

Veterinární univerzita Brno

**Sbírka příkladů laboratorních výpočtů pro výuku předmětů  
zaměřených na laboratorní diagnostiku**

Nad'a Konečná, Petr Maršálek

2024

Financováno z projektu IVA 2024FVHE/2410/31

## Obsah

1. Hmotnostní koncentrace - výpočet hmotnosti složky.....	3
2. Látková (molární) koncentrace - výpočet hmotnosti složky .....	5
3. Přepočet hmotnostní koncentrace na látkovou (molární) koncentraci.....	9
4. Přepočet látkové (molární) koncentrace na hmotnostní koncentraci.....	12
5. Výpočet hmotnostního zlomku a procenta .....	14
6. Výpočet objemového zlomku a procenta .....	17
7. Hmotnostní zlomek (procento) – výpočet hmotnosti složky .....	20
8. Objemový zlomek (procento) – výpočet objemu složky .....	22
9. Výpočet molárního zlomku a procenta.....	25
10. Ředění roztoků.....	29
11. Výpočty pH.....	32
12. Zaokrouhlování výsledků na platná místa .....	34

## 1. Hmotnostní koncentrace - výpočet hmotnosti složky

Hmotnostní koncentrace rozpuštěné látky  $A$  udává poměr její hmotnosti  $m(A)$  k celkovému objemu směsi  $V_s$

$$c_m(A) = \frac{m(A)}{V_s}$$

základní jednotkou je  $\text{kg/m}^3$ . Běžněji se používají  $\text{g/l}$ ;  $\text{mg/l}$ ;  $\mu\text{g/l}$ ; atd.

Při výpočtu hmotnosti složky si tedy ze vztahu pro hmotnostní koncentraci vyjádříme hmotnost složky:

$$m(A) = c_m(A) \cdot V_s$$

### Výpočty s hmotností koncentrací

Důležité jsou správně zvolené jednotky. Pro začátek doporučuji stejné jednotky objemu pro objem roztoku i pro objem na který je vyjádřena jeho koncentrace. Tzn. v případě potřeby jednotky před anebo po výpočtu převést. Pokud si nejste jisti, pro začátek doporučuji:

$$m \text{ [g]}$$

$$c_m \text{ [g/l]}$$

$$V \text{ [l]}$$

1. Spočítejte hmotnost kortizolu (v **mg**) potřebnou pro přípravu **200 ml** roztoku o koncentraci **70 mg/l**.

$$m = 0,07 \text{ g/l} \cdot 0,2 \text{ l}$$

$$m = 0,014 \text{ g} = 14 \text{ mg}$$

2. Spočítejte hmotnost kyseliny mravenčí (v **g**) potřebnou pro přípravu **400 ml** roztoku o koncentraci **20 mg/ml**.

$$m = 20 \text{ g/l} \cdot 0,4 \text{ l}$$

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

3. Spočítejte hmotnost glukózy (**v mg**) potřebnou pro přípravu **3 l** roztoku o koncentraci **40 mg/l**.

$$m = 0,04g/l \cdot 3l$$

$$m = 0,12g = 120mg$$

4. Spočítejte hmotnost kyseliny fosforečné (**v mg**) potřebnou pro přípravu **350 µl** roztoku o koncentraci **5 g/l**.

$$m = 5g/l \cdot 0,00035l$$

$$m = 0,00175g = 1,75mg$$

5. Spočítejte hmotnost chloridu sodného (**v g**) potřebnou pro přípravu **700 ml** roztoku o koncentraci **8 g/l**.

$$m = 8g/l \cdot 0,7l$$

$$m = 5,6g$$

6. Spočítejte hmotnost kyseliny chlorovodíkové (**v g**) potřebnou pro přípravu **5 l** roztoku o koncentraci **15 mg/ml**.

$$(75 g)$$

7. Spočítejte hmotnost oxidu vápenatého (**v ng**) potřebnou pro přípravu **350 ml** roztoku o koncentraci **25 ng/l**.

$$(8,75 ng)$$

8. Spočítejte hmotnost kyseliny citrónové (**v mg**) potřebnou pro přípravu **150 ml** roztoku o koncentraci **4 µg/ml**.

$$(0,6 mg)$$

9. Spočítejte hmotnost kyseliny dusičné (**v µg**) potřebnou pro přípravu **800 µl** roztoku o koncentraci **9 µg/ml**.

$$(7,2 µg)$$

10. Spočítejte hmotnost kyseliny sírové (**v g**) potřebnou pro přípravu **11 l** roztoku o koncentraci **15 g/l**.

**(165 g)**

11. Spočítejte hmotnost octanu sodného v miligramech potřebnou pro přípravu **45 ml** roztoku o koncentraci **2 µg/ml**.

**(90 µg)**

12. Spočítejte hmotnost dusičnanu draselného (**v g**) potřebnou pro přípravu **500 ml** roztoku o koncentraci **20 g/l**.

**(10 g)**

13. Spočítejte hmotnost hydroxidu draselného (**v µg**) potřebnou pro přípravu **700 ml** roztoku o koncentraci **50 ng/ml**.

**(35 µg)**

14. Spočítejte hmotnost chloridu amonného (**v mg**) potřebnou pro přípravu **60 ml** roztoku o koncentraci **15 mg/ml**.

**(900 mg)**

15. Spočítejte hmotnost kyseliny fosforečné (**v mg**) potřebnou pro přípravu **410 ml** roztoku o koncentraci **40 mg/l**.

**(16,4 mg)**

## **2. Látková (molární) koncentrace - výpočet hmotnosti složky**

Látková koncentrace rozpuštěné látky **A** udává poměr jejího látkového množství  **$n(A)$**  k celkovému objemu směsi  **$V_S$**

$$c(A) = \frac{n(A)}{V_S}$$

Základní jednotkou molární koncentrace je mol/m<sup>3</sup>. Běžněji se používá mol/l, mmol/l, atd.

## Molární hmotnost M

Pro výpočty s molární koncentrací hraje důležitou úlohu molární hmotnost látek. Ta je určena podílem hmotnosti dané látky a jejího látkového množství a vyjadřuje hmotnost množství částic, jehož látkové množství je jedna.

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

Lze ji vypočítat z relativních atomových hmotností jednotlivých atomů nebo nalézt v tabulkách (internetu). **Potřebné molární hmotnosti budou u příkladů vždy součástí zadání.**

Při výpočtech s molární hmotností je dobré si uvědomit následující skutečnost:

Jestliže je molární hmotnost látky: 136 g/mol

tak platí: 136 mg/mmol

136 µg/µmol

136 ng/nmol

Pokud spojíme vztahy pro výpočet molární koncentrace a molární hmotnosti dohromady, tak pro molární koncentraci látky A platí:

$$c(A) = \frac{m(A)}{M(A) \cdot V_s}$$

Při výpočtu hmotnosti složky si tedy ze vztahu pro molární koncentraci vyjádříme hmotnost složky:

$$m(A) = c(A) \cdot M(A) \cdot V_s$$

## Výpočty s hmotností koncentrací

Při výpočtech s molární koncentrací jsou podobně jako u hmotnostní koncentrace důležité správně zvolené jednotky pro výpočet. Pokud si nejste jisti, pro začátek doporučuji:

$$m [g]$$

$$c [mol/l]$$

$$V [l]$$

$$M [g/mol]$$

Tzn. v případě potřeby jednotky před anebo po výpočtu převést.

