

## A KÉMIAI MOZGÁSFORMA ANYAGI HORDOZÓINAK RENDSZEREZÉSE

A kémikusok már a XIX. század közepén többféle kémiai anyagot megkülönböztettek egymástól. Ismerték a kémiai elemek, az atomok nagy részét, számos vegyületet előállítottak, tanulmányozták a gyököket és az ionokat. Az atomok szerkezetének feltárása meggyorsította a kémia fejlődését, és a modern kémia eredményei azt mutatják, hogy a kémiai anyagfajta nem egységes, heterogenitása nem merül ki abban, hogy kémiai elemeket, atomokat és gyököket foglal magában. A modern kémia ennél sokkal differenciáltabban értelmezi a kémiai anyagfajtaét.

A kémiai anyagfajta csoportjának viszonylag legegyszerűbb összetevői az *atomok*. Az atomok nem csupán a kémiai mozgás anyagi hordozói, hanem egyben hordozói a különböző fizikai mozgásoknak is. Kémiai anyagfajtaaként tehát azokban a változásokban szerepelnek, amelyek az atomok külső elektronhéjában levő elektronjainak — a vegyértékelektronoknak — közreműködésével játszódnak le, ugyanis néhány ion kivételével az összes többi kémiai anyagfajta atomokból áll, és a kivételként említett ionok, az úgynevezett atomionok is a megfelelő atomból származtathatók elektron leadással illetve felvétellel. Ezen túlmenően az olyan kémiai folyamatok is, amelyekben nem atomok, hanem más kémiai anyagfajtaak vesznek részt, az adott anyagfajtaat alkotó atomok vegyértékelektronjainak közreműködésével realizálódnak.

A kémiai folyamatokat, a különböző kémiai anyagok kémiai viselkedését *strukturális elemeik* — vagyis atomjaik — *tulajdonságai, valamint azok strukturális kölcsönhatásai határozzák meg*. Az atomok kémiai tulajdonsága viszont megintcsak alkotórészeik strukturális kölcsönhatásai által determináltak. Az atomok szerkezetének feltárása ezért a kémiai folyamatok mélyebb megértését teszi lehetővé. (Hasonlóan ahhoz, ahogyan a biológiai folyamatok lényegének feltárását nagymértékben elősegíti az alapjukat képező kémiai folyamatok megismerése.)

A modern kémia feltárta az atomok szerkezete és kémiai tulajdonságaik közötti összefüggéseket, melyekre alapvetően periodicitás jellemző. A kémiai és a fizikai sajátosságok periodicitása az atomok elektronburkának héjszerkezetével kapcsolatos, és a kémiai sajátosságokat túlnyomórészt a lezárt héjakon kívül levő elektronok határozzák meg. Azt tehát, hogy az adott atomok milyen különböző típusú kölcsönhatásokban hogyan, milyen intenzitással és milyen eredménnyel vehetnek részt, elsősorban strukturális kölcsönhatásaik határozzák meg.

Az atomok szintjéről kiindulva a magasabb szintre történő emelkedés két irányban mehet végbe:

— Az atomok van der Waals típusú kölcsönhatásai termodinamikai, illetve makrófizikai rendszerek megjelenését eredményezik.

— Az atomok kémiai kölcsönhatásai során a különböző kémiai folyamatok realizálódnak, a kémiai anyagok jönnek létre.<sup>1</sup>

Az atomokat a belőlük kialakult kémiai anyagok, a *vegyületek, ionok, gyökök stb.* alkotórészeinek tekinthetjük. A vegyületképződés *minőségi ugrást* jelent, olyan folyamatot, melynek során magasabb szintre történik az emelkedés. A *kémiai folyamatok során az atomok minősége nem változik meg*, ez azonban nem jelenti azt, hogy az atomok semmiféle változást nem szenvednek a kémiai kölcsönhatások során. A változások abban nyilvánulnak meg, hogy egyrészt *a képződött vegyület minőségileg különbözik alkotórészeitől, illetve alkotórészei egyszerű halmazától.* A különbözőséget a vegyületet alkotó atomok strukturális kölcsönhatásai eredményezik. Jól illusztrálható ez a csaknem minden kémiai kézikönyvben megtalálható példával, a konyhasó (NaCl) példájával: a konyhasóban ugyanis nem találjuk meg sem a nátrium, sem pedig a klór kémiai vagy fizikai sajátosságait. *Az atomok, amikor kémiai kölcsönhatásban nem vesznek részt, más sajátosságokkal rendelkeznek, mint amikor valamely vegyület alkotórészeiként funkcionálnak.* A legegyszerűbb példaként erre az esetre a nascens (atomos) hidrogén és a hidrogén molekula ( $H_2$ ) reakcióképessége közötti eltérést lehetne említeni. Az eltérést ebben az esetben is a hidrogén molekula belső, strukturális kölcsönhatása idézi elő. (Zárójelben jegyezzük meg, hogy a kémikusok a vegyület fogalmát jelenleg szűkebb értelemben használják és nem sorolják ide az azonos atomokból álló molekulákat: pl. a  $H_2$ ,  $O_2$ ,  $N_2$  stb. Ennek megfelelően a vegyület fogalmán homogén, tiszta anyagot értenek, amely legalább két különböző kémiai elem atomjainak sztöchiometrikus arányban, kémiai kötéssel történő összekapcsolódása révén jön létre.)

