



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## Chemie paliva a maziva – cvičení, pracovní sešit, (II. část).

Ing. Eliška Glovinová Ph.D.



---

*Tato publikace je spolufinancována z Evropského sociálního fondu a státního rozpočtu České republiky.*

*Byla vydána za podpory projektu OP VK CZ.1.07/2.2.00/28.0302 Inovace studijních programů AF a ZF MENDELU směřující k vytvoření mezioborové integrace*

## Pracovní sešit (II. Část): CHPMC-C

Chemie, paliva a maziva – cvičení

<b>Kód předmětu:</b>	CHPMC-C
<b>Název v jazyce výuky:</b>	Chemie, paliva a maziva - cv
<b>Název česky:</b>	Chemie, paliva a maziva - cv
<b>Název anglicky:</b>	Chemistry, Fuels and Greases
<b>Počet přidělených ECTS kreditů:</b>	2
<b>Forma výuky předmětu:</b>	prezenční
<b>Forma a požadavky na ukončení předmětu:</b>	zápočet
<b>Jazyk výuky:</b>	čeština
<b>Doporučený typ a ročník studia:</b>	Bakalářský, I. ročník
<b>Semestr:</b>	zimní
<b>Garant předmětu:</b>	Prof. RNDr. Hana Dočekalová, CSc.
<b>Garant inovace:</b>	Ing. Eliška Glovinová, PhD.
<b>Vyučující:</b>	Ing. Eliška Glovinová, PhD.

# NEJBĚŽNĚJŠÍ VELIČINY POUŽÍVANÉ V CHEMICKÝCH VÝPOČTECH A V CHEMII POUŽÍVANÉ JEDNOTKY

Relativní atomová hmotnost $A_r$ .....	bezrozměrná veličina
Relativní molekulová hmotnost $M_r$ .....	bezrozměrná veličina
Molární hmotnost $M$ .....	jednotka [g/mol]
Látkové množství $n$ .....	jednotka [g/mol]
Molární objem $V_m$ .....	jednotka [l/mol]
Látková koncentrace $c$ .....	jednotka [mol/l]
Hustota $\rho$ .....	jednotka [g/l]
Objem $V$ .....	jednotka [l, ml]
Hmotnostní zlomek $W_B$ .....	bezrozměrná veličina
Objemový zlomek $\Phi_B$ .....	bezrozměrná veličina
Hmotnost $m_B$ .....	jednotka [kg/g]

**DOPLŇTE DEFINICE:** Relativní atomová hmotnost.....

.....  
.....

Relativní molekulová hmotnost.....

.....  
.....

## ZÁKLADNÍ VÝPOČTY V CHEMII

V běžné chemické a laboratorní praxi se pro základní výpočty uvažují výpočty z roztoků.

Roztoky jsou homogenní směsi látek. Roztoky mohou tvořit látky různých skupenství – roztoky tuhých látek v kapalinách, plynů v kapalinách, taveniny kovů apod.

Látka, která se v roztoku nachází v nadbytku, se označuje jako rozpouštědlo. Nejběžnějším a běžně používaným rozpouštědlem bývá voda.

### Vyjadřování složení roztoků:

#### Hmotnostní zlomek

Hmotnostní zlomek složky B vyjadřuje, jaká část hmotnosti celého roztoku připadá na složku B, je bezrozměrný parametr.

$$W_B = m_B / m$$

Hmotnostní zlomek používáme k výpočtu vždy, když výpočtem vyjadřujeme procenta, promile nebo PPM jednotky.

$$W_B \cdot 100 = \%$$

Násobíme-li hmotnostní zlomek stem, vyjádříme látku v procentech.

$$W_B \cdot 1000 = \text{‰}$$

Násobíme-li hmotnostní zlomek tisícem, vyjádříme látku v promilích.

$$W_B \cdot 10^6 = \text{PPM}$$

Násobíme-li hmotnostní zlomek milionem, vyjádříme látku v jednotkách PPM.

**Př.:** Kolik procent železa je obsaženo v  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ?

V tabulkách si najdeme atomové hmotnosti Fe a O. (Fe =55, O=16)

Pak vypočítáme molekulovou hmotnost  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , jako součet obsažených atomů, což je  $2 \times \text{Fe}$  ( $2 \times 55 = 110$ ) plus  $3 \times \text{O}$  ( $3 \times 16 = 48$ ). Hmotnost  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  je 158g.

$$W_{\text{Fe}} = m_{\text{Fe}} / m_{\text{Fe}_2\text{O}_3}$$

$$W_{\text{Fe}} = 2.55 / 158 = 0,69 \cdot 100 = 69\%$$

Oxid železitý obsahuje 69% železa.

