

Rovnice, jednotky a veličiny – jak s nimi?

Eva Juláková, Praha

Adresa pro korespondenci: UNESCO laboratoř elektrochemie životního prostředí, Katedra analytické chemie, Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, Albertov 2030, 12 843 Praha 2

Klíčová slova: matematické symboly, jednotky SI, symboly veličin, chemické vzorce a názvy

1. Úvod

Nejprve několik slov na ospravedlnění toho, proč text s uvedeným názvem vůbec číst. I ve velmi triviálních konstatováních (... tloušťka vrstvy je 6 nm ... , ... reagovalo 20 % látky) se používá pro vyjádření určité skutečnosti matematický zápis, byť velmi jednoduchý, který by měl být správný, věcně i formálně. S rozšiřováním počítačového zpracování textů se pro autory objevuje s narůstající naléhavostí nový úkol: umět své texty i samostatně technicky zpracovávat, a to tím spíše, že prakticky všechny příspěvky do časopisů, skripta i monografie vyžadují vydavatelé ve formě, které se říká „camera-ready“ – autor tedy již téměř nemůže doufat v pomoc profesionálního sazeče, protože tato profese pomalu zaniká. Názor, že počítačové zpracování textu nedovoluje určitá jemná sazečská pravidla respektovat, neobstojí - někdy je pravdou pravý opak, málokdy měl sazeč pracující s klasickými způsoby sazby tolik možností estetických, až subtilních úprav textu. Pro usnadnění života uživatelů počítačové sazby bylo vytvořeno mnoho softwarových pomocníků; problém jenom někdy bývá v tom, jak používaný program donutit, aby provedl požadované zásahy – a to samozřejmě vyžaduje, aby autor **věděl, co má chtít**.

Dovolují si proto nabídnout stručný přehled základních zásad, tak jak jsou zakotveny v typografických zvyklostech a v příslušných normách. Hned na počátku je třeba zdůraznit, že tento text se nebude (až na několik drobných výjimek) věnovat popisu toho, jak pracovat s jednotlivými editory. Uvedeno je pouze, jak by měl výsledek vypadat, a je na uživateli, aby se toho ve svém počítačovém prostředí naučil dosáhnout.

Hlavní zásady při matematickém vyjadřování údajů jsou v podstatě tři:

1. Zápis musí být **jednoznačně formálně správný**. Tento požadavek je zcela zásadní a jeho porušení může způsobit zmatení předávané informace (např. zápis dx/dt neznamena derivaci x podle t , jak snad autor zamýšlel, ale d – jelikož je napsáno kurzívou – zde má význam jakési veličiny a může být ve zlomku vykráceno!)
2. Zápis by měl být **jednotný a přehledný**, aby čtenáři usnadnit orientaci v textu.
3. Zápis by měl **působit dobrým grafickým dojmem a respektovat požadavky a „domácí pravidla“** vydavatele.

I když jsou tyto zásady seřazeny podle klesající důležitosti, význam prvního požadavku naprosto jednoznačně převažuje, není správné podceňovat ani zbývající dva.

Nejprve se budeme zabývat zákonitostmi zápisu matematických výrazů a vztahů a několika stručnými poznámkami o chemických názvech a rovnicích, ve druhé části příspěvku budou uvedeny zásady pro jejich návaznost na text a bude pojednáno o tvorbě tabulek a grafů.

2. Matematické a fyzikální výrazy a vztahy

Nejprve si definujme pojmy: Napíšeme-li $t = 6$ s, je to matematická rovnice, nahradíme-li rovnítko např. znakem $<$, dostaneme nerovnost (nebo nerovnici); rovnice a nerovnice se souhrnně nazývají **matematické vztahy**. Napíšeme-li $6 ab/(8 cd^2)$, je to **matematický výraz**.

V uvedené jednoduché rovnici je t symbol veličiny (pravděpodobně času), s je symbol jednotky, ve které čas měříme, a 6 je číselná hodnota veličiny v daných jednotkách (je to číslo, které udává, kolikrát je hodnota veličiny větší než zvolená jednotka veličiny). Rovnicí zapsaný vztah mezi veličinami nazýváme **veličinová rovnice** (vztah není závislý na volbě jednotek, ve kterých jsou veličiny vyjádřeny – samozřejmě se ale musí při dosazování číselných hodnot použít jednotky konzistentní, aby výsledek byl správný), rovnicí zapsaný vztah mezi číselnými hodnotami veličin nazýváme **rovnice číselných hodnot** – tento vztah na volbě jednotek závisí, platí totiž pouze tedy, vyjádříme-li veličiny **právě v určených jednotkách**.

V matematických výrazech a vztazích se mohou vyskytnout především tyto hlavní skupiny symbolů a značek:

- 2.1 číslice (správný matematický termín je čísla vyjádřená číslicemi),
- 2.2 matematické symboly a značky,
- 2.3 značky jednotek,
- 2.4 symboly veličin.

2.1 Čísla vyjádřená číslicemi

Symboly číslic pravděpodobně mohou způsobit jen velmi málo problémů, snad tedy jen několik drobných poznámek:

- Jako desetinné znaménko se u nás používá desetinná čárka, v anglických textech desetinná tečka. Pozor na nebezpečí záměny významů (i když i v českých textech každý asi pochopí význam zápisu „1.32“ jako „jedna celá třicet dva“) a pozor na **dodržení jednotnosti zápisu** v celém textu – záludné je přejímání obrázků z anglických textů do českých a ještě více přejímání obrázků z českých textů (s desetinnými čárkami!!) do anglických. Věcný omyl je asi téměř vyloučen, ale zmatek v desetinných znaménkách je ošklivý nešvar.
- Číslice se pro lepší přehlednost zpravidla oddělují do skupin po třech, počítáno napravo i nalevo od desetinného znaménka, např. $41\,568,232\,8$. Matematici a typografové (např. ^{1, 2, 3} nebo typografická pravidla na www.typo.cz) toto v odborných textech vyžadují, norma ⁴ oddělování uvádí jako možné. (Poznámka: Vřele doporučuji v matematických a jim podobných vyjádřeních používat místo běžné mezery tzv. pevnou mezeru - např. v obvyklém editoru Word se vloží klávesovou zkratkou Ctrl+Shift+Mezerník, nebo se vloží jako symbol. Má tu výhodu, že má pevnou šíři, takže výsledek lépe vypadá, a především počítač nerozdělí takový výraz na dva řádky - odpadne tedy potom spousta pracného hlídání. V tomto textu pro zdůraznění míst, kde mezera být musí, používám značku „.“.) Oddělení mezerou se nepoužívá v letopočtech, které jsou **vždy** bez mezery. V některých počítačových aplikacích však mezera mezi číslicemi působí určité komplikace, protože počítač potom řetězec vnímá jako „slovo“, nikoliv jako „číslo“, a nefungují např. součty ve Wordu nebo Excelu; nezbývá, než mezery nepsat do tabulek, se kterými se ještě v Excelu pracuje, a doplnit je až do tabulek výsledných (modernější verze Excelu toto řeší, musíte zvolit formát čísla „účetnický“). V anglických textech se skupiny číslic někdy oddělují čárkou, např. 2,652 znamená „dva tisíce šest set padesát dva“.
- Názvy velkých číslovek mnohdy vypadají v různých jazycích podobně, ale ne vždy mají stejný význam. Číslo 10^6 se označuje (s určitými pravopisnými odlišnostmi) číslovkou „milion“, ale pro 10^9 se u nás (ale např. i v Německu) používá číslovka „miliarda“, zatímco v Británii a především v USA to je „billion“. Názvem „bilion“ se u nás ovšem označuje číslo 10^{12} . V odborném textu se asi tyto číslovky jako takové nevyskytnou často, ale při vyjadřování malých obsahů se kromě běžných procent a ppm („parts per million“, 10^{-6}) používá označení ppb („parts per billion“, 10^{-9}) – což je rozdíl od českého významu číslovky bilion.

- V textu je kultivovanější psát jednoduché číslovky (základní, řadové i násobné) slovy, např. „tři možnosti“, „druhá věta termodynamiky“, „dvakrát“. Vyjádří-li se v textu číslovka číslicemi, **nepřipojují se k ní pádové koncovky**. Zápis „po dobu 10ti minut“ je hokynářský a na libovolné vyšší intelektuální úrovni je naprosto nepřijatelný. Naopak píšeme „1,5krát“ (takto bez mezery), 10metrový (pokud nedáme přednost elegantnějšímu „desetimetrový“ nebo „o délce 10 m“).

2.2 Matematické symboly a značky

Nejběžnější z nich jsou jistě rovněž všeobecně známé, pro méně běžné existují závazná doporučení (např. ^{1, 2, 3, 4, 15}). Opět tedy jenom upozornění na některé záludnosti a časté chyby:

- Pro symbol odečítání, mínus, se běžně používá divis (neboli rozdělovník), $-$, správné ale je použít určený symbol, $-$, nebo ho v případě nouze nahradit pomlčkou. Zvláště výrazný je rozdíl, je-li znaménko umístěné v exponentu $-$ divis tu vypadá jako vada papíru.
- Násobení lze označit znaménkem \times (pozor, toto **není** malé písmeno „iks“!), násobící tečkou, \cdot (pozor, je umístěná v **poloviční výšce písmen a je oddělena mezerami před i za symbolem**, jako každé matematické znaménko; není tedy identická s větnou tečkou, která je naopak na spodním účaří písmen a není před ní mezera, opravdu ne), nebo postačí řazení symbolů za sebou; např. při násobení čísel vyjádřených písmeny nebo ve složených jednotkách píšeme ab , $m^{\circ}s^{-1}$ – viz dále; pro součin čísel vyjádřených číslicemi je značka násobení, \times nebo \cdot , naopak povinná, píšeme $a^{\circ}\times^{\circ}2$ nebo $2^{\circ}\times^{\circ}2$. Určitě **není symbolem násobení hvězdička**, $*$, i když na klávesnici počítače či kalkulačky se tímto tlačítkem násobení provádí. (Symbol $*$ je znakem pro konvoluci funkcí, všimněte si opět odlišného umístění od počítačové hvězdičky $*$.)
- Dělení lze vyjádřit vodorovnou zlomkovou čarou (zlomkem), nebo šikmou zlomkovou čarou ($/$), nebo znaménkem $:$, které je opět odděleno mezerou před znaménkem i za ním.
- Rozlišujte prosím význam symbolů:
 - $=$ je rovno
 - \equiv je identicky rovno
 - \approx, \cong je přibližně rovno
 - \doteq, \doteqdot je po zaokrouhlení rovno
 - \sim je úměrné
 - $\hat{=}$ odpovídá
- Matematické značky se **vždy** oddělují mezerou před značkou i za ní. Správně tedy je např. $2a^{\circ}+^{\circ}b^{\circ}=^{\circ}c$ nebo $45^{\circ}\cdot^{\circ}3,25^{\circ}\neq^{\circ}V$.
- Symboly matematických funkcí (log, ln, sin, cos) i symboly matematických operací (závorky, $+$, $-$, $:$, \times) se píše **zásadně a vždy** stojatým písmem, podobně i d jako symbol derivace, Σ jako symbol součtu, Δ jako symbol difference; ale pozor: f jako symbol obecné funkce je kurzívní. Podobně se píše vždy stojatě i symbol Ludolfova čísla π , Eulerova čísla e (základ přirozených logaritmů) a dalších – jsou to konstanty, nikoliv proměnné.
- Před symbolem funkce se **vždy** dělá mezera, za symbolem následuje argument, u derivací a diferencí bez mezery, jinak opět s mezerou, pokud není umístěn v závorce, a za ním je opět mezera. Příklady: $\log^{\circ}2a^{\circ}$, $\cos^{\circ}\alpha^{\circ}$, $\sin^2^{\circ}\alpha^{\circ}$, $2^{\circ}f(x)^{\circ}$, $F^{\circ}(\partial/\partial k)^{\circ}$, $19x^{\circ}$, $a^{\circ}\cdot^{\circ}1,14^{\circ}$, $y^{\circ}\cdot^{\circ}1/2(x^{\circ}-1)$ – vytištěný výsledek pak vypadá takto: $\log 2a$, $\cos \alpha$, $\sin^2 \alpha$, $2 f(x)$, $F(\partial/\partial k)$, $19x$, $a \cdot 1,14$, $y \cdot 1/2(x - 1)$. Ačkoliv se tato typografická pravidla zdají poměrně triviální, často se v nich chybuje, a přitom pro přehlednost (a **jednoznačnost!**) výsledného zápisu je jejich dodržení nezbytné.

