

A MECHANIKA OKTATÁSÁNAK VILÁGNÉZETI PROBLÉMÁI

KOVÁCH LÁSZLÓNÉ

(Közlésre érkezett: 1977. január 31.)

A fizika múlt század végén megindult forradalmi átalakulása filozófiailag a dialektikus materializmust szüli a fizikában, a vajúdas melléktermékeként jelentkező idealista nézeteket pedig kiveti magából. Erre már egy fél évszázaddal ezelőtt mutatott rá Lenin, és a fizika fejlődése azóta is objektív szükségszerűséggel vezet a dialektikus szemléleti mód terjedéséhez és továbbfejlődéséhez. A fizikának a filozófiához való viszonyát az jellemzi, hogy a fizika az egyik szaktudomány, amely az objektív valóság általános összefüggéseinek megállapításához anyagot szolgáltat a filozófiának, másrészt az általános filozófiai megállapítások próbakövéül szolgál. Azonban a fizikai kutatás sem nélkülözheti a filozófiai ismereteket, s az új elméletek helyes értelmezése megköveteli a filozófiai megalapozást.

Természetesen nem hagyhatjuk figyelmen kívül, hogy a modern fizika – éppen a feltárt jelenségek bonyolultsága miatt – lehetőséget adott idealista nézetek kialakítására. Ezeket a nézeteket itt nem részletezem, de felhívom a figyelmet veszélyességükre. Lenin is nagy jelentőséget tulajdonított annak, hogy a „fizikai” idealizmus elveinek megcáfolása sikeres legyen, s ő maga is támadta e nézeteket „Materializmus és empiriokriticizmus” című művében (1908–1909), majd 1922-ben „A harcok materializmus jelentőségéről” c. cikkében. A természettudományok és a marxista filozófia szövetsége a tudományok fejlődésének alapfeltétele, így okvetlenül szükséges, hogy magas világnézeti követelményeket állítsunk főiskolai természettudományos oktatásunk elé. Ennek megfelelően a fizika oktatása során ki kell használnunk a természettudományokban rejlő világnézeti vonatkozások lehetőségeit, amelyet a szaktárgy oktatása során kell valósággá formálnunk. Semmiképpen sem helyes a hallgatókra bízni a világnézeti tartalmak megtalálását és a világnézeti következtetések levonását. Segítsünk nekik, és rövidítsük meg a valóban helyes világnézetük kialakításának folyamatát.

A fizika minden területén számos olyan problémát találhatunk, amely a tárgy oktatójának lehetővé teszi minden erőszakosság és mesterkedtség nélkül, a fizikán belül a dialektikus szemlélet kialakítását. Most a fizika egy területének, a mechanikának világnézeti problémáival kívánok foglalkozni. A mechanikán belül sem törekszem teljességre, inkább csak egyes filozófiai fogalmak fizikai tartalmával szeretnék a dialektikus gondolkodás tükrében foglalkozni.

A tárgyalandó mechanikai fogalmak felsorolását és ismertetését a dialektikus materializmus négy alapvető kategóriája különösen áttekinthetővé teszi. E négy kategória a következő: anyag, mozgás, tér, idő.

I. Az anyag

A mechanikai anyagfogalom a mindennapi tapasztalatok alapján a közvetlenül érzékelhető testek megismeréséből alakult ki. Newton eredeti megfogalmazásában összefüggést lát a tömegfogalom és az anyagfogalom között, a tömeg azonban – mint ismeretes – az anyagnak csak egyik tulajdonsága, tehetetlenségének mértéke. Föltétlenül szükségesnek tartom tehát már itt a mechanikában – ahol az anyagfogalom éppen a mechanika által vizsgált jelenségek miatt nem lép túl a szűk anyagfogalmon – rámutatni arra, hogy az anyag filozófia és fizikai fogalma sokkal tágabb fogalom. Így nem fordulhat elő, hogy hallgatóinkban a mechanisztikus szemlélet alakuljon ki. Mivel már középfokú fizikai ismeretekkel rendelkeznek, itt feltétlenül erre támaszkodva rámutathatunk, hogy az anyagnak a mechanikai jelleg (testiség) nem alapvető tulajdonsága.

A mai fizikai szemlélet alapján nem lehet a testeket elsődleges létezőknek, a fizikai terek (mezők) hordozójának tekinteni, hanem az utóbbiak is az objektív természeti folyamatok testekkel egyenrangú elemei. Ehhez szükséges viszont az erőterek objektív realitásának bizonyítása. A mechanikában konkrétan arra gondolok, hogy a tér jellemzőit (ténerősség, potenciál, erővonalfluxus stb.) a gravitációs térnél is be kellene vezetni az oktatásban is. Meg kellene változtatni az erővonalakra vonatkozó szokásos szemléletmódot. Sok tankönyvben ma is az erővonalakat úgy fogják fel, mint a tér ábrázolásának formális eszközeit. Ez a felfogás a mechanisztikus anyagszemlélet maradványa: ami nem test, nem kézzelfogható, az nem létezik. Valójában pedig az erővonalak objektív realitással bírnak, nevezetesen a gravitációs térben, mint a magára hagyott objektum lehetséges pályái.

