

A FIZIKAI ISMERETEK FEJLŐDÉSÉNEK HATÁSA A MOZGÁSFORMÁK FELISMERÉSÉRE ÉS OSZTÁLYOZÁSÁRA

DR. SZILVÁSI LAJOS

(Közlésre érkezett: 1974. december 14.)

A jelen dolgozat — amely egy nagyobb tanulmány része — tartalmazza a fizikai mozgásformák összefoglalását, melynél figyelembe vettük a modern fizika legújabb felismeréseit, s azok hatását a fizikai mozgásformákra. Ezekből a felismerésekből, változásokból a fizika és kémia kölcsönhatásának módosulását mutatjuk be.

Bemutatjuk továbbá az engelsi [1] és kedrovi [2] mozgásformák általános sorának összehasonlítását.

Vannak kérdések, melyeket részletesebb vizsgálat nélkül tárgyalunk, mivel ezek más vonatkozásban részletesebben szerepelnek a tanulmány egészében.

1. A fizika és kémia viszonyának változása

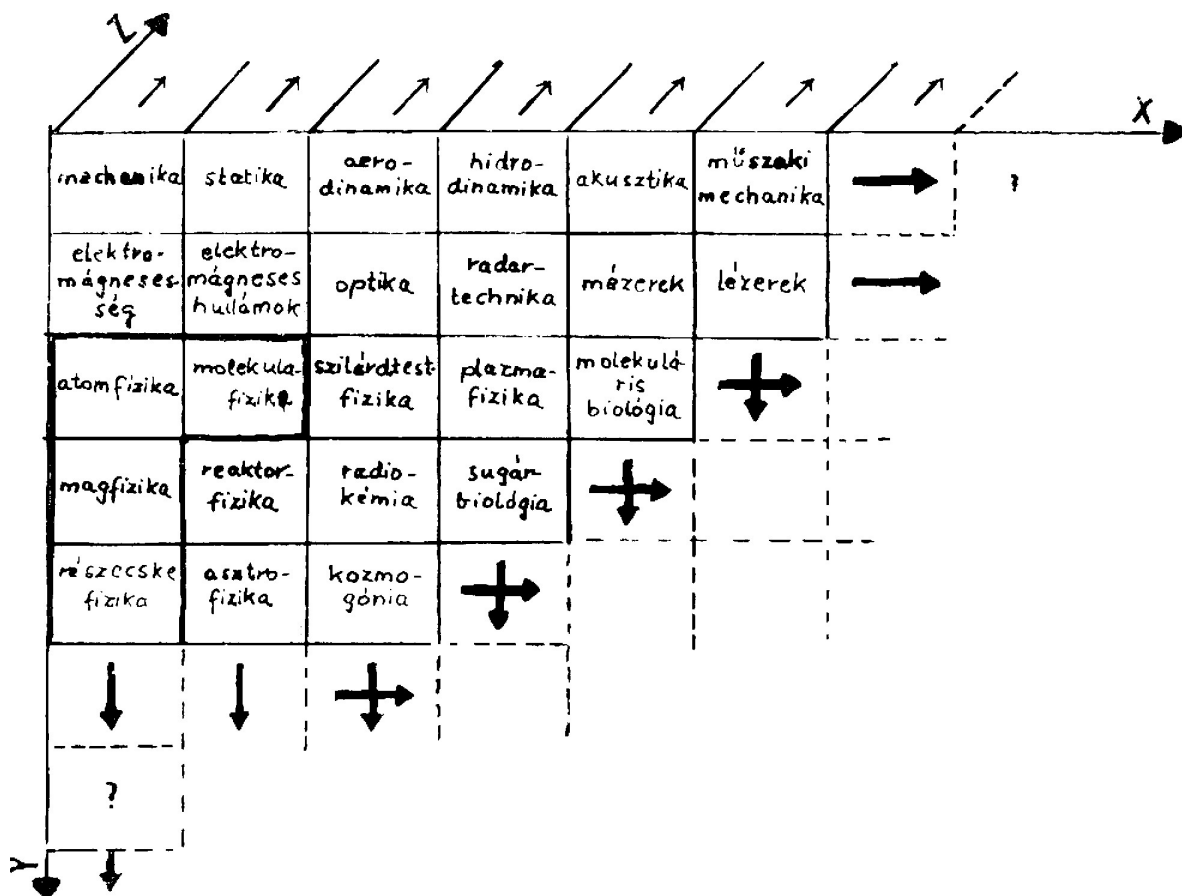
Az előzőekben vázolt fizikai ismeretek változásának hatására megváltozott a fizika és kémia kölcsönös viszonya [3]. A modern természettudományokban a legmélyebb változások a fizika terén mentek végbe, a XX. században [4].

A fizika fő fejlődési irányát szemléletesen mutatja az alábbi ábra — 3 dimenzióban ábrázolva a fizika fejlődését [5]. (Lásd a 62. oldalon.)

„Mindez azt bizonyítja — írja Berényi —, hogy fizikai ismereteink nemcsak bizonyos meghatározott irányokban mélyülnek tovább, hanem a fizika ágai elképesztő gazdagsággal *egymásba kapcsolódnak*, megtermékezik egymást, kölcsönösen segítenek egymásnak. Korunk tudományának egyik alapvető jellegzetessége ez, vagyis az úgynevezett *inter- és multidiszciplináris* (határterületi és sokszakágazatú) kutatásoknak az előtérbe nyomulása, fontossága.

És mindez nemcsak a fizika különféle ágaira érvényes, hanem a *természettudományokra* általában is. A fizika és a fizika élföntje összefonódik általában a természettudományok frontjával” [6].

A fizikának új ága keletkezett: a szubatómáris fizika, s a súlypont a fizikának erre az új ágára tolódott át. Elsősorban a magfizikára, majd pedig a részecskék fizikájára.



A fizika fő fejlődési irányai. X tengely: alkalmazások, „mellékágak”. Y tengely: fejlődés a „mélység”, a legalapvetőbb ismeretek irányában. Z tengely: minden tudományterület önálló életet is él.

Felfedezték a fotont, az elektront, melyek a fény- és elektromos mozgások anyagi hordozói. Ezek a változások új helyzetet teremtettek a fizikai mozgásformák értelmezésében;

- A XIX. század fizikája főként a molekuláris mozgásokat (molekuláris hőmozgásokat), az anyag halmazállapotát vizsgálta,
- a XX. század fizikája az atomon belüli fizikai mozgásokat, a magfolyamatokat vizsgálja.

„Fizikai szempontból az elemeket az azonos magtöltésű atomok összességékként definiálják — írja Erdey-Grúz. Ez a megállapítás helytálló és fizikai szempontból kielégítő is, kémiai vonatkozásban azonban hiányos, mert nem domborítja ki (csak hallgatólagosan tartalmazza) az elemeknek azt a tulajdonságát, hogy összetett anyagok alkatrészeivé válhatnak, s mint ilyenek az anyag fejlődésének kémiai tényezői...

Az atomok szerkezetének elmélete, a mai atomfizika lehetővé teszi az elemek sajátosságainak megértését és a kémiai elemek fogalmának mélyebb megalapozását, de nem teszi fölöslegessé azt” [7].

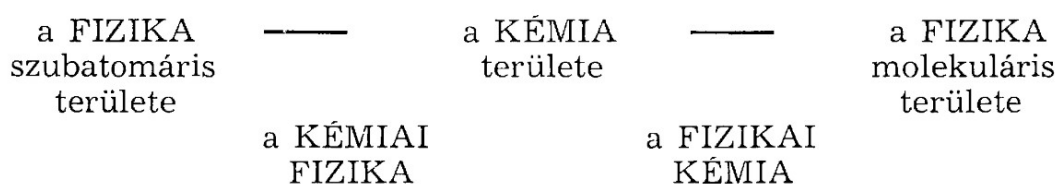
Napjainkban is állandóan változik a fizika tárgya, annak megfelelően, ahogyan bővülnek az atomon belüli mozgásformákkal kapcsolatos ismereteink. Ennek a folyamatnak következményeként szűkülnek a mo-

lekuláris mozgásokat tanulmányozó területek. Pl.: kíválnak a folyadékokat, az anyag kristályállapotát vizsgáló speciális fizikai tudományok. Ebből nem következik azonban, hogy a molekuláris mozgások megszűnnek fizikai mozgások lenni. A tényleges helyzet a klasszikus fizika és az új fizikai ágak bonyolult egymásbafonódását mutatja. Megváltozott a fizikai és kémiai mozgásformák kölcsönös viszonya.

Ezt a változást a „diszkrét” anyagfajták strukturális szintje és az őket tanulmányozó fizika és kémia kapcsolata és átmenete mutatja.

Sematikusan ábrázolva ezt a kapcsolatot:

elemi részek — atommagok — atomok — molekulák — mikrotestek, vagy molekulahalmazok.



Ebben a sematikusan vázolt sorban is megvalósul az az engelsi általános módszertani elv, amely a mozgásformák és anyagi hordozóik közötti kölcsönös összefüggést tartalmazza: az *elemi részecskék* változása — az elemi részecskék fizikájának a tárgya; az *atómmag* változása — a magfizika tárgya; az *atomok* mozgása — a kémia tárgya; a *molekulák* változása (amennyiben struktúrájuk megváltozik) ugyancsak a kémia tárgya, ha a *molekulák* belső struktúrája változatlan marad — a molekuláris fizika tárgya.

