

**A DIALEKTIKUS MATERIALIZMUS  
NÉHÁNY „TÉTELÉNEK” ELEMZÉSE A FŐISKOLAI HÖTAN  
OKTATÁSÁBAN**

HIDASÍ KÁROLY  
adjunktus

**Bevezetés**

Lenin: „A harcós materializmus jelentőségéről” című művében közel hatvan éve már leszögezte, hogy: „Szilárd filozófiai megalapozás nélkül semmiféle természettudomány, semmiféle materializmus nem állhatja meg a helyét...”.

A fizika gyors fejlődése, az új elméletek helyes értelmezése még jobban szükségessé teszi a filozófiai megalapozást. A természettudomány olyan gyorsan halad előre, olyan mély forradalmi átalakulás periódusát éli át, hogy filozófiai következtetések nélkül semmiképpen nem lehet meg.

Hallgatóink túlnyomó része a marxizmus—leninizmus oktatása keretén belül megismerkedik a filozófiával, de szűkebb értelemben vett szaktárgyi alkalmazhatóságát hiányosan ismerik.

Felsőoktatásunk célja: a kommunista szakember képzés megvalósítása. Ennek a tevékenységnek lényeges része oktatásunk egész tartalmának megtöltése a marxizmus—leninizmus szellemével. Ahhoz, hogy hallgatóinkat főiskolai tanulmányaik idején a dialektikus materialista világnézetnek megfelelő légkör vegye körül, elengedhetetlenül szükséges, hogy valamennyi tantárgy — így a fizika is — tartalmában, felépítésében és módszerében a dialektikus materializmus szellemét sugározza. A dialektikus materializmus alaptételei nem adhatnak feleletet a fizika minden egyes felvetett kérdésére. Az ilyen esetekben legtöbbször a fizika gyakorlata lehet a döntő kritérium. A fizika története azt bizonyítja, hogy a fizika kérdései mindig valamilyen összefüggésben vannak a filozófia kérdéseivel. Legszorosabb a kapcsolat az ismeretelmélettel, mely a történelem fejlődése során változásokon ment keresztül.

Az oktatásban ki kell tehát emelni a fizikából azt, ami az ismeretelméleti, világnézeti vonatkozásban a materializmus és idealizmus har-

ca szempontjából döntő fontosságú, az egyes fizikai eredményekhez kapcsolódó idealisztikus elképzeléseket megcáfolva meg kell adnunk azok materialisztikus filozófiai értelmezését.

Dolgozatomban elsősorban is a hőtan oktatásában felmerülő problémákat fogom elemezni a dialektikus gondolkodás tükrében. Természetesen a teljességre nem törekedhetem, mert igen sok olyan hőtani jelenség van, amely egyrészt ismétlődő problémákat vet fel az oktatási félév anyagában, másrészt pedig céлом, hogy a legfontosabb fizikai-filozófiai ismeretelméleti kérdéseket boncoljam. Ennek a gondolatnak megfelelően arra törekszem, hogy a főiskolai oktató-nevelő munkában az előírt oktatási anyagon belül tárjam fel azokat a kínálkozó lehetőségeket, amelyek lehetővé teszik az oktató számára — minden különösebb „mesterkélttség” ideológiai „erőszakosság” nélkül — a dialektikus világszemlélet szaktárgyon belüli kialakítását. Szükséges lesz azonban egynéhány fogalmat, jelenséget és törvényt más fejezetekből is elemezni. Ezek elengedhetetlenül szükségesek, mert bizonyos átfedések — a szoros kapcsolódások miatt — a fizika fejezeteiben megtalálhatók, sőt elkerülhetetlenek.

Néhány hőtani (fizikai) fogalom dialektikus értelmezése: Az oktató-nevelő munkának igen fontos része a tudományos fogalmak helyes meghatározása. Fogalmaink helyes meghatározása és alkalmazása a hallgatók szakmai és világnézeti nevelésében igen eredményesek lesznek, ha az oktató rámutat a fizikai kategóriák és a filozófiai kategóriák közötti viszonyra. Ennek hangsúlyozása különösen olyan esetekben fontos, amikor formailag azonos, de tartalmilag teljesen különböző fogalmakról esik szó és az elkerülhetetlenül félreértéshez vezet, esetleg a hallgatókban idealista nézetet táplálhat.

