

19. septembra 1861, pred 90 rokmi, na sjazde nemeckých prírodovedcov a lekárov v Speyeri v Nemecku mladý ruský chemik Butlerov mal referát na tému *O chemickej stavbe látok*. Tento referát naznačoval nástup nového obdobia chemickej vedy a bol medzníkom vo vývoji teoretických predstáv v oblasti organickej chémie. Dostalo sa mi vysokej cti, podať zprávu o tejto v dejinách chémie vynikajúcej udalosti.

Keď som rozmýšľal nad otázkou, ako by sa dal najlepšie ukázať veľký význam Butlerovovho vedeckého hrdinského činu, prišiel som k uzáveru, že je potrebné, nakoľko mi to čas a schopnosti dovoľia, podať vám jasný obraz teoretických náhľadov, a to predovšetkým teoretických náhľadov a názorov v oblasti organickej chémie, ktoré medzi západoeurópskymi chemikmi dominovaly v prvej a na začiatku druhej polovice XIX. storočia, a na tomto podklade poukázať na tie početné prekážky a ťažkosti, ako aj na boje, ktoré Butlerov musel prekonať a v ktorých musel obstáť, kým jeho geniálna teória stavby organických slúčenín dostala občianske právo a zakotvila vo vede.

Na začiatku minulého storočia dominovala medzi chemikmi bez výnimky Davy - Berzeliova elektrochemická teória. Možno s určitostou povedať, že elektrochemická teória zahrnovala všetky toho času známe typy chemických slúčenín. Podľa Berzeliovej mienky možno ei každú chemickú slúčeninu predstaviť tak, že sa skladá z dvoch protikladne nabitých častí, pričom v takých typických prípadoch, akými boli alkalické soli silných kyselín, rozlišovala sa v složení slúčeniny negatívne nabitá časť alebo kyselina, napr. SO_3 (pričom pod kyselinou Berzelius rozumel to, čo my dnes nazývame anhydridom kyseliny) a pozitívne nabitá zásada, napr. K_2O . Podľa Berzeliovej teórie v složení kyseliny bezpodmienečne musel byť kyslík, ktorý sa vtedy považoval za prvok s najväčšou elektronegativitou. Avšak ešte ani r. 1810 sa Davymu nepodarilo objaviť kyslík v složení haloidov, hoci haloidy tvorily skutočné soli.

Ťažký úder Berzeliovej elektrochemickej teórii dali práce francúzskeho chemika Baptista Dumas a, ktorý r. 1834 objavil, že v organických slúčeninách, predovšetkým v organických kyselinách, napr. v kyseline octovej možno elektropozitívny vodík v množstve jedného, dvoch alebo dokonca troch atómov substituovať jedným, dvoma alebo tromi atómami elektronegatívneho chlóru bez podstatnej zmeny charakteru slúčeniny. Tento úkaz pomenovali metalepsiou. Táto reakcia bola Dumasovi súčasne východiskom pri utvorení tzv. teórie typov.

* Referát na plenárnej schôdzke Oddelenia pro chemické vedy 26. septembra 1951, venovanej 90. výročiu dňa referátu A. M. Butlerova, *O chemickej stavbe látok*. — Z časopisu Izv. AN SSSR, Otd. chim. nauk 1952, 3, preložil Jozef Marčok.

Ako je známe, Dumas rozlišoval typy chemické a typy mechanické. Poznemenávam, že Dumasovu prioritu pri objavení reakcie metalepsie popieral francúzsky chemik **L a u r e n t**.

Tu je vhodné upozorniť vás na to, ako ťažko sa nové fakty a nové náhľady vo vede upevňujú, ako húževnate predstavitelia starých náhľadov, v tomto prípade chýrečný švédsky chemik Berzelius, obhajovali svoje vedecké teórie a presvedčenia. Hoci to bolo očividné, Berzelius dlhý čas rozhodne popieral podobnosť typov kyseliny octovej a trichlóroctovej, tvrdiac, že tieto slúčeniny čo do fyzikálnych vlastností ani najmenej nie sú si podobné. Na túto, ako sa Berzeliovi zdalo, podstatnú námietku Dumas odpovedal článkom, v ktorom medziiným písal: „Už dávno viem, že substituovanie vodíka v prchavej slúčenine chlórrom robí látku špecificky ťažšou, menej prchavou, s hustejšou parou; preto je jasné, že Berzeliove námietky sa nevzťahujú na náhľad, ktorý som vyslovil.”

Dumas vo svojom článku ďalej písal: „Pri účinku akéhokoľvek lúhu na kyselinu trichlóroctovú pozorujem veľmi zaujímavú reakciu: kyselina sa rozpadá na dve látky, na kyselinu uhličitú, slučujúcu sa s lúhom, a na voľný chloroform... bol som presvedčený a predpovedal som to aj vo svojich pamätiach, že kyselina octová bude vhodná na analogickú premenu, t. j. že pod vplyvom nadbytku lúhu sa premení na kyselinu uhličitú a uhl'ovodík vzorca C_4H_8 ” (v súčasnej reči CH_4 , inak metán). „To znamená — poznamenáva ďalej Dumas — že octová a trichlóroctová kyselina majú rovnaké vlastnosti... a patria k jednému organickému typu” [1].