Ez a felsorolás is érzékelteti a „diszkrét anyagfajták” egymás utáni rendjét, s tudományok elhelyezkedését és a tudományok közötti átmeneteket (határtudományokat). Az is kiolvasható az előzőekből, hogy egy objektum (pl. molekula) több tudomány kutatási tárgya lehet. Lényeges azt is kiemelni, hogy az adott mozgásformák anyagi hordozói nem statikusan mozdulatlanok, hanem dinamikus mozgásban, kölcsönhatásuk, állapotuk állandó változásában vannak.

Az elemi részecskék kölcsönhatásának különböző típusaiból kiindulva jutunk el az *anyag* különböző *strukturális szintjére*.

Pl.: nukleonok, protonok, neutronok kölcsönhatása az *atómmaghoz* vezet, amely a magfizika tárgya, de nemcsak az atómmag általában, hanem keletkezésének, átalakulásának folyamata is; az *atomok* ugyancsak nem önmagukban képezik a kémia tárgyát, hanem az egymás közötti kölcsönhatásukban (egyesülésük, szétválásuk); a *molekula* sem önmagában tárgya a molekuláris fizikának, hanem kölcsönhatásában, a molekulahalmazok keletkezéséhez vezető mozgások is tárgyát képezik.

Ezzel kapcsolatosan írja Kedrov: „... az anyag meghatározott mozgásformája az adott strukturális típusú anyagi képződmények *mozgásának* (vagyis változásának, fejlődésének, kölcsönhatásának) a formája” [8].

A természeti folyamatok megismerésében akár az egyszerűtől a bonyolult felé, akár a bonyolulttól az egyszerű felé haladunk, azt tapasztaljuk, hogy összefonódik egymással a fizikai és kémiai mozgásforma.

Pl.: a *molekulán belüli* atommozgás vizsgálatától a *molekulákhoz*, mint egész rendszerek mozgásához közeledve áttérünk a molekuláris (fizikai) mozgás területére; vagy az *atomok* mint egész képződmények mozgásának vizsgálatától haladunk az elektronok atomon belüli mozgásának megismerése felé, megint a fizikai mozgás területére lépünk.

A fizikának molekuláris és szubatomás fizikára történő kettéválása következtében, a kémiai mozgásforma két különböző ponton lett határos a fizikai mozgásformákkal.

Sematikusan ábrázolva ezt az új helyzetet:



Kedrov írja ezzel kapcsolatosan: „Ennek megfelelően olyan helyzet alakult ki, — amennyiben az egymással kölcsönös viszonyban álló anyagi mozgásformák általános rendjének vizsgálatából indulunk ki —, a fizika mintegy „közrefogja” a kémiát” [9].

Ebben a megoldásban Kedrov mereven ragaszkodik a fizikai mozgásforma egységéhez. Ezt a viszonyt reálisabb, korszerűbb úgy értelmezni, hogy a fizika „keresztül hatol” a kémián, nem csupán „átkarolja” azt.

Az utóbbi időben a fizikai és kémiai mozgásformák kölcsönös kapcsolatáról, annak értelmezéséről sok új elképzelés, javaslat született. Ezek közül vizsgálunk meg a következőkben néhány javaslatot, megoldási kísérletet.

Az *első megoldás* lényegében a kémia visszavezetését a fizikára tűzte ki feladatul.

Logikai szempontból ez látszik a legegyszerűbb megoldásnak, mivel csak a fizikát ismernénk el reálisan létezőnek, s a kémiát teljesen felszámolnánk. Ezzel a két oldal viszonyának vizsgálatát kiküszöbölhetnénk. Egyet jelentene azonban ez a megoldás a kémiai mozgásforma fizikai mozgásformára történő visszavezetésével.

Legfőbb érve ennek a megoldásnak az, hogy a XX. században az *atom* ugyanolyan mértékben a fizikai kutatás területe, mint a kémiáé. Az atomok közötti kötés főként a vegyérték-elektronok kölcsönhatása révén jön létre, amely a kvantummechanikai és az elektromos töltések kölcsönhatására vonatkozó törvényeknek van alárendelve.

Ennek a megoldási kísérletnek alapvető hibája az, hogy a magasabb rendű mozgásforma nem vezethető vissza alacsonyabb rendűre (kémiai-fizikára), mert ez ellentmondana az Engels által megállapított törvényszerűségnek, s egyet jelentene a mechaniciták értelmezésével.

Engels a kor természettudósaival egyetértésben a kémiát az atomok fizikájának nevezte. Amikor a fizikai mozgásforma kémiai mozgásba megy át, változás megy végbe a molekulák összetételében, felépítésében és *minőségében*.

Engels tiltakozott a kémia mechanikára történő redukálása ellen, mint azt dolgozatunkban az előzőekben (II. 1. b.) kifejtettük.

Alapelveiben igaz ez az engelsi megállapítás, azonban egyet kell értenünk Rádival, aki a fizika és kémia mai fejlettségi szintjén túlságosan szűknek találja ezt az engelsi meghatározást (amely szerint a kémia az atomok fizikája). A kémiai átalakulások zömében nem atomok reagálnak egymással, hanem molekulák molekulákkal, vagy atomok molekulákkal és így tovább. Pl: kémiai folyamatokról beszélünk akkor is, amikor a heterogén reakciónál a molekulák szilárd közönséges testekkel lépnek reakcióba.

A kémiai folyamatok bonyolultak, világosan megmutatkozik bennük a többszintűség, az anyag különböző struktúrális szintjének a jelenléte.

Az alábbi példa szemléletesen mutatja a fizikai és kémiai mozgásformák szintkülönbségét, a kémiai mozgásoknak fizikaira történő visszavezethetetlenségét:

A hidrogén (H) atomját vizsgálva:

A fizikusok egy proton és egy elektron rendszerének tekintik.

A H két atomjának kémiai kölcsönhatása, egy molekula kialakulása:
 $H + H = H_2$

A fizikusok szerint nem két kémiailag egész egység (2 atom) egyesülése, hanem négy fizikai részecske: 2 proton és 2 elektron egyesülése és kölcsönhatása.

Igaz, hogy az atomok elektronokból és magokból épülnek fel, de az atomokból—molekulák keletkezése — a molekulák atomjainak mozgása következtében fellépő *kémiai átalakulás* —, nem értelmezhető bizonyos számú magok és elektronok közvetlen kölcsönhatása eredményének.

Figyelembe szükséges itt vennünk a kémiai rendszerek bonyolultságát, melyekben a kémiai mozgás végbemegy.

A második megoldás minden anyagátalakulást kémiai mozgásnak fog fel. Ez a felfogás a kémiának abból a régi meghatározásából indul ki, amely azt vallja, hogy a magátalakulásokat, s minden anyagátalakulást kémiai mozgásnak kell tekinteni. A kémiának ennél a régi meghatározásánál a *magreakciókat* még nem ismerték.

Ez a megoldási kísérlet is ellentmond Engels előremutató megállapításának, amely szerint a magasabb mozgási szint tartalmazza az alacsonyabbat (a kémiai kölcsönhatások lehetősége egy fizikai struktúra létezésén alapszik). Ugyanakkor a kémiai kölcsönhatás szintjén jelentkező új törvényszerűségek kizárják, hogy a kémiai jelenségeket pusztán fizikai alapon értelmezzük.

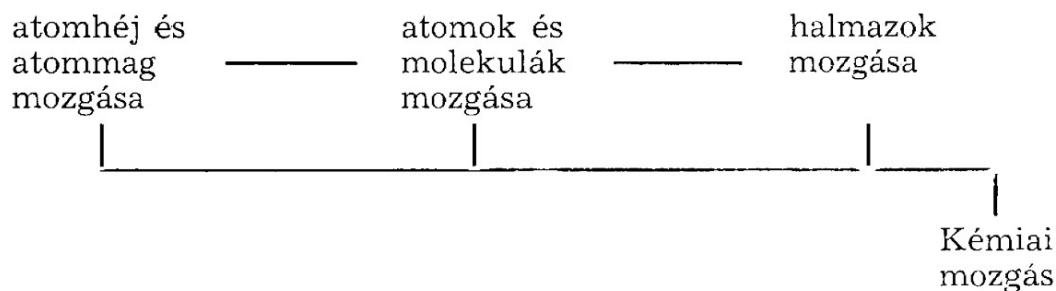
A megismerés folyamatában a fizika és a kémia elhatárolása újabb és újabb nehézségekbe ütközik. Az anyag szerkezetének mélyébe hatolva a molekuláris fizikai mozgás területéről a kémiai (atom) mozgás területére lépünk, innen pedig az atomon belüli elektronmozgás, vagyis a fizikai mozgás területére. A magátalakulásokat vizsgálva ismét eljutunk a fizikairól a kémiai mozgás területére.

A megoldási kísérletek közül Rádi szerint is ez a megoldás jár a legközelebb az igazsághoz. Ezt írja: „... a kémiai és a fizikai mozgások nem

egymás alatt és fölött, hanem egymás mellett, szorosan összefonódva és egymást áthatva találhatók meg minden mozgásformában” [10].

A tényleges megoldást az jelenti, ha pl.: az atommagok szintjén is megkülönböztetjük egymástól a magfizikát és a magkémiaát. A *magfizikánál* az atommag energetikai viszonyait, kötési erőtereit, elektromos és egyéb tulajdonságait, a *magkémiaánál* az atommagok minőségi átalakulásait figyelhetjük meg.