## 1. Az anyag fogalma

Az oktatónak legfontosabb feladata, hogy az anyag fogalmának helyes kialakítására törekedjék. Már az első fizikai órán szükségessé válik a fogalomnak kettős értelmezése: fizikai és filozófiai megfogalmazása. A filozófia szerint: „az anyag filozófiai kategória, amely az érzeteinkben feltáruló, érzeteinkkel lemásolt, lefényképezett, vissza tükrözött, érzeteinktől függetlenül létező objektív valóság megjelölésére szolgál”. (Lenin: Materializmus és empiriokritizmus.). Ez a meghatározás az anyaggal foglalkozó tudomány eredményeinek összefoglalása, és szilárd materialista támaszt nyújt a természettudósoknak konkrét kutatásaikhoz. Ez a meghatározás az idealisták ellen irányul, akik az atom szerkezetére vonatkozó minden új felfedezést arra próbálnak felhasználni, hogy megcáfolják a materializmust és kimutassák, hogy az anyag csupán színbórum, fogalom, nem pedig objektív valóság. De bárhogyan változzanak is az embereknek az atom felépítésére vonatkozó elképzelései, nem lehet megcáfolni a leglényegesebb tény, hogy az anyag az emberi tudattól függetlenül létezik, s hogy minden, ami létezik, az anyag különféle megnyilvánulása. Az anyagnak több

tulajdonsága van: a mozgás, a tér és az idő, mint az anyag objektív létezési formája; szerkezeti felépítésének vizsgálatából eredő tulajdonságok stb.

Az oktató-nevelő munkánkban tapasztaljuk, hogy a hallgatók a fizikában anyag-fogalom alatt nem azt értik, amit a filozófiai anyag-fogalomban. Ha nem is ellentétes értelmű, de szűkebb értelemben használja a fizika, mint a filozófia. Ennek persze megvan a maga történelmi háttere is. Az anyag fogalmának tisztázásakor tudnunk kell azt, hogy egy naív előítélettel kell szembeszállnunk, ugyanis az anyag fogalmáról lévén szó, első pillanatban a hétköznapi életben kézzelfoghatóan megnyilvánuló formáira gondolnak, a kézzelfoghatóságot szükségszerű tulajdonságnak tekintve. Ilyen alapon gondolták régen, hogy a levegő — és a többi gáz — már nem anyag, hanem inkább szellemi szubsztancia. Az a kérdés természetesen, hogy a gázok valóban ugyanúgy anyagi természetűek, mint pl. a kő, vagy a föld, ma már nem jelent problémát. De nem biztosított az egyértelmű válasz, ha ugyanazt a kérdést tesszük fel az erőterre, sugárzásra, stb. vonatkozóan. Az ilyen kérdéseket feltétlenül és pontosan értelmezni kell az anyag egységes szemlélete szempontjából. Fontos kihangsúlyozni, hogy például a fizikai erőknek, sugárzásoknak, stb. anyagszámba való vétele nem egyszerű fogás, mellyel névlegesen elkerüljük anyagon kívüli hatótényezők elismerését. Mindezen jelenségeknél pontosan kimutatható tömegeloszlás létezik, rendelkeznek energiával, mozgásmennyiséggel és sok más fizikai tulajdonságuk van. Az anyag kölcsönhatása és szükségszerűsége jól igazolt kísérleti tény.

## 2. A tömeg fogalma

A tömeg fogalmát Newton alakította ki a XVII. században. A testek tömege Newton szerint elsődleges és adott tárgy esetén változatlan sajátosság. Igen sokáig a tömeg és anyag azonos fogalom volt a fizikában. Éppen ez okozta a mechanika válságát. A helyes kiutat ebből a válságból a dialektikus materializmus mutatta meg, a mi vonatkozásunkban azzal, hogy a természettudományok eredményeire alkalmazkodva kimutatta: a mechanikai tömeg nem azonosítható az anyaggal általában, és a mechanikai mozgáson kívül az anyagnak még igen sok, minőségileg más mozgása is van, de minden mozgás elválaszthatatlan az anyagtól. A mechanikai tömeg a közönséges értelemben vett anyagnak igen fontos tulajdonsága. Az ismereteink fejlődése bebizonyította, hogy a közvetlenül észlelhető anyagi testen kívül az anyagnak más fajtái, más megnyilvánulási formái is vannak, amelyek a mechanikai tömeggel már nem mérhetők. Az Einstein-féle összefüggés értelmében ( $\Delta E = m \cdot c^2$ ) bármely anyagi objektum csak úgy adhat át energiát egy másik objektumnak, hogy egyúttal megfelelő mennyiségű tömegeket is átad. A modern kísérleti technika mérési módszereivel bebizonyította, hogy anyagi objektumok között nem létezhet energia átadás, egyidejűleg tömegátadás nélkül. Fel kell hívni a hallgatók figyelmét

arra, hogy a fenti egyenletben a tömeg és az energia nem egymás megnyilvánulási formái, hanem ugyanezen anyagi tartalom: a fizikai objektum megnyilvánulási formái. Az Einstein-féle összefüggés igazolja az anyag és a mozgás elválaszthatatlanságát és híven tükrözi a világ objektív valóságát.

