

AZ ANYAG MECHANIKAI ÉS KÉMIAI MOZGÁSFORMÁI RENDSZERSZERŰ ELEMZÉSÉNEK NÉHÁNY PROBLÉMÁJA

1. Az anyag mechanikai mozgásformájának rendszerszerű elemzése

Engels tanítása az anyag létezési módjáról és az anyag mozgásformáiról a dialaktikus materializmus alapját képezi. A filozófiai és a természettudományos gondolkodásban először történt meg a különböző minőségű anyagfajták kölcsönhatásai és a rájuk jellemző mozgásformák tudományosan megalapozott koncepciójának kifejtése. A mozgásformák elméletének alapjait Engels: A természet dialaktikájában és az Anti-Dühringben fejtette ki. Ez az elmélet differenciál — az anyagi hordozók mennyiségi és minőségi különbözőségét figyelembe véve — a különböző minőségű mozgásformák között és feltárja a mozgásformák és anyagi hordozók bonyolult összefüggését.

Engels a mozgáson változást értett általában, mint strukturálisan egységes szerkezeti egységet, miközben néhány elemet kiemelt. Először is Engels kiemelte a mozgás anyagi hordozóját, mint valamilyen objektumot, vagy az objektumok összességét, amelyekben az anyag valmely mozgásformája realizálódik. Adott szubsztrátumnak a mozgás adott formájával, mint az anyag meghatározott mozgásformája hordozójával a kapcsolata egyértelmű. Az anyag minden mozgásformája kapcsolatban van meghatározott szubsztrátummal, vagy meghatározott anyagi hordozók osztályával. Az anyagi mozgásformák és hordozók között bonyolult viszony létezik, amelyet Engels külön kiemelt, megkülönböztette az egyszerű és bonyolult mozgásformák viszonyát, és azoknak az egyikből a másik formába való átalakulási viszonyát.

Az Engels által bevezetett mozgásformák osztályozása tudományos célokot követ, nemcsak a tudományok osztályozásának alapjául szolgál, hanem lehetővé teszi, hogy Engels metodikai előrejelzéseket tegyen a tudomány jövődjéről fejlődéséről illetően. Engels az anyag mozgásának legegyszerűbb formájaként a mechanikai mozgást jelölte meg. Az anyag mozgásának mechanikai formája éppen egyszerű jellege miatt feltehetően összekapcsolódik az anyag más, bonyolultabb mozgásformáival. A mechanikai mozgás sajátossága, (mint az anyag legegyszerűbb mozgásformája) abban van, hogy más, az anyag bonyolultabb mozgásformáihoz kapcsolódik, mint helyváltoztatás, és átfogja a bonyolultabb mozgásformáknak minden kevésbé bonyolult mozgásformához való viszonyát. Ezzel biztosítva van a rendezettség, hierarchikusság, és az osztályozási viszony az anyag mechanikai mozgása és a fizika által tanulmányozott mozgások, (hő, fény, elektromosság, mágnesesség) a kémiai folyamatok és a szerves élet között. Az anyag mozgásának itt kiemelt formáival sajátos viszonyban van egy magasabbrendű és bonyolultabb forma — a történelem, a társadalmi-történelmi folyamat, a társadalmi élet.

Engels kutatásai óta eltelt már majdnem száz év — és kétségtelenül — az az empirikus anyag, amellyel Engels dolgozott, túlhaladottá vált, erről már nem egyszer

tett említést a szakirodalom,¹ miközben Engels koncepciójának elvi, metodológiai tételei igazolást nyertek. A természettudományos haladás, a tudományok viharos fejlődése, amelyeket Engels előre látott, lehetővé tették nemcsak az új empirikus anyag felhalmozódását, hanem — és ez teljesen természetes — megjelentek azok elemzésének új módszertani lehetőségei is. Ez mindenekelőtt azt a tudományt érintette, amely hosszú időn keresztül vezető helyet foglalt el a tudományok rendszerében. Ez a tudomány a fizika. Az elektromágneses mező felfedezésével minőségileg megváltozott az anyag fizikai mozgásformájáról, szubsztántrátumáról kialakított elképzelés. Az Engels korábban ismert mozgásformáknak (mind a fizikai, mechanikai, mind a kémiai mozgásformáknak) a hordozói diszkrét anyagi képződmények (makrotestek, molekulák, atomok), az azóta feltárt fény, elektromos és mágneses jelenségek hordozója egészen más természetű — a mező. Ha az anyagi hordozók természetének értelmezésében végbement változást kategóriákban értékeljük — dolog, tulajdonság, viszony — akkor az elektromágneses mezőt a viszony kategóriáján keresztül tudjuk kifejezni. Az elektromágneses jelenségekben ez a „viszony” a forrástól független viselkedést jelenti, és alá van vetve a Maxwell-féle egyenletekben rögzített törvényszerűségeknek. Az elektromágneses jelenségek hordozójának újonnan feltárt ontológiai természetét nem fogadták el azonnal széles körben. Az elektrodinamika fejlődése is az elektromágneses jelenségek természete értelmezésének fokozatos változását segítette elő. Így Gauss azt feltételezte, hogy az elektrodinamika alapvető fogalmai, mint az elektromosság mennyisége, vagy az elektrómos tömeg, valamiféle analógiát mutat a tehetetlen tömeggel.² Nem volt egyszerű megszabadulni az anyagi hordozó természetéről kialakított olyan elképzelésektől, amelyek a tárgyiségban, dologságban, a „testi szubsztanciában” fejeződtek ki.

Az elektromágneses mező felfedezése nemcsak a mozgásformák hordozóinak természetéről kialakított nézetekben hozott újat, hanem az újonnan felfedezésre került kölcsönhatások értelmezésének új módszerét is jelentette.

