

## Výpočty z chemie lambda 13/11/21

### HMOTNOSTNÍ VZTAHY V CHEMII, MOLÁRNÍ HMOTNOSTI, POMĚRY

Ke všem příkladům přiložte zápis, který bude obsahovat postup výpočtu a celou odpověď na každou otázku položenou v zadání. Všechny příklady lze konzultovat. Ideální je na konzultaci pondělí, ale i další dny, pokud přinesete vlastní postupy a další příklady.

1. Spočítejte a se správnými jednotkami uveďte relativní molekulovou hmotnost ( $M_r$ ) a molární hmotnost ( $M_m$ ) pro:



#### Modelové řešení:

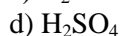
Relativní molekulová hmotnost ( $M_r$ ) je součtem relativních atomových hmotností ( $A_r$ ) všech prvků, které jsou v molekule zastoupeny. Relativní atomové hmotnosti najdeme v PT. Pozor, výsledek nemá jednotky (jedná se o poměr). Molární hmotnost je číselně shodná, ale v  $\text{g/mol}$ :

$$M_{r\text{Br}_2} = 2 \times A_{r\text{Br}_2}$$

$$M_{r\text{Br}_2} = 2 \times 79,90 = 159,8$$

Relativní molekulová ( $M_r$ ) hmotnost  $\text{Br}_2$  je 159,8. Molární ( $M_m$ ) hmotnost  $\text{Br}_2$  je  $159,8 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ .

2. Vypočítejte molární hmotnost ( $M_m$ ) následujících sloučenin (uveďte jednotky):



#### Modelové řešení:

Molární hmotnost molekul a prvků ( $M_m$ ) je číselně shodná s jejich relativní molekulovou hmotností. Má ale jednotky  $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$  (nebo jinak zapsáno  $\text{g/mol}$ ). Relativní atomové hmotnosti najdeme v PT.:

$$M_{r\text{H}_2} = 2 \times A_{r\text{H}_2}$$

$$M_{r\text{H}_2} = 2 \times 1,01 = 2,02$$

$$M_{m\text{H}_2} = 2,02 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

Molární hmotnost plynného vodíku je  $2,02 \text{ g/mol}$ .

3. Vypočítejte látkové množství (látkové množství – kolik molů látky je v dané navážce obsaženo – značka pro látkové množství je  $n$ ):
- $N_2$  ve 30g dusíku
  - N ve 30g dusíku
  - $H_2O$  ve 0,278kg vody
  - $H_2S$  v  $7,0 \cdot 10^{-2}$ kg sulfanu
  - $CO_2$  v 50t oxidu uhličitého

**Modelové řešení:**

Pokud vím, kolik váží jeden mol látky (tedy molární hmotnost látky –  $M_m$  [ $g \cdot mol^{-1}$ ]) a současně vím kolik váží můj vzorek této látky ( $m$  [g]), mohu jednoduše zjistit počet molů látky (látkové množství  $n$ ) tak, že vydělím hmotnost mého vzorku látky ( $m$ ) molární hmotností (tedy hmotností jednoho molu) této látky ( $M_m$ ). Pozor – jednotky hmotnosti musí být stejné:

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

$$M_{mN_2} = 2 \times M_{mN} = 2 \times 14,01 \text{ g/mol} = 28,02 \text{ g/mol}$$
$$m_{N_2} = 30 \text{ g}$$

$$n = \frac{30}{28,02}$$

$$n = 1,07 \text{ molu}$$

Látkové množství plynného dusíku ve třiceti gramech této látky je 1,07 molů.

4. Vypočítejte, jaké je za standardních podmínek látkové množství daného plynu v uvedeném objemu:
- 100L  $CO_2$
  - 200ml  $O_2$
  - 15dm<sup>3</sup> Ar
  - $1 \cdot 10^3$  m<sup>3</sup>  $N_2$

**Modelové řešení:**

Víme, že za standardních podmínek je objem 1 molu libovolného plynu zhruba roven 22,4L ( $M_v = 22,4L$ ). Látkové množství  $n$  v zadaném objemu tedy zjistím tak, že tento objem podělím objemem jednoho molu za standardních podmínek. Pozor – jednotky objemu musí být shodné:

$$n = \frac{V}{M_v} = \frac{V}{22,4}$$

$$V_{CO_2} = 100L$$
$$M_{vCO_2} = 22,4L$$

$$n = \frac{100}{22,4} = 4,46 \text{ mol}$$

$$n = 4,46 \text{ molů}$$

Látkové množství oxidu uhličitého je ve 100L tohoto plynu za standardních podmínek 4,46 molů.

5. Vypočítejte průměrnou hmotnost jednoho atomu (náповěda: Avogadrova konstanta  $N_A = 6,022 \cdot 10^{23}$  udává, kolik atomů je v jednom molu jakéhokoliv prvku, nebo kolik molekul je v jednom molu jakéhokoliv sloučeniny. Pokud znám hmotnost jednoho molu, není problém zjistit, jaká je hmotnost jednoho atomu, protože znáte počet těchto atomů v molu):  
 a) jódu I ( $A_r I = 126,9045$ )    b) flóru F ( $A_r F = 18,9984$ )    c) uhlíku C ( $A_r C = 12,01$ )
6. Spočítejte, kolik atomů nebo molekul daného prvku nebo sloučeniny je obsaženo v:  
 a) prstenu z čistého stříbra o hmotnosti **2g**    b) přívěšku z čistého zlata o hmotnosti **8,5g**  
 c) krychličky sulfidu olovnatého  **$m=3 \cdot 10^{-2}$ kg**    d) zrníčku manganistanu draselného  **$m=15$ mg**

