

A szerves molekulák minőségi meghatározottságának kérdéséhez

HOLDERITH JÓZSEF és MAGYARÓDI SÁNDOR

A marxista filozófia és a szaktudományok viszonyára a marxizmus klasszikusai mindig nagy figyelmet fordítottak. Engels a „Ludwig Feuerbach és a klasszikus német filozófia felbomlása” c. munkájában a következőket írja: „A materializmusnak már minden korszakalkotó természettudományos fedezéssel más formát kell öltenie. . .”¹

Ez a formai változás, a többi között, az egyes filozófiai kategóriák tartalmának fejlődésében jut kifejezésre. A filozófiai kategóriák fejlődésének fontosságára utal Lenin megjegyzése is: „. . . ha *m i n d e n* fejlődik, vonatkozik-e ez a gondolkodás legáltalánosabb *fogalmaira* és *kategóriáira* is? Ha nem, akkor a gondolkodás nem függ össze a léttel. Ha igen, ez azt jelenti, hogy van fogalmak dialektikája és van megismerés dialektikája, amely objektív jelentőségű.”²

A filozófiai kategóriák az objektív valóság általános tükörképei, tartalmuk fejlődése törvényszerű, mivel az emberi megismerés előrehaladó, elmélyülő folyamat, és a filozófia csak abban az esetben tud helyes módszertani útmutatást adni a konkrét tudományos kutatásoknak, ha kategóriái kidolgozásakor figyelembe veszi a tudományok mindenkori fejlettségi színvonalát, a bennük fellépő általános tendenciákat. A következőkben megkíséreljük megadni a minőség kategóriája fő oldalainak tartalmi jellemzését és alkalmazását a szerves kémia területén.

A mai marxista filozófiai irodalomban a minőséget, rendszerint, a lényeges tulajdonságok összességeként határozzák meg. Ilyen meghatározást találhatunk például „A marxista filozófia alapjai” c. nálunk tankönyvként használt munkában, amelynek szerzői szerint, „. . . a *minőséget* úgy definiálhatjuk, mint a tárggyal elválaszthatatlanul összefüggő meghatározottságot, mint mindazoknak a lényegi vonásoknak összességét, amelyek a tárgyat viszonylag állandóvá teszik és megkülönböztetik más tárgytól”.³

Hasonló meghatározást ad I. D. Andrejev is. Andrejev helyesen állapítja meg, hogy a jelenségek minősége a tulajdonságokon keresztül tárul fel. Ebből azután szerinte következik a minőség és a tulajdonságok egybeesése abban az értelemben, hogy: „A tárgyak lényeges tulajdonságainak összessége alkotja minőségüket.”⁴

¹ Marx—Engels VM. II. köt. Szikra, 1949., 368. o.

² Lenin: Filozófiai füzetek. Szikra, 1954., 243. o.

³ A marxista filozófia alapjai. Kossuth, 1959., 270. o.

⁴ Andrejev, I. D. A mennyiségi változások átmenete minőségibe — a dialektika fontos eleme. — Вопросы диалектического материализма. Изд. АН СССР. Москва, 1960. 88. стр.

Véleményünk szerint az ilyen meghatározások csak bizonyos mértékig tükrözik a minőség kategóriájának objektív tartalmát, és a konkrét objektumok, jelenségek, folyamatok minőségének csak külső leírását, egyszerű megállapítását teszik lehetővé.

A modern tudományok többségükben ma már nem maradnak meg az általuk vizsgált tárgyak, jelenségek és a köztük levő összefüggések külső, fenomenologikus leírásánál, hanem ezek mélyreható tanulmányozásával, az összefüggések általánosítása során igyekeznek megjelenésük belső alapját feltárni, és egyre nagyobb figyelmet szentelnek a jelenségek belső struktúrájának. A tudományok kutatások egyre inkább azt mutatják, hogy a tárgyakat, jelenségeket, folyamatokat alkotó *elemek és a közöttük levő kölcsönhatások* döntő szerepet játszanak a tárgyak stb. közötti összefüggések kialakításában. A tudományok új és új eredményei a minőség kategóriájának a fentebbiektől különböző, mélyebb, tartalmilag jobban kidolgozott meghatározását követelik a marxista filozófiától. E feladat megoldásában úttörő munkát végzett a negyvenes évek végén V. I. Szvigyerszkij,⁵ akinek újabb munkáiban a minőség problémája sokoldalú kidolgozást nyert. Szvigyerszkij a minőség fogalmát a következőképpen határozza meg: „... bármely jelenség, lényegét tekintve, mindig a tartalom és a forma, más szóval az elemek és a struktúra egységeként jelenik meg. Nincsenek abszolút egyszerű jelenségek, bármelyikük különféle folyamatok, anyagi kapcsolatok, viszonyok kölcsönhatása eredményeként keletkezik; azaz az elemek meghatározott összességeként lép fel. Ez utóbbi pedig, az általános összefüggés törvénye következtében, mindig meghatározott rendszert, módozatot, struktúrát, az elemek egymás közötti összefüggéseit hozza létre. Bármilyen minőség az elemek és a struktúra fenti egysége...”⁶ A minőségnek az elemek és a struktúra egységeként való idézett meghatározása figyelembe veszi az összetevő elemek közötti adott kölcsönhatásokat, melyeknek következtében egy-egy adott objektum, jelenség, folyamat egységes egészként, meghatározottként jelenik meg. Ez megfelel a tudományok általunk már említett mai követelményeinek.

A fenti meghatározás segítségével feltárhatjuk az elemek és a struktúra azon konkrét és jellemző összefüggéseit, melyek következtében egy-egy adott objektum, jelenség, folyamat közös a többivel. Különböző dolgok egy osztályba, csoportba való sorolásának az az objektív alapja, hogy az őket alkotó elemek és az ezek közötti kölcsönhatások milyen mértékben közösek. A minőség ilyen értelmű felfogásának módszertani jelentősége mindenekelőtt abban van, hogy nem elégszik meg a minőség külső konstataálásával, hanem ennél tovább megy, s a kutatót a tulajdonságok megjelenése alapjának feltárására, a dolgok belső oldalainak tanulmányozására ösztönzi.

Az általunk bírált meghatározások, ha következetesen végigvisszük őket, a tudomány egy olyan korábbi álláspontjával vannak összefüggésben, amely feltételezte abszolút egyszerű, homogén objektumok létezését. Ilyen objektumok létezéséből kiindulva a minőség meghatározása nem lehet más, mint a tulajdonságok összessége. (Ez utóbbiak felbontása lényegesekre és lényeg-

⁵ Szvigyerszkij, V. I.: Új könyvek a marxista módszerről. Voproszi Filozofii, 1947., 6. sz.; Szvigyerszkij, V. I.: Mennyiségi és minőségi változások a természetben. Vesztnyik LGU, 1947., 6. sz.