A természettudományok fejlődése az anyag szerkezetének elvileg új értelmezéséhez vezetett, alapvetően új természetű fizikai objektumokat és a fizikai kölcsönhatások új típusait fedezték fel. Az atom strukturáltsága, az elemi részecskéktől a csillagrendszerig tartó csodálatos világ, egyrészt a fizikai mozgásformák anyagi hordozóinak minőségileg is különböző világát, másrészt a fizikai megismerés fejlődésének megvalósulását is jelenti. Természetesen a „nem teljesség”, a „befejezetlenség” a természeti jelenségek fizikai kapcsolatainak kutatásában, — mint ahogyan Engels erre rámutatott³ — a kutatások bármely szakaszában jelen lesz. Az adott szituációban módszertanilag célszerűnek és hasznosnak tünt volna a megismerés fejlődési útjainak formális vizsgálata, azoké az utaké, amelyek már magvalósultak, és azoké, amelyek alapján a természettudomány fejlődése haladhatna. Ezen a téren a megismerés fejlődési útjainak filozófiai vizsgálata nem merül ki egyszerűen a fizikusoknak adott tanácsokban, hogy mit tegyenek egyik vagy másik konkrét szituációban, és hogy ne kerüljenek olyan helyzetbe, amelyet R. Feynman kigúnyolt: arról a filozófusról szólva, aki „félre áll és ostoba megjegyzéseket tesz...”.

A megismerési szituáció, az ismeretek fejlődésének formálisan lehetséges útjainak filozófiai, logikai-rendszerszerű elemzéséről, az ismeretek egységes rendszerbe foglalásának követelményéről van adott esetben szó.

A rendszerszerű megközelítés, a megismerés rendszerelméleti módszere, úgy tűnik, új távlatokat jelent a tudományos ismeretek fejlődése formális kritériumainak,

¹ „Dialektika v naukah o nyezivoj prirogye”. Moszkva, 1964.

² M. Plank: „Jegyinsztvo fiziceszkoj kartyinü mira”. Moszkva, 1964. 117. old.

³ Marx-Engels: Művei 20. kötet. Kossuth, 1974. 36. old.

az ismeretek rendszerének lehetséges és valóságos szerkezete kutatásában. A rendszer-szerű megközelítés alkalmazásának bevezetése az ismeretek fejlődési típusainak vizsgálatába, a megismerési eljárások következetességének elvén alapul, a megismerési folyamat különböző fejlődési szakaszain. Bármely objektum rendszerszerű leírása — mint az az irodalomban is olvasható — három különböző kutatást foglal magában. A kiindulási pontot néhány rendszeralkotó sajátosság felvétele képezi. Azután olyan viszonyt keresünk, amely megfelel ennek a sajátosságnak, majd ezt követően már sok olyan elemet találunk, amelyek között az adott viszony megvalósul. Az ismeretek objektumainak rendszerezési folyamata nem lehet egyértelmű-lineáris jellegű, a rendszer elemeinek nagy része korábban meghatározatlan, ismeretlen. Így például sok kémiai elem nem volt még ismert, amikor Mengyelejev feltárta a kémiai elemek periódusos rendszerét, a kémiai elemek között levő rendszeralkotó viszonyokat. A hőjelenség, mint az anyag mozgásformája, szintén szubsztrátummal van kapcsolatban, amely meghatározatlan jellegű. A hőjelenségeket Engels korában csak egy bizonyos szubsztrátummal — a molekulákkal — kapcsolatban értelmezték, később fedezték fel azt, hogy abban az azonos típusú bármilyen dolgok együttese résztvehetnek, mint például az elektrongáz, kozmikus objektumok stb.

A hőmozgás anyagi szubsztrátumának természetében strukturális változások mentek végbe, amelyek a rendszerszerű elemzés terminológiai segítségével kifejezhetők. Az olyan objektumokra, mint az anyag bármilyen mozgásformája, alkalmazható a rendszerszerű leírás, elkülöníthető a szubsztrátum, a szerkezet és fogalom.⁴ Az anyag bármely mozgásformájának anyagi hordozója annak szubsztrátumaként, ami pedig egy bizonyos rendszerként fogható fel. Ilyen lehet bármely anyagi képződmény, amely viszonyban van a korábban rögzített sajátossággal, az rögzített sajátosság az anyag mozgásformájának a „konceptuma” — fogalma. Az anyag mozgásformáinak szerkezete a rendszer szubsztrátumának elemei közti viszonyok összegét jelenti. A mozgásformák fogalma, és annak szerkezete megfelelési viszonyban vannak egymással. Az anyag mozgásformáinak fogalma mindenképp, mint annak rögzített sajátossága nyilvánul meg például: mechanikai, kémiai stb. mozgásformaként. Az anyag mozgásformáinak szerkezete megfelel fogalmának, az anyag mozgásformáinak szubsztrátuma pedig megegyezik szerkezetével.

Azokról a nehézségekről, amelyek az anyag mechanikai mozgásformájának elméletével kapcsolatban felmerülnek már sok szó esett az irodalomban.⁵ A kutatók feltárták az anyag mechanikai mozgásformájának és más fizikai mozgásformáinak egymással való szerves kapcsolatát. A mechanikai viszonyok struktúrájába tartoznak a hő, a gravitációs, az elektromos és mágneses jelenségek. Ténylegesen a fizika majdnem minden területét felfoghatjuk olyan mechanikai struktúraként, amelyek kifejeződnek a Lagrange- és Hamilton-féle funkciókban, az legkisebb hatás elvében stb. Egyetérthetünk azzal, hogy fizikai jelenségek megismerésének fejlődése nem csupán a mechanikai mozgásforma szubsztrátumára vonatkozó ismereteinket szélesítette ki, hanem a mechanikai mozgás más fizikai mozgásformákkal való szerves összefonódottságának feltárását is eredményezte. Ez a kérdés egyik oldala. A másik oldalról, Engels, miután nem rendelkezett a fizikai jelenségek kutatása során felhalmozódott modern empirikus anyaggal, kiemelte az anyag mechanikai mozgásformáját, önálló mozgásformaként, megkülönböztetve a mágneses, az elektromos és a hő-jelenségektől. Engels rendszerszerű szempontjai mélyen igaznak bizonyultak. Az anyag

⁴ A. I. Ujomov: „Szisztemnij padhod i obszaja tyeorija szisztem”. Moszkva, 1978. 126. old.

⁵ I. V. Kuznyecov: „Ucsenyija F. Engelsza o formah dvizsenijija matyerii”.