Sematikusán ábrázolva a fizikai mozgásformák egy részleténél mutatjuk meg a fizika és kémia összefonódását:



Ez a mozgási részlet is mutatja, hogy az *atomhéj* és *atommag* mozgásánál, az *atomok* és *molekulák* mozgásánál, a *halmazok* mozgásánál *összefonódik* egymással a fizikai és kémiai mozgásforma.

A *harmadik megoldási kísérlet* a fizikából kizárja a molekuláris fizikát és átteszi a kémiába. Ennek megfelelően minden molekuláris mozgást a kémiai mozgások közé sorolnánk.

Ez a megoldás nem vesz tudomást arról a reális tényről, hogy napjainkban a fizikának két ága létezik: *molekuláris* és *szubatomáris*.

A *negyedik megoldás szerint* a kémia a fizikát két, egymástól függetlenül létező tudománnyá hasítja ketté.

Ebben a megoldásban a tudományok általános sora a következő: relativisztikus kvantumfizika — kémia — klasszikus fizika. A relativisztikus kvantumfizika sehol sem érintkezne a klasszikus fizikával. A valóságban ennek éppen az ellenkezője tapasztalható. A klasszikus fizika nem szakad el a relativisztikus fizikától, hiszen határeseitek átmennek egymásba.

„Ha pedig ez így van — írja Kedrov —, akkor a fizika két területe között nem lehet éles határvonalat húzni, nem lehet a kémiát korlátként a kettő közé állítani. Mert a fizika „közre” fogja a kémiát (Sz. L.), de a kémia nem választja azt szét két elszigetelt részre” [11].

Helytelen ez a megoldási kísérlet is, hiszen semmiféle alapja nincs annak, „hogy a fizika két fő területét megfosszuk jellemző közös alapjuktól” [12].

Az ötödik megoldási kísérlet szerint a kémia beékelődik a fizika közé.

Kedrov ezzel a megoldással ért egyet, ezt tartja egyedül lehetséges megoldásnak. „...napjainkban a *kémia beékelődött a modern fizikába* (Sz. L.), s ennek következtében a fizika a maga rendjén két nagyobb, bár egymással szoros kapcsolatban álló részre tagolódott. ... a fizikai és kémiai mozgásformák, bár szervesen kapcsolódnak egymáshoz, mégsem egymás válfajai, s hogy mindegyikük individuális sajátosságokkal rendelke-

zik, némelyek csak az egyik mozgásformát jellemzik, a másikat nem” [13]. A tudományos vizsgálat során nem lehet mérvadó az, hogy milyennek képzeljük el a mozgásformák ideális viszonyát. Mindig azt kell vizsgálnunk, hogyan valósul meg ez a viszony a valóságban, ahol a fizikai és kémiai mozgásforma elválaszthatatlanul összefonódik egymással.

Rádi szerint a kémia és a fizika nem bizonyos mozgásformákat, hanem bizonyos *mozgásfajtákat vizsgáló tudományok*. „... ezeket az élettelen természetben előforduló mozgásformákat együttesen a kémiai-fizikai mozgásformák osztályának nevezzük” — írja Rádi, majd így folytatja: „A fizikai kémia és az ún. kémiai fizika nem különböző *mozgásformák* határkérdéseivel, hanem a kémiai és fizikai *mozgásfajták egyes mozgásformákra jellemző sajátos kapcsolatával* foglalkozó határtudományok” [14].

Azt a gondolatot, hogy a kémiai és a fizikai mozgás ugyanahhoz a mozgásszinthez tartozó mozgásformák sajátos oldalai A. J. Ujemov is megfogalmazza. „A sajátosságok egyik komplexumát a fizika tanulmányozza, a másikat a kémia, éppen úgy, ahogyan a gondolkodással kapcsolatban a sajátosságok egyik komplexumát a pszichológia tanulmányozza, a másikat a logika..., a fizika és a kémia fokozatosan áttérnek a dolgok osztályainak, sajátosságaik teljes sokoldalúságában való tanulmányozásáról a sajátosságok és viszonyok egyes komplexumainak a kutatására” [15].

Az élettelen természetben minden mozgásforma a kémiai és fizikai mozgásfajták meghatározott komplexuma Rádi felfogásában. A mozgásformák korszerű leírasi kísérleteiben az élettelen természet mozgásformáit a *kémiai-fizikai mozgásformák osztályában* foglalja össze.

Engels korát messze megelőzve felismerte a *határtudományok* fontosságát. (Lásd dolgozatunkban II. 2.)

A természettudományokban végbement és napjainkban is tartó változások igazolják Engels előremutató megállapítását a határtudományok jelentőségéről.

A *fizikai kémia* a fizika és a kémia határterülete. Az anyagi változások kémiai és fizikai oldalait egymástól elválaszthatatlan összefüggésben, egységben vizsgálja. Vizsgálódásaihoz egyaránt használ egységbe foglalt fizikai és kémiai módszereket.

A fizikai kémia elméleti kutatás elsősorban a *termodinamika*, a *kinetikus-statisztikus* elmélet és az *atomfizika* módszereivel dolgozik.

A *termodinamikai módszer* eredményei a legáltalánosabbak, a legmegbízhatóbbak. A folyamatok mechanizmusáról azonban nem ad képet.

A *kinetikus-statisztikus* elmélet az atomok és molekulák mozgásából vezeti le a makroszkópiusan észlelhető jelenségeket. Gyakorlatilag lehetetlen minden egyes atom, molekula mozgását egyenként vizsgálni, ezért ez az elmélet a nagyszámú részecske mozgásának statisztikus vizsgálatából vonja le következtetéseit.

A kvantumelmélettel együtt bebizonyította a marxizmusnak azt az alaptörvényét, hogy a mozgás az anyag létezési módja, nincsen anyag mozgás nélkül.

Megvilágítja a változások mechanizmusát, sebességét, de nem áll olyan általános érvényű alapokon, mint a termodinamika.

Az *atomfizikai módszer* az atomokon, molekulákon belüli mozgásokat

vizsgálja, s a kvantummechanikán alapszik. Ezek az elméletek egymást kiegészítve ugyanarra az objektív valóságra, ugyanazokra az anyagokra vonatkoznak, de különböző szempontokból világítják meg azok sajátosságait.

A fizikai kémia a természet megismerése mellett hatékony eszköz a természet céltudatos átalakításához is. Ezért olyan nagy a gyakorlati jelentősége napjainkban.

A fizikai kémia történeti kialakulása is mutatja a kémia és fizika viszonyának változását, összefonódását.

A XVIII. század derekán Lomonoszov foglalkozott először a kémiai folyamatok vizsgálatával a fizika törvényei alapján. Tőle származik a fizikai kémia elnevezés is.

Viszonylag önálló tudománnyá a XIX. század második felében vált. Ebben jelentős szerepet játszott az általános gáztörvény végleges megfogalmazása, a termodinamika alkalmazása kémiai folyamatokra, a tömeghatás törvényének felfedezése, a fény okozta kémiai változások vizsgálata, és i. t.

A fizikai kémia fő gondolatát a XIX. század 80-as éveitől a XX. század elejéig abban látták, hogy összefüggéseket állapítson meg az anyagi rendszerek makroszkópikus kémiai és makroszkópikus fizikai oldalai között. Ezekben az évtizedekben, főleg a makroszkópikus sajátosságok és termodinamikai összefüggések feltárására irányult a figyelem. Háttérbe szorult az atomelmélet következtetésének összekapcsolása a makroszkópikus sajátosságokkal.

A századforduló nagy fizikai felfedezései során, rohamosan terjedt az atomfizikai ismeretek felhasználása a fizikai kémiában, amely lehetővé tette az atomok és molekulák szerkezete, valamint a kémiai sajátosságok közötti összefüggések feltárását.

Napjaink fizikai kémiáját az jellemzi, hogy az anyagok és folyamatok makroszkópikus sajátosságainak vizsgálata mellett egyre jelentősebb a mikrorészecskék között végbemenő folyamatok vizsgálata. Általánossá vált a statisztikus módszer alkalmazása az egyes atomok, illetve molekulák, az elemi folyamatok sajátosságai és makroszkópikus tulajdonságai közötti összefüggések megállapítására. A kísérleti módszerek gyors fejlődése megnyitotta az utat az anyagok belső szerkezetének tanulmányozásához. Az atomok és molekulák szerkezetének vizsgálatánál nagyjelentőségű a kvantummechanika létrejötte és fejlődése. A kvantummechanikai számítások a vizsgált jelenség mennyiségi, fizikai oldalait tárják fel, s ebben rejlik jelentőségük. A kémiai folyamatok minőségi oldalát nem tárhatja fel, mivel nem rendelkezik olyan kutatási módszerekkel, melyek adekvátan tükröznék a kémiai mozgás egész specifikumát.

Két szélsőséges állásponttal találkozhatunk a kémia és a kvantummechanika viszonyának vizsgálatában. Az *egyik* álláspont a kvantummechanikát, annak szerepét túlozza el, amely egészen a kémia tagadásához vezet. A *másik* álláspont tagadja a kvantummechanika jelentőségét a kémia szempontjából. Egyik álláspont képviselői sem értik meg a kémiai és fizikai mozgások valóságos viszonyát.

„A kémikusok egy része nem látja vagy nem veszi tekintetbe azt —

írja Kedrov —, hogy a kémiai mozgásforma genetikailag az egyszerűbb fizikai mozgásformákból keletkezik, s azokat magában foglalja, s ezért a kémiai mozgás fizikai oldalának a vizsgálata révén mélyebben megismerhető a mozgás lényege” [16].

