

POUŽÍVANIE KONZISTENTNÝCH FYZIKÁLNYCH VZŤAHOV
A ZÁKONNÝCH MERACÍCH JEDNOTIEK
FYZIKÁLNYCH VELIČÍN

IVO PROKS

Ústav anorganického chémie Centra chemického výskumu SAV,
Dúbravská cesta 5, 842 36 Bratislava

Došlo 27. 6. 1984

Symbody všeobecných hodnôt matematických a fyzikálnych veličín (písmená) sa píše kurzívou (šikmo) (napr. x , a , i , ξ , N). Symbody konkrétnych hodnôt matematických a fyzikálnych veličín (číslicové vyjadrenie čísiel; písmená, označujúce konkrétne číslo; jednotky) sa píše antíkvou (stojato) (napr. 11 357,4; π , e i ($\equiv \sqrt{-1}$); K; m).

MOLEKULOVÉ A IM PRÍBUZNÉ VELIČINY

Definícia „molárnej¹⁾ hmotnosti“ (M_A) a „relatívnej molekulovej hmotnosti“ ($(M_r)_A$) látky A:

M_A , resp. $M(A)$ je pomer hmotnosti látky A (m_A) k látkovému množstvu látky A (n_A): $M_A = m_A/n_A$.

$(M_r)_A$, resp. $M_r(A)$ je pomer priemernej hmotnosti častice odpovedajúcej stechiometrickému vzorcu látky A s prirodzeným zastúpením nuklidov k 1/12 hmotnosti atómu nuklidu ¹²C.

Vzťah medzi M_A a $(M_r)_A$:

$$M_A = (M_r)_A \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 10^{-3}(M_r)_A \text{ kg} \cdot \text{mol}^{-1}.$$

Nevhodné

atómová váha B — A_B
(nesprávne)

molekulová váha B — M_B
(nesprávne)

na redukciu sa spotrebovalo
5 mólov vodíka

2 gramatómy Ca
4 grammolekuly B_2O_3
1 gramekvivalent H_2SO_4
5 gramiónov NO_3^-
1 faraday
1 einstein

Odporičané

relatívna atómová hmotnosť B
(A_r)_B; $A_r(B)$

relatívna molekulová hmotnosť B
(M_r)_B; $M_r(B)$

na redukciu sa spotrebovalo $n(H_2) = 5 \text{ mol}$ ($n(H) = 5 \text{ mol}$); na redukciu sa spotrebovalo látkové množstvo 5 mol H_2 (5 mol H)

2 mol Ca; $n(Ca) = 2 \text{ mol}$
4 mol B_2O_3 ; $n(B_2O_3) = 4 \text{ mol}$
1 mol 1/2 H_2SO_4 ; $n(1/2 H_2SO_4) = 1 \text{ mol}$
5 mol NO_3^-
1 mol e (t.j. elementárnych nábojov); $n(e) = 1 \text{ mol}$
1 mol $h\nu$, resp. 1 mol γ ; $n(h\nu) = 1 \text{ mol}$, resp. $n(\gamma) = 1 \text{ mol}$

¹⁾ ČSN 01 1301 neodporúča používať termín „mólový“, pretože toto slovo je blízke označeniu jednotky „mol“. Naďalej sa toto slovo používa v spojení „mólový zlomok“ (namiesto presného označenia „pomer látkového množstva“).

ZLOŽENIE SYSTÉMU

Najčastejšie používané veličiny, vyjadrujúce zloženie systému:

veličina	odporúčany symbol	definičný vzťah	jednotka SI	používaná jednotka
koncentrácia (látkového množstva) B	c_B ; $c(B)$; [B]	$n(B)/V$ (roztok)	$\text{mol} \cdot \text{m}^{-3}$	$\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$
hmotnostná koncentrácia B	ρ_B ; $\rho(B)$	$m(B)/V$ (roztok); $m(B)$ —hmotnosť B	$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$	$\text{kg} \cdot \text{dm}^{-3}$; $\text{g} \cdot \text{dm}^{-3}$
molalita B	m_B ; $m(B)$	$n(B)/m$ (rozpušťaď); m —hmotnosť	$\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}$	$\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}$
hmotnostný zlomok B	w_B ; $w(B)$	$m(B)/m$ (zmes, resp. referenčná látka); m —hmotnosť	bezrozmerná veličina	1; %; ‰; ppm atď.
mólový zlomok B	x_B ; $x(B)$ y_B ; $y(B)$	$n(B)/\sum_i n_i$	bezrozmerná veličina	1; %; ‰; ppm atď.
objemový zlomok B	φ_B ; $\varphi(B)$	$V(B)/V$ (zmes, resp. referenčná látka)	bezrozmerná veličina	1; %; ‰; ppm atď.

