

Kísérlet a mozgásformák rendszerének korszerű leírására¹

RÁDI PÉTER

1. Pillantás a probléma jelenlegi állására

A minőségileg különböző mozgásformák fogalma, a sajátos anyagfajtákkal való dialektikus egységük elve és konkrét rendszerük első vázlatos kidolgozása — mint ismeretes — Engelstől származik. Amióta azonban Engels befejezte — pontosabban félbehagyta — *A természet dialektikáját*, a természettudományok éppen a mozgásformák és az anyagi struktúrák megismerésében óriási léptekkel haladtak előre. Nyugodtan állíthatjuk, hogy ez irányú ismereteink az azóta eltelt alig több, mint 80 esztendőben összehasonlíthatatlanul nagyobb mértékben fejlődtek, mint az emberi megismerés kezdetétől a múlt század 80-as éveig. A filozófiai általánosításuk és rendszerezésük azonban ezzel nem tartott lépést.

A tudományok eredményei mindenesetre fényesen igazolták Engels gondolatainak elvi részét, azt, hogy az anyagi világ minőségileg különböző mozgásformák és „alapjukat képező” struktúrák bonyolult rendszere. Ugyanakkor viszont teljesen új megvilágításba helyezték a mozgásformák konkrét rendszerét, tehát Engels elméletének formai oldalát. Ennek a ténynek a felismerése az elmúlt 10—15 évben utat tört magának. Különböző kísérletek születtek Engels rendszerének kiegészítésére, módosítására. A legtipikusabb és legismertebb ilyen kísérlet B. M. Kedrové — elgondolásai a tankönyvirodalomba is bekerültek —, de sokan mások is foglalkoztak a mozgásformák osztályozásával.² E munkák — mint az egyes konkrét kérdéseknél erre még

¹ Ez az írás egy készülő nagyobb munka első, vázlatos kidolgozása. Ebben a formában való közzétételét az indokolja, hogy a téma annyira szerteágazó, oly sok tudományterületet érint, hogy további kidolgozásához a szerző nem nélkülözheti a szakemberek akár bíráló, akár kiegészítő, alátámasztó jellegű hozzászólásait. A szerző itt nem csupán publikált hozzászólásokra gondol, hanem hálás lenne személyes, levélbeli vagy szóbeli észrevételekért is. Együttal megragadja az alkalmat, hogy köszönetét fejezze ki dr. Faludi Béla és dr. Fényes Imre professzorok, dr. Wolfrám Ervin tanszékvezető docens és dr. Székely Tamás docens elvtársaknak, akik a koncepciója kifejtéséhez szükséges tényanyag kiegészítésével és magának az alapelképzelésnek a finomításával is segítségére voltak. Köszönettel tartozik továbbá a berlini Humboldt Egyetem Természettudományok filozófiai kérdései tanszéke vezetőjének, dr. H. Ley professzornak, valamint munkatársainak, elsősorban dr. H. Hörz professzornak és dr. R. Löthner docensnek, akikkel alkalma volt behatóan konzultációkat folytatni.

² Pl. M. N. Rutkevics: *A mozgásformák a szervetlen természetben*. (MM Tájékoztató, 1960/4. sz.); B. M. Букановский: *Принципы черты классификации современного естествознания* Репери 1960; A. I. Ujemov: *Néhány irányzat a természettudományok fejlődésében és osztályozásuk elvei*. (Voproszi Filozofii, 1961/8. sz.); E. F. Szolopov: *A mozgás formáinak és az anyag fajtáinak kölcsönviszonya a természetben*. (Voproszi Filozofii, 1963/8. sz.); A. I. Ignatov: *A mozgás formái és az anyag fajtái* (Voproszi Filozofii, 1964/1. sz., magyarul — részben — a *Dialektikus materializmus* c. szemelvénygyűjteményben (Kossuth, 1966.), a továbbiakban: *Szemelvénygyűjtemény*; V. G.

visszatérek — több vonatkozásban eredményes erőfeszítéseket tettek a megmerevedett rendszer meghaladására. Mivel azonban nagyrészt — s ez egyik fő fogyatékoságuk — megmaradnak a rendszer engelsi, lényegében *lineáris formájánál*, s ezt csupán „meghosszabbítják” (pl. a szubatómáris mozgásformák területével), legfeljebb egyes kivételes pontokon elágaztatják (mint pl. Kedrov a geológiai mozgásformával kapcsolatban), ma már korántsem elégségesek a mozgásformák bonyolult összefüggéseinek ábrázolására.³

A lineáris rendszerekbe például az anyagi világ fontos régiói nem férnek bele. Engels idejében például a kozmikus testek birodalmát még be lehetett osztani az „égi és földi testek mechanikájába”. Ma viszont már tudjuk, hogy a csillagok, csillagrendszerek sajátos struktúrák, mozgásformák, amelynek a mechanikai mozgás csupán egyik, külső oldala. A feltárt bonyolult viszonyokat nem lehet többé csupán a bonyolultság általános fogalma szerint elrendezni, hiszen a bonyolultságnak — az elemek és struktúrák összetett viszonyainak — is több típusa ismerhető fel. Ezért az egyvonalú vagy elágazó láncolat helyét a valóságos viszonylatokat helyesebben tükröző bonyolult hálózat kell hogy átvegye. Egy ilyen szellemű rendszerezés megteremtésére a legeredményesebb kísérlet A. I. Ignatov tanulmányában található.⁴

Jelenlegi ismereteink alapján a szokásosnál sokkal több mozgásformát kell megkülönböztetnünk ahhoz, hogy rendszerük reálisan tükrözze a valóságot, illetve a valóság bonyolultságának eddig felismert fokát. Az ún. *alapvető mozgásformák* helyett pedig — amelyekből Engelsnél öt volt, egyes újabb osztályozási kísérletekben pedig 6—8 szerepel belőlük — *mozgásforma osztályokról* indokolt beszélni, amelyekbe az egyes mozgásformákat közös lényeges jegyeik alapján soroljuk be. Három ilyen mozgásforma osztályt lehet megkülönböztetni:

- a) a kémiai-fizikai mozgásformák osztályát, amelyet általában az életelen vagy szervetlen természetnek szokás nevezni,
- b) a biológiai mozgásformák osztályát,
- c) a társadalmi mozgásformák osztályát.⁵

A rendszer viszonylag teljes kifejtésére csak a kémiai-fizikai mozgásformák osztályával kapcsolatban törekedtem. A másik két osztályra vonatkozóan egy lehetséges rendszerezésnek csak bizonyos alapvonásait vázolom. A teljesebb kidolgozás itt sokkal nehezebb, az ide tartozó mozgásformák viszonya ugyanis sokkal bonyolultabb, és rájuk vonatkozó ismereteink is kevésbé megalapozottak. Megjegyzem, hogy e két osztályt jelenleg általában

Afanaszjev: A totális rendszerek osztályozásának elveiről. (Voproszi Filozofii 1963/4. sz., magyarul: MM Tájékoztató, 1966/3. sz.); D. N. Trosin: A tudományok osztályozása és rendszerezése. (Priroda, 1964/6. sz.); A felsorolt dolgozatokat Tamás György *A mozgásforma elve a tudományok osztályozásában* c. tanulmánya (Pedagógiai Szemle 1966/9. sz.) a két utóbbi kivételével összefoglalóan ismerteti, tájékoztatása azonban nem mentes bizonyos egyoldalúságtól.

³ Engels maga írta, hogy a materializmusnak a természettudományok minden nagyobb felfedezésével új formát kell öltenie. Mivel pedig a tudományok fejlődésével a materialista filozófiának talán éppen a mozgásformák viszonyaival és rendszerével foglalkozó része áll a legközvetlenebb kapcsolatban, a rendszer Engels által felállított formájához való hűség lényegében az *Engels szelleméhez való hűtlenséget* rejt magában.

⁴ A. I. Ignatov: Id. cikk 134—140. o.

⁵ Ilyen jellegű hármas felosztás szükségességét már többen felvetették. Lásd pl. V. M. Bukanovszkij id. mű IV. fejezet; továbbá Horváth József: A világ anyagi egységének helyes felfogásához. Magyar Filozófiai Szemle, 1962/1. sz. 27. o.

nem tekintik több mozgásformából állónak. A biológiai mozgásformák osztályáról azonban könnyen kimutatható, hogy több különálló mozgásformából áll (lásd a 7/a. szakaszt). A társadalmi mozgásformák osztályánál ez vitatható, de magam az alábbiakban ilyen értelmű feltevést fogok vázolni (lásd a 7/b. és a 7/c. szakaszt).

Az eddigi kísérletek jelentős részének, pl. a legismertebb Kedrov-féle rendszernek másik fő fogyatékosága, hogy a mozgásformák rendszerét és a tudományok rendszerét lényegében azonosítják: „... a modern természettudományok rendszere és kölcsönös kapcsolata nem más, mint az anyag összes mozgásformája általános kölcsönös kapcsolatának a tükrözése; e kölcsönös kapcsolat minden egyes láncszemének szükségképpen a természettudomány egy-egy külön ága felel meg”⁶. Kétségtelen, hogy a mozgásformák rendszere és a tudományok rendszere kapcsolatban áll egymással. Ez a kapcsolat azonban nem a közvetlen tükrözés kapcsolata. A tudományok nagy része ugyanis nem egyetlen mozgásformával foglalkozik, illetve egy-egy mozgásformával is több különböző tudomány foglalkozhat. Különösen hibás eljárás, ha a tudományok rendszeréből próbálunk visszakövetkeztetni a mozgásformák rendszerére, mint pl. Kedrov, amikor a különböző fizikai mozgásformákat azon a címen nyilvánítja egyetlen „alapvető” mozgásforma részeinek, hogy egyetlen tudomány foglalkozik velük — ami egyébként maga is vitatható. Lényegében hasonlóan jár el Bukanovszkij, Ujemov, Tamás és részben Trosin is. A mozgásformák osztályozását részben nem is tekintik önálló problémának, hanem mintegy a tudományok osztályozásával kapcsolatos mellékfeladatnak. Lényegesen eltér e tekintetben Rutkevics, Afanaszjev és különösen Ignatov felfogása. Utóbbi le is szögezi: „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 adekvátabb visszatükrözését.”⁷ Ha tehát a mozgásformák és a velük kapcsolatos anyagi struktúrák rendszerét helyesen akarjuk ábrázolni, nem indulhatunk ki másból, mint a különböző mozgásformáknak és struktúráknak a tudományok által feltárt objektív és konkrét összefüggéseiből, kapcsolataiból.

2. Mozgásformák és struktúrák

A mozgásformák osztályozásával foglalkozó szerzők többsége az egyes mozgásformákat — helyesen — az egyes anyagfajták létezési módjának tekintti, tehát a mozgásformák és az anyagfajták között kölcsönösen egyértelmű megfelelést tételez fel. Ugyanakkor azonban a mozgásforma elnevezést használják — esetleg bizonyos megkülönböztető jelzőkkel („absztrakt” vagy „általános” mozgásforma) egyes, nem valamely konkrét anyagfajta-hoz kapcsolódó mozgásokra is, mint amilyen a mechanikai vagy a hőmozgás. Ez a — véleményem szerint következetlen — terminológia bizonyos ellentmondásokra vezet. (Erre a kérdésre a 6. szakaszban térek vissza.) A magam

⁶ B. M. Kedrov: A természettudományok tárgya és kölcsönös kapcsolata. Kossuth, 1965. (A továbbiakban: Kedrov, 1965.) 209. o.

⁷ A. I. Ignatov: Id. cikk 134. o.

részéről az alábbiakban kizárólag az egyes konkrét anyagfajták létezési módját jelölöm a mozgásforma kifejezéssel.

Anyagfajtán sajátos struktúra és sajátos mozgásforma egysége alkotta konkrét különös totalitást értek. Az anyagfajta, a mozgásforma és a struktúra fogalmai tehát minden szinten a különösségnek azonos fokát képviselik, egymásnak kölcsönösen megfelelnek, és ezért bármelyikük osztályozásának rendszere kifejezi a másik kettő osztályozásának rendszerét is és így — az osztályozás szempontjából — ezek a fogalmak szinonimákként használhatók. Meg kell azonban jegyezni, hogy a mozgásforma és az anyagfajta, illetve a mozgásforma és a struktúra közötti kölcsönösen egyértelmű megfelelés nem jelent mechanikus egybeesést. Minden — vagy csaknem minden — mozgásforma ugyanis lényeges elemként magában foglalja azokat a mozgásokat is, amelyek az adott struktúrát átviszik a közvetlenül magasabb szintű struktúrába.

A struktúra mint olyan ugyanolyan általánossági fokú filozófiai kategória, mint a mozgás, hiszen ahogyan mozgás nélkül, éppúgy struktúra nélkül sincs anyag.⁸ A struktúra nem más, mint elemek és kölcsönhatásaik rendszere. Ebben a dolgozatban csak az anyagfajták struktúráival foglalkozom. A struktúra fogalma azonban ennél tágabb, beletartoznak például a nyelvi, matematikai, logikai stb. struktúrák is.

A struktúra szoros kapcsolatban van a minőséggel, voltaképpen a minőség belső tartalma. Szvigyerszkij erről a következőt írja: „... bármely jelenség lényegét tekintve... az elemek és a struktúra egységeként jelenik meg... Bármilyen minőség az elemek és a struktúra fenti egysége...”⁹ Holderith és Magyaródi hivatkozott cikkükben ezt molekulaszervezeti példákkal meggyőzően illusztrálják is.

A struktúra és a minőség kapcsolatáról fentebb elmondottakból következik, hogy annyiféle konkrét (egyes) struktúra, azaz konkrét (egyes) mozgásforma létezik, ahány konkrét (egyes) anyagfajta. A konkrét (egyes) struktúrák közös lényeges jegyek alapján típusokba sorolhatók, és egy-egy struktúratípushoz tartozik egy-egy mozgásformatípus. A továbbiakban struktúrán, illetve mozgásformán, a közkeletű terminológiának megfelelően, az így értelmezett struktúra-, illetve mozgásformatípust fogom érteni, anyagfajtán pedig az egy mozgásforma-, illetve egy struktúratípushoz tartozó egyes anyagfajták összességét. A struktúratípus, ill. mozgásformatípus kifejezést csak azokban az esetekben fogom használni, amelyekben ezt a különös, azaz nem egyedi jelleget nyomatékosan kell hangsúlyoznom.

Fel kell tennünk a kérdést, hogy mi határozza meg a struktúrát? Lényegében három tényező: elemeinek minősége, mennyisége és kölcsönhatásuk jellege. (Természetesen az elemek mindig maguk is összetettek, elemi jellegük viszonylagos.)

Hogy különböző *minőségű* elemek különböző minőségű egészeket alkotnak, az magától értetődik. Mikor beszélhetünk azonban különböző struktúratípusokról, különböző mozgásformatípusokról, különböző típusú anyagfajtákról? Az élettelen természetben akkor, ha összetettségi szintjeik külön-

⁸ Vö. G. Domin: Struktúra és minőség viszonyáról a természetben és a társadalomban. Wissenschaftliche Zeitschrift der Hochschule für Verkehrswesen Dresden, 1959—60/7. sz. 577. o.

⁹ Idézi Holderith J. és Magyaródi S.: A szerves molekulák minőségi meghatározottságának kérdéséhez. Magyar Filozófiai Szemle, 1963/1. sz. 52. o.

bözők. Egy struktúra akkor magasabb strukturális szintű a másiknál, ha ez utóbbi (mint egész) — összetettsége jellegét illetően — megegyezik az előbbinek az alkotó elemeivel. Például ilyen a molekula és az atom viszonya. Az atomok mint a molekula részei összetettségüket tekintve azonosak a különálló atomokkal. Ez az azonosság csak az összetettség szintjére vonatkozik (hiszen pl. a molekulába való belépéskor az atomok maguk is megváltoznak, anélkül azonban, hogy összetettségi szintjük megváltoznék). Az így értelmezett strukturális szintek, mozgásformák egymással a rész és egész viszonyában vannak.

Ez a nézet széleskörűen elfogadott.¹⁰ Ismeretes azonban ezzel ellentétes álláspont is. Horváth József szerint például a magasabb és alacsonyabb mozgásformák viszonya nem tekinthető a rész és egész viszonyának. Szerinte a fizikai mozgásformában fizikai egészek és fizikai részek, a kémiaiában kémiai egészek és kémiai részek vannak stb.¹¹ Megítélésem szerint Horváth túlértékelte azt a tényt, hogy a részek az egészbe való belépésükkor többé-kevésbé mélyrehatóan megváltoznak, s álláspontja ennek folytán a minőség abszolutizálásához és a mozgásformák közötti genetikus és strukturális összefüggés elhomályosításához vezet.

Az elemek *mennyiségének* a megváltozása is maga után vonhatja a minőség, a struktúra megváltozását. Vannak objektumok, amelyeknél az elemek mennyiségének legkisebb változása is a minőség megváltozásával jár. Ez a helyzet például, ha az atommagban megváltozik a protonok száma, vagy pl. ha két oxigénatom helyett három egyesül egy molekulában (az oxigén helyett ózon keletkezik). Vannak viszont objektumok, amelyeknél az elemek mennyiségének csak nagyobb mérvű változása jár a minőség megváltozásával. Ez a helyzet pl. a makromolekulák lánchosszúságának vagy a gázmolekulák mennyiségének a változásakor.

A gáz — ha állapota egyébként azonos — térfogatának ezred mm³ nagyságrendjétől a száz vagy ezer m³-es nagyságrendig lényegében azonos tulajdonságú marad, s csak egy bizonyos határon változik meg minőségileg. Az említett mennyiségi határok között nyomása és sűrűsége — bizonyos mikroszkopikus körzetekre kiterjedő statisztikus fluktuációktól eltekintve — mindenütt egyenlő, és benne a hőmérsékletkülönbségek igen gyorsan kiegyenlítődnek. A méretek további növelésével azonban új jelenség válik észlelhetővé: a nehézségi erőter hatására az ekvipotenciális felületre merőleges (az ún. függőleges) irányban meghatározott módon változni kezd a nyomás és a sűrűség. (Ezt a jelenséget a barometrikus formula írja le.) Világos, hogy itt új minőséggel állunk szemben. A méretek további növekedésével megszűnik a rendszer részei közt a gyors hőcsere, és ennek következtében helyileg tartósan eltérő hőmérsékleti és nyomásértékek, s hatásukra sajátos új mozgások lépnek fel. Ezzel új mozgásforma területére léptünk: a gáztömeg területéről az atmoszféra területére. A méretek további növekedésével a gáztömeg részei közötti gravitációs kölcsönhatás egyensúlyt képes tartani a hőmozgással: a gáztömeg önálló kozmikus objektummá, gázfelhővé válik. Nyilvánvaló, hogy ez is egy újabb mozgásforma. További méretnövekedésnél a gravitációs erők túlsúlyba jutnak, a gázfelhő összehúzódik, felmelegszik, maguk a gázmolekulák is mélyrehatóan megváltoznak, atomokra, ionokra és részben elemi részekre bomlanak, a gáz — belső szerkezetét tekintve — plazmává, az egész objektum pedig gázfelhőből csillaggá alakul. És így tovább.

