

Hmotnost částic

Látkové množství

Molární veličiny

Hmotnost částic

Hmotnosti částic jsou velmi malé

Např.:

$${}^1_1\text{H} \dots m \doteq 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$\text{H}_2\text{O} \dots m \doteq 2,99 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$$

Proto byla zavedena

Relativní atomová hmotnost
Relativní molekulová hmotnost

Relativní atomová hmotnost

$$A_r = \frac{m_a}{m_u}$$

Hmotnost atomu

Atomová hmotnostní
konstanta

Relativní molekulová hmotnost

$$M_r = \frac{m_m}{m_u}$$

Hmotnost molekuly

Atomová hmotnostní konstanta

Představuje jednotku hmotnosti, se kterou porovnáváme hmotnosti atomů a molekul

Je definována jako $\frac{1}{12}$ atomové hmotnosti $^{12}_6\text{C}$

Přesná hodnota: $m_u = 1,6605655 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

Pro výpočty zaokrouhlíme:

$$m_u \doteq 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

Relativní molekulová hmotnost

$$M_r = \sum_{i=1}^n A_{r_i}$$

Relativní molekulová hmotnost je rovna součtu relativních atomových hmotností atomů, ze kterých je složená.

Jednotka A_r a M_r

Jsou bezrozměrné (jsou bez jednotky)

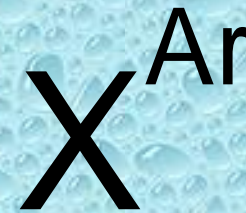
$$[A_r] = \frac{[m_a]}{[m_u]} = \frac{kg}{kg} = 1$$

$$[M_r] = \frac{[m_m]}{[m_u]} = \frac{kg}{kg} = 1$$

Hodnoty A_r v tabulkách

8	15,999
Kyslík	
0	3,50
$2s^2 2p^4$	

Relativní atomová hmotnost



Relativní atomová hmotnost

Vodík	H	1	Síra	S	32
Uhlík	C	12	Chlór	Cl	35,5
Dusík	N	14	Železo	Fe	55,8
Kyslík	O	16	Měď	Cu	63,54
Sodík	Na	23	Stříbro	Ag	107,9

Určete hmotnost atomu železa.

Z tabulek: $A_r(\text{Fe})=55,8$; $m_a(\text{Fe})=?$

$$A_r = \frac{m_a}{m_u} \Rightarrow m_a = A_r \cdot m_u$$

$$m_a(\text{Fe}) = 55,8 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \doteq 92,628 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

Určete relativní molekulovou hmotnost
molekuly kyseliny sírové H_2SO_4 .

Z tabulek: $A_r(H)=1$, $A_r(S)=32$, $A_r(O)=16$

$$M_r(H_2SO_4) = 2 \cdot A_r(H) + A_r(S) + 4 \cdot A_r(O)$$

$$M_r(H_2SO_4) = 2 \cdot 1 + 32 + 4 \cdot 16 = 98$$

Z definice atomové hmotnostní konstanty určete

$$A_r({}^{12}_6\text{C}) = ?$$

m_u je definována jako $\frac{1}{12}$ jeho atomové hmotnosti

$$m_a({}^{12}_6\text{C}) = 12 \cdot m_u$$

A tedy: $A_r = 12$

!! Zapamatujte si !!

Kolik atomů obsahuje 12 gramů $^{12}_6\text{C}$?

$$m = 12\text{g} = 0,012\text{kg}, m_u = 1,6605655 \cdot 10^{-27}\text{kg}, N = ?$$

Hmotnost vzorku

$$N = \frac{0,012}{12 \cdot m_u} = \frac{0,012}{12 \cdot 1,6605655 \cdot 10^{-27}} \doteq 6,022045 \cdot 10^{23}$$

Hmotnost jednoho atomu

Látkové množství

Soustava, která obsahuje právě tolik částic (např. atomů, molekul,...), kolik obsahuje 12 gramů uhlíku $^{12}_6\text{C}$, má látkové množství 1 mol.

$$N_A \doteq 6,022045 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

Avogadrova konstanta

Odpovídá počtu částic obsažených v tělese o látkovém množství 1 mol.