Ennek a ténynek a hangsúlyozásával az oktatásban is nyilvánvalóvá tehetjük az erőterek és korpuszkulák egyenértékű realitását, s elősegíthetjük a mechanisztikus anyagszemléleten való túllépést: az objektív lét nemcsak a testek sajátossága.

Lenin már a századforduló után rámutatott, hogy a korpuszkulák nyugalmi energiájának sugárzó energiává alakulása nem filozófiai probléma, mert az objektív anyag egyik megjelenési formájának egy másik formába való átalakulását jelenti. Valójában tehát a dialektikus materialista anyagszemléletet támasztja alá, amely elveti, hogy a filozófiai értelemben vett anyagot egyik, vagy másik konkrét fizikai megjelenési formájával azonosítsák, amint azt a klasszikus mechanisztikus materializmus tette, amikor az anyagot filozófiai szinten is a mechanikai testekkel azonosította.

A megmaradási tételek döntő szerepet játszanak a modern anyagszemlélet helyes kialakításában. Kétségtelen, hogy a fizika oktatásában a legdöntőbb szerepet az energiamegmaradás törvénye játssza. Ez a törvény nyilván nemcsak a mechanikában szerepel, hanem a fizika, sőt a kémia valamennyi területén végigkísér. Felhívhatjuk a hallgatók figyelmét annak univerzális jellegére, mivel valamennyi ma ismert energiafajtára érvényes. Helytelen azonban, ha a világ időbeli végtelenségére vonatkozó következtetést csak erre a tételre támaszkodva vonjuk le, elhanyagolva a többi megmaradási tételt. Ennél a tételnél viszont igen fontos kiemelni, hogy a különböző energiafajták egymásba való átalakulásai éppen a világ anyagi egységét támasztják alá. Hangsúlyozom viszont, hogy feltétlenül gondot kell fordítanunk a többi megmaradási tétellel kapcsolatos világnézeti problémákra is.

Gondolok itt konkrétan mechanikában pl. az impulzusmegmaradás tételére. Ha sikerül a hallgatókban kialakítani a dialektikus materialista anyagszemléletet, amely szerint a tömeg, energia, mozgásmennyiség az egységes anyag különböző tulajdonságai, akkor filozófiai értelemben is jogos valamennyi megmaradási tétel alapján az anyag örökkévalóságáról szóló következtetést levonni. Nyilvánvaló ugyanis, ha az anyag minden

konkrét tulajdonsága eleget tesz egy-egy megmaradási tételnek, akkor jogos az anyagmegmaradás törvényét, mint az anyag konkrét tulajdonságaira vonatkozó megmaradási tételek szintézisést – filozófiai értelemben is kimondani.

II. *A mozgás*

A mozgás általában az anyag létezési módja. Az anyag speciális fajtájának meghatározott mozgásforma felel meg. Már Engels foglalkozott az alapvető anyagfajtákkal és nekik megfelelő mozgásformákkal. Engels a mechanikai mozgást, mint legegyszerűbbet, úgy tekinti, mint minden egyéb mozgásforma közös mozzanatát. A fizikának Engels kora óta történt fejlődése erősen differenciálta, s meg is változtatta a mechanikai helyváltoztatásról szóló nézeteket. A relativitáselmélet és kvantummechanika kifejlődése bebizonyította, hogy a nagy sebesség esetén, ill. a mikrofizikában a mechanikai mozgás törvényei mások, mint a newtoni mechanikában. A hallgatókban ezt már a klasszikus mechanikai tanulmányaik során tudatosítani kell, hogy a mechanikai mozgás törvényei különböző anyagfajtákra nézve különbözőek. Azonban az einsteini relativisztikus mechanika kis sebességeknél, a kvantummechanika a makrovilágban olyan kevésbé módosítja a klasszikus mechanika értékeit, hogy az eltérések elhanyagolhatók. A fizika modern eredményei, s ezek filozófiai értelmezése azt támasztják alá, hogy a mechanikai mozgásforma olyan általános jellegű (s maga is differenciált) mozgásforma, amely minden más mozgásforma meghatározott mozzanata.