Az elemek közötti *kapcsolat* jellegének a megváltozása is a struktúra és a minőség megváltozására vezet. A kapcsolatok megváltozása a legtöbb esetben másodlagos, a kapcsolat jellege maga is az elemek minőségétől és mennyiségétől függ.

¹⁰ Lásd pl. Kedrov, 1965. 128—129. stb. o., vagy Márkus György: A marxista anyagfogalom egyes kérdéseiről. Magyar Filozófiai Szemle 1962/6. sz. 927—931. o.

¹¹ Horváth József: A mozgásformák összefüggéséről. Magyar Filozófiai Szemle, 1965/5. sz. 799. o.

Bizonyos esetekben a kapcsolatok jellegének a megváltozása az elsődleges, s ezt az elemek megváltozása csak követi. Itt nemcsak arra a triviális esetre gondolok, amikor külső, lényegében mechanikus kapcsolatok helyett intenzívebb belső kapcsolatok jönnek létre, például amikor különálló atomok együtteséből molekula képződik (amit némi sematizálással úgy fejezhetnénk ki, hogy az egyik esetben nincs kapcsolat, a másikban van kapcsolat), hanem olyan esetekre is, amikor meglevő kapcsolatok minőségi megváltozása hoz létre új struktúrát, változtatja meg ezen belül magukat az elemeket is. Ez a helyzet a különböző társadalmi-gazdasági alakulatoknál (bővebben lásd a 7/b. szakaszban).

Ismeretesek olyan minőségi változások is, amelyeknél sem az elemek mennyisége vagy minősége, sem a kapcsolat jellege nem változik, illetve változásuk elhanyagolható, megváltozik azonban a kapcsolatok térbeli eloszlása. Ez a helyzet például az izomér molekulák egy részénél.

3. Egyedi és kollektív mozgásformák

A világon létező minden dolog és minden folyamat összetett, még az ún. elemi részek is.¹² A dolgok összetettségének azonban két elvileg különböző típusa van: az összetett individuum vagy egyedi struktúra és a kollektív struktúra vagy halmaz.

Az egyedi struktúrában az elemek önállósága nagymértékben háttérbe szorul, és a struktúrába való beépülésükkor a tulajdonságaik is minőségi változáson mennek keresztül. Ilyen például a nukleon-atommag, az atom-molekula, vagy a sejt-szövet-organizmus viszony.

A kollektív struktúrában az elemek önállósága többé-kevésbé megmarad, és beépülésükkor nem mennek keresztül minőségi változáson. Ilyen például a molekula-gáz, a csillag-galakszis, az élőlény—biocénózis, továbbá az ember-társadalom viszony.

Az egyedi és kollektív rendszerek ilyen értelmű megkülönböztetése nem azonos V. G. Afanaszjevnek a totális rendszerek és szummatív rendszerek közötti különbség-tételével.¹³ Totális rendszereken Afanaszjev mindenféle összetett egészet ért, tehát az általam egyedinek, illetőleg kollektívnek nevezett összetett egészeket egyaránt. Szummatív rendszernek a testek olyan véletlen halmazát tekinti, amelyben nincsenek számottevő kölcsönhatások, és a halmaznak nincsenek elemeihez képest új tulajdonságai. Ennek példájául a kőkupacot említi. (Meg kell jegyezni, hogy egy bizonyos méretháron felül a kőkupac is felvesz bizonyos, az egészre jellemző tulajdonságokat, pl. meghatározott lejtő-szögű kúp alakot.)

A gázt Afanaszjev totális rendszernek tekinti. Azt állítja viszont, hogy „a totális rendszer komponensei közötti összefüggés . . . annyira szoros, szerves, hogy az egyiknek a megváltozása szükségszerűen előidézi a többi komponens valamilyen változását . . .”¹⁴ Ez a követelmény azonban sem a gáz, sem egy csillagrendszer vonatkozásában nyilván-

¹² Ez természetesen nem azt jelenti, hogy az anyagnak szükségképpen végtelenül oszthatónak kell lennie. Az elemi részeknél bizonyos értelemben az oszthatóság határához jutottunk, amennyiben az elemi részek „részei”, vagyis azok a részek, amelyek belőlük nagy energiák hatására keletkezhetnek, ugyanolyan nagyságrendűek, mint maguk az elemi részek, amelyek bomlásából keletkeznek. Ezzel kapcsolatban jogosan mondja Erdey-Grúz Tibor, hogy az elemi részek részei az elemi részek. (Lásd pl. Erdey-Grúz Tibor: Filozófiai tallózás a természettudományokban. Kossuth, 1965. 175—179. o.)

¹³ V. G. Afanaszjev: Id. cikk.

¹⁴ Uo. 150. o.

valóan nem teljesül, hanem csupán azokban a „totális rendszerekben”, amelyeket én egyediösszetettrendszereknek vagy összetett individuumoknak javasolok nevezni. A szummatív rendszerek külön fogalmára pedig nyilvánvalóan nincs szükség, ezek jól belefelelnek a kollektív rendszerek fogalmába. Ha úgy tetszik, az egyedi és a kollektív rendszereket nevezhetjük a totális rendszerek két típusának.

A két struktúratípus között egyéb lényeges különbségek is vannak. Az egyedi struktúrákban az elemek száma vagy szigorúan meghatározott (pl. atomok, molekulák), vagy változhat ugyan, de nem túl tág határok között (pl. makromolekulák, élő organizmusok). A kollektív struktúrák elemeinek száma igen tág határok között változhat anélkül, hogy a struktúra minősége megváltoznék (lásd pl. az előző szakaszban a gázzal kapcsolatos példát).

E két típus azonban csak ideális határeseteket jelent.

Az egyedi struktúra fogalmát egyik legjobban megközelítő objektum a pi-mezon, amely egy nukleon-antinukleon párból keletkezik. Az egyesüléskor a részek tömegének 9/10 része szétszágárdódik, s így olyan egész jön létre, amelynek tömege sokkal kisebb, mint „részei” bármelyikének a tömege. Itt tehát a részek önállósága nemcsak háttérbe szorult, hanem teljesen meg is szűnt, és csak a pi-mezon nagy energia hatására bekövetkező bomlásakor jöhetnek újra létre (ha ugyan létrejönnek, mert előfordul, hogy a bomlás egészen más részekhez vezet, mint amilyenekből az egész eredetileg keletkezett).

A kollektív forma legjobb közelítése a kisnyomású és nem extrém hőmérsékletű héliumgáz, amelyben az egyedüli kapcsolat — első közelítésben — az egyatomos molekulák mechanikai ütközése, amelynek során a molekulák lényeges belső változást nem szenvednek. A kétatomos molekulákból álló gázoknál a molekulák belső rezgésállapotát már a mechanikai ütközésük is megváltoztathatja, ez tehát már nem olyan „tisztá” eset, mint az előbbi.

A valóságban mindig átmeneti formákkal van dolgunk. Egyrészt a legtöbb egyedi struktúrában is megmarad a részek bizonyos viszonylagos önállósága, másrészt a kollektív formákban is bizonyos változásokon mennek keresztül a részek az egésszel való kapcsolatukban. Ennek ellenére a két típus a domináns jelleg szerint legtöbb esetben világosan megkülönböztethető. A kapcsolatok e két típusa az *a két legfontosabb paraméter*, amely az egyszerűbbtől a bonyolultabb felé haladás két fő irányát megszabja, és ezzel mintegy a mozgásformák hálózatának két tengelyét alkotja. (Egyébként — mint a későbbiekben az élőlényekkel, ill. az égitestekkel kapcsolatban majd látjuk — bizonyos kollektív rendszerek magasabbrendű — összetett — individuumokat is alkothatnak.)

Figyelmet érdemel, hogy Kedrov a rész-egész kapcsolat négy típusát különbözteti meg, az első lényegében a kollektív, a másik három pedig — bizonyos fokozati különbségekkel — lényegében az egyedi struktúrának felel meg.¹⁵ Ő azonban ezt csak mellékesen jegyzi meg, e viszonylatok rendszeralkotó jelentőségéről nem beszél.

Valamivel világosabban határolja el a struktúra fenti két típusát V. M. Bukanovszkij, aki idézett művének 1. sz. táblázatában külön oszlopokban helyezi el őket, anélkül azonban, hogy ezt a szövegben indokolná. Ugyancsak érinti ezt a gondolatot Tamás György is a cönológiával kapcsolatban, idézett cikkének 846. oldalán.

A. I. Ignatov is utal a két típus különbségére — „Nemcsak a molekulák és a fehérjék, hanem az elemi részek, a magok, az atomok . . . is olyan összes-

¹⁵ Kedrov, 1965. 144. o.

ségeket képeznek, amelyek a világegyetem alapvető testeit alkotják”¹⁶ sőt e megkülönböztetést az anyagfajták osztályozásában konkrétan is alkalmazza. (Az egyedi struktúrákat — az élő organizmusok kivételével — a mikrotestek, a kollektív formákat pedig a makrotestek oszlopában helyezi el.)¹⁷

Az összetettség két típusának a fel nem ismerése következtében a legtöbb szerzőnél összekeveredik az egyszerűbbtől az összetettebb felé haladásnak ez a két útja. Az elemi rész-atommag-atom-molekula sort az ún. molekuláris vagy makrofizika objektumaival, azaz a különböző halmazállapotú „makrotestekkel” (tehát kollektív rendszerekkel) folytatják. Pedig az elemi résztől a molekuláig terjedő sor tagjai különböző szintű *egyedi* rendszerek. Ennek a sornak a természetes folytatása a makromolekula, az élő organizmus és az ember. Ebbe a sorba a „halmazállapotok” — helyesen: a különböző halmazállapotú testek — mint kollektív formák semmiképpen sem iktathatók bele. Márcsak azért sem, mert jelentős részük nem — vagy nem csupán — molekulákból áll. A plazma például többé kevésbé ionizált atomok mellett csupasz atommagokat és elemi részeket is tartalmaz. A szilárd testek alkatlemei csak ritkán molekulák, sokkal gyakrabban atomok, ionok, vagy például a fémeknél, ionok és elektronok. A „halmazállapotok” tehát az elemi résztől a molekuláig terjedő sorozat egyedi egészeinek különféle összetételű halmazai, nem pedig egy, a molekulákat követő strukturális szint.

Az egyedi és a kollektív formák a valóságban többnyire szimultán módon keletkeznek és léteznek. Azt szokás mondani, hogy a gáz molekulákból keletkezik, „áll össze”. A természetben azonban általában nem egyedi molekulák keletkeznek, hanem atomok halmazából molekulák halmaza, tehát a molekulák és halmazaik — a gázok — éppen úgy egyszerre jönnek létre, mint az élőlény és a biocönózis, vagy az ember és a társadalom. Önmagában vett egyedi struktúráról, izolált individuumról beszélni voltaképpen absztrakció. Magányos elemi részek előfordulnak a természetben, például a kozmikus sugarakban, magányos atomok vagy egészen egyszerű molekulák a csillagközi térben. Egyébként azonban az egyedi rendszerek mindig egyben valamilyen kollektív struktúra részeként fordulnak elő, és a magasabb mozgásformákban már mesterségesen sem izolálhatók. Az élőlény például semmiképpen sem létezhet a biocönózistól, más élőlényekkel való kapcsolatától elszakítva.

*

A következő két szakaszban vázolom az anyagfajták (mozgásformák, struktúrák) rendszerét a fenti elvek alapján. Rendszerezési kísérletem csak a diszkrét anyagfajtákra terjed ki, a fizikai mezőkkel tehát nem foglalkozom.

4. Az egyedi mozgásformák (struktúratípusok) sorozata

Az egyedi struktúratípusok sorozata az elemi részek szintjével kezdődik. Ezek elemi jellegének viszonylagosságáról már említést tettem. Ugyancsak rámutattam a bennük érvényesülő rész-egész viszonyra arra a specifiku-

¹⁶ A. I. Ignatov: Id. cikk 139. o.

¹⁷ Uo. 136. o.

mára, amely valószínűvé teszi, hogy az elemi részekenél bizonyos értelemben az oszthatóság határára vagy legalábbis a közelébe¹⁸ jutottunk. Ennek a kérdésnek az eldöntése egyébként nem a filozófia feladata. Mindössze annak a megállapítására szorítkozhatunk, hogy a fenti feltételezés nem áll ellentétben a dialektikus materializmus elveivel, nevezetesen az anyag kimeríthetetlenségének elvével, mert ez csak a tulajdonságok és kölcsönhatások végtelenségét, nem pedig az oszthatóság mennyiségi értelmében vett végtelenségét követeli meg.

A következő strukturális szint az összetett atommagok szintje.¹⁹ Ellenkéntben az elemi részekkel — amelyekben az „alkotó”-részek eredeti individualitásukat és tulajdonságaikat teljesen elveszítik — az összetett atommagokban a nukleonok bizonyos mértékig megőrzik individualitásukat, viszonylagosan önálló objektumokként különböző energiaállapotokat megtestesítő héjakon foglalnak helyet. Az őket összekapcsoló kölcsönhatás azonban olyan erős — az egyesüléskor a nukleonok tömegének számottevő része válik szabaddá kötési energia formájában —, hogy ennek következtében tulajdonságaik is mélyrehatóan megváltoznak. Így például a szabad állapotban bomlékony neutron a nem radioaktív atommagokban gyakorlatilag korlátlan stabilitással rendelkezik. (Mindez egyébként csak leegyszerűsített statikus kép az atommagról. A valóságban az atommagban a nukleonok — neutronok és protonok — állandóan kölcsönösen átalakulnak egymásba — tehát az említett stabilitás csak statisztikus jellegű —, és eközben más elemi részek — mezonok — is keletkeznek és újból elnyelődnek.)

A következő strukturális szint az atomok szintje. Az atommagok körül különböző energianívójú elektronhéjakat alkotó elektronok még nagyobb mérvű viszonylagos önállóságot őriznek meg, mint a nukleonok az atommagban. Kötési energiájuk több nagyságrenddel kisebb, könnyebben lehet őket az atomról leszakítani, ami ugyan az atom tulajdonságainak jelentős megváltozásával jár, de ez a változás reverzibilis, az atom könnyen ismét kiegészül, s a változás általában kevéssé mélyreható, mintha egy atommagban változnék meg a protonok száma. Individualitásuk azonban itt is csak viszonylagos: az atomban lényegében egységes elektronfelhővé olvadnak össze s a régebbi modell elképzelésektől eltérően nem kör- vagy elipszispályákon és nem diszkrét részekként, hanem az atommagot térben körülölelő zárt felületeken összeolvadva, „szétkenődve” mozognak.

A felsorolt különbségek ellenére az atommagok és az atomok szintjét tulajdonképpen egyazon szint két fokozatának lehet tekinteni. Ti. azon átmenet két fokának, amelyek során az elemi részek atomokká egyesülnek. Elemi részek egyesüléséből jönnek létre az összetett atommagok, s ezekből *mint csak elemi részek belépésével* jönnek létre az atomok. Az, hogy milyen atomról van szó, az végeredményben eldől az atommag felépülésekor. (Ezért szokták az egyes elemek atommagjait és atomjait ugyanazokkal a jelekkel jelölni.) Az atommagot maximálisan ionizált atomnak is tekinthetjük. (Ennek legismertebb példája a radioaktív bomlásoknál szereplő alfa-részecske, vagyis a hélium atommag.)

¹⁸ Vö. D. Bohm: Okság és véletlenség a modern fizikában. Gondolat, 1960. V. fej. 5. pont.

¹⁹ Minden atommag összetett, kivéve a ${}^1_1\text{H}$ izotóp atommagját, amely egyetlen elemi részből, egy protonból áll, s így nem rendelkezik a többi atommag összetettségéből eredő specifikus tulajdonságaival.

Az atommag és az elektronburok felépítésében is sok a hasonlóság, a magban is, a héjban is diszkrét energianívókon helyezkednek el az elemi részek, megfelelő módszerekkel gerjeszthetők — magasabb energianívóra emelhetők —, majd az eredeti nívóra való visszatérésükkor a felvett energiát meghatározott rezgésszámú elektromágneses sugárzás alakjában bocsátják ki.

Lényegében az atommag és az elektronburok a kvantummechanikának elvileg ugyanazokkal az eszközeivel írható le. Például a közelítő számításokra alkalmas statisztikus atom-, illetőleg magmodell is hasonló elveken, elektron-, ill. nukleongáz feltételezésen alapul.²⁰

A következő strukturális szint a molekulák szintje. A molekulákat felépítő atomok viszonylagos önállósága még nagyobb fokú, mint az elektronoké az atomban, már csak azért is, mert az elektronok minőségileg azonosak, míg az atomok különfélék, és így kölcsönhatásaik is. Az önállóság azonban itt is csak viszonylagos. A tipikus — részben vagy teljesen kovalens kötésű — molekulákban az egyes atomok külső elektronjai az egész molekulára kiterjedő közös burkot alkotnak.

A molekulákét követő egyedi strukturális szint a makromolekuláris. A makromolekulákat általában nem szokás külön strukturális szintnek, azaz külön mozgásforma hordozóinak tekinteni, holott a makromolekula nem egyszerűen nagy molekula. (Vö.: „Az oroszlan is csak macska, csak egy kicsit nagyobbacska.”) A makromolekuláknak egész sor olyan lényeges tulajdonságuk van, amelyek alapján önálló mozgásforma hordozóinak kell őket tekintenünk.