**Příklad k procvičení:**

**Př.:** Kolik procent hliníku obsahuje  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ?

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

### Objemový zlomek

Používáme pro výpočet vždy, když máme roztok skupenství kapalného nebo plynného, a opět jej můžeme použít, pokud potřebujeme vyjádřit procenta, promile nebo PPM jednotky. Vlastní objemový zlomek je bezrozměrný parametr. Označujeme jej písmenem  $\Phi$  ( čti fi), udává jaká část objemu roztoku připadá na rozpuštěnou látku, číselně může nabývat hodnot od 0 do 1.

$$\Phi_B = V_B / V$$

**Př:** Máte- li jeden litr likéru o koncentraci 20% vol.(V/V), kolik je v tomto likéru 100% alkoholu?

$$V_B = \Phi_B \cdot V$$

$$V = 1\text{l}$$

$$\Phi_B = 0,2 \text{ ( vyjádřeno v \% je 20)}$$

$$V(\text{alkoholu}) = 0,2 \cdot 1 = 0,2\text{ l.}$$

V takto připraveném likéru je 0,2 l alkoholu.

### Koncentrace látkového množství

Udává látkové množství (počet molů) látky B obsažené v jednom litru roztoku.

Jednotka : [mol/l], [mol/dm<sup>3</sup>].

$$c(\mathbf{B}) = n(\mathbf{B}) / V$$

$n(\mathbf{B})$  - látkové množství látky B v molech.

$V$  - objem roztoku v litrech.

### Molární hmotnost

Molární hmotnost vyjadřuje hmotnost jednoho molu látky.

Pro praktické použití můžeme stanovit molární hmotnosti látek z periodické tabulky tak, že sečteme relativní atomové hmotnosti tvořící molekulu.

Molární hmotnost  $M(\mathbf{B})$  slouží pro transformaci látkového množství a hmotnosti čisté látky.

$$m_{\mathbf{B}} = M(\mathbf{B}) \cdot n(\mathbf{B})$$

### Molalita

Molalita složky B udává látkové množství látky B, připadající na jeden kilogram rozpouštědla. Jednotka [mol/kg].

$$\mu(\mathbf{B}) = n(\mathbf{B}) / m_r$$

$n(\mathbf{B})$  je látkové množství látky B v molech.

$m_r$  je hmotnost rozpouštědla v kg.

**Př.:** Jaká je molalita roztoku připraveného rozpuštěním 30g dusičnanu draselného v 300ml vody?

$$\mu(\text{KNO}_3) = n(\text{KNO}_3) / m_r$$

$$n(\text{KNO}_3) = m(\text{KNO}_3) / M(\text{KNO}_3) \quad \dots\dots\dots \text{dopočítejte}$$

Závěr:.....

### ***Příklad k procvičení:***

**Př.:** Kolik gramů hydrogenuhličitanu draselného je třeba k přípravě 250ml roztoku o koncentraci  $c(\text{KHCO}_3) = 0,2 \text{ mol/l}$ .

$$m_{\text{KHCO}_3} = ?$$

$$V = 0,250 \text{ l}$$

$M(\text{KHCO}_3) = 100,12 \text{ g/mol}$  ( V tabulkách sečteme atomové hmotnosti prvků).

Vycházíme ze vztahů :  $c(\text{B}) = n(\text{B}) / V$  a  $m_{\text{B}} = M(\text{B}) \cdot n(\text{B})$

úpravou dostaneme :

$$c(\text{KHCO}_3) = \frac{m(\text{KHCO}_3)}{M(\text{KHCO}_3) \cdot V} \text{ jediná neznámá je } m(\text{KHCO}_3):$$

$$m(\text{KHCO}_3) = c(\text{KHCO}_3) \cdot V \cdot M(\text{KHCO}_3) = 0,2 \cdot 0,250 \cdot 100,12 = 5,006 \text{ g}$$

***Odpověď:*** K přípravě 250ml roztoku 0,2 mol roztoku hydrogenuhličitanu sodného je třeba 5,006 g hydrogenuhličitanu sodného.

### Hustota

Běžně používaný vztah pro vyjádření hustoty používáme pro transformaci hmotnosti a objemu roztoku. Jednotka [g/l].