1. Spočítejte hmotnost chloridu draselného (KCl) (**v g**) potřebnou pro přípravu **50 ml** roztoku o koncentraci **45  $\mu$ mol/ml**, kdy molární hmotnost KCl je **74,55 g/mol**.

$$m = 0,05l \cdot 0,045mol/l \cdot 74,55g/mol$$

$$m = 0,168g$$

2. Spočítejte hmotnost dusičnanu draselného (KNO<sub>3</sub>) (**v mg**) potřebnou pro přípravu **100  $\mu$ l** roztoku o koncentraci **889 mmol/l**, kdy molární hmotnost KNO<sub>3</sub> je **101,10 g/mol**.

$$m = 0,0001l \cdot 0,889mol/l \cdot 101,1g/mol$$

$$m = 0,00899g = 8,99mg$$

3. Spočítejte hmotnost síranu železnatého (FeSO<sub>4</sub>) (**v  $\mu$ g**) potřebnou pro přípravu **3 l** roztoku o koncentraci **6 nmol/ml**, kdy molární hmotnost FeSO<sub>4</sub> je **151,91 g/mol**.

$$m = 3l \cdot 0,000006mol/l \cdot 151,91g/mol$$

$$m = 0,002734g = 2734\mu g$$

4. Spočítejte hmotnost uhličitanu vápenatého ( $\text{CaCO}_3$ ) (**v g**) potřebnou pro přípravu **740 ml** roztoku o koncentraci **219  $\mu\text{mol/l}$** , kdy molární hmotnost  $\text{CaCO}_3$  je **100,09 g/mol**.

$$m = 0,74\text{l} \cdot 0,000219\text{mol/l} \cdot 100,09\text{g/mol}$$

$$m = 0,0162\text{g}$$

5. Spočítejte hmotnost dihydrogenfosforečnanu amonného ( $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ ) (**v mg**) potřebnou pro přípravu **20 l** roztoku o koncentraci **50  $\mu\text{mol/l}$** , kdy molární hmotnost  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$  je **115,03 g/mol**.

$$m = 20 \cdot 0,00005\text{mol/l} \cdot 115,3\text{g/mol}$$

$$m = 0,115\text{g} = 115\text{mg}$$

6. Spočítejte hmotnost dihydrogenfosforečnanu draselného ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ) (**v mg**) potřebnou pro přípravu **650 ml** roztoku o koncentraci **450  $\mu\text{mol/l}$** , kdy molární hmotnost  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  je **136,1 g/mol**.

(Výsledek **m = 39,8 mg**)

7. Spočítejte hmotnost chloridu sodného ( $\text{NaCl}$ ) (**v g**) potřebnou pro přípravu **800 ml** roztoku o koncentraci **0,3 mol/l**, kdy molární hmotnost  $\text{NaCl}$  je **58,44 g/mol**.

(Výsledek **m= 14,03 g**)

8. Spočítejte hmotnost dusičnanu sodného ( $\text{NaNO}_3$ ) (**v mg**) potřebnou pro přípravu **950  $\mu\text{l}$**  roztoku o koncentraci **200 mmol/l**, kdy molární hmotnost  $\text{NaNO}_3$  je **84,99 g/mol**.

(Výsledek **m= 16,15 mg**)

9. Spočítejte hmotnost síranu měďnatého ( $\text{CuSO}_4$ ) (**v mg**) potřebnou pro přípravu **20 ml** roztoku o koncentraci **90  $\mu\text{mol/ml}$** , kdy molární hmotnost  $\text{CuSO}_4$  je **159,609 g/mol**.

(Výsledek **m=287 mg**)

10. Spočítejte hmotnost hydroxidu sodného ( $\text{NaOH}$ ) (**v g**) potřebnou pro přípravu **2 l** roztoku o koncentraci **4 mol/l**, kdy molární hmotnost  $\text{NaOH}$  je **39,997 g/mol**.



(Výsledek  $m=320$  g)

11. Spočítejte hmotnost kyseliny borité ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ) (**v mg**) potřebnou pro přípravu **50 ml** roztoku o koncentraci **240 mmol/l**, kdy molární hmotnost  $\text{H}_3\text{BO}_3$  je **61,83 g/mol**.

(Výsledek  $m=742$  mg)

12. Spočítejte hmotnost kyseliny bromité ( $\text{HBrO}_2$ ) (**v mg**) potřebnou pro přípravu **5000  $\mu\text{l}$**  roztoku o koncentraci **30 mmol/l**, kdy molární hmotnost  $\text{HBrO}_2$  je **112,911 g/mol**.

(Výsledek  $m= 16,9$  mg)

13. Spočítejte hmotnost uhličitanu draselného ( $\text{K}_2\text{CO}_3$ ) (**v  $\mu\text{g}$** ) potřebnou pro přípravu **4 l** roztoku o koncentraci **800 nmol/l**, kdy molární hmotnost  $\text{K}_2\text{CO}_3$  je **138,205 g/mol**.

(Výsledek  $m= 442$   $\mu\text{g}$ )

14. Spočítejte hmotnost síranu hořečnatého ( $\text{MgSO}_4$ ) (**v mg**) potřebnou pro přípravu **630  $\mu\text{l}$**  roztoku o koncentraci **15  $\mu\text{mol/ml}$** , kdy molární hmotnost  $\text{MgSO}_4$  je **120,366 g/mol**.

(Výsledek  $m= 1,14$  mg)

15. Spočítejte hmotnost síranu zinečnatého ( $\text{ZnSO}_4$ ) (**v  $\mu\text{g}$** ) potřebnou pro přípravu **1,5 l** roztoku o koncentraci **8 nmol/l**, kdy molární hmotnost  $\text{ZnSO}_4$  je **161,47 g/mol**.

(Výsledek  $m= 1,94$   $\mu\text{g}$ )

### 3. Přepočítání hmotnostní koncentrace na látkovou (molární) koncentraci

Přepočítání hmotnostní koncentrace na molární koncentraci se provádí dle následujícího vztahu:

$$c = \frac{c_m}{M}$$

Při přepočtu je důležité vědět, v jakých jednotkách vyjde látková koncentrace. Jestliže je hmotnostní koncentrace v **g/l**, bude látková v **mol/l**, jestliže je hmotnostní koncentrace v **ng/ml**, bude látková v **nmol/ml**, atd.

1. Jaká je látková koncentrace (**v mmol/l**) roztoku kyseliny citronové ( $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ ), který má hmotnostní koncentraci **30 mg/l** a molární hmotnost  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$  je **192,12 g/mol**.

$$c = \frac{0,03g/l}{192,12g/mol}$$

$$c = 0,000156mol/l = 0,156mmol/l$$

2. Jaká je látková koncentrace (v  $\mu\text{mol/ml}$ ) kyseliny šťavelové ( $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$ ), který má hmotnostní koncentraci **4 g/l** a molární hmotnost  $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$  je **90,03 g/mol**.

$$c = \frac{4g/l}{90,03g/mol}$$

$$c = 0,0444mol/l = 44,4\mu\text{mol/ml}$$

3. Jaká je látková koncentrace (v  $\text{nmol/l}$ ) roztoku dusičnanu amonného ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ), který má hmotnostní koncentraci **250 ng/l** a molární hmotnost  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  je **80,04 g/mol**.

$$c = \frac{0,00000025g/l}{80,04g/mol}$$

$$c = 0,0000000312mol/l = 3,12nmol/l$$

4. Jaká je látková koncentrace (v  $\text{nmol/ml}$ ) roztoku kyseliny benzoové ( $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2$ ), který má hmotnostní koncentraci **70 ng/ml** a molární hmotnost  $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2$  je **122,12 g/mol**.

$$c = \frac{0,00007g/l}{122,12g/mol}$$

$$c = 0,000000573mol/l = 0,573nmol/ml$$

5. Jaká je látková koncentrace (v  $\mu\text{mol/l}$ ) roztoku síranu manganatého ( $\text{MnSO}_4$ ), který má hmotnostní koncentraci **42  $\mu\text{g/ml}$**  a molární hmotnost  $\text{MnSO}_4$  je **151,00 g/mol**.

$$c = \frac{0,042g/l}{151g/mol}$$

$$c = 0,000278mol/l = 278\mu\text{mol/l}$$

6. Jaká je látková koncentrace (v  $\mu\text{mol/l}$ ) roztoku kortizolu ( $\text{C}_{21}\text{H}_{30}\text{O}_5$ ), který má hmotnostní koncentraci **20  $\mu\text{g/l}$**  a molární hmotnost  $\text{C}_{21}\text{H}_{30}\text{O}_5$  je **362,47 g/mol**.