Voproszi Filozsofii. 1970/11. sz. 65. old.

mozgásán Engels változást értett általában, ez éppen a mechanikai struktúrák típusában tűnik ki, és nem az a lényeg, hogy ezek a struktúrák meghatározott, kizárólag dologi jelleggel rendelkező, anyagi hordozókhoz kapcsolódnak. A lényeg az, hogy az anyag mechanikai mozgásformájában adott, a mechanikai jelenségek megnyilvánulása szempontjából lényeges tulajdonság rögzítődik — fogalom. A korábbi értelmezések szerint az anyag mechanikai mozgásformája megegyezett a testek térbeli helyváltoztatásával. Éppen ezen a szinten tartott a mechanikai jelenségek kutatása Engels korában. A newtoni mechanika egyenletei a testek térbeli helyváltoztatásához kapcsolódnak, ehhez járult még az, hogy a mechanikai viszonyokat egyetemesként értelmezték. Mindezek után teljességgel érthető, hogy a térbeli helyváltoztatást úgy szemlélték, mint a mechanikai viszonyok szükséges és elégséges tulajdonságát. A Maxwell-féle egyenlet kidolgozásával a fizikusok felismerték, hogy a térbeli helyváltoztatás sajátosságával rendelkeznek azok az objektumok is, amelyek nem mechanikai jellegűek — például az elektromágneses mező. A térbeli helyváltoztatás szubsztrátumát az ezt követő időkben a mikroobjektumok osztálya képviselte (elektronok, protonok stb.), amelyeknek viselkedését a kvantummechanika törvényei írják le. A térbeli helyváltoztatás sajátossága általánosan bizonyult, bármely fizikai folyamatban szerepet játszik, de az anyag különböző mozgásformáiban, a különböző minőségű szubsztrátumokban különbözőképpen jelenik meg lényegükben különböző törvényeknek alávetve. Következésképpen az anyag mechanikai mozgásformája fogalmának kialakításához a térbeli helyváltoztatás elengedhetetlen, de nem elégséges ismerető jegy. A fizikai jelenségek kutatásában végbement fejlődés napjainkban lehetővé teszi az anyag mechanikai mozgásformája fogalmának kialakítását. A térbeli helyváltoztatás megléte, az anyag mechanikai mozgásformáinak szerkezete, a térbeli viszonyok összessége amelyek az anyagi hordozók között kialakulhatnak — mechanikai mozgásformák szubsztrátumát képezik. Az anyag mechanikai mozgásformáinak fogalma — a klasszikus newtoni mechanika törvényeinek összessége, a relativisztikus mechanika törvényei, amelyek azokra az objektumokra érvényesek, amelyek az anyag mechanikai mozgásformáinak szubsztrátumát alkotják, a makrotestekre, amik egyidejűleg pontosan rögzíthető térbeli koordinátákkal és impulzussal, térbeli pályával rendelkeznek. Az anyag mechanikai mozgásformájának szubsztrátuma nem rendelkezik a hullám-korpuszkula kettősség sajátosságával, valamint a diszkrét hatás tulajdonságával. Ezek a sajátosságok az anyag nem mechanikai mozgásformáinak szubsztrátumára jellemzők.

A rendszerszemlélet szempontjából az anyag mechanikai mozgásformája elképzelhető egy rendszerként, a fentebb felsorolt fogalom, struktúra és szubsztrátum alapján. Ezek olyan rendszerszerű határok, amelyek elkülönítik az anyag mechanikai mozgásformáját az anyag nem mechanikai mozgásformáitól. Az a sajátosság, amely szerint, a mechanikai mozgásformáknak feltétlenül hozzá kell tartoznia más mozgásformákhoz, ilymódon elveszti értelmét. Az anyag mechanikai mozgásformájának paraméterei összehasonlíthatók az anyag más fizikai mozgásformáinak paramétereivel, meghatározott feltételek között ezek kifejezik a határátmeneteket, az összhang elvének éretelmében, amely szerint a klasszikus mechanika törvényei a speciális és az általános relativitás elmélet, a kvantummechanika határeseteként, részeként fogható fel. Tovább kell folytatni a fizikai mozgásformák, valamint a mozgásformák különböző rendszerei parametrikus jellemzőinek vizsgálatát, és különösen fontosnak tartjuk a különböző mozgásformák paramétereinek rendszere közötti kapcsolatok feltárását, amely kapcsolatok kifejezik a határmeneteket a mecnahikai mozgásformák és a nem mechanikai mozgásformák között.

Az anyag mozgásformái elméletének rendszerszerű analízise feltétlenül további

kidolgozást igényel. Válasszuk példaként azokat a nézeteket, amelyek az anyag alacsonyabb és magasabbrendű mozgásformái közötti viszonyokkal kapcsolatban kialakultak, és ezek jellemzésére bevezették a főmozgásforma és a mellék mozgásforma kategóriákat. A „mellékforma” terminust még Engels használta. A rendszerszerű analízis keretein belül az anyag fő-, illetve mellékmozgásformái kategóriák abban az esetben nyernek értelmet, ha a rendszerelméleti-attributív paraméterek reprezentálnák azokat,⁶ de ez nem figyelhető meg. Az alacsonyabbrendű és a magasabbrendű mozgásformák közötti viszony bonyolult, nem fejezhető ki egyszerűen a fő-, illetve a mellék mozgásformák terminusokkal. A magasabbrendű mozgásforma nem csupán új típusa az anyag mozgásformái rendszere szerkezetének, hanem minőségileg is más típusa, a szubsztrátum rendszernek. Az alacsonyabbrendű és a magasabbrendű mozgásformák kölcsönös kapcsolatának problémája, lényegét tekintve meglehetősen bonyolult. Először is azt a kérdést kell megválaszolni, hogy az egyszerűség és az összetettség milyen típusáról van szó, az anyag mozgásformáinak rendszeréhez viszonyítva. Másodsor, milyen típusúak az anyag különböző mozgásformái közötti klasszifikációs viszonyok, amelyek alul szolgálnak alacsonyabbrendűek közötti differenciáláshoz, és milyen összefüggésben nyer értelmet az anyag magasabbrendű mozgásformájának kategóriája.

