogy ily anyagokról és mozgásokról a physika ma is kénytelen beszélni bizonyos jelenségek levezetésénél, de még inkább szerepelnek ezek a physika fejlődésének kevésbbé fejlett szakáiban, úgy hogy a tudomány egész fejlődését legalább is oly mértékben jellemzi a kényszerűségből bevezetett anyagok, mint az energia vagy akár az erők kiküszöbölésére irányuló törekvés.² És ez nagyon természetes, mert a tudomány, alapfeladatához képest, a „rejtett“-től, legyen az erő vagy anyag, egyaránt idegenkedik s a meg-

¹ L. az előbb idézett műveket s különösen Isenkrahe i. m. p. 64 s köv. Továbbá P. G. Tait: Die Eigenschaften der Materie. Übers. von G. Sieben. Wien, 1888. «Der neueste Versuch einer Theorie der Struktur der Materie, die Hypothese der Wirbelatome, hat einen durchaus einheitlichen, in sich selbst abgeschlossenen Charakter. Sie bedarf nur weniger einfacher Postulate, aber es wird die Anstrengungen ganzer Generationen hervorragender Mathematiker erfordern, um sie über das Bereich der unmittelbaren Konsequenzen hinaus fruchtbar zu machen.» (p. 21.)

² Így p. o. az aether felvétele is folyton szálka azok szemében, a kik egy végtelenül finom anyagot, mely az égi testek mozgásait absolute nem alterálja igen nehezen tudnak egyúttal szilárdnak és teljesen incompressibilisnek képzelni. «Die elektromagnetische Lichttheorie hat vor der elastischen Theorie endlich den Vorzug, dass sie für den Aether, welcher den Weltenraum erfüllt keine innerlich un-nahrscheinliche Constitution anzunehmen braucht. Ja es dürfte vom Standpunkt der elektromagnetischen Lichttheorie vielleicht überhaupt dem Gedanken näher getreten werden können, den Aether als besondere Substanz ganz zu entbehren, und ihn etwa durch eine Fortsetzung unserer Erdatmosphäre, also durch ein ponderables dünnes Gas zu ersetzen.» Volkmann i. m. p. 30.

magyarázhatlannal eszközölt magyarázatot nem szívesen fogadja el. Azonkívül az egyik anyagnak állandóan észrevehető, a másiknak pedig teljesen „rejtett“ volta oly lényeges különbségre utalnak, hogy kissé merésznek kell tekintenünk szerző azon felvételét, miszerint különbség köztük csupán a mi érzéklésünk szempontjából van. Ha meg elfogadjuk e felvételt, akkor a közönséges anyagnál észrevehető különbség analogiájára a rejtett anyagnál is különbségeket kell fölvennünk; vagy az érzékelhető anyagot is homogénnek állítanunk, a mi ellen pedig súlyos tapasztalati érvek esnek latba. Ha pedig mindez ellenvetések elől azzal térünk ki, hogy a mechanika általában csak az anyaggal foglalkozik, tekintet nélkül annak minőségére: ugyan miben fog állani a kép *hűsége*, melyre Hertz oly nagy súlyt kíván fektetni? És még egyet! A rejtett anyagnak és titkos mozgásainak felvételére azért van szükség, hogy általuk oly hatásokat magyarázzunk meg, a melyek a közönséges anyag ismert mozgásaiból le nem vezethetők. Ámde mi alapon állíthatjuk, hogy e titkos anyagnak a közönségeséhez hasonló mozgásai szülik e hatásokat? Ha pedig a rejtett mozgások reánk nézve ép annyira különböznek a tapasztalatiaktól (pedig ez lenne a természetes föltevés), mint maga az anyag, melyen végbemennek, az érzékelhetőtől: mimódon lesznek e mozgások nem hogy exacte, hanem megközelítőleg is tárgyalhatók?

De nem foglalkozom tovább az anyag fogalmából eredő nehézségekkel — bár még nagyon sokat lehetne erre felhozni — csak kérdezem, vajjon elérte-e szerző ezáltal célját, az erő és energia fogalmának teljes kiküszöbölését? Nagyon kétlem, hogy a mű alapos áttanulmányozása után e kérdésre bárki is igennel felelhessen. Előttek ugyanis már Hertz azon érvelése sem látszik meggyőzőnek (40. l.), melylyel azt az esetleges elenvétést megértőtleníteni igyekszik, hogy az anyagrendszerek között feltételezett merev kapcsolattal (a közönséges mechanika ú. n. kényszererői) már t. k. erőket vezetett be. Az is méltán gyanusnak tetszhetik, hogy a tárgyalás folyamán az erő, energia kifejezéseket ép úgy használja, mint akármely más mechanika. Igaz ugyan, hogy határozottan kijelenti, miszerint erő stb. alatt ő nem külön létezőket ért, hanem csak a tárgy megkönnyítése végett bevezetett segédfogalmakat (33. l.), de nem lett volna-e helyénvalóbb az

annyiszor félremagyarázott s előbbi jelentésöktől külön alig választható kifejezéseket egészen kiküszöbölni? De hogy nemcsak magát a nevet, hanem a fogalom lényeges elemeit is megtartotta, erről úgy az erő definitiója, mint e szónak az egész műben való használata meggyőzhet bennünket.¹