⁶ Szvigyerszkij, V. I.: A jelenségek sokminőségűségének problémája a materialista dialektikában. Учение записки кафедр одб. наук Вузов г. Ленинграда В III. 1961., серия Фигосифия стр. 223—224.

telenekre alapvetően nem változtat a dolgon.) Ilyen objektumok létezésének tagadása vezet el az új meghatározáshoz.

A dolgok bonyolult, összetett voltából következik, hogy azok az összefüggések végtelen sokaságát foglalják magukban, mivel az őket alkotó elemek más vonatkozásban szintén meghatározott minőségű dolgok, belső struktúrájuk van és elemekből épülnek fel. Önként adódik a kérdés: milyen mélységig kell a dolgok belső meghatározottságát tanulmányozni minőségük megállapítása céljából. Helytelen lenne azt gondolni, hogy a fenti értelemben vett végtelen oszthatóság lehetőségéből a belső viszonyok végtelen mélységig való tanulmányozásának feladata következik. Egyáltalán nem, mivel az anyagi világ különböző objektumai egymással szoros genetikai kapcsolatban vannak, de nem folynak össze, hanem adott meghatározottságuk van. A konkrét dolgok meghatározott módon épülnek fel, minőségileg és mennyiségileg meghatározott elemekből. Ezért a dolgokat közvetlenül meghatározó összefüggések mindig meghatározott mélységig terjednek, mivel létezésük meghatározott objektumok mint összetevő elemek kölcsönhatásával kapcsolatos. Mindebből nem következik, hogy a dolgok belső szerkezetének és az ezt meghatározó kölcsönhatásoknak adott mélységig való feltárása a minőség teljes, abszolút megismerését jelentené. Az összetevő elemek kölcsönhatását, a kapcsolatok konkrét típusát, az adott területen ható törvényeket egy aktuálisan megismerni nem lehet. A megismerés állandóan elmélyülő, adott időpontban a dolgok minőségi meghatározottságának adott fokú feltárását jelenti. Ezzel szorosan összefügg az is, hogy egy-egy objektum minősége feltárásának mélységét alapvetően meghatározza az összetevők természetének ismerete. Az összetevő elemeken keresztül — mivel ezek is belső struktúrával rendelkeznek — a közvetett kapcsolatok olyan végtelen láncolata tárul fel, amelynek ismerete egyre teljesebbé teszi a kérdéses dolog minőségének feltárását.

A minőségnek a lényeges tulajdonságok összességeként történő meghatározása nem mentes a metafizikus egyoldalúságtól. Csak annak felismerését teszi lehetővé, hogy a dolgok — míg e tulajdonságaikat megőrzi — változatlanok maradnak. Mivel csak a külső oldaluk tanulmányozására fordít figyelmet, kénytelen a dolgok meghatározottságát statikusnak, mozdulatlanak tekinteni. Tehát nemcsak az a gyengesége, hogy a változás tényleges mechanizmusát képtelen megragadni, és csak a változás külső tényét konstatálja, hanem ezen túlmenően semmi lehetősége nincs a meghatározottságot a belső mozgás momentumának tekinteni.

Az általunk idézett új állásfoglalás egyik lényeges vonása, hogy a dolgok meghatározott voltát a mozgásban levő összetevők kölcsönhatásában megnyilvánuló ellentétes erők dinamikus egyensúlyi állapotának tekinti. A dolgok csak azért rendelkeznek minőséggel, mert belső meghatározó folyamataik, bizonyos határon belül állandó jellegűek. Az adott meghatározottság felbomlása azt jelenti, hogy a fennálló egyensúlyi állapotot meghatározó belső ellentétek, tendenciák közül valamelyik felülkerekedik, nem fér meg az adott mérték határain belül. Új egyensúlyi állapot csak akkor jöhet létre, ha az összetevő elemek minősége és mennyisége megváltozik, vagy változatlan voltak esetén, más kölcsönhatás jön létre közöttük; kapcsolatuk módjának, típusának eltérő rendje valósul meg. A dolgok minőségi meghatározottságát tehát két értelemben is viszonylagosnak kell felfogni. A meghatározottság egyrészt viszonylagos — a dolgok általános összefüggését tekintve — a fejlődés szempontjából. Ebben az összefüggésben minden dolog tör-

ténelmi, keletkezik és elmúlik, mássá alakul át. A meghatározottság más-résről viszonylagos azért is, mivel az adott történelmi korlátok között a minőség önálló léte, viszonylagos állandósága éppen a dolgokat alkotó elemek belső kölcsönhatásainak, vagyis a belső mozgás konkrét formájának viszonylagos állandósága.

Csak ezen belső mechanizmus figyelembevételével lehet elvi határvonalat húzni a lényeges és a lényegtelen tulajdonságok közt. Noha „A marxista filozófia alapjai” c. munkában vagy Andrejev idézett tanulmányában a szerzők gyakran hivatkoznak a lényeges és a lényegtelen tulajdonságokra, voltaképpen nem tesznek mást, mint empirikusan leírják azt a tapasztalati tényt, hogy a dolgok adott minőségi meghatározottságán belül megjelenhetnek olyan tulajdonságok is, amelyek nem feltétlenül függnek össze az adott jelenség létezésével. Az arra a kérdésre adandó felelettel, hogy a tulajdonságok meghatározott köre miért jelenik meg feltétlen és elkerülhetetlen módon az adott kölcsönhatásokban, másokra viszont ez nem jellemző, adósok maradnak. Képtelenek az önmaguk által konstruált logikai kör korlátaikat áttörni: a minőség nem más, mint a lényeges tulajdonságok összessége, a lényeges tulajdonságok viszont azért rendelkeznek lényeges jeggyel, mert összességük alkotja a minőséget. Álláspontunk szerint a tulajdonságok osztályozásánál alapvetően a dolgok belső állapotát kell figyelembe venni. A tulajdonságok adott köre azért rendelkezik feltétlen, szükségszerű jelleggel, mert különböző más objektumokkal való összefüggésben megjeleníti a dolgok azon belső meghatározottságát, mely az összetevők kölcsönhatásában megnyilvánuló ellentétes tendenciák egyensúlyi állapota következtében áll elő. Amíg e meghatározottság megőrződik, addig az adott kölcsönhatásokban megnyilvánuló tulajdonságok mindig meghatározottak, szükségszerűek, azonos külső feltételek esetén azonos módon megismétlődnek. Ezért az adott dolog szempontjából lényegesek.

