

TERMÉSZETTUDOMÁNYI MOZGALMAK.

I. A FIZIKA KÖRÉBŐL.

1.

A mechanikai tudományok bizonyosságáról igen érdekesen és tanulmányosan nyilatkozik Bertrand, a párizsi tudományos akadémia egyik örökös titkára a legközelebb megjelent »Thermodynamique« című munkája előszavában. Ma is vannak még sokan, kik azt vélik és azt tanítják, hogy a mechanika elvei és törvényei abszolút igazságok, melyeknek szükségképen állaniok kell. Bertrand példái és fejtegetései e kérdést igen szépen megvilágosítják s úgy szólván szemmel láthatóvá teszik, hogy a mechanika igazságai is csak olyan igazságok, mint a többi természettudományokéi, t. i. tapasztalatiak, nem pedig szükségképek.

Galilei, három évszázaddal ez előtt, — így kezdi B. — azt állította, hogy lehetetlen munkát teremteni. A gépek csak átalakítják azt. A ki mást hisz, mondá Galilei, egy betűt sem ért a mechanikából.

Mikor a páduai tanulók, mesterök szavára esküdve, utána rebegték, hogy »gép soha nem teremtett erőt«, ép oly joggal tehették volna azt is, hogy fegyverzetlen szemmel tekintsenek föl az égre, s vakon írják le, csupa bizalomból, a teleszkóp távoli birodalmát.

A mechanika elvei és törvényei éppen-séggel nem evidensek. Az igazságoknak régi híres felosztása szerint a mechanikát nem a szükségszerű, hanem az esetszerű (contingens) igazságok körébe kell soroznunk. Nem oktalanság az, ha valaki olyan világot képzel, a hol a gépek munkát teremtenek. Ott a perpetuum mobile is lehetséges volna. Es nem is létezik *a priori* semmiféle bizonyíték, a mi e föltevést eltiltaná.

Ismertem egy mechanikust, a kinek az elméje sehogysém bírta a hatást vele egyenlő és ellenkező értelmű visszahatás nélkül elképzelni. A mágnes húzván a vasat, megfoghatatlannak tartotta, hogy a vas is ne húzná a mágneset. Rá nézve bizonyosság volt az, a mit a tapasztalásnak kell igazolni, s ez esetben igazol is. — Mikor Ampère az áramok kölcsönös vonzását fölfedezte, bámulták és pedig méltán; de természetesen gáncsolói is akadtak. Tudván azt, mondá egyik gáncsolója, hogy ez az áram s amaz az áram is hatással van ugyan arra az egy mágnesre, nem evidens dolog-e, hogy a két áramnak is hatással kell egymásra lenni?

Ampère úgy tett, mintha értené a dolgot. Arago azonban két kulcsot vett ki a zsebéből. »Mind a kettő vonzza a mágneset,

mondá, s egymást még sem vonzzák«. Ezzel a csalóka evidentia egyszerre szétfoszlott.

A mechanika elveire óvatossággal szabad csak hivatkoznunk. Kommentárok nélkül nem használhatók. Az eleven erő elve is ilyen. Alkalmazása csak bizonyos feltételek mellett jogos, oly feltételek mellett, a melyeket a felszínesség gyakran hallgatással szokott mellőzni.

Egy öreg tanár beszélt el nekem, hogy mintegy ötven évvel ezelőtt egy tanuló, ki az oklevélre bizton számíthatott, a párizsi Faculté des Sciences-on thézise tárgyául az eleven erő elvének alkalmazásait választotta. Az első kérdés, a mit hozzá intéztek, az volt: »bizonyítsa be az eleven erő elvét«. Meglepetésében azt találta felelni: »axiómát nem lehet bizonyítani«. Birái, kiket e felelet szintén nagyon meglepett, megtagadták tőle az oklevelet.

