

# Základní chemické zákony

FC 3806

Jaro 2021

1) Na jaký objem v  $\text{dm}^3$  je nutno zředit  $120 \text{ cm}^3$  HCl o  $c = 0,08 \text{ mol/l}$ , aby vznikla HCl o  $c = 0,0012 \text{ mol/l}$ ?

$$V_3 = ? (\text{dm}^3)$$

$$V_2 = ? (\text{dm}^3)$$

$$V_1 = 120 \text{ cm}^3 = 0,12 \text{ dm}^3$$

$$c_1 = 0,08 \text{ mol l}^{-1}$$

$$c_3 = 0,0012 \text{ mol l}^{-1}$$

$$c_2 = \text{voda} = 0 \text{ mol l}^{-1}$$

---

$$V_1 c_1 + V_2 c_2 = c_3 (V_1 + V_2)$$

$$0,12 \cdot 0,08 + 0 \cdot V_2 = 0,0012 (0,12 + V_2)$$

$$9,6 \cdot 10^{-3} = 1,44 \cdot 10^{-4} + 0,0012 V_2$$

$$9,456 \cdot 10^{-3} = 0,0012 V_2$$

$$V_2 = 7,88 \text{ dm}^3$$

$$V_3 = V_1 + V_2 = 0,12 + 7,88 = \underline{\underline{8 \text{ dm}^3}}$$

Kolika gramů siranu zinečnatého a kolik ml vody je potřeba a pivo 150g 10% roztok?

síran zinečnatý  $ZnSO_4$

síran n. + voda = 0

$$m_3 = 150g$$
$$w_3 = 10\% = 0,1$$

$$m_1 w_1 + m_2 w_2 = (m_1 + m_2) w_3$$

$$m_1 w_1 + 0 = 150 \cdot 0,1$$

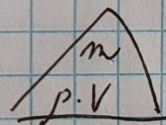
$$m_1 w_1 = 15$$

$$m_1 \cdot 1 = 15$$

$$m_1 = \underline{15g ZnSO_4}$$

$$w_1 = 100\% ZnSO_4 \Rightarrow 1$$

$$m_2 = m_3 - m_1 = 150g - 15g = \underline{135g H_2O}$$



$$V = \frac{m}{\rho} \quad \rho_{H_2O} = 1$$

$$V_{H_2O} = \frac{135}{1} = \underline{135 ml H_2O}$$

je potřeba 15g siranu a 135ml vody.

3) V jakém objemu v litrech musí být obsaženo 850 mg KF, aby koncentrace roztoku byla 4 g/l?

$$3) m = 850 \text{ mg} = 0,85 \text{ g}$$

$c_m = 4 \text{ g/l}$  ... v 1 litru je 4 gramy KF

$$\begin{array}{r} \times 4 \text{ g} \dots 1 \text{ l} \quad \times \\ \hline 0,85 \text{ g} \dots x \text{ l} \end{array}$$

$$x = \frac{0,85}{4} = \underline{\underline{0,2125 \text{ l}}}$$

4) 128 ml 20% roztoku NaCl je zředěno vodou na 563 ml. Jaká je látková koncentrace v mol/l nového roztoku? Hustota 20% roztoku NaCl je 1,1478 g/ml.

$$4/ \quad \frac{m}{V} = \frac{m_{\text{látky}}}{V_0}$$

$$0,2 = \frac{m}{146,92}$$

$$m = 29,38 \text{ g NaCl}$$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{29,38}{58,44} = 0,5028 \text{ mol}$$

$$m_0 = \rho_0 \cdot V_0$$

$$m_0 = 1,1478 \cdot 128$$

$$m_0 = 146,928 \text{ g}$$

$$n = V \cdot c \rightarrow c = \frac{n}{V}$$

$$c = \frac{0,5028}{0,563} = \underline{\underline{0,893 \text{ mol/l}}}$$

5. Ke 0,22 litrům 10% dusičnanu sodného ( $\text{NaNO}_3$ ) o hustotě 1,0674 g/ml bylo přidáno 5 dl vody. Jaka' bude výsledná koncentrace vzniklého roztoku?