Rozširujúc pojem javu substitúcie Dumas pripúšťal, že v organických slúčeninách sa vodík môže substituovať nielen chlórrom alebo inými prvkami, ale aj složitými skupinami, alebo inak radikálmi, ktoré v týchto prípadoch majú takrečeno úlohu opravdivých prvkov. Neskoršie Dumas došiel k ešte širším uzáverom.

„Dosiaľ som usudzoval — píše Dumas — ako by sa zákon substitúcie mohol skutočne použiť len na substituovanie vodíka, čo sa aj najprv pozorovalo..., ale možno badať — píše ďalej Dumas — že aj uhlík... a teda v organickej slúčenine všetky prvky môžu byť dôsledne vytlačené a substituované inými.”

Tu je potrebné poznamenať, že toto Dumasovo hyperbolické zovšeobecnenie bolo svojho času podrobené tvrdej, dokonca aj humoristickej kritike (myslím tu na známy **W ö h l e r o v** list), ale sama skutočnosť substituovania jedných prvkov inými stala sa novým východiskom vo vývoji teoretických pojmov v chémii. Za ďalší vývoj teoretických predstáv v chémii, predovšetkým v oblasti organickej chémie vďačí veda francúzskym chemikom **G e r h a r d t o v i** a **L a u r e n t o v i**. Gerhardt r. 1841 dostal katedru organickej chémie v Montpellieri a keď pred auditóriom poslucháčov začína prednášky z organickej chémie, musel sa stretnúť so všetkými tými ťažkosťami, ktoré sa v tomto vývojovom období organickej chémie nevyhnutne stávaly do cesty každému vedcovi-prednášateľovi, keď v dôsledku rýchleho vývoja pre-

paratívnej syntetickej chémie a množstva získaných nových látok a objavených skutočností nemohol byť nahromadený vedecký materiál zahrnutý do Berzeliovej dualistickej teórie, ktorá ešte stále dominovala.

Základné úlohy a ciele chemika-výskumníka sformuloval Gerhardt týmito slovami: „Chémia sa zaoberá premenami látok; jej pozornosť je sústredená na zmeny a v tom je jej základný charakter; chémia skúma pôvod látok; zaznamenáva ich minulosť a poukazuje na budúcnosť; sleduje látku v jej rôznych fázach až po jej návrat do prvotného stavu, nehovorím po jej koniec — poznamenáva Gerhardt — pretože konca nemá. Látka je nezničiteľná a len jej forma sa mení” (Introduction à la chimie unitaire).

Rozhraničenie pojmov atóm, molekula, radikál, ekvivalent v oblasti vývoja teoretickej chémie bolo zásluhou Gerhardtovou. Pred Gerhardtom chemici pripisovali atómovú váhu rôznym prvkom dosť ľubovoľne; podľa jedných napr. atómová váha kyslíka bola 8, podľa druhých 16, atómovú váhu uhlíka považovali za 6 i 12 atď., čo sa, pravdaže, odzrkadľovalo aj v zobrazení vzorcov slúčenín. O zásluhy na stanovení týchto veľmi dôležitých chemických pojmov sa Gerhardt delí so svojim rovnako smýšľajúcim priateľom Laurentom. Laurentovi prináleží dôležitá idea, aby sa za porovnávaciu jednotku v súhlase s Avogadrovou a Amperovou hypotézou prijal objem, ktorý zaujíma určité množstvo látky v plynnom stave alebo v parách.

Často, ba dokonca takmer vždy sa pri výklade otázky o rozhraničení pojmov atóm, molekula, ekvivalent spomínajú mená týchto dvoch francúzskych chemikov spolu. Treba dodať, že ich práce, reformujúce celú chémiu, mali aj slabé stránky, čo sa týkalo najmä zisťovania atómovej váhy alkalických kovov, striebra a iných prvkov.

Nemožnosť porovnávať za vtedajšej experimentálnej techniky objemy slúčenín alkalických kovov alebo striebra so slúčeninami iných prvkov v parách priviedla Gerhardta a Laurenta k nesprávnym hodnotám atómových váh mnohých prvkov. Táto okolnosť neobyčajne podkopávala dôveru chemikov k účelnosti a užitočnosti reformy, ktorú navrhovali Gerhardt a Laurent. Spomenuté ťažkosti neskoršie prekonal taliansky chemik C a n n i z z a r o, ktorý na určenie atómových váh kovov použil zisťovanie hustoty pár ich prehavých slúčenín a Dulong-Petitovo pravidlo.

Na medzinárodnom sjazde chemikov v Karlsruhe v septembri 1860. t. j. rok pred Butlerovovým referátom v Speyeri, bola po Cannizzarovej zpráve prijatá rezolúcia, v ktorej boli uvedené zásady pre rozhraničenie pojmov atómu, molekuly, ekvivalentu. Atómové váhy prvkov, ktoré navrhol Cannizzaro, prevažná väčšina chemikov prijala a od tých čias natrvalo vošly do chemickej vedy.