### 3. A hő fogalma

A filozófia igen fontos fogalma után a következőkben kizárólagosan hőtani fogalmakkal fogok foglalkozni, s ezeket részletesebben ismertetem. A hőtan oktatásában igen fontos szerepet játszik a *hő fogalmának* tisztázása. Az őskori leletek azt bizonyítják, hogy már többszázézer éve él ember a földön. A vizsgálat szempontjából számunkra az az érdekes, hogy a leletek mellett mindig ott található az úgynevezett „tűzpad”, az ősember tűzhelye. Ilyen tűzhelyet találtak az Istállóskő nevű barlangban is. Tehát megállapíthatjuk, hogy a tűz ismerete és felhasználása többszázézer éves múltra tekint vissza. Az ember által használt első láng keletkezését pontosan nem tudjuk, de valószínű villámcsapás, tűzhányó, földgáz meggyulladása stb. idézhette elő. A tűz félelmetes természeti jelenség s így nem csodálkozhatunk azon, hogy a primitív ember isteni eredetűnek tartotta. Az emberi társadalom fejlődése eredményezte, hogy a tűz gerjesztését felismerték. A tapasztalás alapján rájöttek arra, hogy a dörzsölés mindig az összedörzsölt tárgyak felmelegedésével jár. Más szóval, amennyiben a mozgást surlódással lefékezük hő szabadul fel. Ez a felismerés igen nagy jelentőségű volt, melyről Engels így írt: „A mechanikai mozgás hővé alakításának gyakorlati felfedezése olyan ősrégi, hogy ettől lehetne számítani az emberiség történetének kezdetét. Bármilyen felfedezések is előzhettek meg a szerszámok és az állatszeldítés terén, a dörzsöléssel nyert tűz volt az a találmány, amellyel az emberek első ízben kényszerítettek szolgálatukba egy élettelen természeti erőt. S hogy ennek az óriási haladásnak szinte mérhetetlen hordereje mennyire bevésszódott érzésvilágunkban, mutatja még a mai népi babona is.” (Engels: A természet dialektikája.) A hőfejlesztésnek ez a módja igen régi időkből származik, viszont a fordított művelet — azaz a hőt mozgássá alakítani — nagyon sokáig váratott magára.

A természettudományok kezdeti szakaszában a látszólag egyszerű megfordíthatósági törvényszerűségeket nem ismerték fel. Sőt azt is mondhatjuk, hogy nem is igen igyekeztek megvalósítani azt a kínálkozó lehetőséget, hogy nemcsak a mozgás alakítható hővé, hanem a hő is visszaalakítható mozgássá. Heron szerkesztette az első „gőzgépet”, mely hőnek mozgási energiává való átalakítására alkalmas volt. Az a tény, hogy a hő mozgássá alakítható, két szempontból is igen fontos:

- a) gyakorlati alkalmazása és
- b) a hő-fogalom tisztázása miatt.

A hőnek első fogalomkialakítása a mindennapi tapasztalatokból indul ki. A hő természetére vonatkozó ismeretek és jelenségek közötti

összefüggések első tudományos rendszerezését a hőanyagelmélet adta. Mi is tulajdonképpen a hőanyagelmélet? Azt állítja, hogy a közönséges, kézzelfogható és tapintható anyagon kívül van egy *hőanyag* is, amely a többi anyaggal ellentétben *súlytalan*.

A hőanyagelmélet bírálata és a helyes hőfogalom kialakítása szükségessé teszik a *hőmérséklet fogalmának* bevezetését.