2.3 Symboly jednotek

S platností od 1. 8. 1974 byla u nás normativně zavedena mezinárodní soustava jednotek označovaná symbolem SI⁴⁻¹⁸. Základní principy jsou poměrně jednoduché, postavené na vzájemně koherentním systému základních a odvozených jednotek, jejich násobků a dílů; kromě toho jsou do soustavy zařazeny i některé vedlejší jednotky, které lze používat trvale, a naopak jiné jednotky, dříve běžné, se zavedením soustavy SI staly nezákonné (**nelze je v kombinaci s SI používat**). Přesto je stále používání správných jednotek a jejich korektní zápis kupodivu i pro mnoho velmi erudovaných vědců problémem, ke kterému přistupují s nechtutí, předem odhodláni „se nedat“. („Na kalorie a atmosféry jsme přece zvyklí!“ – a přitom to jsou nezákonné jednotky už téměř třicet let! Jak by asi dopadl při stejném přístupu přechod na euro – lidé přece také byli zvyklí na marky nebo franky!) V tomto textu není možné se pouštět do detailního výčtu, které jednotky lze používat, a které ne. Uvedeme jenom obecné zásady a některé nejčastější chyby:

- Zkratky jednotek jsou pevně určené a jakákoliv lidová tvořivost v této oblasti je nepřijatelná. Normalizované značky jednotek se tedy nesmějí nahrazovat zkratkami, a to ani tehdy, když by se mohly zdát pro čtenáře jasnější. (Výjimkou by snad mohly být předepsané zkratky pro den, „d“, a pro rok, „a“, od latinského annum, které v mnohých oborech skutečně mohou čtenáře překvapit svou neobvyklostí; snad je vhodnější to tedy „nějak obejít“, např. slovním vyjádřením.) Jakýkoliv přídavek ke značce jednotky, informující o zvláštní povaze veličiny nebo o způsobu jejího měření, je nesprávný.
- **Jednotka času je sekunda** (ne vteřina, to je dílčí jednotka úhlu) a její zkratka je „s“ (nikoliv „sec“ „sec.“ „sek“ nebo cokoli jiného). Běžně užívané násobné jednotky jsou v tomto případě tvořeny výjimečně, tj. ne jako dekadické násobky: jsou to minuta (zkratka „min“ – opět nikoliv „min.“ apod.) a hodina (zkratka „h“ – nikoliv „hod“ nebo „hod.“).
- Vedlejší jednotkou objemu, povolenou k trvalému používání, je litr se značkou „l“. Norma PŘIPOUŠTÍ jako alternativní značku i velké L – je sice v tisku významově zřetelnější než malé l, ale je méně běžná a také pozor na jednotnost.
- **Názvy jednotek se píší vždy s malým počátečním písmenem** (metr, kilogram, kelvin, ampér). **Zkratky jednotek se píší ZÁSADNĚ STOJATĚ, nezávisle na tom, jakým písmem je tištěn ostatní text**, a to s malým počátečním písmenem, jsou-li odvozeny od obecného názvu (m, kg), nebo s velkým počátečním písmenem, jsou-li odvozeny od vlastního jména (K, A).
- Pozor, správně je „kelvin“ se značkou „K“ pro termodynamickou teplotu a „Celsiův stupeň“ se značkou „°C“, pro Celsiovu teplotu. Název „stupeň Kelvina“ nebo symbol „°K“ jsou oblidnosti.
- Symboly předpon pro tvoření násobků a dílů jednotek jsou rovněž pevně určeny⁴⁻¹⁷. Píší se rovněž stojatě a ke značce příslušné jednotky se připojují bez mezery. Pro dílčí jednotku 10^{-6} m je správný název mikrometr, μm , nikoliv mikron, se symbolem μ . Jednotka angström, se symbolem Å, pro délku 10^{-10} m, rovněž není již téměř 30 let přípustná.
- Mezi číslem a symbolem jednotky je **vždy** mezera. Platí to mj. i pro jednotku teploty, °C: správně je 25°C , ne 25°C nebo 25°C (značka pro Celsiův stupeň je °C, bez mezery mezi kroužkem a písmenem C). Výjimkou je jednotka úhlu, °, která se píše těsně, např. 20° (zápis 20° je tedy zcela správný, jenom neudáváte teplotu, ale úhel).
- Jednotky veličin složené ze symbolů několika jednotek lze psát dvěma způsoby – oba jsou správné, jenom mají určité výhody a nevýhody:

- značky jednotlivých jednotek se mohou oddělovat znaménkem násobení ($\text{Pa}\cdot\text{s}$, $\text{kg}\cdot\text{m}^2$); jelikož ale znaménko musí být odděleno po obou stranách mezerami, celý výraz se tím prodlužuje a je obtížnější ho umístit na jeden řádek;
- značky jednotek se oddělují pouze mezerou (Pas , kgm^2) – tento zápis je vhodnější, přehlednější a kratší.