Annak ellenére, hogy az atomok a többi kémiai anyag „építőkövei”, a valóságos kémiai folyamatok a legkritikább esetekben mennek végbe az atomok közvetlen összekapcsolódása révén. Elsősorban az azonos atomokból álló molekulák jönnek létre az alkotórészek közvetlen összekapcsolódásával. Azonos atomokból álló molekulák a gázok molekulái a  $H_2$ ,  $O_2$ ,  $Cl_2$  stb. Ezekben a molekulákban az atomok kovalens kötéssel kapcsolódnak össze. Azonos atomokból állnak a fémek is, amikoris az egyes fématomok között speciális kémiai kölcsönhatás lép fel, és az úgynevezett fémes kötés alakul ki. Végül: azonos atomokból épülnek fel az atomos kristályok is. Az atomrácsban a rácspontokat semleges atomok foglalják el, és közöttük kovalens kötések alakulnak ki. Ilyen atomrácsú kristályt alkot például a grafitban a szén.

Gyakoribbak azok az esetek, amikor a kémiai folyamatban *ionok vagy gyökök*, azaz olyan atomcsoportok vesznek részt, amelyek nem tekinthetők önálló molekuláknak. Ha tehát a kémiai anyagok szerveződési fokozatait vizsgáljuk, az atomoktól kiindulva először is az *ionok, valamint a gyökök képződését, főbb sajátosságait* kell vizsgálat tárgyává tenni.

*Az ionok* egy vagy több pozitív vagy negatív töltéssel rendelkező atomok vagy atomcsoportok. Az ionok képződése kémiai folyamat, kémiai kölcsönhatások eredménye. Képződhetnek ionok azonban ezen túlmenően fizikai kölcsönhatásokban is. (Elektromos energia, hő, kinetikus energia, elektromágneses sugárzás is előidézhetheti az ionizációt.)

Nemcsak az elemek képesek ionokat alkotni, hanem pozitív, illetve negatív töltésű atomcsoportokat is ismerünk. Ilyenek például a salétromsav oldatában található nitrát-ionok ( $NO_3^-$ ), vagy a foszforsav oldatában található foszfát-ionok ( $PO_4^{3-}$ ) stb. Ezeknek az összetett ionoknak az atomjait kovalens kötések kapcsolják össze, egy-egy egészként viselkednek, vesznek részt molekulák vagy kristályok képzésében. Az összetett ionok töltése az atommagok és az elektronburok töltései közötti különbségből adódik.

Az ionok a természetben rendkívül gyakoriak. A szilárd halmazállapotú anyagok jelentős része ionokból épül fel. Ilyen a legtöbb sószerű vegyület. Ezekben az összetartó erőt az jelenti, hogy a pozitív és a negatív töltésű ionok között elektrosztatikus kölcsönhatás lép fel és úgynevezett ionos kötés alakul ki. Az ionkötésű vegyületek kristályai szabályos térrácsban épülnek fel, ahol a rácspontokban megfelelően váltakozva pozitív és negatív töltésű ionok helyezkednek el. Az egész kristályt tekintve a pozitív és a negatív töltések száma egyenlő, így az anyag elektromosan semleges. Ezeknek az anyagoknak az olvadátkában is ionok találhatóak, elpárolgásukkor pedig a pozitív és negatív ionok párosan távoznak. A fémekben is pozitív töltésű fémionok találhatóak, amelyek közötti összetartó erőt a fémionok közötti térben szabadon elmozduló elektronfelhő képviseli.

A sószerű vegyületek vízben, vagy poláros oldószerben ionjaikra disszociálódva oldódnak. Ionok vesznek részt az összes elektrokémiai folyamatban is.

A szerves vegyületek nagyobb része ionos karakterű, mint a szerves vegyületeké. Ennek oka a szénatom elektronszerkezeti sajátosságaiban van. A szerves vegyületek közül pl. a szerves savak képesek ionos reakciókban is résztvenni, illetve ionizálódni.

*A gyökök.* Bizonyos kémiai folyamatok esetében megfigyelhetjük, hogy egyes atomcsoportok viszonylag „változatlanul”, egységes egészként vesznek részt a reakcióban. Különösen gyakori ez a szerves kémiai folyamatok esetében. Ezeket a „változatlan” atomcsoportokat gyököknek szokták nevezni. Általában a gyökök élettartama rövid. A gyökökben levő atomok általában kovalens kötéssel kapcsolódnak össze, és pár nélkül elektronokat tartalmaznak. Ezek a pár nélküli elektronok „szabad” vegyértéknek felelnek meg. A gyökök rövid élettartama a pár nélküli elektronjakkal magyarázható. Éppen a pár nélküli elektronjuk miatt mágneses rezonancia módszerével már kis koncentrációban is kimutathatók. A mágneses rezonancia vizsgálatok azt bizonyították, hogy a kémiai reakciókban nagy szerepük van a szabad gyököknek, illetve közti komplexeknek, mivel a reakciók nem úgy játszódnak le, hogy a kiindulási anyagok atomjaikra bomlanak, majd ezek az atomok ismét egyesülnek, hanem a szabad gyökök közreműködésével.