#### 4. A hőmérséklet fogalma

A hőmérséklet fogalma a tűz keletkezésétől kiindulva állandóan változott mindaddig, amíg a hőfogalom nem tisztázódott. Hosszú ideig a hő és hőmérséklet fogalma egyet jelentett. Az első hőmérő elkészítéséig (Galilei 1590 táján készítette) a hőmérséklet mérése pusztán az ember szubjektív hőbecslése volt. A hideg, langyos, meleg, forró, stb. szavak nemcsak a hőmérsékletet, hanem a hőtartalmat is magukban hordozták. A hőmérséklet pontos értelmezése a hőanyagelméletnek köszönhető. Ez az elmélet világosan megmagyarázza a hőmérséklet és hőmennyiség fogalma közti különbséget. Eszerint minél több hőanyag van egy adott testben, annál nagyobb a hőmérséklete. Más szavakkal megfogalmazva azt mondhatjuk, hogy a hőmérséklet az anyag hőállapotát fejezi ki. Vagyis ha pl. két különböző hőmérsékletű test érintkezik egymással, akkor a hőanyag a nagyobb hőmérsékletű testből a kisebb hőmérsékletű testbe áramlik át. Ennek következtében a hőanyagot vezető test hőmérséklete csökken, a hőanyagot felvevő test hőmérséklete nő. A folyamat addig tart amíg a két test hőmérséklete azonos nem lesz. A hőmérsékletnek a hőanyaggal való megfogalmazása a „mindennapi tapasztalat” alapján történt s annak ellenére, hogy a hőanyagelmélet, mint olyan ma már nem elfogadható, a hőmérséklet értelmezése mégis megmaradt. A hőanyagelmélet egyik alapvető hibája, hogy a „rejtett” hőről semmit sem tud, holott a rejtett (latens) hő felismerése okozta a zavart és egyben a hőanyagelmélet megbuktatását. A latens hő nem idéz elő hőmérsékletváltozást. Ugyanis pl. az olvadó jég lehűti a vele érintkező testet, de hőmérséklete csak akkor kezd emelkedni midőn olvadása megszűnt. Tehát az egyik test lehül, hőanyagot ad le, ezt a jég felveszi, de nem hőmérséklete emelésére, hanem saját halmazállapotának megváltoztatására fordítja. Elmondhatjuk, hogy a különböző hőmérsékletű testek hőmérsékletkülönbsége kiegyenlítődni igyekszik és ez a hőanyagelmélet legfontosabb megálapítása.

Végezetül a hőanyagelmélet bírálatához térek vissza. Mint már említettem a látens hő felismerése okozta a hőanyagelmélet ellentmondását. Rumford logikusan átgondolt kísérleteivel megdöntötte a hőanyagelméletet. Az új elmélet rendszerét ő nem tudta megalkotni, de a hiányosságokra világosan rámutatott. Rumford elgondolása a következő volt: „amennyiben van hőanyag, akkor az a környezetétől elszigetelt testből csak körlátott mennyiségben vonható ki”. (Fényes Imre: Entrópia.) Sőt arra a megállapításra jutott, hogy a rejtett hő-

anyagkészlet sohasem apad ki, dörzsöléssel korlátlan mennyiségben tud hőt termelni, anélkül, hogy az összedörzsölt anyagok bármilyen szerkezeti elváltozást is mutatnának. Ha a meleg valóban a hőanyagtól származna, a hőanyagnak egyszer el kellene fogynia az összedörzsölt tárgyakból, ilyen fogyásnak azonban nyomát sem találta. Rumford ilyen módon arra az eredményre jutott, hogy a hőállapotot nem valamilyen hőanyag, hanem az anyag belső mozgása idézi elő. A jelenség oka, hogy a dörzsölt tárgyak mozgási energiája átalakul s ez okozza a hőmérsékletemelkedést.

## 5. Az entrópia fogalom

Az entrópia fogalom értelmezése kb. 100 éve alakult ki. Az energia megmaradásának felismerésétől kezdve (1848 táján) a termodinamika rohamosan fejlődik, de egységes elmélet kialakításában Thomsonnak és Clausiusnak van nagy szerepük. Kb. 1850-ben vezeti be Thomson a „belső hő” (mechanikai energia) fogalmát. A belső energia elnevezés viszont Clausiustól ered (1864-ben). Ugyancsak Clausiustól ered a termodinamika első főtételének energia felbontása is. Az első főtétel, mint ismeretes kimondja: „hogya egy vizsgált rendszerrel  $dQ$  mennyiségű hőt közlünk, a rendszer belső energiája  $dU$  értékkel megnövekszik és ezenkívül külső testeken  $dL$  munkát végez.” (Fényes Imre: Entrópia) Clausius ezt a belső energiát felbontotta „valódi hő”-re és „látszólagos” hőre. Ebből származott a hasznos és „szabad” energia fogalma. Clausius meg akarta határozni a körfolyamatok *energiaátalakulás* mértékét és közben eljutott az entrópia fogalomhoz. Kimutatta, hogy egy körfolyamat esetében, melyet izoterm és adiaba-

tikus szakaszpárokból képzelünk összetettnek, fennáll a  $\sum_{(i)} \frac{Q_i}{T} = 0$  össz-

szefüggés. A  $\frac{dQ_i}{T} = d\varphi$  összefüggést kezdetben termodinamikai függ-

vénynek nevezték. Tulajdonképpen a német és görög szótár szerint összehasonlításból ered az entrópia szó.