$$V_1 = 0,22 \text{ l}$$

$$W = 10\% = 0,1$$

$$M(\text{NaNO}_3) = 85 \text{ g/mol}$$

$$\rho_1 = 1,0674 \text{ g/ml} = 1067,4 \text{ g/l}$$

$$V_2 = 5 \text{ dl} = 0,5 \text{ l}$$

$$C_2 = 0 \text{ (voda)}$$

$$V_x = 0,72 \text{ l}$$

$$C_x = ?$$

$$C_1 = \frac{W \cdot \rho}{M} = \frac{0,1 \cdot 1067,4}{85} = 1,256 \text{ mol/l}$$

$$V_1 C_1 + V_2 C_2 = V_x C_x$$

$$0,22 \cdot 1,256 + 0,5 \cdot 0 = 0,72 C_x$$

$$\underline{\underline{C_x = 0,384 \text{ mol/l}}}$$

Vzniklý roztok má koncentraci 0,384 mol/l.

6) Do praktické výuky laboratoří je třeba připravit 250 ml kyseliny chlorovodíkové o koncentraci 0,5 mol/l. K dispozici je pouze 35% kyselina. Ta má na své zásobní láhvi napsáno následující: 1000 ml  $\approx$  1180 g. Kolik jí musí laborant napipetovat do odměrné baňky? Jakým způsobem by to měl nejlépe udělat?

$$c = 0,5 \text{ mol/l}$$

$$V = 0,25 \text{ l}$$

$$M(\text{HCl}) = 1,008 + 35,45 = 36,458$$

$$\textcircled{1} \quad c = \frac{m}{M \cdot V}$$

$$m = c \cdot M \cdot V$$

$$m = 0,5 \cdot 36,458 \cdot 0,25$$

$$m = 4,55725 \text{ g}$$

$$\textcircled{2} \quad \begin{array}{l} \downarrow 100\% \quad \dots \quad 4,55725 \text{ g} \\ \downarrow 35\% \quad \dots \quad x \text{ g} \\ x = 13,0207 \text{ g} \end{array}$$

$$\textcircled{3} \quad \begin{array}{l} \uparrow 1000 \text{ ml} \quad \dots \quad 1180 \text{ g} \\ \uparrow x \text{ ml} \quad \dots \quad 13,0207 \text{ g} \\ \underline{x = 11,0345 \text{ ml} \approx 11 \text{ ml}} \end{array}$$

Bylo by nalito pomocí nálevky, jejíž stopka by sahala pod úroveň rysky, 100 - 150 cm<sup>3</sup> destilované vody do 250 ml odměrné baňky. Následně by bylo pomocí dělené pipety napipetováno do odměrné baňky 11 cm<sup>3</sup> 35% roztoku HCl. Opět pomocí nálevky by byla do odměrné baňky přidána destilovaná voda do místa zúžení, následně by byla baňka doplněna destilovanou vodou po rysku (spodní meniskus) nedělenou pipetou. Odměrná baňka by byla zatřepána a její obsah promíchán otáčením baňky. Dostalo-li by při promíchání k objemové kontrakci, byl by obsah baňky opětovně doplněn destilovanou vodou po rysku.

Laborant musí do odměrné baňky napipetovat 11 ml kyseliny chlorovodíkové.

1. Oxid siřičitý byl připraven jednak přímou syntézou z prvků  $S + O_2 \rightarrow SO_2$  a jednak reakcí  $Na_2SO_3$  s  $H_2SO_4$ . V prvním případě zreagovalo 48,09 g síry s kyslíkem za vzniku 96,06 g  $SO_2$ , v druhém případě bylo po analýze zjištěno, že připravený  $SO_2$  obsahuje 50,05 % síry. Ověřte, zda naměřená data vyhovují zákonu stálých poměrů slučovacích.

