

# **SBÍRKA ÚLOH CHEMICKÝCH VÝPOČTŮ**

ALEŠ KAJZAR  
BRNO 2015

# Obsah

<b>1</b>	<b>Hmotnostní zlomek</b>	<b>1</b>
1.1	Řešené příklady . . . . .	1
1.2	Příklady k procvičení . . . . .	6
<b>2</b>	<b>Objemový zlomek</b>	<b>8</b>
2.1	Řešené příklady . . . . .	8
2.2	Příklady k procvičení . . . . .	12
<b>3</b>	<b>Látkové množství</b>	<b>13</b>
3.1	Řešené příklady . . . . .	13
3.2	Příklady k procvičení . . . . .	18
<b>4</b>	<b>Molární koncentrace</b>	<b>20</b>
4.1	Řešené příklady . . . . .	20
4.2	Příklady k procvičení . . . . .	23
<b>5</b>	<b>Ředění roztoků</b>	<b>24</b>
5.1	Řešené příklady . . . . .	24
5.2	Příklady k procvičení . . . . .	27
<b>6</b>	<b>Výpočty z chemických rovnic</b>	<b>28</b>
6.1	Řešené příklady . . . . .	28
6.2	Příklady k procvičení . . . . .	30
<b>7</b>	<b>Výpočty z chemického vzorce</b>	<b>32</b>
7.1	Řešené příklady . . . . .	32
7.2	Příklady k procvičení . . . . .	33
<b>8</b>	<b>Výsledky příkladů k procvičení</b>	<b>35</b>
8.1	Hmotnostní zlomek . . . . .	35
8.2	Objemový zlomek . . . . .	35
8.3	Látkové množství . . . . .	35
8.4	Molární koncentrace . . . . .	36
8.5	Ředění roztoků . . . . .	36
8.6	Výpočty z chemických rovnic . . . . .	36
8.7	Výpočty z chemického vzorce . . . . .	36

# HMOTNOSTNÍ ZLOMEK

KAPITOLA

# 1

**Hmotnostní zlomek** je dán podílem hmotnosti látky rozpuštěné a hmotností roztoku.

$$w = \frac{m_{\text{látky}}}{m_{\text{roztoku}}}$$

**Hmotnost roztoku** je součet hmotnosti látky rozpuštěné a hmotnosti rozpouštědla (např. vody).

$$m_{\text{roztoku}} = m_{\text{rozpuštědla}} + m_{\text{látky}} \quad (1.1)$$

**Hmotnostní procento** je hmotnostní zlomek vynásobený stem.

## 1.1 Řešené příklady

### 1.1.1 Máme 3 g látky v 86 g roztoku. Jaká bude % koncentrace roztoku?

$$m_{\text{látky}} = 3 \text{ g}$$

$$m_{\text{roztoku}} = 86 \text{ g}$$

$$w = ?$$

Vyjdeme ze vzorce pro hmotnostní zlomek a dosadíme, výsledek vynásobíme stem, abychom získali % hmot. koncentraci:

$$w = \frac{m_{\text{látky}}}{m_{\text{roztoku}}} = \frac{3}{86} = 0,349 = 3,49\% \quad (1.2)$$

### 1.1.2 Máme 14 g látky v 64 g roztoku. Jaký bude hmotnostní zlomek roztoku?

$$m_{\text{látky}} = 14 \text{ g}$$

$$m_{\text{roztoku}} = 64 \text{ g}$$

$$w = ?$$

Vyjdeme ze vzorce pro hmotnostní zlomek a dosadíme:

$$w = \frac{m_{\text{látky}}}{m_{\text{roztoku}}} = \frac{14}{64} = 0,22$$

**1.1.3 Máme 27 g látky, kterou smícháme s 34 g rozpouštědla. Jaká bude % koncentrace roztoku?**

$$m_{\text{látky}} = 27 \text{ g}$$

$$m_{\text{rozpouštědla}} = 34 \text{ g}$$

$$w = ?$$

Vydeme ze vzorce pro hmotnostní procento. Za  $m_{\text{roztoku}}$  dosadíme součet hmotnosti rozpuštěné látky a hmotnosti rozpouštědla:

$$m_{\text{roztoku}} = m_{\text{látky}} + m_{\text{rozpouštědla}}$$

$$w = \frac{m_{\text{látky}}}{m_{\text{roztoku}}} = \frac{m_{\text{látky}}}{m_{\text{látky}} + m_{\text{rozpouštědla}}} = \frac{27}{27 + 34} = 44,26$$

**1.1.4 Máme 2 g látky, kterou smícháme s 96 g rozpouštědla. Jaký bude hmotnostní zlomek roztoku?**

$$m_{\text{látky}} = 2 \text{ g}$$

$$m_{\text{rozpouštědla}} = 96 \text{ g}$$

$$w = ?$$

$$m_{\text{roztoku}} = m_{\text{látky}} + m_{\text{rozpouštědla}}$$

$$w = \frac{m_{\text{látky}}}{m_{\text{roztoku}}} = \frac{m_{\text{látky}}}{m_{\text{látky}} + m_{\text{rozpouštědla}}} = \frac{2}{2 + 96} = 0,02$$

**1.1.5 Máme 55 g 3% roztoku. Jaká bude hmotnost rozpuštěné látky?**

$$m_{\text{roztoku}} = 55 \text{ g}$$

$$w = 3\% = 0,03$$

$$m_{\text{látky}} = ?$$

Počítáme podle vzorce pro hmotnostní zlomek, který upravíme. Hmotnostní procento, které máme uvedeno v zadání, vydělíme stem pro dosazení do vzorce.

$$w = \frac{m_{\text{látky}}}{m_{\text{roztoku}}}$$

$$m_{\text{látky}} = w \cdot m_{\text{roztoku}} = 0,03 \cdot 55 = 1,65 \text{ g}$$

**1.1.6 Máme 187 g 10% roztoku. Jaká bude hmotnost rozpouštědla?**

$$m_{\text{roztoku}} = 187 \text{ g}$$

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

$$m_{\text{látky}} = ?$$

Vyjdeme z následujících vztahů:

$$m_{\text{roztoku}} = m_{\text{látky}} + m_{\text{rozpouštědla}}$$

$$w = \frac{m_{\text{látky}}}{m_{\text{roztoku}}}$$

Upravíme a dosadíme:

$$m_{\text{rozpouštědla}} = m_{\text{roztoku}} - m_{\text{látky}} = m_{\text{roztoku}} - w \cdot m_{\text{roztoku}} = 187 - 0,1 \cdot 187 = 168,3 \text{ g}$$

**1.1.7 Máme 6% roztok, ve kterém je 95 g rozpuštěné látky. Jaká je hmotnost roztoku?**

$$m_{\text{látky}} = 95 \text{ g}$$

$$w = 6\% = 0,06$$

$$m_{\text{roztoku}} = ?$$

Upravíme vzorec pro hmotnostní zlomek a dosadíme:

$$w = \frac{m_{\text{látky}}}{m_{\text{roztoku}}}$$

$$m_{\text{roztoku}} = \frac{m_{\text{látky}}}{w} = \frac{95}{0,06} = 1583,33 \text{ g}$$

**1.1.8 Máme 29% roztok, ve kterém je 85 g rozpuštěné látky. Jaká je hmotnost rozpouštědla?**

$$m_{\text{roztoku}} = 85 \text{ g}$$

$$w = 29\% = 0,29$$

$$m_{\text{rozpouštědla}} = ?$$

Vyjdeme z následujících vzorců:

$$m_{\text{roztoku}} = m_{\text{látky}} + m_{\text{rozpouštědla}}$$

$$w = \frac{m_{\text{látky}}}{m_{\text{roztoku}}}$$

Postupně upravíme:

$$m_{\text{rozpouštědla}} = m_{\text{roztoku}} - m_{\text{látky}}$$

$$m_{\text{roztoku}} = \frac{m_{\text{látky}}}{w}$$

$$m_{\text{rozpouštědla}} = \frac{m_{\text{látky}}}{w} - m_{\text{látky}} = \frac{85}{0,29} - 85 = \underline{\underline{208,1 \text{ g}}}$$

### 1.1.9 Máme 9% roztok, ve kterém je 40 g rozpouštědla. Jaká je hmotnost roztoku?

$$m_{\text{rozpouštědla}} = 40 \text{ g}$$

$$w = 9\% = 0,09$$

$$m_{\text{roztoku}} = ?$$

U tohoto příkladu můžeme postupovat buď úvahou vedoucí na přímou úměru, nebo pomocí vhodné úpravy vzorců. Ukážeme si obě možnosti, obě vedou ke stejnému výsledku.