A dolgokat képező elemek kölcsönhatásában az ellentétes tendenciák, oldalak egyensúlyi állapota nem tetszőleges változás esetén bomlik fel. Egyes tendenciák intenzitása, bizonyos határok közt erősödhet vagy gyengülhet az adott egység felbomlása nélkül. A konkrét kutatások egyik fontos feladata azon csomópontok meghatározása, amelyekben belül bizonyos változások — az adott jelenség szempontjából mennyiségi változások — nem változtatják meg a szóban forgó objektum minőségi meghatározottságát; átlépésük viszont mélyreható változást, új meghatározottságot hoz létre. Azon mennyiségi változások, melyek nem eredményezik a dolgok összetevő elemei és struktúrája adott, meghatározott típusú kölcsönös viszonyának megváltozását, szintén nem maradnak hatástalanok, mivel az adott objektum belsejében játszódnak le, vele szervesen összefüggnek — kifejeződnek, megjelenítődnek bizonyos tulajdonságokban. Ez utóbbi változások azonban az adott jelenség szempontjából nem lényegesek, nem tekinthetők a létezés feltétlen kísérőjelenségének, a körülményektől függően megjelenhetnek, de el is maradhatnak. Ez határozza meg az őket megjelenítő tulajdonságok lényegtelen, esetleges jellegét.

A minőségre mint az elemek és a struktúra egysége meghatározásának legalapvetőbb jellemzőit a következőkben lehet összefoglalni.

1. A minőséget külsőleg leíró, egyszerűen konstatáló módszerrel szemben a dolgok belső oldalainak feltárását, a tulajdonságok megjelenésének alapját vizsgálja.

2. Mélyrehatóan tanulmányozza az elemek azon konkrét kölcsönhatásait, melyek dinamikus egyensúlyi állapota eredményezi az adott meghatározott-

ságot. Ezen az alapon lehetőség nyílik a meghatározottságot a mozgás momentumának tekinteni, továbbá a dolgok megkülönböztető, egyedi vonásait, valamint a különböző dolgok közötti minőségi azonosságokat feltárni.

3. Mivel a dolgok struktúrájának, a belső kölcsönhatásoknak tanulmányozása a dolgok létrejöttének vizsgálatát is jelenti, lehetőség nyílik a genetikai kapcsolatok megismerésére is. Ugyancsak lehetővé válik a tulajdonságoknak lényegesekre és lényegtelenekre való felbontásához az objektív kritérium megadása.

A minőségnek a lényeges tulajdonságokra való redukálásáról adott bírálatunk, e felfogás hiányosságainak, egyoldalúságainak kimutatása nem jelenti e meghatározás történelmi szükségességének tagadását. Ellenkezőleg, elismerjük, hogy a minőség tartalmi megismerésének folyamatában fontos, szükségszerű állomást jelent a tulajdonságok megismerése, majd felbontásuk lényegesekre és lényegtelenekre (esetlegesekre). A történelmi és a logikai egybeesése mutatkozik meg abban, hogy az eddig nem ismert objektumok minőségének feltárásában a megismerés kezdeti szakasza nem lehet más, mint az egyes tulajdonságaik feltárása, az objektum minőségének konstatálása a tulajdonságok, majd a lényeges tulajdonságok összességén keresztül. A minőség e meghatározásának bírálatával célunk annak kimutatása volt, hogy itt nem szabad megállni, hanem rá kell mutatni a belső meghatározottság jelentőségére, annál is inkább, mivel a konkrét tudományok fejlődése szinte kényszerít e lépés megtételére. Ennek pedig tükröződnie kell a minőség filozófiai kategóriájának meghatározásában.

A molekulák belső oldalainak tanulmányozása szoros összefüggésben áll az őket képező atomokról alkotott ismeretünk fejlődésével. Noha a kémiában már régen felmerült az a probléma, hogy az összetett testek meghatározottsága belső szerkezetükben keresendő,⁷ e feladat megoldására csak a tudományos atomisztika — Dalton munkássága — adott reális lehetőséget. Ezzel kapcsolatban írja Engels: „Új korszak kezdődik a vegytanban az atomisztikával (tehát nem Lavoisier, hanem Dalton a modern vegytan atyja) . . .”⁸ A múlt század 60-as éveiben létrejött kémiai szerkezetelmélet⁹ legfontosabb vonásai, hogy az atomok objektíve léteznek, bonyolult közvetlen és közvetett kölcsönhatásaik határozzák meg a molekula különböző kémiai és fizikai tulajdonságai megjelenésének alapját. A kémiai szerkezetet, ezen elmélet szerint, meg lehet állapítani a tulajdonságok sokoldalú elméleti általánosítása útján.

Az elmélet létrejöttéhez rendelkezésre álló kísérleti adatok elegendő alapot szolgáltatottak egy sereg szerves vegyület szerkezetének, helyesebben a molekulát alkotó atomok kapcsolódási sorrendjének megállapítására. Egy egész sereg kérdés azonban tisztázatlan maradt. Ilyenek voltak, hogy csak néhány fontosabbat említsünk, a molekulákat összetartó erők természetete, a kémiai reakciók mechanizmusa és meghatározó tényezői, a molekulákon belüli atomok térbeli elrendeződése. Mindezen kérdések megoldására csak a XX. században kerülhetett sor. Ahhoz, hogy az atomok egymás közötti kapcsolatainak mibenlétét megismerhessük, előbb az atomok belső szerkezetét, az atomok belsejében fellépő erők természetét kellett, többé-kevésbé pontosan megismerni. A kémiai szerkezetelmélet egy sor problémája megoldásához nagy-

⁷ Boyle, R.: Der sceptische Chemiker. Ostwalds Klassiker, No 229, Leipzig, 1929.

⁸ Engels, F.: A természet dialektikája. Szikra, 1952., 302. o.

⁹ Бутлеров, А. М.: Сочинения. Изд. АН СССР. Т. I. 1953.

számú fizikai jelenséget kellett beható vizsgálat tárgyává tenni. A molekulát ugyanis olyan fizikai — mechanikai, geometriai, optikai, elektromágneses stb. — tulajdonságok is jellemzik, amelyeket a kémiai szerkezet határoz meg. Ezért ezek tanulmányozása, elméleti általánosítása elősegíti a kémiai szerkezet konkrét megismerését. A modern fizikán belül a kvantummechanikának van különös jelentősége: „A kvantummechanika nélkülözhetetlen a kémiai kötés természetének, a kölcsönhatási folyamatoknak, a molekulák elektronszínképeinek stb., azaz a molekulák azon tulajdonságainak magyarázatához, amelyek közvetlenül kapcsolatban állnak az elektronok mozgásával.”¹⁰ Ezen vizsgálatok során kitűnt, hogy a kémiai mozgás alapján fizikai folyamatok játszódhatnak le. A kémiai kölcsönhatások és az ezek alapján fellépő törvényszerűségek elválaszthatatlanul kapcsolatosak az atomok mint egészek önálló létezésével, ezek viszont, minőségüket tekintve, joggal mondhatók fizikaiaknak.

