

RECENZE

Výuka organického názvosloví podle nové příručky. Recenze s diskusí:

J. Fikr, J. Kahovec:

Názvosloví organické chemie

Nakladatelství Rubico, Olomouc 2002.

Příručka přichází na trh po tom, co vyšla novela názvosloví organických sloučenin*. Autoři příručky, středoškolský profesor a vědecký pracovník, se odvážně pustili do nesnadného úkolu přiblížit formální a málo oblíbenou stránku organické chemie čtenářům. V případě učebnice názvosloví platí ještě více obecná teze o didaktických dílech, že jejich kvalita nespočívá v tom, nakolik úplný soupis fakt obsahují, ale ve vhodném výběru látky a jejím podání takovým způsobem, aby látka byla čtenářům srozumitelná a navíc ještě studijně přitažlivá. Splnit tyto atributy je velmi obtížné zejména v oblasti organického názvosloví, které obsahuje bezpočet memorativních pojmů – triviálních názvů sloučenin. Podívejme se v další diskusi, jak se to autorům podařilo.

Co příručka obsahuje

Učebnice sestává ze dvou hlavních tematických částí, názvoslovné (147 stran) a testové (73 stran). Závěr učebnice tvoří tabulky názvů vybraných sloučenin z katalogu firmy Sigma-Aldrich, dále z americké učebnice organické chemie a jmenový rejstřík.

Názvoslovná část je rozdělena do následujících kapitol: 1. Názvosloví organické chemie, 2. Uhlovodíky, 3. Heterocyklické sloučeniny, 4. Organoprvkové sloučeniny, 5. Halogensloučeniny, 6. Dusíkaté deriváty uhlovodíků, 7. Kyslíkaté deriváty uhlovodíků, 8. Sírné deriváty uhlovodíků, 9. Sloučeniny obsahující fosfor, 10. Syntetické polymery, 11. Přehled názvosloví. Uspořádání kapitol je zpravidla takové, že v úvodu kapitol jsou charakterizovány popisované třídy sloučenin, následují pravidla pro pojmenování a potom příklady sloučenin v tabulkách, kterých je v názvoslovné části impozantních 150. Funkcionalizované sloučeniny jsou popisovány jako deriváty uhlovodíků. Tento dnes již poněkud zastaralý popis pocházející z 19. stol., odlišný od názvoslovné normy, zavedl autory několikrát do definičních potíží a chybné charakterizace např. karboxylové nebo nitrilové skupiny (viz níže). Těžkopádně jsou pak tímto způsobem charakterizovány aminy, hydroxylaminy, diazany, diazeny apod.

Vzorce sloučenin v probíraných třídách sloučenin jsou uspořádány do tabulek. Obvykle tabulky sestávají z několika sloupců, které zachycují výchozí základní hydrid nebo základní sloučeninu s charakteristickou skupinou, pak odvozenou třídu sloučenin a její názvy, resp. názvy od ní odvozených substituentů. Některé tabulky obsahují chemické rovnice s výchozími látkami a všemi produkty (tab. 78, 85, 86, 94, 97, 169).

V té souvislosti není jasné, proč autoři tyto chemické reakce považují pouze za formální odvození názvu produktu.

Výhodně se uplatnil dvoubarevný tisk. Jeho použitím se podařilo velmi přehledně odlišit jednotlivé složky názvů, zvýraznit ve vzorcích popisované substituenty nebo graficky znázornit vznik názvů z jednotlivých součástí. Tato technická vybava pomůže studentům snadněji pochopit tvorbu názvů a vyvarovat se při tom zbytečných chyb.

Testová část obsahuje dva velké testy. První test je na pojmenování čtyřuhlíkových sloučenin, které jsou zadány strukturními vzorci v počtu 91 struktur. Test nezahrnuje všechny třídy sloučenin probrané v názvoslovné části. Správné odpovědi jsou vyznačeny čísly správných názvů uvedených v následující tabulce 197. Zde mají být názvy seřazeny abecedně, v souladu se zásadami IUPAC, skutečnost je však jiná: Najdeme zde např. pořadí „2,4,6-triazaheptan – biacetyl“, „2,4,6-trioxaheptan – 2,4-dioxaheptan“ a další. Čtenář to nebude mít snadné.