V zadání máme, že roztok obsahuje 9 % rozpuštěné látky, to znamená 91 % rozpouštědla, které má hmotnost 40 g. Sto procent roztoku pak má podle přímé úměry hmotnost 43,96 g, což je výsledek.

Pokud se chceme dobrat k výsledku úpravou vzorců, musíme využít tyto vztahy:

$$m_{\text{roztoku}} = m_{\text{látky}} + m_{\text{rozpouštědla}}$$

$$w = \frac{m_{\text{látky}}}{m_{\text{roztoku}}}$$

Upravíme vzorec pro hmotnostní zlomek:

$$m_{\text{roztoku}} = \frac{m_{\text{látky}}}{w} = \frac{m_{\text{roztoku}} - m_{\text{rozpouštědla}}}{w}$$

$$w \cdot m_{\text{roztoku}} = m_{\text{roztoku}} - m_{\text{rozpouštědla}}$$

$$w \cdot m_{\text{roztoku}} - m_{\text{roztoku}} = -m_{\text{rozpouštědla}}$$

Nyní stačí vytknout, převést  $w - 1$  na druhou stranu rovnice a dosadit:

$$m_{\text{roztoku}} \cdot (w - 1) = -m_{\text{rozpouštědla}}$$

$$m_{\text{roztoku}} = -\frac{m_{\text{rozpouštědla}}}{w - 1} = \frac{m_{\text{rozpouštědla}}}{1 - w} = \frac{40}{1 - 0,09} = 43,96 \text{ g}$$

**1.1.10 Máme 2% roztok, ve kterém je 73 g rozpouštědla. Jaká je hmotnost rozpuštěné látky?**

$$m_{\text{rozpouštědla}} = 73 \text{ g}$$

$$w = 2\% = 0,02$$

$$m_{\text{látky}} = ?$$

Postupně upravíme vzorec pro hmotnostní zlomek:

$$w = \frac{m_{\text{látky}}}{m_{\text{roztoku}}}$$

$$w = \frac{m_{\text{látky}}}{m_{\text{látky}} + m_{\text{rozpouštědla}}}$$

$$w \cdot (m_{\text{látky}} + m_{\text{rozpouštědla}}) = m_{\text{látky}}$$

$$m_{\text{látky}} + m_{\text{rozpouštědla}} = \frac{m_{\text{látky}}}{w}$$

$$m_{\text{rozpouštědla}} = \frac{m_{\text{látky}}}{w} - m_{\text{látky}} = \frac{m_{\text{látky}} - m_{\text{látky}} \cdot w}{w} = \frac{m_{\text{látky}}(1 - w)}{w}$$

Po převedení  $(1 - w)$  a  $w$  na druhou stranu rovnice můžeme dosadit:

$$m_{\text{látky}} = \frac{m_{\text{rozpouštědla}} \cdot w}{(1 - w)} = \frac{73 \cdot 0,02}{(1 - 0,02)} = 1,49 \text{ g}$$

## 1.2 Příklady k procvičení

1. Jaká je hmotnost roztoku, který obsahuje 20,9 g rozp. látky a 59,6 g rozpouštědla?
2. Jaký je hmotnostní zlomek roztoku obsahujícího 31,26 % rozpuštěné látky?
3. Vypočítejte hmotnostní zlomek
  - a) 5% roztoku, ve kterém je 20 g NaOH,
  - b) 30% roztoku peroxidu vodíku.
4. V jakém poměru musíme smíchat
  - a) NaCl a vodu, aby vznikl 4% roztok?
  - b)  $\text{H}_2\text{SO}_3$  a vodu, aby vznikl 30% roztok?
  - c) KOH a vodu, aby vznikl 40% roztok?
5. Jaký je hmotnostní zlomek roztoku, ve kterém je 10 g rozpuštěné látky a 390 g rozpouštědla?
6. Máme 45 g chloridu sodného v 300 g roztoku. Jaká je koncentrace vyjádřená v hmotnostních procentech?
7. Máme 68 g hydroxidu draselného v 400 g roztoku. Jaká je % hmot. koncentrace?
8. V roztoku o hmotnosti 650 g je 52 g kyseliny sírové. Jaká je % hmot. koncentrace?
9. Máme 4 g hydroxidu sodného v 80 g roztoku. Jaká je % hmot. koncentrace?
10. V 40 g roztoku je jsou rozpuštěny 4 g chloridu sodného. Jaký je jeho hmotnostní zlomek?
11. Máme roztok o hmotnosti 1,5 kg. Jaký je jeho hmotnostní zlomek a hmotnost rozpouštědla, když víme, že je v něm 1365 g rozpuštěné látky?
12. Jaká je hmotnost 30% roztoku obsahujícího 15 g rozp. látky?
13. Máme 25% roztok, ve kterém je 10 g KCl. Jaká je hmotnost roztoku?
14. Z 20 g NaOH je třeba připravit 5 % roztok. Kolik g  $\text{H}_2\text{O}$  potřebujeme?
15. Máte 40 g hydroxidu sodného. Připravte 20 % roztok. Kolik g  $\text{H}_2\text{O}$  potřebujete?
16. Máte 40 g roztoku. Kolik je v něm NaOH, když víte, že je to 25% roztok?



17. Vypočítejte hmotnostní zlomek roztoku, který obsahuje 180 g vody a 20 g KOH.
18. Jaký je hmotnostní zlomek roztoku, který byl připraven z 10 g vody a 40 g  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ?
19. Máte 5 g NaOH a 245 g  $\text{H}_2\text{O}$ . Obě látky smícháte. Kolika procentní bude roztok?
20. Máte 15 g KOH a 85 g  $\text{H}_2\text{O}$ . Kolika procentní bude roztok po smíchání obou složek?
21. Smíchali jsme 10 g NaCl a 390 g  $\text{H}_2\text{O}$ . Kolika procentní je roztok?
22. Chceme připravit 80% roztok chloridu sodného, máme k dispozici 50 g NaCl. Kolik je potřeba vody?
23. Máte 55 g roztoku  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Kolik je v roztoku vody, když víte, že je roztok 5 %?
24. Kolik NaOH potřebujeme pro přípravu 75% roztoku, když máme použít 200g  $\text{H}_2\text{O}$ ?
25. Kolik je ve 250 g roztoku NaOH a  $\text{H}_2\text{O}$ , když víte, že je 20%?
26. Kolik g KOH je rozpuštěno v 20% roztoku, když bylo použito 40 g  $\text{H}_2\text{O}$ ?
27. Zjistěte hmotnostní zlomek síranu měďnatého v roztoku, který vznikl rozpuštěním 14 g  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  ve 686 g  $\text{H}_2\text{O}$ . [ $M_r(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 249,5$ ;  $M_r(\text{CuSO}_4) = 159,5$ ]
28. Zjistěte hmotnostní zlomek síranu železnatého v roztoku, který vznikl rozpuštěním 74,75 g  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  ve 181 g  $\text{H}_2\text{O}$ . [ $M_r(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 278$ ;  $M_r(\text{FeSO}_4) = 152$ ]

# OBJEMOVÝ ZLOMEK

## KAPITOLA 2

**Objemový zlomek** je podílem objemu látky rozpuštěné a objemu roztoku. Značí se řeckým písmenem  $\phi$ .

$$\phi = \frac{V_{\text{látky}}}{V_{\text{roztoku}}} \quad (2.1)$$

**Objem roztoku** je součet objemu látky rozpuštěné a objemu rozpouštědla (např. vody).

$$V_{\text{roztoku}} = V_{\text{rozpuštědla}} + V_{\text{látky}} \quad (2.2)$$

**Objemové procento** je objemový zlomek vynásobený stem.

Objemový zlomek není v praxi úplně přesný. Důvodem jsou různě velké molekuly látek (představme si půl kyblíku mouky a půl kyblíku buráků - když je sesypeme dohromady, nemáme vrchovatý kyblík směsi). Tento problém není u hmotnostního zlomku, protože když sesypeme 0,5 kg mouky a 0,5 kg buráků, tak máme skutečně 1 kg směsi.