Az egyik ilyen fontos tulajdonság a polidiszperzitás. A közönséges molekulákkal ellentétben a makromolekuláknak — legalábbis az élettelen természetben — nincs meghatározott molekulásúlyuk. Hosszú láncokat alkotnak, melyeknek méretei tág határok között változhatnak, s a molekulásúly nem túl nagy változása nem jár minőségi változással. Ebből kifolyólag oldataik tulajdonságai is tág határok között folyamatosan változhatnak nemcsak a molekulásúly átlagától, hanem szóródásától (a polidiszperzitás fokától) függően is. Oldataik egyébként termodinamikai szempontból is irregulárisak, az oldódáskor ugyanis specifikus és a molekula méretétől függő entropiaváltozás lép fel, ami abból ered, hogy az oldott molekulák mérete gyakorlatilag végtelennek tekinthető az oldószer molekuláinak méreteihez képest. Ennek további következményeképpen rendellenes az oldatok ozmózisnyomása, viszkozitása, fényszórása stb.²¹

Egy másik lényeges tulajdonságuk, hogy csekély számú kivételtől — pl. a kolloid-kén molekula — eltekintve molekulászerű tagokból, állandó szerkezetű ún. szegmensekből állnak. A makromolekulák tehát általában nem közvetlenül nagyon nagy számú atomból álló molekulák, hanem *molekulákból álló szupermolekulák*. Tulajdonságaik nemcsak e molekulászerű tagok minőségétől és bizonyos mértékig mennyiségétől függenek, hanem kapcsolódásuk módjától is. Így például a keményítő és a cellulóz tulajdonságai teljesen különböznek, bár csak a mindkettőjüket alkotó nagyszámú szőlőcukor molekula kapcsolódásának módjában térnek el egymástól.

²⁰ Lásd a Gombás-iskola munkásságát ismertető cikkeket a Fizikai Szemle 1966/7 számában.

²¹ A makromolekulák oldatai az ún. kolloid-rendszerek közé tartoznak, de nem minden kolloid-rendszer áll makromolekulákból. Ezért nem lenne helyes a makromolekuláris mozgásformát kolloid mozgásformának nevezni.

Ennek a felépítésnek a következménye az ún. mikro-Brown-mozgás. A makromolekulák ugyanis nemcsak, sőt többnyire nem elsősorban mint egységes egészek vesznek részt a hőmozgásban, hanem egyes szegmenseik külön-külön is végeznek hőmozgást, aminek következtében a molekula térszerkezete állandóan változik. Az ún. nagyrugalmasság vagy kaucsuk-rugalmasság is ezzel a jelenséggel függ össze, s ezért csak bizonyos makromolekulákból álló testeknél léphet fel.

Egyazon molekula szegmensei között ugyanolyan típusú kölcsönhatások léphetnek fel, mint különálló molekulák között (van der Waals-féle erők, hidrogén hídkötés stb.). Ezzel együtt jár az intramolekuláris kristályosodás jelensége. Egyes makromolekulák szegmensei olyan spirális szerkezetet alkotnak, amelyben ugyanolyan szabályos ismétlődés található, mint a kristályokban, itt tehát egyetlen — vagy, mint a DNS esetében, két egymáshoz kapcsolódó — makromolekula alkot egy „kristályt”. Ez a jelenség a biológiai makromolekuláknál a legkifejezettebb. A specifikus biofizikai jelenségek igen nagy része éppen ezzel függ össze. Hasonlóképpen fellép a makromolekuláknál az intramolekuláris félvezetés jelensége is, amire a közönséges molekuláknál nincs példa.

A felsorolt sajátosságok egyben azt is mutatják, hogy a makromolekulák molekula jellegű szegmensei maguk is megőriznek bizonyos viszonylagos önállóságot a makromolekulán mint egészen belül.

Ezeket a sajátosságokat nemcsak azért kellett ilyen részletesen szemügyre vennünk, hogy meggyőződjünk arról, hogy a makromolekulák önálló strukturális szintet alkotnak, hanem azért is, mert ismeretük elengedhetetlen az életre való átmenet megértéséhez. Az élethez való átmenet döntő láncszeme ugyanis nem a hagyományosan kémiaiának nevezett atomi-molekuláris mozgásforma, hanem a makromolekuláris struktúra.

A következő egyedi strukturális szint az élőlények szintje. Az élőlények struktúrájának egyedi jellege azonban gyökeresen különbözik a kémiai-fizikai mozgásformák osztályában fentiekben ismertetett struktúrákétól. Az eddigiekben ugyanis a hierarchikusan egymásra épülő egyedi rendszerekben a részek maguk is egyedi rendszerek voltak. Az élőlények legkisebb még élőnek tekinthető részei azonban nem egyedi rendszerek (makromolekulák), hanem makromolekulákból és közönséges molekulákból (illetve a vizes oldataikból) álló kollektív rendszerek (gélek).

Látjuk tehát, hogy az egyedi struktúrák sorozatában az életre való átmenetnél egy bizonyos szakadás van. Az élő individuum nem közvetlenül a makromolekulákból fejlődik ki, hanem egy makromolekulákat tartalmazó kollektív rendszerből, a gélből. (Bővebben lásd az 5. szakaszban.)

Léteznek azonban egy különleges típusú individuum, a vírus, amely kétséget kizáróan az élő és élettelen határán van, s amelynek szerkezete nem gél jellegű, hanem közvetlenül néhány — extrém esetben egyetlenegy — makromolekulából áll (olyannyira, hogy méretét is molekulásúly egységekben szokás megadni). A vírus azonban nem az életelenből az élőbe való átmenet formája, hanem fordítva: voltaképpen maximálisan degenerálódott és az önálló életre való képességét elvesztett „élőlény”, az élet fejlődésének nem kezdeti foka, hanem degradációs terméke.

Az individuális struktúrák sorozatának utolsó, a Földön ismert legmagasabb rendű tagja az emberi individuum. Az emberi individuum elsősorban nem strukturális felépítettségében különbözik a fejlettebb állatoktól, habár ilyen vonatkozásban is vannak megkülönböztető morfológiai jegyei (mint

pl. az agykéregnek a tudati tevékenységgel szorosan összefüggő új részei, az ún. humán neoformációk). A legnagyobb különbség a szervezet működés- és létezési módjában van, amely viszont elsősorban az egyedeknek a nekik megfelelő kollektív formákkal (biocönózisokkal, illetve a társadalommal) való kapcsolatán alapul.

Az egyedi struktúrák (mozgásformák) sorozata összefoglalva a következőképpen ábrázolható:

1. elemi részek,
2. atomok (ezen belül két szint, az összetett atommagok és az elektronburokkal is rendelkező atomok szintje),
3. molekulák,
4. makromolekulák,
5. (nem tudatos) élő organizmusok,
6. emberi individuum.

Erről a sorozatról még az alábbi jellegzetességeket kell megjegyezni.

Az egyes szintek között különböző fokú a minőségi különbség, az ugrás. A legnagyobb mérvű ugrás a makromolekulák és az 5. alá összefoglalt (nem tudatos) élő organizmusok, valamint utóbbiak és az emberi individuum között van. Ezért alkotnak ezek — a belőlük épülő kollektív mozgásformákkal együtt (lásd a következő szakaszban) — három különböző mozgásforma osztályt.

A kémiai-fizikai mozgásformák osztálya (amely a fenti felsorolás 1.—4. pontjai alá tartozó individuumokat — és természetesen kollektíváikat — foglalja magában) két alosztályra bontható, a szubatomás és az atomi-molekuláris mozgásformák csoportjára. Míg a szubatomás mozgásformában levő anyagfajták szélsőséges feltételek (pl. igen magas hőmérséklet) mellett is létezhetnek, atomok vagy belőlük felépülő molekuláris rendszerek csak szűkebb feltételek között állhatnak fenn. Ezért tartozik a világegyetem általunk ismert részében az anyag mennyiségének legnagyobb része a szubatomás formákhoz vagy a nekik megfelelő fizikai mezőkhöz, míg atomos vagy ennél magasabb formában az anyag mennyiségének csak néhány százaléka található. Ugyanakkor az anyagi világ minőségi gazdagsága a legnagyobb mértékben az atomokból felépülő anyagfajtákban nyilvánul meg. Azt mondhatnánk, hogy az atom a természet strukturális szintjeiben egy olyan határt jelent, amelyen túl ugrásszerűen megnövekszik a szabadsági fokok száma.²²

Az ismert elemi részek száma mintegy 30, az újonnan felfedezett ún. elemi rezonanciákkal együtt mintegy 100. Számuk még nyilván változni fog, de a százas nagyságrendet semmi esetre sem fogja túllépni.

A rendszám szerint különböző atommagok lehetséges száma mintegy 110. Ezt a számot az izotópok és a magizomérek jelentősen megnövelik, de a lehetőségek száma ezekkel együtt sem haladja meg az ezres nagyságrendet.

Az atomok sajátosságait közvetlenül meghatározó elektronburokból annyiféle lehetséges, ahány rendszám szerint különböző atommag, tehát mintegy 110. A különböző ionizált állapotokkal ez is kb. ezres nagyságrendre megy fel.

Az atomokból létrehozható molekulák száma azonban gyakorlatilag végtelen. Így az atomok azok az egységek, amelyekből az anyagi világ káprázatos sokfélesége — közvetlenül vagy közvetve — létrejön. Ennek a főoka az, hogy míg az atommagokban és az atomokban csak korlátozott számú elemi rész lehet (maximálisan mintegy 350), s közülük is normális körülmények között a magban csak kétféle, a héjban pedig csak egyetlen féle elemi rész szerepelhet tartósan, addig az atomok szinte korlátlan számban

²² A szabadsági fok fogalmát itt a kinetikus hőelméletben szokásosnál tágabb értelemben használom.

egyesülhetnek molekulákká, mégpedig akár egyazon elem atomjai (a fentebb már említett amorf kén molekulái több tízezer, esetleg százezer láncszerűen egymáshoz kapcsolódó kénatomból állnak), akár különféle elemekéi.

Mivel a szokásos földi energiaviszonyok között — márpedig a magasabb mozgásformák éppen az ilyen energetikai viszonyokhoz vannak kötve — az atomok, legkülső elektronjaiktól eltekintve, változatlanul mennek át szabad állapotból molekulába, illetve egyik molekulából a másikba, teljesen érthető, hogy az atomokat sokáig az anyag végső építőköveinek tekintették. Képletesen szólva azt lehetne mondani, hogy az atommagok és atomok felépülése az elemi részekből mintegy a természet „előkészülete” az anyagi formák azon óriási változatgazdagságának a megteremtéséhez, amely nélkül nem volna lehetséges az átmenet a magasabb mozgásforma osztályokba, hiszen utóbbiak lényegéhez elválaszthatatlanul hozzátartozik, hogy nemcsak nagyszámú, hanem minőségileg igen sokféle összetevő szervezett kölcsönhatásán alapulnak.

Az egyedi struktúráknak ez a sorozata a szintek közötti strukturális viszonyok (rész-egész láncolatok) és bizonyos értelemben genetikusszerű összefüggéseik kifejezése is. A genetikusszerű összefüggésekkel kapcsolatban azért kell megismeréseket elvárni, mert, mint már utaltam rá, az egyedi sor voltaképpen csak *absztrakció*. A valóságban az egyedek — kivételes esetektől eltekintve — mindenkor kollektív struktúrákban léteznek: az *egyed* mindig egyrészt részeinek individuális egésze; másrészt valamilyen kollektív részé.

Ez az összefüggés nyilvánul meg az egyik individuális strukturális szintről a másikra való genetikusszerű átmenetnél is. A szubatomi szinten még előfordulhatnak egyedi reakciók, pl. egy magányos neutron egyesülése egy magányos atommaggal, de általában az összetett atommagok fokozatos felépülése elemi részekből szintén csak kozmikus méretű kollektívában megy végbe. A magasabb szinteken pedig gyakorlatilag minden esetben sok egyedből álló kollektívák kölcsönhatásainak a keretében megy végbe az egyedek összetettebb, vagy más tekintetben magasabbrendű egyedekké való alakulása.

Minél magasabb szinteket vizsgálunk, annál szorosabbá válik a kapcsolat az individuum minőségi megváltozása és az individuumnak kollektívával fennálló kapcsolata között. Az ember kialakulásával kapcsolatban ez közismert. Ebben a vonatkozásban szoktunk az ember kialakulásának biológiai előfeltételei mellett társadalmi előfeltételeiről is beszélni. Nyilvánvaló, hogy az ember kialakulásának kezdetén ez a „társadalmi” előfeltétel is voltaképpen biológiai előfeltétel, de a biológiai mozgásforma osztálynak nem az egyedi, hanem a kollektív formájához tartozik. Az ember őskének biológiai jellegű — más állatokéhoz hasonló — életközössége abban a mértékben alakul át társadalommá, amilyen mértékben az állat emberi individuummá.²³

5. Az egyedi és a kollektív mozgásformák (struktúrák) egyesített rendszere

Mint láttuk, a valóság tárgyai mindig vagy majdnem mindig különböző egyedek különböző méretű és szerkezetű halmazai, kollektívái. Míg azonban az egyedi rendszerek nagyjából egyértelmű hierarchikus sorozatot alkotnak,

²³ Az individuum kifejezést — miként az egész gondolatmenetben — az ember esetében sem az egyén, hanem az egyed értelmében használom, bár természetesen az ember kifejlődésének egy bizonyos szakaszán, öntudatra ébredésekor egyedből egyben egyénné, személyiséggé is változik.

a kollektív rendszereknél ilyen sorozatról nem lehet beszélni. A kollektív rendszerek nagy része minőségileg különböző egyedekből áll, pl. a levegő O_2 -ből, N_2 -ből stb. (több komponensű rendszerek), sőt gyakran különböző strukturális szintű komponensek együtteséből, pl. a fémek ionokból²⁴ és elektronokból. Mint a 3. szakaszban már rámutattam, bizonyos határokon túl a kollektív formák *méreteinek* a megváltoztatásával is új minőség, sőt új *mozgásforma* jöhet létre.

Az élettelen természetben a kollektív rendszerek legáltalánosabb típusát a különböző halmazállapotú makrotestek alkotják. Ezek általában atomokból vagy molekulákból épülnek fel, de komponenseik között ionok, csupasz atommagok és elemi részek is szerepelhetnek.

Vitatható, hogy a különböző halmazállapotokat nem kell-e különböző mozgásformáknak tekinteni, hiszen bennük az elemeik közötti kapcsolatok jellege lényegesen különbözik egymástól, és bonyolultsági különbség is van közöttük. A szilárd testeknek például sokkal bonyolultabb a szerkezetük, mint a gázoknak. Ugyanakkor azonban a szilárd halmazállapot is csak mechanikai szempontból tekinthető — úgy ahogy — egységesnek, belső szerkezet, elektromos és számos egyéb tulajdonság szempontjából viszont a különböző rácsítípushoz tartozó szilárd testek (pl. egy fémkristály vagy egy molekularácsos széndioxid kristály) között sokkal mélyrehatóbbak a különbségek, mint egy egyszerű folyadék és egy gáz között. Ezért indokolt a különböző halmazállapotokat egyetlen mozgásforma részeseteinek, különös megnyilvánulásainak tekintenünk.²⁵

Az eddigiekben mérethatárok megjelölése nélkül beszéltünk az ún. makrotestekről. A 2. szakaszban azonban már kifejtettük, hogy a méretkülönbségek olyan mérvű minőségi különbségeket jelenthetnek, hogy külön-külön — pl. kozmikus, geológiai, emberi léptékű és kolloid — mozgásformákról kell beszélnünk.

Az emberi léptékű makrotesteket közönséges testeknek javasolom nevezni. Milyen mérethatárok között beszélhetünk ilyen értelemben közönséges testekről? Az alsó határ a fénymikroszkóppal való láthatóság határa, a felső — sokkal kevésbé precizírozható — határ mondjuk a Cheops-piramis mérete. Első pillantásra ezek a határok önkényeseknek, antropocentrikusoknak tűnnek. Itt azonban e határok körülbelüli megjelöléséről, és nem lényegük megragadásáról van szó. (A tényleges határ valószínűleg az egyes objektumok minőségétől is függ.) A mérettartomány így megjelölt határai meghatározott objektív tartalommal bírnak. Az alsó határ esetében ez is egzaktabbül jelölhető meg. A fénymikroszkóppal való láthatóság határa a testeknek az a kiterjedése, amelyik még összemérhető a fény hullámhosszával. Ha a testeket ezen a határon túl osztjuk részekre — diszpergáljuk —, anélkül azonban, hogy az aprítást az egyes molekulákig folytatnánk, specifikus tulajdonságok lépnek fel. Míg az ennél nagyobb testeknél a test felületén helyet foglaló molekulák, atomok vagy ionok mennyisége elhanyagolható a test belsejében levőkéhez képest, a fényhullámhossznál kisebb testeknél a kétféle helyzetben levő

²⁴ *Strukturális szint* szempontjából az egyetlen atomból álló iont lényegében atomnak, a több atomból álló összetett iont vagy szabad gyököt pedig molekulának tekinthetjük.

²⁵ Ide értendők az extrém körülmények (pl. magas hőmérséklet, nagy nyomás) mellett létező ún. elfajult halmazállapotok is. Lásd pl. Erdey-Grúz Tibor: A világ anyagi szerkezete. Akadémiai Kiadó, 1965. 31–40. o.

alkatrészek száma már összemérhető. Extrém esetben előfordulhat, hogy több alkatrész van a test felszínén, mint a belsejében. A felületen levő alkatrészekre viszont egészen más erők hatnak, mint a test belsejében levőkre, ezért az ún. szubmikroszkopikus mérettartományban a felületi jelenségek dominálónak válnak, és a rendszernek egészen új termodinamikai, kinetikus, elektromos stb. tulajdonságai lépnek fel. Az ilyen méretű részecskékből felépülő kolloidrendszereket a közönséges testek és a makromolekulák között álló külön strukturális szintnek tekinthetjük.

A felső határ objektív tartalma az, hogy kb. ezen a méreten túl új — elsősorban mechanikai — tulajdonságok jelennek meg. A nagy gáztömegekre vonatkozóan ezt már a 2. szakaszban példaképpen bemutattam. De az ilyen nagyméretű szilárd testeknél is jelentkeznek új tulajdonságok. Például a test már saját súlya alatt is számottevően deformálódik.

A méretek további növelésénél megjelennek a geológiában ismeretes tektonikus jelenségek. Ilyen módon a természetben előforduló gázok (a Földön a főleg nitrogénből és oxigénből álló levegő) atmoszférát, a folyadékok (a Földön különböző vegyületek híg, vizes oldata) hidroszférát, a szilárd testek (a Földön elsősorban szilikát kőzetek) litoszférát — közös néven geoszférát — alkotnak. (A legdöntőbb elem a litosféra, tehát geológiai mozgásformáról beszélhetünk minden olyan égitest esetében, amelynek szilárd kérge van, akkor is, ha az atmo- és hidrosféra hiányzik.)

