

# Výpočet obsahu prvků ve sloučenině

## Hmotnostní zlomek – w

- Hmotnostní zlomek  $w(A)$  látky A v soustavě je roven podílu hmotností této látky v soustavě  $m(A)$  a celkové hmotnosti soustavy  $m$ .

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

- Součet hmotnostních zlomků všech látek obsažených v soustavě je roven jedné.

$$\sum_i w(A_i) = 1$$

- Příklad:

Jaký je hmotnostní zlomek železa (Fe) a síry (S) v sulfidu železnatém (FeS)?

$$w(\text{Fe}) = \frac{m(\text{Fe})}{m(\text{FeS})} = \frac{A_r(\text{Fe}) \cdot m_u}{M_r(\text{FeS}) \cdot m_u} = \frac{56}{88} = 0,636$$

$m_u$  – atomová hmotnostní jednotka

$m_u = 1,66 \cdot 10^{-27}$  kg (hmotnost 1/12 atomu uhlíku izotopu  $^{12}\text{C}$ )

$$w(\text{S}) = \frac{m(\text{S})}{m(\text{FeS})} = \frac{A_r(\text{S}) \cdot m_u}{M_r(\text{FeS}) \cdot m_u} = \frac{32}{88} = 0,364$$

Hmotnostní zlomek železa je 0,636 a síry 0,364.

$$w(\text{S}) + w(\text{Fe}) = 0,364 + 0,636 = 1$$

- Hmotnostní zlomek  $w(A)$  prvku A ve sloučenině, která má stechiometrický vzorec  $A_xB_y$  je roven:

$$w(A) = \frac{m(A)}{m} = \frac{x \cdot A_r(A)}{M_r(A_xB_y)} = \frac{x \cdot A_r(A)}{x \cdot A_r(A) + y \cdot A_r(B)}$$

$m(A)$  – hmotnost prvku A

$m$  – hmotnost sloučeniny  $A_xB_y$

$A_r(A)$  – relativní atomová hmotnost prvku A

$M_r(A_xB_y)$  – relativní molekulová hmotnost sloučeniny  $A_xB_y$

$x$  – počet atomů prvku A

$y$  – počet atomů prvku B

- Hmotnostní zlomek se často vyjadřuje v procentech

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

- Příklad:

Jaký je hmotnostní zlomek olova (Pb) v oxidu olovnato-olovičitém ( $\text{Pb}_3\text{O}_4$ )

$$w(\text{Pb}) = \frac{3 \cdot A_r(\text{Pb})}{M_r(\text{Pb}_3\text{O}_4)} = \frac{3 \cdot 207}{3 \cdot 207 + 4 \cdot 16} = \frac{621}{685} = 0,907$$

$A_r(\text{Pb}) = 207$

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

Hmotnostní zlomek olova v oxidu olovnato-olovičitém je 0,907.

## Objemový zlomek - $\varphi$

- Objemový zlomek  $\varphi(B)$  látky B v soustavě je roven podílu objemu látky v soustavě  $V(B)$  a celkového objemu soustavy  $V$

$$\varphi(B) = \frac{V(B)}{V}$$

- objemový zlomek se často vyjadřuje v procentech

$$\varphi(B) = \frac{V(B)}{V} \cdot 100\%$$

- Příklad:

Jaký je objemový zlomek vodíku v 30 m<sup>3</sup> směsi, které obsahuje 9 m<sup>3</sup> vodíku.

$$\varphi(H_2) = \frac{V(H_2)}{V} = \frac{9}{30} = 0,3$$

Objemový zlomek vodíku je 0,3.