Ak sa vyjadruje zloženie systému zlomkovou veličinou a neuvedie sa odporúčany symbol tejto veličiny (teda w ; x resp. y ; φ), musí sa u jednotiek zlomku uviesť jeho špecifickosť (napr. 15 hmotn. ppm; 0,5 mól. %; 3,2 objem. ‰).

Roztok, v ktorom je koncentrácia látkového množstva B napr. 0,1 mol \cdot dm⁻³, sa niekedy nazýva „0,1 molárny roztok B“; toto označenie možno skráteno zapísať v tvare „0,1 M-B“ (symbol „M“ neoznačuje jednotku, ale je skratkou adjektíva „molárny“). V texte musí byť uvedený druh rozpúšťaďa.

Roztok, v ktorom je molalita B napr. 0,1 mol \cdot kg⁻¹, sa niekedy nazýva „0,1 molárny roztok B“; toto označenie možno skráteno zapísať v tvare „0,1 m-B“ (symbol „m“ neoznačuje jednotku, ale je skratkou adjektíva „molárny“). V texte musí byť uvedený druh rozpúšťaďa.

Pri vyjadrovaní presných výsledkov sa nemá používať jednotka „liter“ (l), ale výhradne len „kubický decimeter“ (dm³).

*Nevhodné*0,1 N KMnO₄ $c(\text{CaCl}_2) = 0,05 \text{ val} \cdot \text{l}^{-1}$ $c(\text{NaF}) = 0,2 \text{ M}$

vodný roztok NaCl s koncentráciou 0,002 M

váhové percento MgO = 15 %

objemové percento CH₃OH = 2,5 %*Odporúčané* $c(1/5 \text{ KMnO}_4) = 0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ $c(1/2 \text{ CaCl}_2) = 0,05 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ $c(\text{NaF}) = 0,2 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ 0,002 M-NaCl (H₂O) $w(\text{MgO}) = 15 \%$; v systéme je 15 hmotn. % MgO $\varphi(\text{CH}_3\text{OH}) = 2,5 \%$; v systéme je 2,5 objem. % CH₃OH

koncentrácia $\text{ThO}_2 = 1,3 \text{ ppm}$	$w(\text{ThO}_2) = 1,3 \text{ ppm}$; v systéme je 1,3 hmotn. ppm ThO_2
pomer miešania $\text{CaO} : \text{MgO} = 1 : 2$	pomer miešania $m(\text{CaO}) : m(\text{MgO}) = 1 : 2$; resp. $n(\text{CaO}) : n(\text{MgO}) = 1 : 2$
pomer miešania $\text{CH}_3\text{OH} : \text{H}_2\text{O} = 1 : 3$	pomer miešania $V(\text{CH}_3\text{OH}) : V(\text{H}_2\text{O}) = 1 : 3$

SYMBOLY FYZIKÁLNYCH VELIČÍN

Odporúča sa dvojaký spôsob špecifikácie fyzikálnych veličín: a) vhodným indexom, b) zápisom špecifikácie v okrúhlych zátvorkách, uvedeným za veličinou.

a) Stručnú špecifikáciu veličiny možno vyjadriť jej indexom (napr. p_r (r — relatívny); symboly fyzikálnych veličín v indexoch sa tlačia kurzívou (napr. c_p)).

b) Vyčerpávajúca špecifikácia veličiny sa uvedie za vlastným symbolom veličiny v okrúhlych zátvorkách (napr. $c(\text{BaCl}_2; \text{H}_2\text{O}; 25^\circ\text{C}; 0,1 \text{ MPa}) = 2,3 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$; $\epsilon([\text{Fe}(\text{py})_3]^{2+}; 520 \text{ nm}) = 8 \cdot 10^{-3} \text{ mol}^{-1} \cdot \text{dm}^3 \cdot \text{cm}^{-1}$)).

Vzhľadom na ťažkosť pri tlači a prehľadnosť textu sa nemajú používať indexy s ďalším indexom, resp. s pravým horným indexom (napr. $\rho_{\text{Li}_2\text{SO}_4}$; $w_{25^\circ\text{C}}$; $c_{\text{NO}_3^-}$).

Odporúčajú sa len nasledujúce horné indexy (superscripts): $^\circ$ alebo $*$ — čistá látka; $^\infty$ — nekonečné zriedenie; $^{\text{id}}$ — ideálny; $^\circ$ alebo $^\ominus$ — štandardný; $*$ — aktivovaný komplex, prechodný stav.

Molárne veličiny sa môžu upresniť indexom „m“. Merné veličiny sa označujú malými písmenami.

Čas sa prednostne označuje písmenom t ; Celziova teplota sa označuje symbolmi t , resp. θ (θ).