Definovanie pojmov atómu a molekuly, ktoré previedli Gerhardt a Laurent, a prechod od štvornásobných vzorcov k dvojnásobným, umožnili týmto reformátorom chémie pozmeniť vzorce obrovského počtu látok a v súvislosti s javmi substitúcie, ktoré objavil Dumas, vy-

stúpiť proti dualistickým predstavám Berzeliovým. Gerhardtovo dôsledné uplatňovanie nového pojmu molekuly doviedlo ho k vytvoreniu tzv. unitárneho systému alebo teórie.

Unitárny systém a nové molekulové váhy znemožnili uplatňovať dualistické vzorce Berzeliove pri takých slúčeninách, ako je napr. kyselina dusičná, žieraviny a mnohé iné. Radikály, ktoré podľa predchádzajúcich náhľadov mohli jestvovať ako samostatné častice (slúčeniny), podľa nových náhľadov predstavovali skupiny atómov, ktoré mohli prechádzať z jednej slúčeniny do druhej alebo substituovať jednotlivé prvky.

Jav substitúcie a nový pojem radikálov umožnili Gerhardtovi a zároveň Willia m s o n o v i skúmať zložené slúčeniny ako deriváty jednoduchších. Odtiaľto vznikla tzv. teória typov, ktorá neohyčajne napomohla rozvoj syntetickej organickej chémie.

Dovolím si zadržať vašu pozornosť ešte na jednom chemickom jave — je to jav, ktorý sa nazýva izomériou. Na začiatku XIX. storočia dokonca aj také kapacity ako Berzelius usudzovaly, že sa vlastnosti chemických látok určujú výhradne složením. Preto keď r. 1824 L i e b i g a W ö h l e r zistili zloženie traskavého striebra a podľa neho zloženie traskavej kyseliny a keď Wöhler presnou analýzou dokázal, že kyanatá kyselina má to isté zloženie ako traskavá kyselina, ktorú pripravili L i e b i g a G a y - L u s s a c, vzbudil tento nový jav veľkú pozornosť chemikov.

O tomto prípade Berzelius kategoricky vyhlásil, že príčinu nepochopiteľnej shody treba hľadať v nesprávnej analýze. Zpočiatku aj Liebig bol podobného názoru. Avšak neskoršie sám Liebig potvrdil analýzou totožnosť solí kyseliny traskavej a kyanatej. Čoskoro sa začaly množiť prípady podobné spomenutým a sám Berzelius uznal, že ide o nový jav a pomenoval ho izomériou. Nechcem sa púšťať do podrobností, len ešte poznamenám, že uplynulo mnoho času, kým chemici odlíšili jav izomérie od polymérie a metamérie. Jav izomérie, ako dnes dobre vieme, mal mať a skutočne aj mal najdôležitejšiu úlohu vo vývoji učenia o štruktúre organických slúčenín.

Nasledovnou etapou, ktorá priblížila chemikov k téze a potom aj k riešeniu problému štruktúry organických slúčenín, bolo učenie o mocenstve* prvkov. Zásluha za definovanie pojmu mocenstva prvkov patrí anglickému chemikovi F r a n k l a n d o v i. Frankland už r. 1852 zistil, že „afinita (inak schopnosť nasýtiteľnosti) slučujúcich sa prvkov sa vždy uspokojuje s jedným a tým istým počtom atómov, ktoré sa s nimi slučujú, nezávisle od ich chemického charakteru”.

Hoci na začiatku Frankland túto zákonitosť zistil na anorganických slúčeninách, na derivátoch dusíka, fosforu, antimónu, arzenu a cínu, neskoršie nemecký chemik K o l b e (1857) pomocou neobyčajne originálnych a svojráznych rozborov rozšíril Franklandovu ideu na uhlík a uznal tak uhlík za štvormocný prvok, pripúšťajúc súčasne aj

* Za čias Butlerova mocenstvo nazývali atómovosťou. (Pozn. prekl.)

případy dvojmocenstva uhlíka, ako napr. v kysličníku uhoľnatom, dokonca aj prípady trojmocenstva.

V tom istom roku (1857), vychádzajúc z celkom iných argumentov, nemecký chemik Kekule, nezávisle od Kolbeho, taktiež dochádza k idei o mocenstve prvkov a rovnako uznáva štvormocenstvo alebo štvorzásaditosť atómu uhlíka a ako najjednoduchšie príklady uvádza vzorce metánu a tetrachlórmetánu, uznávajúc súčasne, že atómová váha uhlíka sa rovná 6. V nasledujúcom r. 1858 Kekule robí neobyčajne dôležitý krok a rozširuje štvormocenstvo uhlíka na slúčeniny, obsahujúce niekoľko atómov uhlíka, a tak prichádza na ideu reťazového spojenia atómov uhlíka v mnohouhlíkatých slúčeninách. Vo svojom článku *O konštitúcii a metamorfózach chemických slúčenín a o chemickej povahe uhlíka* Kekule medziiným písal: „Čo sa týka látok, ktoré obsahujú niekoľko atómov uhlíka, treba uznať, že aspoň časť atómov sa zadržáva v slúčenine afinitou uhlíka a že samy atómy uhlíka sa navzájom slučujú, pričom prirodzene časť afinity jedného z nich sa viaže presne s tou istou časťou afinity druhého.“

Toto pravidlo spojenia uhlíkových atómov Kekule rozširuje aj na prípady slučovania atómov uhlíka s inými viacmocnými prvkami, ako je v najjednoduchších prípadoch napr. kyslík a dusík.