Druhý test obsahuje 500 úloh a zahrnuje všechny probrané třídy sloučenin. Je postaven tak, že ke strukturnímu vzorci se nabízí 3–7 názvů (odpovědí) a čtenář má vybrat ty správné, které jsou označeny znaménky „+“ v krajním sloupci tabulky. Počet plusových znamének u správných názvů označuje název doporučený k častějšímu používání – a zde jsou to většinou názvy triviální, které je třeba se naučit z paměti. Z výukového hlediska je hodnotné, že u nesprávných názvů se vysvětluje, o jaký druh chyby v názvu jde.

Rozsah látky a komu je učebnice určena

Autoři v předmluvě vymezují, co učebnice poskytne středoškolákům, učitelům chemie na středních školách, vysokoškolákům i chemikům z praxe. Nejde tedy o učebnici pro střední školy, ale „Zařazením rozšiřujícího a náročného učiva se kniha stává vhodnou příručkou i pro vysokoškolské studium...“ (předmluva), tedy o učebnici pro více výukových úrovní. Není proto divu, že rozsah probírané látky několikanásobně překračuje obvyklý středoškolský rozsah.

Podle čeho si mají jednotlivé kategorie čtenářů „svou látku“ z příručky vybrat? Úroveň učiva, které je rozděleno do tří stupňů, označují svislé čáry na levé straně stran. Základní učivo pro gymnázia je bez označení a představuje ca. jednu třetinu obsahu. Jedna svislá čára označuje rozšiřující učivo pro ty, kteří se připravují na maturitní a přijímací zkoušku z chemie. Dvě svislé čáry označují tzv. „náročné učivo“. Bylo by na širokou diskusi, proč ta či ona sloučenina je zařazena do té či oné kategorie, např. proč selenofen, thiazol, 9H-purin, 2H-pyran, 4,4'-dichlorbifenyl jsou zařazeny mezi základní učivo a na druhé straně 2-methyl-4,6-dinitrofenol, jehož název

* Panico R., Powell W.H., Richer J.-C. (překlad Kahovec J., Liška F., Paleta O.): *Průvodce názvoslovím organických sloučenin podle IUPAC. Doporučení 1993*. Academia, Praha 2000.)

je logicky odvoditelný od fenolu, mezi učivo náročné nebo proč kyanáty a isokyanáty nejsou zařazeny mezi náročné učivo apod.

Problematický bude výběr látky pro přípravu na vysokoškolské (univerzitní) studium, protože i v tomto pohledu příručka vysoce překračuje obvykle požadovaný rozsah. Je pravdou, že na řadě fakult se vyžadují memorativní znalosti vzorců (struktur) podle triviálních názvů (např. napsat vzorec aminokyseliny, heterocyklu, sacharidu apod.). Na vysokých školách technického zaměření je důraz kladen na aplikace znalostí v obecné chemii, v chemických reakcích a stechiometrických výpočtech. Např. na VŠCHT se názvosloví podílí jen 20 % na přijímacím testu a v něm jsou zastoupeny nesystematické názvy nejvýše z 25 % (celkem jen 35 předem inzerovaných názvů včetně takových jako naftalen, xylen, glycerol, formaldehyd, aceton, kyselina mravenčí a octová, močovina), zatímco chemické reakce zaujímají ca 50 % bodového hodnocení.

Z vysokoškolského pohledu se příručka přibližuje s ohledem na počet probíraných tříd sloučenin a hloubky pohledu požadavkům vysokoškolského kurzu základní organické chemie. Má však několik „oken“ (např. stereochemie, přírodní látky), na druhé straně v oblasti sirných a organoprvkových sloučenin obvyklý rozsah překračuje.