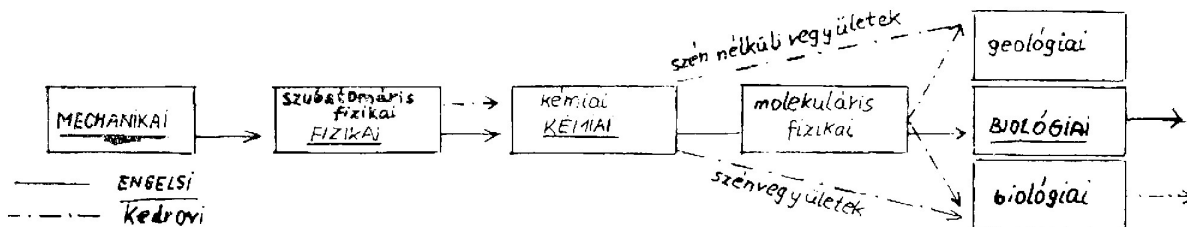
2. Az engelsi és kedrovi mozgásformák általános sorának összehasonlítása [17]

Amikor kísérletet teszek a fizikai mozgásformák sorának és kapcsolatának ábrázolására, figyelembe kell venni *egyrészt* a fizikai ismeretek történeti fejlődésének főbb vonulatait, a fizika és a kémia megváltozott viszonyát, *másrészt* az anyag szerkezetéről meglevő ismeretekben változásokat előidéző felfedezéseket. Azt is szükséges megjegyezni, hogy ennél a törekvésnél szűk kategóriákkal, a klasszikus fizikától örökölt kategóriákkal rendelkezünk, s ezeket alkalmazzuk. A fizikai ismeretek dolgozatunkban vázolt fejlődésnek figyelembevételével az *anyag struktúrális szintjének* a következő sorát állíthatjuk fel — az átmenetek feltüntetésével:

elemi részecskék — elemi részecskék közötti szint (pl. nukleonközi) — *magszint* — magközi szint — *atomi szint* — atomközi szint — *molekulák szintje* — molekulaközi szint — *makroszkópikus szint*.

A kedrovi megoldással kapcsolatosan meg kell jegyeznünk annak egyik fogyatékosságát, mégpedig azt, hogy megmarad az engelsi lineáris mozgássornál. Ezt a sort részben meghosszabbítja (geológiai mozgás), s bizonyos pontokon elágaztatja (kémiai mozgás) [18].

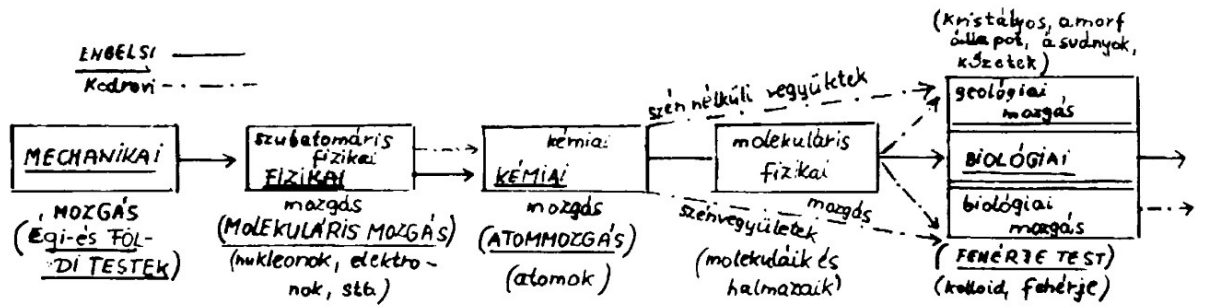
Hasonlítsuk össze az *engelsi* és *kedrovi* mozgásformák általános sorát:



Ez a sematikus ábra is mutatja, hogy Kedrov az engelsi lineáris mozgásformák sorát vette alapul. A természettudományok belső struktúrájában végbement változásokat elágazásokkal érzékelteti (elágazó modell). Az engelsi mozgássorhoz képest Kedrov ezt a geológiai mozgásformával meghosszabbítja, a kémiánál elágaztatja.

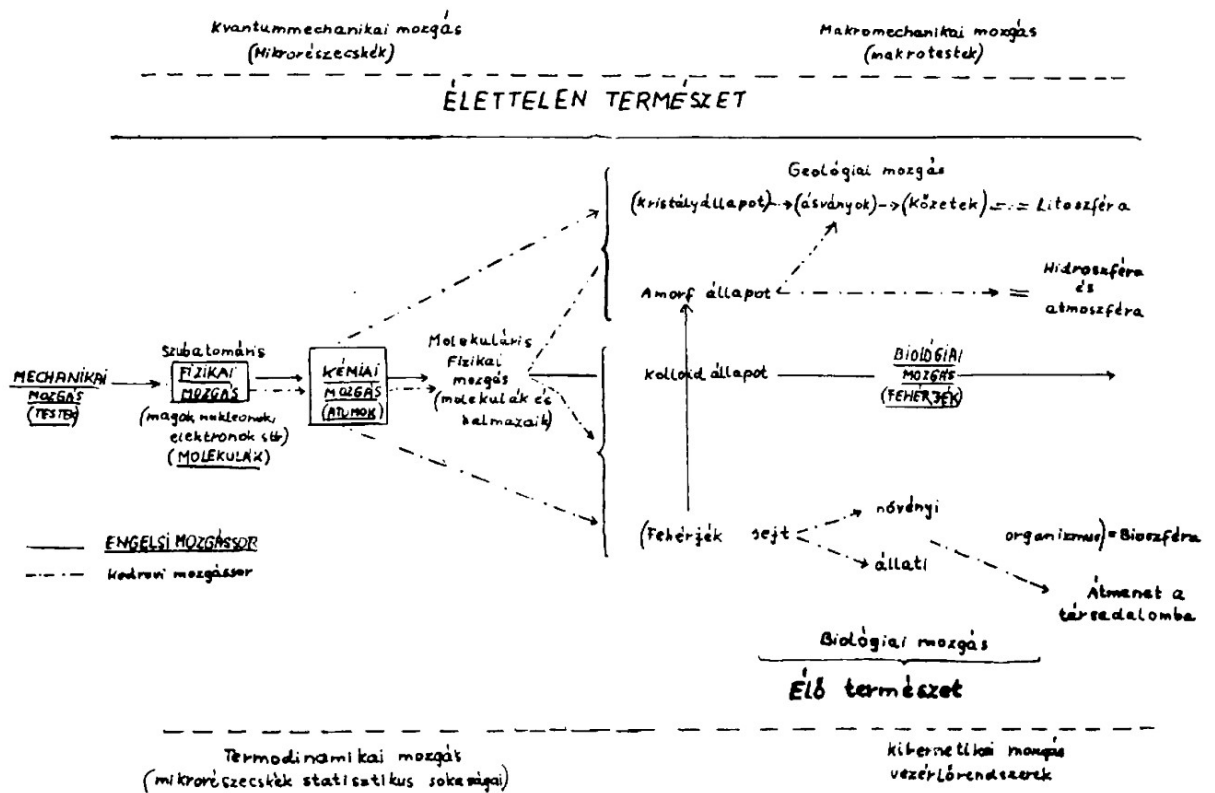
Mindkét mozgássorból a *biológiai* mozgásból történik az átmenet a társadalmi mozgásformára — betartva az Engels által megfogalmazott általános módszertani elvet: az alacsonyabb rendűtől a magasabb rendűre történő fokozatos átmenet elvét.

A következő sematikus ábra még világosabban mutatja a két mozgássor (engelsi, kedrovi) egymásraépítettségét, bizonyos továbbfejlesztési kísérletét — a mozgásformák *anyagi hordozóinak* feltüntetésével.



Mindkét mozgássorban kiemelt szerepet játszik a kémiai mozgásforma; Engelsnél a vegyi mozgás megy át biológiai mozgásba, Kedrovnál a divergencia jelensége jelenti az átmenetet a geológiai és biológiai mozgásformára. Érzékelteti továbbá a mozgásformák anyagi hordozóiban az Engels kora óta bekövetkezett változásokat is. Összegezve az engelsi és kedrovi mozgásformák általános sorát, egymásraépítettségét az alábbi ábra mutatja.

AZ ENGELSI ÉS KEDROVI MOZGÁSFORMÁK ÖSSZEHASONLÍTÁSA



Ebben az összegező táblázatban (kedrovi megoldásban) a kémia a fizikát két részre osztja: szubatomáris és molekuláris fizikára. A fizikába ékelődött kémia ellenére a fizika megőrzi egységét, illetve Kedrov mere-

ven ragaszkodik a fizikai mozgásforma egységéhez. Ezt a kapcsolatot reálisabb, korszerűbb úgy értelmezni, hogy a fizika „keresztül hatol” a kémián, s nem csupán „átkarolja” azt.

Ennek a felfogásnak a helyességét igazolja az a tény is, hogy a kémiainak nevezett *atomi-molekuláris* mozgásforma lényeges elemként magába foglal *fizikai* jelenségeket is. Helyes megoldásnak a *kémiai és fizikai* mozgásformák viszonyában azt tartjuk, hogy azok *egymástól elválaszthatatlanok*, szorosan *összefonódónak* és *áthatják* egymást. Az összegező táblázatból látható kedrovi megoldás további fogyatékosága; a tudományok rendszerét lényegében azonosítja a mozgásformák rendszerével, pedig itt nem beszélhetünk *közvetlen tükrözési* kapcsolatáról. A tudományok belső struktúrájában bekövetkezett differenciálódás következtében egy-egy tudomány nem egyetlen mozgásformával foglalkozik.