## Molární zlomek – $x$

- Molární zlomek  $x(C)$  látky C v soustavě je roven podílu látkového množství této látky obsažené v soustavě  $n(C)$  a součtu látkových množství všech látek v soustavě  $n(C_i)$ .

$$x(C) = \frac{n(C)}{\sum_i n(C_i)}$$

- Příklad:

Jaký je molární zlomek methanolu ve směsi, která obsahuje 32 g methanolu (CH<sub>3</sub>OH) a 162 g vody (H<sub>2</sub>O).

$$x(\text{CH}_3\text{OH}) = \frac{n(\text{CH}_3\text{OH})}{n(\text{CH}_3\text{OH}) + n(\text{H}_2\text{O})} = \frac{1 \text{ mol } (\text{CH}_3\text{OH})}{1 \text{ mol } (\text{CH}_3\text{OH}) + 9 \text{ molů } (\text{H}_2\text{O})} = \frac{1}{10} = 0,1$$

$n(\text{CH}_3\text{OH})$  – počet molů methanolu

$n(\text{H}_2\text{O})$  – počet molů vody

$$n(\text{CH}_3\text{OH}) = \frac{m(\text{CH}_3\text{OH})}{M(\text{CH}_3\text{OH})} = \frac{32 \text{ g}}{32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1 \text{ mol}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})} = \frac{162 \text{ g}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 9 \text{ molů}$$

$n(\text{CH}_3\text{OH})$  – počet molů CH<sub>3</sub>OH

$n(\text{H}_2\text{O})$  – počet molů vody

$m(\text{CH}_3\text{OH})$  – hmotnost CH<sub>3</sub>OH

$M(\text{CH}_3\text{OH})$  – molární hmotnost CH<sub>3</sub>OH

$M(\text{H}_2\text{O})$  – molární hmotnost vody

$m(\text{H}_2\text{O})$  – hmotnost vody

Molární zlomek methanolu je 0,1.

- Příklad:

Uhličitan sodný má složení  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

Vypočítejte:

- a) kolik gramů jednotlivých prvků je v 1 g  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  a jaké látkové množství prvku má vypočítanou hmotnost
- b) kolik gramů sodíku je v 5 g  $\text{Na}_2\text{CO}_3$
- c) procentové složení sloučeniny

Řešení:

a)

V tabulkách nalezneme relativní atomové hmotnosti jednotlivých prvků

$$A_r(\text{Na}) = 23, A_r(\text{C}) = 12, A_r(\text{O}) = 16.$$

Vypočítáme relativní molekulovou hmotnost  $\text{Na}_2\text{CO}_3$

$$M_r(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 2 \cdot A_r(\text{Na}) + A_r(\text{C}) + 3 \cdot A_r(\text{O})$$

$$M_r(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 106$$

Vypočítáme hmotnostní zlomky jednotlivých prvků:

$$w(\text{Na}) = \frac{2 \cdot A_r(\text{Na})}{M_r(\text{Na}_2\text{CO}_3)} = \frac{46}{106} = 0,434$$

$$w(\text{C}) = \frac{A_r(\text{C})}{M_r(\text{Na}_2\text{CO}_3)} = \frac{12}{106} = 0,113$$

$$w(\text{O}) = \frac{3 \cdot A_r(\text{O})}{M_r(\text{Na}_2\text{CO}_3)} = \frac{48}{106} = 0,453$$

Z hmotnostních zlomků a hmotnosti  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  určíme hmotnosti jednotlivých prvků

$$w(\text{Na}) = \frac{m(\text{Na})}{m}$$

$$m = 1 \text{ g Na}_2\text{CO}_3$$

$$m(\text{Na}) = w(\text{Na}) \cdot m$$

$$m(\text{Na}) = 0,434 \cdot 1 \text{ g} = 0,434 \text{ g}$$

$$m(\text{C}) = 0,113 \cdot 1 \text{ g} = 0,113 \text{ g}$$

$$m(\text{O}) = 0,453 \cdot 1 \text{ g} = 0,453 \text{ g}$$

Látkové množství prvku určíme ze vzorce

$$n(\text{A}) = \frac{m(\text{A})}{M(\text{A})}$$

$n(\text{A})$  – látkové množství prvku A

$m(\text{A})$  – hmotnost prvku A

$M(\text{A})$  – molární hmotnost prvku A

$$n(\text{Na}) = \frac{0,434 \text{ g Na}}{23 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0,019 \text{ molu}$$

$$n(\text{C}) = \frac{0,113 \text{ g C}}{12 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0,009 \text{ molu}$$

$$n(\text{O}) = \frac{0,453 \text{ g O}}{16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0,028 \text{ molu}$$

b)

$$w(\text{Na}) = \frac{m(\text{Na})}{m(\text{Na}_2\text{CO}_3)}$$

$$m(\text{Na}) = ?$$

$$w(\text{Na}) = 0,434$$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 5 \text{ g}$$

$$m(\text{Na}) = w(\text{Na}) \cdot m(\text{Na}_2\text{CO}_3)$$

$$m(\text{Na}) = 0,434 \cdot 5 \text{ g} = 2,17 \text{ g}$$

c)