(Výsledek  $c = 0,0552 \mu\text{mol/l}$ )

7. Jaká je látková koncentrace (v **nmol/l**) roztoku kyseliny mravenčí ( $\text{CH}_2\text{O}_2$ ), který má hmotnostní koncentraci **35 ng/ml** a molární hmotnost  $\text{CH}_2\text{O}_2$  je **46,03 g/mol**.

(Výsledek  $c=$  **760 nmol/l**)

8. Jaká je látková koncentrace (v  **$\mu\text{mol/ml}$** ) roztoku glukózy ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ), který má hmotnostní koncentraci **70 g/l** a molární hmotnost  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  je **180,156 g/mol**.

(Výsledek  $c=$  **389  $\mu\text{mol/ml}$** )

9. Jaká je látková koncentrace (v **mmol/l**) roztoku kyseliny fosforečné ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ), který má hmotnostní koncentraci **450  $\mu\text{g/ml}$**  a molární hmotnost  $\text{H}_3\text{PO}_4$  je **97,994 g/mol**.

(Výsledek  $c=$  **4,59 mmol/l**)

10. Jaká je látková koncentrace (v **nmol/l**) roztoku kyseliny chlorovodíkové ( $\text{HCl}$ ), který má hmotnostní koncentraci **6 ng/ml** a molární hmotnost  $\text{HCl}$  je **36,46 g/mol**.

(Výsledek  $c=$  **164 nmol/l**)

11. Jaká je látková koncentrace (v **mmol/l**) roztoku kreatininu ( $\text{C}_4\text{H}_7\text{N}_3\text{O}$ ), který má hmotnostní koncentraci **37 g/l** a molární hmotnost  $\text{C}_4\text{H}_7\text{N}_3\text{O}$  je **113,12 g/mol**.

(Výsledek  $c=$  **327 mmol/l**)

12. Jaká je látková koncentrace (v **mol/l**) roztoku kyseliny mléčné ( $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$ ), který má hmotnostní koncentraci **180 mg/l** a molární hmotnost  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$  je **90,08 g/mol**.

(Výsledek  $c=$  **0,00200 mol/l**)

13. Jaká je látková koncentrace (v  **$\mu\text{mol/l}$** ) roztoku kyseliny propionové ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}$ ), který má hmotnostní koncentraci **11 ng/ml** a molární hmotnost  $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}$  je **74,08 g/mol**.

(Výsledek  $c=$  **0,149  $\mu\text{mol/l}$** )

14. Jaká je látková koncentrace (v  **$\mu\text{mol/ml}$** ) roztoku kyseliny acetylsalicylové ( $\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4$ ), který má hmotnostní koncentraci **205 mg/ml** a molární hmotnost  $\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4$  je **180,160 g/mol**.

(Výsledek  $c=$  **1140  $\mu\text{mol/ml}$** )

15. Jaká je látková koncentrace (v **mol/l**) roztoku kyseliny máselné ( $C_3H_7COOH$ ), který má hmotnostní koncentraci **40 g/l** a molární hmotnost  $C_3H_7COOH$  je **88,11 g/mol**.

(Výsledek  **$c=0,454 \text{ mol/l}$** )

#### 4. Přepočítání látkové (molární) koncentrace na hmotnostní koncentraci

Přepočítání molární koncentrace na hmotnostní koncentraci se provádí dle následujícího vztahu:

$$c_m = c \cdot M$$

Při přepočtu je důležité vědět, v jakých jednotkách vyjde hmotnostní koncentrace. Jestliže je látková koncentrace v **mol/l** bude hmotnostní v **g/l**, jestliže je látková koncentrace v **mmol/ml** bude hmotnostní v **mg/ml**, atd.

$$C_m(\text{g/l}) = c(\text{mol/l}) \cdot M(\text{g/mol})$$

$$C_m(\text{mg/l}) = c(\text{mmol/l}) \cdot M(\text{mg/mmol})$$

1. Jaká je hmotnostní koncentrace (v **mg/l**) roztoku acetonu ( $C_3H_6O$ ), který má látkovou koncentraci **15  $\mu\text{mol/l}$**  a molární hmotnost  $C_3H_6O$  je **58,08 g/mol**.

$$c_m = 0,000015 \text{ mol/l} \cdot 58,08 \text{ g/mol}$$

$$c_m = 0,000871 \text{ g/l} = 0,871 \text{ mg/l}$$

2. Jaká je hmotnostní koncentrace (v **g/ml**) roztoku síranu sodného ( $Na_2SO_4$ ), který má látkovou koncentraci **96 mmol/l** a molární hmotnost  $Na_2SO_4$  je **142,04 g/mol**.

$$c_m = 0,096 \text{ mol/l} \cdot 142,04 \text{ g/mol}$$

$$c_m = 13,6 \text{ g/l} = 0,0136 \text{ g/ml}$$

3. Jaká je hmotnostní koncentrace (v **g/l**) roztoku kyseliny stearové ( $C_{18}H_{36}O_2$ ), který má látkovou koncentraci **105 mmol/l** a molární hmotnost  $C_{18}H_{36}O_2$  je **284,48 g/mol**.

$$c_m = 0,105 \text{ mol/l} \cdot 284,48 \text{ g/mol}$$

$$c_m = 29,9 \text{ g/l}$$

4. Jaká je hmotnostní koncentrace (**v  $\mu\text{g/ml}$** ) roztoku síranu barnatého ( $\text{BaSO}_4$ ), který má látkovou koncentraci **47  $\mu\text{mol/l}$**  a molární hmotnost  $\text{BaSO}_4$  je **233,39 g/mol**.

$$c_m = 0,047 \text{ mol/l} \cdot 233,39 \text{ g/mol}$$

$$c_m = \mathbf{11,0 \text{ g/l} = 11000 \mu\text{g/ml}}$$

5. Jaká je hmotnostní koncentrace (**v g/ml**) roztoku sacharózy ( $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ ), který má látkovou koncentraci **61 mmol/l** a molární hmotnost  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$  je **342,30 g/mol**.

$$c_m = 0,061 \text{ mol/l} \cdot 342,3 \text{ g/mol}$$

$$c_m = \mathbf{20,9 \text{ g/l} = 0,0209 \text{ g/ml}}$$

6. Jaká je hmotnostní koncentrace (**v g/l**) roztoku chloridu sodného ( $\text{NaCl}$ ), který má látkovou koncentraci **50 mmol/l** a molární hmotnost  $\text{NaCl}$  je **58,44 g/mol**.

$$\text{(Výsledek } c = \mathbf{2,92 \text{ g/l}})$$

7. Jaká je hmotnostní koncentrace (**v g/ml**) roztoku octanu sodného ( $\text{CH}_3\text{COONa}$ ), který má látkovou koncentraci **180 mmol/l** a molární hmotnost  $\text{CH}_3\text{COONa}$  je **82,034 g/mol**.

$$\text{(Výsledek } c = \mathbf{0,0148 \text{ g/ml}})$$

8. Jaká je hmotnostní koncentrace (**v mg/l**) roztoku chloridu vápenatého ( $\text{CaCl}_2$ ), který má látkovou koncentraci **8 mmol/l** a molární hmotnost  $\text{CaCl}_2$  je **110,98 g/mol**.

$$\text{(Výsledek } c = \mathbf{888 \text{ mg/l}})$$

9. Jaká je hmotnostní koncentrace (**v mg/l**) roztoku síranu měďnatého ( $\text{CuSO}_4$ ), který má látkovou koncentraci **65  $\mu\text{mol/l}$**  a molární hmotnost  $\text{CuSO}_4$  je **159,609 g/mol**.

$$\text{(Výsledek } c = \mathbf{10,4 \text{ mg/l}})$$

10. Jaká je hmotnostní koncentrace (**v g/l**) roztoku chloridu draselného ( $\text{KCl}$ ), který má látkovou koncentraci **0,12 mol/l** a molární hmotnost  $\text{KCl}$  je **74,55 g/mol**.

$$\text{(Výsledek } c = \mathbf{8,95 \text{ g/l}})$$

11. Jaká je hmotnostní koncentrace (**v  $\mu\text{g/ml}$** ) roztoku hydroxidu draselného ( $\text{KOH}$ ), který má látkovou koncentraci **4  $\mu\text{mol/l}$**  a molární hmotnost  $\text{KOH}$  je **56,1056 g/mol**.

$$\text{(Výsledek } c = \mathbf{0,224 \mu\text{g/ml}})$$

12. Jaká je hmotnostní koncentrace (v **g/ml**) roztoku kyseliny sírové ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), který má látkovou koncentraci **330 mmol/l** a molární hmotnost  $\text{H}_2\text{SO}_4$  je **98,079 g/mol**.