Tu pristupujem k najzodpovednejšiemu miestu svojho referátu, a to k otázke, ako si chemici tej doby predstavovali možnosť zobrazíť vo vzorcoch vnútornú stavbu chemických molekúl. Rozumie sa, že som vo svojom krátkom historickom náčrte pre nedostatok času a rozsiahlosť témy mnohé nepovedal.

Vývoj chémie, najmä organickej sa v období pred vytvorením teórie chemickej stavby Butlerovom dial oveľa složitejšie, ako som už povedal. Stačí pripomenúť Williamsonove experimentálne výskumy tvorby jednoduchých éterov, Gerhardtove výskumy tvorby anhydridov organických kyselín, ktoré viedly k prijatiu zdvojnásobených molekulových vzorcov pre tieto slúčeniny, v porovnaní s predtým prijatými.

Berzeliovo a Liebigovo vypracovanie predstáv o mnohosýtnosti kyselín, Berthelotovo, Würzovo a i. o mnohomocenstve alkoholov tiež mali dôležitú úlohu v otázkach, spojených s formovaním základných pojmov chémie, ktoré viedly k vytvoreniu teórie chemickej stavby. Už Berzelius a jeho nasledovníci používali, ako to sami hovorili, „racionálne“ vzorce, ktoré podľa ich mienky vyjadrovaly chemickú konštitúciu v smysle už skoršieho existovania jednotlivých skupín atómov alebo inak — radikálov v složitých látkach.

Gerhardt ako hlava nového smeru v chémii si celkom inak predstavoval význam racionálnych vzorcov. Racionálne vzorce a konštitúciu slúčenín chápal viac v smysle rôznej reakčnej schopnosti ich slúčenín než stavby. Gerhardt učil a bol pevne presvedčený, že chemik môže poznávať látku len v čase chemických reakcií, t. j. vtedy, keď prestáva existovať ako taká, a tak chemik môže skúmať a poznávať iba minulosť a budúcnosť látky. V súhlase s teraz povedaným, podľa Gerhardta, pre

každú látku možno napísať toľko racionálnych vzorcov, koľko rôznych druhov premeny môže látka znieť.

S druhej strany teória typov a teória substitúcie viedla jej stúpencom často k celkom nesprávnym uzáverom. Tak sa pre etán ako typ derivátu vodíka pripúšťala existencia dvoch izomérov: dva razy substituovaný vodík — dimetyl a raz substituovaný vodík — etylovodík a len experimentálnymi výskumami Schorlemmerovými sa dokázalo, že dimetyl a etylovodík sú jednou a tou istou slúčeninou. Avšak ľubovoľné používanie mechanizmu substitúcie aj naďalej viedlo, dokonca aj vynikajúcich chemikov, k takým uzáverom, ktoré so skutočnosťou nemaly nič spoločného. V tomto ohľade je veľmi charakteristická činnosť jedného z prvotriednych nemeckých chemikov, skvelého experimentátora G. Kolbeho.

Kolbe bol prudkým protivníkom Gerhardtových nových ideí a vo svojich teoretických koncepciách sa v mnohom ohľade vracal k starým ideám Berzeliovým, popierajúc však nezmeniteľnosť radikálov pri chemických premenách. Pravda, Kolbe sa usiloval dosiahnuť „chemickú konštitúciu“ slúčenín vo zvláštnom smysle, rozumejúc takým chemický vzťah jednotlivých radikálov, a nie vzájomné rozdelenie atómov v priestore a stále prejavoval pochybnosť, že sa zistenie rozdelenia atómov v priestore voľakedy stane skúmaniu prístupným. Nesprávne, hoci v mnohom ohľade aj originálne základné teoretické predpoklady Kolbeho, zároveň s podarenými predpoveďami v smysle existencie neznámych slúčenín často viedly tiež k takým nesprávnym uzáverom. Pomocou teórie substitúcie Kolbe úspešne predpovedá existenciu sekundárneho propylalkoholu a terciárneho butylalkoholu. Treba zvlášť poznamenať, že pri interpretácii javov substitúcie Kolbe urobil jeden doplnkový predpoklad, počítajúc, že pri substitúcii „základný radikál“, t. j. v najjednoduchšom prípade ten dusíkový atóm, ktorý sa nachádza v slúčenine, nejakým spôsobom sa odlišuje, alebo ako sa vyjadroval Kolbe, „dominuje“ nad tým atómom vodíka, ktorý vstupuje ako substituent. Vychádzajúc z uvedeného, Kolbe napr. u acetónu predpokladal možnosť existencie dvoch izomérov, naznačujúc vo vzorci dusík „základného radikálu“ hrubým písmenom. Podľa Kolbeho jedným izomérom acetónu je dvakrát metylovaná kyselina uhličítá a druhým je acetylovaný metán (*obr. 1*). Rozumie sa, že skutočnosť nemohla potvrdiť tieto ľubovoľné vymysleniny Kolbeho.