Řešení:

Vypočteme poměr hmotností síry a kyslíku v  $SO_2$  připraveném uvedenými způsoby:

$$\text{Příprava I: } \frac{m(S)}{m(O)} = \frac{m(S)}{m(SO_2) - m(S)} = \frac{48,09}{(96,09 - 48,09)} = 1,002$$

$$\text{Příprava II: } \frac{m(S)}{m(O)} = \frac{\% (S)}{\% (O)} = \frac{\% (S)}{100 - \% (S)} = \frac{50,05}{(100 - 50,05)} = 1,002$$

Podíl je v obou případech stejný. Naměřená data v daném případě vyhovují zákonu stálých poměrů slučovacích.



2. Na příkladu CO a CO<sub>2</sub> ověřte platnost zákona násobných poměrů slučovacích. Střední relativní atomové hmotnosti jsou:  $A_r^{\text{stř}}(\text{O}) = 15,9994$ ;  $A_r^{\text{stř}}(\text{C}) = 12,011$ .

Řešení:

Hmotnostní poměr C : O v obou uvažovaných látkách je:

	CO		CO <sub>2</sub>	
	m(C)	m(O)	m(C)	m(O)
V obou látkách stejná hmotnost uhlíku (šedé pole)	12,011	: 15,9994	12,011	: 2 · 15,9994
Poměr hmotností kyslíku připadajících na stejnou hmotnost uhlíku		15,9994		31,9988
		1	:	2

3. Vodík reaguje s kyslíkem podle rovnice:  $2 \text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ . Za předpokladu, že výtěžek této reakce je 100 % a že všechny objemy byly měřeny při téže teplotě a tlaku, vypočítejte:

- Objemy plynů ve směsi po reakci, jestliže před reakcí bylo ve směsi  $15 \text{ dm}^3$  vodíku a  $10 \text{ dm}^3$  kyslíku,
- poměr počtu molekul všech plynů před a po reakci  $15 \text{ dm}^3$  vodíku a  $10 \text{ dm}^3$  kyslíku.

a) Při reakci kyslíku s vodíkem za vzniku vody zreagují dva objemy vodíku s jedním objemem kyslíku za vzniku dvou objemů vody (stechiometrické koeficienty v rovnici zadané reakce). Zadaná počáteční množství vodíku a kyslíku jsou ale v poměru 15 : 10 neboli 1,5 : 1. Vodíku tedy bylo v systému před reakcí méně, než je zapotřebí pro úplné zreagování kyslíku. Proto je vodík z hlediska množství látek limitujícím faktorem, ke kterému budeme vztahovat výpočet.

Vodík zreaguje všechno, kyslíku pouze část. Zadaný počáteční objem vodíku  $15 \text{ dm}^3$  tedy představuje 2 díly. Jeden díl je tedy  $7,5 \text{ dm}^3$ . V reakci tedy zreaguje  $7,5 \text{ dm}^3$  kyslíku a zůstane  $2,5 \text{ dm}^3$  kyslíku nezreagovaných. Kromě toho vznikne  $15 \text{ dm}^3$  vodní páry.

Objemy plynů po reakci budou:

$$V(\text{vodík}) = 0 \text{ dm}^3, V(\text{kyslík}) = 2,5 \text{ dm}^3, V(\text{vodní pára}) = 15 \text{ dm}^3.$$

b) Podle Avogadrova zákona je poměr počtu molekul libovolných plynů roven poměru objemů těchto plynů, měřených za téže teploty a tlaku.

Poměr počtu molekul  $\text{H}_2 : \text{O}_2 : \text{H}_2\text{O}$  před reakcí byl roven 2 : 1 : 0.