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. Miben áll a molekula minőségi meghatározottságának elismerése ebben az összefüggésben? Mindekelőtt abban, hogy a fizikai mennyiségi összefüggések csak az atomok kölcsönhatásának megvalósulása során létezhetnek, tehát mindig a molekula összefüggései, nem pedig izolált atomoké. Itt mindenekelőtt a molekula egy-egy egyes meghatározottságát adó szilárd atomi kapcsolatokat — a kémiai szerkezetet — létrehozó tényezők tanulmányozása szükséges. Végeredményben a kémiai szerkezetnek köszönhető a molekula minőségileg eltérő volta az összetevők egyszerű halmazától. *A kémiai szerkezet az az új, több, ami a molekulát megkülönbözteti az atomok világától.* Ez a több azonban nem misztikus, megfoghatatlan valami, hanem konkrét anyagi folyamatok eredménye.

A szerves molekulákat minőségileg meghatározza az összetétel és a szerkezet egysege;¹¹ összetételen az őket alkotó atomok milyenségét és mennyiségét értjük, azt, hogy melyik elem hány atomja építi fel a molekulát. Ezt a tapasztalati (összeg-) képletek adják meg (pl. ecetsav $C_2H_4O_2$, etilalkohol C_2H_6O stb.). Egy adott molekula összegképletét az elemek szerinti százalékos összetétel, az atomsúlyok és a vegyület molekulasúlya ismeretéből állapítjuk meg.

Analitikai úton megállapítható, hogy a benzol, közelítően, 92,3% szénből és 7,7% hidrogénből áll. Egyszerűen kiszámítható, hogy 100 gr benzolban $92,3 : 12 = 7,7$ atomsúlynyi szén és $7,7 : 1 = 7,7$ atomsúlynyi hidrogén van. (A szén atomsúlyát 12-nek, a hidrogénét 1-nek véve.) Ebből az következik, hogy a benzolmolekulában ugyanannyi szénatom van, mint ahány hidrogénatom. Ha figyelembe vesszük azt, hogy a benzol — ugyancsak kísérletileg megállapítható — molekulasúlya hatszor akkora, mint a szén és a hidrogén atomsúlyainak összege, akkor meghatározhatjuk, hogy a benzol molekulájában hat atom szén és hat atom hidrogén van, tehát a képlete: C_6H_6 .

¹⁰ Волкенштейн, М. В.: Строение и физические свойства молекул. Изд. АН СССР, 1955., 18. стр.

¹¹ Meg kívánjuk jegyezni, hogy a továbbiakban érintett kémiai jellegű kérdések, tételek bizonyításával nem foglalkozunk. A szemléltetés és jobb megértés kedvéért, természetesen, bemutatunk néhány példát, ezek azonban, többnyire, nem tekinthetők általános bizonyításoknak. Az általunk ismertetendő elméleti tételek, elképzelések a szakirodalomban, sőt jó néhány tankönyvben is, kísérleti anyaggal alátámasztva, széleskörű bizonyítást nyertek; így a kérdések kémiai, fizikai oldala iránt érdeklődők könnyen tájékozódhatnak. Különösen ajánlhatjuk Bruckner Győző „Szerves kémia” tankönyvének új kiadását (Tankönyvkiadó, Bp., 1961.).

A molekulák minőségét a tapasztalati képletükkel kifejezett összetételük általában nem jellemzi egyértelműen. Több különböző molekula is rendelkezhet azonos tapasztalati képlettel, összetétellel. Ennek oka az általában izoméria néven összefoglalt jelenségek, amelyek kielégítő magyarázatát szintén csak a kémiai szerkezetelmélet tudta megadni.

Jelen közleményünkben nem tűztük ki célul a kémiai szerkezetelmélet fejlődésének nyomon követését, mert ez külön tanulmányt igénylő, óriási és mindeddig sajnos kevésbé vizsgált része a kémiai tudományoknak. Meg kell elégednünk annyival, hogy e fejlődés legutóbbi szakaszának eredményeit tárgyaljuk.

A szerves molekulák szerkezeti felépítése •

A szerves kémiában szerkezeten általában a molekulákat felépítő atomok közötti közvetlen és közvetett kölcsönhatásoknak, valamint a molekulák ezek által létrehozott térbeli alakzatának, az atomok kapcsolódási sorrendjének és egymáshoz viszonyított elhelyezkedésének egységét értjük. Ezért tárgyalásunk folyamán előbb a kémiai kötésekkel, kölcsönhatásokkal, majd a térbeli elhelyezkedés problémáival foglalkozunk.

Szerves vegyületekben levő kémiai kötések

A kémiai kötések két alapvető típusa az ionos és a kovalens kötés. Az ionos kötés általában kisebb szerepet játszik a szerves molekulákban, ezért csak röviden térünk ki rá.

Az ionos kötésben részt vevő atomok egyike a külső elektron héjáról átad a másiknak egy vagy több elektront, ezáltal saját maga pozitív, a másik negatív töltésű ionná válik. Ilyen folyamat eredményeképpen a képződött ionok az esetek többségében a stabil nemesgáz konfigurációit veszik fel.

Tiszta ionos kötés általában ritka. Leginkább az alkálihalogenideknél találkozhatunk vele. Mint tendencia azonban kimutatható a kovalens kötéseknel, mivel ezek nagy része többé-kevésbé poláris jelleggel rendelkezik. A tiszta ionos kötés azért is ritka, mivel a két ellentétes töltésű ion elektromosan hat egymásra, kölcsönösen vonzzák, deformálják egymás elektronfelhőit. Itt a rendszerint nagyobb átmérőjű anion elektronburka szokott nagyobb változást szenvedni. A kölcsönhatás következtében létrejövő deformáció olyan mértékű is lehet, hogy a két elektronfelhő „átnyúlik” egymásba, hasonlónak válna ezáltal egy erősen polarizált kovalens kötéshez. Ezért van lehetőség arra, hogy az átmeneti jellegű kötések leírását két oldalról közelítsük meg. Vagy úgy számolunk velük, mint deformált elektronfelhőjű ionkötéssel, vagy úgy, mint polarizált kovalens kötéssel.