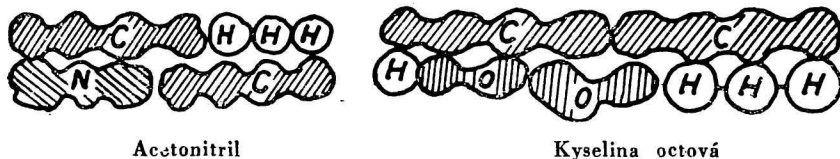


Obr. 1. Kolbeho vzorec.

Tu treba poznamenať, že Butlerov vysoko hodnotil tak experimentálne, ako aj teoretické práce Kolbeho, predpokladajúc, že len

nedorozumenie a húževnatosť v obhajobe vlastných náhľadov prekážaly Kolbemu primknúť sa k novému vedeckému smeru. Avšak najzaujímavejším je to vedecké stanovisko, na ktorom v aktuálnych otázkach chémie trval Kekule. Vyššie som povedal, že zistenie štvormocenstva atómu uhlíka a jeho schopnosti tvoriť uhlíkové reťazce je zásluhou Kekuleho. Neskoršie Kekule uznal nevyhnutnosť skúmať konštitúciu slúčenín, majúc za východisko charakter prvkov, ktorý sa vyjadruje predovšetkým v ich mocenstve. Takto sa Kekule tesne priblížil k problému štruktúry chemických slúčenín, ale rozhodujúci krok neurobil. Taký uzáver veľmi zrejme hovorí o zásadnom vzťahu Kekuleho k problému štruktúry. Na konci článku r. 1858 píše: „Záverom považujem za potrebné poznamenať, že ja sám takýmto úsudkom (t. j. úsudky o štruktúre A) pripisujem len druhoradý význam...”

Neskoršie Kekule ešte dlho ostáva v moci Gerhardtových ideí a vo svojej známej učebnici organickej chémie, vydanej v období r. 1859—1861, široko používa „racionálne” vzorce podľa Gerhardta. Na dôkaz uvedeného sa môžu vziať tieto príklady: pre acetaldehyd Kekule podáva štyri vzorce, pre acetón tiež štyri vzorce atď. Len ako výnimku uvádza Kekule vo svojej učebnici niekoľko grafických vzorcov, podľa načrtania veľmi ťažkopádnych. Tieto vzorce sú uvedené na obr. 2.



Obr. 2. Kekuleho vzorce.

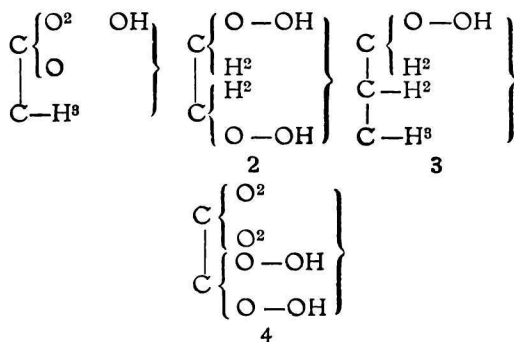
Takmer súčasne s Kekuleho uvedeným článkom sa zjavil v troch rečiach článok anglického chemika Coupera pod nadpisom *O novej chemickej teórii*. Couper nezávisle od Kekuleho prichádza k uzáveru, že pre vniknutie do štruktúry chemických slúčenín a ich premien je nevyhnutné vychádzať z pojmu mocenstva prvkov.

Uznávajúc pre uhlík mocenstvo 4 a 2, Couper postuluje tieto dve tézy:

1. Tento (t. j. uhlík A) sa slučuje s rovnakým počtom ekvivalentov vodíka, chlóru, kyslíka, síry atď., ktoré sa môžu navzájom substituovať, uspokojujúc svoju schopnosť slučovať sa.

2. Tento (t. j. uhlík A) sa slučuje sám so sebou... Vychádzajúc z týchto dvoch základných téz, Couper podáva v článku ako príklad rad štruktúrnych vzorcov, ktoré v mnohom pripomínajú súčasné štruktúrne vzorce.

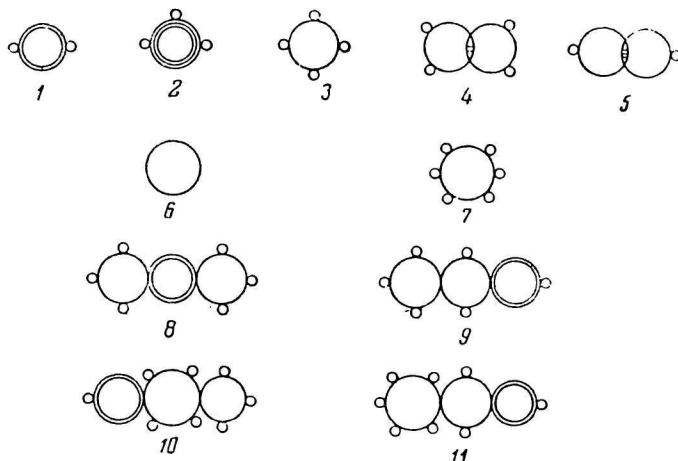
Príklady Couperových vzorcov sú uvedené na obr. 3.