die Verwandlung (átalakulás) =  $\epsilon\pi\tau\omicron\pi\varrho$

Az entrópia egyik közismert megfogalmazása a következő:

Egy zárt hőtan rendszer mindig olyan magától végbemenő változásokon megy keresztül, ahol a rendszer entrópiája (energia átalakulása) a maximum felé törekszik. A Clausiustól származó entrópia-megfogalmazást az idealista filozófia örömmel fogadta, mert úgy vélték, hogy a tétel a világ kezdetének és végének igazolására szolgál. Ugyanis Clausius egyik dolgozatában így fejezte ki gondolatát: „... a világegyetem entrópiája a maximum felé törekedvén, a világegyetem a termodinamikai egyensúly állapota felé tart...” A világegyetem ily módon bekövetkező állapotát „hőhalál”-nak szokás nevezni. Az idealista filozófusok ezt igyekeztek félremagyarázni és a saját

ideológiájuk erősségének tekintették. Bár Clausius a maga korában (1867), már világosan rámutatott a helytelen filozófiai alkalmazásra, mert „... amikor e tettel a világegyetem egy általános alaptörvény-szerűségét kívánjuk kifejezni, a következőképpen fogalmazhatjuk: az energia egyik formája alakulhat az energia másik formájává, de közben az energiamennyiségéből sohasem vehet el semmi sem, a világban előforduló összes energia épp oly állandó, mint a világban meglévő összes anyagmennyiség...” (R. Clausius: A mechanikai hőelmélet második tételéről.)

A materialista és az idealista szemlélet között heves vita indult meg a „hőhalál”-tétel körül, s ez a vita még ma sem zárult le teljesen. Meg kell mondanunk, hogy a bizonyítható tények egytől-egyig a materialista világnézet mellett szóltak, azonban vannak olyan hipotézisek, — melyeknek lehetetlenségét még nem sikerült bizonyítani — melyek a „hőhalál” bekövetkezésére utalnak. Viszont azt is meg kell jegyeznünk, hogy a „hőhalál”-tétel a hőtanban nem nyert polgárjogot: ez kimondottan világnézeti probléma. Így a dialektikus gondolkodásra való oktatásban igen fontos ennek a kérdésnek a tisztázása.

A főkérdés az, hogy a világegyetemre érvényes lehet-e egy olyan tétel, amely véges zárt rendszerre vonatkozik. Azaz a *világegyetem véges zárt rendszernek* tekinthető-e? Igen sok fizikus és csillagász foglalkozott ezzel a kérdéssel, s így ezek részletes ismertetésére nem térek ki. Talán elegendő lesz, ha a helytelen felfogásokból csak a Newton-féle hipotézist ismertetem. Newton egyik levelében az alábbiakat írja a gravitációs törvény világmindenségre kiterjesztett érvényesülésének feltételeiről: „Ha a tér, amelyben az anyag eloszlik, véges volna a tér külső részén elhelyezett anyag a vonzás értelmében arra törekednék, hogy a belső részekben helyezkedjék el, a tér központja felé esnék, s ott egyetlen nagy, gömbalakú tömeget alkotna. Am ha az anyag egy végtelen térben oszlana el egyenletesen, sohasem egyesülhetne egyetlen tömegben, egy része egyesülne, hogy egy tömeget, egy másik része, hogy egy másik tömeget alkosson. Így e végtelen térben végtelen nagy számú tömeg volna, amelyeket nagy távolságok választanának el egymástól...” Newton gravitációs törvénye nagy pontossággal beigazolódtott a Naprendszeren belül, és érvényesnek bizonyult a kettős csillagokra is. A newtoni tér-fogalomnak egyik ellentmondásos volta abban rejlik, hogy a teret és az időt függetlennek gondolta az anyagtól s úgy alkotta meg az euklideszi geometriára épült tételmeletet. A különböző tudományos eredményeit a filozófia általánosítja, és a korszerű tudományos filozófia, a dialektikus materializmus helyes választ adott a világegyetem végtelenségének kérdésére. A materialista filozófiának abból az alapvető tételéből kell kiindulnunk, hogy minden ami létezik, vagy anyag, vagy anyag tulajdonságával bíró objektív valóság. Az anyagi világon kívül nincs még egy valamilyen más, nem anyagi világ, valamilyen „túlvilág”. Ebből következik, hogy az anyagi világnak nem lehet hatása, mert a hatás azt jelentené, hogy rajta túl már valamilyen nem anyagi világba jutnának. Más, nem