Ma már a meglepetés nem lenne oly nagy. Sok tudós, a kit a könnyű szerrel tanulás intoleránsá tesz, hamarosan rá szereti sütni az olyanra a tudatlanság bélyegét, a ki komolyabb tanulmányok alapján rezerváltakkal mer élni.

Az eleven erő elvén alapszanak azok a nagyra becsült dolgozatok is, a melyek a thermodynamika tárgyát alkotják.

A test molekuláinak belső munkája, bármilyen legyen is az átalakulás, nem függ egyébtől, mint a kezdeti és a végső helyzettől. Ez a thermodynamika alaptétele. Egyszerűen idézik az eleven erő elvét s tovább haladnak.

Az eleven erő elve nem teszi evidenssé ez állítás helyességét, ha csak sok komoly nehézség előtt szemet nem húnunk.

A molekulák kölcsönös hatásáról föl-tesszük, hogy az őket összekötő egyenes irányában lép föl s hogy csupán a távolságtól függ. *A priori* ez nem evidens; kétség férhet hozzá. A melegség, mondják, az anyagi molekulák mozgása. Ez az eszme nem új. »Mindenütt, a hol a földi testekben elegendő sebesség vagyon, mondá Descartes, ott tűz is van«. Ha el is fogadjuk az állítást, szabad-e következményeit »a hő elméletének« nevezni?

A meleg test jelenléte megmelegíti a szomszédokat is, tehát molekuláik eleven erejét növeszti. De még soha sem látott senki olyan mozgást, mely pusztán a szomszédságnál fogva hatna egy másik mozgásra. Erőknek kell közbe lépni. Honnan jönnek ezek az erők? A felelettel hamar készen vagyunk: az erősen megingatott éterrézcskék, mondaná Descartes, okozzák a hatást.

Az anyagi részecskék hatnak tehát az éterre s ez viszont azokra. E hatások, melyeknek sem törvényét, sem nagyságát nem ismerjük, minden tüneményben szerepelnek; elménkben már mintegy megrögzödték. Nem is tesszünk rólok említést. Az eleven erő elve mindenre megfelel.

Vajjon ezek az erők kielégítik-e a feltételeket, melyek nélkül nem szabad az eleven erő elvét alkalmazni?

A priori semmi sincs, a mi ezt valószínűvé tenné.

Az elefántcsontgolyó leesik a márványlapra; visszapattan, de úgy, hogy a kezdeti szintájánál nem mehet magasabbra: az eleven erő elve tiltja, hogy magasabbra menjen. Ez az argumentum, úgy látszik, döntő. Pedig egy csipetke dinamit, az ütközés helyére hintve, megczáfolná az elméletet. Hogyan eshetik evidens tantétel mégis ilyen hibába? Az ütközés után, s ez a lényeges különbség, a márvány megmarad s a dinamit eltűnik. Hátha az a láthatatlan és ismeretlen éter is, a mit a márványnak is tulajdonítunk, úgy viselné magát mint a dinamit. Miért ne játszhatná az ütközésnél a márványon levő éter azt a szerepet, a mit a márványon levő dinamit játszik. Miért ne tűnhetnék el onnan az ütközés közben, mint a hogy a dinamit eltűnik. Ki tilthatja ezt a fölrevést? Az éter mennyisége végtelen; nem kell félni, hogy elapadjon. . . .

A geometriában a feltételek száma sem nagyobb, sem kisebb nem lehet, mint az ismeretlenek száma. Legyen egy egyenlettel több, — a megoldás helytelen; egy egyenlettel kevesebb, — a feladat határozatlan.

A fizikusok nem ily szigorúak. Minden biztos igazság elvévé válhatik nálók, minden jól végzett kísérlet megoldhatja a feladatot, s valamely ismeretlen fajta mennyiséget mindjárt ismeretesnek tekintenek, mihelyt valami úton-módon sikerült vele jól megbarátkozniok.