## 2.1 Řešené příklady

**2.1.1** Roztok methanolu o objemu  $91 \text{ cm}^3$  jsme připravili zředěním  $17 \text{ cm}^3$  absolutního methanolu. Vypočítejte objemový zlomek roztoku.

$$\begin{aligned} V_{\text{látky}} &= 17 \text{ cm}^3 \\ V_{\text{roztoku}} &= 91 \text{ cm}^3 \\ \phi &= ? \end{aligned}$$

Dosadíme do vzorce pro objemový zlomek:

$$\phi = \frac{V_{\text{látky}}}{V_{\text{roztoku}}} = \frac{17}{91} = 0,19$$

**2.1.2** Roztok kyseliny mravenčí o objemu  $89 \text{ cm}^3$  jsme připravili zředěním  $3 \text{ cm}^3$  absolutní kyseliny mravenčí. Vypočítejte koncentraci roztoku v objemových %.

$$\begin{aligned} V_{\text{látky}} &= 3 \text{ cm}^3 \\ V_{\text{roztoku}} &= 89 \text{ cm}^3 \\ \phi &= ? \end{aligned}$$

Vyjdeme ze vzorce pro objemový zlomek, který vynásobíme stem (abychom získali objemová procenta):

$$\phi = \frac{V_{\text{látky}}}{V_{\text{roztoku}}} = \frac{3}{89} = 0,0337 = 3,37 \%$$

**2.1.3** Roztok byl připraven zředěním  $8 \text{ g}$  propan-1-olu na celkový objem  $39 \text{ cm}^3$  Vypočítejte objemový zlomek roztoku. ( $\rho_{\text{propan-1-olu}} = 803,5 \text{ kg/m}^3$ )

$$\begin{aligned} m_{\text{látky}} &= 8 \text{ g} \\ V_{\text{roztoku}} &= 39 \text{ cm}^3 \\ \rho_{\text{látky}} &= 803,5 \text{ kg/m}^3 = 0,8035 \text{ g/cm}^3 \\ \phi &= ? \end{aligned}$$

Ze všeho nejdříve převedeme všechny údaje na správné jednotky. Dále pro dosazení do vzorce pro objemový zlomek potřebujeme znát objem propan-1-olu. Ten zjistíme z upraveného vzorce pro hustotu:

$$\rho_{\text{látky}} = \frac{m_{\text{látky}}}{V_{\text{látky}}}$$

$$V_{\text{látky}} = \frac{m_{\text{látky}}}{\rho_{\text{látky}}}$$

Sestavíme celkový vzorec a dosadíme hodnoty:

$$\phi = \frac{V_{\text{látky}}}{V_{\text{roztoku}}} = \frac{\frac{m_{\text{látky}}}{\rho_{\text{látky}}}}{V_{\text{roztoku}}} = \frac{8}{0,8035 \cdot 39} = 0,26$$

**2.1.4** Roztok byl připraven zředěním  $3 \text{ g}$  methanolu na celkový objem  $36 \text{ cm}^3$  Vypočítejte koncentraci roztoku v obj. %. ( $\rho_{\text{methanolu}} = 791,7 \text{ kg/m}^3$ )

$$\begin{aligned}
 m_{\text{látky}} &= 3 \text{ g} \\
 V_{\text{roztoku}} &= 36 \text{ cm}^3 \\
 \rho_{\text{látky}} &= 791,7 \text{ kg/m}^3 = 0,7917 \text{ g/cm}^3 \\
 \phi &=?
 \end{aligned}$$

Převédeme všechny údaje na správné jednotky. Dále pro dosazení do vzorce pro objemový zlomek potřebujeme znát objem methanolu. Ten zjistíme z upraveného vzorce pro hustotu:

$$\rho_{\text{látky}} = \frac{m_{\text{látky}}}{V_{\text{látky}}}$$

$$V_{\text{látky}} = \frac{m_{\text{látky}}}{\rho_{\text{látky}}}$$

Sestavíme vzorec a dosadíme hodnoty, výsledek vyjádříme v obj. procentech.

$$\phi = \frac{V_{\text{látky}}}{V_{\text{roztoku}}} = \frac{\frac{m_{\text{látky}}}{\rho_{\text{látky}}}}{V_{\text{roztoku}}} = \frac{3}{\frac{0,7917}{36}} = 0,1053 = 10,53 \text{ obj. \%}$$

### 2.1.5 Vypočítejte molární koncentraci roztoku propan-2-olu o koncentraci 12 obj. %. Hustota absolutního propan-2-olu je $785,5 \text{ kg/m}^3$ .

$$\begin{aligned}
 \phi &= 12 \text{ obj. \%} = 0,12 \\
 \rho_{\text{látky}} &= 785,5 \text{ kg/m}^3 = 785,5 \text{ g/dm}^3 \\
 c &=?
 \end{aligned}$$

Vyjdeme ze vzorce pro molární koncentraci:

$$c = \frac{n}{V_{\text{roztoku}}}$$

Za  $n$  dosadíme vzorec pro látkovou koncentraci:

$$n = \frac{m_{\text{látky}}}{M}$$

$$c = \frac{n}{V_{\text{roztoku}}} = \frac{\frac{m_{\text{látky}}}{M}}{V_{\text{roztoku}}}$$

Teď dosadíme vzorec pro objemový zlomek:

$$\phi = \frac{V_{\text{látky}}}{V_{\text{roztoku}}}$$

$$V_{\text{roztoku}} = \frac{V_{\text{látky}}}{\phi}$$

$$c = \frac{\frac{m_{\text{látky}}}{M}}{V_{\text{roztoku}}} = \frac{\frac{m_{\text{látky}}}{M}}{\frac{V_{\text{látky}}}{\phi}} = \frac{m_{\text{látky}} \cdot \phi}{V_{\text{látky}} \cdot M}$$

Nyní si všimněme, že jsme dostali v podílu  $m_{\text{látky}}$  a  $V_{\text{látky}}$ , což není nic jiného, než hustota propan-2-olu. Vzorec tedy upravíme, a dosadíme do něj.

$$c = \frac{\rho_{\text{propan-2-olu}} \cdot \phi}{M} = \frac{785,5 \cdot 0,12}{60,11} = 1,57 \text{ mol/dm}^3$$

## 2.2 Příklady k procvičení

- Vypočítejte objemové procento:
  - $\phi = 0,4$
  - $\phi = 1$
  - $\phi = 0,11$
  - $\phi = 0,374$
  - $\phi = 0,781$
  - $\phi = 0,99$
- Máte  $200\text{ cm}^3$  absolutního ethanolu a  $800\text{ cm}^3$  vody. Obě látky smícháte. Vyjádřete koncentraci v objemových procentech.
- Máte roztok o objemu  $200\text{ cm}^3$ . Jaká je koncentrace roztoku, když víte, že roztok byl připraven z  $40\text{ cm}^3$  100 % methanolu? Výsledek uveďte v objemových %.
- Roztok obsahuje 40 % obj. absolutního methanolu. Kolik je v něm vody, když je jeho objem  $1600\text{ cm}^3$ ?
- Jaký je objemový zlomek roztoku, který obsahuje 97 obj. % rozpuštěné látky?
- Doplňte tabulku:

$\phi$	% obj.	$V_{\text{látky}}$	$V_{\text{rozpuštědla}}$	$V_{\text{roztoku}}$
0,1		$10\text{ cm}^3$		
0,6				$300\text{ cm}^3$
		$1900\text{ cm}^3$	$100\text{ cm}^3$	
	56	$126\text{ cm}^3$		
			$200\text{ cm}^3$	$500\text{ cm}^3$
	85		$12\text{ cm}^3$	
0,8		$720\text{ cm}^3$		
	11			$1100\text{ cm}^3$
	67	$4489\text{ cm}^3$		