A gyökök jelentősége különösen nagy a szerves kémiai folyamatokban. A szerves vegyületek nagy része képes viszonylag stabilis szabad gyökre disszociálni.

Az ionok, valamint a gyökök sajátos szerkezetük folytán további kölcsönhatásokban vesznek részt és a kölcsönhatások eredményeképpen viszonylag bonyolultabb kémiai anyagfajták jönnek létre.

Az egyszerű vagy összetett ionok ellentétes töltésű ionokkal ionos kötést alakítanak ki. Az ionos kötésű vegyületek kristályaiban és olvadákaiban nincsenek molekulák. Az egész ionkristály tekinthető egyetlen molekulának, az olvadátkban pedig elsősorban ionok találhatóak. Gőzfázisban az ionvegyületek valódi *molekulákat* alkotnak. (A kémikusok molekulának tekintik a két vagy több atomból keletkezett, kémiai kötések által összetartott anyagi rendszereket, amelyek egységes egészet alkotnak, és a környezetükkel szemben viszonylag önállóak.)

Természetesen a molekuláknak az önállósága csupán viszonylagos, hiszen környezetükkel szakadatlan kölcsönhatásban vannak. A viszonylagos önállóságuk azzal magyarázható, hogy az atomok kötése a molekulán belül sokkal erősebb, mint a molekulák között ható erők. A molekulák közötti kölcsönhatások bizonyos esetekben olyanok, hogy a molekula, mint egész vesz részt bennünk és a kölcsönhatás nem érinti a molekula struktúráját. Ilyenek a van der Waals típusú kölcsönhatások. Más esetekben megfelelő körülmények között a molekulák között kémiai kölcsönhatások is

fellépnek. A kémiai kölcsönhatások során megváltozik a molekulák szerkezete, kémiai kötések bomlanak fel, illetve alakulnak ki.

A molekulák közötti *van der Waals féle kölcsönhatások eredményeképpen* az anyagi világnak a kémiai anyagokétól eltérő minőségű szintjének objektumai: a *makrotestek képződnek*.

A molekulák közötti kémiai kölcsönhatások a kémiai mozgásforma megnyilvánulásai, és ezekben az esetekben a *kémiai anyagok struktúrális kölcsönhatásait* jelentik.

A modern kémiának, a molekulák szerkezetének kutatásában elért eredményei azt bizonyítják, hogy a szerves vegyületeknek csak viszonylag kis része alkot molekulákat, a szerves vegyületek nagy része azonban szilárd és cseppfolyós állapotban is molekulákból áll.

A molekulákban kötött atomok közötti kölcsönhatások jellege nem csupán a kölcsönhatásban közvetlenül résztvevő atomoktól függ. Hatást gyakorol rá, kisebb vagy nagyobb mértékben, tehát a kialakuló kémiai kötést is módosítja, a molekula többi atomja is. Ennek a hatásnak a következtében a különböző kötéstípusok is legritkább esetben realizálódnak „tiszán”, ennek a hatásnak az eredménye továbbá a kémiai sajátosságok gazdag változatossága is. Különösen vonatkozik ez a szerves molekulákra. A szerves molekulák alkotó-részei kovalens kötéssel kapcsolódnak össze. A szerves molekulákat tehát olyan elektronok tartják össze, amelyek egyidejűen legalább két atomhoz tartoznak. A kovalens molekulákban nincsenek különálló ionok, ennek ellenére a különböző elektroneltolódások miatt a legtöbb esetben a pozitív és a negatív elektromosság súlypontja nem esik egybe, tehát poláris a molekula.

A molekulaszervezeti vizsgálatok arra is fényt derítettek, hogy a molekulát alkotó atomok, ionok vagy atomcsoportok nincsenek nyugalomban. A molekulán belül is különböző mozgásformákban vesznek részt: bizonyos mértékű forgó illetve rezgő mozgásokat végeznek. De ezen túlmenően a kémiai kölcsönhatások révén létrejövő kémiai kötés sem jelent valamiféle mozgás nélküli nyugalmi állapotot, hiszen az ellentétes erők szakadatlan küzdelmének az eredménye az adott kötési állapot.

A modern kémia értelmezésében tehát a molekula fogalom kevésbé általános érvényű, mint ahogyan a klasszikus kémia kutatói használták.