(Výsledek  $c = 0,0324 \text{ g/ml}$ )

13. Jaká je hmotnostní koncentrace (v **μg/l**) roztoku kyseliny dusičné ( $\text{HNO}_3$ ), který má látkovou koncentraci **9 μmol/l** a molární hmotnost  $\text{HNO}_3$  je **63,01 g/mol**.

(Výsledek  $c = 567 \text{ μg/l}$ )

14. Jaká je hmotnostní koncentrace (v **g/ml**) roztoku uhličitanu sodného ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), který má látkovou koncentraci **470 mmol/l** a molární hmotnost  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  je **105,98 g/mol**.

(Výsledek  $c = 0,0498 \text{ g/ml}$ )

15. Jaká je hmotnostní koncentrace (v **mg/ml**) roztoku kyseliny chlorovodíkové ( $\text{HCl}$ ), který má látkovou koncentraci **715 nmol/ml** a molární hmotnost  $\text{HCl}$  je **36,46 g/mol**.

(Výsledek  $c = 0,0261 \text{ mg/ml}$ )

## 5. Výpočet hmotnostního zlomku a procenta

Hmotnostní zlomek látky udává poměr hmotnosti složky  $m(A)$  k hmotnosti celé směsi (roztoku)  $m_s$

$$w(A) = \frac{m(A)}{m_s}$$

Jedná se o bezrozměrnou veličinu a často je vyjadřován ve formě tzv. hmotnostního procenta.

$$w_{\%}(A) = w(A) \cdot 100$$

Při výpočtech hmotnostního zlomku je nutné dbát na správné dosazení jednotek tak, aby jednotky hmotnosti všech složek celé směsi byly stejné.

1. **Příklad: 15 g** NaCl bylo rozpuštěno ve **250 ml** vody. Vypočítejte hmotnostní zlomek a hmotnostní procento NaCl. Hustotu vody uvažujeme **1 g/ml**.

$$w = \frac{15g}{(15g + 250g)}$$

$$w = 0,0566 = 5,66\%$$

2. **Příklad: 4 g** sacharózy bylo rozpuštěno ve **180 ml** vody. Vypočítejte hmotnostní zlomek a hmotnostní procento sacharózy. Hustotu vody uvažujeme **1 g/ml**.

$$w = \frac{4g}{(4g + 180g)}$$

$$w = 0,0217 = 2,17\%$$

3. **Příklad: 8 mg** glukózy bylo rozpuštěno ve **200 µl** vody. Vypočítejte hmotnostní zlomek a hmotnostní procento glukózy. Hustotu vody uvažujeme **1 g/ml**.

$$w = \frac{8mg}{(8mg + 200mg)}$$

$$w = 0,0385 = 3,85\%$$

4. **Příklad: 37 mg** NaHCO<sub>3</sub> bylo rozpuštěno ve **20 ml** vody. Vypočítejte hmotnostní zlomek a hmotnostní procento NaHCO<sub>3</sub>. Hustotu vody uvažujeme **1 g/ml**.

$$w = \frac{0,037g}{(0,037g + 20g)}$$

$$w = 0,00185 = 0,185\%$$

5. **Příklad: 53 µg** NaOH bylo rozpuštěno ve **4 µl** vody. Vypočítejte hmotnostní zlomek a hmotnostní procento NaOH. Hustotu vody uvažujeme **1 g/ml**.

$$\text{Řešení: } w = 0,0131 = 1,31 \%$$

$$w = \frac{0,053mg}{(0,053mg + 4mg)}$$

$$w = 0,0131 = 1,31\%$$

6. **Příklad:** 79  $\mu\text{g}$   $\text{Na}_2\text{CO}_3$  bylo rozpuštěno v 7  $\mu\text{l}$  vody. Vypočítejte hmotnostní zlomek a hmotnostní procento  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Hustotu vody uvažujeme 1 g/ml.

**Řešení:**  $w = 0,0112 = 1,12 \%$

7. **Příklad:** 95 g  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  bylo rozpuštěno v 6 l vody. Vypočítejte hmotnostní zlomek a hmotnostní procento  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ . Hustotu vody uvažujeme 1 g/ml.

**Řešení:**  $w = 0,0156 = 1,56 \%$

8. **Příklad:** 890 mg  $\text{KNO}_3$  bylo rozpuštěno ve 10 ml vody. Vypočítejte hmotnostní zlomek a hmotnostní procento  $\text{KNO}_3$ . Hustotu vody uvažujeme 1 g/ml.

**Řešení:**  $w = 0,0817 = 8,17 \%$

9. **Příklad:** 42 g KI bylo rozpuštěno ve 2 l vody. Vypočítejte hmotnostní zlomek a hmotnostní procento KI. Hustotu vody uvažujeme 1 g/ml.

**Řešení:**  $w = 0,0206 = 2,06 \%$

10. **Příklad:** 17 mg HCl bylo rozpuštěno ve 990  $\mu\text{l}$  vody. Vypočítejte hmotnostní zlomek a hmotnostní procento HCl. Hustotu vody uvažujeme 1 g/ml.

**Řešení:**  $w = 0,0169 = 1,69 \%$

11. **Příklad:** 1 g  $\text{MgSO}_4$  byl rozpuštěn ve 13 ml vody. Vypočítejte hmotnostní zlomek a hmotnostní procento  $\text{MgSO}_4$ . Hustotu vody uvažujeme 1 g/ml.

**Řešení:**  $w = 0,0714 = 7,14 \%$

12. **Příklad:** 330  $\mu\text{g}$  ethanolu bylo rozpuštěno ve 5  $\mu\text{l}$  vody. Vypočítejte hmotnostní zlomek a hmotnostní procento ethanolu. Hustotu vody uvažujeme 1 g/ml.

**Řešení:**  $w = 0,0619 = 6,19 \%$

13. **Příklad:** 84 g  $\text{CuSO}_4$  bylo rozpuštěno ve 4 l vody. Vypočítejte hmotnostní zlomek a hmotnostní procento  $\text{CuSO}_4$ . Hustotu vody uvažujeme 1 g/ml.

**Řešení:**  $w = 0,0206 = 2,06 \%$



14. **Příklad:** 60 mg kyseliny citrónové bylo rozpuštěno ve 45 ml vody. Vypočítejte hmotnostní zlomek a hmotnostní procento kyseliny citrónové. Hustotu vody uvažujeme 1 g/ml.

**Řešení:**  $w = 0,0013 = 0,13 \%$

15. **Příklad:** 955 mg KBr bylo rozpuštěno ve 75 ml vody. Vypočítejte hmotnostní zlomek a hmotnostní procento KBr. Hustotu vody uvažujeme 1 g/ml.

**Řešení:**  $w = 0,0126 = 1,26 \%$

## 6. Výpočet objemového zlomku a procenta

Objemový zlomek látky A udává poměr jejího objemu  $V(A)$  k objemu celé směsi (roztoku)  $V_s$

$$\varphi(A) = \frac{V(A)}{V_s}$$

Jedná se o bezrozměrnou veličinu a často je vyjadřován ve formě tzv. objemového procenta.

$$\varphi_{\%}(A) = \varphi(A) \cdot 100$$

Při výpočtech objemového zlomku je nutné dbát na správné dosazení jednotek tak, aby jednotky objemu všech složek celé směsi byly stejné.