### Modelové řešení:

V první fázi je třeba zjistit, kolik vlastního molů dané látky (postup jako v příkladu 3) Poté víme, že v jednom molu je standardní počet atomů/molekul – to je avogadrova konstanta  $N_A = 6,022 \cdot 10^{23}$  atomů/molekul v jednom molu. Takže se počet molů, které mám, vynásobí počtem atomů/molekul v jednom molu a máme výsledek:

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

$$m_{Ag} = 2$$

$$M_{m Ag} = 107,87 \text{ g/mol}$$

$$n = \frac{2}{107,87} = 0,01854 \text{ mol}$$

$$\text{Počet atomů} = n \cdot N_A = 0,01854 \times 6,022 \cdot 10^{23} = 1,1165 \cdot 10^{22} \text{ atomů}$$

Ve 2g stříbra je přítomno  $1,1165 \cdot 10^{22}$  atomů tohoto kovu.

7. Vypočítejte, kolik procent hmotnosti tvoří v následujících sloučeninách kov (použijte hmotnostní zlomek).  
 a)  $AgNO_3$     b)  $AgBr$     c)  $Ag_2SO_4$     d)  $Fe_2(HPO_4)_3$

### Modelové řešení:

V první fázi je třeba zjistit relativní molekulovou hmotnost sloučeniny a tedy i jednotlivých prvků. Poté se relativní hmotnost prvku (násobená počtem atomů tohoto prvku ve sloučenině), jehož procentuální zastoupení nás zajímá, vydělí relativní hmotností celé sloučeniny. Vyjde hmotnostní zlomek  $w$ . Procenta získáme vynásobením  $\% = w \times 100$ .

$$A_r Ag = 107,87; A_r N = 14,01; A_r O = 15,99; M_r AgNO_3 = 1 \times A_r Ag + 1 \times A_r N + 3 \times A_r O = 169,85$$

$$w_{Ag} = \frac{Ar_{Ag}}{Mr_{AgNO_3}} = \frac{107,87}{169,85} = 0,6351$$

$$w_{Ag} = 0,6351$$

$$\%_{Ag} = w \times 100 = 63,51$$

V dusičnanu stříbrném je obsaženo 63,51% stříbra (pokud v chemii neudáváme, o jaká procenta se jedná, má se automaticky za to, že jsou to hmotnostní procenta).

8. Vypočítejte, kolik procent hmotnosti tvoří v následujících sloučeninách dusík N:  
 a)  $\text{NO}_3$                       b)  $\text{NH}_3$                       c)  $\text{AgNO}_3$                       d)  $\text{Ca}(\text{N}_3)_2$
9. Kolik kovu [g] by bylo možné získat (předpokládejme, že známe postup, kterým lze kov dokonale odseparovat – bez ztrát) pokud máme:  
 a) 1kg AgBr                      b) 550mg AgBr                      c) 250t  $\text{ZnCO}_3$                       d) 30000kg  $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2$

**Modelové řešení:**

V první fázi je třeba zjistit hmotnostní zlomek stříbra ve sloučenině (viz příklad 7). Pokud známe hmotnostní zlomek prvku ve sloučenině, stačí hmotnost naší navážky tímto zlomkem vynásobit a máme hmotnost prvku v navážce. Pozor na jednotky hmotnosti – musí být stejné.

$$A_r\text{Ag} = 107,87; A_r\text{Br} = 79,9$$

$$w_{\text{Ag}} = \frac{A_r\text{Ag}}{M_r\text{AgBr}} = \frac{107,87}{187,77} = 0,5745$$

$$w_{\text{Ag}} = 0,5745$$

$$m_{\text{Ag}} = w_{\text{Ag}} \times m_{\text{AgBr}}$$

$$m_{\text{Ag}} = 0,5745 \times 1\text{kg} = 0,5745 \text{ kg} = 574,5 \text{ g}$$

V jednom kilogramu bromidu stříbrného je 574,5 g stříbra, které by za ideálních podmínek bylo možné získat.

10. Spočítejte, jaká je hodnota atomové hmotnostní konstanty [g]  $m_u$  – (anglická literatura amu – atomic mass unit). Její hodnotu určete výpočtem a ověřte na následujících izotopech prvků (náповěda – z hmotnosti jednoho atomu, kterou už umíte spočítat, můžete vypočítat, kolik váží jedna  $m_u$ , protože víte, kolikrát je ten který atom těžší než  $m_u$  – to nám totiž říká relativní atomová hmotnost):  
 a)  $^{12}\text{C}$  ( $A_r\ ^{12}\text{C} = 12,000$ )  
 b)  $^{28}\text{Si}$  ( $A_r\ ^{28}\text{Si} = 28,000$ )

**Modelové řešení:**

$$M_m\ ^{12}\text{C} = 12,00 \text{ g/mol}$$

$$m \text{ atomu } ^{12}\text{C} = \frac{M_m}{N_A} = \frac{12}{6,022 \cdot 10^{23}} = 1,9927 \cdot 10^{-23}$$

$$m_u = m \text{ atomu } ^{12}\text{C} / 12$$

$$m_u = 1,661 \cdot 10^{-24} \text{ g}$$

Atomová hmotnostní jednotka  $m_u$  má hmotnost  $1,661 \cdot 10^{-24}$  g.