A molekulák közül specifikus sajátosságaik miatt ki kell emelni az úgynevezett *komplex-molekulákat*. A kiemelés az indokolja, hogy a komplex-molekulák sajátos — a kovalens és az ionos kötésű molekulákétól eltérő — struktúrával, belső kölcsönhatásokkal rendelkeznek. Ennek következtében eltérő lesz a kémiai viselkedésük is. A fenti eltérések alapján jogosultnak látszik a komplex-molekulákat a kémiai anyagfajták csoportján belül különálló szerveződési fokozatnak tekinteni.

A komplex vegyületeket a bennük előforduló koordinációs (datív) kötés alapján *koordinációs vegyületeknek* is szokták nevezni. A kémiai szakirodalom szerint a koordinációs vegyületek szerkezetére jellemző, hogy a semleges molekulában, vagy legalább ionjaik egyikében az úgynevezett központi atom vagy ion körül semleges molekulák, atomok vagy ionok nagyobb számban helyezkednek el, mint amennyi sztöchiometrikus vegyértéküknek megfelelne. A központi atom vagy ion körül elhelyezkedő atomokat, molekulákat vagy ionokat együttesen *ligandumoknak* nevezzük.

A komplex vegyületek leggyakrabban donor-akceptor, *datív kötéssel* keletkeznek, de vannak olyan esetek is, amikor atom-atom, ion-ion, illetve ion-dipólus kölcsönhatások eredményezik a koordinációs vegyület kialakulását. A koordinációs vegyületeket a bennük előforduló kémiai kötések alapján szokták csoportosítani. Addíciós komplexeket és úgynevezett penetrációs komplexeket különböztetnek meg ezen az alapon egymástól:

Az addíciós komplexek ion-dipólus, illetve ion-ion kölcsönhatások révén jönnek létre. Éppen ezért sok esetben nem túlságosan stabilisak, vízben oldva fokozatosan disszociálnak és a disszociáció során a ligandum elválik a központi iontól. A központi ion ezekben az oldatokban könnyen kimutatható.

A penetrációs komplexek stabilisabbak, vízben oldva alig, a legtöbb esetben pedig egyáltalában nem disszociálnak. A központi ion ezért külön analitikai módszerekkel nem mutatható ki. Kimutatása a ligandumokkal együtt történhet. Ilyen típusú komplex vegyület például a sárgavérugsó:  $K_4[Fe(CN)_6]$  (káliumferrocínid.) A sárgavérugsó oldatában a vasat külön nem tudjuk kimutatni, de nem tudjuk külön a cianidot sem. Ez azt bizonyítja, hogy a komplex ion mint *egységes egész* van jelen az oldatban, illetve lép kölcsönhatásba a kémiai reakciói során. Ez az egységes egész komplex ion különbözik alkotórészeitől külön-külön, nem azonos alkotórészei mechanikus összességével: *minőségileg új*. Éppen ezért a koordinációs vegyületeket a kémiai anyagfajták különböző szerveződési fokozatának kell tekinteni.

A penetrációs komplexek nagyfokú stabilitása a bennük kialakuló kémiai kötésekkel magyarázható. Az ilyenfajta komplexek esetében a ligandumok bizonyos fókig behatolnak a központi atom elektronszférájába. Saját külső elektronjaikból annyit adnak át a központi atomnak, hogy a közös külső elektronhéj nemesgáz konfigurációt vegyen fel.<sup>2</sup>

A központi atomhoz kapcsolódó ligandumok száma az úgynevezett koordinációs szám. A központi atom koordinációs száma és a vegyértéke között nincs összefüggés. Általában a koordinációs szám azoknak az elektronpároknak a számával egyenlő, amelyek a centrális atommal kötést létesíthetnek. A kisebb rendszámú elemek koordinációs száma általában négy, a magasabb rendszámúknál gyakoribb a hatos koordinációs szám. Viszonylag ritka a kettes, háromas és nyolcas koordinációs szám. A hatos, illetve a magasabb koordinációs számot az teszi lehetővé, hogy az M héjban s és p állapotokon kívül már d állapotú elektronok is vannak, így az  $s^2p^6$  oktett túlléphető.

A kémiai anyagfajták csoportján belül további külön szerveződési fokozatnak tekinthetők az úgynevezett *makromolekulák*. A kémiai szakirodalom a makromolekulákat olyan molekulaként definiálja, amely legalább több száz *kovalens kötessel* kapcsolódó atomból áll, molekulásúlyuk pedig legalább tizezres nagyságrendű. A makromolekulákat alkotó atomok kovalens kötessel kapcsolódnak össze. Általában éles határ a közönséges molekulák között nem vonható, az átmenet folytonos. A molekula növekedésével (a molekulásúly növekedésével) fokozatosan új sajátosságok jelennek meg, amelyek a közönséges molekulákra nem jellemzőek. Ezek az új sajátosságok: a szakaszos felépítettség; az, hogy a makromolekulának felülete van; a molekuláknak tehát olyan részei vannak, amelyeket minden oldalról a molekula más részei vesznek körül; a molekulák elcsavarodása, speciális térszerkezet kialakulása; a fizikai és kémiai sajátosságoknak a szerkezettől való függése; az öregedés, ami sajátosságaik lassú változását jelenti stb.