1. **Příklad:** Bylo rozpuštěno 80 ml methanolu ve 180 ml vody. Jaký je objemový zlomek a procento?

$$\varphi = \frac{80ml}{(80ml + 180ml)}$$

$$\varphi = 0,308 = 30,8\%$$

2. **Příklad:** Byly rozpuštěny 2 l propanolu v 9 l vody. Jaký je objemový zlomek a procento?

$$\varphi = \frac{2l}{(2l + 9l)}$$

$$\varphi = 0,1818 = 18,18\%$$

3. **Příklad:** Bylo rozpuštěno **45 ml** acetonitrilu v **1 l** vody. Jaký je objemový zlomek a procento?

$$\varphi = \frac{45ml}{(45ml + 1000ml)}$$

$$\varphi = 0,0431 = 4,31\%$$

4. **Příklad:** Bylo rozpuštěno **550 µl** glycerolu ve **4 ml** vody. Jaký je objemový zlomek a procento?

$$\varphi = \frac{0,55ml}{(0,55ml + 4ml)}$$

$$\varphi = 0,1209 = 12,09\%$$

5. **Příklad:** Bylo rozpuštěno **37 µl** kyseliny sírové v **7 ml** vody. Jaký je objemový zlomek a procento?

$$\varphi = \frac{0,037ml}{(0,037ml + 7ml)}$$

$$\varphi = 0,00526 = 0,526\%$$

6. **Příklad:** Bylo rozpuštěno **400 ml** ethanolu v **850 ml** vody. Jaký je objemový zlomek a procento?

**Řešení:**  $\varphi = 0,32 = 32 \%$

7. **Příklad:** Bylo rozpuštěno **18 ml** methanolu v **75 ml** vody. Jaký je objemový zlomek a procento?

**Řešení:**  $\varphi = 0,1935 = 19,35 \%$

8. **Příklad:** Bylo rozpuštěno **1,5 l** isopropanolu v **9 l** vody. Jaký je objemový zlomek a procento?

**Řešení:**  $\varphi = 0,1429 = 14,29 \%$

9. **Příklad:** Bylo rozpuštěno **42 μl** acetonitrilu v **62 μl** vody. Jaký je objemový zlomek a procento?

**Řešení:**  $\varphi = 0,4038 = 40,38 \%$

10. **Příklad:** Bylo rozpuštěno **746 μl** methanolu ve **3 ml** vody. Jaký je objemový zlomek a procento?

**Řešení:**  $\varphi = 0,1991 = 19,91 \%$

11. **Příklad:** Bylo rozpuštěno **995 μl** isopropanolu v **10 ml** vody. Jaký je objemový zlomek a procento?

**Řešení:**  $\varphi = 0,0905 = 9,05 \%$

12. **Příklad:** Bylo rozpuštěno **350 ml** acetonitrilu v **6 l** vody. Jaký je objemový zlomek a procento?

**Řešení:**  $\varphi = 0,0551 = 5,51 \%$

13. **Příklad:** Bylo rozpuštěno **8 ml** methanolu ve **20 ml** vody. Jaký je objemový zlomek a procento?

**Řešení:**  $\varphi = 0,2857 = 28,57 \%$

14. **Příklad:** Bylo rozpuštěno **25 ml** ethanolu ve **60 ml** vody. Jaký je objemový zlomek a procento?

**Řešení:**  $\varphi = 0,2941 = 29,41 \%$

15. **Příklad:** Bylo rozpuštěno **7 l** butanolu v **10 l** vody. Jaký je objemový zlomek a procento?

**Řešení:**  $\varphi = 0,4118 = 41,18 \%$

## 7. Hmotnostní zlomek (procento) – výpočet hmotnosti složky

Při výpočtu hmotnosti složky vyjdeme ze vztahu pro hmotnostní zlomek:

$$w(A) = \frac{m(A)}{m_s}$$

ze kterého si vyjádříme hmotnost složky:

$$m(A) = w(A) \cdot m_s$$

1. Spočítejte hmotnost NaCl (g) nutného pro přípravu 15% roztoku o hmotnosti 250 g.

$$15\% = \frac{m}{250g} \cdot 100$$

$$0,15 = \frac{m}{250g}$$

$$m = 250g \cdot 0,15$$

$$\mathbf{m = 37,5g}$$

2. Spočítejte hmotnost KCl (g) nutného pro přípravu 8% roztoku o hmotnosti 300 g.

$$8\% = \frac{m}{300g} \cdot 100$$

$$0,08 = \frac{m}{300g}$$

$$m = 300g \cdot 0,08$$

$$\mathbf{m = 24g}$$

3. Spočítejte hmotnost CaCl<sub>2</sub> (g) nutného pro přípravu 6% roztoku o hmotnosti 2 kg.

$$6\% = \frac{m}{2kg} \cdot 100$$

$$0,06 = \frac{m}{2kg}$$

$$m = 2kg \cdot 0,06$$

$$\mathbf{m = 0,12kg = 120g}$$

4. Spočítejte hmotnost  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  (**mg**) nutného pro přípravu 4% roztoku o hmotnosti 15 g.

$$4\% = \frac{m}{15g} \cdot 100$$

$$0,04 = \frac{m}{15g}$$

$$m = 15g \cdot 0,04$$

$$\mathbf{m = 0,6g = 600mg}$$

5. Spočítejte hmotnost  $\text{K}_2\text{SO}_4$  (**g**) nutného pro přípravu 18% roztoku o hmotnosti 3 kg.

$$18\% = \frac{m}{3kg} \cdot 100$$

$$0,18 = \frac{m}{3kg}$$

$$m = 3kg \cdot 0,18$$

$$\mathbf{m = 0,54kg = 540g}$$

6. Spočítejte hmotnost  $\text{MgCl}_2$  (**g**) nutného pro přípravu 9% roztoku o hmotnosti 40 g.

$$\mathbf{(3,6 g)}$$

7. Spočítejte hmotnost  $\text{CuSO}_4$  (**g**) nutného pro přípravu 5% roztoku o hmotnosti 740 g.

$$\mathbf{(37 g)}$$

8. Spočítejte hmotnost  $\text{NH}_4\text{Cl}$  (**g**) nutného pro přípravu 14% roztoku o hmotnosti 65 g.

$$\mathbf{(9,1 g)}$$

9. Spočítejte hmotnost  $\text{NaNO}_3$  (**g**) nutného pro přípravu 7% roztoku o hmotnosti 85 g.  
**(5,95 g)**
10. Spočítejte hmotnost  $\text{KNO}_3$  (**mg**) nutného pro přípravu 3% roztoku o hmotnosti 17 g.  
**(510 mg)**
11. Spočítejte hmotnost  $\text{NaBr}$  (**mg**) nutného pro přípravu 2% roztoku o hmotnosti 6 g.  
**(120 mg)**
12. Spočítejte hmotnost  $\text{KI}$  (**g**) nutného pro přípravu 0,5% roztoku o hmotnosti 4 kg.  
**(20 g)**
13. Spočítejte hmotnost  $\text{LiCl}$  (**g**) nutného pro přípravu 11% roztoku o hmotnosti 850 g.  
**(93,5 g)**
14. Spočítejte hmotnost  $\text{ZnCl}_2$  (**g**) nutného pro přípravu 3,2% roztoku o hmotnosti 420 g.  
**(13,44 g)**
15. Spočítejte hmotnost  $\text{NaCl}$  (**mg**) nutného pro přípravu 1,5% roztoku o hmotnosti 45 g.  
**(675 mg)**