Pro vyjádření složených jednotek se zápornými exponenty existují dva správné způsoby:

- píše se jako zlomek, např. m/s – tento zápis vyhovuje v jednoduchých případech, u složitějších výrazů vyžaduje dodatečné závorky, např. $\text{J}/(\text{K}\cdot\text{kg})$, což celý zápis komplikuje;
- se zápornými exponenty, např. $\text{J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$ – zápis je stručný, jednoznačný a je profesionálními typografy doporučován.

- Procenta, promile, ppm a ppb (kromě procent ovšem nejsou normou⁴ výslovně doporučena) je možné chápat jako díly nejpřirozenější jednotky vůbec, totiž jednotky jedna (norma⁴ definuje „%“ jako „značku pro číslo 0,01“) a podle toho s nimi také zacházet. Z výše uvedeného vyplývá, že správný zápis údajů s procenty je s **mezerou**, např. „obsah 25%“. Chceme-li ale vyjádřit „desetiprocentní roztok“, napíšeme „10% roztok“ (bez mezery) - je však lépe porušit výše uvedené pravidlo a psát „10%ní roztok“, aby nemohlo dojít k omylu (lze snadno pochopit, že záměna pokynu „přidáme „10%ní H_2SO_4 “ za „přidáme „10% H_2SO_4 “ může mít poměrně fatální důsledky). K procentům se ještě vrátíme dále v textu.

2.4 Symboly veličin

Veličiny se označují jedním písmenem latinské nebo řecké abecedy. (Z toho vyplývá i nevhodnost symbolů typu EMS.) Zvláštním případem jsou tzv. podobnostní čísla (nazývají se také bezrozměrné parametry) – např. Reynoldsovo kritérium Re ; mají značky složené ze dvou písmen a v součinu je nezbytné je oddělovat z obou stran mezerami.

Symboly běžných veličin jsou určeny zvyklostmi a existují i velmi rozsáhlá doporučení se seznamy doporučených symbolů (např.⁴⁻¹⁷) Není jistě možné se zde touto problematikou podrobně zabývat a uvedeme jen zcela obecné zásady a několik poznámek o veličinách, které patří v chemii k nejběžnějším:

- Zdá se být samozřejmostí, že v celém díle se pro danou veličinu používá stejný symbol (kež by to tak opravdu vždy bylo!), a to symbol odpovídající příslušnému doporučení. Odchyly by měly být jenom výjimečné (např. pokud se v textu vyskytují dvě veličiny, pro které je doporučován stejný symbol; přitom symbol jiný než doporučovaný by měl být použit pro veličinu méně běžnou a musí být vždy velmi pečlivě zdůrazněn a vysvětlen) a určitě by to nemělo být v případě veličin, jejichž jednotky jsou jednotkami základními.
- Zdá se být rovněž samozřejmé, že všechny veličiny v rovnici je třeba označovat symboly – ve slušném odborném textu slova do rovnice nepatří. Jakmile je pro určitou veličinu potřeba uvádět matematický vztah, stojí za to, aby se pro ni použil nebo i zavedl symbol.
- Symboly fyzikálních veličin se obecně píše **vždy kurzívou** (a to i symboly označené písmeny řecké abecedy). Ve složitějších odborných textech se navíc rozlišují veličiny různého neskálárního charakteru (vektory, operátory, matice atd.) různými typy (řezy) písma. Pro běžnou potřebu pravděpodobně vystačíte s tímto:
 - pro **vektory** se používá kurzívní půltučné bezpatkové písmo (jako příklad fontu uvedeme Arial, **a**, **F**, **v**), nebo příslušný symbol označíme akcentem–šipkou (\vec{a} , \vec{F} , \vec{v}) – to je možná méně sofistikované, ale zcela správné, navíc asi i jednoznačnější a použitelné i při přepisu příslušného matematického vyjádření rukou;
 - pro **operátory** se používá kurzívní skriptové („psací“) písmo, nebo příslušný symbol označíme akcentem–stříškou (\hat{H} , \hat{L}).

