

Látkové množství n – poznámky 6.A GVN

Martin Konhefr, GVN

10. září 2007

– charakterizuje látku z hlediska **počtu částic** (molekul, atomů, iontů), které tato látka obsahuje

– je-li v tělese z homogenní látky N **částic**, pak látkové množství n tohoto tělesa je definováno vztahem

$$n = \frac{N}{N_A} \quad ; \text{ kde } N_A \text{ je } \mathbf{Avogadrova konstanta} \quad N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

– **jednotkou** látkového množství je $[n] = \frac{[N]}{[N_A]} = \frac{1}{\text{mol}^{-1}} = \mathbf{mol}$

Definice – O soustavě částic říkáme, že má látkové množství 1 mol, jestliže obsahuje právě tolik částic (molekul, atomů, iontů), kolik je **atomů v nuklidu uhlíku $^{12}_6\text{C}$ o hmotnosti 12 gramů**.

Číselná hodnota N_A Avogadrovy konstanty **udává počet částic v tělese** o látkovém množství 1 mol.

důkaz – $N = n \cdot N_A$
 $N = 1 \text{ mol} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
 $\{N\} = 6,022 \cdot 10^{23}$

Z definice látkového množství vyplývá, že počet atomů v nuklidu uhlíku $^{12}_6\text{C}$ o hmotnosti 12 g je roven číselné hodnotě Avogadrovy konstanty $\{N_A\}$ a činí $\{N_A\} = 6,022 \cdot 10^{23}$ atomů uhlíku $^{12}_6\text{C}$.

Příklad – Daný vzorek vodíku obsahuje $36 \cdot 10^{23}$ molekul vodíku. Jaké je jeho látkové množství.

$$n = N / N_A \Rightarrow n = 36 \cdot 10^{23} / 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}$$

$$\underline{n = 6 \text{ mol}}$$

Daný vzorek vodíku má látkové množství 6 mol.

Příklad – Kolik molekul by obsahovala voda o $n = 10 \text{ mol}$?

$$n = N / N_A \Rightarrow N = n \cdot N_A$$

$$N = 10 \cdot 6,022 \cdot 10^{23}$$

$$\underline{N = 6,022 \cdot 10^{24} \text{ molekul}}$$

Voda obsahuje $6,022 \cdot 10^{24}$ molekul.

FYZIKA

Klidová hmotnost atomu m_a je velmi malá (např. klidová hmotnost atomu vodíku ^1_1H je $m_H = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$, klidová hmotnost atomu uhlíku $^{12}_6\text{C}$ je $m_C = 19,926 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$)

V tabulkách je udávána tzv. **relativní atomová hmotnost A_r** definovaná vztahem $A_r = m_a / m_u$, kde m_a je klidová hmotnost atomu a m_u je **atomová hmotnostní konstanta**. Tato konstanta je definovaná jako **jedna dvanáctina hmotnosti m_C atomu uhlíku $^{12}_6\text{C}$** .

Protože je $m_C = 19,926 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$, je $m_u = 19,926 \cdot 10^{-27} / 12 = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$.
 $m_u = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

Př. Urči A_r atomu uhlíku $^{12}_6\text{C}$

$$A_r = m_a / m_u = 19,926 \cdot 10^{-27} \text{ kg} / 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 12$$

$$\underline{A_r = 12}$$

A_r nemá v soustavě SI žádnou jednotku. A_r atomu uhlíku $^{12}_6\text{C}$ je 12.

A_r dalších prvků: $A_r \text{H} = 1$, $A_r \text{C} = 12$, $A_r \text{He} = 4$, $A_r \text{O} = 16$, $A_r \text{Fe} = 56$, $A_r \text{S} = 32$, $A_r \text{Cu} = 64$

Př. Atom S má relativní atomovou hmotnost $A_r = 32$. Urči klidovou hmotnost atomu.

$$A_r = m_a / m_u$$

$$m_a = A_r / m_u$$

$$m_a = 32 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$\underline{m_a = 53,12 \cdot 10^{-27} \text{ kg}}$$

Podobně pro molekuly zavádíme tzv. **relativní molekulovou hmotnost M_r** definovanou vztahem $M_r = m_m / m_u$, kde m_m je hmotnost molekuly, m_u je **atomová hmotnostní konstanta**.

Relativní molekulová hmotnost M_r je **rovna součtu relativních atomových hmotností jednotlivých atomů**, ze kterých se tato molekula skládá.