## 8. Objemový zlomek (procento) – výpočet objemu složky

Při výpočtu objemu složky vyjdeme z definice objemového zlomku:

$$\varphi(A) = \frac{V(A)}{V_s}$$

Ze kterého si vyjádříme objem složky:

$$V(A) = \varphi(A) \cdot V_s$$

1. Spočítejte objem (**ml**) acetonitrilu nutného pro přípravu 35% roztoku o objemu 500 ml.

$$35\% = \frac{V}{500ml} \cdot 100$$

$$0,35 = \frac{V}{500ml}$$

$$V = 500ml \cdot 0,35$$

$$\mathbf{V = 175ml}$$

2. Spočítejte objem (**l**) methanolu nutného pro přípravu 20% roztoku o objemu 650 ml.

$$20\% = \frac{V}{650ml} \cdot 100$$

$$0,2 = \frac{V}{650ml}$$

$$V = 650ml \cdot 0,2$$

$$\mathbf{V = 130ml = 0,13l}$$

3. Spočítejte objem (**l**) ethanolu nutného pro přípravu 15% roztoku o objemu 1,5 l.

$$15\% = \frac{V}{1,5l} \cdot 100$$

$$0,15 = \frac{V}{1,5l}$$

$$V = 1,5l \cdot 0,15$$

$$\mathbf{V = 0,225l}$$

4. Spočítejte objem (**ml**) isopropanolu nutného pro přípravu 3% roztoku o objemu 740 ml.

$$3\% = \frac{V}{740\text{ml}} \cdot 100$$

$$0,03 = \frac{V}{740\text{ml}}$$

$$V = 740\text{ml} \cdot 0,03$$

$$V = 22,2\text{ml}$$

5. Spočítejte objem (**μl**) acetonitrilu nutného pro přípravu 2% roztoku o objemu 75 ml.

$$2\% = \frac{V}{75\text{ml}} \cdot 100$$

$$0,02 = \frac{V}{75\text{ml}}$$

$$V = 75\text{ml} \cdot 0,02$$

$$V = 1,5\text{ml} = 1500\mu\text{l}$$

6. Spočítejte objem (**ml**) methanolu nutného pro přípravu 18% roztoku o objemu 400 ml.

**(72 ml)**

7. Spočítejte objem (**ml**) propanolu nutného pro přípravu 24% roztoku o objemu 160 ml.

**(38,4 ml)**

8. Spočítejte objem (**μl**) etanolu nutného pro přípravu 12% roztoku o objemu 15 ml.

**(1800 μl)**

9. Spočítejte objem (**l**) acetonitrilu nutného pro přípravu 31% roztoku o objemu 900 ml.

**(0,279 l)**

10. Spočítejte objem (**ml**) propanolu nutného pro přípravu 26% roztoku o objemu 450 ml.

**(117 ml)**



11. Spočítejte objem (l) metanolu nutného pro přípravu 19,5% roztoku o objemu 620 ml.

**(0,1209 l)**

12. Spočítejte objem (ml) isopropanolu nutného pro přípravu 13% roztoku o objemu 3 l.

**(390 ml)**

13. Spočítejte objem (ml) metanolu nutného pro přípravu 10% roztoku o objemu 5,5 l.

**(550 ml)**

14. Spočítejte objem (ml) butanolu nutného pro přípravu 12% roztoku o objemu 140 ml.

**(16,8 ml)**

15. Spočítejte objem (l) acetonitrilu nutné pro přípravu 22,5% roztoku o objemu 130 ml.

**(0,029 l)**

## 9. Výpočet molárního zlomku a procenta

Molární zlomek udává poměr látkového množství látky  $n(A)$  a celkového látkového množství  $n_s$  jednotlivých složek v soustavě (roztoku):

$$x(A) = \frac{n(A)}{n_s}$$

Jedná se o bezrozměrnou veličinu a často je vyjadřován ve formě tzv. objemového procenta.

$$x_{\%}(A) = x(A) \cdot 100$$

1. Roztok NaCl vznikl smícháním **10 g** NaCl a **100 ml** vody. Spočítejte molární zlomek NaCl. Molární hmotnost NaCl je **58,44 g/mol**, molární hmotnost H<sub>2</sub>O je **18,01 g/mol**.

$$n(\text{NaCl}) = \frac{10\text{g}}{58,44\text{g/mol}} = 0,171\text{mol}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{100\text{g}}{18,01\text{g/mol}} = 5,55\text{mol}$$

$$x(\text{NaCl}) = \frac{0,171}{(0,171 + 5,55)} = 0,0299 = 2,99\%$$

2. Roztok octanu sodného vznikl smícháním **500 mg** octanu sodného a **10 ml** vody. Spočítejte molární zlomek octanu sodného. Molární hmotnost octanu sodného je **80,034 g/mol**, molární hmotnost H<sub>2</sub>O je **18,01 g/mol**.

$$n(\text{octan sodný}) = \frac{0,5\text{g}}{80,034\text{g/mol}} = 0,00625\text{mol}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{10\text{g}}{18,01\text{g/mol}} = 0,555\text{mol}$$

$$x(\text{octan sodný}) = \frac{0,00625}{(0,00625 + 0,555)} = 0,0111 = 1,11\%$$

3. Roztok chloridu vápenatého vznikl smícháním **75 g** chloridu vápenatého a **300 ml** vody. Spočítejte molární zlomek CaCl<sub>2</sub>. Molární hmotnost CaCl<sub>2</sub> je **110,98 g/mol**, molární hmotnost H<sub>2</sub>O je **18,01 g/mol**.

$$n(\text{CaCl}_2) = \frac{75\text{g}}{110,98\text{g/mol}} = 0,676\text{mol}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{300\text{g}}{18,01\text{g/mol}} = 16,7\text{mol}$$

$$x(\text{CaCl}_2) = \frac{0,676}{(0,676 + 16,7)} = 0,0390 = 3,90\%$$

4. Roztok NaCl vznikl smícháním **35 g** NaCl a **2 l** vody. Spočítejte molární zlomek NaCl. Molární hmotnost NaCl je **58,44 g/mol**, molární hmotnost H<sub>2</sub>O je **18,01 g/mol**.

$$n(\text{NaCl}) = \frac{35\text{g}}{58,44\text{g/mol}} = 0,599\text{mol}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{2000\text{g}}{18,01\text{g/mol}} = 111\text{mol}$$

$$x(\text{NaCl}) = \frac{0,599}{(0,599 + 111)} = 0,00537 = 0,537\%$$

5. Roztok síranu sodného vznikl smícháním **950 µg** síranu sodného a **25 µl** vody. Spočítejte molární zlomek Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Molární hmotnost Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> je **142,04 g/mol**, molární hmotnost H<sub>2</sub>O je **18,01 g/mol**.

$$n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \frac{0,00095\text{g}}{142,04\text{g/mol}} = 0,00000669\text{mol}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{0,025\text{g}}{18,01\text{g/mol}} = 0,00139\text{mol}$$

$$x(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \frac{0,00000669}{(0,00000669 + 0,00139)} = 0,00480 = 4,80\%$$

6. Roztok NaCl vznikl smícháním **90 mg** NaCl a **5 ml** vody. Spočítejte molární zlomek NaCl. Molární hmotnost NaCl je **58,44 g/mol**, molární hmotnost H<sub>2</sub>O je **18,01 g/mol**.

**(0,00552; 0,552 %)**

7. Roztok síranu barnatého vznikl smícháním **47 mg** síranu barnatého a **70 ml** vody. Spočítejte molární zlomek BaSO<sub>4</sub>. Molární hmotnost BaSO<sub>4</sub> je **233,39 g/mol**, molární hmotnost H<sub>2</sub>O je **18,01 g/mol**.

