

ZÁKLADNÍ CHEMICKÉ VÝPOČTY

Hmotnost atomů a molekul

- hrozně malé hodnoty (např.: hmotnost atomu H = $1,67 \cdot 10^{-27}$ kg)

Atomová hmotnostní jednotka

- konstanta, značka: u, rovná se 1/12 hmotnosti atomu ^{12}C

$$m_u = 1,66057 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

Relativní atomová hmotnost

- zn.: A_r
- je číslo, které vyjadřuje poměr atomové hmotnosti příslušného prvku k atomové hmotnostní jednotce
- nemá jednotky a je zapsáno v PSP (Periodická Soustava Prvků)
- např.: $A_r(\text{O}) = 15,9994$

$$A_r = \frac{m(x)}{m_u}$$

Relativní molekulová hmotnost

- zn.: M_r
- označuje součet relativních atomových hmotností jednotlivých atomů dané molekuly

$$M_r = A_{r_1} + A_{r_2} + \dots + A_{r_n}$$

- důležité je, že při sčítání jednotlivých relativních atomových hmotností je nutné násobit číslem u daného atomu, viz dole ($\text{H}_2 \rightarrow 2 \cdot A_r(\text{H})$)
 - např.: $M_r(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot A_r(\text{H}) + A_r(\text{O}) = 2 \cdot 1,00797 + 15,9994 = 18,01534$
 - $M_r(\text{H}_3\text{PO}_4) = 3 \cdot A_r(\text{H}) + A_r(\text{P}) + 4 \cdot A_r(\text{O}) = 3 \cdot 1,00797 + 30,97376 + 4 \cdot 15,9994 = 97,99527$

Příklady na procvičení

1) Jakou hmotnost má atom Beryllia?

Z PSP víme, že $A_r(\text{Be}) = 9,01218$, a také známe $m_u = 1,66057 \cdot 10^{-27}$ kg.

V tom případě můžeme hmotnost vypočítat.

$$A_r = \frac{m(x)}{m_u}$$

$$m(\text{Be}) = A_r(\text{Be}) \cdot m_u = 9,01218 \cdot 1,66057 \cdot 10^{-27} = 1,495633 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$$

Atom Beryllia má hmotnost $1,5 \cdot 10^{-26}$ kg.

2) Jakou hmotnost má milion atomů Zlata?

Jako v předchozím příkladě známe $A_r(\text{Au}) = 196,9665$ z PSP a m_u .

$$m(\text{Au}) = A_r(\text{Au}) * m_u = 196,9665 * 1,66057 * 10^{-27} = 3,2707666 * 10^{-25} \text{ kg}$$

$$m(x) = 10^6 * 3,2707666 * 10^{-25} \text{ kg} = 3,2707666 * 10^{-19}$$

Milion atomů zlata má hmotnost $3,27 * 10^{-19}$ kg.

Látkové množství

- množství dvou nebo více látek
- zn.: n
- jednotka: mol
- $n = \frac{N}{N_A}$ N - **počet částic**; N_A - **Avogadrova konstanta** = $6,022 * 10^{23}$ částic/mol
- $n = \frac{m}{M}$ M - **molární hmotnost**, [M] = g/mol, vyčteme ji z PSP, stejná hodnota jako relativní atomová hmotnost s jediným rozdílem v tom, že má jednotky; m – **hmotnost**

Příklady na procvičení

1) Kolik atomů Ca je v pěti molech Ca?

Z PSP vyčteme, že $M(\text{Ca}) = 40,08$ g/mol, dále známe $n = 5$ mol a také N_A .

$$n = \frac{N}{N_A} \quad N = N_A * n = 6,022 * 10^{23} * 5 = 3,011 * 10^{24}$$

V pěti molech Ca je $3,011 * 10^{24}$ atomů Ca.

2) Kolik molů je 8g O₂?

Z PSP víme, že $M(\text{O}_2) = 2 * 15,9994 = 31,9988$ g/mol, dále známe $m = 8$ g.

$$n = \frac{m}{M} = \frac{8}{31,9988} \doteq 0,25 \text{ molů}$$

8g O₂ je 0,25 molu.

Avogadrův zákon

Stejný objem plynů za normálních podmínek (tlak: 101 325 Pa; teplota: 273,15 K) obsahuje stejné N.

1 mol plynu má 22,41 dm³ → V_m - molární objem plynů za normálních podmínek

$$V_m = \frac{V}{n} = 22,41 \text{ dm}^3/\text{mol}$$

Jaký je objem CO₂ s hmotností 220 g za normálních podmínek?

$$m = 220 \text{ g}$$

$$V_m = 22,41 \text{ dm}^3/\text{mol} = 22\,410 \text{ cm}^3/\text{mol}$$

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

Dále z PSP známe: $M(\text{CO}_2) = M(\text{C}) + 2 \cdot M(\text{O}) = 12,011 + 2 \cdot 15,9994 \doteq 44 \text{ g/mol}$.

$$V_m = \frac{V}{n} \quad V = n \cdot V_m \quad n = \frac{m}{M} \rightarrow V = V_m \cdot \frac{m}{M}$$

$$V = 22\,410 \cdot \frac{220}{44} = 112\,050 \text{ cm}^3 = 112,05 \text{ dm}^3$$

Objem oxidu uhličitého je 112,05 dm³.