A makromolekulák kémiai reakcióik tekintetében is eltérnek a közönséges molekuláktól. Kémiai reakcióik két csoportja különíthető el: az egyik csoporthoz azok a folyamatok tartoznak, amelyekben nem az egész makromolekula vesz részt, hanem csak annak szerkezeti egységei. A makromolekulák kémiai reakcióinak másik csoportjában az óriásmolekula mint egységes egész vesz részt. A makromolekulák specifikus, a közönséges molekulákétól eltérő reakciói közé tartoznak azok a folyamatok, amelyek során az óriásmolekulák között kémiai kötések jönnek létre. A folyamat eredményeként a lineáris molekulák halmaza térhálós struktúrájúvá alakul.

A nagymértékű fizikai, kémiai különbségek alapján megállapíthatjuk azt, hogy

*a makromolekulák nem valódi molekulák.* A kémiai anyagok csoportjában a közönséges molekulákétól eltérő, tehát külön szerveződési fokozatot képviselnek.

A makromolekulák létrejöhetnek természetes és mesterséges úton. Általában képződésük kis molekulájú anyagok, úgynevezett monomerek, egymáshoz való kapcsolódása révén történik. A makromolekulák lehetnek szervesek vagy szervetlenek.

A szerves makromolekulák között vannak olyanok, amelyekben az atomlánc kizárólag szénatomokból áll, ezek a szénláncú polimerek. A szerves makromolekulák úgy is felépülhetnek, hogy az atomláncban egy-egy szénatomot szakaszonként más atomok helyettesítenek, így heteroláncú polimerek jönnek létre.

A szén nem tartalmazó, szervetlen makromolekulák is igen elterjedtek. Jól ismertek közül a különféle szilikátok és szilikonok, mely utóbbiak sok tekintetben hasonlóan viselkednek a szerves műanyagokhoz.

A kémiai anyagfajták csoportját vizsgálva a fentiekén kívül még egy szerveződési fokozatot tudunk megkülönböztetni, az úgynevezett *kolloid rendszereket*. A kolloidok jellegzetesen finom elosztású anyagok. A kolloid állapot az anyag sajátos állapotát jelenti. Ebben az állapotban az anyagi részecskék olyan kicsinyek, hogy közelednek a molekuláris mérettartományhoz, de még olyan nagyságúak, hogy felülettel rendelkeznek. A kolloid állapotban a fajlagos felület a maximum közelében van. (Fajlagos felület: a térfogategységnyi anyag felülete.) A nagy fajlagos felület következtében a kolloid rendszerek olyan fizikai és kémiai tulajdonságokkal rendelkeznek, amelyek sem a molekuláris állapotról, sem pedig a makrotestekre nem jellemzők.

A kolloid rendszerek specifikumát adja továbbá az is, hogy a fenti fizikai és kémiai sajátosságok rendszerint a kolloid részecskék nagyságától, alakjától és szerkezetétől függenek.

A nagy fajlagos felület következtében kitüntetett szerepet játszanak a kolloidok szempontjából az úgynevezett felületi jelenségek. A kolloid rendszerek a fizikai-kémia fáziselmélete értelmében sem homogén, sem heterogén rendszereknek nem tekinthetők, mintegy a kettő közötti közbülső állapotot képviselnek. A kolloid részecskék mérete legalább egy dimenzióban  $10^{-7}$ — $10^{-9}$ m. között van. (Ez  $10^3$ — $10^9$  közötti atomból álló halmaznak felel meg.)

A kolloid rendszerek között sajátos helyet foglalnak el az úgynevezett molekuláris kolloidok. Specifikumukat az adja, hogy a diszpergált anyag ebben az esetben nem különböző fizikai erők által összetartott molekula — vagy atomhalmaz, hanem kémiai kötésekkel összekapcsolt atomokból álló óriásmolekula. A kolloidoknak rendkívül nagy jelentőségük van a modern iparban, biológiában, a mezőgazdaságban stb.

A kémiai anyagfajták csoportján belül különös jelentőséget ad a kolloid rendszereknek az, hogy az anyag *olyan szerveződési fokozatát jelentik, amelyből közvetlenül átmenet történik az anyagi világ egy magasabb szintjére: az élő szervezetekhez.* Az átmenet potenciális lehetősége éppen a kolloid rendszerek sajátosságai által adottak, abban a sajátosságukban, hogy a kolloid részecskék a környezetükkel szemben viszonylag önálló egységet alkotnak. Ennek megfelelően, mint viszonylag önálló egységes egészek lépnek kölcsönhatásba környezetükkel, és számos kölcsönhatás során ez a viszonylagos elkülönültségük meg is marad.