- Pro rozlišení významu symbolů se často používají indexy. Vhodné jsou dolní indexy nebo horní levé indexy, **horní pravé indexy jsou méně vhodné, protože obecně znamenají umocňování**. U indexů je nezbytné rozlišovat, zda odkazují k jiné veličině (nebo k průběžnému číslu či k souřadnici) – potom se pro index použije opět kurzivní symbol, jako pro příslušnou veličinu (např. j_x , j_y , c_p pro měrnou tepelnou kapacitu za konstantního tlaku p), nebo zda jsou zkratkou slovního či číselného označení – potom se píše stojatě (platí to pro veškeré číslice, např. a_1 , symbol m pro molární veličiny, C_m , symbol r pro „relativní“, M_r , atd.).
- Standardní veličiny se označují HORNÍM indexem $^\circ$ (např. E° – je to **kroužek**, jako pro stupeň, nikoliv nula; symbol E^0 znamená „E na nultou“ – chceme-li napsat „E nula“, mělo by to vypadat takto: E_0). Veličiny odpovídající počátečnímu stavu se tedy naopak značí dolním indexem nula (E_0 , V_0), nikoliv malé „o“.
- Zkratky slov (max, min) či označení fází (g, l, s, aq) se píše vždy stojatě, bez tečky na konci. Zkratku pro konstantu lze psát „konst.“, „konst“ i „const“ (takto, stojatě) a je také výjimkou z výše uvedeného zákazu slov v rovnicích – je přípustná i jako index u jiné veličiny, i jako člen v rovnici. Označíte-li ale konstantu obvyklým symbolem k nebo K , je tento symbol opět kurzivní.
- **Hmotnost** se značkou m a jednotkou kg je jednou ze základních veličin, na nichž je založena SI. Vzhledem k tomu a k velmi častému výskytu hmotnosti je vhodné symbol m vyhradit pro hmotnost a nepoužívat jej pro žádnou jinou veličinu, a naopak pro hmotnost nepoužívat žádný jiný symbol (např. w , který koliduje se symbolem hmotnostního zlomku a navíc nežádoucím způsobem navazuje na doby, kdy se místo hmotnosti říkalo váha – tedy anglicky weight, odtud symbol).
- Obdobně mezi základní veličiny patří **látkové množství**, se symbolem n a jednotkou mol. Připomeňme si, že mol je látkové množství soustavy obsahující tolik elementárních entit (které musí být specifikovány), kolik je atomů v 0,012 kg uhlíku ^{12}C – tento počet udává **Avogadrova konstanta** N_A (pozor, dosud běžně užívané označení „Avogadrovo číslo“ je nevhodné, vzhledem k tomu, že N_A má jednotku mol^{-1}). Ani symbol n tedy není nejvhodnější užívat v jiném významu, i když se tak zhusta děje – např. rovnice typu $\text{Ox} + ne = \text{Red}$ jsou velmi běžné. Zcela určitě ale není přípustné veličinu se symbolem n nazývat „počet molů“ – pro délku by asi nikdo nepoužil název „počet metrů“, a je to totéž.
- S hmotností a látkovým množstvím souvisejí další, pro chemika velmi potřebné veličiny:
 - relativní atomová hmotnost, A_r , a relativní molekulová hmotnost, M_r , jsou podle definice údaje **relativní**, jsou to tedy čísla **bezrozměrná**; mezi biochemiky a molekulovými biology oblíbená jednotka „dalton“ je svou podstatou jenom jiným názvem pro jednotku jedna a jako taková je asi redundantní (proto ji norma ⁴ a jiné dokumenty zabývající se jednotkami SI nepovolují, doporučení IUPAC či IUPAP však tuto jednotku připouštějí);
 - molární hmotnost, se symbolem M , která vyjádřená v jednotkách g mol^{-1} má číselnou hodnotu shodnou s hodnotou M_r (potom M vyjadřuje hmotnost jednoho molu molekul), či s hodnotou A_r (potom M vyjadřuje hmotnost jednoho molu atomů).
- Denním chlebem chemika je vyjadřovat obsah látek. Slouží k tomu veličiny obecně označované jako koncentrace. V souladu s normou ¹² je správné nazývat „koncentrací“ pouze veličinu, **která je vztahena na objem** (proto např. je správný termín „molalita“, nikoliv „molální koncentrace“, protože jednotka je mol kg^{-1}). Přívlastkem se potom rozliší:
 - koncentrace hmotnostní (symbol c_g , jednotka kg m^{-3} - používá se spíše výjimečně,
 - koncentrace látková, asi nejčastěji používaná (symbol c , jednotka mol m^{-3} ; běžně se této veličině říká „molární koncentrace“, což není úplně nejlepší - přívlastek „molární“ to-

tiž naznačuje, že v jednotce je mol^{-1} , a zde je pravdou pravý opak; přesný termín by byl „koncentrace látkového množství“, ale to je poměrně neohrabané)

- koncentrace objemová (jednotka $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ – jelikož po vykrácení je vlastně bezrozměrná, je identická s objemovým zlomkem φ , viz dále).
- **Aktivita**, symbol a , je bezrozměrná, stejně jako často používaná koncentrace typu $[\text{AB}]$ – je to vlastně zkratka, vyjadřujícími **relativní** (tj. bezrozměrnou, protože vztaženou na standardní koncentraci $c = 1 \text{ mol l}^{-1}$) rovnovážnou látkovou koncentrací částice, jejíž vzorec je uveden. V ideálním případě je hodnota $[\text{AB}]$ číselně shodná s příslušnou aktivitou.
- Procenta, promile, ppm a ppb se užívají pro vyjádření **podílů** či **zlomků** (molárních x , hmotnostních w či objemových φ) a jak již bylo uvedeno, jsou to vlastně dílčí jednotky základní jednotky jedna. Vyjádříme-li obsah látky v procentech, je nevhodné tuto veličinu nazývat „koncentrace“ (byť s jakýmkoliv přívlastkem). Skutečnost, že hmotnostní podíl dané látky je 25 %, lze vyjádřit zápisem $w = 0,25 = 25 \%$ (kde w je symbol hmotnostního zlomku).
- Na závěr ještě o velmi běžném způsobu vyjadřování koncentrace: Pro roztok HCl o koncentraci 1 mol l^{-1} se běžně užívá zápis „0,1M-HCl“ (obdobně pro molalitu se někdy používá např. „1m-HCl“) – takto, jak je to zapsáno, to je **SPRÁVNĚ**, za předpokladu, že celý výraz chápeme (a definujeme!) jako **zkratku**; jako zkratka se tedy celý výraz píše **zásadně bez mezer** a lze ho použít **pouze v kombinaci s chemickým vzorcem**. Zápis 0,1mM-HCl je nevhodný, zápis $c = 0,1\text{M}$ je zcela nesprávný. Symbol M už vůbec nelze používat ve vyjádření jednotek v kombinaci s jakýmkoliv jinými zkratkami jednotek.

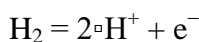
3. Chemické názvy a vzorce

Názvosloví anorganických i organických sloučenin, které bylo vypracováno v souladu s pravidly IUPAC^{19, 20, 21}, je u nás snad již do značné míry přijaté (asi lépe než jednotky SI, o kterých bylo pojednáno výše). Zde není místo se věnovat jeho pravidlům, snad tedy jen několik pravopisných a typografických zásad:

- V názvech chemických prvků a sloučenin (ale **jenom v nich**, v obecných slovech jsou mnohdy přípustné oba způsoby pravopisu a často se dává přednost pravopisu „progresivnímu“, celulósa se tedy vyrábí v celulózkách) se vždy používá „tradiční“ pravopis, který obecně „vrací pravopis slova k tomu, z čeho vzniklo“²²:
 - tam, kde bylo v řečtině „tau“, je „t“, tam kde bylo „théta“, je „th“ (methyl-, thiol, tyrosin, thallium atd.), ale tam, kde bylo „fi“, je „f“, nikoliv „ph“, jako v angličtině (fosfo-, ne phospho-);
 - dodržuje se původní psaní zdvojených souhlásek (allyl-, pyrrol);
 - závazné koncovky jsou „-osa“, „-osid“ a „-asa“ (ale i „-som“, je odvozen od řeckého „soma“, srovn. „somatologie“, a to „s“ se má i vyslovovat; může se tedy psát „lysosom“ i „lyzosom“, ale nikdy „lysozom“).
 - prosazuje se odklon od zbytečného psaní dlouhých samohlásek (má být např. „ozon“, „chlor“) a zbytečné záměny -z- místo -s- (správně je „arsen“).