Základní chemické výpočty - shrnutí

Název veličiny	Značka	Jednotka	Vzorce	Konstanty	Pozn.:
Relativní atomová hmotnost	A _r	-	$A_r = \frac{m(x)}{m_u}$	konstanta m _u = 1,66057*10 ⁻²⁷ kg	Nachází se v PSP.
Relativní molekulová hmotnost	M _r	-	$M_r = A_{r_1} + A_{r_2} + \dots + A_{r_n}$		Viz A _r
Látkové množství	n	mol	$n = \frac{N}{N_A} = \frac{m}{M} = \frac{V}{V_m}$	konstanta V _m , konstanta N _A = 6,022*10 ²³ částic/mol	
Molární hmotnost	M	g/mol	$M = \frac{m}{n}$		M je stejné hodnoty jako A _r v PSP.
Hmotnost	m	g, kg	$m = m_u \cdot A_r = M \cdot n$		
Počet částic	N	(atomů/molekul)	$N = N_A \cdot n$	konstanta N _A	
Objem	V	cm ³ , dm ³	$V = V_m \cdot n$	konstanta V _m = 22,41 dm ³ /mol	

Základní chemické výpočty - procvičování

- 1) Oxid uhličitý má $9,034 \cdot 10^{23}$ molekul. Vypočtete jeho objem a hmotnost za standardních podmínek.

$$N(\text{CO}_2) = 9,034 \cdot 10^{23} \text{ molekul}$$

$$V(\text{CO}_2) = ? \text{ dm}^3$$

$$m(\text{CO}_2) = ? \text{ g}$$

$$M(\text{CO}_2) = 12,011 + 31,9988 \doteq 44 \text{ g/mol}$$

$$\frac{N}{N_A} = \frac{m}{M} \rightarrow m = \frac{N \cdot M}{N_A} = \frac{9,034 \cdot 10^{23} \cdot 44}{6,022 \cdot 10^{23}} \doteq 66 \text{ g}$$

$$V(\text{CO}_2) = V_m \cdot \frac{N(\text{CO}_2)}{N_A} = 22\,410 \cdot \frac{9,034 \cdot 10^{23}}{6,022 \cdot 10^{23}} = 33\,618 \text{ cm}^3 \doteq 33,6 \text{ dm}^3$$

CO₂ má hmotnost 66 g a objem 33,6 dm³.

- 2) Dusík má hmotnost 112 g, kolik je to částic a molů a jaký má objem za normálních podmínek?

$$m(\text{N}_2) = 112 \text{ g}$$

$$N(\text{N}_2) = ? \text{ molekul}$$

$$n(\text{N}_2) = ? \text{ molů}$$

$$V(\text{N}_2) = ? \text{ dm}^3$$

$$M(\text{N}_2) = 2 \cdot 14,0067 \doteq 28 \text{ g/mol}$$

$$n(\text{N}_2) = \frac{m(\text{N}_2)}{M(\text{N}_2)} = \frac{112}{28} = 4 \text{ moly} \quad V(\text{N}_2) = V_m \cdot n = 22,41 \cdot 4 = 89,64 \text{ dm}^3$$

$$N(\text{N}_2) = N_A \cdot n = 6,022 \cdot 10^{23} \cdot 4 = 2,4088 \cdot 10^{24} \text{ molekul}$$

Dusík má objem 89,64 dm³, jsou ho 4 moly a $2,4088 \cdot 10^{24}$ molekul.

- 3) Jakému látkovému množství odpovídá 800 g AgCl?

$$m(\text{AgCl}) = 800 \text{ g}$$

$$M(\text{AgCl}) = 107,8682 + 35,453 = 143,3212 \text{ g/mol}$$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{800}{143,3212} \doteq 5,58 \text{ molu}$$

Odpovídá 5,58 molu.

4) V čem je více atomů? V 0,1 g Sn nebo Fe?

$$m = 0,1 \text{ g}$$

$$M(\text{Fe}) = 55,847 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{Sn}) = 118,69 \text{ g/mol}$$

$$N(\text{Fe}) = ? \text{ atomů}$$

$$N(\text{Sn}) = ? \text{ atomů}$$

$$N(\text{Fe}) = N_A * \frac{m}{M(\text{Fe})} = 6,022 * 10^{23} * \frac{0,1}{55,847} \doteq 1,078 * 10^{21}$$

$$N(\text{Sn}) = N_A * \frac{m}{M(\text{Sn})} = 6,022 * 10^{23} * \frac{0,1}{118,69} \doteq 5,074 * 10^{20}$$

$$N(\text{Fe}) > N(\text{Sn})$$

V Fe je více atomů.

5) Jakou má hmotnost amoniak s objemem 0,567 dm³ za standardních podmínek?

$$V(\text{NH}_3) = 0,567 \text{ dm}^3$$

$$m(\text{NH}_3) = ? \text{ g}$$

$$M(\text{NH}_3) = 14,0067 + 3,02391 \doteq 17,03 \text{ g/mol}$$

$$\frac{V}{V_m} = \frac{m}{M} \quad m = \frac{V * M}{V_m} = \frac{0,567 * 17,03}{22,41} = 0,43 \text{ g}$$

Má hmotnost 0,43 g.

6) Kolik atomů kyslíku je v 1,5litrové nesytené vodě vážící zhruba 1,5 kg?

$$V(\text{H}_2\text{O}) = 1,5 \text{ dm}^3$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 1,5 \text{ kg} = 1\,500 \text{ g}$$

$$N(\text{O}) = ? \text{ atomů}$$

$$M(\text{H}_2\text{O}) \doteq 18,015 \text{ g/mol}$$

$$N(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m * N_A}{M} = \frac{1\,500 * 6,022 * 10^{23}}{18,015} \doteq 5,014 * 10^{25}$$

$$N(\text{O}) = \frac{5,014 * 10^{25}}{3} = 1,67 * 10^{25} \text{ atomů}$$

V 1,5 litru je $1,67 * 10^{25}$ atomů kyslíku.