Jak je příručka uspořádána

Příručka má „*naučit studenty čtivou a názornou formou porozumět souvislosti mezi názvy a strukturními vzorci organických sloučenin*“. Toto přání může být těžko splněno. Názvosloví patří mezi tu nejméně zajímavou část chemie. Látka v příručce zahrnuje velký počet triviálních a semitriviálních názvů, a i když se autoři snažili o jejich přiblížení vysvětlováním původu slov, je třeba se je učit z paměti. Nevypovídají nic o logice vztahu struktury a názvu (např. adenin, alanin, anilin) nebo jsou v tomto směru dokonce matoucí (např. kyselina pikrová, kyselina barbiturová, kyselina močová – kdy nejde o karboxylové kyseliny). Je otázkou, zda je didakticky vhodné soustředit názvoslovnou látku do jednoho celku. Může to být výhodné z hlediska celkového přehledu, ale těžko z hlediska didaktického. Z toho důvodu bývají v učebnicích organické chemie základy názvosloví probírány na začátku výkladu chemie jednotlivých tříd sloučenin a s dalšími příklady se studenti seznamují přímo v chemických reakcích. Jde-li o systematické a semisystematické názvy, studenti poznávají na jedinou souvislost mezi strukturou, názvem a chemickými vlastnostmi, což je didakticky nevhodnější. Lze tedy o hravém přístupu středoškoláků k učení se názvosloví z příručky vážně pochybovat.

Příručka obsahuje v jednom celku látku pro několik úrovní výuky. Je to vhodné? Uvažujme s trochou nadsázky analogický případ, že by se vysokoškolské učebnice chemie, které prakticky vždy mají zahrnutou i středoškolskou látku, používaly na středních školách a středoškoláci by si vybírali z jednotlivých kapitol to, co je pro ně označeno. Byl by to vhodný didaktický přístup? Takový druh učebnic se zatím neujal.

Rozsah učebnice a postavení názvosloví v chemii

Názvosloví je pomocnou oblastí chemie, je to prostředek komunikace. Název sloučeniny nevyovídá nic o tom, jaké

reakce lze u dané sloučeniny očekávat. Nejdříve je třeba se naučit, kterým reakcím určité části molekul nebo charakteristické skupiny podléhají, a teprve potom je možno ze systematických názvů odvodit, která reaktivní místa molekula obsahuje. Porozumění chemickým vzorcům ve smyslu struktura – chemické reakce jako logický důsledek je nezbytně primární. V učebnicích organické chemie jsou výchozí složky chemických reakcí často zadávány formou (strukturních) vzorců bez názvů a rovněž u produktů nejsou názvy vyžadovány. Podobně je tomu v přijímacím testu na VŠCHT. Kdo porozumí řeči vzorců ve vztahu struktura–reaktivita, porozuměl chemii. Potřebuje k porozumění chemických vlastností názvosloví? – v principu nikoli. Představme si, že žák nebo i vysokoškolák, aniž by dokázal složitější vícečlennou sloučeninu pojmenovat, rozpozná v její struktuře dvojnou vazbu, aminový atom dusíku na spojení cyklů a esterovou skupinu připojenou k polycyklu; odvodí, že izolovaná dvojná vazba by mohla reagovat adičně, že silná protonová kyselina může protonovat aminový dusík za vzniku amoniové soli a že esterová skupina zřejmě podléhá hydrolyze. Co si lze přát více?

Výsledky přijímacích zkoušek na VŠCHT bohužel ukazují, že uchazeči mají nesrovnatelně lepší výsledky v názvosloví než v chemických reakcích. Z toho vyplývá, že středoškolská výuka upřednostňuje pomocnou stránku chemie – názvosloví, které v úlohách a cvičeních ve středoškolských učebnicích převažuje. Jádro chemie, tj. chemické reakce jako logický vztah struktury a jejich chemických vlastností, je odsunuto na vedlejší kolej. Kolik tedy z názvosloví učit, resp. kolik vyžadovat? Obecná odpověď zní – nezbytné minimum.

Tihnou Češi k akcentování formální stránky před obsahovou? Zřejmě ano. Různé mezinárodní testy našich středoškoláků ukazují na preferenci memorativních znalostí před schopností poznatky aplikovat. Přehánění formálního popisu před tvůrčím přístupem v Česku je obsahem řady vtipů, např.: *Na mezinárodním sympoziu byla přednesena struktura nové chemické sloučeniny. V kuloárech Japonci živě diskutovali, k čemu by se dala prakticky využít, břitští vědci uvažovali nad reakčními mechanismy, kterými by mohla vzniknout, a česká skupina se dohadovala, jak sloučeninu správně pojmenovat.*

Vzniká zájem o chemii učení se názvosloví?