Az anyag mozgásformái összetettségének kérdése nem oldható meg az egyszerűség-bonyolultság objektív kritériumainak kidolgozása nélkül, többek között az anyag mechanikai mozgásformájának egyszerűsége, összehasonlítva a többi mozgásformával, még egyáltalán nem indokolt, ez inkább „ajándék” a mechanikának, mint leginkább kidolgozott tudománynak, amelynek alapelvei és tételei olyannyira szilárdan beépültek a természettudományos gondolkodás szövetébe, hogy megszokottá, és ezért egyszerűekké váltak. Jelenleg az egyszerűség-összetettség mérésére koncepciók egész sora létezik, és az ilyen mérések eredményét valamely szám formájában fejezzük ki. Anélkül, hogy kitérnénk az egyszerűség-összetettség jelenleg ismert koncepcióinak analízisére (írásainkban ezt már több alaklommal is kifejtettük) megvizsgáljuk az egyszerűség-bonyolultság koncepcióit a rendszerelméleti megközelítés keretein belül. Ebben az összefüggésben kiemeljük az egyszerűség néhány típusát, attól függően, hogy a kiválasztott viszonyban a rendszerszerű megközelítés milyen aspektusa a lényeges.⁷ Kiemelhető a szubsztrát-strukturális és konceptuális egyszerűség, attól függően, hogy a rendszer mely aspektusának van jelentősége. Az anyag mozgásformáinak rendszerére alkalmazva a szubsztrát egyszerűség, a szubsztrátum egyszerűségét, például az anyag mechanikai mozgásformája szubsztrátumának egyszerűségét jelenti. Kétségtelen, hogy az anyag biológiai mozgásformájával összehasonlítva a mechanikai mozgásforma szubsztrátuma egyszerűbb. Feltehetően éppen erről van szó, amikor az anyag mechanikai mozgásformájának egyszerűségéről beszélnek. A szubsztrátum egytípusúsága — abban a vonatkozásban, hogy vannak térbeli pályái, egyidejűleg pontosan rögzített, adott koordinátái és impulzusa, — lehetővé teszi a szubsztrátum sajátosságait leegyszerűsítő reprezentálhatóságát, a homogenitását.

A mikroobjektumok a rájuk jellemző hullám-korpuszkula természet dualizmusával és a diszkrét hatás sajátosságával nem homogének, és ebből következően bonyolultabbak is. Azonban a kutatók már régen felfigyeltek arra a körülményre, hogy saját szubsztrátuma oldaláról az anyag mechanikai mozgásformája nem egyszerű, mint ahogyan ezt általánosan feltételezték, hanem meglehetősen bonyolult, ha a makroobjektumok elemi részecskékből való kialakulásának történeti elvéből indulunk

⁶ A. I. Ujomov: „Szisztémü i szisztémnjü parametri”. v szb. „Problémü formalno analiza szisztém”. Moszkva, 1968.

⁷ A. I. Ujomov: „Szisztémnjü padhod i obsaja tyeorija szisztém”. Moszkva, 1978. 201. old.

ki (elemi részecskék, atomok, molekulák, makrotestek). Az anyag mechanikai mozgásformája szubsztrátumának ontológiai fejlődése megmutatja a makroobjektumok szerveződési folyamatának valódi bonyolultságát, de lehet-e ezen az alapon az anyag mechanikai mozgásformáját, szubsztrátumának alapján, bonyolultabbnak tekinteni, mint a kémiai vagy a biológiai mozgásformákat. Az anyag evolúciója az elemi részecskéktől a makro- és megatestekig már a rendszerelméleti analízis tárgyát képezi, de más értelemben, mint az anyag mechanikai mozgásformájának vizsgált rendszere. Ugyanakkor az anyag mechanikai mozgásformájának objektumai jobban megközelíthetők a megismerés folyamatának érzéki-empirikus szintjén, a szemléletesség nagyobb mértékével rendelkeznek, mint a mikroobjektumok. Ebben az összefüggésben az egyszerűség kritériumának, mint az anyag mechanikai mozgásformái rendszerének bonyolultságára vonatkozó kritériumának vizsgálata, csupán a szubsztrátum bonyolultságának figyelembe vételével elégtelennek tűnhet. A strukturális összetettség — ez, a rendszer egyszerűségének bonyolultságának értékelését jelenti strukturája alapján, azaz az adott szubsztrátumban realizálódó viszonyok összességének alapján. Ennek megfelelően a rendszer konceptuális bonyolultsága értékelhető a rendszer egyszerűsége-összetettsége fogalma alapján. Elképzelhetők a rendszer egyszerűségének bonyolultabb értékelési típusai is,⁸ olyanok, mint a strukturális-szubsztrációs (ahol az adott rendszer nem egy külön kiemelt strukturájának egyszerűségét értékeljük, hanem a rendszer-struktúra realizálódásának módját, éppen az adott szubsztrátumban), és az egyszerűség értékelési típusa szubsztrát-strukturálisaként (a rendszer szubsztrátumának egyszerűsége a rendszer strukturájához viszonyítva). A konceptuális-strukturális és strukturális-konceptuális egyszerűségi típusokat analóg módon tárjuk fel. Az anyag mozgásformáinak fogalmára vonatkozó értékelés problémája viszont még megoldásra vár.

2. Az anyag kémiai mozgásformájának rendszerszerű elemzése

A mozgásformák engelsi rendszerében a kémiai mozgásforma, mint az anyag alapvető, önálló mozgásformája szerepel. A kémiai mozgás anyagi hordozóiként Engels az atomokat és a molekulákat jelölte meg, és ugyanakkor rámutatott arra is, hogy lényegében véve a kémiai mozgás az anyagi világ két, egymástól minőségileg különböző strukturális szintjét kapcsolja össze, ugyanis, mint írja: „...a fizikában a molekulák mozgásával, a kémiában a molekuláknak atomokból való képződésével van dolgunk.”⁹ A mozgásformák vizsgálata során Engels feltárta a korábban ismert alapvető mozgásformák közötti bonyolult strukturális és genetikus összefüggések általános vonásait. Külön kitért a fizikai és a kémiai, valamint a kémiai és a biológiai mozgásformák egymásba történő átalakulási folyamatára, az elektromosság és a kémiai változások kölcsönös kapcsolatára, a mechanikai mozgás és az anyag nem mechanikai mozgásformáinak összefüggésére.