Végül az alaptörvényt illetőleg Hertz mesterileg tudta a mechanika két alaptörvényét a lehető legrövidebben, összefoglalva kifejezni; bár a könnyen érthetőségnek s talán a természetességnek is némi rovására esik a Gauss-féle tételnek az egyetlen „leg-egyenesebb“ szó által való jelzése, a mely persze érthető csak az előtt lesz, a ki e kifejezés alapján az egynek látszó tételt a tartalmazott két alapelve leendő képes szétbontani. Úgyszintén teljes elismeréssel keil megemlékeznünk a tárgyalásmódról, mely a gondolkozás logikai fegyelmességéről és a mai tudományos eszközök, nevezetesen a matematikai módszerek teljes ismeretéről és birtoklásáról tanuskodik. A némileg szokatlan forma ellen sem tehetünk kifogást, sőt tekintettel a tartalomra, nem csudálkoznánk, ha az a rendesen használttól még nagyobb mértékben eltérne. Általában daczára az alapfogalmak egyike ellen felhozott súlyos kifogásoknak, sokkal figyelemre méltóbb kísérletnek tartom a mechanika elveinek új alapon való összeállítását, semhogy a tárgy minden oldalú, alapos megvitatása nélkül felette a teljesen kedvezőtlen ítéletet határozottan kimondani megengedhetőnek tartanám. De talán nem leszek igaztalan a mű iránt,

¹ Az erő meghatározása a következő: «Unter einer Kraft verstehen wir den selbständig vorgestellten Einfluss, welchen das eine von zwei gekoppelten Systemen zufolge des Grundgesetzes auf die Bewegung des anderen ausübt.» 455. p. Ide jegyzek még a fentebbi állítás igazolására pár taláalomra választott helyett.

«Die Kraft, welche auf ein System *wirkt*, *leistet* positive oder negative Arbeit, je nachdem der Winkel welchen *sie* mit der Geschwindigkeit des Systems *bildet*, kleiner oder grösser als ein rechter ist. *Steht die Kraft* senkrecht auf der Bewegungsrichtung, so *leistet sie* keine Arbeit.» 515. p.

«*Halten sich zwei oder mehr Kräfte* das Gleichgewicht an einem ruhendem System, so beharrt das System in seinem Zustand der Ruhe.» 527. p.

«*Zwei Kräfte*, welche, nach einander auf dasselbe ruhende System zugleich mit denselben anderen Kräften *wirkend*, das System *in Ruhe lassen*, haben gleiche Komponenten in Richtung jeder möglichen Bewegung des Systems.» 529. p.

ha nagynevű ajánlójának, a kiváló tanítványa után nemsokára szintén elköltözött Helmholtz-nak szavaival fejezem be bíráló észrevételeimet, a melyek szerint a tudományos képzelő erőnek nagy munkát fog adni, míg a Hertz-féle felvétel alapján a physikai erők legegyszerűbb esetei is kimagyarázhatók lesznek s még nagyobb nehézségeket kell leküzdeni, míg az új alapon a physika egyes területeire nézve magyarázat lesz adható.

A mi egyébként nem tart vissza attól, hogy a legnagyobb készséggel igazat adjak szerzőnek abban, miszerint a végzett — nem csekély önállóságra és szellemi erőre valló — munka ép az alapelvek tisztázása tekintetéből nem volt felesleges, még az esetben sem, ha a tudomány ítélete annak valódi értékére nézve végeredményben kedvezőtlen lenne is. (49. l.)

Dr. Horváth József.

* * *

„*Revue d'économie politique.*“ 10-e Année. Janvier 1896.
Nr. 1.

„Historique du protectionnisme“ a címe *Lexis*, a göttingeni egyetem tudós professora értekezésének, melyben a védvamos rendszer történetét, előnyeit és hátrányait ismerteti, menten minden pártpolitikai elfogultságtól. A modern protectionismus párhuzamosan fejlett ki a capitalistikus termelés rendszerével s szoros kapcsolatban is áll azzal. Ámde a földtulajdon capitalistikus formája kifejlődésével, ennek képviselői is követelni kezdték részöket a protectiv rendszerből, s így történt, hogy az iparnak adott védelem helyébe a solidaris protectionismus lépett, mely egyaránt terjeszti ki oltalmát az iparra és földművelésre, azaz a termelés minden érdekeire.

Csakhogy ez a rendszer — mondja *Lexis* — természeténél fogva bonyolultabb mechanizmusokra vezet, mint az egyszerű ipari védvám. A csupán ipari védvám alapelvei közé nemcsak a táplálkozásul szolgáló földművelési termények szabad behozatalát kell sorozni, de egyúttal a hasonnemű belföldi termények kivételének meggátlását is. Ellenben a solidaris rendszer védvámokat követelt nem csupán a gabonaneműekre, hanem a belföldi piacra behozott ősterményekre is, minő például a gyapjú és a len. Az ellentétes érdekek egyeztetésére vámvisszatérítésekhez kellett.