

Hmotnost atomů a molekul

4. ročník
CHE

- základní jednotka dle SI je kilogram (kg), ale hmotnosti atomů a molekul jsou velmi malé (řádově 10^{-24} a 10^{-26} kg)
- > proto byla k vyjádření hmotnosti atomů a molekul zavedena atomová hmotnostní konstanta

- atomová hmotnostní konstanta ... m_u

- definována jako $\frac{1}{12}$ hmotnosti atomu nuklidu ^{12}C (pozn. ^{12}C tvoří 98,9% uhlíkových atomů na Zemi)
- odvození:

$$m_u = \frac{m(^{12}\text{C})}{12}$$

-> $m_u = 1,6605 \cdot 10^{-27}$ kg ... hodnota atomové hmotnostní konstanty

najít v
MFCH tabulkách

- v chemii často potřebujeme znát absolutní hmotnosti atomů a molekul, ale stačí nám hodnoty relativní

- relativní atomová hmotnost ... A_r

- bezrozměrné číslo
- je to podíl skutečné hmotnosti atomu a atomové hmotnostní konstanty m_u
- udává, kolikrát je hmotnost atomu X větší než atomová hmotnostní konstanta

- vzorec:

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

$A_r(X)$... relativní atomová hmotnost atomu X

$m(X)$... skutečná hmotnost atomu X

m_u ... atomová hmotnostní konstanta

$$\hookrightarrow m_u = \frac{m(X)}{A_r(X)}$$

HMOTNOST ATOMU A MOLEKULY

- pokud se prvek skládá z několika izotopů, zavádí se střední relativní atomová hmotnost prvku

- střední relativní atomová hmotnost prvku... \bar{A}_r

- bezrozměrné číslo
- aritmetický průměr relativních hmotností jednotlivých izotopů
- hodnota rovna číslu v PSP
↳ na SŠ zjednodušení $A_r \approx \bar{A}_r$
→ ve středoškolských učebnicích uváděna A_r jako relativní atomová hmotnost prvku

- relativní molekulová hmotnost... M_r

- bezrozměrné číslo
- udává, kolikrát je hmotnost molekuly větší než atomová hmotnostní konstanta m_u
- podíl skutečné hmotnosti molekuly Y a atomové hmotnostní konstanty

- vzorec:

$$M_r(Y) = \frac{m(Y)}{m_u}$$

$M_r(Y)$... relativní molekulová hmotnost molekuly Y
 $m(Y)$... skutečná hmotnost molekuly Y
 m_u ... atomová hmotnostní konstanta

- můžeme ji spočítat také jako součet relativních atomových hmotností prvků z nichž se molekula skládá

př. $M_r(\text{CO}_2) = A_r(\text{C}) + 2 \cdot A_r(\text{O})$

↳ počet atomů O v molekule CO_2

Pr. 1, Vypočítejte relativní atomovou hmotnost nuklidu ^{133}Cs ,
víte-li, že hmotnost jednoho atomu tohoto nuklidu je
 $2,204 \cdot 10^{-25} \text{ kg}$.

$$m(^{133}\text{Cs}) = 2,204 \cdot 10^{-25} \text{ kg}$$

$$m_u = 1,6605 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$A_r(^{133}\text{Cs}) = ?$$

$$A_r(^{133}\text{Cs}) = \frac{m(^{133}\text{Cs})}{m_u}$$

$$A_r(^{133}\text{Cs}) = \frac{2,204 \cdot 10^{-25}}{1,6605 \cdot 10^{-27}}$$

$$A_r(^{133}\text{Cs}) = \underline{\underline{132,9}}$$

Relativní atomová hmotnost nuklidu ^{133}Cs je 132,9.

Pr. 2, Vypočítejte skutečnou hmotnost nuklidu ^{51}V , když
známe jeho relativní atomovou hmotnost 50,94.

$$A_r(^{51}\text{V}) = 50,94$$

$$m_u = 1,6605 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$m(^{51}\text{V}) = ? \text{ kg}$$

$$A_r(^{51}\text{V}) = \frac{m(^{51}\text{V})}{m_u}$$

$$m(^{51}\text{V}) = A_r(^{51}\text{V}) \cdot m_u$$

$$m(^{51}\text{V}) = 50,94 \cdot 1,6605 \cdot 10^{-27}$$

$$m(^{51}\text{V}) = \underline{\underline{8,46 \cdot 10^{-26} \text{ kg}}}$$

Skutečná hmotnost nuklidu ^{51}V je $8,46 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$.

Pr. 3, Spočítejte relativní molekulové hmotnosti následujících
složenin. Zaokrouhlete na 2 desetinná místa.

a) BaCl_2

$$M_r(\text{BaCl}_2) = A_r(\text{Ba}) + 2 \cdot A_r(\text{Cl})$$

$$M_r(\text{BaCl}_2) = 137,33 + 2 \cdot 35,45 = \underline{\underline{208,23}}$$

b) $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$

$$M_r(\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2) = A_r(\text{Ca}) + 2 \cdot 2 \cdot A_r(\text{H}) + 2 \cdot A_r(\text{P}) + 2 \cdot 4 \cdot A_r(\text{O})$$

$$M_r(\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2) = 40,078 + 4 \cdot 1 + 2 \cdot 30,974 + 8 \cdot 16 = \underline{\underline{234,06}}$$

MOLÁRNÍ HMOTNOST

- značka: M

- jednotka: kg/mol

↳ používanější g/mol

- má velký význam pro praktické určování látkového množství, protože přímé měření látkového množství nelze prakticky provést

- vyjadřuje hmotnost 1 molu dané látky

př. $M(\text{H}_2\text{SO}_4)$... molární hmotnost kyseliny sírové

$M(\text{H})$... molární hmotnost atomu vodíku

$M(\text{H}_2)$... molární hmotnost molekuly vodíku

! molární hmotnost M x relativní molekulová hmotnost M_r
- má jednotku g/mol - relativní tzn. bezrozměrná
=> dvě různé veličiny

ALE pokud je molární hmotnost M určité molekuly vyjádřena v g/mol (NE v kg/mol), tak se rovná hodnotě relativní molekulové hmotnosti této molekuly
-> můžeme M spočítat z hodnot uvedených u prvků v PSP

Př. 1) Spočítejte molární hmotnost následujících sloučenin:

a) siranu chromitého

b) hydrogenuhličitanu vápenatého