A kémiai tudományok által — különösen a századforduló óta — felhalmozott ismeretanyag lehetővé és egyben szükségessé is teszi a kémiai mozgásforma problémáinak ismételt felvetését, és alapul szolgál a felvetett problémák mélyebb megoldásához. A hazai és a külföldi irodalomban nagy számban jelentek meg a kémiai mozgás problémáival foglalkozó, vagy azokat valamilyen módon érintő írások, és közöttük nem

⁸ I. m. 202. old.

⁹ Marx-Engels: Művei. 20. kötet. Kossuth, 1974. 77. old.

egyben ismételtelen olyan nézetek is megfogalmazást nyertek, amelyek vagy nem tekintik a kémiai mozgást az anyag alapvető mozgásformájának, vagy pedig megkísérik visszavezetni a szubatómáris fizikai, a kvantummechanikai mozgásformákra.¹⁰ Mivel a kémiai mozgásformák problémáinak — a megismerés adott szintjén történő — megválaszolását egyaránt lényegesnek tartjuk mind a kémiai tudományok, mind pedig a dialektikus materializmus szempontjából, úgy gondoljuk, hogy ehhez hozzájárulhatunk a kémiai mozgásforma rendszerszerű elemzésével.

A kémiai tudományok által — Engels óta — felhalmozott ismeretanyag a kémiai mozgásforma engelsi értelmezésének módosítását tette szükségessé, ugyanakkor ez az ismeretanyag alátámasztotta az Engels által feltárt tételek érvényességét is, és lehetővé teszi a kémiai mozgásformának, mint rendszernek a vizsgálatát. A kémiai mozgás rendszerként való vizsgálata szubsztrátumának, struktúrájának és fogalmának körülhatárolását és összefüggésük feltárását teszi szükségessé.

A modern kémia eredményei közül a kémiai mozgásforma rendszerszerű értelmezése szempontjából azok a leglényegesebbek, amelyek:

— A kvantummechanika, a kémiai kötések modern elméletének kidolgozása során születtek és a kémiai kölcsönhatások modern értelmezését, specifikumának feltárását tették lehetővé.

— A kémiai mozgás anyagi hordozóinak vizsgálata során jöttek létre és amelyek alapján nyilvánvalóvá vált, hogy a kémiai mozgásforma szubsztrátuma, a kémiai anyagok szintje összetett. Ezen a szinten belül a kémiai anyagok különböző fejlődési fokozatai különböztethetők meg egymástól.

— A kémiai reakciók mechanizmusának feltárása pedig a kémiai mozgás, valamint a mechanikai és a különböző fizikai mozgásformák kölcsönös összefüggése, valamint azoknak a kémiai folyamatokban játszott szerepe kérdésének megválaszolásához járult hozzá.

A kémiai mozgásforma lényegét Engels az anyagi világ két struktúrális szintje — az atomok és a molekulák — közötti átmenetben jelölte meg, amely átmenet az atomok közötti kémiai kölcsönhatások realizálódása eredményeképpen valósul meg. A kvantummechanika kidolgozásával lehetővé vált az atomok közötti kémiai kölcsönhatások, a kialakuló kémiai kötések kvantummechanikai értelmezése. A kémiai kötések modern elmélete tehát, az atomok kvantummechanikai elméletéből kiindulva vizsgálja az atomok közötti kémiai kölcsönhatások, valamint a kialakuló kémiai anyagok sajátosságait. Az a megközelítés, amit a kvantumkémia megvalósít azokon az elméleti megfontolásokon alapul, amelyek szerint:

— az anorganikus természet kölcsönhatásai között különböző kölcsönhatási típusok különíthetők el.¹¹

— Adott típusú kölcsönhatásban a kölcsönhatásba lépő objektumok, mint struktúrális egészek vesznek részt, és a kölcsönhatás minőségileg új objektum kialakulását eredményezi.

— A kialakuló új objektum alakotórészei, valamint a közöttük realizálódó kölcsön-

¹⁰ Ezeket az elképzeléseket rendszerezte és bírálta B. M. Kedrov: „A természettudományok tárgya és kölcsönös kapcsolata” c. könyvében. Kossuth, 1965. De ezt követően is találkozhatunk hasonló elképzelésekkel, mint pl. A. M. Mosztyepanyenko véleménye, aki a kémiai mozgásformát a fizikai mozgásformákra vezeti vissza. A. M. Mosztyepanyenko: „Probléma unyiverszalnosztvi asznovnih szvojsztv prosztrantsztva i vremenyi”. Leningrád, 1969. stb.

¹¹ Az anorganikus természet kölcsönhatási típusait a kölcsönhatások viszonylagos intenzitása, a kölcsönhatásban résztvevő anyagi objektumok minőségi különbségei, a kölcsönhatás hatótávolsága alapján különböztette meg a szerző Nagyné Krajkó Erzsébet: „A kémiai mozgásforma fogalma a modern kémiában” c. tanulmányában. Acta Philosophica XVI. kötet. Szeged, 1975.

hatások által meghatározott strukturális egészként vesz részt további kölcsönhatásokban.

— Ilymódon az anorganikus természet kölcsönhatásai szuperponálódnak, az anyagi világ pedig hierarchikus felépítettséggel rendelkezik.

A fentiekből következően ahhoz, hogy az anorganikus természet bármely strukturális szintjének jelenségeit meismerjük, az ott végbemenő folyamatok lényegét megértjük, az azt megelőző, alacsonyabb strukturális szint objektumait, azok kölcsönhatásait is tanulmányozni kell. Nevezetesen, a kémiai folyamatok lényegének feltárása, a kémiai anyagok sajátosságainak értelmezése csupán az atomok szerkezetének, az atomok között realizálódó kölcsönhatások sajátosságainak ismeretében lehet eredményes. Természetesen a kémiai kölcsönhatások és a kémiai folyamatok kvantummechanikai megközelítése nem jelent redukcionizmust, abban az esetben ha figyelembe vesszük azt is, hogy ez a megközelítés csupán kiegészíti, de nem teszi feleslegessé a kémia speciális módszereinek alkalmazását, azt, hogy a kvantummechanikai megközelítéssel elvileg sem lehetséges a kémiai folyamatokat kimerítően leírni, hiszen a kémiai anyagok szintjén a kvantummechanika törvényszerűségeitől különböző, specifikus, csak erre a strukturális szintre jellemző törvényszerűségek érvényesülnek, azt, hogy a kvantummechanikai megközelítés a kémiai folyamatok mennyiségi összefüggéseit tárja fel, de a kvantummechanika nem rendelkezik apparátussal a kémiai minőség megragadására.