Obr. 3. Couperove vzorce: 1 — kyselina octová, 2 — etylénglykol, 3 — n-propyl-alkohol, 4 — kyselina šťaveľová.

Zároveň Couper uvádza vo svojom článku rad nesprávne zobrazených vzorcov, ako napr. vzorce kyseliny šťaveľovej, glycerínu a i. Couperova vedecká činnosť sa náhle prerušila a Couper nemohol uverejniť sľúbený druhý článok o otázke stavby chemických slúčenín.

Oniečo neskôr sa zjavil v tlači článok nemeckého fyzika Loschmida, v ktorom sa na základe výlučne špekulatívnych úsudkov uvádza obrovský počet, ako Loschmidt píše, „konštitučných vzorcov organickej chémie v grafickom zobrazení“. Sféry účinku predpokladaných okoloatómových síl Loschmidt zobrazil krúžkami rôzneho diametra. Ako príklad uvádzam niekoľko Loschmidtových vzorcov (obr. 4).



Obr. 4. Loschmidtove vzorce: 1 — voda, 2 — amóniak, — 3. metán, 4 — etylén, 5 — acetylén, 6 — benzénové jadro, — 7 — benzén, — 8 — dimetyléter, 9 — etyl-alkohol, 10 — krezol, 11 — benzylalkohol.

Tu by som chcel zvlášť poznamenať a poďčiarknuť, že Couperove a Loschmidtove výlučne špekulatívne pokusy o zobrazenie stavby organických slúčenín, pokusy, ktoré nie sú založené na experimentálnom materiáli a nie sú podložené nijakými novými skutočnými údajmi, boli takmer nepovšimnuté, a preto nemaly, ani nemohly mať nijaký vplyv na vývoj problému stavby organických alebo v širšom smysle povedané chemických slúčenín.

Taký bol stav teoretických náhľadov v oblasti chémie na konci šesťdesiatych a na začiatku sedemdesiatych rokov minulého storočia, ktorý som napochytre zhruba načrtol. Pociťovalo sa približovanie nového obdobia vo vývoji chémie, ale bol potrebný Butlerovov génius, aby sa prekročil Rubikon a veda sa pohla napred.

Netreba si však myslieť, že sa Butlerovovi ľahko podarilo, ako som sa vyjadril, prekročiť Rubikom. Ešte r. 1857, po návrate z prvej zahraničnej cesty prednášal Butlerov študentom organickú chemiu podľa Gerhardtovho systému, ale už r. 1859 Butlerov hovorí, že „prišiel čas, aby sa išlo ďalej než Gerhardt“. Ku koncu r. 1860 u Butlerova v celom rozsahu dozrieva teória chemickej stavby a rozhodol sa, že svoje myšlienky oznámi západoeurópskym chemikom.

Referát pod názvom *Einiges über die chemische Structur der Körper* (Niečo o chemickej štruktúre telies) Butlerov predniesol v chemickej sekcii 36. sjazdu nemeckých prírodovedcov a lekárov, ako sa vyššie uvádza, v meste Speyer. Tento referát je pozoruhodný preto, lebo v ňom Butlerov po prvý raz v dejinách chémie celkom jasne stavia otázku o stave teoretickej stránky chemickej vedy a vyslovuje základné tézy teórie štruktúry organických slúčenín.

Ruský text Butlerovovho referátu s niektorými redakčnými zmenami bol vytlačený r. 1862 vo Vedeckých záznamoch Kazanskej univerzity pod titulom *O chemickej stavbe látok* ako príloha k Butlerovovej zpráve o jeho zahraničnej ceste.

Dovoľte mi, aby som sa v ďalšom zadržal na najdôležitejších momentoch Butlerovovho referátu. Je to predovšetkým definícia pojmu „chemická stavba“, ktorú Butlerov v referáte takto formuluje: „Vychádzajúc z myšlienky, že každý chemický atóm, z ktorého sa látka skladá, zúčastňuje sa na tvorbe tejto látky a pôsobí tu určitým množstvom jemu vlastnej chemickej sily (afinity), ja nazývam chemickou stavbou rozdelenie pôsobenia tejto sily, v dôsledku ktorého chemické atómy, vplývajú vzájomne na seba nepriamo alebo bezprostredne, slučujú sa v chemickú molekulu.“ Táto Butlerovova definícia je taká rozsiahla, že sa v podstate nerozhádza s tým, čo my dnes rozumieme pod chemickou afinitou vo svetle najnovších predstáv o stavbe atómu a chemickej molekuly.

V Butlerovovom referáte je veľmi dôležité aj to miesto, kde sa hovorí o možnosti usudzovať o stavbe molekuly látky chemickými metódami a predovšetkým metódami syntézy organických slúčenín.