Amedeo Avogadro

(1776-1856)

italský fyzik

Látkové množství (vzorec)

$$n = \frac{N}{N_A}$$

Počet částic

Avogadrova
konstanta

$$N_A \doteq 6,022045 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

Molární veličiny

Např.:

Molární hmotnost ; molární objem

Molární tepelná kapacita; Molární entropie ...

Jsou vztažené k látkovému množství 1 mol

Molární hmotnost

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

Hmotnost celé látky

Látkové množství

Jednotka:

$$[M_m] = \frac{\text{kg}}{\text{mol}} = \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$$

Vzorec, umožňující z relativní atomové (či molekulové) hmotnosti z TABULEK určit molární hmotnost

$$m = N \cdot m_m = N \cdot M_r \cdot m_u$$

$$M_m = \frac{m}{n} = \frac{N \cdot M_r \cdot m_u}{\frac{N}{N_A}} = M_r \cdot N_A \cdot m_u$$

Odvození

Dosadíme hodnoty Avogadrovy konstanty a
atomové hmotnostní konstanty

$$M_m = M_r \cdot 6,022045 \cdot 10^{23} \cdot 1,6605655 \cdot 10^{-27} \doteq M_r \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$M_m = M_r \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{mol}^{-1} = M_r : 1000 \text{ kg} \cdot \text{mol}^{-1}$$

Určete látkové množství a počet molekul ve vodě o hmotnosti 2kg.

$$m = 2\text{kg}, M_r = 18, n = ?, N = ?$$

$$n = \frac{m}{M_m} = \frac{m}{M_r \cdot 10^{-3}} = \frac{2}{18 \cdot 10^{-3}} \text{ mol} \doteq 0,111 \cdot 10^3 \text{ mol} = 111 \text{ mol}$$

$$N = n \cdot N_A \doteq 111 \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \doteq 6,684 \cdot 10^{25} \text{ částic}$$

Molární objem

$$V_m = \frac{V}{n}$$

Objem celé látky

Látkové množství

Jednotka:

$$[V_m] = \frac{m^3}{mol} = m^3 \cdot mol^{-1}$$

Vzorek vodíku obsahuje $18 \cdot 10^{23}$ molekul H_2 .
Určete jeho látkové množství?

$$N = 18 \cdot 10^{23}, n = ?$$

$$n = \frac{N}{N_A} = \frac{18 \cdot 10^{23}}{6,022 \cdot 10^{23}} \text{ mol} \doteq 3 \text{ mol}$$

V nádobě je 300 molů chlóru Cl_2 .
Určete jeho hmotnost.

$$n = 300 \text{ mol}, A_r(\text{Cl}) \doteq 35,5 \Rightarrow M_r(\text{Cl}_2) = 2 \cdot 35,5 = 71, m = ?$$

$$M_m = \frac{m}{n} \Rightarrow m = M_m \cdot n = M_r \cdot 10^{-3} \cdot n = 71 \cdot 10^{-3} \cdot 300 \text{ kg} = 21,3 \text{ kg}$$

Kolik atomů obsahuje destička ze stříbra Ag
o hmotnosti 500 gramů?

$$m = 500g = 0,5kg; M_r(\text{Ag}) = 107,9; N = ?$$

$$N = n \cdot N_A$$

$$n = \frac{m}{M_m} = \frac{m}{M_r \cdot 10^{-3}}$$

$$N = \frac{m}{M_r \cdot 10^{-3}} \cdot N_A = \frac{0,5}{107,9 \cdot 10^{-3}} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \doteq 2,79 \cdot 10^{24} \text{ částic}$$

V nádobě o objemu $3,54\text{m}^3$ je 5kg kyslíku O_2 .
Určete jeho molární objem?

$$m = 5\text{kg}; A_r(\text{O}) \doteq 16 \Rightarrow M_r(\text{O}_2) = 32; V_m = ?$$

$$V_m = \frac{V}{n}; n = \frac{m}{M_r} = \frac{m}{M_r \cdot 10^{-3}}$$

$$V_m = \frac{V}{\frac{m}{M_r \cdot 10^{-3}}} = \frac{3,54}{32 \cdot 10^{-3} \cdot 5} \text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \doteq 22,125 \text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$$