A kémiai anyagok kvantummechanikai vizsgálata kimutatta, hogy azok a kémiai kötések hatására egységes egészet alkotnak. A kémiai kötések az atomok külső elektronjainak sajátos, úgynevezett kémiai kölcsönhatásai eredményeként alakulnak ki. A kémiai kölcsönhatás objektumai tehát az atomok, amelyek individuálisan is és úgy is, mint valamilyen kémiai anyagban kötött atomok résztvehetnek kémiai kölcsönhatásban. A kémiai kölcsönhatásokon kívül az atomok, mint strukturális egészek, más kölcsönhatási típusokban is résztvesznek, ezek között vannak olyan kölcsönhatások, amelyek eredményeképpen minőségileg új objektumok jönnek létre, a különböző makrotestek. Ezek az úgynevezett van der Waals-típusú kölcsönhatások. A kémiai mozgásforma fogalma, lényegének feltárása szempontjából fontosnak tartjuk nemcsak a kétféle kölcsönhatási típus — kémiai-, és van der Waals-féle kölcsönhatások — egymástól való elhatárolását, hanem annak figyelembevételét is, hogy ezek térben és időben együtt, ilymódon egymásra is kölcsönös hatást gyakorolva realizálódnak. Részben a kétféle kölcsönhatási típus együttes realizálódása, részben pedig annak következtében, hogy a konkrét kémiai kölcsönhatások alakulására nem csupán a közvetlenül kölcsönhatásba lépő atomok gyakorolnak hatást, hanem kötött atomok esetében az adott rendszer valamennyi atomja is, a kémiai kölcsönhatások illetve, az azok eredményeként kialakuló kémiai kötések soha nem realizálódnak „tisztán”. Ahogyan Erdey-Grúz Tibor megfogalmazta: „Az azonosnak nevezett kötéstípusoknak csak a fő tulajdonságai közösek, részleteikben rendkívül sok árnyalati különbség mutatkozik, attól függően, hogy milyen molekulában, milyen közelebbi és távolabbi környezetben van a kötés.”¹²

Az atomok közötti kölcsönhatások közötti differenciálás, amelynek alapján a két kölcsönhatási típust egymástól elhatároljuk célszerűnek tűnik, annak ellenére, hogy közöttük éles határ nem vonható. Szükségesnek tartjuk ezt a differenciálást azért, mert a kétféle kölcsönhatási típus realizálódása esetében lényegüket tekintve eltérő folyamatok valósulnak meg: a kémiai kölcsönhatás során, annak eredményeképpen az atomok külső elektronhéjainak átlapolódása, molekuláris állapot kialakulása

¹² Erdey-Grúz Tibor: „Az anyagszerkezet alapjai”. Műszaki Kiadó. 1973. 308. old.

megy végbe, amelyre az energiaminimum-elv és a Pauli-elv érvényes, a van der Waals kölcsönhatások esetében pedig ez az átlapolódás nem következik be. Ez a különbség egyébként a kétféle kölcsönhatás jellemzői közötti különbségekben is kifejezésre jut (hatótávolság, intenzitás illetve kötéserősség közötti különbségek). Nem hagyhatjuk figyelmen kívül a kétféle kölcsönhatás objektumai közötti különbségeket sem. Kémiai kölcsönhatás ugyanis atomok (kötött vagy individuális) között realizálódik, a van der Waals típusú kölcsönhatásokban viszont atomok is és más kémiai anyagok is, mint struktúrális egészek vesznek részt.

A kémiai folyamatok lényegét és specifikumát, mint a kvantummechanikai vizsgálatok kimutatták, az atomok közötti kémiai kölcsönhatások realizálódásával fejezhetjük ki. A kémiai kölcsönhatások pedig a kölcsönhatásoknak azt a sajátos típusát jelentik, amelyben az atomok külső elektronhéjaik elektronjainak közreműködésével, mint struktúrális egész vesznek részt, és amelynek eredményeképpen, a külső elektronthéjak átlapolódása révén — úgynevezett kémiai kötések kialakulása révén — az atomok egy minőségileg új egészzé kapcsolódnak. A fentiek alapján a kémiai mozgásforma fogalmát célszerűnek tartjuk egy sajátos kölcsönhatási típushoz, a kémiai kölcsönhatásokhoz kapcsolni. Úgy gondoljuk ugyanis, hogy ezzel tudjuk leginkább az anyag kémiai mozgásformájának lényegét, specifikumát és az anyag más mozgásformáitól való különbözőségét és egyben összefüggéseiket is kifejezni.

Az irodalomban többféle kísérlettel találkozhatunk a kémiai mozgásforma fogalmának meghatározására. Ezek egy részében a szerzők a kémiai mozgás lényegét anyagi hordozói felsorolásával próbálják megragadni.¹³ Kétségtelen az, hogy az anyag és mozgás egységének dialektikus materialista elvéből következően elfogadható kiindulási szempont az, „...amilyen az anyag, olyan a mozgása,”¹⁴ ömagában az anyagi hordozók egy részének felsorolása elégtelennek tűnik a kémiai mozgásforma specifikumának kifejezésére. Elégtelen, mégpedig azért, mert a kémiai mozgás anyagi hordozói, mint struktúrális egészek nem csupán kémiai kölcsönhatásokban, hanem azokkal egidejűleg van der Waals típusú kölcsönhatásokban is részt vesznek, következésképpen a kémiai folyamatok szervesen összekapcsolódnak más (mechanikai, makro- és mikrofizikai) folyamatokkal. Továbbá azért is, mivel a kémiai tudományok fejlődésével a kémiai anyagokról kialakított kép egyre bonyolultabb lesz, ezen a szinten belül fejlődési fokozatok különböztethetők meg, nem célszerű éppen ezért a kémiai mozgást egyértelműen csak a már megismert objektumokhoz kapcsolni. Más megközelítésben vizsgálja a kémiai mozgásformát Laitko-Sprung szerzőpár, amikor a megmaradás és az átalakulás dialektikus egysége elvét alapul véve: „...az anyag kémiai mozgásformáját röviden mint a kémiai elemek és formák megmaradásának, és a vegyületek átalakulásának és megsemmisülésének egységét...”¹⁵ értelmezték. Ez a megközelítés kétségtelenül a kémiai mozgásforma lényeges sajátosságát emeli ki, de nem mutat rá éppen arra a tényezőre, ami a kémiai elemek és formák megmaradását, valamint a vegyületek átalakulását és megsemmisülését eredményezi — a kémiai mozgásforma specifikus kölcsönhatására.