- Kolik g 100% ethanolu je třeba pro přípravu  $400\text{ cm}^3$  roztoku, který obsahuje 50 objemových % ethanolu? ( $\rho_{\text{ethanolu}} = 0,8\text{ g/cm}^3$ )
- Jaká je koncentrace  $200\text{ cm}^3$  roztoku, který byl připraven zředěním 16 g 100% ethanolu? Výsledek uveďte v objemových %. ( $\rho_{\text{ethanolu}} = 0,8\text{ g/cm}^3$ )

# LÁTKOVÉ MNOŽSTVÍ

## KAPITOLA

# 3

**Látkové množství** je podíl hmotnosti látky a její molární hmotnosti.

$$n = \frac{m}{M} = \frac{V}{V_n} = \frac{N}{N_A} \quad (3.1)$$

Jednotkou je mol. **1 mol** je množství látky, které obsahuje  $6,022 \cdot 10^{23}$  částic (molekuly, atomy, n. ionty) = *Avogadrova konstanta* (ve vzorci značena  $N_A$ ;  $N$  je množství částic).

**1 mol** plynné látky za normálních podmínek má objem  $22,41 \text{ dm}^3$ , nebo  $22,41 \text{ l}$  (ve vzorci značíme  $V_n$ ).

**Molární hmotnost** ( $M$ ) je hmotnost 1 molu látky, např.:  $M(\text{NaOH}) = 40 \text{ g/mol}$ . Spočítá se jako součet jednotlivých atomových hmotností všech prvků v dané sloučenině.

**Molekulová a atomová relativní hmotnost** je něco podobného. Pro výpočty nám stačí vědět, že jsou to bezrozměrné veličiny (tedy jsou bez jednotky), např.:  $M(\text{NaOH}) = 40$ . Atomovou relativní hmotnost prvků najdeme v tabulkách.

## 3.1 Řešené příklady

### 3.1.1 Vypočítejte látkové množství 31 g oxidu dusičného.

$$m = 31 \text{ g}$$

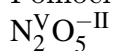
$$n = ?$$

V tabulkách si najdeme atomové relativní hmotnosti dusíku a kyslíku:

$$A_r(\text{N}) = 14,01$$

$$A_r(\text{O}) = 16$$

Pomocí křížového pravidla sestavíme vzorec oxidu dusičného:



Nyní spočítáme molární hmotnost:

$$M(N_2O_5) = 2 \cdot 14,01 + 5 \cdot 16 = 108,02 \text{ g/mol}$$

Vypočítanou hodnotu dosadíme do vzorce pro látkové množství:

$$n = \frac{m}{M} = \frac{31}{108,02} = 0,29 \text{ mol}$$

### 3.1.2 Jaká je hmotnost 7 mol dusíku?

$$n = 7 \text{ mol}$$

$$m = ?$$

Vydeme ze vzorce pro látkové množství, vzorec upravíme a dosadíme do něj:

$$n = \frac{m}{M}$$

$$m = n \cdot M = 7 \cdot 28,02 = 196,14 \text{ g}$$

### 3.1.3 Vypočítejte látkové množství 80 dm<sup>3</sup> dusíku za normálních podmínek.

$$V = 80 \text{ dm}^3$$

$$V_n = 22,41 \text{ dm}^3$$

$$n = ?$$

Z definice vyplývá, že 1 mol plynné látky má objem 22,41 dm<sup>3</sup> (nebo litrů). Sestavíme vzorec (můžeme použít i trojčlenku), dosadíme:

$$n = \frac{V}{V_n} = \frac{80}{22,41} = 3,57 \text{ mol}$$

### 3.1.4 Vypočítejte objem 3 mol ethanu za normálních podmínek.

$$n = 3 \text{ mol}$$

$$V_n = 22,41 \text{ dm}^3$$

$$V = ?$$

$$n = \frac{V}{V_n}$$

$$V = n \cdot V_n = 3 \cdot 22,41 = 67,23 \text{ dm}^3$$



**3.1.5 Vypočítejte látkové množství  $20 \cdot 10^{23}$  molekul oxidu dusičného.**

$$N = 20 \cdot 10^{23} \text{ mol}$$

$$N_A = 6,022 \cdot 10^{23}$$

$$n = ?$$

Z definice vyplývá, že 1 mol látky obsahuje  $6,022 \cdot 10^{23}$  částic, v tomto případě molekul. Sestavíme vzorec (můžeme použít i trojčlenku) a dosadíme:

$$n = \frac{N}{N_A} = \frac{20 \cdot 10^{23}}{6,022 \cdot 10^{23}} = 3,32 \text{ mol}$$

**3.1.6 Vypočítejte, kolik je molekul v  $19 \cdot 10^{-23}$  mol oxidu dusičného.**

$$n = 19 \cdot 10^{-23} \text{ mol}$$

$$N_A = 6,022 \cdot 10^{23}$$

$$N = ?$$

$$n = \frac{N}{N_A}$$

$$N = n \cdot N_A = 19 \cdot 10^{-23} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} = 114,42 \text{ molekul}$$

**3.1.7 Vypočítejte hmotnost  $48 \text{ dm}^3$  oxidu sírového (objem měřen za normálních podmínek).**

$$V = 48 \text{ dm}^3$$

$$V_n = 22,41 \text{ dm}^3$$

$$m = ?$$

Počítáme podle vzorců pro látkové množství. S pomocí tabulek spočítáme, že  $M(\text{SO}_3) = 80,07 \text{ g/mol}$ .

$$n = \frac{m}{M} = \frac{V}{V_n}$$

Rovnici upravíme a dosadíme:

$$m = \frac{V \cdot M}{V_n} = \frac{48 \cdot 80,07}{22,41} = 171,5 \text{ g}$$

**3.1.8 Vypočítejte objem  $28 \cdot 10^{23}$  molekul methanu za normálních podmínek.**

$$N = 28 \cdot 10^{23}$$

$$N_A = 6,022 \cdot 10^{23}$$

$$V_n = 22,41 \text{ dm}^3$$

$$V = ?$$

Vyjdeme ze vzorce pro látkové množství:

$$n = \frac{m}{M} = \frac{V}{V_n}$$

Rovnici upravíme a dosadíme:

$$V = \frac{V_n \cdot N}{N_A} = \frac{22,41 \cdot 28 \cdot 10^{23}}{6,022 \cdot 10^{23}} = 104,2 \text{ dm}^3$$

**3.1.9 Jaký je objem 49 g oxidu dusičného?**

$$m = 49 \text{ g}$$

$$V_n = 22,41 \text{ dm}^3$$

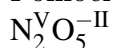
$$V = ?$$

Najdeme si v tabulkách atomové relativní hmotnosti kyslíku a dusíku:

$$A_r(N) = 14,01$$

$$A_r(O) = 16$$

Pomocí křížového pravidla sestavíme vzorec oxidu dusičného:



Nyní spočítáme molární hmotnost:

$$M(\text{N}_2\text{O}_5) = 2 \cdot 14,01 + 5 \cdot 16 = 108,02 \text{ g/mol}$$

Vyjdeme ze vzorce pro látkové množství:

$$n = \frac{m}{M} = \frac{V}{V_n}$$

Rovnici upravíme a dosadíme:

$$V = \frac{m \cdot V_n}{M} = \frac{49 \cdot 22,41}{108,02} = 10,17 \text{ dm}^3$$

**3.1.10 Jaká je hmotnost  $1 \cdot 10^{23}$  molekul dusíku?**

$$N = 1 \cdot 10^{23}$$

$$N_A = 6,022 \cdot 10^{23}$$

$$M(N_2) = 28,02 \text{ g/mol}$$

$$m = ?$$

Vyjdeme ze vzorce pro látkové množství:

$$n = \frac{m}{M} = \frac{V}{V_n}$$

$$n = \frac{N \cdot M}{N_A} = \frac{10^{23} \cdot 28,02}{6,022 \cdot 10^{23}} = 4,65 \text{ g}$$