Př. Urči M_r molekuly H_2SO_4 .

$$2\text{H} \dots 2 \cdot 1 = 2$$

$$\text{S} \dots \dots \dots 32$$

$$\underline{4\text{O} \dots 4 \cdot 16 = 64}$$

$$\text{celkem} \dots \dots \dots 98 \text{ (čeho? ničeho...)}$$

$M_r \text{H}_2\text{SO}_4$ je 98.

Př. Urči klidovou hmotnost H_2SO_4 .

$$M_r = m(\text{H}_2\text{SO}_4) / m_u$$

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = M_r \cdot m_u$$

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$\underline{m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 162,68 \cdot 10^{-27} \text{ kg}}$$

Klidová hmotnost H_2SO_4 je $162,68 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$.

Molární hmotnost M_m – poznámky 6.A GVN

Martin Konhefr, GVN

10. září 2007

– je hmotnost 1 molu chemicky stejnorodé látky. Molární hmotnost je definovaná vztahem

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

kde m je hmotnost tělesa z chemicky čisté látky a n je odpovídající látkové množství. M_m je vlastně podíl hmotnosti látky a jejího látkového množství.

– **jednotka** – $[M_m] = [m]/[n] = \underline{\text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}}$

Snadněji se M_m určí z relativní atomové hmotnosti nebo z relativní molekulové hmotnosti.

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

$$M_m = A_r \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{mol}^{-1}$$

Příklady : –

Molární objem V_m – poznámky 6.A GVN

Martin Konhefr, GVN

25. září 2007

– je objem jednoho molu látky. Je definován vztahem $V_m = V/n$ kde V je objem tělesa za daných fyzikálních podmínek a n je odpovídající látkové množství.

– **jednotka** – $[V_m] = [V]/[n] = \underline{\text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}}$

Příklady na písemku si sežene od spolužáků.

další látka

↓

Struktura a vlastnosti látek – poznámky 6.A GVN

Martin Konhefr, GVN

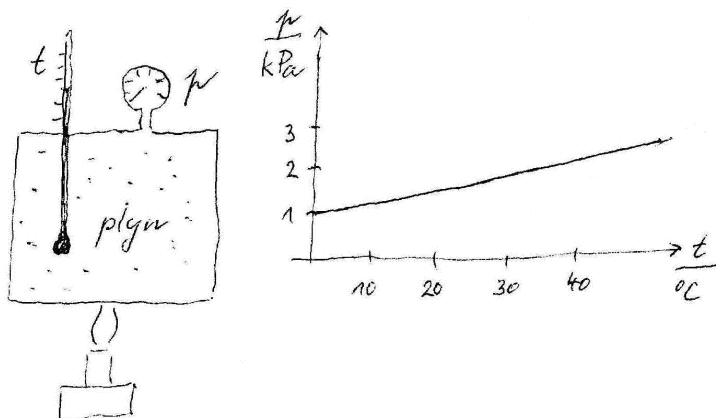
25. září 2007

1) Základní poznatky molekulové fyziky

Dvě metody zkoumání tepelných vlastností látek:

- a) **Termodynamická metoda** – vychází z popisu jevů, z měření veličin (p , V , T , ρ ,...). Neopírá se o žádný model částicového složení látek. **Tělesa** (kapalinové těleso, plynové těleso, tuhé těleso) považuje tato metoda za **spojitá**.

např. měření závislosti tlaku plynu na teplotě



Termodynamická metoda + zákon zachování a přeměny energie → **termodynamika**
(vědní obor)

- b) **Statistická metoda** – vychází z vnitřní struktury látek

Vlastnosti látek vysvětluje jako **důsledek pohybu a vzájemného působení částic**. K popisu obrovského počtu částic, ze kterých se těleso skládá, používá poznatky z teorie **pravděpodobnosti** a matematické **statistiky**. Tato metoda nastupuje koncem 19. století.

Statistická metoda + kinetická teorie stavby látek → **molekulová fyzika**
(statistická fyzika)

Obě metody se vzájemně **doplňují**.