Čo sa tohto týka, Butlerov vo svojom referáte hovorí: „Úsudky o chemickej stavbe látok pravdepodobne bude možno najlepšie zakla-

dať na štúdiu spôsobov ich syntetického tvorenia — a prevažne na takých syntézach, ktoré sa dejú pri málo zvýšenej teplote a vôbec za podmienok, keď možno sledovať priebeh postupnej výstavby chemickej molekuly.”

Ďalej Butlerov uvádza v referáte osem pravidiel rozoznávania chemickej stavby. „Pri terajších našich poznatkoch — hovorí Butlerov — rozoznávaniu chemickej stavby môžu byť nápomocné nasledovné pravidlá, ktoré sú vyvedené zo skutočností a čiastočne ich väčšina chemikov už prijala.” Nebudem sa púšťať do podrobností a citovať týchto osem pravidiel. Avšak najzodpovednejším miestom Butlerovovho referátu je otázka o možnosti vyjadrovať stavbu tej alebo onej látky racionálnymi vzorcami.

Ako som vyššie krátko povedal, termín racionálny vzorec rôzni chemici v rôznych obdobiach vývoja chémie chápali rozlične. Ešte raz pripomeniem, že napr. Gerhardt a za ním Kekule a mnohí iní chemici považovali za možné a nevyhnutné vyjadrovať stavbu jednej a tej istej látky niekoľkými racionálnymi vzorcami. Čo sa týka tejto zásadnej otázky, Butlerovovo vedecké stanovisko sa rázne odlišovalo od náhľadov a presvedčení všetkých jeho predchodcov.

Na rozdiel od Gerhardta, Kolbeho, Kekuleho a iných chemikov práve Butlerov pokladal za možné a potrebné vyjadrovať stavbu určitej slúčeniny len jediným racionálnym vzorcom, čiže inými slovami len jediným štruktúrnym vzorcom. Butlerov vo svojom referáte taktó definuje obsah termínu „racionálny vzorec”: „Ak sa teraz pokúsime zistiť chemickú stavbu látok a ak sa nám podarí vyjadriť ju našimi vzorcami, potom tieto vzorce budú, hoci ešte nie úplne, ale do určitej miery opravdivými racionálnymi vzorcami. Pre každú látku bude možný v tomto smysle — hovorí Butlerov — len jediný racionálny vzorec a keď budú známe všeobecné zákony závislosti chemických vlastností telies od chemickej stavby, takýto vzorec bude vyjadrením všetkých týchto vlastností.”

Toto miesto v referáte aj označuje spomínaný Rubikon, ktorý Butlerov prekročil, a oprávňuje nás tvrdiť, že Butlerov je opravdivým tvorcom teórie chemickej stavby. Pri tomto Butlerovovom prvom veľkom referáte pred širokým vedeckým poslucháčstvom neobyčajne zaujímavý a charakteristický bol vzťah väčšiny na sjazde prítomných chemikov k jeho referátu. Krátko možno povedať, že Butlerovov referát poslucháčstvo prijalo chladne. „Zo všetkých vtedajších chemikov — píše Markovnikov — iba starec Heinz a mladý súkromný docent Erlenneyer si plne osvojili nové náhľady a začali ich uplatňovať vo svojich článkoch; k nim sa čoskoro pripojil Vislicenus.” Tento stav bol neobyčajne charakteristický — nepochybne svedčil o zmätku, ktorý vládol v umoch západoeurópskych chemikov v najzákladnejších otázkach teoretickej chémie.

Po návrate zo zahraničnej cesty do Kazane Butlerov vyvíja horúčkovitú činnosť, ktorá harmonicky prebieha súčasne vo dvoch smeroch, v smere teoretickom a v smere experimentálnom. Butlerov pre-

dovšetkým píše rad článkov v ruskom, nemeckom a francúzskom jazyku, v ktorých podrobne rozvíja svoje nové učenie o stavbe organických slúčenín.

Neuspokojujúc sa s rozvojom teoretických téz, Butlerov prichádza k uzáveru, že treba pre úspech a uznanie jeho nového učenia získať nové, z neho vyplývajúce fakty; a Butlerov za viac než skromných podmienok kazanského laboratória s neobyčajnou energiou pristupuje k rozsiahlym experimentálnym výskumom. Hlavným výsledkom tohto obdobia bola predovšetkým svetoznáma Butlerovova syntéza trimetylkarbinolu, prvého predstaviteľa triedy terciárnych alkoholov, ktorých existovanie a stavbu Butlerov predpovedal na základe svojej teórie. Skutočnosť, že Butlerov objavil prvého predstaviteľa neznámej triedy terciárnych alkoholov, mala obrovský význam pre uznanie a upevnenie teórie chemickej stavby.

V tom istom období kulminácie svojich tvorivých síl Butlerov pristupuje k vydaniu svojej znamenitej učebnice *Vvedeniye k polnomu izučeniyu organičeskoj chimii* (Úvod do úplného štúdia organickej chémie). Prvé vydanie tejto učebnice v ruskej reči vyšlo r. 1864; celé vydanie bolo dokončené r. 1866. Potom Butlerov robí ešte jeden dôležitý krok, rozhodne sa vydať svoju učebnicu v nemeckej reči. Nemecký preklad bol vydaný v Lipsku r. 1868.