1. *Mozgás és nyugalom*

Az oktatás során, és főleg a sztatikában, igen fontos a nyugalom viszonylagosságának hangsúlyozása. A sztatika – problémakörénél fogva – azt a veszélyt rejt magában, hogy a hallgatók a tárgyalásra kerülő jelenséget azonosítják az abszolút nyugalom állapotával. Ezért feltétlenül szükséges kísérleteket és feladatokat úgy elemezni, hogy mennyiben áll fenn a nyugalmi helyzet, illetve mennyiben a mozgás. Rá kell mutatni a nyugalom absztrakciójának szükségességére is. Hiszen a sztatikában a nyugalom absztrakciója feltétlenül jogos, és objektív viszonyokat tükröz, s megengedett az „abszolútizálása” is szaktárgyi kutatás „szintjén”, de téves átvive ismeret-elméleti síkra. A mechanika oktatásában erre feltétlenül ügyelni kell, a nyugalom relatív voltát hangsúlyozzuk ki, hiszen ez természettudományos szinten is könnyen belátható.

A kinematika során se rekedjünk meg a mechanikai mozgásformáknál. Ez azért igen fontos, nehogy a hallgatókban valamilyen mechanikus materialista szemléletmód kialakulása kezdődjék meg. Támaszkodjunk a hallgatók – mikrofolyamatokban lejátszódó mozgásformákról, a molekuláris, atomi mozgásformákról – már megszerzett ismereteire, s így elmélyíthetjük azt a gondolatot, hogy a nyugalom valamely mozgás (pl. makroszkopikus mozgás) időleges és viszonylagos megszűnését jelenti. Ugyanakkor számtalan más makró- és mikro-mozgásforma megmarad, s hogy el sem érhető olyan állapot, ahol minden mozgásforma megszűnik. Ebből is nyilvánvalóvá válik, hogy a mozgás az anyag elidegeníthetetlen tulajdonsága.

2. Dialektikus ellentmondások a mechanikában

A makromechanikában – amely általános jellegű és a dolgok külső oldalát absztrahálja – a dialektikus ellentmondások is áttételesen találhatóak meg. A mechanikai mozgás alapvető dialektikus tartalma, mint a mozgásban lévő ellentmondás „pillanatfelvételeit” tudjuk megragadni. A mozgó test minden időpillanatban „itt van” és „nincs itt” megfogalmazás meglehetősen mereven fejezi ki a mozgásban lévő dialektikus ellentmondást. A mechanikának a newtoni törvényekben jelentkező dialektikáját a hatás – ellenhatás ellentétpárjában közelíthetjük meg. Az egymásra ható testek egy mechanikai rendszert alkotnak, amely zárt rendszeren belül fellépő belső erők egymás ellentettjei, s a kölcsönhatás objektivitásain belül ezen erőpár valóban egységet alkot. A rendszeren kívül eső objektum, amely az adott rendszer számára mint „külső erő” szerepel, belsővé válik egy tágabb zárt rendszeren belül. Ezen kérdések fizikai jellegű elemzésére a mechanikában számos példát találhatunk: Newton törvényeinek, a mozgásmennyiség és megmaradása törvényének, Archimedes törvényének stb. tárgyalásakor.

III. A tér és idő

Azt hiszem, az nem kétséges, hogy a tér és az idő fogalmának kialakulása egyidős az emberi tudattal. Nem valami tudatos tér–idő szemléletre gondolok, hanem arra, hogy az embert mindennapi tevékenysége arra kényszerítette, hogy bizonyos tér- és időproblémákkal foglalkozzon. (pl.: földmérés, távolságok mérése, térformák alkalmazása építkezésnél, események egymásutánosságának, időtartalmának megismerése stb.) Kialakult tehát egy ösztönös tér–idő szemlélet. Az újkori fizika, pontosabban a mechanika fejlődése hozta magával annak fontosságát, hogy a jelenségek leírásában és azok megértésében a térbeliség és az időbeliség explicit formában megjelenjen.

Ez azért volt a klasszikus mechanika számára fontos, mert ez a tudományág alkalmazta elsőként a kvantitatív kísérleti megismerés, illetve a kvantitatív matematikai leírás módszerét. Azonban a klasszikus mechanika szempontjából nem volt szükséges a tér és idő lényegének kutatása, hiszen a klasszikus mechanikai jelenségek körében semmi sem mutatott arra, hogy a testek mozgása, állapotváltozása során a tér struktúrája, vagy az idő struktúrája változást szenvedne. Valójában a fizikai mérések tapasztalatát találjuk Newton tér–idő felfogásában, mely szerint:

„Az abszolút éter lényegénél fogva közömbös bármely külső körülmény iránt, és mindig egyforma és mozdulatlan marad”.