Procentové složení sloučeniny vypočítáme vynásobením hmotnostních zlomků 100.

$$\% \text{Na} = 0,434 \cdot 100 = 43,4\%$$

$$\% \text{C} = 0,113 \cdot 100 = 11,3\%$$

$$\% \text{O} = 0,453 \cdot 100 = 45,3\%$$

V 1 g  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  je 0,434 g Na (0,019 molu); 0,113 g C (0,009 molu); 0,453 g O (0,028 molu).

V 5 g  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  je 2,17 g sodíku.

Procentové složení je 43,4% Na; 11,3% C a 45,3% O.

Železná ruda obsahuje stejným dílem magnetovec ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) a krevel ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ).  
Z kolika tun této rudy bylo vyrobeno 41,3 tuny železa.

Množství rudy označíme – x tun

na magnetovec připadá 0,5 · x tun

na krevel připadá 0,5 · x tun

V tabulkách vyhledáme relativní atomové hmotnosti  $A_r(\text{Fe}) = 56$  a  $A_r(\text{O}) = 16$

Z magnetovce ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) se vyrobí železo (v tunách)

$$w(\text{Fe}) = \frac{3 \cdot A_r(\text{Fe})}{M_r(\text{Fe}_3\text{O}_4)}$$

$$w(\text{Fe}) = \frac{m(\text{Fe})}{m \text{ rudy}} = \frac{m(\text{Fe})}{0,5 \cdot x}$$

$$m(\text{Fe}) = w(\text{Fe}) \cdot 0,5 \cdot x$$

$$m(\text{Fe}) = \frac{3 \cdot A_r(\text{Fe})}{M_r(\text{Fe}_3\text{O}_4)} \cdot 0,5 \cdot x$$

$$m(\text{Fe}) = \frac{3 \cdot 56}{3 \cdot 56 + 4 \cdot 16} \cdot 0,5 \cdot x$$

Podobně určíme vyrobené železo z krevele ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) (v tunách).

$$w(\text{Fe}) = \frac{2 \cdot A_r(\text{Fe})}{M_r(\text{Fe}_2\text{O}_3)}$$

$$w(\text{Fe}) = \frac{m(\text{Fe})}{m \text{ rudy}} = \frac{m(\text{Fe})}{0,5 \cdot x}$$

$$m(\text{Fe}) = w(\text{Fe}) \cdot m \text{ rudy}$$

$$m(\text{Fe}) = \frac{2 \cdot A_r(\text{Fe})}{M_r(\text{Fe}_2\text{O}_3)} \cdot 0,5 \cdot x$$

$$m(\text{Fe}) = \frac{2 \cdot 56}{2 \cdot 56 + 3 \cdot 16} \cdot 0,5 \cdot x$$

Celkem se vyrobilo 41,3 tuny železa.

železo z magnetovce + železo z krevele = 41,3 tuny železa

$$\frac{56 \cdot 3}{3 \cdot 56 + 4 \cdot 16} \cdot 0,5 \cdot x + \frac{2 \cdot 56}{2 \cdot 56 + 3 \cdot 16} \cdot 0,5 \cdot x = 41,3$$

$$\frac{168}{232} \cdot 0,5 \cdot x + \frac{112}{160} \cdot 0,5 \cdot x = 41,3$$

$$\frac{84}{232} \cdot x + \frac{56}{160} \cdot x = 41,3$$

$$160 \cdot 84 \cdot x + 232 \cdot 56 \cdot x = 232 \cdot 160 \cdot 41,3$$

$$13440 \cdot x + 13104 \cdot x = 1546272$$

$$26544 \cdot x = 1546272$$

$$x = 58,25$$

Na výrobu 41,3 tuny železa se spotřebuje 58,25 tuny rudy.