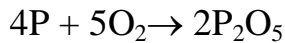
$$m_{\text{R}} = \rho \cdot V$$

### Výpočty z rovnice

Kolik gramů oxidu fosforečného vznikne spálením 500g červeného fosforu?

Použijeme přímou úměru.

Nejdříve si napíšeme rovnici:



Vyhledáme atomové hmotnosti v tabulkách a zjistíme molekulovou hmotnost  $P_2O_5$  (  $P=31$ ,  $O= 16$ ,  $P_2O_5= 142g/mol$ )

Uvědomíme si, že platí následující vztah:  $m = n \cdot M$

**4.31 gP.....2.142g  $P_2O_5$**

**500g P.....m g  $P_2O_5$**

.....

$$m(P_2O_5) = \frac{2.142}{4.31} \cdot 500 = 1145g P_2O_5$$

***Odpověď:***

Spálením 500g červeného fosforu vznikne 1145g oxidu fosforečného.

**Vypočítejte následující příklady:**

**1.** Ve 100g vody bylo rozpuštěno 15g NaOH. Vyjádřete kolika procentní roztok NaOH vznikl. Kolik procent v tomto roztoku připadá na vodu?

Výsledek : Roztok NaOH je 13%.

***Odpověď:*** Takto vzniklý roztok obsahuje 87% vody.



2. Co znamená výraz 1 M roztok NaOH?

1 mol = 1 gram-molekula = molekulární hmotnost vyjádřená v g.  
Molekulární hmotnost NaOH se rovná součtu hmotnosti všech atomů (údaje bereme z periodické tabulky prvků - součet atomových hmotností Na + O + H).

$$23 + 16 + 1 = 40$$

$$1 \text{ mol NaOH} = 40 \text{ g}$$

**Odpověď:** V 1 l jednomolárního roztoku NaOH se nachází 1 mol (40 g) NaOH.

3. Dle tabulek nalezněte, vyjádřete a doplňte molekulové hmotnosti a názvy následujících sloučenin:

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.....

Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.....

NaOH.....

KOH.....

HNO<sub>3</sub>.....

H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.....

4. Kolik ml 64 % kyseliny dusičné o hustotě ( $\rho = 1,3866 \text{ g/ml}$ ) je třeba na přípravu 1 l jejího 2M roztoku?

Postup:

a/ Z definice molality vyplývá, že 1 l roztoku HNO<sub>3</sub> obsahuje 2 moly HNO<sub>3</sub>.

b/ Z tabulek spočítáme relativní molekulovou hmotnost HNO<sub>3</sub>.

$$M(\text{HNO}_3) = 63$$

c/ Pak hmotnost HNO<sub>3</sub> (100%) vyjádříme ze vztahu:

$$m(\text{HNO}_3) = n \cdot M \text{ HNO}_3 = 2 \cdot 63 = 126 \text{ g}$$

d/ Provedeme přepočítání na 64% kyselinu s využitím nepřímé úměry:

126g.....100% HNO<sub>3</sub>

x.....64% HNO<sub>3</sub>

$$x : 126 = 100 : 64$$

$$x = 196,9 \text{ g } 64\% \text{ kyseliny dusičné}$$

e/ Vypočítáme objem roztoku dle vztahu :  $V = m/\rho$

$$V = 196,9 / 1,3866 = 142 \text{ ml}$$

**Odpověď:** Na přípravu 1 l kyseliny dusičné o koncentraci 2M budeme potřebovat 142 ml 64% kyseliny.

5. Zakroužkujte správnou odpověď

Je roztok vzniklý rozpuštěním 0,5mol látky v 0,5l rozpouštědla jednomolární?

Ano.....Ne.

6. Vypočtete kolik NaOH musíte navážít, aby bylo možné připravit 250ml 0,2mol roztoku?

**Odpověď:**

7. Kolik procent bude mít roztok vzniklý ze 3g NaCl a doplněný do 100g vodou?

**Odpověď:**

8. Kolik gramů zlata se bude nacházet v jedné tuně zeminy, pokud bude obsahovat 5 PPM zlata?

**Odpověď:**

9. Pokud roztok obsahuje ..\*.....mg látky v 10ml tohoto roztoku, kolik gramů je pak obsaženo v 1l tohoto roztoku.

\* Doplněte den Vašeho narození .

***Odpověď:***

10. Zakroužkujte správnou odpověď:

Jedno promilovou hmotnostní koncentraci látky získáme rozpuštěním 1g látky v 1000 ml rozpouštědla?      Ano.....Ne.