Ruské a nemecké vydanie Butlerovových smerníc o štúdiu organickej chémie, smerníc, v ktorých bola teória stavby prvý raz dôsledne aplikovaná na všetky skupiny organických slúčenín, zároveň s jeho skvelými výskumami, o ktorých som pred chvíľou hovoril, zakrátko pozmenily vzťah západoeurópskych chemikov k teórii stavby.

Butlerovovu teóriu stavby nielenže prijala zdrvujuca väčšina západoeurópskych chemikov, ale viac, západná veda v osobe Kekuleho sa začala teraz škriepiť o Butlerovovu prioritu pri vytvorení teórie chemickej stavby.

Avšak už aj to málo, čo som o evolúcii problému stavby látky stačil povedať, nepochybne ukazuje, že v tejto otázke nie kolísavé a plné protirečenie Kekuleho stanovisko, nie abstraktné idey Couperove a Loschmidtove, ale prísne vedecká a prísne logická Butlerovova koncepcia bola bodom obratu vo vývoji chemickej vedy; a nemôžem neopakovať ešte raz, že začiatok nového obdobia vo vývoji teoretického základu organickej chémie bol daný Butlerovovým referátom 19. septembra 1861.

Tým podivnejšie je, že, pravda, nie mnohí, ale dokonca aj veľkí vedci, ako napr. francúzsky chemik Berthelot, dlho neuznávali teóriu chemickej stavby. Berthelot, ako je známe, takmer cez celú svoju dlhú vedeckú činnosť nielenže neuznával skutočnosť atómov, ale aj používanie atómovej hypotézy považoval za škodlivé pre vývoj chemickej vedy a vo svojich početných článkoch používal výhradne ekvivalenty. Také bolo Berthelotovo stanovisko vtedy, keď Mendelejev objavil periodický zákon a keď sa na podklade tohto zákona našly prvky, ktoré do tých čias neboly známe.

Nie menej podivné je, že tvorca periodického zákona Mendelejev už po objavení tohto zákona dlho sa choval voči Butlerovovej teórii stavby kriticky a pri prednášaní organickej chémie používal svoju modernizovanú teóriu substitúcie. Najhúževnatejším a najdôslednejším protivníkom teórie chemickej stavby bol známy ruský chemik-organik N. A. Menšutkin.

V rade referátov a článkov, ako napr. v článku *Javlenija izomerii i ich ojasnenija* (Javy izomérie a ich vysvetlenia) Menšutkin obhajoval zrejme zastaralé názory a Butlerov stále musel, často v celom rade referátov a článkov vystupovať na obhajobu teórie chemickej stavby. Zpomiedzi týchto článkov, podľa prísnosti výkladu a zdrvujúcej kritiky Menšutkinových náhľadov, vyniká najmä článok *Chimičeskoje strojenie i teorija zamieščeniija* (Chemická stavba a teória substitúcie). Tento článok vyšiel v tlači r. 1855, t. j. rok pred náhlou smrťou Butlerova.

Dodám, že keď som r. 1898 počúval prednášky organickej chémie u Zajceva, odporúčal tento študentom za vodidlo posledné vydanie Menšutkinových *Lekcij po organičeskoj chimii* (Prednášky z organickej chémie, 1896). V tomto vydaní Menšutkinových prednášok sa na podklade Butlerovovej teórie chemickej stavby vykladal a na niekoľkých miestach aj zdôrazňoval význam teórie stavby. Tak bol porazený posledný protivník Butlerovovej teórie.

Záverom svojho referátu chcel by som sa v krátkosti zastaviť pri otázke, ako sa Butlerov díval na význam teórie a experimentu v oblasti pokusných vied. Butlerov je zriedkavým typom vedca, v ktorom sa génius teoretika šťastne spája so skvelým experimentátorom, a preto je Butlerovova mienka v tejto otázke zvlášť cenná.

Zdá sa mi, že takmer vyčerpávajúca odpoveď na túto otázku bola daná v nekrologu, ktorý Butlerov napísal z príležitosti smrti akademika Fritzscheho. Butlerov napísal: „V chémii si zvykli pripisovať zásluhu za objavenie predovšetkým tomu, kto ho skutočne urobil, a nie tomu, kto ho predpovedal na základe teórie. Naše teórie sú ešte ďaleko od dokonalosti; rodia sa a zanikajú, zachvacujú stále väčší a väčší kruh javov, ale každá teória v svojom čase vedie k predvídaní nových skutočností, k objavu. Ustanoviť teóriu — to je závažná zásluha; predpovedať skutočnosť na základe hotovej teórie — to je to, čo je prístupné každému chemikovi a čo vyžaduje niekoľko hodín času: ale skutočné dokázanie alebo vyvrátenie takého predpovedania vyžaduje celé mesiace, niekedy roky fyzických a rozumových úsílí.“

LITERATÚRA

1. Dumas, C. R. 9 (1839); C. R. 10, 149 (1840).