**(0,0000486; 0,00486 %)**

8. Roztok sacharózy vznikl smícháním **33 g** sacharózy a **0,5 l** vody. Spočítejte molární zlomek sacharózy. Molární hmotnost sacharózy je **342,30 g/mol**, molární hmotnost H<sub>2</sub>O je **18,01 g/mol**.  
**(0,00346; 0,346 %)**
9. Roztok síranu měďnatého vznikl smícháním **95 mg** síranu měďnatého a **870 µl** vody, Spočítejte molární zlomek CuSO<sub>4</sub>. Molární hmotnost CuSO<sub>4</sub> je **159,609 g/mol**, molární hmotnost H<sub>2</sub>O je **18,01 g/mol**.  
**(0,0122; 1,22 %)**
10. Roztok chloridu draselného vznikl smícháním **47 mg** chloridu draselného a **900 µl** vody. Spočítejte molární zlomek KCl. Molární hmotnost KCl je **74,55 g/mol**, molární hmotnost H<sub>2</sub>O je **18,01 g/mol**.  
**(0,0125; 1,25 %)**
11. Roztok hydroxidu draselného vznikl smícháním **5 g** hydroxidu draselného a **90 ml** vody. Spočítejte molární zlomek KOH. Molární hmotnost KOH je **56,1056 g/mol**, molární hmotnost H<sub>2</sub>O je **18,01 g/mol**.  
**(0,0175; 1,75 %)**
12. Roztok kyseliny sírové vznikl smícháním **18 g** kyseliny sírové a **50 ml** vody. Spočítejte molární zlomek H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Molární hmotnost H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> je **98,079 g/mol**, molární hmotnost H<sub>2</sub>O je **18,01 g/mol**.  
**(0,0620; 6,20 %)**
13. Roztok kyseliny dusičné vznikl smícháním **400 µg** kyseliny dusičné a **10 µl** vody, Spočítejte molární zlomek HNO<sub>3</sub>. Molární hmotnost HNO<sub>3</sub> je **63,01 g/mol**, molární hmotnost H<sub>2</sub>O je **18,01 g/mol**.  
**(0,0113; 1,13 %)**
14. Roztok uhličitanu sodného vznikl smícháním **20 g** uhličitanu sodného a **140 ml** vody, Spočítejte molární zlomek Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. Molární hmotnost Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> je **105,98 g/mol**, molární hmotnost H<sub>2</sub>O je **18,01 g/mol**.  
**(0,0237; 2,37 %)**

15. Roztok kyseliny chlorovodíkové vznikl smícháním **10 g** kyseliny chlorovodíkové a **100 g** vody, Spočítejte molární zlomek HCl. Molární hmotnost HCl je **36,46 g/mol**, molární hmotnost H<sub>2</sub>O je **18,01 g/mol**.

**(0,0299; 2,99 %)**

## 10. Ředění roztoků

Při ředění roztoků je třeba vypočítat objem koncentrovaného (ředěného) roztoku, který použijeme k ředění a vytvoření nového naředěného roztoku. Koncentraci koncentrovaného (ředěného) roztoku, stejně tak známe objem a koncentraci naředěného roztoku. Pro výpočet využijeme následujícího vzorce:

$$V_1 = \frac{V_2 \cdot c_2}{c_1}$$

**Kde:** *V<sub>1</sub>* je objem ředěného roztoku, *c<sub>1</sub>* je koncentrace ředěného roztoku, *V<sub>2</sub>* je objem připravovaného naředěného roztoku a *c<sub>2</sub>* je koncentrace připravovaného naředěného roztoku.

Důležité jsou správně zvolené jednotky. Pro začátek doporučuji stejné jednotky objemu pro objem roztoku i pro objem na který je vyjádřena jeho koncentrace.

**1. Příklad:** Jaký potřebujeme objem (**v ml**) roztoku o koncentraci 200 mg/l pro přípravu roztoku o koncentraci 1 mg/l a objemu 100 ml?

$$V = \frac{1mg/l \cdot 0,1l}{200mg/l}$$

$$V = 0,0005l = 0,5ml$$

**2. Příklad:** Jaký potřebujeme objem (**v ml**) roztoku o koncentraci 80 µg/l pro přípravu roztoku o koncentraci 20 µg/l a objemu 40 ml?

$$V = \frac{0,2mg/l \cdot 0,04l}{0,8mg/l}$$

$$V = 0,01l = 10ml$$

3. **Příklad:** Jaký potřebujeme objem (**v ml**) roztoku o koncentraci 450 µg/l pro přípravu roztoku o koncentraci 160 µg/l a objemu 270 ml?

$$V = \frac{0,16mg/l \cdot 0,27l}{0,45mg/l}$$

$$V = 0,096l = 96ml$$

4. **Příklad:** Jaký potřebujeme objem (**v µl**) roztoku o koncentraci 35 mg/l pro přípravu roztoku o koncentraci 7 ng/ml a objemu 70 ml?

$$V = \frac{0,007mg/l \cdot 0,07l}{35mg/l}$$

$$V = 0,000014l = 14\mu l$$

5. **Příklad:** Jaký potřebujeme objem (**v ml**) roztoku o koncentraci 800 ng/ml pro přípravu roztoku o koncentraci 100 ng/ml a objemu 40 ml?

$$V = \frac{0,1mg/l \cdot 0,04l}{0,8mg/l}$$

$$V = 0,005l = 5ml$$

6. **Příklad:** Jaký potřebujeme objem (**v l**) roztoku o koncentraci 500 mg/l pro přípravu roztoku o koncentraci 300 mg/l a objemu 3 l?

$$(1,8 l)$$

7. **Příklad:** Jaký potřebujeme objem (**v µl**) roztoku o koncentraci 80 µg/l pro přípravu roztoku o koncentraci 2 µg/l a objemu 5 ml?

$$(125 \mu l)$$

**8. Příklad:** Jaký potřebujeme objem (**v  $\mu$ l**) roztoku o koncentraci 100 mg/l pro přípravu roztoku o koncentraci 7 mg/l a objemu 700  $\mu$ l?

**(49  $\mu$ l)**

**9. Příklad:** Jaký potřebujeme objem (**v ml**) roztoku o koncentraci 30 ng/ml pro přípravu roztoku o koncentraci 10 ng/ml a objemu 90  $\mu$ l?

**(30  $\mu$ l)**

**10. Příklad:** Jaký potřebujeme objem (**v l**) roztoku o koncentraci 550 mg/l pro přípravu roztoku o koncentraci 80 mg/l a objemu 6 l?

**(0,87 l)**

**11. Příklad:** Jaký potřebujeme objem (**v  $\mu$ l**) roztoku o koncentraci 500 mg/l pro přípravu roztoku o koncentraci 100 mg/l a objemu 1 ml?

**(200  $\mu$ l)**

**12. Příklad:** Jaký potřebujeme objem (**v ml**) roztoku o koncentraci 400 mg/l pro přípravu roztoku o koncentraci 3 mg/l a objemu 200 ml?

**(1,5 ml)**

**13. Příklad:** Jaký potřebujeme objem (**v  $\mu$ l**) roztoku o koncentraci 50  $\mu$ g/l pro přípravu roztoku o koncentraci 5  $\mu$ g/l a objemu 250  $\mu$ l?

**(25  $\mu$ l)**

**14. Příklad:** Jaký potřebujeme objem (**v ml**) roztoku o koncentraci 80 ng/ml pro přípravu roztoku o koncentraci 4 ng/ml a objemu 80 ml?

**(4 ml)**

**15. Příklad:** Jaký potřebujeme objem (**v ml**) roztoku o koncentraci 300 mg/l pro přípravu roztoku o koncentraci 200 mg/l a objemu 60 ml?

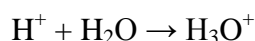
**(40 ml)**

## 11. Výpočty pH

Hodnota pH, neboli vodíkový exponent, je hodnota, která nám udává aktivitu vodíkových kationtů a je definována jako záporný dekadický logaritmus aktivity vodíkových kationtů.

$$pH = -\log aH^+$$

Vodíkový kationt neexistuje v roztoku samostatně, ale je solvatován molekulami rozpouštědla. Ve vodném prostředí je proto solvatován molekulami vody za vzniku oxoniových kationtů  $H_3O^+$ .