A méretek további növelése vezet a kozmikus testekhez, amelyek szintén több strukturális szintet képviselnek. A kisebb tömegű égitestekben (bolygók, holdak stb.) nincsenek önfenntartó termonukleáris folyamatok, míg a csillagokat éppen ezek jellemzik.

Az egyedi és kollektív mozgásformák összefüggésének itt egy újabb esetével állunk szemben. Míg ugyanis a közönséges testeknél az egyedi alkatrészek kisebb vagy nagyobb halmaza csak kollektívát alkot, a kozmikus testek tulajdonképpen egy újabb *individuumot* képviselnek, olyan törvényszerűségeknek vannak alávetve, amelyek ezt az összetett egészt mint *oszthatatlant* illetik meg.

A közönséges testeket alkotó halmazoknak természetesen szintén vannak olyan specifikus törvényszerűségeik, amelyek az őket alkotó egyedi részeket nem illetik meg. Ilyenek a statisztikus sokaságok törvényei, pl. a termodinamika törvényei. (Hőmérséklete például csak valamilyen statisztikus sokaságnak lehet, az egyes molekuláknak vagy elektronoknak nem.) Ezek a tulajdonságok azonban tág határok között érzéketlenek a sokaságok osztására, legyenek akár extenzív, vagyis az anyag mennyiségével arányos tulajdonságok, mint a térfogat és a hőtartalom (ezek változnak ugyan az osztásnál, de szigorúan csak mennyiségileg), akár intenzívek, fajlagosak, vagyis az anyag mennyiségétől függetlenek, mint a sűrűség, a hőmérséklet, a nyomás. Az égitesteknél azonban olyan törvényszerűségek lépnek fel, amelyek az égitestek kisebb-nagyobb — de az egész égitestéhez hasonló kollektív szerkezetű — részeire már nem érvényesek. Itt, tehát a kollektív mozgásformákon keresztül egy újabb individuum keletkezéséhez jutotunk.

Ezek az individuumok újabb, nagyobb kollektívákat alkotnak: a bolygórendszereket, a galaxisokat és a Metagalaktikát. A legújabb kutatások arra engednek következtetni, hogy a galaxisok ismét csak — még magasabb rendű — individuumok, ismereteink azonban még nem elégségesek annak

eldöntésére, hogy a különböző méretű csillagrendszerek különböző mozgásformákat jelentenek-e vagy sem.

A felsorolt kollektív és kollektívákon alapuló egyedi struktúrák közös sajátossága, hogy elemi részekből, atommagokból, csonka vagy teljes atomokból, csonka vagy teljes molekulákból vagy ilyen elemek kollektív halmazaiából épülnek fel. Eltérő természetűek azok a halmazok, amelyek makromolekulákból, vagy közönséges és makromolekulák együtteséből keletkeznek, s amelyeket makromolekuláris szuperstruktúráknak vagy a rövidség kedvéért géleknek nevezhetünk (e fogalmat itt tágabb értelemben használom, mint ahogy ez a kolloidikában szokásos).

Véleményem szerint a gélek különleges halmazállapotot, sőt specifikus tulajdonságaik alapján külön mozgásformát is jelentenek. A gélek látszatra a közönséges szilárd testekhez hasonlítanak, illetve bizonyos tulajdonságaik alapján mintegy a szilárd testek és a folyadékok közötti átmeneti jellegűeknek tűnnek, a közönséges testektől mégis alapvetően eltérnek: önálló struktúrátípust alkotnak.

Minden más szerkezetű testtől eltérően a géleknél a dermedési és a folyási hőmérséklet (ezek lényegében megegyeznek az egyéb testek fagyás, ill. olvadáspontjával) szétválik, mégpedig többnyire jelentős mértékben. Deformálhatóságuk és hőmérsékletük összefüggése minőségileg eltér a közönséges testektől.

Még sajátosabb a deformálhatóságnak az alkalmazott feszültséggel való összefüggése. A szilárd testeknél egy bizonyos határig, az ún. nyúlási határig az alakváltozás az alkalmazott feszültséggel arányos, és a feszültség csökkenésekor a test eredeti állapotába tér vissza. A makromolekuláris szerkezetű testeknél a jelenség lefolyása ún. hiszterézist mutat. A feszültség növelése esetén a deformáció az arányosnál kisebb mértékben nő, csökkentésekor pedig kisebb mértékben csökken, mint a feszültség. Sőt, a rendszer a feszültség teljes megszüntetésekor sem tér vissza eredeti állapotába. (Ennek az az oka, hogy a makromolekulák másodlagos szerkezete — spirális vagy más módon való „összegubancolódásuk” — maradandóan megváltozik.) A jelenség lefolyása egyébként — megint csak eltérően a közönséges testektől — függ az időtényezőtől is. Ha a feszültséget lassabban növeljük, illetve csökkentjük, az arányosságtól való eltérés kisebb, mint gyors változásoknál.

További különlegesség a gélek duzzadási képessége. Képesek folyadék felvétellel járó térfogatnövekedésre. Ez azt jelenti, hogy oldódásuk folyamatos. A közönséges molekulákból álló testek oldódása úgy megy végbe, hogy az oldószer molekulái kölcsönhatásba lépnek az oldott anyag molekuláival, ezeket teljesen körülveszik, és „egy csapásra” elválasztják őket egymástól. A makromolekuláknál előfordul, hogy a hosszú molekulalánc egyes szegmenseit az oldószer molekulái már körülveszik, míg másokat még nem, s ez utóbbiak még egymással vannak kapcsolatban. Itt tehát ugyanannak a makromolekulának az egyik része már „oldott” állapotban van, míg a másik része még oldatlan állapotban.²⁶

A speciális tulajdonságok sorát még lehetne szaporítani. De az eddigiekből is látható, hogy itt különleges struktúráról van szó.

A gélek specifikus tulajdonságai különösen azért érdemelnek rendkívüli figyelmet, mert éppen ezek teszik lehetővé, hogy bizonyos gélek az elemi életjelenségek hordozóivá válhassanak. A gél mozgásforma a kémiai-fizikai mozgásformák közül a legösszetettebb, legmagasabbrendű, és mint ilyen, az a mozgásforma, amelyben az életre való átmenet megtörténik. Az élő anyag, az élő protoplazma voltaképpen különleges gél. Az élet keletkezésének Oparin-féle elméletében feltételezett koacervátum az ilyen különleges gél legegyszerűbb formája.

²⁶ Bővebben lásd pl. Wolfram Ervin: Kolloidika II. Egyetemi jegyzet. Tankönyvkiadó, 1965.

Ezzel áttérünk a biológiai mozgásformák osztályára. Közhelynek számít, hogy az élőlények elválaszthatatlan kapcsolatban vannak környezetükkel. Környezeten azonban gyakran csupán az élőlényt körülvevő fizikai-kémiai közeget (talaj, víz, levegő, sugárzás) szokás érteni.²⁷ Az élőlény környezetének azonban a legfontosabb eleme — amennyiben a külső fizikai létfeltételek bizonyos minimumát adottnak vesszük — az élő környezet, az élő individuummal kölcsönhatásban álló többi élőlény által alkotott környezet, a *biocönózis*, amely bizonyos értelemben regulálója magának az élettelen környezetnek is (pl. mikroklíma).

A különböző biocönózisok a Föld felszínén egy nagyobb egységbe, a *bioszférába* olvadnak össze, amely egy újabb, magasabb strukturális egység. (Az egyszerű biocönózisok és a bioszféra közötti közbeeső fokozatoktól — area, zóna — eltekintek. Külön vizsgálat tárgyát kellene képeznie annak, hogy vajon ezeket önálló strukturális szinteknek kell-e tekinteni, vagy pedig részben a biocönózisok, részben a bioszféra kategóriájába sorolhatók-e be.)

A bioszféra sajátos magasabbrendű strukturális egységbe olvad a három geoszférával. Ez a komplexum a *földrajzi burok*, vagyis az az objektum, amellyel a természeti földrajz foglalkozik. Ez tehát egy olyan komplex kollektív struktúra, amelyben a kémiai-fizikai, valamint a biológiai mozgásformák osztályához tartozó kollektív formák egyesülnek.

Szűkebb értelemben ez a földrajzi burok jelenti azt a természeti környezetet, amelyben az emberi társadalom *eddig*i élete lezajlott. A társadalom maga ebből a földrajzi burokból válik külön, emelkedik ki, ettől a természet-től különül el, és ezzel marad egyben szoros kapcsolatban. Amilyen mértékben a társadalomnak ez a viszonylagos kiválása a természetből végbemegy, olyan mértékben jelenik meg az ember aktív és céltudatos visszahatása erre a természetre, a földrajzi burokra. A társadalom és a természet e kölcsönhatása hozza létre a *mesterséges természetet*, amelynek a földfelszín kiterjedése irányában vett komplex egységeit *kultúrtájnak*, s a kultúrtájak összességét *kultúrszférának* nevezhetjük. A kultúrszféra tehát olyan komplex kollektív struktúra, amely mind a három alapvető mozgásforma osztály elemeit magában foglalja, illetve azok kölcsönhatásának eredménye. Ez az az objektum, az a mozgásforma, amellyel a gazdasági földrajz foglalkozik. (A kultúrszféra természetesen nem a földrajzi burkon kívül, mintegy arra települve létezik, hanem maga a földrajzi burok alakul át az ember tevékenysége következtében kisebb-nagyobb mértékben kultúrszférává. Ma már a Föld felszínén egyre kevesebb az emberi behatás által nem érintett terület, ahol még tisztán földrajzi burokról beszélhetünk, és egyre több az olyan terület, amelyen a természeti földrajzi burok kisebb-nagyobb mértékben kultúrszférává alakult.)

Ezzel már át is tértünk a társadalmi mozgásformák osztályának a területére. Az előző szakaszban már szó volt az emberi individuumról, e mozgásforma-osztály alapját alkotó egyedi struktúráról, s utalunk arra is, hogy ennek az egyednek a kialakulása és a létezése éppúgy — sőt talán még inkább

²⁷ Lásd pl. Kedrov, 1965. 271. o. Megjegyzendő, hogy a környezetnek az élettelen tényezőkre való redukálása inkább a filozófiai irodalomra és egyes népszerűítő művekre jellemző. A biológiai szakirodalom megkülönbözteti a biotikus és abiotikus környezeti feltételeket. Míg azonban az abiotikus feltételek kísérletileg könnyen vizsgálhatók, és így elég jól ismertek, a biotikus feltételek kutatása még kezdeti stádiumban van. Ez az objektív alapja annak, hogy utóbbiakat a környezet fogalmának tárgyalásánál nem egyszerűen figyelmen kívül hagyják.

— a megfelelő kollektív formához, a társadalomhoz van kötve, mint a többi élőlényeké a biocönózisokhoz. A társadalom éppúgy a biológiai mozgásformák osztályából ered, mint az ember. Az élőlények fejlődése vezet egy hatalmas minőségi ugrással az ember kialakulásához, a biocönózisok egyik típusáé pedig a társadalom létrejöttéhez. Ez azonban nem két párhuzamos, hanem egyetlen folyamat, hiszen a benne résztvevő egyedek csak kollektíváikban, s a kollektívák csak egyedeikben léteznek. (A társadalmi mozgásformák osztályának további részletezésére a 7/b. és a 7/c. szakaszban teszünk kísérletet.) •

Összefoglaló áttekintés céljából az 1. ábrán feltüntettem az ismertetett rendszer sematikus vázlatát. Az ovális mezők egy-egy mozgásformát képviselnek. A téglalap alakú mezők több mozgásformát foglalnak magukban, amelyeket azonban egyelőre nem akartam vagy nem voltam képes egyértelműen meghatározni és egymástól elhatárolni. Az egyes mezők méreteinek nincs jelentőségük, ezeket csupán a beléjük kerülő szöveg hossza határozta meg.

A legalsó sor az előző szakaszban tárgyalt egyedi struktúrák sora. Fölöttük helyezkednek el a kollektív mozgásformák, illetőleg kettős körvonalal a kollektívákból felépülő magasabbrendű individuumok.

6. Mozgásformák és mozgásfajták. A kémia és a fizika viszonya

A második szakaszban utaltam arra a következtetésre, hogy mozgásformán egyrészt általában az egyes anyagfajták létezési módját értik, másrészt az olyan konkrét mozgásokat is, amelyek nem tartoznak csupán egy valamely anyagfajtaéhoz, hanem különböző anyagfajták létezési módjának közös oldalát alkotják (pl. mechanikai mozgás, hőmozgás): Kedrov szerint pl. „A mechanikai mozgásformához... bizonyos absztrakció révén jutunk el: elvonatkoztatunk a mozgó test minőségi jellemzőitől, belső természetétől, dologi tartalmától” (vagyis struktúrájától — R. P.).²⁸ Más helyen viszont kifejti, hogy a mechanikai, s ezen kívül a kvantummechanikai, termodinamikai és a kibernetikai mozgás tulajdonképpen különböző struktúrákhoz tartozó mozgásformáknak csupán bizonyos *oldala*. Ugyanakkor — feltehetően azért, hogy túlságosan el ne szakadjon Engels rendszerének *formájától* — ezeket a mozgásokat következetesen mozgásformáknak nevezi. Ezzel világosan ellentmondásba jut a mozgásformák fogalmának általa adott értelmezésével, amelynek lényege a következő: új mozgásformáról akkor beszélhetünk, ha „... *különös típusú kölcsönhatással* állunk... szemben, amelynek eredményeképpen a korábban már ismert egyszerűbb mozgásforma anyagi hordozói egymással bizonyos *minőségileg új képződményekké kapcsolódnak össze*”.²⁹

Az ellentmondás feloldására Kedrov bevezeti az általános és részleges mozgásformák fogalmát: „... a mozgásformákat az anyagi hordozóikkal fennálló kapcsolatuk szerint két csoportra kell osztani: 1. általános mozgásformák, amelyek nem kapcsolódnak egyértelműen egy meghatározott, csak az illető mozgásformát jellemző anyagi szubsztátumhoz vagy anyagfajtaéhoz (ide tartozik a fentebb említett mechanikai-, hő- és kibernetikai mozgásforma); 2.

²⁸ Kedrov, 1965. 215. o.

²⁹ B. M. Kedrov: Az anyag mozgásformáinak összefüggése a természetben. *A modern természettudományok filozófiai problémái* c. gyűjteményes kötetben. Akadémiai Kiadó, 1962. (a továbbiakban Kedrov 1962.) 188. o. (Kiemelés — R. P.)

részleges mozgásformák, ezek mindegyikének megvan a maga meghatározott anyagi hordozója, amelyhez egyértelműen kapcsolódik (ide tartozik a magfizikai, elektromágneses és más fizikai mozgásforma, a kémiai, fizikai, s amint alább látni fogjuk, a geológiai mozgásforma)”³⁰

Az általános mozgásformákról a fentebb idézett helyen maga Kedrov kimondja, hogy bizonyos absztrakcióval jutunk hozzájuk. (Az idézett rész folytatása szerint a mechanikától további absztrakciók útján a dinamikán és a kinematikán keresztül a geometriáig és az algebraig jut el. Ezeket természetesen már nem nevezi mozgásformáknak, de az egész gondolatmenet mutatja, hogyan keveredik a mozgásformák rendszere a tudományok rendszerével.)

Igaz ugyan, hogy minden mozgásforma-fogalomhoz absztrakció útján jutunk. Itt azonban az absztrakció két különböző módjáról van szó. Az az absztrakció, amelyről Kedrov a mechanikával kapcsolatban beszél, *izoláló absztrakció*, amely a különböző dolgoknak egy bizonyos közös jegyét emeli ki. A mozgásformák mint az anyagfajták létezési módja fogalmához viszont *általánosító absztrakció* útján jutunk, azaz kiemeljük az azonos típusú konkrét mozgásformák közös lényegét.

Az absztrakció e két típusának a különbségét ismeri fel a mozgásformákkal kapcsolatban Bukanovszkij, Ujemov és Tamás. Ujemov például helyesen mutat rá, hogy a tudományok jelentős része nem az objektumok egy meghatározott osztályával, hanem különböző fajta objektumok sajátos tulajdonságainak egy osztályával foglalkozik, sőt azt is felismeri, hogy ez nemcsak az általában speciálisnak tekintett mechanikai, hő- és ún. kibernetikai mozgásra áll, hanem a kémiai és fizikai változásokra általában is.³¹ Mivel azonban ragaszkodik a mozgásformák és a tudományok kölcsönösen egyértelmű megfeleléséhez, azt javasolja, hogy le kell mondani a mozgásformák és meghatározott hordozók összekapcsolásáról.³²

E. F. Szolopov vitába száll ezzel a felfogással. Lényegében visszatér Kedrov álláspontjához, azzal a lényeges eltéréssel azonban, hogy felismeri: „... el kell ismerni, hogy a „mozgás formájának” a fogalma nem teljesen adekvát a tér-időbeli helyváltoztatás és a hőjelenségek jelölésére...”³³ Rámutat, hogy az ilyen típusú mozgások voltaképpen az egyes objektumokra jellemző összetett mozgásformák absztrakció útján kiemelt sajátos oldalai. Elmarad viszont Ujemovtól annak a felismerésében, hogy nem csupán a Kedrovnál „általános mozgásformaként” tárgyalt mozgásoknak van ilyen absztrakt jellegük, hanem lényegében minden mozgásforma számos — belőle rendszerint csak absztrakció útján, tehát csak gondolatban elkülöníthető — „elemi” mozgásból, kölcsönhatásból tevődik össze.

Tamás György a két álláspont között kibékíthetetlen ellentétet lát. Szolopov és Ignatov tanulmányait ezért értékeli úgy, hogy „A tudományosztályozás korszerűsítésére irányuló törekvések... bizonyos ellenállásba ütköztek.”³⁴

Valójában azonban a probléma nem oldható meg a — legvilágosabban Ujemov, illetve Szolopov által megfogalmazott — két álláspont egyikének

³⁰ Kedrov, 1965. 201. o.

³¹ Ujemov: Id. cikk 72—73. o.

³² Uo. 73. o.

³³ E. F. Szolopov: Id. cikk 154. o.

³⁴ Tamás György: Id. cikk 854. o.

elfogadása, és másikának elvetése útján. Mindkét álláspont tartalmazza a valóság egy bizonyos szempontból való helyes megközelítését. A valóságos viszonyok adekvátabb tükrözéséhez fel kell használnunk mindkét álláspont pozitív elemeit.