Chemikem v tom zásadním pojetí je ten, kdo „umí dělat molekuly“, tj. provádět chemické reakce a izolovat vzniklé sloučeniny. Je didaktickým omylem a scestným přístupem usuzovat, že „*Právě u tohoto hravého učení se vzorcům začíná ono „tiché rašení“ mladých chemiků.*“ (viz Předmluva). Stal se někdo chemikem tím, že se učil v mládí názvosloví? Pokud je nám známo o řadě chemiků, z kterých se stali významní představitelé chemie, ono „tiché rašení mladých chemiků“ začalo hravým prováděním pokusů.

Nelze rovněž souhlasit se zavádějícím slovním hodnocením výsledku názvoslovných testů v učebnici: „*máte talent pro chemii; chemii se nemusíte učit, protože jí rozumíte; při větších píli z vás budou dobří chemici*“ apod., protože není pravdivé. Didaktickým základem chemie jsou chemické reakce a pokusy. Pokud ze středoškolské výuky zmizí (již byl snížen počet hodin chemie a laboratorní cvičení nadále nejsou v týdenním programu), stane se z chemie něco na způsob popisného přírodopisu okořeněného nepotřebným a těžko srozumitelným teoretizováním.

Názvoslovné nevhodnosti a nepřesnosti, nesrovnalosti

- Str. 6, předmluva: „Kniha obsahuje teorii názvosloví...“: Nejde o teorii, ale o názvoslovná pravidla a jejich výklad.
- Str. 20: „V základním hydridu chlorovodík (chloran) HCl je atom vodíku nahrazen substituentem fenylem... Funkční skupinový název (*aditivní název*) je fenylchlorid.“: Chybné vysvětlení, aditivní název nevzniká substitucí v základním hydridu, nýbrž skladáním složek názvu.
- Str. 25, tab. 27: Název „anhydrid maleinové kyseliny“ je název opisný, nikoli funkční skupinový.
- Str. 26, tab. 28: Blokovaná schémata tvoření názvů: V aditivním principu nevyhovuje blokované schéma pro kaliumbenzoát, ethyloxy a bifenyl; schéma konjunktivního principu je chybné, protože nevystihuje formální odtržení stejného počtu atomů vodíku z každé složky v každém místě spojení.
- Str. 27, tab. 29: Výrazy „PCB, DDT“ nejsou technické názvy, nýbrž akronymy (technický název je např. freon, halon apod.).
- Str. 45, tab. 56: Triviální názvy dvojnásobných substituentů „1,x-fenylen“ by bylo vhodné doplnit názvy systematickými typu „benzen-1,x-diylo“.
- Str. 50: Název kapitoly „Substituce základního hydridu“ znamená, že základní hydrid je něčím nahrazen; autoři však v kapitole popisují substituce v základním hydridu. Podobně název „Substituce kovu“ znamená, že atom kovu je něčím nahrazen, zatímco v kapitole se uvádějí substituenty na atomech kovu, resp. formální substituce v základním hydridu.
- Str. 51, tab. 61: Názvy „tetraethylolovo, chlor(difenyl)antimon“: Pro antimon, cín, olovo a další prvky jsou preferovány substituční názvy založené na odpovídajících základních hydridech, tedy „tetraethylplumban, chlor(difenyl)stiban“. Tab. 61 má uvádět *latinisované* názvy prvků (není vysvětleno, které to jsou) a přitom jako jediné jsou zde zařazeny české názvy „olovo, antimon“. Ve stávajícím uspořádání působí tabulka značně zmateně.
- Str. 52: Pojem „halogensloučeniny“ zahrnuje všechny sloučeniny obsahující halogen, nejen halogenderiváty uhlovodíků.
- Str. 53: Pojem „ethenylchlorid“: Funkční skupinové názvy (dříve radikálově funkční) vznikaly v 19. století; modernizace původních triviálních názvů uhlovodíkových substituentů (dříve radikálů) jako vinyl, allyl, propargyl apod. názvy systematickými je nevhodná; nevhodný je modernizovaný funkční skupinový název „prop-2-enylalkohol“ (str. 72, tab. 92) místo původního „allylalkohol“ nebo methyl(prop-2-enyl)keton (str. 87, tab. 114) místo „allyl(methyl)keton“ (podobně nevhodná by byla kombinace natrium-octan, natrium-dusičnan).
- Str. 62 a tab. 75: Je matoucí klasifikovat pyrrol, imidazol, pyridin, pyrimidin, purin apod., obsahující delokalizované systémy, jako sekundární nebo terciární aminy a zároveň je uvádět v kapitole o (aromatických) heterocyklech. Pokud uplatníme odtažitý „aminový pohled“, jde o enaminy nebo iminy.
- Str. 66 a tab. 83: „Přítomnost hlavní kyanátové skupiny vyjadřujeme *příponou*, tj. k uhlovodíkovému zbytku R dáme příponu -kyanát“: Názvy typu „alkylkyanát“ jsou funkční skupinové podobně jako „alkylkyanid, alkylchlorid“ vytvořené na aditivním názvoslovném principu. Název funk-

