

4/1 Základní pojmy pro výpočty, příklady

Atomová relativní hmotnost A_r

- hmotnost, která odpovídá hmotnostnímu (nukleonovému) číslu prvku (A), je uvedena v PSP
- jde vlastně o tzv. „střední atomovou relativní hmotnost prvku“, (aritmetický průměr poměrného zastoupení relativních hmotností jednotlivých izotopů v prvku); např. vodík je tvořen 3 izotopy s $A = 1$, $A = 2$, $A = 3$ (největší podíl v atomu vodíku má izotop $A = 1$); „těžší“ izotopy ale ovlivní celkovou hmotnost vodíku, ta je tedy větší než 1 (přesněji 1,00794); relativní (= *poměrná*), bezrozměrná veličina (*nemá jednotku*)
- skutečné hmotnosti prvků se pohybují řádově v hodnotách 10^{-27} až 10^{-25} kg; aby se nepočítalo s reálnými hmotnostmi prvků (velmi malými čísly), použilo se poměru hmotnosti určitého atomu a $\frac{1}{12}$ klidové hmotnosti izotopu uhlíku; $\frac{1}{12}$ z 12 = 1: hmotnost prvku se nezmění, ale „vykrátí se“ velmi malá čísla a jednotka

Molekulová relativní hmotnost M_r

- vypočítá se jakou součet atomových relativních hmotností všech prvků, ze kterých se molekula skládá
- $M_r = \sum A_r$; např. $M_r(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2) = 3A_r(\text{Ca}) + 2[A_r(\text{P}) + 4A_r(\text{O})] = 3 \cdot 40 + 2 \cdot [31 + 4 \cdot 16] = 310$

Látkové množství n

- univerzální veličina vyjadřující počet částic v soustavě (množství chemických látek – atomů, molekul nebo iontů); základní jednotka – 1 mol (takové množství látky, které obsahuje stejně částic, jako je atomů ve 12 g izotopu C)
- počet částic = tzv. *Avogadrova konstanta* = $6 \cdot 10^{23} \Rightarrow 1 \text{ mol} = 6 \cdot 10^{23}$ částic chemické látky (přesněji 602 204 500 000 000 000 000 000); počet částic v 1 molu jakékoliv látky je vždy stejný
- 1 mol = $6 \cdot 10^{23}$ atomů železa, molekul kyseliny sírové, dvojatomových molekul kyslíku, draselných kationtů...
- látky se skládají z různých částic, proto stejné látkové množství má různou hmotnost a různý objem
- při změně skupenství se nemění látkové množství ani hmotnost, mění se jen objem
- hmotnost 1 molu v gramech je číselně rovna tzv. *molární hmotnosti* M
 - za normálních podmínek (teplota 0°C , tlak 101 kPa) zaujímá 1 mol jakékoliv plynné látky objem 22,4 dm³

Molární hmotnost M

- hmotnost 1 molu chemické látky; $M = \frac{m}{n}$ (m = hmotnost látky, n = látkové množství)
- číselně je rovna atomové (molekulové) relativní hmotnosti, ale *má jednotku* $\frac{\text{g}}{\text{mol}}$

Látková koncentrace c

- obsah složek v roztocích (čím více rozpuštěné látky je v roztoku, tím má vyšší koncentraci)
- vyjadřuje počet molů látky v 1 dm³ (= v 1 litru); $c = \frac{n}{V}$ (n = látkové množství, V = objem látky); jednotka $\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$; $M = \frac{m}{n}$; $n = \frac{m}{M} \Rightarrow c = \frac{m}{M \cdot V}$

Příklady

- 1) Jakou koncentraci má roztok, jestliže 1 dm³ roztoku obsahuje 117 g NaCl?
- 2) Kolik gramů KOH obsahují 3 litry roztoku, jehož molární koncentrace je 0,5 $\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$?
- 3) Jak se připraví 1 litr 2 molárního roztoku hydroxidu sodného?

Postupy výpočtů

- 1) Počítáme podle vzorce $c = \frac{m}{M \cdot V}$
 - $m = 117 \text{ g}$, $M(\text{NaCl}) = 23 + 35,5 = 58,5 \left[\frac{\text{g}}{\text{mol}} \right]$, $V = 1 \text{ dm}^3$; $c = \frac{117}{58,5 \cdot 1} = 2 \left[\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \right]$
- 2) Počítáme podle vzorce $c = \frac{m}{M \cdot V}$
 - $m = c \cdot M \cdot V$, $M(\text{KOH}) = 39 + 16 + 1 = 56 \left[\frac{\text{g}}{\text{mol}} \right]$; $m = 0,5 \cdot 56 \cdot 3 = 84 \text{ [g]}$
- 3) Výpočet podle vzorce $m = c \cdot M \cdot V = 2 \cdot 40 \cdot 1 = 80 \text{ [g]}$ (navážka 80 g se rozpustí v malém množství vody a pak doplní vodou na celkový objem 2 litry)

Příklady

- 1) Jaký objem má 11 g oxidu uhličitého za standardních podmínek?
- 2) Jaký objem má 5 g vodíku za standardních podmínek?
- 3) Kolik molekul obsahuje 1 gram vodíku?
- 4) Jakou hmotnost má 1 molekula vodíku?

Postupy pro řešení příkladů

- 1) 1 mol jakéhokoliv plynu zaujímá za standardních podmínek 22,4 dm³; použijeme molární hmotnost oxidu uhličitého a pomocí trojčlenky vyřešíme, popř. zjistíme kolik molů je 11 g a pak převedeme na objem
 - 44 g CO₂ 1 mol 22,4 dm³; 11 g CO₂ x mol y dm³
 - $x = 0,25 \text{ mol}$; $y = 5,6 \text{ dm}^3$
- 2) Vodík je plyn, tvoří dvojatomové molekuly H₂
 - 2 g H₂ 1 mol 22,4 dm³; 5 g H₂ x mol y dm³
 - $x = 2,5 \text{ mol}$, $y = 56 \text{ dm}^3$
- 3) Vycházíme z toho, že 1 mol = $6 \cdot 10^{23}$ částic (atomů, molekul, iontů...), pro výpočet použijeme molární hmotnost dané látky – vodíku (plyn s dvouatomovými molekulami H₂), vyřešíme trojčlenkou (přímá úměra)
 - 1 mol H₂ 2 g = $6 \cdot 10^{23}$ částic (molekul) $\Rightarrow 3 \cdot 10^{23}$ (molekul)
- 4) Opačný postup než ve 3. příkladě
 - 2 g $6 \cdot 10^{23}$ částic (molekul); x g 1 částice (molekula) ($x = \frac{1 \cdot 2}{6 \cdot 10^{23}} = \frac{1}{3} \cdot 10^{-23} \text{ [g]}$)