Véleményem szerint a megoldás kulcsa a következő. Szakítanunk kell azzal, hogy mozgásformának tekintünk olyan mozgásokat, a mozgás olyan fajtáit, amelyek nem egy bizonyos struktúrához tartozó mozgások összességét, hanem ezeknek csak egy-egy komponensét jelölik. Általános és részleges mozgásformák helyett *mozgásfajtákról* és *mozgásformákról* kell beszélnünk. Minden mozgásforma különböző mozgásfajták sajátos együttese. Nemcsak a mechanikai, kvantummechanikai, illetve termodinamikai és a kibernetikai mozgás ilyen mozgásfajta, hanem ilyenek a legkülönbözőbb típusú kémiai és fizikai változások is, ilyen az élővilágban az anyagcsere, vagy magasabb szinten az érzékelés, a társadalomban a munka, a nyelv, a gondolkodás stb.

Egyes mozgásfajták több különböző — esetleg valamennyi — mozgásformában előfordulnak, más mozgásfajták csak egy vagy néhány mozgásformában fordulnak elő; az alacsonyabbrendű mozgásformákat jellemző mozgásfajták pl. általában benne vannak a magasabbakban.

A több mozgásformában is szereplő mozgásfajták általában nem mennek át változatlanul egyik mozgásformából a másikba. A mechanikai mozgás például a szubmolekuláris mozgásformákban kvantummechanikai mozgásformáját ölti; az elektrongáz hőmozgására más statisztikai törvényszerűség vonatkozik, mint a közönséges gázokéra stb.

Bizonyos megszorítással azt mondhatnánk, hogy a mozgásformák egyes mozgásfajtákból „épülnek fel”. Míg azonban az egyes mozgásformák a megfelelő anyagfajta létezési módjaként létezhetnek önállóan is, a mozgásfajták csak egy vagy több mozgásforma sajátos oldalaként, jegyeként létezhetnek. Ez más szóval azt jelenti, hogy a mozgásforma mint az anyagfajta, vagyis egy totalitás létezési módja, maga is bizonyos fajta totalitás, míg a mozgásfajta nem tekinthető ilyen totalitásnak.

Jóllehet a mozgásfajták csupán oldalai, jegyei egy vagy több mozgásformának, maguk is egyszerűbb mozgásfajták sajátos komplexumai lehetnek.

Tekintsük például az idegrendszerrel bíró élőlények létezési módjának egyik fontos oldalát, az idegpályákon történő ingerületvezetést. Neumann János így írja le ennek a fontos mozgásfajtának az összetett jellegét: Az ingerület „... elektromos potenciál alakját ölti; ezzel párhuzamosan kémiai változások is végigfutnak a tengelyfonálon ... Végül alighanem mechanikai változások is történnek, mert nagyon valószínű, hogy csak a sejt-hártya ... molekuláinak reorientációja, vagyis a molekuláris alkatelemek viszonylagos helyzetváltoztatása módosíthatja azt, hogy a hártya milyen mértékben áthatolható a különféle ionok számára, ... molekuláris nagyságrendben az effajta hatások nem határolhatók el élesen egymástól: az összes kémiai változásokat az intramolekuláris erők megváltozása váltja ki, s ezek az erők szabják meg egyben a molekulák viszonylagos helyzetváltoztatását is ... Továbbá minden ilyen intramolekuláris mechanikai változás megváltoztatja az érintett molekulák elektromos tulajdonságait, vagyis módosult elektromos tulajdonságok és módosult viszonylagos elektromos potenciál-szintek kialakulására vezet, ... az ideghártya megközelítőleg molekuláris nagyságrendjében a jelenségek mindezen oldalai többé-kevésbé egybeolvadnak.”³⁵

Látható, hogy ezek az elemi mozgásfajták egyetlen összetettebb mozgásfajtává egyesülnek. Az összetevő elemi mozgásfajták azonban mégsem veszítik el teljesen az önállóságukat. Kísérletileg kimutatható, hogy a tengelyfonal (az idegsejt ingerületet továbbító nyúlványa, az axon) mentén az ingerület terjedésének lényeges oldala az elektromos

³⁵ Neumann János: A számológép és az agy. Gondolat, 1964. 65—66. o.

impulzus. (Ha ugyanis az axon egy szakaszát vegyi anyagokkal átmenetileg működésképtelenné tesszük, a bénított szakaszt közönséges fémes vezetővel áthidalva az ingerület zavartalanul lefut.)³⁶ Az axon végén, a következő neuronra való átmenetet biztosító szinapszisokban valószínűleg a folyamat kémiai oldala válik dominálóvá. De nemcsak az ilyen eleve bonyolultnak tűnő mozgásfajták, mint az idegingerület, komplex jellegűek, hanem a látszólag egyszerűek is.

A mozgásfajták tehát azon mozgásformákhoz képest, amelyek belőlük „felépülnek”, elemiek ugyan, ez a jellegük azonban viszonylagos: maguk is egyszerűbb mozgásfajták összességei.

*

A mozgásformák és a mozgásfajták ilyen értelmű megkülönböztetése kulcsot ad kezünkbe a mai természettudomány egyik legtöbbet vitatott kérdésének, a kémia és fizika viszonyának a megoldásához. Szándékosan nem írtam kémiai és fizikai mozgásformát, mert meggyőződéseim szerint itt is első sorban *mozgásfajták* viszonyáról van szó. Mióta a fizika tudománya — első sorban az ún. kvantumkémia formájában — egyre jobban behatol a kémia tudományának a területére, állandóan problémát okoz a két tudományterület — és az állítólagosan két mozgásforma — elhatárolása. Kedrov szerint a kérdésnek a következő öt elvileg lehetséges megoldása van (melyek közül természetesen csak egyet tart helyesnek, mégpedig az ötödiket):

1. A kémia visszavezetése a fizikára. E megoldás szerint nincs külön kémia, a hagyományosan kémiainak nevezett mozgásformában is csupán az elemi részek fizikai mozgásai jelennek meg. Ezt a felfogást Kedrov teljes joggal elveti.³⁷

2. A magfizikának a kémiához kapcsolása. Erre az alábbiakban részletesen visszatérek.

3. A molekuláris fizika átvitele a kémiába. Ezzel kapcsolatban arra mutat rá, hogy a fizikán belül növekszik az „új fizika” (értsd: szubatómáris fizika) viszonylagos súlya, és csökken a hagyományos (értsd: molekuláris) fizikáé. Itt, bár jelenleg még nem látja indokoltnak, nem zárja ki azt a lehetőséget sem, hogy a molekuláris fizika a jövőben feloldódik a kémiában.^{38,40} (Egyébként a régi és az új fizika területének az atom alatti és a molekula feletti méretek szerint való elkülönítése véleményem szerint jogosulatlan, mert így „kiesnek” az új fizikának olyan fontos ágai, mint a szilárdtest-fizika vagy lumineszcencia-fizika.)

4. A kémia a fizikát két részre hasítja, a mikro-(szubatómáris) és a makro-(molekuláris) fizikára. 1958-ban még maga Kedrov is ezt a megoldást fogadta el, most azonban elveti, ragaszkodván a „fizikai mozgásforma” egységéhez, hiszen egy tudomány foglalkozik vele.³⁹

5. A kémia ugyan beékelődik a fizika két része közé, de eközben a fizika, mintegy átkarolva a kémiát, megőrzi a maga egységét.⁴⁰

A 4. és az 5. megoldás közös jellemzője, hogy a kémia két oldalon érintkezik a fizikával. Kedrov általában ebben látja a fő problémát, és úgy véli, hogy az 1–3. alatti — szerinte helytelen — megoldási kísérletek célja ennek a kettős érintkezésnek a kiküszöbölése. Az 5. megoldás egyébként közelebb

³⁶ Lásd Ákos Károly: Idegrendszerünk. Bp. 1963. 32. o.

³⁷ Kedrov 1965. 242–249. o.

³⁸ Uo. 251. o.

³⁹ Kedrov, 1962. 224–225. o., ill. Kedrov, 1965. 252. o.

⁴⁰ Kedrov, 1965. 253–256. o.

járna a valósághoz, ha szerzője úgy értelmezné, hogy a fizika nem átkarolja a kémiát, hanem „keresztülhatol” a kémián, hiszen számára is nyilvánvaló, hogy a hagyományosan kémiainak nevezett atomi-molekuláris mozgásforma is magában foglal lényeges elemként fizikai jelenségeket. Még közelebb jár azonban a valósághoz — anélkül, hogy ezt észrevenné — a 2. pontban, amelyre vonatkozó fejtegetését részletesebben idézem:

Akik a magfizikát kémiának nyilvánítják (azt hiszem egyébként, hogy kifejezetten ilyen felfogás nincs is a kémikusok között), Kedrov szerint a következő hibába esnek: „Több kémikus a kémiának abból a régi meghatározásából kiindulva, hogy az az anyag átalakulásának tudománya, azt vallja, hogy a magátalakulásokat kémiaiakként kell tekinteni, mivel — úgymond — általában *minden* anyagátalakulás kémiai mozgás.”⁴¹ Ezeket a kémikusokat konzervatívnak nyilvánítja, akik az új tényeket régi formulákba akarják beleerőszakolni. Ez különben is csak tovább rontja a helyzetet, hiszen „Ha a magfizikát a kémia részének nyilvánítják, ezzel még nem küszöbölik ki a kiinduló nehézségeket. Ha egyetérténünk is azzal, hogy a magfizikát a kémiához kell csatolni, a fizika és a kémia elhatárolásának a nehézsége akkor sem oldódna meg, hanem tovább fokozódna: a megismerés folyamán a molekuláktól az anyag felépítésének mélye felé hatolva a fizikai (molekuláris) mozgás területéről először a kémiai (atom) mozgás területére, majd onnan ismét a fizikai mozgás (az atomon belüli elektronmozgás) területére lépünk; ha a továbbiakban áttérünk a mag belsejébe, vagyis magátalakulások területére, ismét, immár másodszor, eljutunk a fizikai mozgás területéről a kémiai mozgás területére (amennyiben a magreakciókat kémiaiakként tekintjük); ha ezután áttérünk az „elemi” részecskék és erőterek tanulmányozására, akkor másodszor térünk át a kémiai mozgásról a fizikai mozgásra; végül ha az „elemi” részecskék kölcsönös egymással alakulását, például a „párhépzódást” és az „anihilizációt” vizsgáljuk, megint, immár harmadszor a kémiai mozgás területére érkezünk. Ennek következményeként a mozgásformák eléggé mesterkéltnak és aligha igazolhatónak „szétszórtságát” nyernénk, ami nyilvánvalóan nincs meg a természetben.”⁴²

Ezen a ponton, ahol Kedrov az általa bírált álláspontot szándékosan ad abszurdum viszi az elemi részek területére, egészen közel jut az igazsághoz, ti. ahhoz, hogy a kémiai és a fizikai mozgások nem egymás alatt és fölött, hanem egymás mellett, szorosan összefonódva és egymást áthatva találhatók meg minden mozgásformában.

Valójában tehát nem az a megoldás, hogy a magfizikát kémiának nyilvánítjuk, hanem hogy például az atommagok szintjén is különböztessük meg egymástól a magfizikát (az atommag energetikai viszonyait, sajátos kötési erőtereit, elektromos és egyéb tulajdonságait) és a magkémiát (az atommagok összetételének megváltozásával járó minőségi átalakulásokat).

A kémia és a fizika tehát voltaképpen nem bizonyos mozgásformákkal, hanem bizonyos mozgásfajtákkal foglalkozó tudományok. A kétféle mozgásfajta megkülönböztetésénél a Kedrov által elavultnak minősített hagyományos meghatározásból indulhatunk ki. Kémiai mozgás, kémiai változás minden olyan változás, amelynek során a benne résztvevő objektumok *anyagi minősége* megváltozik, fizikai változás pedig minden olyan változás, amelyben

⁴¹ Uo. 249. o.

⁴² Uo. 250. o.

az objektumoknak csak az *állapotuk* változik meg. Az anyagi minőség fogalma nem azonos a minőség általános fogalmával, hanem ennél szűkebb. Az anyagi minőségben történt változáson olyan minőségi változást értek, amelynek során a dolog tulajdonságainak, paramétereinek egész rendszere megy át ugrászerű változáson, az állapotváltozásoknál viszont csak egyes paraméterek változnak. Ezek gyakran csupán mennyiségi változások, s bár itt is előfordulhatnak ugrások, s így minőségi változások, ezek azonban nem azonosak az anyagi minőség fent értelmezett változásaival (ilyenek például a halmazállapot-változások). Fizikai mozgás végbemehet kémiai nélkül, de a kémiai mozgások mindig együttjárnak fizikaiakkal.

A klasszikus kémiában az anyagi minőség megváltozását azonosították az összetétel megváltozásával, úgy vélvén, hogy a kémiában az összetétel minden mennyiségi változása az anyagi minőség megváltozásával jár. A nemstóhiometrikus vegyületek megismerése ezt a nézetet megcáfolta. Ennek egyik érdekes példája a kobalttellurid, amelynek összetétele folyamatosan változhat a CoTe és a CoTe_2 képletnek megfelelő határok között, s e közben a tulajdonságai is csak folyamatos mennyiségi változásokon mennek át. (Ha azonban az összetétel átlépi e két határ valamelyikét, akkor a tulajdonságoknak — paramétereknek — már az egész rendszere változik meg, mégpedig ugrászerűen (így a kristályszerkezet, a vezetőképesség, az oldékonyság, a kémiai reakcióképesség, a szín stb., stb.).

A fentiekben értelmezett kémiai és fizikai változások az anyag minden strukturális szintjén együtt találhatók. Ilyen értelemben szoktunk beszélni magkémiairol és magfizikáról, közönséges értelemben vett kémiáról és kötések fizikájáról (a szokásos, de rossz szóval kvantumkémiairol), kristálykémiairol és kristályfizikáról, kolloidkémiairol és kolloidfizikáról, geokémiairol és geofizikáról, biokémiairol és biofizikáról, és teljes joggal beszélhetnénk a Kedrov által perhorreszkált módon az elemi részek kémiájáról és fizikájáról (pl. a párkeltés vagy a neutron bomlása kémiai, a Compton-effektus fizikai változás). Legnehezebb a két oldal elhatárolása az atomfizika-héjfizika szintjén. De itt is meg kell különböztetnünk az elektronok energianívóira és gerjesztési viszonyaira vonatkozó fizikai oldalt, és a kémiai minőségeknek az elektronok számának növekedésével együtt járó megváltozását. A periódusos rendszer kvantumfizikai elméletének értelmezését bemutató Smith—Stoner-féle táblázat voltaképpen az elektronburok felépülésének ezt a kémiai oldalát fejezi ki.

A Kedrov által általánosnak nevezett mozgásformák (a mechanikai, a kvantummechanikai, a termodinamikai és, bizonyos megszorítással, a kibernetikai is) tulajdonképpen a fizikai mozgásfajták csoportjába tartoznak. Az élettelen természet összes mozgásformáiban a fent értelmezett kémiai és fizikai mozgásfajták — és *csakis* ezek — fordulnak elő, ezért javasolom, hogy ezeket az élettelen természetben előforduló mozgásformákat együttesen a *kémiai-fizikai mozgásformák osztályának* nevezzük.

A fizikai kémia és az ún. kémiai fizika nem különböző *mozgásformák* határkérdéseivel, hanem a kémiai és a fizikai *mozgásfajták egyes mozgásformákra jellemző sajátos kapcsolatával* foglalkozó határtudományok.

Már említettem, hogy az egyes mozgásfajták specifikus módon jelentkeznek az egyes mozgásformákban. A magkémiai változások törvényszerűségei például lényegesen különböznek a közönséges — hagyományos — kémiai változásokétól, bár lényeges hasonlóság is van köztük.

Az egyes mozgásformák abban a tekintetben is különböznek egymástól, hogy milyen bennük a különböző mozgásfajták egymáshoz való viszonya,

esetleges dominanciája. A hagyományosan kémiaiaknak nevezett atomi-molekuláris szinten például a kémiai mozgásfajta dominál, de itt sem becsülhető le a fizikai mozgásfajta szerepe (kötélmélet, a kémiai változások energetikája, kinetikája stb.). Más szinteken (pl. az elemi részek szintjén) minden „kémiai” változás olyannyira kapcsolódik a fizikaiakhoz (tömeg-energia, töltés átalakulások) — az utóbbiak dominanciája mellett —, hogy e területeken érthetően a fizikusok feladata az előforduló kémiai mozgásfajták tanulmányozása is. Azt is mondhatnánk, hogy az elemi részeknél a kémiai és a fizikai mozgás mintegy összeolvad. Az atom, sőt az atommag gerjesztése (egyes alkatrészeinek magasabb energianívóra való emelése) is egyértelműen fizikai folyamatnak tekinthető. Az elemi részeknél azonban már az ilyen gerjesztés is az anyagi minőség megváltozásával jár, tehát nemcsak fizikai, hanem egyben kémiai változás is. (A Gell-Mann-féle kvark-elmélet szerint ugyanis a delta-plusz hiperon nem más, mint a proton — egyik — gerjesztett állapota.)⁴³

Nem vész-e el ebben a felfogásban a hagyományos kémia önálló tárgya? Véleményem szerint nem. E tárgy szokásos meghatározása (vö. Engels: a kémia az atomok fizikája) azonban túl szűk. A hagyományos kémiai átalakulások többségében ugyanis nem atomok reagálnak egymással, hanem atomok molekulákkal vagy molekulák molekulákkal, esetleg molekulatöredékek molekulákkal (a molekulák kölcsönhatása a gázban vagy a kristályban: fizikai — de a molekulák olyan kölcsönhatása, amely minőségük megváltozására vezet és többnyire együttjár atomjaik részbeni átcsoportosításaival: kémiai mozgás). De kémiai folyamatról beszélünk akkor is, ha — mint a heterogén reakciónál vagy a heterogén katalízisnél — a molekulák szilárd közönséges testekkel — a molekulák méretéhez képest tehát makrotestekkel — lépnek reakcióba.

Hogy a kémiai mozgás nem köthető egyértelműen az atomokhoz, azt E. F. Szolopov is felismeri: „Ha pontosak akarunk lenni, úgy az atomoknak és a molekuláknak a kémiai mozgás különböző formái felelnek meg.”⁴⁴

Felfogásomtól egyébként nem áll messze Holderith és Magyaródi korábban már idézett cikkének a következő megállapítása: „Amikor a fizikai mozgás kémiai folyamatokban betöltött szerepéről beszélünk, akkor nem arról van szó, hogy a kémiai minőséget redukáljuk a fizikai mennyiségekre, hanem a kémiai objektumok, molekulák minőségi meghatározottságának mennyiségi oldalait tanulmányozzuk.”⁴⁵

Ebben a megállapításban lényegében implikálva van az a fentebb kifejtett tétel, hogy a kémiai és a fizikai mozgás ugyanazon szintekhez tartozó mozgásformák sajátos oldalai. Még világosabban fejezi ki ezt a gondolatot A. I. Ujemov: „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.”⁴⁶

*

⁴³ Lásd pl. Ja. B. Zeldovics: A kvarkok. Magyar Fizikai Szemle, 1966/10. sz.