Pravidla pravopisu (Pravidla českého pravopisu, Academia, Praha 1998, Slovník spisovné češtiny, Academia, Praha 1994, Akademický slovník cizích slov, Academia, Praha 1997) připouštějí tento pravopis „v odborných textech“ - toto rozlišení je ale poměrně vágní a doporučuji proto jako jednoznačnější zmíněné kritérium „v názvech chemických prvků a sloučenin“. Nechceme-li se vyřadit z mezinárodního odborného společenství, je třeba uvedená pravidla a zásady respektovat, a to i v ostatních oborech, kde se chemická nomenklatura přejímá (biologie, medicína, mineralogie atd.).

- Názvy organických sloučenin se v češtině zpravidla píší dohromady (s výjimkou kyselin apod.), jako jedno slovo, bez mezer. Pro oddělení částí názvu lze v případě potřeby použít závorku či divís, např. bis(2-chlorethyl)ether, cyklohexanon-oxim, ale **vždy bez mezer**. V jiných jazycích mohou být pravidla odlišná, pozor např. na značně rozdíly v angličtině.
- Vzorce chemických sloučenin a značky chemických prvků se píší **VŽDY stojatě (tj. i v kurzívním textu, např. v nadpisu)**. Půltučné písmo je přípustné.
- Poloha indexů u značek prvků je pevně předepsaná, ${}^A_ZE_v^z$, kde A je nukleonové (hmotnostní) číslo, Z je protonové (atomové) číslo, z je označení náboje, stavu ionizace či excitace a v je počet atomů v molekule.
- Číselné indexy udávající počty atomů ve vzorcích se dnes často nahrazují číslicí v řádku (útlocitnější osoby dají číslici alespoň do závorek). Smiřme se s touto nedokonalostí opravdu jenom tam, kde není jiné pomoci, např. polích databází (i GA ČR bohužel takovou má!), a vyhněme se jí tam, kde je to jenom lenost.
- Symboly označující částice (proton p , elektron e atd.) se píší stojatě, stejně jako symboly hladin a slupek (K , L , π atd. – proto např. se píše π -elektrony, nebo elektrony π , stojatě π).
- Lokanty o -, m -, p -, N -, O -, S - apod. pro označení polohy substituentů se píší kurzivou podobně jako stereodeskriptory (*cis*, *trans*, *meso*, E , Z , R , S) a *sek*-, *terc*-. Předpony bis-, tris-, cyklo-, iso- jsou však vždy stojatě.
- Ve vzorcích sloučenin se píší značky prvků vedle sebe bez mezer (toto poměrně triviální konstatování platí i u adičních sloučenin, např. $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), v chemických rovnicích se ale mezi číselným koeficientem a vzorcem **vždy** vynechává mezera



4. Umístění v textu

Obecně platí, že matematické vztahy či chemické rovnice se umísťují na zvláštní řádek, matematické výrazy a chemické vzorce do řádků textu. Toto pravidlo je však poměrně volné, není důvod nenechat jednoduchou rovnici v řádcích textu, nebo neumístit složitý výraz či chemický vzorec na zvláštní řádek. Vodítkem by mohlo být hledisko estetické: Jakmile je vyjádření tak „objemné“ (např. je to zlomek), že by se kvůli němu „rozpálila“ mezera mezi řádky, působí to neupraveně a je-li takových míst v odstavci více, velmi to zhorší plynulost čtení. Proto, chceme-li už dát matematické vyjádření do řádků textu, je lépe nahradit ve zlomcích vodorovné zlomkové čáry šikmými, zjednodušit psaní indexů nebo použít jiná zjednodušení. Uveďme několik příkladů:

píšeme dx/dt	místo	$\frac{dx}{dt}$
$k_A(\text{CH}_3\text{COOH}, 25\text{ }^\circ\text{C})$	místo	$(k_A)_{\text{CH}_3\text{COOH}}^{25\text{ }^\circ\text{C}}$
$\exp(-E/RT)$	místo	$e^{-E/RT}$

Chemické vzorce nebývá problém psát v „jednořádkové“ podobě, jenom to někdy zhorší přehlednost a ztratí se část předávané informace.

Rovnice na zvláštním řádku pak mohou být orientovány buď na střed, nebo zleva, odsazené na odstavcovou zářezku. Rozhoduje pouze estetické cítění autora nebo požadavky editora. Nezbytná je opět jednotná úprava v celém díle. Pozor na to, že je-li pod sebou umístěno několik matematických vztahů, musí být rovnítko pod sebou (což se snáze docílí při zarovnání rovnic „zleva“). Čísla rovnic se umísťují k pravému okraji sazby, mohou být v závorkách.

Jestliže je třeba rovnici rozdělit do více řádků, potom zásadně píšeme rovníčka pod sebe (levou stranu rovnice není nutné opakovat), např.

$$\begin{aligned}\Delta m &= 285\,840/300\,000\,000^2 = \\ &= 3,18 \cdot 10^{-12} \text{ kg} = 3,18 \cdot 10^{-9} \text{ g}\end{aligned}$$

Pokud je rovnice sama dlouhá a je třeba ji rozdělit na dva řádky, lze tak učinit u znamének plus či mínus, jen v naprosté krizi u znaménka násobení. Příslušné znaménko, kterým první řádek končí (=, +, -), se vždy musí opakovat na začátku řádku následujícího (opět rozdíl proti angličtině, která toto základní typografické pravidlo nemá a znaménko se neopakuje).