Az ionos kötést a fenti módon létrejövő ellentétes töltéssel rendelkező ionok között fellépő elektrosztatikus vonzás adja.

Kovalens kötések

A kovalens kötés elektronpárok által jön létre. Az elektronpárokat alkotó elektronok a korábbi atompályákról molekulapályákra mennek át. A molekulapályák elvileg különböznek az atompályáktól, mivel az előbbieket policentrikusak, az utóbbiak pedig monocentrikusak. A molekulapályák létrejötté döntő tényező a szerves molekulák szerkezetének kialakításában, kémiai sajátosságai magyarázásában. Mivel az elektronpár mindkét atomhoz tar-

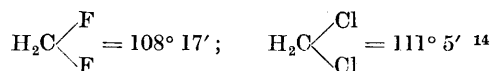
tozik, ezért a kovalens kötésben szereplő atomok is nemesgáz konfigurációjúaknak tekinthetők. A kovalens kötések jellemzői közül mindenekelőtt meg kell említenünk, hogy a kötésekben szereplő atomok közötti távolság viszonylag állandó. Ezen mindenekelőtt azt kell értenünk, hogy egyforma molekulák esetén a különböző módszerekkel mért távolságok jó közelítéssel azonosak.

Például a C—F kötéstávolság a széntetrafluoridban, neutronografikus úton mérve, 1,33 Å, elektronszórásos módszerrel 1,36 Å. Az N—H kötéstávolságra neutronografikus módszerrel 1,03 Å, elektronografikussal 0,95 Å jön ki az ammóniumkloridban.¹²

Megállapították azt is, hogy az ugyanolyan két atom közötti kovalens kötés hossza különböző vegyületekben nagyjából azonos. Ebből következően: a kovalens kötés hossza a kötést létrehozó atomok sugarainak (kovalens rádiuszok) összegeként állítható elő. Ettől a szabálytól való eltérés a kötések közötti kölcsönhatásokra utal, erre még részletesebben visszatérünk. A kötéstávolságok állandóságának viszonylagossága alatt kell még értenünk azt is, hogy a kötésben levő atomok egymáshoz képest sem mozdulatlanok, hanem különböző módon és mértékben rezgőmozgásokat végeznek. A kísérletesleg meghatározott kötéstávolság tehát csak az „egyensúlyi” vagy átlagos magtávolságot jelenti, amely a körülmények — pl. gerjesztett állapot — megváltozására maga is megváltozhat.

A kovalens kötések egy másik igen fontos jellemzője az irányítottságuk. Ha egy atomhoz két vagy több atom kovalens kötéssel kapcsolódik, akkor mindezek az atomok egymáshoz képest térbelileg meghatározott módon helyezkednek el. Ez döntő szerepet játszik a molekula szerkezetének kialakításában. Az atomok egymáshoz viszonyított iránya által bezárt szög a vegyértékszög.¹³

Például a négy más atomhoz kapcsolódó telített szénatomnál a vegyértékszög általában 109° 28'. A kapcsolódó atomoktól függően ez a szög módosulhat, pl.;



A kovalens kötésekre jellemző általában a kötési energia, mely a molekulák képződési energiájával áll kapcsolatban. A kísérleti tapasztalatok szerint a képződési energia az esetek többségében jó közelítéssel kiszámítható a kötésergiák felhasználásával. Ez arra utal, hogy egy adott kötés energiája — a kötéstávolságokhoz hasonlóan — durván független attól, hogy milyen más kötések vannak még a molekulában, más szóval: a kötésergiákból additíve tevődik össze a képződési energia. Az additivitástól való eltérés itt is a kötések kölcsönhatására utal.

A képződési energia (v. képződési hő) az az energia (hő), amely egy molnyi vegyület képződésekor szabadul fel, ha előzőleg az elemek atomjai standard állapotban voltak. A vegyületek standard állapotú (tökéletes gázállapotában levő) atomokból való létrehozása kísérletesleg kivihetetlen. Ezért a képződési energiát kerülő úton kell meghatározni. Mivel ehhez több adat mérése szükséges, a legbizonytalanabb adat szabja

¹² Состояние теории химического строения в органической химии. Изд. АН СССР 1954., 56. стр.

¹³ Волкенштейн, М. В.: 9., 10. и 13. главы. Сыркин, Й. К.—Дяткина, М. Е.: Химическая связь и строение молекул. Госхимиздат., 1946., 95. стр.

¹⁴ Lide, D.: J. Am. Chem. Soc. 74, 3548. (1952).

meg a meghatározás pontosságát. Ez esetünkben a gyémánt szublimációs hője, melynek több értéke szerepel az irodalomban. Pontos mérések alapján újra számolt értéke 171,3 Kkal/g-atom.¹⁵

Mint már említettük, a kovalens kötések nagy része többé vagy kevésbé polarizált. Mondhatjuk, hogy csupán azon kötések nem polarizáltak, amelyek két azonos atomból felépülő molekulákban vannak, vagy két teljesen szimmetrikus molekulárszt kapcsolnak össze. Például $\text{Cl}-\text{Cl}$, $\text{H}-\text{H}$, $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_3$, $\text{Cl}_3\text{C}-\text{CCl}_3$ stb.

Azokat a kovalens kötéseket nevezzük polarizáltaknak, amelyeknél a pozitív töltések súlypontja nem esik egybe a negatívával. A kötések polaritását dipólmomentum mérés útján határozhatjuk meg. A kötések dipólmomentumának közvetlen mérése gyakorlatilag csak kétatomos molekulákban lehetséges. Bonyolultabb molekulák esetén a molekula dipólmomentumából csak a szerkezet ismeretében következtethetünk a kötéspolaritásokra. Ez eléggé körülményes feladat, mivel a dipólmomentumok vektormennyiségek, tehát nem elég a kötés-dipólmomentumok nagyságát tekinteni, hanem az irányokat is figyelembe kell venni.

Minden szerves molekula polarizálható. Ez azt jelenti, hogy elektromos erőtér hatására a molekula elektronfelhője változást szenved — deformálódik. A létrejött deformáció mértéke — az elektromos erőtérén kívül — a molekula szerkezetétől, elektronrendszerének stabilitásától függ.