ční skupiny „-kyanát“ není v aditivním názvu „alkylkyanát“ příponou.

- Str. 77, text k tab. 99: „Při tvorbě názvů nesymetrických etherů můžeme jeden z uhlovodíkových zbytků stanovit jako nadřazený (často menší strukturální jednotka se stane substituentem větší struktury).“: Názvoslovná pravidla neznačí pojem „nadřazený“ ve vztahu k substitučním názvům etherů typu „alkoxyalkan“.
- Str. 104: Fenylalanin není aromatická aminokyselina, histidin nebo tryptofan nejsou heterocyklické aminokyseliny (tou je např. prolin). „Aromatické (karboxylové) kyseliny“ jsou takové, kde je karboxylová skupina vázána na aromatický cyklus. Podobně „heterocyklické karboxylové kyseliny“ obsahují karboxylovou skupinu vázanou přímo na heterocyklus.
- Str. 122, pod tab. 148: Místo pojmu „systematický diacylderivát“ jde o „systematický název diacylderivátu“.
- Str. 128, tab. 162: Kyselina karbamová není stálá, resp. nejde izolovat; v tabulce je uvedena jako běžná sloučenina. Totéž platí o octoové (3-oxobutanové) kyselině (str. 85, tab. 110).

Chybné termíny, nesprávné teze

- Str. 8: „Chemické názvosloví je umělý jazyk, jehož cílem...“: Byl by to zvláštní jazyk, kdyby sestával jen ze substantiv a malého počtu adjektiv (např. v názvech „-ová kyselina“); v chemickém názvosloví jde o umělá slova, resp. sousloví.
- Str. 9, pod tab. 1: „Každý ze strukturálních vzorců může být *geometrický*“: Pojem „geometrický“ je vágní, v chemické terminologii se již nepoužívá.
- Str. 15: „Pouze *jediná* z charakteristických skupin je skupinou hlavní.“: Tvrzení je nepřesné, např. v substituovaných dikarboxylových kyselinách jsou dvě hlavní skupiny.
- Str. 9: „Obyčejně nepoužíváme elektronové strukturální vzorce, které vyjadřují uspořádání *valenčních i nevalenčních elektronů* v molekule.“: Jde o *vazebné a nevazebné elektrony* z valenční sféry.
- Str. 12–13, tab. 8: Nejasné a matoucí uvedení pojmu „substituent“: strukturální části –OH, –NH₂, =O, –Cl, jsou vždy „charakteristické skupiny“, z nichž první tři mohou být „hlavními skupinami“.
- Str. 15, tab. 10: Matoucí uvedení pojmu „karboxylová skupina“ jako dvojice charakteristických skupin =O, –OH; karboxylová skupina je jednoznačně definována jako –COOH, nitrilová jako –C≡N.
- Str. 29 a další str.: Pojem „uhlovodíkový *zbytek*“ se již nepoužívá, protože je mj. zavádějící (nejde o zbytek, ale prakticky o celou molekulu, z níž je formálně oddělen jeden nebo několik atomů vodíku). Platný termín je „uhlovodíkový *substituent*“.
- Str. 30, tab. 35: Chybný výklad odvození názvů „isopentan“ a „neopentan“ z hlediska konce, resp. začátku řetězce a systematického názvu alkanu.
- Str. 30: Chybné pojmy „*soubor lokantů*“ a „*nižší soubor lokantů*“: Správný termín je „sada lokantů“, v níž je striktně definována hierarchie písmenových lokantů (latinských i řeckých) a číselných lokantů (nečárkovaných i čárkovaných). S ohledem na striktní pořadí lokantů je definován pojem „nižší sada lokantů“ resp. „nejnižší sada lokantů“.