⁴⁴ E. F. Szolopov: Id. cikk 146. o.

⁴⁵ Holderith—Magyaródi: Id. cikk 56. o.

⁴⁶ A. I. Ujemov: Id. cikk 73—74. o.

Az élettelen természetben tehát minden mozgásforma kémiai és fizikai mozgásfajták meghatározott komplexuma. Ezek a mozgásfajták megtalálhatók a biológiai mozgásformák osztályában is, mégpedig szinte minden mozgásformaszintnek megfelelő alakjukban. (Az élő szervezetben az elektronmozgások éppúgy igen nagy szerepet játszanak, mint az atomi, a molekuláris és a makromolekuláris fizikai és kémiai mozgások.) Látjuk azonban, hogy az élő szervezet elemi fiziológiai folyamataiban ezek a kémiai és fizikai mozgások általában sajátosan összeolvadnak (vö. Neumann Jánosnak a 37. lábjegyzetben hivatkozott megállapításaival).

Ugyanakkor az élő szervezetben új mozgásfajták is megjelennek (lényegében már ilyen az említett elemi fiziológiai folyamat is), amelyek a kémiai és a fizikai mozgásfajtákkal általában az egész és rész viszonyában állnak, és *mint ilyenek egészen új törvényszerűségeknek* vannak alávetve. Ilyen az életre jellemző specifikus mozgásfajták közt az anyagcsere, ill. ennek részfolyamatai (a táplálkozás, a légzés, a kiválasztás stb.), a szaporodás, az öröklődés, az evolúció, az érzékelés és a magasabbrendű állatoknál a központi idegrendszer által vezérelt aktív tevékenység stb., stb. Ezeknek egy fontos közös jegyét adhatjuk meg, amely megkülönbözteti őket az élettelen természetben előforduló mozgásfajtáktól. Az élettelen természet kémiai és fizikai mozgásainak nincs célszerű jellegük. Az élő szervezet viszont aktív önmeghatározottsággal rendelkezik. A környezet változásaira saját helyzetének vagy állapotának a célszerű megváltoztatásával reagál, olyan változással, amely lehetővé teszi, hogy — noha a változó környezettel állandó kölcsönhatásban és anyagcserében van — saját belső egyensúlyát, individuális azonosságát aktívan fenntartsa, illetve szüntelenül helyreállítsa. Az erre szolgáló mozgások tehát célszerű jellegűek. Ezeket a célszerű mozgásokat az egyszerű mozgásoktól való megkülönböztetés céljából funkcióknak nevezhetjük. A funkciók mindig egyszerűbb, kémiai és fizikai, önmagukban nem célszerű jellegű mozgásokból tevődnek össze, ezekkel az egész és rész viszonyában vannak. A részek azonban ebben az esetben éppen a célszerűség által vannak az egésznek alárendelve.

Materialista biológusok és filozófusok, hogy elhatárolják magukat az idealista teleológiától, a biológiai célszerűséget gyakran látszólagos célszerűségnek nevezik. Itt azonban valójában viszonylagos célszerűségről van szó, amely éppen olyan objektív kategória, mint pl. a tudat viszonylagos önállósága. A lényeg az, hogy itt nem külső célszerűségről van szó, és nem is valamilyen kívülről az élőlénybe behelyezett (életerő jellegű) célról, hanem az élő organizmusnak az objektív adottságai — környezete, struktúrája — által determinált, a törzsejlődés során kialakult önmeghatározottságáról, az ezt szolgáló célszerű mozgásokról, funkciókról, az élőlény alkalmazkodottságáról és alkalmazkodóképességéről. A biológiai célszerűség ilyen felfogása nem mond ellent a determinizmusnak.

A társadalmi mozgásformák osztályában megint új mozgásfajták lépnek fel. Ilyen a munka, a nyelv és a gondolkodás, a termelés, továbbá az alap és a felépítmény különböző elemeinek a mozgása stb., stb. Míg a specifikusan biológiai mozgásokat a célszerűség jellemezte, a társadalmi mozgásfajták a célszerűség mellett — legalábbis összetevőként — a céltudatosság valamilyen elemét is magukban foglalják. Ezt tekinthetjük a társadalmi mozgásfajták megkülönböztető specifikumának.

Azt lehetne mondani, hogy a természetes mozgásformák három alapvető osztályában a determinizmusnak három különböző típusa érvényesül.

A három osztály egyébként e tekintetben sincs egymástól kínai fallal elválasztva. Már a kémiai-fizikai mozgásformák osztályában megjelenik — a Le Chatelier—Braun-féle elv által megfogalmazott formában⁴⁷ — a viszonylagosan aktív önmeghatározottságnak egy fajta csírája, s ugyanígy a tudatnak is megvannak bizonyos csírái, előzményei nemcsak a magasabbrendű emlősök-nél, hanem — ha itt nem is beszélhetünk közvetlen előzményről — egyes szervezett kollektívában élő, „munkamegosztást” megvalósító állatok, pl. a méhek viselkedésében is.

A mozgásformákról és a mozgásfajtákról szóló fejtegetést még két megjegyzéssel kell kiegészítenem.

1. A. I. Ignatov is megkülönböztet egymástól mozgásformákat és mozgásfajtákat. Utóbbiakat azonban az én felfogásomtól teljesen eltérő módon értelmezi: „A mozgás belső folyamatait, amelyek meghatározzák a testek létezését, nevezhetjük a mozgás formáinak, a testek számára külső folyamatokat pedig nevezhetjük a mozgás fajtáinak.”⁴⁸

E külső mozgásokon a szerző a jelenségek heterogén csoportját érti. Ő is közéjük sorolja a hő- és a mechanikai mozgást, de ide sorolja a fizikai mezők és a diszkrét anyag (vescesesztvo) egymásbaalakulásának a folyamatait, s végül a strukturális szintek közötti átmeneteket is, pl. az elemi részek egyesülését atommagokká. A mozgásforma mint a mozgás „belső formája” tehát Ignatovnál leszűkül az objektumok létre, de nem foglalja magában levésüket, vagyis keletkezésüket és magasabb formákba való átmenésüket, holott ez éppen minden anyagfajta és mozgásforma egyik leglényegesebb megnyilvánulása. Ebből a felfogásból következik, hogy a mozgásformák és a mozgásfajták rendszerét egymás mellé rendeli.

2. Fentebb már említettem, hogy a különböző mozgásformákban az egyes mozgásfajták némileg másképpen jelennek meg, annak megfelelően, hogy minden mozgásforma specifikus komplexuma különféle mozgásfajtáknak. Előfordulnak olyan esetek, amikor valamely mozgásformában egy adott mozgásfajta olyan mértékben dominál, hogy első közelítésben nem is lehet felismerni azt, hogy a mozgásforma nem csupán ebből az egy mozgásfajtából áll. Ez a helyzet például egy bolygórendszer-nél, amelyben a mechanikai, vagy a gázoknál, amelyekben a hőmozgás játszik ilyen domináns szerepet. Ez az objektív alapja annak, hogy a XIX. században, de sokan még ma is külön mozgásformának tekintik a mechanikai-, illetve a hőmozgást.

7. Néhány kiegészítő megjegyzés a magasabb mozgásformáosztályokkal kapcsolatban

a) A biológiai mozgásformák osztályáról. Kísérlet az idegfiziológiai és a pszichológiai jelenségek kapcsolatának értelmezésére és az élet meghatározására

A 2. szakaszban abból indultam ki, hogy az egymásra épülő mozgásformák, strukturális szintek egymással általában a rész-egész viszonyában vannak. Külön vizsgálatot igényel azonban, hogy ez mennyiben érvényes a biológiai mozgásformák osztályára. Engels, Hegel nyomán, a következő megjegyzést teszi: „Rész és egész pl. már olyan kategóriák, amelyek a szerves természetben elégtelenné válnak... csak a *hullában* (van) rész.”⁴⁹ Mészáros Béla és Pécsi Tibor rámutat arra, hogy Engelsnek ez a megállapí-

⁴⁷ Ennek az elvnek a lényege az, hogyha egy rendszer — pl. egy kémiai egyensúlyi rendszer — valamely külső állapotváltozója — pl. a hőmérséklet vagy a nyomás — megváltozik, a rendszer egyensúlya olyan irányban tolódik el, hogy csökkentse az állapotváltozónak ezt a változását. Például a hőmérséklet emelésére az egyensúly az endoterm, azaz hőelnyelő irányban tolódik el (ami némileg kompenzálja a hőmérséklet emelkedését).

⁴⁸ A. I. Ignatov: Id. cikk 143. o., ill. Cikkgyűjtemény 68. o.

⁴⁹ Engels: A természet dialektikája. MEM 20. köt. Bp. 1963. 489. o. Engels kiemelése.

tása nem értendő mechanikusan, a szervezetnek ugyanis objektíve vannak részei, ezek azonban többnyire nem különíthetők el tőle. Ez egyébként nemcsak az élő szervezetre, hanem minden egyedi rendszerre vonatkozik, ellenében a kollektív rendszerekkel.⁵⁰ Gázból elkülöníthető néhány vagy elvileg egyetlen molekula is, anélkül, hogy ez megszűnnék az lenni, ami, míg a molekulából „kivett” atom minőségileg különbözik a molekulában kötött atomtól.

Kétségtelen azonban, hogy a rész-egész viszonyok sokkal bonyolultabbak az élővilágban, mint az élettelen természetben, aminek egyik fő oka a funkció és a struktúra sajátos dialektikája.

Az előző szakaszban foglaltak szerint minden mozgásforma összetett jelenség, különféle mozgások, mozgásfajták komplexuma, tehát a mozgásformáknak is van struktúrájuk. A mozgásforma mindig valamely struktúra mozgása, és egyben különféle mozgások struktúrája is.

Az egyszerűbb mozgásformákban (lényegében ide sorolhatók az élettelen természet összes mozgásformái) e két oldal lényegében egybeesik, illetve kölcsönös és egyértelmű megfelelés, egymáshozrendeltség áll fenn közöttük. A mozgásformáknak ebben az osztályában tehát elfogadható az a megállapítás, hogy „... a ,struktúra’ és ,kölcsönhatás’ fogalmak között csupán az a különbség, hogy a ,struktúra’ fogalma a kölcsönhatás eredményét mintegy statikailag fejezi ki, helyesebben: kiátlagolt formában, míg a ,kölcsönhatás’ fogalma a test struktúráját dinamikus formában, elemeinek mozgásában mutatja”.⁵¹

A magasabb mozgásformáknál azonban világosan meg lehet és meg kell különböztetni az elemek és kapcsolataik térbeli rendszerén alapuló struktúrát (a biológiában szokásos szóhasználat: morfológiai struktúrát) és a funkciók ehhez képest viszonylagos önállósággal rendelkező komplexumát, az ún. funkcionális struktúrát. Ez a megkülönböztetés újabban az idegfiziológiai kutatásokban játszik egyre nagyobb szerepet. A magasabbrendű idegműködés élettana és a pszichológia filozófiai problémáiról 1962-ben Moszkvában tartott konferenciának is ez volt az egyik legtöbbet szereplő témája. A Pavlov tanítását továbbfejlesztő szovjet idegfiziológusok és pszichológusok (A. A. Uhtomskij, P. K. Lurija, A. N. Leontyev, N. A. Bernstein és mások) kimutatták, hogy a bonyolult idegfiziológiai folyamatok alapját az idegrendszerben létrejövő ún. funkcionális rendszerek vagy funkcionális szervek alkotják (ilyen pl. az ún. afferens szintézis vagy a cselekvési akceptor stb.), amelyeknek viszonylagos önállóságuk van az őket hordozó morfo-struktúrához képest.⁵²

„... az organizmus funkcionális rendszerei... egy architekturális és egy energetikai faktor alapján alakulnak ki... Az evolúció szempontjából nyilván az idegműködés olyanfajta integrációja bizonyult termékenyebbnek, amelyben az asszociatív és az architekturális tényezőknek lehetőségük volt arra, hogy egymástól függetlenül változzanak és variálódjanak.” Ez teszi lehetővé „... az organizmus pillanatnyilag működő, tehát domináló funkcionális rendszereinek gyors változását”.⁵³

⁵⁰ Mészáros B. — Pécsi T.: A rész és egész dialektikus kölcsönviszonyának kérdése a biológiai tudományban. Magyar Filozófiai Szemle, 1964/1. 2. o.

⁵¹ Kedrov, 1965. 145. o.

⁵² Bővebben lásd P. K. Anohin: A feltételes reflex sarkalatos problémáinak módszertani elemzése. *Filozófiai problémák a magasabbrendű idegműködés fiziológiájában és a pszichológiájában.* (A továbbiakban Filozófiai problémák...) Akadémiai Kiadó, 1965. 232—258. o.

⁵³ Uo. 257. o.

„... fiziológiai szempontból minden tevékenység olyan dinamikus funkcionális rendszert alkot, amelyet részben a külső környezetből, részben pedig magától a szervezettől kiinduló bonyolult és változatos jelzések irányítanak.”⁵⁴

A funkcionális szervek „... képesek az átépülésre, ... egyes komponenseik felszerelődhetnek másokkal, s emellett az adott funkciórendszer mint egész megmarad”.⁵⁵

„Ilyen dinamikus struktúrák révén egy-egy neuron-csoport különféle funkcionális rendszerekbe tud bekapcsolódni, s az agy mint egész realizálni tudja a pszichikus tevékenység bonyolult formáit.”⁵⁶

„Az ilyen rendszer láncszemeire a kölcsönös helyettesíthetőség jellemző, ... s csak egy állandó eleme van, a végső effektus.”⁵⁷

„... az emberi pszichikus tevékenység ... anyagi szubsztrátumát az egyén fejlődéstörténete folyamán kialakult funkcionális rendszerek alkotják, amelyek egységes, funkcionális szervekké válnak, és ... ily módon az agykéreg olyan szervvé válik, amely mindig újabb funkcionális szerveket tud kialakítani.”⁵⁸

Bár ezek a megállapítások az idegfiziológiai, illetve a pszichikai tevékenységre vonatkoznak, a funkcionális struktúra forgalmát mint a morfológiai struktúrával szemben viszonylagos önállósággal bíró, de vele természetesen elválaszthatatlan kölcsönhatásban levő rendszer fogalmát bátran kiterjeszthetjük a fiziológiai-biológiai folyamatok egészére, hiszen ezeknek az idegfiziológiai, illetve a pszichológiai folyamatok csak sajátos oldaluk.

Mindebből következik, hogy a funkció és morfostruktúra egységének az elvét — mely a materialista biológiának az egyik alapelve — nem szabad mechanikusan értelmezni. Az egység mellett figyelembe kell venni a két oldal viszonylagos önállóságát is. Erre Mészáros és Pécsi is utal: A szervezeti egésznek két oldala van, a morfológiai egység és a fiziológiai egység, ami a „sejt esetében azt jelenti, hogy az életfolyamatok egybehangolódása biztosítja a sejt fennmaradását és reprodukcióját”.⁵⁹

Az elmondottakkal összefügg az is, hogy míg az eddigiekben megelégelhetünk a mozgásformák, a strukturális szintek két típusával, az egyedi és a kollektív struktúrák típusával, a biológia területén egy *harmadik típust is találunk, az egyeden belüli — morfológiai és funkcionális — strukturális szinteket.*

Az egyeden belüli strukturális szintekről (valamint az egyedi és kollektív formák kapcsolatáról) N. P. Naumov a következőket mondja: „Az élet lényegének vizsgálata során a gondolatok köre rendszerint lezáródik a „szervezet” fogalmánál. . . Kétségtelen, hogy a szervezet (egyed) a szerves világ elemi egysége. Az egyedek azonban szervek, szövetek, sejtek bonyolult rendszerei. Az egyedek ugyanakkor bonyolult komplexumokat alkotnak — fajokat, ezek pedig társulásokká (biocönózis) egyesülnek.”⁶⁰

A morfológiai és a funkcionális strukturális szintek egymást kereszttül-kasul átfonva léteznek. Ami a morfológiai szinteket illeti, legalább három ilyen különböztethetünk meg a többsejtű organizmusban: a molekuláris szintet, a sejtorganellek-sejtek szintjét, valamint a szövetek-szervek-organiz-

⁵⁴ A. N. Leontyev: A pszichikum fejlődésének problémái. Kossuth, 1964. 292. o.

⁵⁵ Uo. 590. o. Az emberi pszichikum kialakulásának funkcionális strukturális alapjaival kapcsolatban lásd továbbá uo. 387—398. o.

⁵⁶ A. R. Lurija: Az emberi agy és a pszichikus folyamatok. Filozófiai problémák ... 286. o.

⁵⁷ Uo. 278. o.

⁵⁸ Uo. 286—287. o. (Kiemelés — R. P.)

⁵⁹ Mészáros B. — Pécsi T.: Id. cikk 10. o.

⁶⁰ A Voproszsi Filozofii szerkesztőségének értekezlete a korszerű biológia aktuális kérdéseiről. MM Tájékoztató, 1966/2. sz. 162. o.

mus szintet. Lényegében hasonló felosztás található Hársné Varró Rózi tanulmányának II. fejezetében.⁶¹ Implicit módon jelentkezik nála a morfológiai és a funkcionális struktúrák viszonylagos különállásának fenti gondolata is: „A különböző szintű struktúrák egységéből az is következik, hogy egy-egy funkciót nem köthetünk abszolút kizárólagossággal egyetlen struktúraféleséghez. . .”⁶² F. Z. Meijerson nyomán rámutat a struktúra és a funkció közötti dialektikus ellentmondás lehetőségére, és helyesen értelmezi a kettő kölcsönhatását a fejlődésben: „. . . sohasem önmagában a funkció teremt új struktúrát, hanem a külső vagy belső hatásra vagy a kettő együttesének hatására ellentmondásba kerülő funkció és struktúra ellentmondásának talaján jön létre az új struktúra s az új funkció. . .”⁶³

Hogy a funkciók nem rendelkeznek közvetlenül egyes morfológiai szintekhez, azt bizonyítja például, hogy az alapvető életfolyamatok, pl. az anyagcsere vagy akár ennek egy részfolyamata, a légzés, végbemennek molekuláris szinten is, sejt-szinten is és az organizmus egészének a szintjén is. Vagy például az önreprodukció molekuláris szinten a DNS-szintézis formájában, sejt-szinten a sejtosztódás formájában, az organizmus szintjén pedig a szaporodás formájában jelenik meg.