„Az abszolút, igazi matematikai idő, magában véve és lényegéből eredően minden külső körülménytől függetlenül, egyenletesen múlik”. A legújabb fizika e definíciókat alapjaiban ingatja meg, hiszen egyrészt az abszolút lét, az eleve adottság kérdésében, másrészt a térben és időben lejátszódó folyamatoktól, illetve az anyagtól való függetlenségének kérdésében is új eredményeket tárt fel. Newton tulajdonképpen, mivel elismerte a tér és idő objektív létezését, materialista álláspontra helyezkedett. Ellenben az abszolút teret és időt különválasztotta a reális dolgoktól, így e fogalmaknak metafizikai jelleget adott. Lényegében pedig már a klasszikus mechanika egyes tapasztalatai is arra utalnak, hogy a térbeliség és az időbeliség nem csupán az események leírásában játszik fontos szerepet, hanem része maguknak a természeti eseményeknek is. A mechanikai események időbelisége nyilvánvalóan igen sok körülménytől függ. Az az idő, amely pl. ahhoz szükséges, hogy egy test egy adott pályát befusson, függ a testre ható erőtől, a test tehetetlenségétől. Lényegesek azok a mozzanatok is, amelyek az erők tanulmányozása

kapcsán adódtak. A fizikai terek struktúrája általában nem statikus, hanem dinamikus. Ahhoz azonban, hogy ezen jelenségek – s a klasszikus fizika más területein adódó hasonló jelenségek –, alapján levonhassák a térre és időre vonatkozó helyes konklúziókat, egy nagy horderejű lökésre volt szükség. Ezt a tér és idő vonatkozásában, mint ismeretes, a Michelson–Morley kísérlet negatív eredménye, illetve annak einsteini értelmezése adta meg. Nem kívánom most a relativitáselmélet tér–idő szemléletének filozófiai problémáját ill. magának a relativitáselmélet elveinek elemzését és ismertetését adni, hiszen ez egy külön téma is lehetne. Ehelyett inkább arra szeretnék rámutatni, hogy a klasszikus mechanika jelenségeinek elemzése is elősegítheti és megalapozhatja a hallgatók modern tér–idő szemléletét. Pl. vizsgáljunk meg egy nagyon egyszerű mozgást, a szabadesést. Mint ismeretes, a megtett út és idő kapcsolatát az

$s = \frac{g}{2} \cdot t^2$ összefüggés fejezi ki. Grafikusan ábrázolva az eredmény parabola. Itt a parabolának, mint térformának, nincs közvetlen fizikai realitása, hiszen a szabadon eső test pályája egyenes vonal. Ha azonban a térbeli értelemben vett egydimenziós jelenséget az idő figyelembevételével, mint folyamatot ábrázoljuk, tér–időbeli lefutása már valóban parabola. Ezen a szinten tehát a reális lehetőség az, hogy a modern tér–időszemlélet alapjait kialakítsuk a hallgatókban, megértessük, hogy a természet dolgainak térbelisége nem csupán alakot és távolságot jelent, hanem a folyamatok, változások térbeliségét, s hogy a tér és az idő már a klasszikus folyamatokban is elválaszthatatlanul összekapcsolódik egymással.

Természetesen nem mondtam el mindent arra vonatkozóan, hogy a mechanika oktatása során mennyi lehetőség kínálkozik a hallgatók dialektikus materialista szemléletének kialakítására. Csupán arra kívántam rávilágítani – a mechanika oktatása tükrében – hogy a természettudományok a dialektikus materialista világnézet legalapvetőbb, legáltalánosabb kérdéseit érintik, s hogy ezeknek a kérdéseknek a mély megértését hogyan segíthetjük elő a fizika oktatásával.

IRODALOM

- Glezermann–Kopnyin–Kuznyecov: A marxista filozófia alapjai. Kossuth Kiadó, Budapest 1959.
Fáy Gyula: Korunk fizikai világgképének alapjai. (Világnézeti nevelésünk természettudományos alapjai III.) Tankönyvkiadó, 1966.
Bíró Gábor–Müller Antal–dr. Bóna Ervin: A matematika-, fizika- és kémiaoktatás világnézeti kérdései. Országos Pedagógiai Intézet, 1968.
Fényes Imre: Fizika és világnézet. Kossuth Kiadó, 1966.
Sas Elemér: Beszélgetések a fizikáról. Magyar Rádió–Minerva, 1975.
Jánosy Lajos: Fejezetek a mechanikából. Magyar Rádió–Minerva, 1975.
Elek Tibor: A fizikai tudományok egyetemi oktatásának néhány világnézeti problémája. (Társadalmi Szemle XVI. évf. 7. sz.) Kossuth Kiadó 1961.