Poměr počtu molekul  $\text{H}_2 : \text{O}_2 : \text{H}_2\text{O}$  po reakci byl roven 0 : 2,5 : 15 = 0 : 1 : 6

4. Zjistěte, o kolik procent klesne hmotnost reakční soustavy při vzniku 1 mol produktu:

a) u silně exotermické reakce  $\text{H}_2 + \frac{1}{2} \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ . Při vzniku 1 mol  $\text{H}_2\text{O}$  touto reakcí se uvolní teplo 242 kJ.

b) u jaderné fúze  ${}^2_1\text{H} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He}$ ,  $M({}^2_1\text{H}) = 2,0141 \text{ g mol}^{-1}$ ,  $M({}^4_2\text{He}) = 4,0026 \text{ g mol}^{-1}$

Řešení:

a) u reakce  $\text{H}_2 + \frac{1}{2} \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ :

$$\Delta E = \Delta m c^2 \Rightarrow \Delta m = \frac{\Delta E}{c^2} = \frac{242\,000 \text{ J}}{(2,998 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1})^2} = 2,69 \cdot 10^{-12} \text{ kg na 1 mol vzniklé vody}$$

Tento hmotnostní úbytek nyní převedeme na procenta:

1 mol $\text{H}_2\text{O}$ (tj. 18 g) .....	0,018 kg	.....	100 %
hmotnostní úbytek .....	$2,69 \cdot 10^{-12} \text{ kg}$	.....	x %

---

$$x = \frac{2,69 \cdot 10^{-12} \text{ kg}}{0,018 \text{ kg}} \cdot 100 \% = 1,5 \cdot 10^{-8} \%$$

Hmotnostní úbytek u této chemické reakce činí  $1,5 \cdot 10^{-8} \%$ .

1) Hmotnostní poměr vodíku ku kyslíku je 1 : 7,94. Zreaguje beze zbytku na vodu 5 g H<sub>2</sub> s 25 g O<sub>2</sub>? Pokud ne, jak velký nadbytek příslušné látky je?

$$1) \quad \frac{1}{7,94} = \frac{50}{397}$$

$$\frac{5}{25} = \frac{1}{5}$$

$$\frac{50}{397}$$

$$\neq \frac{1}{5}$$

$\Rightarrow$  NEZREAGUJE

VODÍK JE V NADBYTKU

Mg vodíku ... 7,94g hmotka

Xg vodíku ... 25g hmotka

$$\frac{x}{1} = \frac{25}{7,94}$$

$$x = 3,15g$$

$$m_{\text{celk}} - m_{\text{reag}} = m_{\text{nadh.}}$$

$$5 - 3,15 = \underline{\underline{1,85g}}$$

je nadbytek 1,85g vodíku.

Různými způsoby byly připraveny tři různé vzorky téže sloučeniny prvku X s prvkem Y. První vzorek obsahoval 35,9 % X a 64,1 % Y, druhý vzorek obsahoval 4,20 g X a 7,50 g Y a 2,00 g třetího vzorku vzniklo sloučením 0,718 g X s prvkem Y. Ověřte, zda naměřená data vyhovují zákonu stálých poměrů slučovacích pro sloučeninu prvku X s prvkem Y.

$$\text{I} : \frac{X(\%) }{Y(\%)} = \frac{35,9\%}{64,1\%} = 0,56$$

$$\text{II} : \frac{m(X)}{m(Y)} = \frac{4,2g}{7,5g} = 0,56$$

$$\text{III} : \frac{m(X)}{m_{\text{total}} - m(X)} = \frac{0,718}{2 - 0,718} = 0,56$$

✓ YH0VUJ, /

Jaký je při teplotě 20 °C a tlaku 100 kPa poměr počtu molekul  
v těchto objemech plynů?

1 dm<sup>3</sup> O<sub>2</sub>, 0,5 dm<sup>3</sup> H<sub>2</sub>, 4 dm<sup>3</sup> SO<sub>2</sub>, 3 dm<sup>3</sup> HCN a 1 dm<sup>3</sup> C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>?