anyagi világ nincsen. De az anyagi világ kimeríthetetlen változatosságú. A világ végtelensége nem egyszerűen mennyiségi, hanem ezen túlmenően és elsősorban minőségi végtelenséget jelent. Ezekután térjünk vissza a „hőhalál” elmélethez, s foglaljuk össze Engels szavaival az elmélet helytelenségét: „Clausius azt bizonyítja, hogy a világot teremtették, tehát az anyag teremthető, tehát elpusztítható, tehát az erő, illetve mozgás is teremthető és elpusztítható, tehát az egész tanítás az „energia megmaradásról” képtelenség tehát az ő ebből levont valamennyi következtetése is képtelenség. Clausius második tétele bármilyen formában jelenik is meg, szerinte energia vész el, ha nem mennyiségileg, minőségileg. Az entrópia természetes úton nem semmisíthető meg, ezzel szemben teremthető. A világ óráját fel kell húzni, akkor azután jár, míg egyensúlyba nem kerül, melyből csak csoda indíthatja meg újra. A felhúzásra fordított energia legalább is minőségileg, elveszett és csak külső lökés útján állhat elő újra. A külső lökésre tehát kezdetben is szükség volt, a világegyetemben feltalálható mozgás, illetve energia mennyisége tehát nem mindig ugyanaz, az energiát tehát teremteni kellett, tehát teremthető, tehát megsemmisíthető. Ab absurdam!” (A természet dialektikája.)

Engels érvelése két fontos következtetésre vezet:

a) *A világmindenség végtelenségére*, mert a „világ óráját” csak külsőleg lehetett felhúzni! Ez pedig azt jelenti, hogy a világmindségben kívül még van „valaki” — még ha szellem is — aki a külső lökést biztosítja. Ez pedig a világ véges voltának ellentmondása.

b) *Az energia és impulzus megmaradására*; ugyanis ha a világ „órája” egyszer majd „lejár”, úgy valamikor fel kellett „húzni”. A felhúzáshoz szükséges energiával és impulzussal az anyagi világ előzően nyilvánvalóan nem rendelkezett, vagyis a teremtő aktus feltétlenül ellentmond az energia és impulzus megmaradásának, ezért feltételezése abszurdum.

A felsorolt és részletesen ismertetett fogalmakat célszerű a főiskolai oktató-nevelő munkánkban az alábbi sorrendben beiktatni a tantárgyi anyagunkba:

1. Az anyag és tömeg fogalmát 1964—65. tanévre előírt tanulmányi jegyzetünk „Bevezetés” című részébe szükséges beiktatnunk. Bár ebben a részben több fogalmat (állapot, belsőenergia, hőmennyiség, hőmérséklet) igen vázlatosan tárgyal a szerző, célszerűnek látszik ezzel a két fontos fogalommal kibővítenünk hallgatóink fogalom kialakítását.

2. A hő és hőmérséklet fogalmát tanulmányi jegyzetünk „Thermometria” című fejezetében szükséges tisztázni.

3. Az entrópia fogalmát és a szoros összefüggésben lévő „hőhalál” elmélet tanulmányi jegyzetünk „Thermodynamika” című fejezetének a „Thermodynamika II. főtételének” részében célszerű tárgyalni. Tanulmányi jegyzetünk vázlatosan ismerteti az entrópia történeti és filozófiai tükröződését és emiatt föltétlenül szükséges az oktatónak ezt



a nagy lehetőséget felhasználni arra, hogy a hallgatók világnézeti fejlődését elősegítse. A felsorolt öt fogalmi problémát összefoglalva lezögezhetjük, hogy a fizikusnak a fogalmi definíciót úgy kell megadni, hogy a dialektikus gondolkodás alapján világosan megértsék hallgatóink a definiált fogalom objektív jellegét.