Nyilvánvaló, hogy az ilyen eljárás az építménynek s az alapnak, melyen amaz nyugszik, összetévesztése.

Ha valaki a negyedik emeleten állva, csak arra szorítkoznék, hogy a tető ácsolatát tanulgassa, bizonyára rosszul hatolna be a szerkezet titkaiba, s ha azt mondaná, a mire joga is lenne: az alap szilárd, ez tény; megnyugszom benne s építek rá. Ez az eljárás nagyon hasonlítana ahhoz a módszerhez, a melyet a fizikusok szoktak követni.

Tegyük fel, mindig csak a mechanikai elméletekből merítve példáinkat, hogy mielőtt az egyszerű inga elmélete meg lenne állapítva, a következő két elvre már rájuttunk:

1. A kis lengések tartama mindig független a lengések tágasságától; ez olyan igazság, a mit a kísérlet teljesen igazol.

2. A súlyos pont esése közben szerzett sebessége, — bármilyen legyen is az eléje szabott út hossza és formája, — mindig arányos az átesett magasság négyzetgyökével.

Ez utóbbi igazság a függőleges esés törvényeinek és a perpetuum mobile lehetlenségének szükségképi következménye.

Eme kétségbevonhatatlan két elv meglevén állapítva, vegyünk két ingát, melyeknek hosszai 1 a 4-hez viszonyban legyenek egymáshoz s térítsük ki mindkettőjüket egyazon szöggel az egyensúlyi helyzetből, úgy legott látni fogjuk, hogy az egyfektű ívek megfutására szükséges idők a két ingánál úgy viszonylanak egymáshoz, mint 1 a 2-höz. A rövidebb inga lengései tehát 2-szer olyan sebesekek. Az elmélkedést ekként általánosítva, rájövünk, hogy a lengés tartama arányos az ingahossz négyzetgyökével. Elég tehát a lengés tartamát csak egy esetben megmérni. A most kifejtett elmélet alapján, minden más lengésre számszerű táblázatot állíthatunk össze s a tapasztalás azt igazolni is fogja.

Ha a fentebbi elmélkedést és a belőle levezetett táblázatot valami háromszáz esztendősi régi könyvben, például Galilei munkáiban megtalálnók, minden tisztelet daczára, mellyel a nagy fizikus éleseszsége eltöltene, mi bizonyára azt mondanók, hogy mindez még nagyon magán viseli a tökéletlenség bélyegét. De gondoljuk csak el, hogy Galilei valamelyik kortársa merete volna azt mondani: »ez mind igen szép és mind igaz, de azért az inga elmélete még nincs megcsinálva« — az ilyen fölszólaló bizonyosan magára vonta volna azt a vádat, hogy a fizikából a tapasztalati igazságok használatát számkivetni akarja. Nem akarjuk őket számkivetni, csak a számukat kell minimumra leszállítani. Az elvek száma, mondhatná valaki, nem határoz; csak igazak legyenek. De igenis nagyon sokat határoz; az elvek számának korlátlan szaporítása minden teoriát elenyésztené.

Mai napság csak mint tapasztalati tény hirdetjük, hogy »a meleg test a szomszéd testeket megmelegíti, ő maga pedig lehül«; ugyan ilyen tapasztalati tény az is, hogy »a melegség, bizonyos hőmérsék mellett, a mely a nyomástól függ, a folyadékot csupán párologtatja, de többé nem melegíti«. Az ilyen tényeket az elméletnek, ha tökéletes lenne, előre meg kellene mondania s a kísérletnek csak utólagosan igazolni.

Az új módszerek nagy fontosságát korántsem akarja senki kétségbe vonni; csak arra kell ügyelnünk, hogy a határtalan tisztelet el ne ragadjon bennünket. Ne higgyük, hogy minden felleg el van oszlatva; tőrjük őket, ha árnyékot vetnek is; valljuk be őszintén s kutassuk mindig az igazságot.

Sz. K.