**3.1.11 Kolik molekul je v  $2 \cdot 10^{-23}$  g oxidu dusičného?**

$$m = 2 \cdot 10^{-23}$$

$$N_A = 6,022 \cdot 10^{23}$$

$$M(N_2O_5) = 108,02 \text{ g/mol}$$

$$N = ?$$

Vyjdeme ze vzorce pro látkové množství:

$$n = \frac{m}{M} = \frac{V}{V_n}$$

$$N = \frac{m \cdot N_A}{M} = \frac{2 \cdot 10^{-23} \cdot 6,022 \cdot 10^{23}}{108,02} = 0,11 \text{ molekul}$$

## 3.2 Příkladky k procvičení

- Zjistěte molární hmotnost:
  - NaCl
  - $K_2MnO_4$
  - $MnO_2$
  - $CuSO_4 \cdot 5H_2O$
  - $P_2O_5$
  - HCl
- Jaké je látkové množství 96 g  $O_3$ ?
- Jaký objem má 10 g oxidu dusného za normálních podmínek?
- Jakou hmotnost má
  - 1 molekula  $O_2$
  - 1 atom berylia.
- Kolik atomů je v 27 g vody?
- Máme 67,23 dm<sup>3</sup> kyslíku (objem jsme měřili za normálních podmínek). Kolik molekul obsahuje?
- Máte 5 molů hydroxidu sodného. a) Jakou má hmotnost? b) Kolik je to molekul?
- Vypočítejte, kolik gramů  $CuSO_4$  je v 1497 g  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ .
- Máte 40 kg  $Br_2$ . Kolik je to molekul?
- Kolik gramů čisté kyseliny sírové potřebujeme pro neutralizaci 0,5 molu hydroxidu vápenatého?
- Kolik molů  $CO_2$  vznikne dokonalým spálením 240 g uhlíku?
- Jaký objem má 20 g vodíku za normálních podmínek?
- Jaký objem má 30 molů dusíku za normálních podmínek?
- Máte  $1,2044 \cdot 10^{24}$  molekul kyslíku. Kolik gramů uhlíku jím můžete spálit? ( $2C + O_2 \longrightarrow 2CO$ )
- Kolik dm<sup>3</sup> plynné kyseliny chlorovodíkové potřebujeme pro neutralizaci hydroxidu sodného, když víme, že ho máme  $1,8066 \cdot 10^{24}$  molekul?
- Máte 3 moly oxidu siřičitého. Kolik molů síry bylo použito na jeho výrobu? ( $S + O_2 \longrightarrow SO_2$ )

17. Vypočítejte hustotu za normálních podmínek (v  $\text{g}/\text{dm}^3$ ):
- plynné kyseliny chlorovodíkové
  - oxidu uhličitého
  - kyslíku
  - oxidu sírového
  - oxidu siřičitého
18. Vypočítejte objem:
- 3 molů  $\text{CO}$
  - 3 molů  $\text{CO}_2$
  - 42 g  $\text{CO}$
  - 42 g  $\text{CO}_2$
19. Vypočítejte hmotnost:
- 5 molů  $\text{PbO}$
  - 5 molů  $\text{HBr}$
  - 5 molů  $\text{NH}_3$
  - 5 molů  $\text{H}_2\text{S}$
20. Vypočítejte látkové množství:
- C v 66 g  $\text{CO}_2$
  - H v 54 g  $\text{H}_2\text{O}$

# MOLÁRNÍ KONCENTRACE

## KAPITOLA

# 4

**Molární koncentrace** se značí  $c$ , uvádí se v  $\text{mol/dm}^3$  nebo v  $\text{mol/l}$ .  
Vzorec pro výpočet:

$$c = \frac{n}{V} \quad (4.1)$$

$n$  je množství látky rozpuštěné v roztoku o objemu  $V$ .

Když uvidíme v zadání: "5 M roztok" (čteme pěti molární roztok), znamená to, že máme roztok o koncentraci  $5 \text{ mol/dm}^3$ . Je nutné si to **neplést s molární hmotností!**

## 4.1 Řešené příklady

**4.1.1 Máme 2 molů látky rozpuštěné v 4,4 dm<sup>3</sup> roztoku. Jaká je molární koncentrace roztoku?**

$$\begin{aligned} n &= 2 \text{ mol} \\ V &= 4,4 \text{ dm}^3 \\ c &= ? \end{aligned}$$

Dosadíme do vzorce pro molární koncentraci:

$$c = \frac{n}{V} = \frac{2}{4,4} = 0,45 \text{ mol/dm}^3$$

**4.1.2 Máme 9,1 cm<sup>3</sup> roztoku o koncentraci 1,2 mol/dm<sup>3</sup>. Jaké je látkové množství NaOH v roztoku?**

$$\begin{aligned} V &= 9,1 \text{ cm}^3 = 0,0091 \text{ dm}^3 \\ c &= 1,2 \text{ mol/dm}^3 \\ n &= ? \end{aligned}$$

Upravíme a dosadíme do vzorce pro molární koncentraci; nezapomeňme na správné jednotky (objem v  $\text{dm}^3$ ):

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

$$n = c \cdot V = 1,2 \cdot 0,0091 = 0,01 \text{ mol}$$

**4.1.3 Jaký je objem 1,7 M roztoku, ve kterém je 9 mol rozpuštěné látky?**

$$c = 1,7 \text{ mol/dm}^3$$

$$n = 9 \text{ mol}$$

$$V = ?$$

Upravíme a dosadíme do vzorce pro molární koncentraci; nezapomeňme na správné jednotky (objem v  $\text{dm}^3$ ):

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

$$V = \frac{n}{c} = \frac{9}{1,7} = 5,29 \text{ dm}^3$$

**4.1.4 Jaký je objem 0,2 M roztoku, ve kterém je 9,8 g hydroxidu sodného?**

$$c = 0,2 \text{ mol/dm}^3$$

$$m = 9,8 \text{ g}$$

$$M(\text{NaOH}) = 40 \text{ g/mol}$$

$$V = ?$$

Nejprve upravíme vzorec pro molární koncentraci, dosadíme vzorec pro látkové množství:

$$n = \frac{m}{M}$$

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

$$V = \frac{n}{c} = \frac{\frac{m}{M}}{c} = \frac{9,8}{40 \cdot 0,2} = 1,23 \text{ dm}^3$$

**4.1.5 Jaká je hmotnost kyseliny dusité v 1,3 M roztoku o objemu 9 ml?**

$$c = 1,3 \text{ mol/dm}^3$$

$$V = 9 \text{ ml} = 0,009 \text{ dm}^3$$

$$m = ?$$

Nejprve upravíme vzorec pro molární koncentraci, dosadíme vzorec pro látkové množství:

$$n = \frac{m}{M}$$

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

$$n = c \cdot V$$

$$\frac{m}{M} = c \cdot V$$

Nezapomeňme převést mililitry na litry ( $\text{dm}^3$ ):

$$m = c \cdot V \cdot M = 1,3 \cdot 0,009 \cdot 47,02 = 0,55 \text{ g}$$

**4.1.6 Jaká je molární koncentrace roztoku o objemu 4,6 ml, ve kterém je 0,3 g kyseliny siřičité?**

$$V = 4,6 \text{ ml} = 0,0046 \text{ dm}^3$$

$$m = 0,3 \text{ g}$$

$$M(\text{H}_2\text{SO}_3) = 82,09 \text{ g/mol}$$

$$c = ?$$

Vzorec pro molární koncentraci upravíme tak, že do něj dosadíme za  $n$  vzorec pro látkové množství. Pak můžeme dosadit.

$$n = \frac{m}{M}$$

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

$$c = \frac{n}{V} = \frac{\frac{m}{M}}{V} = \frac{0,3}{82,09 \cdot 0,0046} = 0,79 \text{ mol/dm}^3$$