A kémiai anyagfajták csoportjáról elmondottakat az 1. ábrán összegeztük. Az ábra, valamint a fentiek alapján elmondhatjuk azt, hogy a *kémiai mozgásformának* — tehát azoknak a változásoknak, amelyek során kémiai kölcsönhatások eredményeképpen kémiai kötések alakulnak ki, illetve bomlanak fel — *az anyagi hordozói a kémiai anyagfajták csoportja.* A kémiai anyagfajták csoportján belül további elhatárolásokat tehetünk, különböző szerveződési fokozatokat különböztethetünk meg.

Az egyes szerveződési fokozatokat elsősorban *kémiai viselkedésük alapján különíthetjük el*, azt figyelembevéve, hogy az adott szerveződési fokozatot *milyen típusú kémiai kölcsönhatás eredményezi*.

A kémiai anyagfajták szerveződési fokozataira általánosan jellemző az, hogy kémiai folyamataik jelentős részében bizonyos fokú elkülönültségük, önállóságuk nyilvánul meg abban, hogy a fenti folyamatokban egységes egészekként vesznek részt.

Véleményünk szerint tehát — ellentétben azokkal az elképzelésekkel, mely szerint a kémiai mozgásforma anyagi hordozói csupán az atomok és a molekulák — a *kémiai mozgásforma anyagi hordozói: az atomok, az ionok, a gyökök, közti komplexek, a molekulák, a makromolekulák, a komplex vegyületek valamint a kolloid rendszerek*. Nem tudunk azonban egyetérteni az olyan elképzelésekkel sem, mint pl. A. M. Golub<sup>3</sup> véleménye, aki a kémiai mozgásforma hordozói között tartja számon az *elektronokat* is. Az elektronok rendkívül fontos szerepet játszanak a kémiai mozgásforma realizálódásában, nevezetesen a külső elektronhély elektronjainak közreműködésével realizálódnak a kémiai kölcsönhatások, ez a szerepük azonban nem olyan természetű, hogy ennek alapján a kémiai mozgás anyagi hordozóiként vehessük őket figyelembe. Az elektromok a kémiai anyagfajták *strukturális alkotórészei*. A kémiai mozgásforma folyamatai ténylegesen az atomok külső elektronhéjának deformációjával, *a vegyértékelektronok közreműködésével* játszódnak le. Azonban a vegyértékelektronok esetében számolni kell — általában az elektronoktól megkülönböztető — specifikus momentummal. Azzal, hogy a vegyértékelektronok egy nagyobb egész — az atomok — részei, és *csupán csak mint az atomok speciális alkotórészei közvetítik az atomok mint viszonylagos egészek közötti kölcsönhatásokat*. Erre a funkcióra nem saját strukturális kölcsönhatásaik révén alkalmasak, hanem éppen az atom többi alkotórészeivel való kölcsönhatásaik következtében.

A kémiai anyagfajták rendszerezése meglehetősen bonyolult feladat, ugyanis az egyes szerveződési fokozatokat itt sem lehet éles határokkal különválasztani, mivel közöttük sokoldalú, bonyolult kölcsönhatások, állandó átalakulások mennek végbe. A valóságos kép tehát a fenténél jóval bonyolultabb. Az ábrázolás a valóságos viszonyokat nagymértékben leegyszerűsíti, és feltételezi, hogy az egyes kémiai kötések, mint határesetek viszonylag tisztán érvényesülnek.

Az ábráról látható, hogy az atomok közvetlenül *összekapcsolódva összetett ionokat, gyököket, közti komplexeket, atomrácsú kristályokat vagy pedig azonos atomokból álló molekulákat* képeznek. A fémekben a fématomok között sajátos kémiai kölcsönhatás eredményeképpen a *fémes kötés* valósul meg. *Datív*, vagy *koordinatív kötéssel* kapcsolódva az atomokból vagy molekulák, vagy pedig *komplex vegyületek* keletkeznek.

Az atomok közötti nem kémiai jellegű *van der Waals féle kölcsönhatások a makrotestek* egy részének létrejöttét eredményezik. Amennyiben ezeknek az objektumoknak az eloszlása a kolloid mérettartomány határain belül van *kolloid rendszerek* képződnek.