Ebben a kérdésben A. J. Ignatovval értünk egyet, aki a következőket írja: „Az anyag mozgásformáinak a tudományok kölcsönviszonya szerinti osztályozása pozitív szerepet játszott ugyan abban a periódusban, amikor a természettudomány még kevésbé volt differenciálva, ma viszont zavarja az anyag mozgása valóságos képének adekváltabb visszatükrözését” [19].

A fizikai ismeretek történeti fejlődésének a mozgásformák osztályozására tett hatását vizsgálva levonhatjuk azt a konkluziót, hogy az élettelen természetnek vannak egymástól különböző mozgásformái, s az *élettelen természettel foglalkozó tudomány* kutatja ezeknek a mozgásformáknek a törvényszerűségeit. Az élettelen természetnek csupán egy részét vizsgálja a fizika. Ennek a gondolatnak az értelmében az élettelen természet gazdag megnyilvánulásainak egy területét, annak mozgástörvényeit, azok kölcsönhatását kíséreljük meg összegezni.

3. A fizikai mozgásformák összefoglalása

Az összefoglalásban figyelembe vesszük egyrészt a mozgásformák és anyagi hordozóik összefüggését, másrészt a fizikai ismeretek változásának hatását a mozgásformák osztályozására. Továbbá a modern fizikai *szintelméletet* [20]. A szintelmélet vizsgálatánál abból a felismerésből indulunk ki, hogy az objektíve létező anyagi világban vannak *relatíván állandó*, minőségileg eltérő törvényszerűségeknek alávetett *kölcsönhatási szintek*. Ez azonban nem jelent szükségképpen tárgyi elkülönülést.

Engels a mozgásformák kölcsönhatásának vizsgálatánál hangsúlyozta, hogy a magasabb mozgásforma tartalmazza az alacsonyabb mozgásformákat. Azt is kiemelte, hogy a magasabb rendű mozgásforma minőségileg *többletet* tartalmaz az alacsonyabb rendű mozgásformához képest.

Fizikai szempontból az a leglényegesebb ennél a szemléletnél, hogy megalkotja az objektív anyagi világ *struktúrális meghatározottságára* vonatkozó koncepciót.

Ennek a koncepciónak megalkotása egyrészt *bizonyítja*, hogy léteznek minőségileg más törvényszerűségeknek alávetett kölcsönhatási szintek, másrészt *magyarázatát adja* annak a tételnek, hogy valamely szinten mutatkozó állandóság mindig az alsóbb szinten játszódó kölcsönhatá-

sok egyensúlyának megnyilvánulásai. Ez a megállapítás ismét bizonyítja Engels zseniális előremutató felfogását ebben a kérdésben.

Az adott szinten érvényes megmaradási törvények határozzák meg az egyes szintek folyamatainak alapvető tendenciáját (energia- és impulzusmegmaradási törvények, barionszám, fermion-töltés, izospin, stb.). Ezeknek a törvényeknek a megismerése adja az indokát annak, hogy az adott szinteken a folyamatok miért a megismert módon mennek végbe, s miért nem másképp.

Az atomfizikai jelenségek szintjét vizsgálva a strukturális differenciáltság létrejöttét és lényegét, tapasztalhatjuk például: ha egy *proton* és egy *elektron hidrogénatommá* „szerveződik”, olyan tulajdonságokra tesz szert, melyekkel külön-külön nem rendelkezett (fényelnyelés, kémiai kötődés lehetősége, stb.), vagy ha az *atomi kötélekben* levő *elektronnal* energiát közlünk, magasabb energiaszintre ugrik — a belső fénykvantum rovasára, illetve alacsonyabb szintre ugorva az energiakülönbséget fénykvantum formájában kisugározza.

További példa; ha az *atom* más atomokkal együtt *molekulává* szerveződik, új törvényszerűségek határozzák meg a jelenségek lefolyását (itt a kémiai kölcsönhatási szint törvényszerűségei a meghatározók).

Ezzel az utóbbi példával az engelsi koncepció újabb szemléletes bizonyítást nyert, hiszen *egyrészt* a magasabb mozgási szint tartalmazza az alacsonyabbat (a kémiai kölcsönhatások lehetősége egy fizikai *struktúra* létezésén alapszik), *másrészt* a kémiai kölcsönhatás szintjén jelentkező új törvényszerűségek kizárják, hogy a kémiai jelenségeket pusztán fizikai alapon értelmezzük.

A következő példa is bizonyítja, hogy meghatározott *struktúrába* szerveződött elemek tulajdonságai mások, mint szabad állapotban: az atommagot alkotó neutron, az ott fellépő kölcsönhatásokkal szemben, stabil részecskéként viselkedik, míg a szabad neutron más részecskévé alakul, spontán bomlik.

A természet jelenségeit az egész világegyetemben négy *alapvető* kölcsönhatás, illetve ennek megfelelő erő idézi elő; az erős, az elektromágneses, a gyenge és a gravitációs [21]. A természet jelenségeiben nemcsak egyféle kölcsönhatás létezik, érvényesül, hanem több is. Pl.:

- sok részecskénél valamennyi kölcsönhatástípus megnyilvánul,
- a *proton* erős kölcsönhatású részecske, de elektromos töltése révén az elektromágneses kölcsönhatásban is részt vesz,
- a *müonok*, a *neutrínok* nem vesznek részt erős kölcsönhatásban.

Az elemi részecskéknél az első három kölcsönhatás jelentős, a gravitációs kölcsönhatás elenyésző.

Az *erős kölcsönhatásból* származnak a *magerők* és a *magreakciók*. Minden ismert részecske képes az erős kölcsönhatásra, a *foton*, a *müon* és a kétféle *neutrínó* kivételével. A nyugalmi tömegük az erős kölcsönhatású részecskéknek nem kisebb, mint 137 MeV [22]. Hatótávolságuk azonban igen kicsi: 10^{-13} cm. Ennek a kölcsönhatásnak megfelelő *mező kvantumai* a *pionok* és valószínűleg a *kaonok*.

Az *elektromágneses kölcsönhatás* az erős kölcsönhatásnál százszor-ezerszer gyengébb, de a hatótávolsága nagyobb. Ez a kölcsönhatás az elektromos töltésű részecskék között működik. Hordozója a *foton*. Összekapcsolja az elektronokat az atommaggal, s ezáltal atomokat alkot, összeköti az atomokat és molekulákat és i. t. Nagyon lényeges szerepet játszik a kémiában és a biológiában.

A *gyenge kölcsönhatás* minden részecske között működik, de legjobban a *leptonoknál* figyelhető meg. Az erős kölcsönhatásnál 10^{-14} -szer gyengébb. Általában a *részecskék bomlásával* függ össze.

A *gravitációs kölcsönhatás* az erős kölcsönhatásnál 10^{-39} -szer kisebb, hatótávolsága igen nagy. Általában nagyméretű folyamatokban hat és csak *vonzást* okozhat.

A felsorolt alapvető kölcsönhatások — a gravitációs kivételével — nemcsak *vonzásban*, hanem *taszításban* is megnyilvánulhatnak. Ebből következik, hogy az alapvető erők nemcsak *kötik* a részecskéket egymáshoz, hanem *távol is tartják* egymástól.

Ezek a kölcsönhatások idézhetik elő a részecskék elpusztulását és újak születését.

Pl.: *proton* és *neutron* ütközésénél két neutron és π^+ -mezon keletkezhet. Az elemi részecskék átalakulásához szükséges idő nagymértékben függ a kölcsönhatás erősségétől. Pl.:

- nukleon kölcsönhatása a közvetlen közelében haladó másik nukleonnal 10^{-24} — 10^{-22} s. (a fénysebességet is megközelítő),
- az elektromágneses kölcsönhatásokkal előidézett változások időtartama 10^{-19} — 10^{-21} s.
- a gyenge kölcsönhatásoknál megfelelő átalakulások 10^{-10} s. időtartamúak.

„Összefoglalva megállapítható — írja Erdey-Grúz —, hogy a fundamentális kölcsönhatások részecskék keletkezését, megsemmisítését, átalakítását és szóródását idézhetik elő” [23].

Az atom, illetve a molekulán belül részecskék *mozgástörvényeinek* vizsgálata nélkülözhetetlen az atomok, illetve molekulák szerkezetének leírásához [24].

Az atomok kémiai és számos fizikai sajátosságát az atomok szerkezete szabja meg. Ebből a tényből következik, hogy az elektronok atomon belüli mozgástörvényei, illetve azok vizsgálata a legfontosabb számunkra is.

Az *atomon belüli* elektronok mozgását a *hullámfüggvény* tükrözi vissza a valóságos viszonyoknak megfelelően. Az elektron nem tekinthető pontszerűnek — amely meghatározott mechanikai pályán mozog —, hanem *szétterül, elkenődik* a hullám egész tartományára. Az atomon belül mozgó elektronok hullámhossza ugyan olyan nagyságrendű, mint az atom mérete: 10^{-8} cm. Ez az *atomfizikai* mozgásforma egyik fő jellegzetessége. Itt a *hullámjelleg* dominál. A kvantummechanika ennek jelölésére bevezeti a Ψ (pszi) *hullámfüggvényt*, amely az elektronoknál a *töltéssűrűség* térbeli elosztását veszi alapul. A tér x, y, z koordinátájú helyén a töltéssűrűség arányos $\Psi^2_{x,y,z}$ -tel.