¹³ Például M. V. Szmirnov: „Filozofszkie Vaproszi fiziki i himii”. Szverdlovsk. 1959., vagy S. Poller: Zur Abgrenzung und Charakteristik der chemischen Bewegungsform der Materie. „Deutsche Zeitschrift für Philosophie” (1966). Bizonyos mértékig hasonló Rádi Péter megoldási javaslata is. Rádi Péter: „Kísérlet a mozgásformák rendszerének korszerű leírására”. Magyar Filozófiai Szemle, 1967/3. sz. stb.

¹⁴ Horváth József: „A mozgásformák összefüggéséről”. Magyar Filozófiai Szemle. 1963/4. sz. 803. old.

¹⁵ Laitko-Sprung: „Kémia és filozófia”. Akadémiai Kiadó, 1975. 40. old.

A kémiai tudományok fejlődése a kémiai mozgásforma szubsztrátumának, anyagi hordozóinak vizsgálata terén is jelentős eredményeket hozott. Ezek közül itt csupán a komplexkémia, a kolloidkémia kialakulására, a makromolekulák kutatásában elért eredményekre, az ionok, a szabad gyökök vizsgálata során felhalmozott ismeretanyagra utalunk. Mindezek az eredmények azt mutatják, hogy a kémiai mozgásforma szubsztrátuma nem tekinthető homogén rendszernek. Heterogenitása több tényezőtől adódik. Egyrészt abból, hogy az anyagi világnak két strukturális szintjéhez tartozó objektumai alkotják: a kémiai kölcsönhatásokban résztvevő atomok és a kémiai kölcsönhatások eredményeképpen kialakuló kémiai anyagok. Másrészt ez a heterogenitás annak eredménye is, hogy a kémiai anyagok szintjén belül a kémiai anyag különböző fejlődési fokozatokba szerveződik. A kémiai mozgás szubsztrátumának, anyagi hordozóinak rendszerezésére különböző megoldási javaslatokkal találkozhatunk. A. A. Butakov „A mozgás alapformái a modern tudomány fényében” című könyvében például a kémiában már hagyományossá vált szerves és szervetlen folyamatokra csoportosítja a kémiai reakciókat, és ezen az alapon rendszerezi a kémiai anyagokat is. J. A. Zsdanov szerint pedig a kémiai mozgás szubsztrátumának bonyolultabbá válása kétféle úton mehet végbe. Az egyik úton a részecskék egyszerű ismétlődése megy végbe, a másik úton pedig „...különböző bonyolultságú individuális részecskék jelennek meg, amelyek minőségi sajátosságai elvesztése nélkül nem bonthatók fel összetevő részekre.”¹⁶ Anélkül, hogy a kémiai mozgásforma szubsztrátum-rendszerének megközelítően teljes bemutatására vállalkoznánk, e rendszer néhány összetevőjét és néhány sajátosságát emeljük csupán ki.¹⁷

A kémiai mozgásforma szubsztrátumának rendszerén belül sajátos helyet foglalnak el, sajátos funkcióval rendelkeznek és ily módon viszonylagosan önálló csoportot alkotnak az atomok. Specifikumukat ebben a vonatkozásban az adja, hogy sajátos belső kölcsönhatásaik, struktúrájuk következtében, mint egészek, kémiai kölcsönhatásokban vehetnek részt (és vesznek is részt, abban az esetben, ha a kémiai kölcsönhatások realizálódásának egyéb feltételei: adott hőmérsékleti-, gravitációs- és nyomásviszonyok megvannak). Az atomok kémiai kölcsönhatásának eredményeként bonyolultabb, kémiai kötésekkel összekapcsolt, minőségileg új jelenségek jönnek létre, amelyek sajátosságai egyrészt a kölcsönhatásba lépő atomoktól, másrészt a kölcsönhatás sajátosságaitól függően alakulnak. Ilymódon az atomok a kémiai mozgás szubsztrátuma rendszeréhez tartozó valamennyi többi részrendszer alkotórészei. Az atomokból kiindulva a kémiai mozgásforma szubsztrátumának bonyolultabbá válása, a realizálódó kémiai kölcsönhatás jellegétől függően többféleképpen végbemehet.

Közvetlenül atomokból ionizációval atomionok, kovalens kötések kialakulásával összetett ionok és gyökök képződnek. Az atomionok, az összetett ionok és a gyökök együttesen, a kémiai mozgásforma szubsztrátumának rendszerén belül viszonylag önálló csoportot alkotnak. Önálló létük számos kémiai, kvantumkémiai stb. vizsgálattal kimutatható, és további kémiai kölcsönhatások révén bonyolultabb egységekké szerveződnek. Ez a bonyolultabbá válási folyamat oly módon megy végbe, hogy az ionok ionos kötések kialakulásával ionos molekulákká, a gyökök pedig további kovalens kötésekkel kovalens molekulákká szerveződnek. A molekulák

¹⁶ J. A. Zsdanov: „Ocserki metodologii organyicseszkoj himii”. Moszkva, 1950. 115. old. Idézi: A. A. Butakov: „A mozgás alapformái a modern tudomány fényében”. Gondolat, 1980. 216. old.