A hidrogénkötés

A szerves molekuláknál sok esetben különleges szerepet játszik a hidrogénhíd vagy hidrogénkötés néven jelzett effektus. Hidroxil- vagy aminos csoport hidrogénje képes valamilyen molekulában levő olyan elektronegatív jellegű atommal (O, N, F, Cl) kötést létrehozni, melynek lekötetlen, szabad elektronpárja van. Ez a kötés létrejöhét egy molekulán belül vagy két molekula között. A hidrogénkötés viszonylag gyengébb a kémiai kötésekénél. A különböző molekulákban, illetve molekulák között létrejövő hidrogénhíd kötésenergiája általában 1 és 3 K-kal/mol között van.

Az eddigieket összefoglalva azt mondhatjuk, hogy a szerves molekulákat alkotó atomok között közvetlen kölcsönhatásokat a köztük fellépő ionos, kovalens és hidrogénkötések, valamint az átmeneti jellegű kötések adják. Nem említettünk meg néhány egyéb kötésfajtát, mely szintén ide tartozik. Ilyenek pl. a datív kötés, az egy- és a háromelektronos kötés. A szferikus vagy mezőeffektusok, a van der Waals-erők stb. természetesen szintén a közvetlen kölcsönhatások közé sorolandók, de ezekre itt nem térhetünk ki. Szerepük a molekulák minőségi meghatározottságában általában másodlagos.

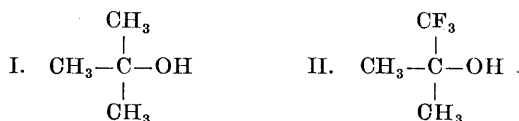
Az atomok közötti közvetett kölcsönhatások

Ezeket a kölcsönhatásokat a kötések közötti kölcsönhatásoknak is szokták nevezni. Ez azt jelenti, hogy két atom közötti kölcsönhatás függ attól, hogy ezek az atomok más atomokkal közvetlen kölcsönhatásban vannak-e vagy sem. Fzen kölcsönhatások két alapvető típusával fogunk foglalkozni, az indukciós és a konjugációs effektusokkal.

¹⁵ Кондратов, В.: Успехи химии 26, 884 (1957).

Indukciós effektus

A szerves kémiában rendkívül nagyszámú anyag utal a közvetlenül nem kapcsolt atomok molekulán belüli kölcsönhatására. Példaképpen megemlíthetjük a trimetilkarbinolt (I.) és a trifluormetil—dimetilkarbinolt (II.).



Az I. savas tulajdonságai igen gyengén mutatkoznak meg, ugyanakkor a II. erősebb sav a szénsavnál! A legjellegzetesebb a halogén szubsztituensek hatása a szerves savak erősségére.

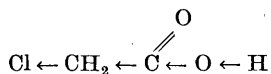
Például a helyettesített ecetsavak disszociációs állandói:

	K. 10^5		K. 10^5
H—CH ₂ —COOH	1,76	Cl ₂ CH—COOH	5 140
J—CH ₂ —COOH	75	Cl ₃ C—COOH	121 000
Br—CH ₂ —COOH	138	H ₃ PO ₄ (K ₁)	752
Cl—CH ₂ —COOH	155	H ₃ SO ₃ (K ₁)	1 540
F—CH ₂ —COOH	217	HJO ₃	16 900

Látható, hogy a di- és a triszubsztituált származékok disszociációs állandói már összemérhetők a szerves savakéval.¹⁶

Egy halogén atom hatását a vele közvetlenül nem kapcsolódó karboxil-csoportra a következőképpen magyarázhatjuk. A Cl—C kötés elektromosan aszimmetrikus, ami megnyilvánul, például, a dipólmomentumban. Ez az aszimmetria olyan jellegű, hogy a Cl-lel kapcsolatos szén egy kis pozitív töltést nyer. Ennek következtében megbontja a vele szomszédos szénatom elektronfelhőjének szimmetriáját, aminek eredményeképpen ezen egy még kisebb pozitív töltés jelenik meg stb. Ily módon a Cl—C kötés aszimmetriája nem korlátozódik csupán erre a két atomra, hanem — bár fokozatosan gyengülve — tovább adódik a molekula mentén, aminek következtében a karboxil csoport hidrogénje könnyebben leszakadhat proton alakjában.

Az ilyen jellegű kölcsönhatást hívják indukciós effektusnak, és szokás szerint a következő módon jelölik:



(A nyilak az elektrópárok indukciós eltolódását jelölik.) A fenti példában a helyettesítő atom hatására a molekula elektronfelhője feléje tolódott el. Az ilyen hatást negatív indukciós effektusnak, az ezt létrehozó atomokat és csoportokat elektronszívóknak nevezik. Ellentétes hatásúak az elektrontaszító csoportok.

¹⁶ Реутов, О. А.: Теоретические проблемы органической химии. Изд. МГУ, 1956

Ilyen elektrontaszító jellegük van pl. az alkil gyököknek, ami abból is kitűnik, hogy a hangyasav (HCOOH) disszociációs állandója $17,6 \cdot 10^{-5}$, az ecetsavé ($\text{CH}_3\text{—COOH}$) $1,76 \cdot 10^{-5}$.

A fenti példa elemzésével konkrétan rámutattunk arra, hogy a szerves savak egy olyan, igen lényeges jellemző tulajdonsága, mint a savas jelleg és ennek nagysága hogyan függ az adott molekulákat felépítő összetevő elemektől és a köztük levő (a molekula szempontjából belső) kölcsönhatásoktól, azaz a molekulák minőségének meghatározóitól. Emellett rá kell mutatnunk arra, hogy sohasem szabad a minőségi meghatározók egyikét vagy másikat kiragadnunk a tulajdonságok megmagyarázásánál, hanem mindig az összessé-
güket, egységüket kell figyelembe venni.

Erre mutat például a különböző paraszubsztituált benzoesavak disszociációs állandóinak a különbözősége is, ami látszólag ellentmond fentebbi következtetéseinknek.¹⁷

	$K \cdot 10^5$
$\text{p—F—C}_6\text{H}_4\text{—COOH}$	7,22
$\text{p—Cl—C}_6\text{H}_4\text{—COOH}$	10,50
$\text{p—Br—C}_6\text{H}_4\text{—COOH}$	10,70

Az ellentmondás azonban csupán látszólagos, mivel itt fellép az eddig leírton kívül egy másik effektus is, a konjugációs effektus.

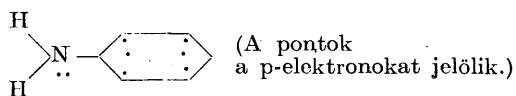
Konjugációs effektus

Konjugált rendszerek kémiai tulajdonságai azt mutatják, hogy a bennük levő kötések különböznek az izolált kettőskötést tartalmazó rendszerekétől.