Az organizmuson belüli morfológiai és funkcionális struktúráknak ez az összefonódottsága az alapvető oka annak, hogy a rész és egész viszonyának a fogalma — legalábbis úgy ahogyan ezt az élettelen természetben megismertük — „a szerves természetben elégtelenné válik. . .”

Ami a funkcionális oldalt illeti, az egyeden belül ebben a vonatkozásban is legalább három szintet kell megkülönböztetnünk: a biokémiai-biofizikai, az elemi fiziológiai, valamint az organizmus összviselkedésében megnyilvánuló biológiai funkciókat. Utóbbiak az előbbiekkal, az előbbiek pedig a biokémiai-biofizikai folyamatokkal vannak az egész-rész viszonyában.

Hogy a fiziológiai és a biológiai funkciókat jogosult önálló szintekként megkülönböztetni, azt számos tény bizonyítja. Így például bizonyos fiziológiai folyamatok egy ideig a biológiai halál állapotában is fennmaradnak (pl. a halottnak nő a körme és a szakáll).

Azt az ellenvetést lehetne tenni, hogy ezek a fiziológiai és biológiai folyamatok az élet minden jelenleg ismert formájában csak együtt létezhetnek, holott egymásra épülő mozgásformák esetén az alacsonyabb rendűeknek önállóan is létezniük kell. Mesterségesen azonban elkülöníthetők egyes fiziológiai folyamatok a biológiai folyamatoktól. Például növényi sejtekből izolált kloroplasztiszok fotoszintézist végeznek, ha ellátjuk őket megfelelő összetételű előanyagok rendszerével, amelyeket az ép organizmus nem készen szokott kapni, hanem maga állít elő. Az izolált kloroplasztisz tehát az organizmusból kiszakítva is elláthatja a ráeső *fiziológiai* funkciót.

Az élet keletkezésekor minden valószínűség szerint volt egy olyan hosszú átmeneti időszak, amikor a primitív élőanyag még csak elemi biokémiai és ezekből összetevődő elemi fiziológiai funkciókkal bírt, de hiányzott e fiziológiai funkciók magasabb egységbe, biológiai funkciókba való szerveződése. Az életnek ez a primitív formája csak akkor állhatott fenn, amikor még megvoltak azok a feltételek, amelyek között az élet eredetileg keletkezett, pl. az abiogén szerves anyagok viszonylag magas koncentrációja, amelyet az Oparin-elmélet feltételez. Ezen a fokon az alkalmazkodóképesség és a „szervezet” viszonylagos stabilitása természetesen minimális.

⁶¹ Hársné Varró Rózi: Struktúra és funkció mint a minőségi meghatározottság lényeges eleme az élővilágban. MM Tájékoztató, 1966/2. sz.

⁶² Uo. 13. o.

⁶³ Uo. 15. o.

Az organizmusoknál ugyancsak több strukturális szintet kell megkülönböztetnünk, minimálisan az egysejtű és a többsejtű organizmusok szintjét. Mészáros és Pécsi az idézett tanulmányukban a kettő között két átmeneti formát is megemlítenek, a polienergidas (soksejtmagvú) egysejtűeket és a telepes élőlényeket. Külön vizsgálódást igényelne, hogy nem lenne-e indokolt a többsejtű szervezeteknél is többféle strukturális szintet megkülönböztetni. Így például, szerintem, az állatvilágon belül külön szintet képviselnek — mind a morfológiai, mind a funkcionális struktúra szempontjából — az idegrendszerrel rendelkező lények.

Az élővilág kollektív mozgásformáinak, a cönózisoknak a sorában is különböző strukturális szinteket különböztethetünk meg. Itt elsősorban nem azokra a kiterjedés szempontjából hierarchikusan kapcsolódó cönóizistípusokra gondolok, amelyekkel a zoo-, illetve fitocönológiai szakmunkák foglalkoznak, hanem főként a különböző minőségi kapcsolatokra, amelyek az élőlények között létrejöhetnek. Hogy itt milyen típusok különböztethetők meg, az szintén további vizsgálatot igényelne. Valószínűleg e kérdés vizsgálatának jelenleg még a szaktudományos előfeltételei sem eléggé kidolgozottak. Mindezenekre ki kell emelni egy speciális típust, az *azonos fajpopulációhoz tartozó egyedek szerves együttműködésén alapuló kollektívát*. Az élőlény együtteseknek ez a különleges típusa az, amelyeknek egyikéből a társadalom kifejlődött. Utaltam már rá, hogy ilyen együttesek nemcsak a főemlősöknél, tehát az emberrel genetikailag közvetlen kapcsolatban álló lényeknél találhatók, hanem például egyes rovarfajoknál is. Ezekben az együttesekben a társadalmi mozgásformák bizonyos előképei, csírái is megtalálhatók. Például a munkamegosztással analóg funkciómegosztás, amely gyakran az egyedek biológiai alkatában, fenotípusában is megnyilvánul. Megjelennek az ilyen közösségekben a második jelzőrendszer bizonyos elemei is, akár az emberi beszéddel némileg analóg, de természetesen sokkal kevésbé differenciált és artikulált hangok, hang-kapcsolatok, akár speciális mozgások formájában — mint pl. a méhek tánca, amelyet már „le is tudunk fordítani”.

A legtöbb ilyen közösség azonban a fejlődés egy bizonyos pontján megreked, megmerevedik, mivel kimerítette azokat a fejlődési lehetőségeket, amelyek szervezetében adva voltak. Különösen a rovarokra jellemző, hogy genetikailag viszonylag merevek. Éppen ezért mind fejlődési, mind tanulási lehetőségeik igen csekélyek. Jól bizonyítják ezt azok a kísérletek, amelyeket rokon fajú, de másféle táncnyelvet „beszélő” méhek keresztezésével végeztek, amikor is különböző „nyelvjáráások” a második nemzedékben Mendel törvényeinek megfelelően oszlottak meg az egyedek között, aminek bábeli „nyelvzavar” és a mézprodukción nagyfokú visszaesése lett a következménye.

A 6. szakaszban már utaltam arra, hogy a biológiai mozgásformák a kémiai és fizikai mozgásfajták mellett egész sor specifikusan biológiai mozgásfajtát is tartalmaznak. Példaképpen fel is soroltam néhányat. Itt két ilyen mozgásfajttával szeretnék kiemelteni is foglalkozni.

Az egyik a biológiai visszatükrözésnek az a formája, amely a fejlett idegrendszerrel rendelkező állatokra jellemző.

Ha eltekintünk azoktól a dualisztikus tendenciáktól, amelyek a pszichológiai tevékenységet el kívánják szakítani az idegfiziológiai folyamatoktól, általánosnak tekinthető a materialista fiziológusok és pszichológusok között az a felfogás, hogy az idegfiziológiai és a pszichológiai folyamatok tulajdonképpen *ugyanazon* folyamat két sajátos oldalát jelentik. Ezzel a nézettel nem

érték egyet. Nézetem szerint a kétféle folyamat között *strukturális szintkülönbség* van. Az idegfiziológiai folyamatok az egyeden belüli funkcionális struktúráknak a fiziológiai szintjéhez, a pszichológiaiak pedig az organizmus egészére kiterjedő biológiai mozgás szintjéhez tartoznak. Tehát a pszichológiai folyamatok az idegfiziológiaiakkal az egész és a rész viszonyában vannak (hasonló viszonyban vannak utóbbiak az idegbiokémiai és -biofizikai folyamatokkal). Az idegfiziológiai folyamat a szervezet egyes sejtjeinek, illetve sejttrendszereinek visszatükröző jellegű kapcsolata a külvilág vagy az ún. belső környezet *ingereivel*, a pszichológiai folyamat pedig a szervezet egészének visszatükröző jellegű kapcsolata a külvilág *tárgyaival és szituációival*.

Ennek megfelelően az érzetek tulajdonképpen nem tartoznak az érzékelés *pszichológiájának* a körébe. Az érzet egy fizikai inger (pl. fényhullám) hatására egy receptor sejtben keletkező és egy vagy több neuron közvetítésével az agykéreg valamely afferens sejtjébe érkező ingerület, elektromos impulzussorozat. Ez idegfiziológiai, de nem pszichológiai tény. Az elemi pszichológiai tény az észlelet, amely úgy keletkezik, hogy az érzetek nagy tömege — egyetlen tárgy látása sok millió elemi érzetből áll — sajátos funkcionális rendszerre egyesül az agykéregben, amely rendszer sohasem azokat az ingereket adja vissza, amelyek az érzékszerveket érték, hanem — általában helyesen, de néha tévesen — azokat a tárgyakat vagy szituációkat, amelyek-től az összetartozó ingerek milliói a szervezethez érkeztek. Amit közönségesen érzetnek szokás nevezni — főleg a filozófiai tankönyvekben —, tehát például az észlelt tárgy színét, alakját, nagyságát, felszínének minőségét, illetőleg ezeknek a tudatban való tükröződését, azt a pszichikum csak az észlelet analízise révén képes különválasztani.⁶⁴

A másik biológiai mozgásfajta, amelyet ki szeretnék emelni, a természetes kiválasztódás. A természetes kiválasztódás nemcsak az individuumok szintjén, hanem, más-más formában, a biológiai mozgásformák minden szintjén megtalálható, már a molekuláris szinten is. A 4. szakaszban említettem, hogy a makromolekulákra általában a polidiszperzitás, vagyis a meghatározatlan molekulásúly jellemző. A biológiai makromolekulák nagy részénél azonban — mintegy a tagadás tagadásaként — újból megjelenik a monodiszperzitás — a szigorúan meghatározott, de a normális molekulakénál sokkal nagyobb — molekulásúly. Ez nyilvánvalóan annak az eredménye, hogy a bonyolult biokémiai-biofizikai és a belőlük felépülő fiziológiai folyamatok akadálytalan lefolyásához szigorúan meghatározott méretű és szerkezetű polifunkciós makromolekulák szükségesek, tehát az élet kialakulása alkalmával, valamint a fajok átalakulásakor mindig csak az e funkcióknak legjobban megfelelő molekulafajták reprodukálódhattak.

Ugyancsak érvényesül a természetes kiválasztódás a többsejtű organizmusok sejtjeinek a szintjén. Amíg a megtermékenyített petesejtből kifejtett ember lesz, a sejteknek átlagosan mintegy 60-szor kell osztódnok (egyes szövetekben sokkal többször, másokban kevesebbszer). Ezeknél az osztódásoknál a kromoszómákban foglalt genetikus kódoknak éppen olyan szerepe van, mint magában a szaporodási folyamatban. (A szervezet minden sejtje ugyanazt a genetikus kódot tartalmazza. Hogy ezen belül milyen mechanizmus

⁶⁴ Lényegében ez a felfogás — ha nem is ennyire explicit formában — megtalálható P. K. Ánohin idézett írásában, valamint egyebek között Kardos Lajos *Általános pszichológia* tankönyvében (Tankönyvkiadó, 1964.), különösen ennek a színlátással foglalkozó, a szerző saját kutatásaira épült fejezetében.

idézi elő az egyes sejtek különböző funkciókra való specializálódását, vagyis a szöveti differenciációt, az még nem eléggé ismert.) Sok billió egyedi sejt-osztódásról van szó. Ha az egyes sejtek DNS-láncaiban csak egyetlen H-híd-kötés eltolódik, már mutáció lép fel, amelyet a további sejtgenerációk is „örökölnének”. Ha azonban ez a mutáció káros a sejt működése szempontjából, akkor — legalábbis az esetek többségében — a mutáns sejt csökkent életképessége folytán kiküszöbölődik, vagy legalábbis nem vesz részt a további osztódásban, és ilyen módon a természetes kiválasztódás biztosítja, hogy a szövetek általában normális sejtekből épüljenek fel.⁶⁵

Végül felmerülhet a kérdés, hogy ha a biológiai mozgásformák ilyen bonyolult, részleteiben még nem is tisztázott rendszert alkotnak, akkor mi is az élet lényege, hogyan kapcsolódik az élet ezekhez a különböző szintű mozgásformákhoz. Egész általánosan azt mondhatjuk, Engels nyomán, de szabadon, hogy az élet sajátos anyagi rendszerek létezési módja. Olyan nyílt, a környezet rovására energiájukat csökkentő anyagi rendszereké, amelyek a környezetükkel való szüntelen anyagcsere alapján önfenntartásra, önszabályozásra, fejlődésre és szaporodásra (önreprodukcióra) képesek. Ezek a sajátos anyagi rendszerek — mai ismereteink szerint — nem azonosíthatók a fehérjékkel, hanem ezeknél már legegyszerűbb formájukban is összetettebb rendszerek, amelyeknek a fehérjék csupán lényeges, de nem egyedüli és nem is egyedül meghatározó legűj összetevői.

Az élet funkcionális vagy szubsztanciális meghatározása körüli vita⁶⁶ az élet ilyen felfogása mellett álproblémává válik. Az élet meghatározásának egyszerre szubsztanciálisnak is, funkcionálisnak kell lennie. Annak eldöntése, hogy ugyanezeket a funkciókat másfajta, nem fehérje jellegű specifikus struktúrák, más polifunkciós makromolekula-együttesek is megvalósíthatják-e, nem filozófiai probléma, de nincs alapunk arra, hogy ennek a lehetőségétől elzárkózzunk. Ez persze nem jelenti az élet és az önvezérlő automaták működésének az összemosását, hiszen ezek az életre jellemző funkciók közül csak egy bizonyos csoportot valósítanak meg, utánóznak. (Lásd a 7/c. szakaszban is.)

b) A társadalmi mozgásformák osztályáról. Kísérlet a tudat ontológiai meghatározására.

A társadalom és az ember maga is a tágabb értelemben vett természet része: „... emellett fennmarad a külső természet elsődlegessége, ... de ennek a megkülönböztetésnek csak annyiban van értelme, amennyiben az embert a természettől megkülönböztetettnek tekintjük”.⁶⁷ A társadalom a természet-

⁶⁵ Erre természetesen nincs mód, ha a mutáció az ivarsejteken lép fel, mert akkor a belőlük képződő összes sejt mutánsok lesznek; ilyenkor vagy érvényesül a természetes kiválasztódás az egész egyed — embrionális korban vagy később történő — elpusztulása révén, vagy nem, az utóbbi esetben változott tulajdonságú egyed keletkezik. Előfordulhat az is, hogy ez a változás kedvező a szervezetre. Ugyancsak maradandóak az ilyen mutációk, ha olyan szövetben következnek be, amely a kifejlett élőlényben már nem vagy csak nagyon lassan osztódik (pl. az idegrendszer). Van olyan felfogás, amely ebben látja a szervezet öregedésének fő okát. — Lásd Gánti Tibor: *Társadalom az élet kutatásában*. Gondolat, 1966. VIII. feje.

⁶⁶ Lásd pl. Kedrov, 1965. 184—197. o.

⁶⁷ Marx—Engels: A német ideológia. MEM 3. köt. Bp. 1960. 28. o.

nek viszonylagosan elkülönülő része, amely a rajta kívül álló természettel, vagyis a szűkebb értelemben vett természettel áll szemben.

A társadalom és a természet, pontosabban a társadalmi és a biológiai mozgásformák genetikus kapcsolatára már utaltam. Itt újból szeretném aláhúzni azt a tényt, hogy nemcsak az ember, hanem a társadalom is az élővilágból származik, nemcsak az ember kialakulásának a biológiai előfeltételei voltak meg az állatok szervezetében (organizmusában), hanem a társadalom csirái is megvoltak az állatok szervezetében (organizációjában), azaz közösségeiben.

Utaltam rá, hogy a társadalmat általában egyetlen mozgásformának szokták tekinteni. A fentiek alapján azonban ezen belül is meg kell különböztetni az embert mint egyedi és a társadalmat mint kollektív struktúrát, noha az egyedi és a kollektív forma kapcsolata itt még szorosabb, mint a másik két mozgásforma osztályban.

Továbbá: véleményem szerint indokolt a különböző társadalmi-gazdasági alakulatokat külön struktúratípusoknak, külön mozgásformáknak tekinteni. Igaz, hogy valamennyi társadalmi formáció *első közelítésben* ugyanazokból az elemekből, azaz emberekből áll, az emberek közötti kapcsolat jellege azonban olyan mértékben különbözik a különböző társadalmi formációkban, hogy ezeket külön struktúratípusoknak tekinteni, véleményem szerint, jogosult. Az, hogy e struktúrák elemei, az emberek is csak *első közelítésben* tekinthetők azonosaknak, annyit jelent, hogy az ember nemcsak általában ember, sőt nemcsak általában ember és egyén, hanem sajátosan rabszolgatartó vagy tőkés, jobbágy vagy egy kommunisztikus társadalom tagja is. Vagyis az embert lényegileg éppen azok a kapcsolatok teszik azzá, ami, amelyek a társadalmi struktúra különböző típusait egymástól megkülönböztetik. Ilyen értelemben mondhatjuk Marxszal, hogy az ember a társadalmi viszonyok összessége.

Az alacsonyabb típusú mozgásformákban az elemek közötti kapcsolat jellegét döntően az elemek minősége határozza meg. Az élővilágban a két tényező között bizonyos „egyenjogúság” jön létre, vagyis az elemek minőségének a kapcsolatuk jellegére való hatása általában nem nagyobb, sőt a magasabb szinteken esetleg kisebb, mint e kapcsolatok hatása magukra az elemekre. A társadalomban a kapcsolatok jellege válik elsődlegesen meghatározóvá, és lényegében ez szabja meg az elemek minőségét.

Külön vizsgálatot igényelne annak eldöntése, hogy vajon a társadalmi osztályok és a szociológia által tanulmányozott különféle egyéb közösségek nem alkotnak-e különböző strukturális szinteket.

A 6. szakaszban már utaltam arra, hogy a társadalmi mozgásformák osztályában milyen sajátos új mozgásfajták jelennek meg (munka, nyelv, nevelés stb. stb.). Ezt még a következő megfontolással kell kiegészítenünk.