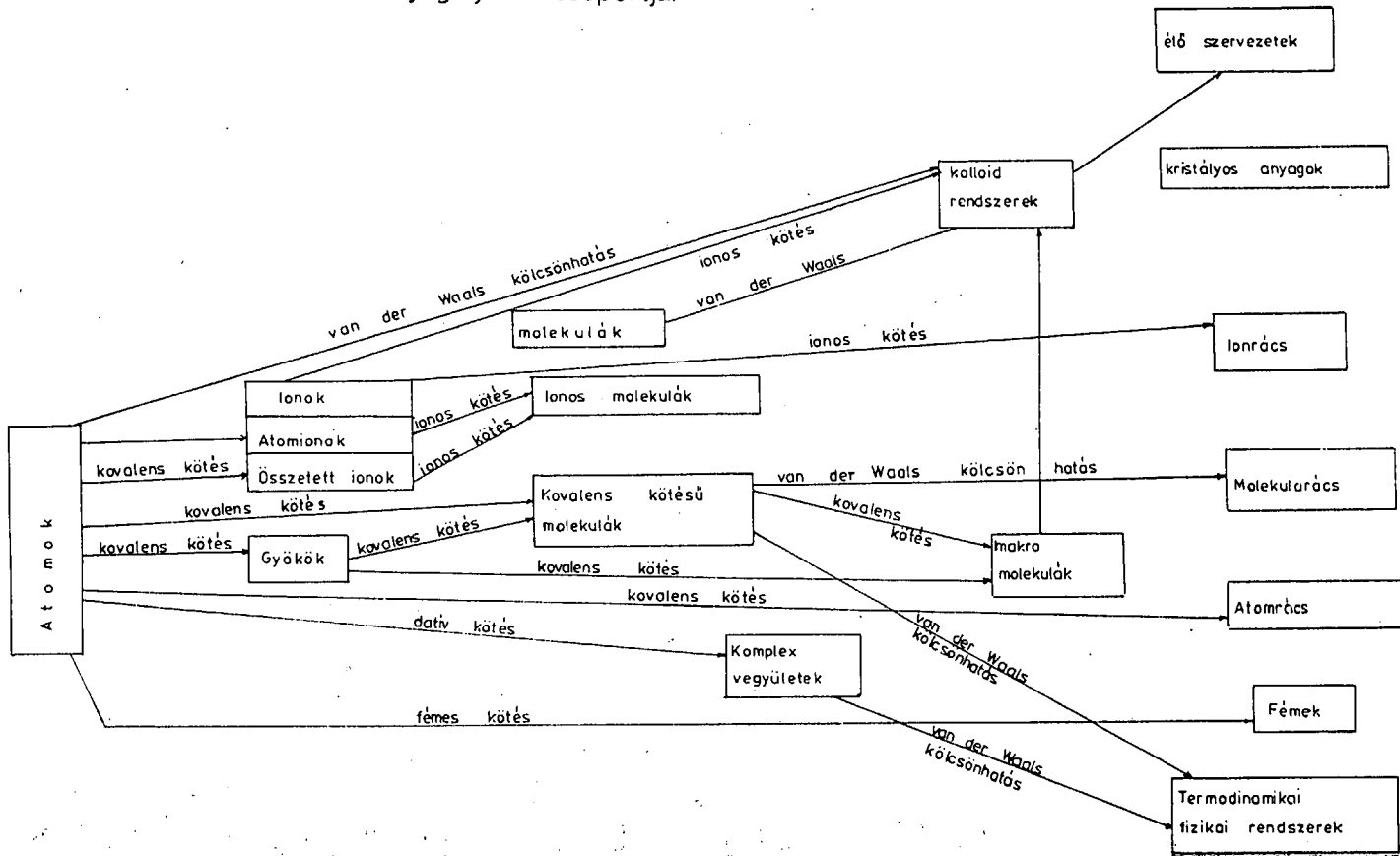
*Az ionok*, atomionok vagy összetett ionok olvadék vagy szilárd halmazállapotban ionos kötéssel kapcsolódnak. Szilárd halmazállapotban az ionok az *ionrácsú kristályok* alkotórészei. Ezeknek az anyagoknak a gőzeiben szintén ionos kötéssel valódi molekulák vannak jelen.

*A gyökök* a közti komplexek *kovalens* kötéssel is összekapcsolhatók. Ezáltal úgynevezett *kovalens kötésű molekulák jönnek létre*, de keletkezhetnek *makromolekulák* is.

*A molekulák között van der Waals féle kölcsönhatások* lépnek fel. Ennek eredményeképpen különféle *makrotestek* képződnek. A van der Waals féle erőkkal összetartott molekulahalmazok bizonyos körülmények között *kolloid rendszereket* képez-

A kémiai anyagfajták csoportjai

Makroteszték





hetnek. A kovalens kötésű molekulák egy része további kémiai kölcsönhatásokban képes résztvenni, *kovalens kötéssel* összekapcsolódva *makromolekulákat* képezni. Bizonyos esetekben a molekulák közötti *van der Waals féle kölcsönhatások molekulárcsú kristályok* kialakulásához vezetnek.

Az ábrán igyekeztünk feltüntetni a *kolloid rendszerek* átalakulásait is, melyek közül két lehetséges irányút emeltünk ki. Koagulálással a kolloidokból termodinamikai rendszerek jöhetnek létre, a környezetükkel való speciális kölcsönhatásaik pedig (melyeknek részletesebb vizsgálata messze túlmutat jelenlegi kereteinken, így nem térhetünk ki rá) az élő anyag megjelenésének irányába mutatnak.

A kémiai mozgásforma főképpen a fenti folyamatokban, kölcsönhatásokban realizálódik. Természetesen ezzel még korántsem merítettük ki az anyag kémiai mozgását, hiszen számtalan olyan folyamatot is ismerünk, amelynek során *egy szerveződési fokozaton belüli átalakulás* valósul meg. Figyelembe kell venni még azt is, hogy a további kémiai kutatások eredményei a fenti képet feltehetően nagymértékben módosítani fogják.