Všimněme si však jiné věci: Symboly v rovnici pochopitelně je nezbytné řádně vysvětlit, ať již bezprostředně v kontextu s rovnicí, nebo v souhrnném seznamu symbolů. To je jasné. Je však správné v textu za názvem veličiny uvádět jednotky? V samostatném seznamu symbolů je situace poněkud odlišná, tam je uvedení základních jednotek pro příslušnou veličinu velkým přínosem. I v textu, jestliže napíšeme např. „kde G_m je molární Gibbsova energie, která se udává v J mol^{-1} “, je to v pořádku. Ale velmi podobný zápis „kde G_m je molární Gibbsova energie v J mol^{-1} “ staví rovnici, ke které se vztahuje, do pozice **rovnice číselných hodnot** (srovn. část 2) – a to není vždy pravda! Naproti tomu jestliže uváděná rovnice opravdu rovnici číselných hodnot je, je **nezbytné v kontextu s rovnicí příslušné jednotky uvést**. Dovolte příklad: Napíše-li se známá Nernstova rovnice ve tvaru

$$E = E^\circ + \frac{0,059}{n} \log \frac{[\text{Ox}]}{[\text{Red}]}$$

je nezbytné výslovně uvést, že platí **pouze** pro potenciál ve voltech a při 25 °C (faktor 0,059 vznikl vyčíslením konstant, $R = 8,314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ a $F = 94\,484 \text{ C mol}^{-1}$ a teploty 298 K = 25 °C a navíc zahrnuje přepočítávací faktor přirozeného logaritmu na dekadický - měl by se vlastně psát „0,059 V“; z důvodů konzistentnosti jednotek tedy i potenciál **vyjde ve voltech**).

5. Tabulky a grafy

Přehledné a úsporné sestavení dat do tabulky vyžaduje zkušenosti a někdy i dost trpělivé práce. Nejprve alespoň několik jednoduchých typografických pravidel.

Bývá zvykem text v záhlaví sloupců tabulky zarovnávat na střed, v záhlaví řádků zleva a v jednotlivých polích tabulky na střed nebo zleva, nedělit slova. Čísla v polích tabulky se zarovnávají zprava, pod sebou příslušné číselné řády. Optimální je, je-li tabulka celkově stejně široká jako řádky textu. **V tabulce nesmí být prázdné pole** (musí v něm být alespoň pomlčka; nula v poli tabulky znamená, že nulová hodnota byla experimentálně nalezena). Text v hlavičkách sloupců zpravidla začíná velkým písmenem, text v hlavičkách řádků malým nebo velkým, ale jednotně v celé tabulce, text v jednotlivých polích tabulky vždy malým (nemá-li vyslovený charakter vět - pak to ale opět musí být ve všech polích).

Soustředme se však na matematickou otázku: Jak psát symboly veličin a jejich jednotky v záhlaví? Pro vztah mezi veličinou x , její číselnou hodnotou a jednotkou platí vztah

$$x = \{x\} \cdot [x],$$

kde $[x]$ je obecný symbol jednotky veličiny x (např. obecný symbol délky je $[L]$) a $\{x\}$ je číselná hodnota této veličiny ve zvolených jednotkách (obecný symbol číselné hodnoty je značka příslušné veličiny ve složených závorkách, např. zápis „ $\{l\}_m = 6$ “ znamená „číselná hodnota délky vyjádřená v metrech je šest“). Z prostých algebraických zákonitostí je zřejmé, že číselnou hodnotu veličiny je možné vyjádřit jako poměr veličiny a její jednotky, např. $l/m = 6$. V polích tabulky uvádíme právě tyto číselné hodnoty x (resp. na osách grafu je odečítáme) a napíšeme-li tedy do záhlaví sloupce (nebo k ose grafu) např. l/m , je vše v dokonalém pořádku. Kupodivu se však s tímto elegantním, přehledným a jednoznačným způsobem zápisu setká-

váme spíše výjimečně a mnohem běžnější je uvádění jednotek v závorkách, nebo oddělených od symbolu veličiny čárkou. Kulaté závorky nejsou špatně, zápis typu „ m , kg“ také ne – jenom tímto způsobem zápisu rezignujete na precizní matematickou formulaci. Jednotka ale **nesmí být v lomených (hranatých) závorkách** z důvodů, které byly objasněny výše. Můžete napsat $[m] = \text{kg}$, ale nikdy $m [\text{kg}]$.

Je ale ještě jeden problém: Čísla uváděná v polích tabulky nebo na osách grafu by totiž měla být, pokud je to možné, v rozmezí řádů 10^{-1} až 10^3 (tedy 0,1 až 999) – je to pro snazší orientaci čtenáře. Aby se toho docílilo, používají se právě různé násobné a dílčí jednotky. Někdy ale vhodnou dílčí jednotku nemůže či nechcete použít a potřebujete uvádět hodnoty např. v řádu $x \cdot 10^{-8}$ m. Napišme si zase rovnici pro délku d a obecné číslo x :

$$d = x \cdot 10^{-8} \text{ m}$$

Její matematickou úpravou dostaneme $x = d/10^{-8}$ m, nebo $x = d \cdot 10^8/\text{m}$. Souhlasíte? Ať však napíšete do záhlaví sloupce či k ose grafu „ $d/10^{-8}$ m“, nebo „ $d \cdot 10^8/\text{m}$ “, stejně může být čtenář na rozpacích, zda je délka řádově setiny mikrometru, nebo desetitisíce kilometrů (zvolený příklad je záměrně velmi jednoduchý, tohle by asi každý snadno uhádl, ale ne vždy je situace tak průhledně logická). Jelikož ale ani při zápisu pomocí závorek či s čárkou není výsledek o nic jednoznačnější, je asi lépe se podobným „pastičkám“ vyhýbat a vznikne-li taková situace, raději porušit pravidlo „čísel od 0,1 do 999“ a psát v uvedeném příkladu raději např. „0,02 μm “ (a samozřejmě se nabízí i zápis „20 nm“, právě proto jsou doporučené předpony pro tvoření dílčích a násobných jednotek odstupňovány po třech řádech).