- Str. 46, pod tab. 56: Termín „*aromatický alkyl*“ není správný, alkyl nemůže být aromatický; autorům zřejmě jde o strukturu typu „arylovaný alkyl“.
- Str. 62, tab. 77: Názvy „alkylamin, dialkylamin, trialkylamin“ apod. nejsou funkční skupinové názvy, jak je chybně uvedeno (zde by jeden název skupiny měl zahrnovat tři různé strukturální části, a to $-\text{NH}_2$, $=\text{NH}$ a $\equiv\text{N}$). Jde o názvy substituční, kdy substituce nastává v základní struktuře „amin“, což je starý a dosud používaný organický název základního hydridu NH_3 , je-li substituován. Analogickým příkladem jsou názvy „alkylfosfin, dialkylfosfin a trialkylfosfin“. Novela názvosloví¹ preferuje pro aminy substituční názvy odvozené od systematického názvu základního hydridu „azan“, tj. typu alkylazan, dialkylazan, trialkylazan.
- Str. 64 a tab. 78: „Aminy poskytují s kyselinami amoniové soli, ve kterých je *atom dusíku čtyřvazný neboli kvartérní*“ (příklady: difenylamonium-chlorid, trimethylamonium-chlorid, anilinium-hydrogensulfát): Chybná definice kvartérního atomu dusíku; ten musí být vázán čtyřmi vazbami na atomy uhlíku (viz tab. 79), resp. na jiné atomy než vodík. Zmíněné příklady neobsahují kvartérní atom dusíku.
- Str. 157, tab. 189: „Sestavíme název sloučeniny z předpon, základního hydridu a přípony“: Základ názvu tvoří *kmen* (viz vysvětlení autorů příručky v tab. 3).
- Str. 157, pod tab. 189: Benzen neobsahuje „konjugované dvojně vazby“; jde o formální zápis, který neodpovídá skutečnosti.
- Str. 177, pod tab. 177: „*Substituční* název methanamin“: Jde o název *konjunktivní* vzniklý ze složek „methan“ a „amin“ (tj. NH_3 , viz výše uvedená připomínka ke str. 62, tab. 77). (Kurzivně zvýrazněno recenzenty.)

Co postrádáme

- Str. 37: Nejsou vysvětleny konvence označování konfiguračních isomerů *E-Z* a *R-S*.

- Str. 45, tab. 56: Chybějí systematické názvy dvojných benzenových substituentů typu „benzen-1,x-diy“ a nestandardizované názvy jednovazných substituentů odvozených od naftalenu typu naftalen-1-yl, které jsou rovnocenně platné se staženými tvary.

Co by šlo vypustit

- Bez újmy na srozumitelnosti by šlo vypustit následující tabulky: tab. 57 (str. 46–47), tab. 76 (str. 62), tab. 116 (str. 91), tab. 184 (str. 142).

Závěr

Není sporu o tom, že autoři příručky odvedli velký kus tvůrčí a didaktické práce. Příručka především předkládá novelizované názvosloví IUPAC a obsahuje řadu užitečných přehledů. Výše uvedené konkrétní připomínky postihují vzhledem k celku malou část díla. Rovněž počet nalezených drobných chyb ve vzorcích je malý, což svědčí o pečlivém autorském zpracování předlohy pro tisk. Příručka dobře poslouží mj. přehledovými tabulkami učitelům organické chemie na středních školách a zčásti studentům na vysokých školách. Otevřenou otázkou zůstává, jak ji budou používat středoškoláci. Bude pro ně obtížné se v příručce vyznat pro přemíru látky, i když ta jejich je vyznačena. Určitou bariérou může být i cena (ca 300 Kč) s ohledem na jenom částečné využití příručky ve studiu.

Na závěr lze jen doufat, že přes apel autorů bude názvosloví spojené s „biflováním“ vzorců odsunuto v nové didaktické koncepci na okraj středoškolské výuky organické chemie a že zvýšené zaměření na chemické reakce a provádění chemických pokusů zlepší oblíbenost chemie.

Zdeněk Janků, Věra Kratochvílová, Oldřich Paleta
(Gymnázium Nymburk, Gymnázium Čáslav, VŠCHT Praha)