Az *atomon kívül* mozgó elektronnál a *részecske jelleg* dominál. Ez abból következik, hogy itt az elektron nincs az atom egy hullámhosszával kompenzurábilis térbe „bezárva”.

Az elektronok és más mikrorészecskék *mozgásának alaptörvényét* a *Schrödinger-egyenlet* fogalmazza meg (1926). Ez jelenti az m tömegű mikrorészecske mozgásának alapegyenletét, melynek;

— potenciális energiája: E_p

— összes energiája (potenciális és kinetikai): E .

Ezt az összefüggést fejezzük ki a ψ (pszi) hullámfüggvénnyel, amikor a részecske állapota időben nem változik:

$$-\frac{\hbar^2}{8\pi^2 m} \left(\frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} \right) + E_p \psi = E \psi$$

Ebből az összefüggésből adódó E értékek (sajátértékek) a mikrorészecske energiájának *lehetséges* értékei. Ez a megoldás — a klasszikus mechanika mozgásegyenleteitől eltérően — a mikrorészecske helyére vonatkozóan csak *valószínűségi* megállapításokat tartalmaz.

A klasszikus mechanikában az egydimenziós m tömegű pontszerű test állapota, illetve mozgásának pályája x koordinátával és v sebességgel elvileg pontosan jellemezhető ($p = mv$ impulzussal).

Mikrorészecskéknél a *hullámjelleg* folytán nem pontszerű a részecske, s így nem írható le egy pont mechanikai értelemben vett trajektóriájával, hanem csak a *Heisenberg-féle határozatlansági reláció* segítségével. Heisenberg 1927-ben kvantummechanikai számításokkal kimutatta, hogy m tömegű test x koordinátája és p impulzusa (illetve v sebessége) csak olyan $x \pm \Delta x$ és $p \pm \Delta p$ (illetve $v \pm \Delta v$) pontossági határon belül állapítható meg, amelyre alkalmazható a következő összefüggés:

$$\Delta x \Delta p \geq \hbar$$

$$\Delta x \Delta v \geq \frac{\hbar}{m}$$

Pl. vizsgáljuk meg az atomban levő elektron esetét, ahol az *atom* mérete 10^{-8} cm, vagyis $\Delta x = 10^{-8}$ cm, az elektron tömege $9 \cdot 10^{-28}$ g, akkor a *sebességbizonytalanság*:

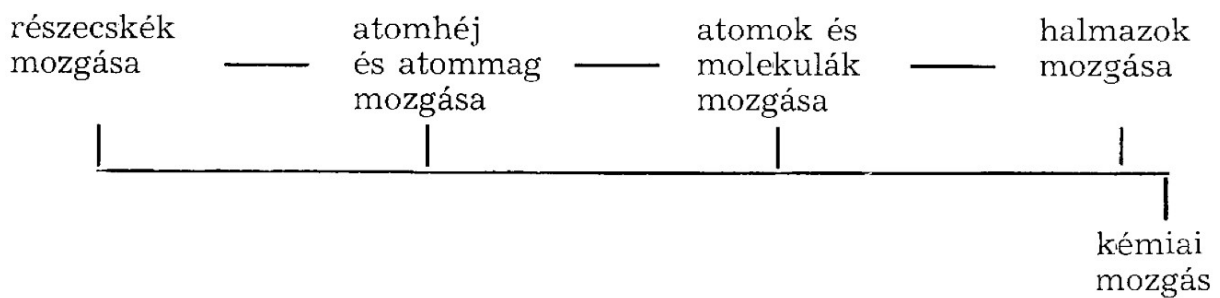
$$\Delta v = \frac{6,6 \cdot 10^{-27}}{9 \cdot 10^{-28} \cdot 10^{-8}} = 7 \cdot 10^8 \text{ cm/s.}$$

A *fizikai mozgásforma* értelmezésünk szerint az élettelen természet rendkívül gazdag megnyilvánulásait jelenti:

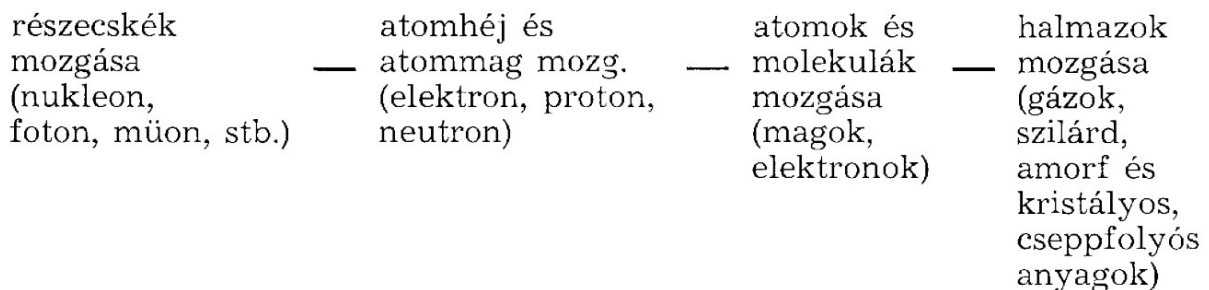
— a *részecskék* mozgásának törvényszerűségeit; az atom alkotórészeinek mozgását, az atomkötelékbe nem tartozó részecskék mozgását, részecske-fizikai mozgásokat;

- az *atomhéj* és *atommag* mozgásának törvényszerűségeit; a kvantummechanikai mozgást, a különböző típusú kölcsönhatásait, az atommag mozgását;
- az *atomok* és *molekulák* mozgásának törvényszerűségeit; az atomok és az atomokból felépült molekulák mozgását;
- a különböző *halmazok* mozgásának törvényszerűségeit; a molekulákból felépült különböző halmazállapotok mozgását, alosztályok (gáz, folyadék, szilárd test, plazma) mozgását.

a) A fizikai mozgásformák sorának sematikus ábrázolása:

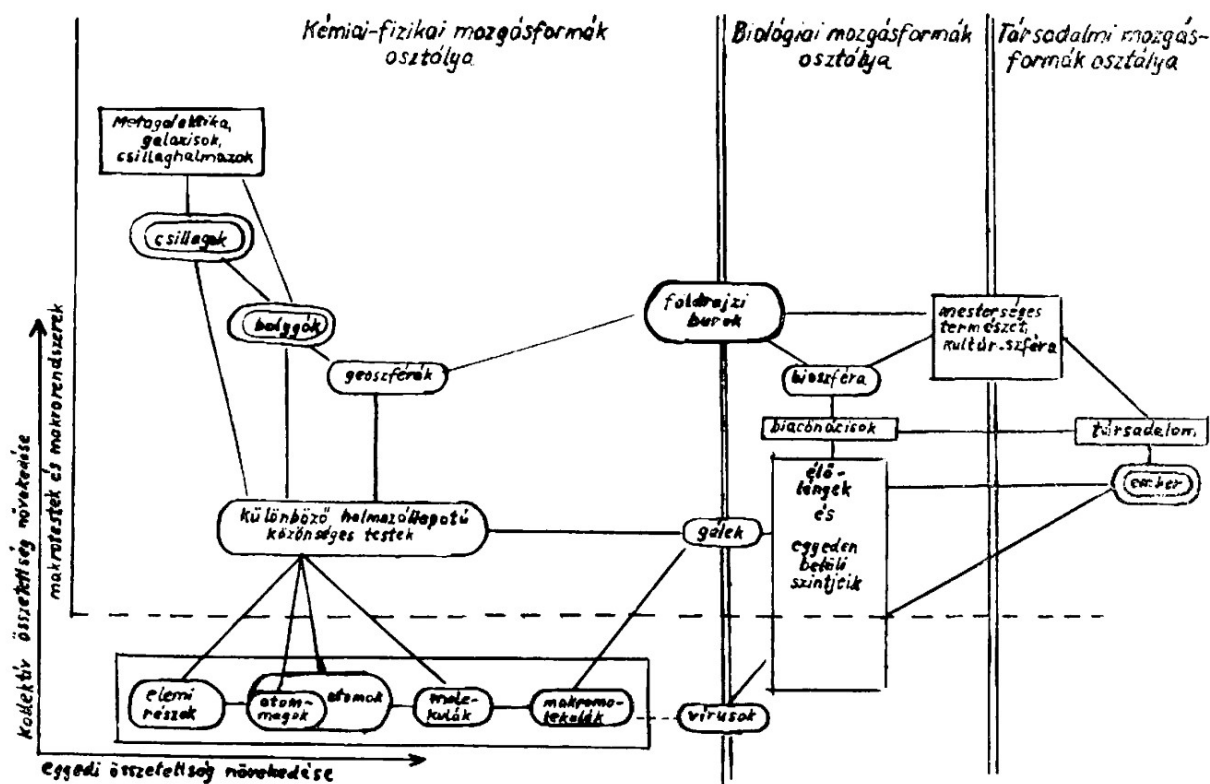


b. A fizikai mozgásformák sorának sematikus ábrázolása — anyagi hordozóik feltüntetésével:



Ebben a mozgássorban is egymástól elválaszthatatlanul összefonódik egymással a fizikai és kémiai mozgásforma: — az *atomhéj* — és *atommag* mozgásánál, az *atomok* — és *molekulák* mozgásánál, a *halmazok* mozgásánál.