Jedno promilovou hmotnostní koncentraci látky získáme rozpuštěním 1g látky v 999 ml rozpouštědla?      Ano.....Ne.

Jedno promilovou hmotnostní koncentraci látky získáme rozpuštěním 1g látky v 999 g rozpouštědla?      Ano.....Ne.

Jednoprocentní hmotnostní koncentraci látky získáme rozpuštěním 1g látky ve 100g rozpouštědla?      Ano.....Ne.

Jednoprocentní hmotnostní koncentraci látky získáme rozpuštěním 1g látky ve 99g rozpouštědla?      Ano.....Ne.

## MÍSENÍ ROZTOKŮ

Pro výpočty při mísení roztoků můžeme používat směšovací rovnice nebo křížové pravidlo.

Pokud ředíme vodou, voda je roztok s koncentrací 0.

Směšovací rovnice:  $m_1 \cdot c_1 + m_2 \cdot c_2 = (m_1 + m_2) \cdot c_3$

$m_1, m_2$ ..... hmotnosti výchozích roztoků

$c_1, c_2$  ..... koncentrace výchozích roztoků

$c_3$ ..... koncentrace výsledného roztoku

**Př.:** Jakou koncentraci bude mít roztok NaOH, vzniklý smíšením 1kg 50% roztoku a 6kg 15% roztoku?

Dosadíme do vztahu:  $m_1 \cdot c_1 + m_2 \cdot c_2 = (m_1 + m_2) \cdot c_3$

Vypočteme:  $1 \cdot 50 + 6 \cdot 15 = (1 + 6) \cdot c_3$

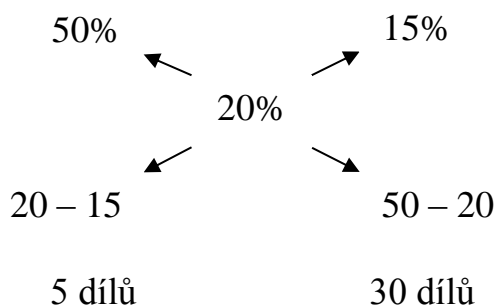
$$C_3 = 50 + 90 / 7 = 20\%$$

**Odpověď:** Koncentrace výsledného roztoku NaOH bude 20%.

Př.: Kolik 15% a kolik 50% roztoku se musí smísit, aby vzniklo 7kg 20% roztoku?

Ukázka řešení křížovým pravidlem.

Do horních rohů se napíše výchozí koncentrace roztoků, do středu výsledná. Do kříže se odečítá nižší hodnota od vyšší. V dolních rozích čtverce se zapíše díly roztoku odpovídajícím jednotlivým koncentracím, které se musí použít.



Výsledek 5 dílů 50% a 30 dílů 15% celkový počet dílů  $5+30=35$ .

Pokud 7kg rozdělíme na 35 dílů, dostaneme hodnotu jednoho dílu a to je 0,2kg.  
Je třeba  $5 \cdot 0,2 = 1\text{kg}$  50% a  $30 \cdot 0,2 = 6\text{kg}$  15% roztoku.

**Odpověď:** Pro přípravu požadovaného roztoku budeme potřebovat 1kg 50% roztoku a 6kg 15% roztoku.

Známe-li koncentrace a objemy můžeme využít směšovací rovnice typu:

$$V_1 \cdot c_1 + V_2 \cdot c_2 = V \cdot c$$

$V_1, V_2, \dots$  objemy směšovacích roztoků

$V$  objem výsledného roztoku

$c_1, c_2, \dots$  látkové koncentrace směšovacích roztoků

$c$  látková koncentrace výsledného roztoku

**Příklad k procvičení:**

Vypočtete molární koncentraci roztoku vzniklého smísením 200ml 0,2M roztoku kyseliny sírové a 300ml roztoku stejné kyseliny.

(Výsledek:  $c = 0,14\text{mol/l}$ )

## Literatura:

HandlířK., Kalousová j., Koudelka L., Kozáková M., Nádvorník M., Tichá H., Vlček M.: Výpočty a cvičení z obecné a anorganické chemie, Pardubice 1997.

Koch M.: Chemie – cvičení, VŠZ Brno, Brno 1990.

Mareček A., Honza J.: Chemie - sbírka příkladů, Proton, Brno 2001.

[www.wikiskripta .eu](http://www.wikiskripta.eu)