Ezt a különbséget a konjugált rendszerek telítetlen atomjainak sajátos jellegű kölcsönhatása idézi elő, amely minőségileg különbözik az indukciós effektustól. A kölcsönhatás különössége a két vagy több konjugált kettőskötéshez tartozó delokalizált π -elektronok kölcsönhatásával magyarázható. Ezért az atomok kölcsönhatásának ezt a típusát a kötések konjugációjának is szokták nevezni.

A konjugált kettőskötést tartalmazó molekulák egy sor fizikai tulajdonsága utal arra, hogy nemcsak a reakcióba lépő molekulánál jelentkezik az effektus, hanem reakciófolyamaton kívül is fellép. Ennek eredményeit a konjugáció statikus effektusának nevezik. Ez megmutatkozik például a két kettőskötés közötti egyesítés hosszúságának csökkenésében is.

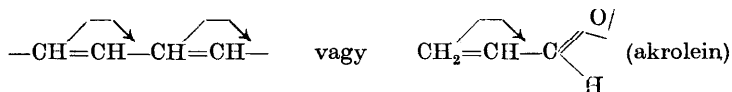
A rendszer egy kettőskötéséhez tartozó π -elektronpár szerepét átveheti az N, O, S stb. atom szabad p-elektron párja. Ilyen eset van például az anilinnél is:



¹⁷ Темникова, Т. И.: Курс теоретических основ органической химии. Гостехиздат Хим. Лит., 1959.

Itt a nitrogén szabad p-elektronpárja kölcsönhatásba lép a benzolgyűrű π -elektronjaival. aminek következtében az aminocsoport bazicitása kisebb, mint a megfelelő nem azonos aminé.

Mint már utaltunk rá, az effektus lényege, hogy a π -kötések, az őket létrehozó elektronok nagy mozgékonyasága következtében, részlegesen delokalizálódnak. Ezt pl. a következő módon jelölhetjük.



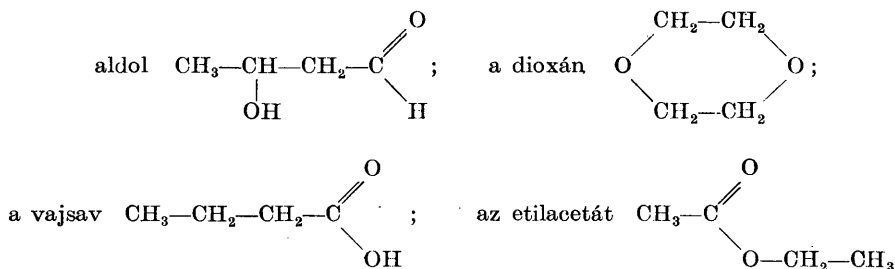
Ezen effektus következtében (aszimmetrikus láncok esetén) a konjugált lánc elején és végén megváltozhat az elektronsűrűség. Így az előbb felírt akrolein esetében is az oxigénen nagyobb negatív töltés van, mint az analóg telített aldehidnél.

A konjugációs effektussal magyarázható a konjugált rendszereknek különleges, a közönséges telítetlen vegyületekétől eltérő kémiai viselkedése. Ez is példa arra, hogy a molekula minőségét meghatározó tényezők szabják meg a molekula külső tulajdonságait.

Konfiguráció és konformáció

A molekulát alkotó atomok és az utóbbiak között levő kötések még nem határozzák meg teljesen a molekula minőségét. Mint már említettük, ugyanazon atomokból olyan különböző szerkezetű molekulák is felépülhetnek, amelyekben a kötések is mások. Ez a legközönségesebb szerkezeti izoméria esete.

Pl. $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ összegképlettel rendelkeznek olyan gyökeresen eltérő vegyületek:



Azonos atomok és kötések esetén is fellép a szerkezeti izoméria. Példa erre az alifás szénhidrogének izomériája vagy a kettőskötéssel rendelkező vegyületek cisz-transz izomériája. Aszimmetriás térbeli alakzattal rendelkező molekuláknál, még adott szerkezeti izomérnél is felléphet a sztereoizoméria. Ez különös jelentőséggel bír a szénhidrátok, valamint az élő szervezetekben lejátszódó vegyi folyamatokban szereplő anyagok (különösen enzimek, fehérjék stb.) területén.

A szerkezeti izomérek egymástól jól elkülöníthető vegyületek, amelyek csak kémiai úton alakíthatók át egymásba. Ebből világosan kitűnik, hogy a szerkezeti izomériát meghatározó tényezők is minőségi meghatározók. A szte-

reioizomerek is csak kémiai behatásra alakíthatók át egymásba. Ezen izomerek között a kémiai különbség már jóval csekélyebb, mégis kémiailag különböznek egymástól. Ez abban is megmutatkozik, hogy pl. az enzimek általában sztereospecifikus működésűek. Ez azt jelenti, hogy egy sztereioizomér pár tagjai közül (melyek egymásnak tükörképei) az enzim csak az egyikkel lép reakcióba (pl. hidrolizálja), a másikkal nem.

Az izomériának különleges esete a konformációs izoméria. Ennél az izomerek kötésfelbomlás nélkül, pusztán a kötések mint tengelyek körüli rotáció útján átalakulhatnak egymásba. Ez az átalakulás azonban energia-változással jár, általában 0—2 Kkal/mol nagyságrendben. Ez az érték közeledik például a hidrogénkötés energiaértékéhez, vagyis éppúgy befolyásolhatja a molekula kémiai tulajdonságait, mint az. Néhány esetben sikerült kimutatni, hogy bizonyos reakciókban az izomerek különböző sebességgel reagálnak.

Az eddigieket összefoglalva meg lehet állapítani, hogy az atomok molekulán belüli közvetlen és közvetett kölcsönhatásainak sokoldalú tanulmányozása lehetővé teszi a kémiai szerkezet, egyúttal a molekula minőségi meghatározottságának megállapítását. Ha az összetevők száma és minősége adott, és a külső körülmények megfelelően kedvezők, az atomok közötti kölcsönhatások meghatározott formája valósul meg, melynek eredménye a molekula konkrét szerkezete.

A szerves vegyületek molekulájának minőségi meghatározottsága a következő tényezők meghatározottságát és egységét jelenti: *a)* az összetevő atomok jellege és száma, *b)* az atomok elrendeződésének általános rendje, melyben különböző típusú kölcsönhatásaik megvalósulnak. E tényező magában foglalja a kötések módját, elrendeződését, a köztük fellépő effektusokat és a molekula térbeli formáját.