A kémiai mozgásforma specifikumára vonatkozóan azonban már az eddigiek is lényeges felvilágosításokat szolgáltatnak. A kémiai anyagfajták csoportjának vizsgálata alapján méginkább szembetűnő a *kémiai mozgásforma heterogenitása*, a *makrofizikai mozgásformákkal* való rendkívül bonyolult összefonódása, kapcsolata.

A kémiai mozgásforma anyagi hordozóinak vizsgálata alapján megállapíthatjuk azt, hogy a kémiai folyamatok megértésének a *kulcsát az atomok szerkezetének feltárása adja*. Önmagában azonban ez a folyamatok lényegének megértéséhez nem elegendő, hiszen egy és ugyanazon atom különböző körülmények között különböző típusú fizikai és kémiai kölcsönhatásokban vehet részt, és természetesen más és más lesz a kölcsönhatások eredményeképpen létrejövő új minőségű objektum is. A kémiai kölcsönhatás konkrét megvalósulása, eredménye elsősorban a kölcsönhatásban résztvevő atomoktól függ, de ezen kívül számos más befolyásoló tényezővel is számolnunk kell, mint pl. a hőmérsékleti és nyomásviszonyok, koncentráció, stb. A kémiai folyamatok belső dialektikájának, a folyamatok lényegének megértése tehát mindenekelőtt a kémiai folyamatok konkrét lejátszódásának, befolyásoló tényezőinek feltárása útján lehetséges.

## JEGYZETEK

<sup>1</sup> Véleményünk szerint a van der Waals típusú és a kémiai kölcsönhatások esetében — annak ellenére, hogy mindkét típusú kölcsönhatások anyagi objektumai a kémiai anyagok csoportjához tartoznak — a kölcsönhatások két különböző minőségű típusával állunk szemben. A közöttük levő minőségi különbség a következőkben nyilvánul meg:

- a kémiai kölcsönhatások intenzitása 10—200 kcal/mól, míg a van der Waals kölcsönhatások esetében ez az érték, 0,1—10 kcal/mól
- a kémiai kölcsönhatások hatótávolsága kisebb, mint a kölcsönhatásban résztvevő atomok sugárának összege, a van der Waals kölcsönhatások esetében mindig nagyobb, mint  $10^{-7}$  cm.
- a van der Waals típusú kölcsönhatások ezen kívül a legtöbb esetben additívak, és a kölcsönhatás eredményeképpen létrejövő van der Waals kapcsolatok — szemben a kémiai kötésekkel — nem telítettek.

<sup>2</sup> A sárgavérugsó esetében a következőképpen: a CN csoport képződésekor a szén négy külső elektronjából hármat lead a nitrogénnek, amely ezzel nemesgáz konfigurációjú lesz. A CN-nek ily módon még egy külső elektronja marad. Amennyiben a CN csoport ionizálva is van akkor ez még egy elektron felvételt is jelent. Így minden CN<sup>-</sup> ion két elektront tud leadni. A Fe<sup>2+</sup> ionnak hat külső elektronja van, a nemesgáz konfiguráció kialakításához tizenkét további elektront képes felvenni. Ezt a hat CN<sup>-</sup> ion adja, kialakítva a Fe(CN)<sub>6</sub><sup>4-</sup> ferrocianid komplex iont.

<sup>3</sup> A. M. Golub: «Dialekticeszkije asszobennosztyi himicseszkoj formi dvizsnyija matyerri» v szb: «Dialekticeszkij matyerializm — filozofszkaja osnova szovremennoj nauki» Kiev 1962. 59. l.

## SYSTEMATIZATION OF THE MATERIAL CARRIERS OF THE CHEMICAL FORM OF MOTION

*Mrs Nagy, Dr. Elizabeth Krajko*

A deeper investigation of the chemical form of motion of the material, the systematization of its material carriers are made possible by the results of modern chemistry. In this study systematization is made starting from the simple (the atoms) and moving toward the more complex. The differences of the realizing chemical interactions serve as the basis of systematization. The author's systematization of the material carriers of chemical kinetics contributes to a more differentiated outline of the chemical form of motion of the material.

*Надьнэ Эржебет Крайко*

## СИСТЕМАТИЗАЦИЯ МАТЕРИАЛЬНЫХ НОСИТЕЛЕЙ ХИМИЧЕСКОЙ ФОРМЫ ДВИЖЕНИЯ

*Резюме*

Современные достижения химии дают возможность для более глубокого изучения химической формы движения материи, систематизации её материальных носителей. В настоящей работе эта систематизация рассматривается в направлении от простого к более сложному. Основой систематизации служит различие в реализующихся химических взаимосвязях. Предлагаемая автором систематизация материальных носителей химической формы движения способствует более чёткому определению химической формы движения материи.