Pozor i na jinou záludnost, na formulace typu: „ c je dosazováno v jednotkách $[\text{ppm} \cdot 10^{-6}]$ “; pravda je asi jiná: obsah látky, vyjádřený jako hmotnostní zlomek, má hodnoty řádu 10^{-6} , a proto lze pro jeho vyjádření s výhodou použít dílčí jednotku ppm – platí např. $c = 2 \cdot 10^{-6} = 2 \text{ ppm}$ (správně by se pro označení této veličiny ovšem neměl použít symbol koncentrace c , ale symbol hmotnostního zlomku w , a taky ty hranaté závorky jsou špatně).

6. A co na závěr

Předložený text se čtenářům asi nebude líbit. Je dlouhý, samý imperativ, samé formální „malíčkovosti“. Kdo si je má pamatovat, kdo to má hlídat a vůbec: Nejdůležitější je přece obsah! A moderní doba ... A jazyk a formální úprava stejně upadá ... A v prestižních anglických časopisech to taky bývá ...

A navíc: Kromě norem a citovaných „typografických zvyklostí“, která ani normou nejsou, existují i různá odborná doporučení, např. vědecké a odborné termíny příslušných vědních oborů kodifikují mezinárodní unie, například Mezinárodní unie pro čistou a aplikovanou chemii (IUPAC), Mezinárodní unie pro fyziku (IUPAP), Mezinárodní unie pro biochemii a molekulární biologii (IUBMB) a řada dalších. Tato doporučení se ne vždy zcela shodují spolu navzájem i s doporučeními v normách – a pro co pak má se má chudák autor rozhodnout?

Je ale opravdu nutné se předem smířovat s nedokonalostí? Nestojí vaše dozajista pečlivá experimentální a autorská práce za trochu péče i po formální stránce? V těch „tolerantnějších“ časopisech přijmou článek s atmosférami nebo podobnými formálními kazy na kráse ne proto, že by si mysleli, že je to v pořádku, ale proto, že je odborně kvalitní – a atmosféry možná vymytí redaktor, má-li časopis ještě jakého, nebo je autorovi vytkne lektor, je-li dost pečlivý. Nu, a je-li formálních nedostatků mnoho ...

Normy ani názvoslovná doporučení nejsou POVINNÉ - za nedodržení normy vás nezavrou. Ale jsou to **doporučení!** A podobně jako dodržujeme správný pravopis, abychom nebyli pokládáni za nevzdělance, je nebo by mělo být též respektování různých norem a pravidel věcí profesionální cti jak autorů, tak redaktorů. Jistě také žádný předpis nebo norma nemůže za-

chytit všechny speciální případy – postačí však řídit se duchem příslušného doporučení, na jeho základě extrapolovat pro danou situaci a nezbytné odchylky řádně vysvětlit.

Literatura:

1. Bartsch H. J.: *Matematické vzorce*. SNTL, Praha 1983.
2. Pistorius V.: *Jak se dělá kniha*. Paseka, Litomyšl 2003.
3. Kočička P., Blažek F.: *Praktická typografie*. Computer Press, Brno 2000.
4. ČSN ISO 31-0: *Veličiny a jednotky. Část 0: Všeobecné zásady*. ČNI, Praha 1994.
5. ČSN ISO 31-1: *Veličiny a jednotky. Část 1: Prostor a čas*. ČNI, Praha 1994.
6. ČSN ISO 31-2: *Veličiny a jednotky. Část 2: Periodické a příbuzné jevy*. ČNI, Praha 1994.
7. ČSN ISO 31-3: *Veličiny a jednotky. Část 3: Mechanika*. ČNI, Praha 1994.
8. ČSN ISO 31-4: *Veličiny a jednotky. Část 4: Teplo*. ČNI, Praha 1994.
9. ČSN ISO 31-5: *Veličiny a jednotky. Část 5: Elektřina a magnetismus*. ČNI, Praha 1995.
10. ČSN ISO 31-6: *Veličiny a jednotky. Část 6: Světlo a příbuzná elektromagnetická záření*. ČNI, Praha 1995.
11. ČSN ISO 31-7: *Veličiny a jednotky. Část 7: Akustika*. ČNI, Praha 1995.
12. ČSN ISO 31-8: *Veličiny a jednotky. Část 8: Fyzikální chemie a molekulová fyzika*. ČNI, Praha 1996.
13. ČSN ISO 31-9: *Veličiny a jednotky. Část 9: Atomová a jaderná fyzika*. ČNI, Praha 1996.
14. ČSN ISO 31-10: *Veličiny a jednotky. Část 10: Jaderné reakce a ionizující záření*. ČNI, Praha 1996.
15. ČSN ISO 31-11: *Veličiny a jednotky. Část 11: Matematické znaky a značky používané ve fyzikálních vědách a v technice*. ČNI, Praha 1999.
16. ČSN ISO 31-12: *Veličiny a jednotky. Část 12: Podobnostní čísla*. ČNI, Praha 1998.
17. ČSN ISO 31-13: *Veličiny a jednotky. Část 13: Fyzika pevných látek*. ČNI, Praha 1997.
18. ČSN 01 1300: *Zákonné měrové jednotky*. ÚNM, Praha 1976.
19. Klikorka J., Hanzlík J., Edits: *Názvosloví anorganické chemie*. Pravidla k roku 1985, vypracováno českou komisí pro názvosloví anorganické chemie. Academia, Praha 1987.
20. Bláha K., Ferles M., Staněk J. a kol.: *Nomenklatura organické chemie*. Academia, Praha 1985.
21. *Průvodce názvoslovím organických sloučenin podle IUPAC*. Academia, Praha 2000.
22. Duchoň J., Kahovec J., Kotyk A., Oliva K.: Chem. listy 98, 943 (2004).