Zmena veličiny „rozsah reakcie, prebiehajúcej podľa schémy $\sum_X \nu_X X = 0$ “, je definovaná vzťahom $d\xi = dn_A/\nu_A$; SI jednotkou ξ je teda „mol“.

Podiel $dH_r/d\xi$ sa nazýva „molárna reakčná entalpia“ ($\Delta H_{m,r}$); jej SI jednotkou je „J $\cdot \text{mol}^{-1}$ “.

Reakčná rýchlosť $\dot{\xi}$ je definovaná vzťahom: $\dot{\xi} = d\xi/dt = \nu_A^{-1} dn_A/dt$. Jej SI jednotkou je „mol $\cdot \text{s}^{-1}$ “. Veličiny dn_A/dt , dm_A/dt , resp. dc_A/dt sa nepovažujú za „reakčnú rýchlosť“ a majú mať teda iný názov (napr. rýchlosť konverzie).

Nevhodné

$$H_{\text{C}_2\text{MS}_2, 1727}^{\text{fus}} = 123,9 \pm 3,7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$C_{\text{sklo}, 1548-1835} = 1,5 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$T \in \langle 1000, 1500 \rangle \text{ K}$$

rýchlosť reakcie sa merala pri teplotách 800, 900, 1000, 1100 a 1200 °C.

Odporúčané

$$\Delta H_m(\text{fus.}, \text{C}_2\text{MS}_2; 1727 \text{ K}) = (123,9 \pm 3,7) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$c(\text{sklo}, \langle 1548 \text{ K}, 1835 \text{ K} \rangle) = 1,5 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$T \in \langle 1000 \text{ K}, 1500 \text{ K} \rangle$$

rýchlosť reakcie sa merala pri teplotách 800 °C, 900 °C, 1000 °C, 1100 °C a 1200 °C;

rýchlosť reakcie sa merala pri rôznych teplotách ($\theta/^\circ\text{C} = 800, 900, 1000, 1100$ a 1200).

FYZIKÁLNE VZŤAHY

1. Každá fyzikálna veličina A je súčinom jej číselnej hodnoty (symbol $\{A\}$) a jej jednotky (symbol $[A]$):

$$A = \{A\} \cdot [A].$$

2. Všetky fyzikálne veličiny možno odvodiť s použitím základných veličín: dĺžky, hmotnosti, času, elektrického prúdu, termodynamickej teploty, látkového množstva a svietivosti.

3. Algebraicky možno sčítat len veličiny s rovnakými jednotkami.

4. Argumenty exponenciálnych a logaritmických funkcií sú čísla, číselné hodnoty fyzikálnych veličín alebo bezrozmerné fyzikálne veličiny.

5. Súčin dvoch fyzikálnych veličín a a b možno rovnocenne zapísať např. ab ; $a \cdot b$; $a \cdot b$. Podiel dvoch fyzikálnych veličín a a b možno zapísať napr. $\frac{a}{b}$; a/b ; $a \cdot b^{-1}$.

Vo výrazoch nemá byť nikdy viac ako jedna šikmá zlomková čiara (inak musí byť jednoznačnosť výrazu zaistená použitím zátvoriek).

Nevhodné

Odporúčané

$$\ln p = 2,8 \cdot 10^1 + 4,3 \cdot 10^{-2} \cdot T - 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot T^2$$

$$\ln (p/\text{kPa}) = 2,8 \cdot 10^1 + 4,3 \cdot 10^{-2} \cdot T \cdot \text{K}^{-1} - 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot T^2 \cdot \text{K}^{-2}$$

$$d \ln p/dT = 4,3 \cdot 10^{-2} - 2,4 \cdot 10^{-5} \cdot T$$

$$(d \ln \{p\})/dT = 4,3 \cdot 10^{-2} \cdot \text{K}^{-1} - 2,4 \cdot 10^{-5} \cdot T \cdot \text{K}^{-2} \quad (\text{táto rovnica platí pre všeobecnú číselnú hodnotu } p \text{ (t. j. } \{p\}) \text{ bez ohľadu na použitú jednotku tlaku, pretože } d \ln \{p\} = dp/p)$$

$$D = D_0 \cdot e^{(15\,000/T)}$$

$$D = D_0 \cdot \exp(15\,000 \text{ K}/T)$$

$$\Delta H = C \cdot (T - 298)$$

$$\Delta H = C \cdot (T - 298 \text{ K})$$

$$-\frac{dm}{dt} = k \cdot m^{0,31}; k = 3,5 \text{ s}^{-1}$$

$$-\frac{d(m/g)}{dt} = k(m/g)^{0,31}; k = 3,5 \text{ s}^{-1}$$

$$-d(m/g)/dt = k(m/g)^{0,31}; k = 3,5 \text{ s}^{-1}$$

$$C_A = \Delta H/\Delta T/n_A$$

$$(C_m)_A = \Delta H/(\Delta T \cdot n_A)$$

$$k = dc/dt/c - c_0$$

$$k = (dc/dt)/(c - c_0)$$

$$\log k = \log k_0 + \frac{2 \cdot A \cdot z_A \cdot z_B \cdot I^{1/2}}{1 + I^{1/2}} \quad \log \frac{k}{k_0} = \frac{2 \cdot A \cdot z_A \cdot z_B \cdot \{I\}^{1/2}}{1 + \{I\}^{1/2}},$$

resp.