A következőkben összehasonlítjuk ezt a megoldási kísérletet Rádi Péter [28] megoldási kísérletével. Rádi a *kémiai-fizikai* mozgásformák osztályába foglalja össze az élettelen természet mozgásformáit, feltüntetve az egyedi összetettség növekedését is [29]. Egy részlet ebből a mozgássorból [30]: elemi részek—atommagok—atomok—molekulák—makromolekulák.



Ebben a mozgássorban Rádi az *elemi részek mozgásához* kapcsolja az *atomhéj* mozgásának törvényszerűségeit is. Az atommagok és atomok szintjét ugyanazon szint két fokozatának tartja. Ennek a szintnek a mozgása során az elemi részek atomokká egyesülnek.

Az általunk felállított mozgássorban a *részecskék mozgásának szintjén* az atomi alkotórészek mozgását, részecske-fizikai mozgásokat különböztetjük meg. Ezen a szinten elsősorban az erős-, az elektromágneses- és a gyenge kölcsönhatások működnek. Az erős kölcsönhatás az atomi alkotórészek, a részecskék mozgásánál, a gyenge kölcsönhatás a részecskék bomlásánál játszik fontos szerepet. Az *atomon belüli* elektronok mozgását a Ψ (pszi) hullámfüggvénygel jelöli a kvantummechanika. (Lásd dolgozatunk III 3. 73. oldal.)

Az *atomon kívül* mozgó elektronnal a *részecske jelleg* dominál, mivel az elektron itt nincs az atom hullámhosszával kompenzurábilis térbe „bezárva”.

Külön szintet jelent az *atomhéj* és *atommag mozgása*. Itt is hatnak és működnek az erős, az elektromos és a gyenge kölcsönhatások. Az erős kölcsönhatásból a magerők és magreakciók származnak. Az elektromágneses kölcsönhatás összekapcsolja az elektronokat az atommaggal, s ezáltal atomokat alkot. A gyenge kölcsönhatás ezen a szinten is a részecskék bomlásával függ össze.

Az elektronok és más mikrorészecskék mozgásának alaptörvényét Schrödinger fogalmazza meg (1926). Ez a megoldás a mikrorészecske helyére vonatkozóan csak *valószínűségi* megállapításokat tartalmaz. (Lásd dolgozatunk III/3. 74. oldal.)

Az atomok és molekulák mozgásának törvényszerűségeit egy szintnek tekintjük. Az alapvető kölcsönhatások közül az elektromágneses kölcsönhatás a legjelentősebb ezen a szinten. Ez a kölcsönhatás kapcsolja össze az atomokat és a molekulákat. Ennek a szintnek mozgása folytán az atomokból molekulák épülnek fel.

A Rádi-féle sorban a molekulák önálló szintet alkotnak. Ezen szint mozgása során épülnek fel az atomokból a molekulák. Amikor az atomok és molekulák mozgását egymás mellé állítjuk, egy szintre tesszük, elválaszthatatlanságukat, összefonódásukat kívánjuk hangsúlyozni. Végeredményben mindkét megoldásban ennek a szintnek mozgása folytán épülnek fel a molekulák atomokból.

A Rádi-féle megoldásban az ezt követő szint a makromolekuláris, melyet nem egyszerűen csak nagy molekuláknak tart. Szerinte a makromolekulák sok olyan lényeges tulajdonsággal rendelkeznek, melyek alapján önálló mozgásformának kell tekinteni [31].

Az általunk felállított sorban ennek a szintnek a halmazok mozgása felel meg. Ezen a szinten elsősorban az elektromágnes- és a gravitációs kölcsönhatás működik. Ennek a szintnek mozgása következtében épülnek fel a halmazok molekulákból. Itt különböztetjük meg az alosztályok (gáz, folyadék, szilárd test, plazma) mozgását is.

Megoldásunkban azt az engelsi általános módszertani elvet követtük, amely egyrészt az egyszerűbbtől az összetettebb felé haladást, másrészt a mozgás és „diszkrét anyagi hordozóinak” elválaszthatatlanságát, a mozgásformák kölcsönös kapcsolatát, egymásba történő átmenetét tartalmazza. Ez az engelsi általános módszertani elv közel 100 év távlatából is igaz, érvényes.

A tudományokban, elsősorban a természettudományokban alapvető változások mentek végbe, különösen az utóbbi 3—4 évtizedben. Ezeket a főbb változásokat kísérelte meg dolgozatunk bemutatni, kiemelve a mozgásformákra gyakorolt hatásukat. Ez a változás különösen a fizika és kémia megváltozott viszonyában látható, melyet a mozgásformák sematikus sora is szemléletesen mutat. Ma még a természettudomány a mag- és részecske kutatás esetében a hipotézisek, modellalkotások korát éli.

A dolgozat a fizika tudománya által feltárt konkrét tényekre támaszkodott. Felelőtlenség is lenne többre vállalkozni ezekben a kérdésekben.

Ahol a fizikai kutatás eredményei még bizonytalanok, ott a mozgásformákkal kapcsolatos felvetéseink is bizonytalanok. Az eddigi biztató kutatási eredmények alapján a jövő feladata a ma még bizonytalan kérdések konkrét kutatási eredményekre, bizonyításokra támaszkodó megoldása.

J E G Y Z E T E K

- [1] Engels: A természet dialektikája című műve, kora természettudományos ismereteit filozófiai síkon elemzi, s részletes vázlatot ad a természettudományok fejlődéséről. (Szikra Kiadó, Bp. 1952, vagy MEM 20. kötet, Bp. 1963.)
- [2] B. M. Kedrov: A természettudományok tárgya és kölcsönös kapcsolata című műve a legismertebb, legelterjedtebb továbbfejlesztési kísérlete az engelsi hagyatéknak. (Kossuth Kiadó, 1965.)

- [3] A dolgozat a fizika és kémia kölcsönös viszonyának változását a mozgásformák szempontjából mutatja be. Nem vállalkozik a változások teljes bemutatására, elemzésére. A témakorlátozás szem előtt tartásával a változások szemléletessé tétele érdekében, a teljesség igénye nélkül felhasználjuk: *Erdey-Grúz Tibor: a fizikai kémia alapjai* (1973.) *B. M. Kedrov: a Természettudományok tárgya és kölcsönös kapcsolata* (Kossuth Kiadó, 1965.). *Rádi Péter: Kísérlet a mozgásformák rendszerének korszerű leírására* (MFSZ 1967/3.)
- [4] Dolgozatunk a fizikai mozgásformák összefoglalásánál az y tengely fejlődési irányát, a legalapvetőbb ismeretek irányát követi.
- [5] Dr. Berényi Dénes: Merre tart a fizika? (Élet és Tudomány 1974. XXIX. évf. 50. szám)
- [6] Dr. Berényi Dénes: Merre tart a fizika? (2372—2373. oldal.)
- [7] Erdey-Grúz Tibor: Filozófiai tallózás a természettudományokban (Kossuth Kiadó 1965.)
- [8] Idézett mű, 176. oldal
- [9] Idézett mű, 242. oldal
- [10] Idézett Rádi-tanulmány, 390. oldal
- [11] Idézett mű, 252. oldal
- [12] Idézett Kedrov-mű, 253. oldal
- [13] Idézett Kedrov-mű, 253. oldal
- [14] Idézett Rádi-tanulmány, 391. oldal
- [15] Idézett Rádi-tanulmány, 392. oldal
- [16] Idézett Kedrov-mű, 256. oldal
- [17] Tudjuk, hogy a mozgásformák osztályozási kísérletei közül nem a kedrovi a legkorszerűbb megoldás, de a változás szemléletessé tételéhez nagyon alkalmas. Az is indokolja a kedrovi megoldáshoz való kapcsolódást, hogy ez a legismertebb ilyen jellegű kísérlet.
- [18] Dolgozatunkban felhasználjuk Rádi Péter tanulmányában Kedrovval és a mozgásformák osztályozási kísérletével kapcsolatos kritikai megjegyzéseit, de tanulmányával nem foglalkozunk részletesen, elemzően. Kritikai megjegyzéseit és a mozgásformák korszerű osztályozási kísérletét Rádi Péter: *Kísérlet a mozgásformák rendszerének korszerű leírására* (MFSZ. 1967/3.) című tanulmányában fejti ki, írja le.
- [19] A. J. Ignatov: a Mozgás formái és az anyag fajtái. (Olvasókönyv a dialektikus materializmus tanulmányozásához, Kossuth Kiadó 1969/70. 134. oldal.)
- [20] Ezzel a kérdéssel Müller Antal: *Fizikai megismerés és dialektikus materialista felfogás* című művében foglalkozik részletesebben (200—213. oldal, Kossuth Kiadó, 1974.)
- [21] Erdey-Grúz Tibor: *Az anyagszerkezet alapjai*. 158—161. oldal. Műszaki Kiadó 1973.
- [22] $1 \text{ MeV} = 1 \text{ maelektronvolt} = 10^6 \text{ eV}$
 $1 \text{ eV} = 1 \text{ elektronvolt}$ — az a kinetikus energia, amelyre 1 elektron 1 Volt elektromos potenciálkülönbség hatására szert tesz $= 1,6021 \cdot 10^{-12} \text{ erg}$.
- [23] Idézett mű, 160. oldal
- [24] Idézett mű, 54—68. oldal
- [25] A *határozatlansági reláció* nem az okozati összefüggések hiányát, a *megismerhetőség* korlátját fejezi ki, hanem a *leírási mód tökéletlenségét*, amely a mai ismeretszintünkön nem küszöbölhető ki. „Tény, hogy a mikrorészecskék nem pontok — írja Erdey-Grúz —, hanem anyaguk (illetve töltésük) a tér egy véges — bár kicsi — tartományában oszlik el (szét van kenve).” Ebben a „tartományban” a részecske állapotát, illetve mozgását csak megközelítőleg hűen írhatjuk le. Ennek adja meg az eivileg *lehetséges közelítés határát* a Heisenberg-féle reláció.
- [26] Erdey-Grúz Tibor: *Az anyagszerkezet alapjai*. (Műszaki Kiadó 1973. 66. oldal)
- [27] A h -Planck-féle állandó, melynek értéke: $6,623 \cdot 10^{-27} \text{ erg} \cdot \text{sec}$.
- [28] Idézett tanulmány, 376—381. oldal
- [29] Ugyanezt az összefoglaló szerepet tölti be a kedrovi megoldási kísérletben a geológiai mozgásforma
- [30] A Rádi-féle kísérlet összefoglaló táblázatát közöljük. Ebből a komplex kísérletből — amely a mozgásformák korszerű leírását tartalmazza — csak egy rész-