## 4.2 Příklady k procvičení

1. Máte 2 litry roztoku, ve kterém je rozpuštěno 6 molů NaCl. Jakou má roztok molární koncentraci?
2. Máte 12 litrů 2 M roztoku. Kolik molů látky je v něm rozpuštěno?
3. Kolik molů KOH obsahuje 5 dm<sup>3</sup> 2 M roztoku hydroxidu draselného?
4. 10 litrů roztoku obsahuje 2 moly hydroxidu sodného. Jaká je jeho molární koncentrace?
5. Máte 5 dm<sup>3</sup> roztoku, v němž je rozpuštěno 280 g hydroxidu draselného. Jaká je jeho molární koncentrace?
6. Kolik g 100% kyseliny chlorovodíkové můžeme zneutralizovat 8 litry 0,5 M roztoku hydroxidu draselného?
7. Kolik g NaCl jsme použili na přípravu 3 litrů 2 M roztoku?
8. Máme 1 M roztok o objemu 0,5 dm<sup>3</sup>. Kterou z těchto sloučenin jsme použili na jeho přípravu, když víme, že jí je v roztoku 28 g?
  - a) NaCl
  - b) NaOH
  - c) HCl
  - d) KOH
  - e) HBr
  - f) KI
9. Jaký objem má 0,1 M roztok, ve kterém je 0,35 mol látky?
10. Jaká je molární koncentrace 20 dm<sup>3</sup> roztoku, ve kterém je rozpuštěno 175,35 g NaCl?

# ŘEDĚNÍ ROZTOKŮ

## KAPITOLA

# 5

Vztah pro výpočet výsledné koncentrace po smíchání roztoků o různých koncentracích téže látky:

$$m_1 \cdot w_1 + m_2 \cdot w_2 + \dots + m_n \cdot w_n = (m_1 + m_2 + \dots + m_n) \cdot w \quad (5.1)$$

Když do roztoku přimícháme čisté rozpouštědlo, máme 0 % rozpuštěné látky; když přimícháme čistou látku, do vztahu dosazujeme číslo 1 (100 %).

Místo hmotnostního zlomku můžeme dosadit i objemový zlomek, nebo hmotnostní či objemové procento (ale jak už je napsáno v sekci Objemový zlomek, počítání s objemovým zlomkem a procentem není zcela přesné). Vztah potom vypadá např. takto:

$$m_1 \cdot \phi_1 + m_2 \cdot \phi_2 + \dots + m_n \cdot \phi_n = (m_1 + m_2 + \dots + m_n) \cdot \phi \quad (5.2)$$

## 5.1 Řešené příklady

**5.1.1 Máme 54 g 29 % roztoku, který zředíme 12 g rozpouštědla. Jaká je nyní koncentrace roztoku?**

$$m_1 = 54 \text{ g}$$

$$w_1 = 29 \% = 0,29$$

$$m_2 = 12 \text{ g}$$

$$w_2 = 0 \% = 0$$

$$w = ?$$

Sestavíme rovnici:

$$m_1 \cdot w_1 + m_2 \cdot w_2 = (m_1 + m_2) \cdot w$$

$$w = \frac{m_1 w_1 + m_2 w_2}{m_1 + m_2} = \frac{54 \cdot 0,29 + 12 \cdot 0}{54 + 12} = 0,2373 = 23,73 \%$$

**5.1.2 Máme 46 g 14 % roztoku, do kterého přidáme 17 g čisté látky. Jaká je nyní koncentrace roztoku?**

$$m_1 = 46 \text{ g}$$

$$w_1 = 14 \% = 0,14$$

$$m_2 = 17 \text{ g}$$

$$w_2 = 100 \% = 1$$

$$w = ?$$

Sestavíme rovnici:

$$m_1 \cdot w_1 + m_2 \cdot w_2 = (m_1 + m_2) \cdot w$$

$$w = \frac{m_1 w_1 + m_2 w_2}{m_1 + m_2} = \frac{46 \cdot 0,14 + 17 \cdot 1}{46 + 17} = 0,3721 = 37,21 \%$$

**5.1.3 Máme 61 g 13 % roztoku, do kterého přidáme 12 g 4 % roztoku. Jaká je nyní koncentrace roztoku?**

$$m_1 = 61 \text{ g}$$

$$w_1 = 13 \% = 0,13$$

$$m_2 = 12 \text{ g}$$

$$w_2 = 4 \% = 0,04$$

$$w = ?$$

Sestavíme rovnici:

$$m_1 \cdot w_1 + m_2 \cdot w_2 = (m_1 + m_2) \cdot w$$

$$w = \frac{m_1 w_1 + m_2 w_2}{m_1 + m_2} = \frac{61 \cdot 0,13 + 12 \cdot 0,04}{61 + 12} = 0,1152 = 11,52 \%$$

**5.1.4 Kolik g čisté látky musíme přidat do 91 g 8 % roztoku, aby byl roztok 18 %?**

$$m_1 = 91 \text{ g}$$

$$w_1 = 8 \% = 0,08$$

$$w_2 = 100 \% = 1$$

$$w = 18 \% = 0,18$$

$$m_2 = ?$$

Sestavíme a upravíme rovnici:

$$m_1 \cdot w_1 + m_2 \cdot w_2 = (m_1 + m_2) \cdot w$$

$$m_1 \cdot w_1 + m_2 \cdot w_2 = m_1 w + m_2 w$$

$$m_2 \cdot w_2 - m_2 \cdot w = m_1 w - m_1 w_1$$

$$m_2 \cdot (w_2 - w) = m_1 \cdot (w - w_1)$$

$$m_2 = \frac{m_1 \cdot (w - w_1)}{w_2 - w} = \frac{91 \cdot (0,18 - 0,08)}{1 - 0,18} = 11,1 \text{ g}$$

**5.1.5 Kolik g rozpouštědla musíme přidat do 47 g 16 % roztoku, aby byl roztok 2 %?**

$$m_1 = 47 \text{ g}$$

$$w_1 = 16 \% = 0,16$$

$$w_2 = 0 \% = 0$$

$$w_3 = 2 \% = 0,02$$

$$m_2 = ?$$

Sestavíme a upravíme rovnici:

$$m_1 \cdot w_1 + m_2 \cdot w_2 = (m_1 + m_2) \cdot w$$

$$m_1 \cdot w_1 + m_2 \cdot w_2 = m_1 w + m_2 w$$

$$m_2 \cdot w_2 - m_2 \cdot w = m_1 w - m_1 w_1$$

$$m_2 \cdot (w_2 - w) = m_1 \cdot (w - w_1)$$

$$m_2 = \frac{m_1 \cdot (w - w_1)}{w_2 - w} = \frac{47 \cdot (0,02 - 0,16)}{0 - 0,02} = 329 \text{ g}$$

## 5.2 Příklady k procvičení

1. Kolika procentní bude roztok, jestliže smícháme
  - a) 10 g 2% a 90 g 4% roztoku,
  - b) 20 g 10% a 30 g 20% roztoku,
  - c) 5 g 18% a 15 g 6% roztoku?
2. Máme 10 g 5% roztoku  $\text{KMnO}_4$ . Kolik musíme přilít  $\text{H}_2\text{O}$ , aby vznikl
  - a) 1% roztok,
  - b) 2% roztok,
  - c) 4% roztok?
3. Z 50 g 30% roztoku  $\text{H}_2\text{SO}_4$  chceme připravit 40% roztok. Kolik  $\text{cm}^3$  přidáme čisté kys. sírové? ( $\rho_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 1,8 \text{ g/cm}^3$ )
4. Vypočítejte, kolik vody je třeba přidat k 20 g 10% roztoku  $\text{NaOH}$ , aby vznikl 5% roztok.
5. Kolik vody se musí odpařit z 20 g 5%  $\text{NaCl}$ , aby vznikl 10% roztok?
6. Kolikaprocentní je roztok, jestliže při odpaření 20 g roztoku zůstanou 3 g chloridu sodného?
7. K přípravě 200 g 20% kyseliny chlorovodíkové použijeme její 5% a 30% roztok. Jaké množství obou roztoků potřebujeme?