A szerves molekula minőségi meghatározottsága egyúttal elválaszthatatlan olyan meghatározott mennyiségi jellemzőktől, mint a képződési energia, a kötéstávolságok, a vegyértékösszegek, a dipólmomentum stb. E tényezők alakulása mindig a rendszer egészétől függ. Ennélfogva mennyiségileg jellemzik a szerves molekulát, vagyis adott molekula meghatározott mennyiségi jellemzőinek kell őket tekinteni.

A szerves molekula mint minőségileg meghatározott objektum legfőbb jellemzője a valamennyi összetevő atomot egyesítő közös struktúra jelenléte. Ennek következtében jelenik meg az új tényező, amely a szerves molekulát megkülönbözteti az összetevő atomok egyszerű halmazától, kizárva a minőségnek a mennyiségre való redukálását. Ez egyfelől azt jelenti, hogy az egyes atomok a rendszer viszonylatában alárendelt szerepet töltenek be. Másfelől azonban az atomi rendszerek alárendeltségük ellenére sem oldódnak fel az általuk létrehozott molekulában, hanem megőrzik viszonylagos önállóságukat. Ez annak köszönhető, hogy döntő elvi változást a molekulát létrehozó atomoknak csak legkülső elektronhéja szenved.

A rész és az egész, a struktúra és az elemek dialektikus egysége tehát a szerves molekula esetében azt jelenti, hogy az egész minden változása kémiai vonatkozásban csak az összetevő atomokon keresztül valósulhat meg; ez utóbbiak változása viszont a molekulának, mint bonyolult rendszernek alárendelt, csak viszonylagos értelemben önálló összetevők változását jelenti.

К ВОПРОСУ О КАЧЕСТВЕННОЙ ОПРЕДЕЛЕННОСТИ ОРГАНИЧЕСКИХ МОЛЕКУЛ

Йозеф Гольдерит и Шандор Мадярод

Содержание категорий марксистской философии развивается закономерно и обогащается в процессе познания. Философия только в том случае может дать методологические указания для конкретных исследований, когда она учитывает данный уровень развития наук.

По мнению авторов, определение понятия качества, как совокупности существенных свойств, отражает лишь в известной степени объективное содержание категории качества и дает возможность только для внешнего констатирования качества объектов, явлений и процессов. Общая тенденция современных наук выражается вместо феноменологического описания исследуемых объектов, и т. п. в изучении их внутренних сторон, в раскрытии основы проявления качеств. Требования этой основной тенденции удовлетворяет определение В. И. Свидерского, по которому качество — это единство элементов и структуры. На этом основании авторы критикуют прежние определения. Они указывают на то, что метод, определяющий качество как единство элементов и структуры, основывается не на внешнем описании и простом констатировании, а на исследовании внутренних сторон вещей и основ появления качеств. Этим методом глубоко изучается состояние динамического равновесия, обуславливающее данную определенность конкретного взаимодействия элементов, раскрывается генетическая связь вещей, явлений и т. п. и дается объективный критерий для классификации качеств на существенные и несущественные. Показ и критика односторонности сведения качества к существенным признакам — это еще не отрицание исторической необходимости данного определения, ведь познание свойств и их разделение на существенные и несущественные служит объективной основой для более глубокого раскрытия понятия качества.

В дальнейшем авторы делают попытку конкретно применить эти требования в области раскрытия качества органических молекул.

Опираясь на достижения современной химии, авторы подробно анализируют роль факторов, качественно определяющих органические молекулы, непосредственные и посредственные взаимодействия атомов, составляющих внутреннюю структуру, и также проблемы, связанные с пространственной формой молекул, созданной ими. На основе сказанного авторы приходят к выводу, что определенность органической молекулы означает определенное единство следующих факторов: а) характера и количества составляющих атомов, б) общего порядка распределения атомов, при котором осуществляется их взаимодействие разного типа. Последний фактор включает способ связей, их распределение, эффекты, выступающие между ними а также пространственную форму молекулы.

Самой главной характеристикой органической молекулы как качественно определенного объекта является общая структура, объединяющая все составляющие атомы. На таком основании можно говорить о едином объекте; вот новый фактор, которым — исключая сведения качества к количеству — различается органическая молекула от простой совокупности составляющих атомов.

THE PROBLEM OF THE QUALITATIVE DEFINITENESS OF ORGANIC MOLECULES

J. Holderith and S. Magyaródi

The contents of the categories of Marxist philosophy shows a regular development growing richer and richer in the course of cognition. Philosophy can provide concrete research with general methodical directions only by taking account of the prevailing standard of the development of sciences.

In the authors' opinion the objective contents of the category of quality is reflected only to a certain extent by the definition of the concept of quality as the complex of essential properties. This definition allows but the external statement of the quality of concrete objects, phenomena and processes. The general tendency of modern sciences is,

instead of the phenomenological description of the objects, to investigate their inner sides, to reveal the reason of the appearance of the properties. This demand is satisfied by the definition proposed by V. I. Swiderskij, claiming that quality is the unity of elements and structure. It is on this basis that the authors criticize former definitions. They show that the method of defining quality as the unity of elements and structure, — instead of describing and simply ascertaining it externally, — is based upon the analysis of the inner sides of things and of the reasons of the appearance of properties. This method allows an intensive examination of the dynamical equilibrium of the concrete interactions of the elements, resulting in the given qualitative definiteness, it reveals the genetical relations of things, phenomena, etc., it gives the objective criterium of classifying properties as essential and unessential ones. To point out and criticize the reduction of quality to the essential properties, does not mean the negation of the historical necessity of this definition, as it is well known that the cognition of the properties, their classification into essential and unessential ones provides an objective basis for a deeper investigation of quality.

Further on, the authors make an attempt at employing the aforesaid postulates in revealing the quality of organic molecules.

On the basis of the results of modern chemistry, the authors make a detailed analysis of the factors determining the quality of organic molecules, of the direct and indirect interactions of the atoms constituting their inner structure, and the problems connected with the stereoscopic formation of the molecules, brought about by these interactions. On the basis of this analysis, the authors state that the qualitative definiteness of the organic molecules means the definite unity of the following factors: a) the character and number of the component atoms, b) the general order of the arrangement of the atoms in which their interactions of different type take place. This latter factor involves the types of bond, their arrangement, the effects between them, and the stereoscopic form of the molecule.

The most important characteristic of the organic molecule as a qualitatively definite object, is the common structure uniting all of its component atoms. This is the basis of the unity of objects; it is this new factor, that, excluding the reduction of quality to quantity, — discriminates the organic molecule from the simple agglomeration of atoms.