letet emelünk ki, s ezzel a részlettel hasonlítjuk össze a fizikai mozgásformák általunk közölt megoldási kísérletét.

- [31] Ilyen tulajdonsága a makromolekuláknak például a *polidiszperzitás* és az, hogy úgynevezett *szegmensekből* állnak. A polidiszperzitás azt jelenti, hogy a makromolekuláknak az élettelen természetben nincs meghatározott molekulásúlyuk. Olyan hosszú láncokat alkotnak, melyekben a molekulásúlyuk nem túl nagy változása, nem okoz minőségi változást. Oldataik tulajdonságai is tág határok között változnak, s a változás nemcsak a molekulásúly változásától, hanem a szóródástól (polidiszperzitás fokától) is függ. A makromolekulák „molekulákból álló szupermolekulák” kevés számú kivételtől eltekintve — pl. kolloid-kén molekula — molekulászerű tagokból, állandó szerkezetű, ún. szegmensekből állnak. Idézett tanulmány 376—380. oldal.

I R O D A L O M

1. A. Einstein: A speciális és általános relativitás elmélete. (Gondolat Kiadó, 1963.)
2. A. I. Ignatov: A mozgás formái, és az anyag fajtái (Olvasókönyv a dialektikus materializmus tanulmányozásához. Kossuth Kiadó, 1967/70.)
3. A. Poliharov: Az anyag mozgásformái megmaradásának kérdéseire. (Dial. mat. szakosító szemelvénygyűjtemény, Kossuth Kiadó, 1969/70.)
4. A. Pozner: Az ősemelektől az elemi részecskéig. (Kossuth Kiadó, 1968.)
5. A. P. Septulin: Anyag és anyagi képződmény. Az anyag fajtái. (Dial. mat. szakosító szemelvénygyűjtemény. Kossuth Kiadó, 1969/70.)
6. Bíró Gábor: A hőtan fejlődése és az első fizikai atomelmélet kialakulása a XIX. század derekán. (Fizikai Szemle, 1962/1.)
7. Bíró Gábor: Az elektromágneses tér fogalmának kialakulása (Faraday és Maxwell) (Fizikai Szemle, 1967/10.)
8. Bíró Gábor: Fizikatörténet és mechanikus materializmus. (MF-SZ. 1971/5—6.)
9. B. M. Kedrov: A természettudományok tárgya és kölcsönös kapcsolata. (Kossuth Kiadó, 1965.)
10. Bóna Ervin: A kémiai tudományok és kutatási ágak rendszerezési kérdései. (Akadémiai K., 1971.)
11. Dirac P. A. M.: A kvantumelmélet kibontakozása. (Fizikai Szemle, 1973/10.)
12. Elek Tibor: Marxizmus és relativitás elmélete. (Akadémiai Kiadó, 1973.)
13. Engels: A természet dialektikája. (Szikra Kiadó, Bp. 1952. és MEM 20. kötet, Bp. 1963.)
14. Engels: Anti-Dühring. (MEM 20. kötet)
15. Erdey-Grúz: Anyag és mozgás. (Akadémiai Kiadó, 1962.)
16. Erdey-Grúz: Filozófiai tallózás a természettudományokban. (Kossuth Kiadó, 1965.)
17. Fényes Imre: Fizika és világnézet. (Kossuth Kiadó, 1966.)
18. Fényes-Nagy: Mikrofizika. (Gondolat Kiadó, 1959.)
19. Fodor Judit: A determinizmus koncepció fejlődése és kapcsolatai a kvantummechanikával. (Akadémiai Kiadó, 1972.)
20. Földesi Tamás: A marxista anyagfogalom meghatározásának problémáiról. (Szemelvények a dial. mat. köréből. Szerkesztette: Sándor Pál, 1965.)
21. G. Gomov: A fizika története. (Gondolat Kiadó, 1965.)
22. Horváth Imre: Modellalkotás, mint tudományos módszer. (MFSZ. 1965/2.)
23. Horváth József: A mozgás dialektikus koncepciója és a körforgás. (MFSZ. 1970/3—4.)
24. Horváth József: Kísérlet a mozgás irány szerinti formáiról szóló általános filozófiai elmélet deduktív kifejtésére. (MFSZ. 1972.)
25. Horváth József: A világ anyagi egységének helyes felfogásához. (Szemelvények a dialektikus materializmus köréből. Szerkesztette: Sándor Pál, 1965.)
26. Jánossy Lajos: Relativitás-elmélet és fizikai valóság. (Gondolat Kiadó, 1967.)
27. J. Orear: Modern fizika. (Műszaki Kiadó, 1971.)
28. J. V. Szacsokov: A kvantummechanika materialista értelmezéséről. (Gondolat Kiadó, 1961.)

29. Lenin: Materializmus és empiriokriticizmus. (Szikra Kiadó, 1949.)
30. Marx György: Túl az atomfizikán. (Gondolat Kiadó, 1961.)
31. Max Born: Válogatott tanulmányok. (Gondolat Kiadó, 1973.)
32. Lendvai L. Ferenc—Nyíri J. Kristóf: A filozófia rövid története. (Kossuth Kiadó, 1974.)
33. Max von Laue: A fizika története. (Gondolat Kiadó, 1960.)
34. Márkus György: A marxista anyagfogalom egyes kérdéseiről. (Szemelvények a dialektikus materializmus köréből, szerkesztette: Sándor Pál, 1965.)
35. Müller Antal: Fizikai megismerés és dialektikus materialista természetfelfogás. (Kossuth Kiadó, 1974.)
36. Müller Antal: Kvantummechanika és fizikai világkép. (Akadémiai Kiadó, 1968.)
37. N. H. Rutkevics: A mozgásformák a szervetlen természetben. (Szemelvények a dialektikus materializmus köréből. Szerkesztette: Sándor Pál, 1965.)
38. N. J. Szvigyerszkij: Az elemeknek és a struktúráknak a mozgás egyetemes tulajdonságaiból következő általános sajátosságai. (Dialektikus materializmus szakosító szemelvénygyűjtemény, Kossuth Kiadó, 1969/70.)
39. Paczolay Gyula: Tudományok és rendszerek. (Akadémiai Kiadó, 1973.)
40. P. Sz. Kudrjavcev: A fizika története. (Akadémiai Kiadó, 1951.)
41. Rádi Péter: Kísérlet a mozgásformák rendszerének korszerű leírására. (MFSZ, 1967/3.)
42. Szabó Gábor: A modern atomfizika néhány filozófiai problémájáról. (Kossuth Kiadó, 1963.)
43. V. J. Sziforov: A jelenkori természettudományok fejlődésének általános tendenciái. (Történelmi materializmus szemelvénygyűjtemény, Kossuth Kiadó, 1969/70.)
44. W. Heisenberg: Az elemi részek elméletének mai állása. (Fizikai Szemle, 1964 7.)
45. W. Heisenberg: Válogatott tanulmányok. (Gondolat Kiadó, 1967.)
46. A tudományok néhány elméleti kérdése. (Akadémiai Kiadó, 1970.)
47. A matematika-, fizika- és kémia-tanítás világnézeti kérdései (OPI, 1966.)
48. A fizika filozófiai kérdéseiről. (TIT-szakosztályi füzetek, 1960.)
49. Az anyag szerkezete mai szemmel. (TIT Szakosztályi füzetek, 1968.)
50. Út a határtalanba. (TIT Szakosztályi füzetek, 1969.)
51. Erdey-Grúz Tibor: Az anyagszerkezet alapjai. (Műszaki Könyvkiadó, 1973.)

ВЛИЯНИЕ ЗНАНИЙ В ОБЛАСТИ ФИЗИКИ НА ПОЗНАНИЕ И КВАЛИФИКАЦИЮ ФОРМ ДВИЖЕНИЯ

Д-р Ла́лош Силваши

В статье рассматривается взаимосвязь форм движения, главным образом физического характера. Со времён Ф. Энгельса в науке произошли значительные изменения и в физике.

Автор исследует те изменения в науке, которые развивают наследие Ф. Энгельса, описывает дальнейшее развитие, указанного ряда форм движения.

Он подводит итоги описанию физических форм движения принимая во внимание новейших достижений физики.