### **A mozgás dialektikus vizsgálata a hőtan tanításában**

A mozgás természetének mélyebb vizsgálata csak az absztrakció segítségével történhet. A mozgás mibenlétét nem lehet megmagyarázni, ha nem vesszük figyelembe, hogy a mozgás egyik anyagi állapotból a másik anyagi állapotba való átmenet, továbbá, hogy minden folyamatban vannak siettető és késleltethető elemek, s a mozgás éppen ezeknek az ellentéteknek a harcából fakad. A dialektikus materializmus a tudományok eredményeit felhasználva, a mozgást az anyagtól elválaszthatatlannak tartja és általánosan értelmezi. A mozgás magában foglal minden változást: a mozgás az egyik állapotból a másikba való átmenetet jelent. Ha a hőjelenségeket mélyebb értelemben megvizsgáljuk, akkor arra a következtetésre jutunk, hogy mindegyik, kivétel nélkül a mozgással (hőmozgással) magyarázható. A legegyszerűbb jelenségek: a hőmérsékletváltozás, a hőmérsékletváltozás hatására bekövetkező vonalas és térfogati változások, nyomásváltozások... stb., mind az anyag mozgására vezethető vissza. Ugyancsak nagy lehetőség kínálkozik a fizikatanár számára annak bizonyítására, hogy a mozgás az anyag — pl. „egy zárt rendszer” — egyik állapotából a másik állapotába való átmenetet jelenti, amikor Boyle Mariotte és Gay-Lussac törvényeit tanítja. Az izotermikus, izochor, izobár és adiabatikus változások a gázok állapotának változásait írják le. A termodinamika főtételei a mozgás elpusztíthatatlanságának a kérdését tárgyalják. Az első főtétel, az energia megmaradását, illetve egyik fajtájának a másikba szigorú törvényszerűség szerint való átalakulását mondja ki. Ez a tétel a mozgás mennyiségi megmaradását, elpusztíthatatlanságát és teremthetlenségét igazolja az élettelen természetben belül. A termodinamika második főtétele — az előzőkben tárgyalt entrópia-tétel — a változások irányára ad felvilágosítást. Úgy is megfogalmazhatjuk, hogy a mechanikai és hőenergia közötti kölcsönhatásnak mozgás törvényeit tárja fel.

Összefoglalva a hőmozgás lényegét megállapíthatjuk, hogy a hőmozgás nagyszámú részecskékből álló fizikai rendszer elemeinek rendszertelen mozgása. Ez a mozgás nem írható le a dinamika törvényeivel, az egyes részek mozgása nem ad képet a hőmérsékletről, a részek közötti kölcsönhatás speciális törvényszerűségek fellépését eredményezi. Sem a hőmozgás, sem a mechanikai mozgás nem árul el semmit azoknak az erőknek a természetéről, amelyek létrehozzák, előidéznek, más szóval, nem függenek egy meghatározott anyagfajtától.

## A mennyiségi és minőségi változások az egyes hőjelenségeknél

Először is vizsgáljuk meg, hogy mit értünk mennyiségi és minőségi fogalmon. Logikai formában célszerű a *minőség* fogalmával kezdeni. A minőség a dolgokkal és a folyamatokkal elválaszthatatlanul összefüggő meghatározottság. A minőség a dolgok — folyamatok — belső strukturája. A *minőségi* változás az adott dolog, vagy folyamat megszűnését és egy új dolog ill. folyamat létrejöttét jelenti. A minőségi változás során *nem minden tulajdonság változik* meg, csak a folyamat szempontjából lényeges tulajdonságok. A *mennyiség* a dolgoknak és a folyamatoknak külsődlegesebb meghatározottsága, mint a minőség. A dolgok mennyisége bizonyos határok között változtatható, anélkül, hogy a minősége változna. Igen találóan fejezi ki Hegel ezt a sajátosságot: „A végbemenő mennyiségi változás először valami egész ártalmatlannak látszik, de még valami más is lappang mögötte, s a mennyiséginek az a látszólag ártatlan változása mintegy csel a minőséginek megmaradására.” (Hegel: A filozófiai tudományok enciklopédiájának alapvonalai.)

Vizsgáljuk meg, hogy a mennyiségi és minőségi változások a hőtán melyik szűkebb ágában hasznosítható legcélszerűbben az oktató-nevelő munkában. A fizika fejlődésének, egyik fontos állomása a molekuláris hő-elmélet, és a kinetikus gázelmélet kialakulása. Robert Mayer és Joule nevéhez fűződik az a fontos felfedezés, amely kimutatta, hogy a hőenergia és mechanikai energia között kölcsönhatás van. Felállították azt a tételt, hogy a hő rendszertelen molekulamozgás egyik alakja. Jólehet, hogy ez a szabálytalan mozgás mikroszkópikus mértékben közvetlenül nem látható, de „hő” alakjában mégis megnyilvánul számunkra. Ennek alapján fejlődött ki a kinetikus gázelmélet, amely abból a feltevésből indult ki, hogy egy gáz szabálytalan mozgásban lévő molekulákból áll.