# VÝPOČET Z CHEMICKÝCH ROVNIC

KAPITOLA

# 6

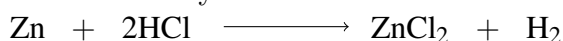
Výpočty z rovnic se dají řešit trojčlenkou a pomocí vzorců v dalších kapitolách této sbírky. Postup je obecně následující:

1. zapsat správně chemickou rovnici,
2. vyčíslit rovnici,
3. vypočítat.

## 6.1 Řešené příklady

### 6.1.1 Kolik g chloridu zinečnatého vznikne vhozením 15 g zinku do kyseliny chlorovodíkové?

Sestavíme a vyčíslíme rovnici:

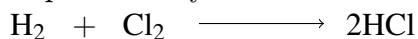


Rovnice říká, že z 1 mol zinku nám vznikne 1 mol chloridu zinečnatého. Zjistíme molární hmotnost, dále řešíme trojčlenkou:

$$x = \frac{15 \cdot 136,3}{65,39} = 31,27 \text{ g}$$

### 6.1.2 Kolik g chloru potřebujeme pro přípravu 730 g 10% roztoku HCl?

Zapišeme a vyčíslíme rovnici:



Potom zjistíme, kolik máme v roztoku čistého chlorovodíku:

$$w = \frac{m_{\text{látky}}}{m_{\text{roztoku}}}$$

$$m_{\text{látky}} = w \cdot m_{\text{roztoku}} = 0,1 \cdot 730 = 73 \text{ g}$$

Víme, že z jednoho molu chloru vzniknou dva moly HCl. Spočítáme, kolik máme molů HCl:

$$n = \frac{m}{M} = \frac{730}{36,5} = 20 \text{ mol}$$

Tudíž potřebujeme 10 mol  $\text{Cl}_2$ , ale my máme zjistit hmotnost, takže použijeme znovu upravený vzorec pro látkové množství:

$$m = n \cdot M = 10 \cdot 71 = 710 \text{ g}$$

Ještě by nás mohlo zajímat, jaký objem má 710 g  $\text{Cl}_2$ . 1 mol plynné látky za normálních podmínek má objem  $22,41 \text{ dm}^3$ . My máme 10 mol chloru, tudíž má objem  $224,1 \text{ dm}^3$ .

## 6.2 Příklady k procvičení

- Máme 216,5 g CaO.
  - Kolik z něj může vzniknout hašeného vápna?
  - Kolik musíme přidat vody?
  - Kolik bychom potřebovali CaO pro vznik 469 g hašeného vápna?
- Kolik dm<sup>3</sup> oxidu uhličitého vznikne při rozkladu 31 g kyseliny uhličité?
- Máme 7 g oxidu uhelnatého, který vznikl nedokonalým spálením uhlíku.
  - Kolik dm<sup>3</sup> bylo třeba kyslíku (předpokládejme, že měříme objem za normálních podmínek)?
  - Kolik jsme spotřebovali uhlíku?
    - Kolik dm<sup>3</sup> oxidu uhličitého by vzniklo, kdybychom spálili dokonalým spalováním stejné množství uhlíku?
    - Spotřebovali bychom více, nebo méně kyslíku? Nepočítejte, pouze odůvodněte.
- Fotosyntézou vzniklo 270 g glukózy.  
Počítejte s rovnicí  $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 11\text{O}_2$ .
  - Kolik dm<sup>3</sup> kyslíku se uvolnilo do vzduchu?
  - Kolik dm<sup>3</sup> CO<sub>2</sub> se díky tomu spotřebovalo?
  - Kolik cm<sup>3</sup> vody bylo spotřebováno? ( $\rho_{\text{H}_2\text{O}} = 0,9 \text{ g/cm}^3$ )
- Při neutralizaci 30% kyseliny siřičité roztokem hydroxidu draselného vzniklo 403 g 19,60 % roztoku siřičitanu draselného. Kolika procentní byl roztok hydroxidu draselného?
- Při reakci zinku a 50% kyseliny chlorovodíkové vzniklo 336 dm<sup>3</sup> vodíku.
  - Urči hmotnost vodíku, který vznikl.
  - Kolik bylo třeba roztoku kyseliny chlorovodíkové?
  - Kolik vzniklo chloridu zinečnatého?
  - Kolik bylo třeba atomů zinku?
- Při výrobě plynné kyseliny chlorovodíkové jsme použili 16 g vodíku.
  - Kolik g chlóru jsme potřebovali?
  - Kolik dm<sup>3</sup> HCl vzniklo?
- Při výrobě siřičitanu vápenatého jsme spotřebovali 8 g oxidu vápenatého.
  - Kolik dm<sup>3</sup> oxidu siřičitého jsme spotřebovali?
  - Kolik g siřičitanu vápenatého vzniklo?



9. Při neutralizaci 10% kyseliny stearové ( $C_{17}H_{35}COOH$ ) 20% hydroxidem draselným vzniklo 161 g stearanu draselného. Kolik zbylo vody?
10. Kolik železa lze připravit aluminotermickou reakcí z 40,5 g hliníku a 559 g oxidu železitého? Počítejte s rovnicí:  
$$Fe_2O_3 + 2Al \longrightarrow Al_2O_3 + 2Fe$$
11. Kolik g 60% kyseliny sírové potřebujeme pro neutralizaci 4 molů hydroxidu sodného? ( $\rho_{60\%H_2SO_4} = 1,5 g/cm^3$ )

# VÝPOČET Z CHEMICKÉHO VZORCE

## KAPITOLA 7

Pro výpočet z chemického vzorce budete potřebovat znalost hmotnostního zlomku. Můžete využít tento vzorec:

$$w_{prvku} = \frac{A_r(\text{prvku})}{M_r(\text{sloučeniny})} \quad (7.1)$$

Pro výpočet procentického obsahu vynásobte  $w$  stem.

## 7.1 Řešené příklady

### 7.1.1 Jaké je procentické zastoupení Ba v $\text{BaSO}_3$ ?

S pomocí tabulky spočítáme molekulovou relativní hmotnost  $\text{BaSO}_3$  a atomovou relativní hmotnost Ba; dále dosadíme do vzorce pro hmotnostní procento:

$$w_{prvku} = \frac{A_r(\text{Ba})}{M_r(\text{BaSO}_3)} = \frac{137,33}{217,4} = 0,6317 = 63,17\%$$

### 7.1.2 Jaký je hmotnostní zlomek S v $\text{BeSO}_4$ ?

S pomocí tabulky spočítáme molární hmotnost  $\text{BeSO}_4$  a S; dále dosadíme do vzorce pro hmotnostní zlomek:

$$w_{prvku} = \frac{A_r(\text{Be})}{M_r(\text{BeSO}_4)} = \frac{32,07}{105,08} = 0,31$$

## 7.2 Příklady k procvičení

- Vypočítejte stechiometrický vzorec sloučeniny, která obsahuje:
  - 42,857 % uhlíku a 57,143 % kyslíku
  - 27,273 % uhlíku a 72,727 % kyslíku
  - 49,412 % draslíku, 20,258 % síry a 30,33 % kyslíku
  - 92,613 % rtuti a 7,387 % kyslíku
  - 5,927 % vodíku a 94,073 % síry
  - 93,096 % stříbra a 6,904 % kyslíku
  - 26,187 % dusíku, 7,551 % vodíku a 66,262 % chloru
  - 33,375 % síry a 66,625 % kyslíku
  - 25,94 % dusíku a 74,06 % kyslíku
  - 3,256 % vodíku, 19,362 % uhlíku a 77,382 % kyslíku
- Pojmenujte sloučeninu, která obsahuje
  - 5,938 % vodíku, 94,062 % kyslíku a  $M_r = 34,02$ ,
  - 92,243 % uhlíku, 7,757 % vodíku a  $M_r = 78,12$ ,
  - 92,243 % uhlíku, 7,757 % vodíku a  $M_r = 26,04$ ,
  - 88,799 % uhlíku, 11,201 % vodíku a  $M_r = 54,10$ ,
  - 78,107 % boru, 21,893 % vodíku a  $M_r = 27,68$
- Kde je větší procentuální zastoupení kyslíku?
  - Ve 3,65 g  $\text{H}_2\text{O}$
  - Ve 36,5 g  $\text{HgO}$
- Kde je větší procentuální zastoupení vodíku?
  - 27 cm<sup>3</sup>  $\text{H}_2\text{O}$
  - 34 cm<sup>3</sup>  $\text{H}_2\text{O}_2$
- Kde je větší procentuální zastoupení síry?
  - 10 g  $\text{FeS}_2$
  - 17 g  $\text{H}_2\text{S}$
- Kde je větší procentuální zastoupení kyslíku?
  - 3 g  $\text{O}_2$
  - 2 g  $\text{O}_3$
- Vypočítejte procentuální zastoupení prvků v těchto sloučeninách:
  - $\text{Na}[\text{BH}_4]$