¹⁷ A kémiai mozgásforma szubsztrátumának rendszerezéséről részletesebben írtunk Nagyné Krajtkó Erzsébet: „A kémiai mozgásforma anyagi hordozóinak rendszerezése”. Acta Philosophica XXI. kötet. Szeged, 1978. tanulmányunkban.

a kémiai mozgásforma szubsztrátumán belül viszonylag önálló, sajátos fejlődési fokozatnak tekinthetők. Specifikumuk elsősorban viszonylagos zártágukban van, abban, hogy továbbépítésük, illetve megbontásuk kémiai sajátosságuk minőségének megváltoztatását vonja maga után. (Erre vonatkozóan Erdey-Grúz egyik példáját idézzük: „Ha pl. a H_2O molekulához még egy oxigénatom kapcsolódik, akkor a vízből hidrogén-peroxid lesz.”¹⁸) Ebből következően bonyolultabbá válásuk kétféle úton mehet végbe: Az egyik úton újabb kémiai kölcsönhatások realizálódásával a kovalens kötésű molekulák makromolekulákká szeveződnek. A molekulák is és a makromolekulák is van der Waals kölcsönhatások révén makrottesteket alkotnak. Ebben a folyamatban egy sajátos, viszonylag önálló fejlődési fokozat kialakulásával is számolni kell, az úgynevezett kolloid rendszerek kialakulásával. A kolloidkéma eredményeit figyelembe véve az irodalomban általánosan elfogadott az, hogy a kémiai mozgásforma szubsztrátuma rendszerében ez a legmagasabb fokozat. Bizonyos esetekben olyan vélemények is megfogalmazást nyertek, amelyekben önálló kolloidikai mozgásformáról van szó.

Az atomokból bonyolult kémiai kölcsönhatások révén, főképpen úgynevezett datív kötések kialakulásával komplex vegyületek keletkeznek, amelyek képződési mechanizmusának, szerkezetének, és sajátosságainak vizsgálatával a kémiai tudományokon belül a komplexkémia foglalkozik, és mint a komplexkéma megállapította, esetükben szintén egy viszonylagosan önálló fejlődési fokozattal állunk szemben. A komplex vegyületek, mint strukturális egészek van der Waals kölcsönhatásokban vesznek részt, és ennek eredményeképpen makrottestek képződnek.

Atomokból közvetlenül, kémiai kölcsönhatások révén makrottestek is keletkeznek. Kovalens kötések kialakulásával atomrácsú kristályok, fémes kötés kialakulásával pedig a fématomok fémekké egyesülnek. Az atomrácsú kristályok és a fémek közös specifikumát az adja, hogy egyaránt a kémiai kölcsönhatások eredményeként jönnek létre, és mint strukturális egészek fizikai és egyéb mozgásformák specifikus kölcsönhatásaiban vesznek részt.

Természetesen, mint arra már utaltunk, a kémiai mozgásforma szubsztrátumának rendszeréről alkotott képünket egyáltalán nem tekinthetjük végérvényesnek, hiszen ez a kép a kémiai tudományok fejlődésével nem csak egyre adekvátábbá válik, hanem feltehetően — különösen a kozmokémiától várhatunk ilyen eredményeket — a kémiai mozgásforma anyagi hordozói rendszerének újabb összetevőit is sikerül megismerni. Szeretnénk továbbá azt is kihangsúlyozni, hogy a rendszeren belül tett elhatárolások egyáltalán nem tekinthetők merev határvonalaknak, hogy a valóságos viszonyok a fentiekben jelletteknél sokkal bonyolultabbak. Mindezek ellenére, mint ahogyan az a fentiekből is látható, a kémiai mozgásforma szubsztrátumának rendszere heterogén, ez a heterogenitás pedig a kémiai mozgásforma heterogenitását is maga után vonja.

Az anyag kémiai mozgásformájáról kialakított elképzelésekhez jelentős mértékben hozzájárultak azok az eredmények is, amelyek a különböző kémiai folyamatok mechanizmusának vizsgálata során születtek. Ezek közül csupán két gondolatot emelünk itt ki. Azt, hogy a kémiai anyagok sajátosságait mindig az alkotó atomok összessége határozza meg, de oly módon, „...hogy a közvetlen kémiai kötések hatása azonban többé kevésbé módosítja a vegyértékkötés jellegét...”¹⁹ Továbbá azt a mozzanatot, hogy a kémiai folyamatok realizálódásához az atomok ütközése szükséges. Azt jelentik ezek, hogy az anyag kémiai mozgásformája soha nem realizálódhat

¹⁸ Erdey-Grúz Tibor: „Az anyagszerkezet alapjai”. Műszaki Kiadó, 1973. 250. old.

¹⁹ Erdey-Grúz Tibor: I. m. 247. old.

„tisztán”, csupán önmagában. Realizálódása mindig más mozgásformák realizálódásával együtt történik. A kémiai kölcsönhatásokról szólva már utaltunk arra, hogy a kémiai mozgásforma anyagi hordozói van der Waals típusú kölcsönhatásokban, tehát különböző fizikai mozgásformákban is résztvesznek. Ezt azonban mindenképpen ki kell még azzal is egészíteni, hogy a kémiai mozgásforma realizálódása elválaszt-hatalan a szubatómáris mozgásformák realizálódásától is, mivel a szubatómáris mozgásformák eredményeként jönnek létre az atomok, valamint elválasztahatatlan a mechanikai mozgásformától is, hiszen az atomok térbeli helyváltogatása, ütközése a kémiai mozgásforma egyik feltételét jelenti.

Л. Н. Терентьева—Надьне Эржебет Крайко

НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА МЕХАНИЧЕСКОЙ И ХИМИЧЕСКОЙ ФОРМ ДВИЖЕНИЯ МАТЕРИИ

Первая часть работы дает системный анализ механической формы движения. Работа опирается на положения по этому вопросу наших классиков в первую очередь, Энгельса, а также использует новейшие достижения физики.

Во второй части проводится системный анализ химической формы движения, на основе исследований химических взаимодействий, субстрата структуры и химического движения и исследований материальных носителей.

Системный анализ механической и химической форм движения делает возможным более тонкий подход к исследованию их взаимосвязей, а также — преодоление повторно проявляющегося редукционизма.