Csakis a mozgásfajták vizsgálata segíthet hozzá bennünket annak a kérdésnek a megválaszolásához, hogy a társadalmi mozgásformák mennyiben az anyagi világ legbonyolultabb, legfejlettebb mozgásformái. Hiszen azt lehetne mondani, hogy az élővilág a maga sokmilliónyi fajával és sokbilliónyi egyedével, a közöttük fennálló különféle kölcsönhatásokkal, a magasabbrendű állatok sokmilliónyi sejtjének a felépítésével sokkal bonyolultabbnak látszik, mint a társadalom, amely mindössze 3 milliárd — és *első közelítésben* egyenlő minőségűnek tekinthető — egyedből áll. Az az ellenvetés nem segít, hogy a társadalom magában foglalja az ember szervezetének teljes bonyolultságát is,

mert egyrészt itt a társadalomnak a saját strukturális szintjén való bonyolultságát kellene kimutatnunk, másrészt ilyen vonatkozásban az ember szervezete — legalábbis ami a morfológiai struktúrákat illeti — nem számottevően bonyolultabb az emlős állatokénál.

A problémára csak az lehet a válasz, hogy a társadalmi mozgásformák osztályának bonyolultsága és magasrendűsége éppen a rá jellemző specifikus mozgásfajták minőségi sokféleségében, bonyolult és magasrendű jellegében és kölcsönhatásaiban rejlik. Ezek teszik lehetővé, hogy az ember és a társadalom kialakulásával a determinizmusnak olyan új formája jöjjön létre, amelyben a szabadság, az aktív önmeghatározásra való képesség és a világ aktív és tudatos visszatükrözésének a képessége új, a természet egyéb területein meg sem közelített színvonalat érhet el.

A legmagasabbrendűen szervezett anyag tehát az ember és a társadalom. Az anyag legmagasabb szervezetségi szintjeként hol az emberi agyat, hol a társadalmat szoktuk emlegetni. Valójában a kettő elválaszthatatlan egységben képviseli ezt a legmagasabb szervezetségi szintet. *Az emberi organizmus — beleértve lényeges, de nem egyedül döntő elemként az emberi agyat — az egyedi struktúrák fejlődési sorának, a társadalom pedig a kollektív struktúrák sorának legmagasabbrendűen szervezett tagja.*

Felmerülhet a kérdés, hogyan kapcsolódik az ember legsajátosabb tulajdonsága, a tudat a mozgásformák már vázolt rendszeréhez. Anélkül, hogy az anyag-tudat viszonyról szóló szerteágazó vitához itt hozzá akarnék szólni, megkísérlem a tudatnak az élet fentebb adott meghatározásához hasonló funkcionális-szubsztanciális meghatározását: *A tudat az emberi organizmus és az emberi organizáció (társadalom) létezési módjának sajátos oldala, olyan komplex mozgásfajta, sajátos, agyhoz kötött mozgások olyan funkcionális struktúrája, amely képes a valóság jelenségeinek és lényegi összefüggéseinek határtalanul mélyülő visszatükrözésére, és az ember céltudatos, a visszatükrözött objektív viszonyoknak megfelelő, s azok célszerű átalakításában is megnyilvánuló cselekvésének a vezérlésére.*

A tudat — ontológiai értelemben — nem tekinthető legáltalánosabb kategóriának. Van legközelebbi neve, a *pszichikum*, amely lényegében a magasabbrendű állati organizmus visszatükrözésen és a visszatükrözött valóságnak megfelelő bonyolult reflextevékenységen alapuló kapcsolata a külvilággal. Ennek a kapcsolatnak a legmagasabbrendű, különleges fajtája az emberi tudat.

c) Léteznek-e mesterséges mozgásformák?

A tudományos-technikai forradalom, különösen az elektronikus automaták gyors fejlődése kapcsán felmerül az a kérdés, hogy létrejöhetnek-e mesterséges mozgásformák. Erdey-Grúz Tibor erről a következőket írja: „... számolni lehet egy új mozgásforma keletkezésével, amelynek létrehozásában — a Földön első ízben — az ember céltudatos tevékenységgel vesz részt. Ilyen irányú fejlődésre utalnak az elektronikus számító- és logikai gépek, valamint a *kibernetika* terén elért eredmények.”⁶⁸ Majd alább: „Feltehető, hogy a kibernetikai gépek is fejlődésük megfelelő fokán minőségi vál-

⁶⁸ Erdey-Grúz Tibor: Filozófiai tallózás a természettudományokban. Id. kiad. 125. o.

tozásokon mennek majd át, amelyek persze más jellegűek lesznek, mint az élő anyag kialakulásához vezető. Ezáltal olyan specifikus anyagi rendszerek keletkezhetnek, amelyek minőségileg különböznek a korábban ismertektől, s az anyag fejlődésének új szintjét képviselik. E rendszerek, ha megvalósulnak, saját specifikus belső ellentéteik hatására olyan mozgástörvények szerint fognak működni, amelyek eltérnek a többi anyagi rendszerek mozgástörvényeitől. Az ilyen gépek tehát az *anyag minőségileg új fajtáját és mozgásformáját* fogják képviselni (különbözőt az élettől), amely saját belső törvényei szerint mozog és fejlődik tovább.”⁶⁹

Az idézett gondolatmenet szerint csak akkor beszélhetnénk új mozgásformáról, ha olyan rendszerek jönnek létre, amelyek saját belső ellentéteik hatására önálló fejlődésre képesek. Véleményem szerint ez nem kritériuma az önálló mozgásformának. A mozgásformák rendszerében sok olyan esetet találunk, amelyben a fejlődés nem az adott mozgásforma belső ellentmondásain, hanem egymással szoros kapcsolatban levő mozgásformák kölcsönhatásán alapul. Így az elemi részek összetett atomagokká való egyesülése sem az elemi részek belső ellentmondásán, hanem a csillagokban található óriási kollektív rendszerükkel való kapcsolatukon keresztül valósul meg. A mesterséges mozgásformák esetében — ha vannak ilyenek — éppen az a specifikum érvényesül, hogy ezek a társadalmi és az egyéb mozgásformák kölcsönhatása alapján jönnek (jöhettek) létre és fejlődhetnek tovább.

A mesterséges mozgásformákat tehát, szerintem, nem a távoli jövőben, hanem a bennünket ma körülvevő objektív világban kell keresnünk, az objektív világnak abban a részében, amelyet a marxista filozófia mesterséges természetnek nevez: „Ezzel párhuzamosan a természeti környezetet kiegészíti a mesterséges természet, amely ún. 'második természet', azaz olyan dolgok összessége, amelyek kész állapotban nem találhatók a természetben, hanem a társadalmi termelés folyamatában jönnek létre.”⁷⁰

A mesterséges és a természetes természet tárgyainak a megkülönböztetését V. G. Afanaszjev is szükségesnek tartja: „... a 'természetes' fajtájú totalitások mellett az embernek dolga van 'mesterséges' totalitásokkal is, olyan totális rendszer-képződményekkel, amelyeket ő maga hoz létre gyakorlati tevékenységének a folyamán.”⁷¹ Ugyanakkor viszont „... a 'természetes' totális képződmények osztályozásának elvei... alkalmazhatók a 'mesterséges' totális rendszerek osztályozására is.”⁷²

Még messzebb megy ebben a kérdésben D. M. Trosin, aki a mesterséges természet tárgyait a mozgásformák önálló osztályának tekinti.⁷³ Álláspontjára alább még visszatérek.

A mesterséges természet tárgyai mesterséges tárgyak. Annak eldöntése végett, hogy ezek a tárgyak egyben külön mozgásformát képviselnek-e vagy sem, azt kell megvizsgálnunk, hogy az elemek minőségében vagy kapcsolódásuk jellegében és ezen alapuló mozgásaik rendszerében van-e valami sajátosan új, a természetes mozgásformákra jellemzőktől minőségileg különböző. Ha csupán a társadalom és az élettelen természet kölcsönhatásán alapuló mesterséges tárgyakat vizsgáljuk, tehát nem térünk ki az olyan mesterséges

⁶⁹ Uo. 126—127. o.

⁷⁰ Filozófiai kislexikon. Kossuth, 1964. 654. o.

⁷¹ V. G. Afanaszjev: Id. cikk 153. o.

⁷² Uo. 154. o.

⁷³ D. M. Trosin: Id. cikk 62—63. o.

objektumokra, mint a háziasított és tenyésztett állatok vagy a kultúrcönózisok,⁷⁴ négyféle szintet különböztethetünk meg:

a) Természetes anyagú egyszerű mesterséges tárgyak (pl. kőbalta, bot, fakanál stb.).

b) Mesterséges anyagok és a belőlük készült egyszerű tárgyak (pl. fémek, fémötvözetek, műanyagok, üveg- és kerámiafélék, és belőlük készült egyszerű tárgyak). Ezek általában atomok vagy molekulák egyszerű-homogén halmazai, vannak azonban közöttük másodlagos halmazok is (pl. textíliák, keramikus anyagok) vagy gélek (bőr, kaucsuk stb.).

c) Gépek.

d) Önvezérlő, önszabályzó automaták.

Az első két szint esetében nincs alapunk új mozgásformáról beszélni. Az ilyen típusú mesterséges tárgyak minőségileg különböznek ugyan a természet tárgyaitól, de bennük nem lelhető fel a struktúrának, a kölcsönhatásnak olyan különleges típusa, amelynek alapján új mozgásformáról beszélhetnénk.

A gépek esete azonban már más. A gépek olyan összetett mesterséges tárgyak (a mechanika által tárgyalt ún. egyszerű gépeket nem sorolom ide), amelyekben az alkatrészek között különleges kölcsönhatás van. Igaz, hogy ez a kölcsönhatás nem tartalmaz olyan mozgásfajtákat, amelyek az élettelen természetben külön-külön ne volnának meg, viszont olyan struktúrát alkotnak, amely egyébként csak az élő természetre jellemző sajátossággal bír: nevezetesen a gépek mozgása célszerű mozgás, azaz funkció. Ezt a célszerűséget azonban az ember viszi bele a gépbe. Persze az egyszerű szerszámoknak is van funkciójuk, míg azonban ezek csak közvetlenül viszik át az ember testének mozgásait a munka tárgyára, a gépeknél, különösen pedig a saját meghajtással rendelkező bonyolult gépeknél, ez az átvitel sokszorosán közvetetté válik, különböző alkatrészek mozgásainak bonyolult rendszerén keresztül valósul meg, amely mozgások külön-külön nem célszerűek, hanem csak sajátos szervezettségükben.

E. Kahane a gépek működésének ezt a jellegét a következőképpen jellemzi: egy hidraulikus sajtó vagy egy villamos erőmű működésének „... a törvényei nem idegenek a spontán természet törvényeitől, de mégis új törvények, amelyek egy kereket, hajtórudakat, emelőket, szelepeket, elektromos áramköröket, mágneses erőtereket stb. tartalmazó összehangolt rendszer szintjén jutnak csak érvényre. Mindezek az alkatrészek az ember alkotta gépekben egészen másként működnek, mint a spontán természetben.”⁷⁵ (Megjegyzendő, hogy Kahanének ez a megállapítása egy olyan gondolatmenet része, amely szerint a célszerűség gondolatát az ember a gépekről viszi át az élő természetre, amivel a 6. szakaszban kifejtettek szerint nem értek egyet.)

A gépeket tehát olyan mesterséges mozgásforma képviselőinek tekinthetjük, amelyben egy az életre — annak elemi fiziológiai szintjére — jellemző mozgásfajta, az összetett struktúrán alapuló funkció jelenik meg. Az önvezérlő-önszabályzó automatáknál vagy, ahogy mondani szokás, kibernetikai gépeknél már egy, az élet biológiai szintjére jellemző mozgásfajta jelenik meg,

⁷⁴ Egyébként élőlények is lehetnek a mesterséges természet részei. Marx például az alábbiakat írja: „Az emberiség történetének kezdetén a megmunkált kő, fa, csont és a kagyló mellett a szelídített, tehát *munkával már megváltoztatott*, tenyésztett állat játssza a fő szerepet, mint munkaeszköz.” (Marx: A tőke I. köt. Bp. 1955. 172. o. Kiemelés — R. P., az eredetiben a „kő”, „fa” és „szelídített” szavak vannak kiemelve.)

éppen az önvezérlés, önszabályozás, sőt egy még magasabb funkció, a gondolkodás bizonyos műveletei is. Ezért ez a fok nyilvánvalóan egy újabb, magasabb mozgásformát jelent.

Az, hogy itt egyes, az életre jellemző funkciók megjelenésével találkozunk, nem jelenti azt, hogy itt az élet valamilyen mesterséges formájáról lenne szó, vagy hogy az életet úgy kellene meghatároznunk, hogy fogalmába e szerkezetek is beleférjenek. Itt pusztán analógiákról van szó, amelyek csupán egyes funkciók nagyfokú hasonlóságán alapulnak — de nem a funkciók teljes gazdagságának a megegyezésén.

Az automaták létezési módját egyesek kibernetikai mozgásformának nevezik. Ez helytelen. A kibernetikai mozgás nem mozgásforma, hanem az élő szervezetekre, a társadalomra, a gondolkodásra és most már az automatakra is jellemző mozgásfajta.

Elképzelhető, hogy az elektronikus automák a továbbfejlődésük során egyre több, egyébként csak az életre jellemző funkciót fognak megvalósítani, esetleg bizonyos értelemben fejlődésre és önreprodukcióra is képessé válnak. Ez az Erdey-Grúz hipotézisében is szereplő eset egy újabb, még magasabb mesterséges mozgásforma megjelenése lenne, de semmi esetre sem az élet egyenértékű mesterséges másának a létrehozása. Nem tagadom, hogy létre lehet hozni az élet mesterséges mását (itt nem lombikban fejlődő embrióra gondolok, hanem az élet „teljes szintézisére”, vagyis élettelen anyagokból kiinduló mesterséges előállítására), ez azonban feltehetőleg nem történhet mégoly bonyolult elektronikus rendszerek szerkesztése útján, hanem csupán kémiaiilag és fizikailag egyaránt polifunkciós makromolekulák rendszerének a létrehozásával.

Felmerül végül az a kérdés, hogy vajon a mesterséges mozgásformákat a mozgásformák külön osztályának kell-e tekintenünk, amely — legalábbis az osztályozás szempontjából — egyenrangú a tágabban értelmezett természet már említett osztályaival, amint ezt D. M. Trosin a fent hivatkozott helyen állítja. Megítélésem szerint ez nem indokolt. A mesterséges tárgyak és a benünk megnyilvánuló mesterséges mozgásformák a társadalom és a másik két természetes mozgásformaosztály kölcsönhatásának termékei. Ezt a kölcsönhatást azonban az jellemzi, hogy a társadalom a szűkebben értelmezett természettől elsajátított tárgyakat a maga szükségleteinek megfelelően átalakítja, saját életfolyamatának eszközévé és egyben részévé teszi, tehát a mesterséges mozgásformák lényegüket tekintve a társadalmi mozgásformák osztályának szerves részét, a társadalmi mozgás objektiválódott eredményét és egyben egyik forrását képezik.⁷⁶

⁷⁵ E. Kahane: Az Élet nem létezik! Kossuth, 1965. 205—206. o.

⁷⁶ Cikkem kéziratának benyújtása és megjelenése között jelent meg Erdey-Grúz Tibor *A kémiai mozgásformáról* (Magyar Tudomány 1967, 2. sz.), illetve Varga Zoltán *A biológiai szerveződési szintek dialektikájának néhány alaponvása* (Magyar Filozófiai Szemle 1966. 5. sz.) c. tanulmánya, melyek több ponton érintik mondanivalómat. E munkákra már nem volt módom cikkem megfelelő helyein hivatkozni, sem a részbeni meg-egyezéseket, sem az ellentétes megállapításokat illetően.

ПОПЫТКА СОВРЕМЕННОЙ СИСТЕМАТИЗАЦИИ ФОРМ ДВИЖЕНИЯ

Петер Ради

Принятые варианты систематизации форм движения устарели, так как в них восхождение от простого к сложному понимается как процесс, обладающий одним направлением, что приводит к линейным системам. Однако восхождение от простого к сложному осуществляется через два различных типа — через индивидуальную, а также через коллективную сложность. Каждый объект представляет собой одновременно индивидуальную совокупность частей и часть определенного коллектива, так что процессы развития могут быть поняты лишь с учетом взаимодействия двух структурных форм.

Форма движения — способ существования вида материи, вид материи — единство структуры и формы движения. Так называемые общие формы движения например, механическая и др.) в действительности представляют собой не формы движения, а лишь своеобразные стороны отдельных форм движения. На основе различия таких форм движения и видов движения химия и физика должны быть отграничены друг от друга не как науки, занимающиеся различными формами движения, а как науки, занимающиеся различными видами движения, относящимися к одним и тем же формам движения.

В трех классах форм движения — химико-физическом, биологическом, общественном — виды движения проявляются специфически, в них по-разному осуществляется детерминизм, будучи нераздельно связанным в живом мире с объективной целесообразностью, в обществе же — с сознательным элементом.

В связи с биологическими формами движения автор делает попытку освещения связи нейрофизиологических и психологических процессов на основании соотношения части и целого, а также формулирования субстанциально-функционального определения жизни. В связи с общественными формами движения автор пытается определить онтологическое понятие сознания. Автор высказывает также мысль о том, что некоторая часть предметов искусственной природы представляет собой носитель особых искусственных форм движения.

AN ATTEMPT TO DESCRIBE A MODERN SYSTEM OF THE FORMS OF MOTION

by Péter Rádi

The usual descriptions of the forms of motion became obsolete, because they see the advance from the simple towards the complex as a one — way process, and thus arrive to linear systems. But the advance from the simple towards the complex is realized through two different types of complexity, viz. the individual and the collective type. Every objects is an individual totality of parts, and at the same time the part of some collective. The process of development can be understood only when taking into view the interaction of the two structural forms.

The form of motion is the mode of existence of the kinds of matter, and the latter is the unity of the structure and the form of motion. The so-called general forms of motion (e. g., the mechanical, etc.) are not really forms of motion, but rather specific sides of the individual forms of motion. Accepting this distinction of forms of motion and kinds of motion, chemistry and physics can be distinguished from each other not as scientific disciplines dealing with different forms of motion, but rather as dealing with different kinds of motion belonging to the same form of motion.

In the three classes of the forms of motion — the chemical-physical, the biological and the social — the kinds of motion manifest themselves in specific ways. Determinism is effective in different ways in every class of forms of motion: in the biological sphere it is inseparable from the objective expediency of motion, and in the social sphere from the factor of consciousness.

In respect to the biological forms of motion the author attempts to illuminate the connection of the neuro-physiological and psychological processes on the basis of the part-whole relation, and to give a substantial-functional formulation of the concept of life. In respect to the social forms of motion the definition of the ontological concept of mind is attempted. Finally the author suggests the idea, that part of the objects of the artificial nature are subject to different, artificial forms of motion.