- b)  $\text{MnO}_2$
- c)  $\text{SiH}_4$
- d)  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$
- e)  $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$
- f)  $\text{Fe}_2\text{O}_3$
- g)  $\text{CaCO}_3$
- h)  $\text{P}_4\text{O}_{10}$
- i)  $\text{Ca}(\text{OH})_2$
- j)  $\text{V}_2\text{O}_5$
- k)  $\text{KOH}$

# VÝSLEDKY PŘÍKLADŮ K PROCVIČENÍ

KAPITOLA



## 8.1 Hmotnostní zlomek

1) 80,5 g 2) 0,3126 3) a) 0,05 b) 0,3 4) a) 1:24 b) 3:7 c) 2:3 5) 0,03 6) 15 %  
7) 17 % 8) 8 % 9) 5 % 10) 0,1 11)  $w = 0,91$ , 135 g 12) 50 g 13) 40 g 14)  
380 g 15) 160 g 16) 10 g 17) 0,1 18) 0,8 19) 2 % 20) 15 % 21) 2,5 % 22)  
12,5 g 23) 52,25 g 24) 600 g 25) NaOH – 50 g, voda – 200 g 26) 10 g 27)  
0,01 28) 0,16

## 8.2 Objemový zlomek

1) a) 40 obj. % b) 100 obj. % c) 11 obj. % d) 37,4 obj. % e) 78,1 obj. % f) 99  
obj. % 2) 20 obj. % 3) 20 obj. % 4) 640 cm<sup>3</sup> 5) 0,97 6)

$\phi$	% obj.	$V_{\text{látky}}$	$V_{\text{rozpuštědla}}$	$V_{\text{roztoku}}$
0,1	10	10 cm <sup>3</sup>	90 cm <sup>3</sup>	100 cm <sup>3</sup>
0,6	60	180 cm <sup>3</sup>	120 cm <sup>3</sup>	300 cm <sup>3</sup>
0,05	5	1900 cm <sup>3</sup>	100 cm <sup>3</sup>	2000 cm <sup>3</sup>
0,56	56	126 cm <sup>3</sup>	99 cm <sup>3</sup>	225 cm <sup>3</sup>
0,6	60	300 cm <sup>3</sup>	200 cm <sup>3</sup>	500 cm <sup>3</sup>
0,85	85	68 cm <sup>3</sup>	12 cm <sup>3</sup>	80 cm <sup>3</sup>
0,8	80	720 cm <sup>3</sup>	180 cm <sup>3</sup>	900 cm <sup>3</sup>
0,11	11	121 cm <sup>3</sup>	979 cm <sup>3</sup>	1100 cm <sup>3</sup>
0,67	67	4489 cm <sup>3</sup>	2211 cm <sup>3</sup>	6700 cm <sup>3</sup>

7) 160 g 8) 10 obj. %

## 8.3 Látkové množství

1) a) 58,5 g/mol b) 197,14 g/mol c) 86,94 g/mol d) 249,63 g/mol e) 141,94  
g/mol f) 36,46 g/mol 2) 2 moly 3) 7,47 dm<sup>3</sup> 4) a)  $5,31 \cdot 10^{-23}$  b)  $1,5 \cdot 10^{-23}$   
g 5)  $2,7099 \cdot 10^{24}$  atomů 6)  $1,8066 \cdot 10^{23}$  molekul 7) a) 200 g b)  $3,011 \cdot 10^{24}$

molekul **8)** 956,85 g **9)**  $1,51 \cdot 1026$  g **10)** 49,04 g **11)** 20 mol **12)**  $224,1 \text{ dm}^3$   
**13)**  $672,3 \text{ dm}^3$  **14)** 12 g **15)**  $67,23 \text{ dm}^3$  **16)** 3 moly **17)** a)  $1,627 \text{ g/dm}^3$  b)  
 $1,964 \text{ g/dm}^3$  c)  $1,428 \text{ g/dm}^3$  d)  $3,573 \text{ g/dm}^3$  e)  $2,859 \text{ g/dm}^3$  **18)** a)  $67,23 \text{ dm}^3$   
b)  $67,23 \text{ dm}^3$  c)  $33,62 \text{ dm}^3$  d)  $21,39 \text{ dm}^3$  **19)** a) 1116 g b) 404,55 g c) 85,2 g  
d) 170,4 g **20)** a) 1,5 mol b) 6 mol

## 8.4 Molární koncentrace

**1)**  $3 \text{ mol/dm}^3$  **2)** 24 mol **3)** 10 mol **4)**  $5 \text{ mol/dm}^3$  **5)**  $1,4 \text{ mol/dm}^3$  **6)** 145,84  
g **7)** 350,7 g **8)** d) **9)**  $3,5 \text{ dm}^3$  **10)**  $2,92 \text{ mol/dm}^3$

## 8.5 Ředění roztoků

**1)** a) 3,8% b) 16% c) 9% **2)** a) 40 g b) 15 g c) 2,5 g **3)**  $4,6 \text{ cm}^3$  **4)** 20 g **5)** 10  
g **6)** 13,04 % **7)** 80 g 5% kyseliny a 120 g 30 % kyseliny

## 8.6 Výpočty z chemických rovnic

**1)** a) 286,07 g b) 69,57 g c) 354,95 g **2)**  $11,21 \text{ dm}^3$  **3)** a)  $2,8 \text{ dm}^3$  b) 3g I.  
 $5,6 \text{ dm}^3$  II. více; v první reakci je ke spálení 2 molů uhlíku třeba pouze 1 mol  
kyslíku, zato ve druhé reakci potřebujeme ke spálení stejného množství uhlíku  
dvojnásobný objem kyslíku než v první reakci. **4)** a)  $369,4 \text{ dm}^3$  b) 201,69,  $\text{dm}^3$   
c)  $180 \text{ cm}^3$  **5)** 21% **6)** a) 30 g b) 2187,6 g c) 2044,35 g d)  $9,033 \cdot 10^{24}$  atomů **7)**  
a) 561,58 g b)  $355,01 \text{ dm}^3$  **8)** a)  $159,11 \text{ dm}^3$  b) 454,83 g **9)** 1399 g **10)** 83,84  
g **11)**  $217,96 \text{ cm}^3$

## 8.7 Výpočty z chemického vzorce

**1)** a) CO b) CO<sub>2</sub> c) K<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> d) HgO e) H<sub>2</sub>S f) Ag<sub>2</sub>O g) NH<sub>4</sub>Cl h) SO<sub>4</sub> i) N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>  
j) H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> **2)** a) peroxid vodíku b) např. benzen, hex-1,5-diyne c) ethyn d) buta-  
1,3-dien e) diboran **3)** a) **4)** a) **5)** b) **6)** procentuální zastoupení je stejné – 100%  
**7)** a) Na – 63,193 %, B – 28,560 %, H – 10,674 % b) Mn – 63,193 %, O –  
36,807 % c) Si – 87,426 %, H – 12,574 % d) K – 26,581 %, Cr – 35,350 %, O  
– 38,069 % e) C – 75,975 %, H – 12,779 %, O – 11,246 % f) Fe – 69,944 %, O  
– 30,056 % g) Ca – 40,44 %, C – 11,999 %, O- 47,957 % h) P – 43,638 %, O  
– 56,362 % i) Ca – 54,089 %, O – 43,185 %, H – 2,726 j) V – 56,015 %, O –  
43,985 % k) K – 69,685 %, O – 28,515 %, H – 1,8 %