Pro vodné prostředí tedy platí, že hodnota je definována jako záporný dekadický logaritmus aktivity oxoniových kationtů:

$$pH = -\log aH_3O^+$$

Ve zředěných roztocích se aktivní koeficient blíží 1, proto můžeme pro zjednodušení hodnotu pH definovat jako záporný dekadický logaritmus aktivity oxoniových kationtů.

$$pH = -\log[ H_3O^+ ]$$

Pro zásady si potom podobně můžeme definovat veličinu pOH.

$$pH = -\log[ OH ]$$

A na základě hodnoty  $pK_w$ , která vychází z iontového součinu vody, která je rovna 14 a pro kterou platí:

$$pK_w = pH + pOH = 14$$

Potom můžeme definovat vztah pro výpočet pH zásad ve zředěných vodných roztocích.

$$pH = 14 - pK_w$$

### Příklady výpočtu pH

1. Spočítejte pH roztoku kyseliny chloristé (silná kyselina), který má látkovou koncentraci  $c = 2,83 \cdot 10^{-4}$  mol/l.

$$pH = -\log 0,000283 = 3,55$$



2. Spočítejte pH roztoku kyseliny sírové (silná kyselina), který má látkovou koncentraci  $c = 7,35 \cdot 10^{-4}$  mol/l.

$$pH = -\log(2 \cdot 0,000283) = 2,83$$

3. Spočítejte pH roztoku hydroxidu sodného (silná zásada), který má látkovou koncentraci  $c = 7,22 \cdot 10^{-3}$  mol/l.

$$pOH = -\log 0,00722 = 2,14$$

$$pH = 14 - 2,14 = 11,86$$

4. Spočítejte pH roztoku hydroxidu barnatého (silná zásada), který má látkovou koncentraci  $c = 5,21 \cdot 10^{-3}$  mol/l. **(12,02)**

$$pOH = -\log(2 \cdot 0,00521) = 1,98$$

$$pH = 14 - 1,98 = 12,01$$

5. Spočítejte pH roztoku kyseliny dusičné (silná kyselina), který má látkovou koncentraci  $c = 4,33 \cdot 10^{-5}$  mol/l.

$$pH = -\log 0,0000433 = 4,36$$

6. Spočítejte pH roztoku kyseliny chloristé (silná kyselina), který má látkovou koncentraci  $c = 1,28 \cdot 10^{-3}$  mol/l. **(2,89)**

7. Spočítejte pH roztoku kyseliny chlorovodíkové (silná kyselina), který má látkovou koncentraci  $c = 7,83 \cdot 10^{-4}$  mol/l. **(3,11)**

8. Spočítejte pH roztoku kyseliny sírové (silná kyselina), který má látkovou koncentraci  $c = 9,81 \cdot 10^{-4}$  mol/l. **(2,71)**

9. Spočítejte pH roztoku hydroxidu sodného (silná zásada), který má látkovou koncentraci  $c = 4,84 \cdot 10^{-3}$  mol/l. **(11,68)**

10. Spočítejte pH roztoku hydroxidu draselného (silná zásada), který má látkovou koncentraci  $c = 6,11 \cdot 10^{-4}$  mol/l. **(10,78)**

11. Spočítejte pH roztoku hydroxidu lithného (silná zásada), který má látkovou koncentraci  $c = 1,46 \cdot 10^{-3}$  mol/l. **(11,16)**

12. Spočítejte pH roztoku hydroxidu barnatého (silná zásada), který má látkovou koncentraci  $c = 8,77 \cdot 10^{-3}$  mol/l. **(12,24)**

13. Spočítejte pH roztoku hydroxidu draselného (silná zásada), který má látkovou koncentraci  $c = 9,21 \cdot 10^{-5}$  mol/l. **(9,96)**
14. Spočítejte pH roztoku kyseliny dusičné (silná kyselina), který má látkovou koncentraci  $c = 4,25 \cdot 10^{-6}$  mol/l. **(5,37)**
15. Spočítejte pH roztoku kyseliny trichloroctové (silná kyselina), který má látkovou koncentraci  $c = 1,83 \cdot 10^{-3}$  mol/l. **(2,74)**

## 12. Zaokrouhlování výsledků na platná místa

V případě zaokrouhlování výsledků laboratorního vyšetření by se vždy mělo vždy postupovat tak, aby zaokrouhlení výsledku bylo provedeno na takový počet platných číslic (míst), jaký má nejméně spolehlivá hodnota použitá k výpočtu. Počet platných míst výsledku stanovení, například 3,27 nmol/l, by měl obsahovat jen ty číslice, které jsou známy s určitou mírou jistoty (číslíce 3 a 2), a poslední číslici (7), která je odhadem. V laboratorní diagnostice hrají klíčovou roli pro určení počtu platných míst výsledku hodnoty nejistoty měření laboratorní metody. Laboratorní metody používané v laboratořích jsou omezené tím, jak s jakou nejistotou dokážou stanovit například výslednou hodnotu koncentrace nebo aktivity. Počet platných míst výsledku stanovení by měl vždy odpovídat nejistotě výsledku. V klinických laboratořích se prakticky nepoužívají metody, jejichž výsledky by mělo smysl vzhledem k nejistotám měření zaokrouhlovat na více než 3 platná místa.

### Platná místa

**Nenulové číslice:** Nenulové číslice v hodnotě čísla jsou vždy platné.

#### Příklad:

Číslo 327 má tři platná místa (3, 2 a 7).

Číslo 412.695 má šest platných míst (4, 1, 2, 6, 9 a 5).

**Nuly mezi dvěma platnými nenulovými číslicemi** jsou platné.

#### Příklady:

Číslo 109 má tři platná místa (1, 0 a 9).

Číslo 2.70089 má šest platných míst (2, 7, 0, 0, 8 a 9).

Číslo 20.12 má čtyři platná místa (2, 0, 1 a 2).

**Nuly na začátku čísla:** Nuly před první nenulovou číslicí nejsou platné.

#### Příklady:

Číslo 0.0451 má tři platná místa (4, 5 a 1).

Číslo 0.00089 má dvě platná místa (8 a 9).

**Nuly na konci desetinného čísla:** Nuly na konci čísla s desetinnou tečkou jsou platné.

**Příklady:**

Číslo 0.0450 má tři platná místa (4, 5 a 0).

Číslo 25.00 má čtyři platná místa (2, 5, 0 a 0).

**Nuly na konci celého čísla:** Nuly na konci celého čísla mohou být platné, ale nemusí:

Pro odstranění nul, které nejsou platnými místy lze použít vědecký zápis.

Standardní vědecký zápis vyjadřuje číslo jako součin faktoru a mocniny deseti.

**Příklad:**

Pokud má číslo **4700000** tři platná místa (4, 7 a 0), bude zapsáno ve vědeckém zápisu jako:  $4.70 \cdot 10^6$

**Použití značky pro platné číslice značením čarou nad poslední platnou číslicí:**

Nad posledním platným místem lze umístit čáru (přímku), která označuje platnost této číslice.

**Příklad:**

Pokud má číslo **4700000** tři platná místa (4, 7 a 0), lze jej zapsat jako **470̄0000** s čarou nad poslední platnou číslicí.

**Zadání: Zaokrouhlete následující čísla na 3 úplatná místa**

nezaokrouhlené	zaokrouhlené na tři platná místa
20852.2	20900
21293.01	21300
18643.39	18600
63649.95	63600
26516.65	26500
21627.2	21600
19460.29	19500
1809.396	1810
1423.212	1420
1735.265	1740
2371.367	2370
1848.142	1850
2210.103	2210
2234.223	2230
238.6796	239
180.0007	180
182.0811	182

186.4729	186
244.1376	244
224.1033	224
259.2671	259
47.94076	47.9
45.26985	45.3
44.27208	44.3
59.335	59.3
60.16974	60.2
47.86357	47.9
51.50446	51.5
13.93925	13.9
12.8563	12.9
17.06895	17.1
9.922146	9.92
21.69234	21.7
10.59986	10.6
13.29445	13.3
3.642124	3.64
1.96074	1.96
0.584582	0.585
0.794582	0.795
1.963171	1.96
0.600012	0.600
3.426116	3.43
1.148668	1.15
2.133262	2.13
1.297281	1.30
0.024864	0.0249
0.017193	0.0172
0.016519	0.0165
0.023999	0.0240
0.031403	0.0314
0.017499	0.0175
0.031351	0.0314
0.001464	0.00146
0.002515	0.00251
0.002542	0.00254
0.001885	0.00189
0.002087	0.00209
0.003090	0.00309
0.001215	0.00122