$$\log (k/k_0) = 2 \cdot A \cdot z_A \cdot z_B \cdot$$

$$\cdot (I/(\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}))^{1/2}/(1 + (I/(\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}))^{1/2})$$

k — rýchlostná konštanta (s^{-1})

A — Debyeova—Hückelova konštanta (bezrozmerná veličina)

z_i — nábojové číslo, počet nábojov, mocenstvo (bezrozmerná veličina)

I — iónová sila ($\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$).

TABULKY A GRAFY

Ak sú v stĺpcoch, resp. riadkoch tabuliek a u kót na osiach číselné hodnoty veličín — napr. $\{A\}$, potom sa uvádzajú ich definičné vzťahy v záhlaví tabuliek alebo na konci osí v grafoch ($\{A_i\} = A_i/[A_i]$).

<i>Nevhodné</i>		<i>Odporúčané</i>	
T (K)	$10^3/T$	T/K	$10^3 K/T$, resp. kK/T
p (MPa)	$\ln p$	p/MPa	$\ln (p/\text{MPa})$
t (s)	$10^2 \cdot k$ ($\text{dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$)	$\frac{t}{s}$	$\frac{10^2 \cdot k}{\text{dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}}$
		t/s	$10^2 \cdot k \cdot (\text{dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{s}^{-1})^{-1}$
ΔH^\ddagger (kJ·mol ⁻¹)	ΔS^\ddagger (J·mol ⁻¹ ·K ⁻¹)	$\frac{\Delta H_m^\ddagger}{\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}}$	$\frac{\Delta S_m^\ddagger}{\text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}}$
		$\Delta H_m^\ddagger/(\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1})$	$\Delta S_m^\ddagger/(\text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1})$
$\tilde{\nu}$ (cm ⁻¹)	$\log \varepsilon$ (mol ⁻¹ · dm ³ · cm ⁻¹)	$\tilde{\nu}/\text{cm}^{-1}$	$\log (\varepsilon/(\text{mol}^{-1} \cdot \text{dm}^3 \cdot \text{cm}^{-1}))$
výťažok %		výťažok/%	
$\frac{\text{CaO} + \text{MgO}}{\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3}$		$\frac{w(\text{CaO}) + w(\text{MgO})}{w(\text{SiO}_2) + w(\text{Al}_2\text{O}_3) + w(\text{Fe}_2\text{O}_3)}$	
		$\frac{(w(\text{CaO}) + w(\text{MgO})) / (w(\text{SiO}_2) + w(\text{Al}_2\text{O}_3) + w(\text{Fe}_2\text{O}_3))}{\text{resp.}}$	
		$\frac{n(\text{CaO}) + n(\text{MgO})}{n(\text{SiO}_2) + n(\text{Al}_2\text{O}_3) + n(\text{Fe}_2\text{O}_3)}$	
		$\frac{(n(\text{CaO}) + n(\text{MgO})) / (n(\text{SiO}_2) + n(\text{Al}_2\text{O}_3) + n(\text{Fe}_2\text{O}_3))}{}$	

Literatúra

- [1] ČSN 01 1300 (16. 10. 1979): Zákonné mēricí jednotky.
 [2] ČSN 01 1301 (18. 1. 1983): Veličiny, jednotky a rovnice. Spoločná ustanovení.
 [3] *Symbody, jednotky a názvoslovi ve fyzice*. Dokument UIP 20 (1978), Academia, Praha 1983.
 [4] *Nomenklaturnyje pravila IJuPAK po chimiji*, Tom 1 VINITI, Moskva 1979.
 [5] Mc Glashan M. L.: Annual Rev. Phys. Chem., 24, 51 (1973).

MIKROPOČÍTAČ PŘEKLADATEL. Pomocí mikropočítače COMMODORE překládá jistá překladatelská kancelář v Düsseldorfu odborné texty. Elektronický „slovník“ má v paměti na 80 000 slovíček a pojmů, které lze volit pro každý obor.

(Převzato z Sdělovací technika č. 6, r. 1983, s. 230.)

Kasa