A kinetikus gázelmélet fejlődése azért is fontos, mert az első példát nyújtotta a fizikában a természeti törvények egy minőségileg új oldalára, tudniillik arra, hogy makroszkópikus szinten nagyarányú átfogó statisztikus szabályosságok érvényesülhetnek, amelyek nagyjából függetlenek az atomi szinten végbemenő mozgásoktól.

Ezek után könnyen megmagyarázhatjuk, az állapotváltozások okait, és felismerhetjük a mennyiségi és minőségi összefüggéseket. Ismert dolog, hogy az anyagok gáznemű, folyékony és szilárd halmazállapotainak minőségi sajátosságát régen egyszerűen „tudomásul vették”. A kinetikus hőelmélet lehetővé tette, hogy meg is magyarázzuk ezeket a sajátosságokat.

Ez röviden a következő:

1. A gáz halmazállapot jellemző sajátossága:
  - a) a molekulák rendszertelen mozgásban vannak,
  - b) nagy kinetikus energiával rendelkeznek,
  - c) a rendelkezésre álló teret betöltik.

2. Átalakulási szakasz sajátosságai:
  - a) hőmérséklet süllyedésekor a molekuláris energiája csökken,
  - b) kondenzációs (cseppfolyósodási) ponthoz közeledve megkezdődik a molekulák stabil rendeződése.
3. Folyadék halmazállapot jellemző sajátossága:
  - a) nem foglalja el a rendelkezésére álló teret teljes egészében,
  - b) új, az előzőktől eltérő tulajdonságok: viszonylagos összenyomhatóság, nedvesítő képesség, oldóképesség, stb.
4. Átalakulási szakasz sajátossága:
  - a) sűrűség növekedés: molekuláris energia-csökkenés,
  - b) a fagyásponton kristályképződés.
5. Szilárd halmazállapot jellemző sajátossága:
  - a) meghatározott térfogat és alakstabilitás,
  - b) deformálhatóság,
  - c) új tulajdonságok: fényáteresztő képesség, röntgensugár-elhajlási képe stb.

Amint látjuk, a molekulamozgás átlagos kinetikus energiájának *menyiségi változásai* sorozatos *minőségi változásokat hoznak létre* az anyag makroszkópos tulajdonságaiban. Ezek a minőségi változások a *kritikus hőmérsékletek* megközelítésekor rendszerint már előrevetik árnyékukat. A kritikus hőmérsékleti ponton való áthaladáskor két dolog történik:

1. létrejönnek az új minőség kialakulásának feltételei és
2. mindkét halmazállapotban közös tulajdonságok ugrásszerűen megváltoznak (pl. fajhő, sűrűség).

A részletes elemzés után elmondhatjuk, hogy a fizikában, a minőségi változás leglényegesebb és legjellemzőbb vonása az, hogy az adott összefüggési keretben újfajta tényezők válnak jelentőssé s ennek következtében új törvényszerűségek érvényesülnek az illető jelenségek körében.

\*  
\*\*

Jelen tanulmányomban nem törekedtem a dialektikus materializmus minden idevágó tételének részletes kidolgozására, hanem csak arra igyekeztem rávilágítani, hogy oktató-nevelő munkánk milyen nagy lehetőséget nyújt a hallgatóink világnézeti nevelésének kialakításában. A lehetőséghez mérten mindent el kell követni annak elhárítására, hogy a hallgató a vele közölt helyes ismeretekhez helytelen kommentárt fűzhessen. Ezért a fizika oktatásában arra mindenképpen kell időt szakítani, hogy képet kapjon magáról a fizika egészéről, a fizika kutatási módszereiről, kapcsolatáról más tárgyakkal és tudatosítani kell benne, hogy mindaz, amit a főiskolán mint fizikát tanul, hogyan helyezkedik el a fizika egészében és hogyan szolgálnak a fizikai ismeretek a filozófiai általánosítás anyagául.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

1. A marxista filozófia alapjai.
2. Entrópia: Fényes Imre
3. Materializmus és fizikai idealizmus: Fogarasi Béla
4. Fizika III.: Darvas Andor—Somos János (Jegyzet).
5. A természet dialektikája: Engels
6. Márkus György: Természettudomány—világnézet—filozófia (Társadalmi Szemle, 1963. 12. sz.)
7. Kocsi Ferenc: Világnézeti nevelésünk természettudományos alapjai.
8. Kocsondi András: Világnézeti nevelésünk természettudományos alapjai I—II. kritikája. (Társadalmi Szemle 1963. 6. sz.)
9. A kultúra világa: Világirodalom—Filozófia.