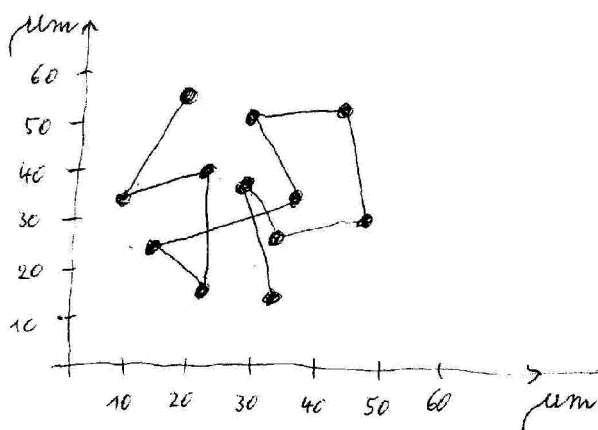
2) Kinetická teorie stavby látek

– je založena na třech experimentálně ověřených poznatcích

- a) Látka kteréhokoliv skupenství se **skládá z částic** (atomů, molekul, iontů). *Prostor*, který těleso z dané látky zaujímá, *není těmito částicemi beze zbytku vyplněn*, tj. diskrétní, **nespojité struktura látky**. Tedy mezi částicemi jsou **mezery**
– viz pokus voda-láh ve zkumavce
- b) Částice se v látce **pohybují**. Jejich pohyb je **neustálý a neuspořádaný** (= chaotický). Mluvíme o **tepelném pohybu částic** = posuvný, otáčivý nebo kmitavý pohyb. Nepřevládá žádný směr. Rychlosti částic mají **různý směr i různou velikost**.
- c) Částice na sebe navzájem působí **přitažlivými silami** a **současně odpudivými silami**.

3) Důkazy neuspořádaného pohybu částic v látkách

- a) **Brownův pohyb** – anglický botanik Robert Brown v r. 1827 pozoroval pylové zrnko v kapce vody pod mikroskopem. **Pylové zrnko** = Brownova částice (rozměr 10^{-6} m) koná **nepravidelné posuvné, otáčivé i kmitavé pohyby**.



další látka



Difúze – poznámky 6.A GVN

Martin Konhefr, GVN

25. září 2007

– **samovolné pronikání částic** jedné látky (tekutiny) do částic druhé látky

viz pokus s hypermanganem, modrou skalicí

Molekuly vody **narážení** do molekul hypermanganu a rozptýlí je po celé nádobě.

Tlak plynu – poznámky 6.A GVN

Martin Konhefr, GVN

25. září 2007

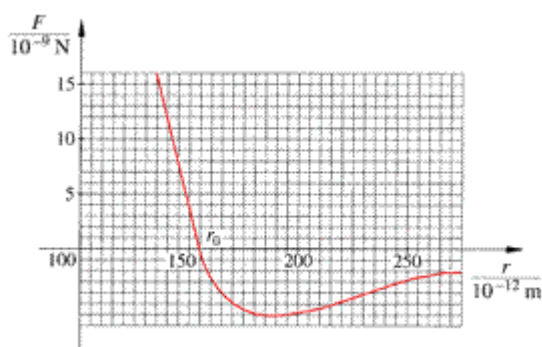
Tlak plynu vysvětlujeme **srážkami molekul plynu na molekuly stěny nádoby**. Difúze, Brownův pohyb, existence tlaku plynu a další jevy ukazují, že **částice se v látkách neustále pohybují**. Neuspořádanost pohybu se projevuje různými směry a velikostmi rychlostí částic.

S rostoucí teplotou se molekuly pohybují rychleji.

Vzájemné působení částic – poznámky 6.A GVN

Martin Konhefr, GVN

25. září 2007



FYZIKA

Zmenšujeme-li vzdálenost částic $r < r_0$, projevuje se mezi částicemi obrovská síla **odpudivá**.
Zvětšujeme-li vzdálenost částic $r > r_0$, projevuje se síla **přitažlivá**. Při velké vzdálenosti je tato síla zanedbatelná.

Různé atomy mají různou vzdálenost – **uhlík**: $r_0 = 0,155 \text{ nm}$

– **H₂** – $r_0 = 0,074 \text{ nm}$

– **voda** – $r_0 = 0,3 \text{ nm}$

– další...

Ve vzdálenosti r_0 , která se nazývá rovnovážná poloha částic, na sebe částice nepůsobí **žádnými silami**.

Protože mezi částicemi existuje **vzájemné silové působení**, má soustava částic **potenciální energii**. → Jedná se o energii, kterou musíme dodat, abychom částice od sebe oddělili, tedy tzv. **vazební energii částic**.

K rozdělení molekuly (třeba O₂) na dva samostatné atomy (O, O) je třeba dodat energii.
($8,27 \cdot 10^{-19} \text{ J}$)

Modely struktur látek různých skupenství – poznámky 6.A GVN

Martin Konhefr, GVN

25. září 2007

plynné látky – Střední vzdálenost molekul plynů je řádově **10x větší** než rozměry molekul.
– **Přitažlivé síly** mezi molekulami plynů jsou **zanedbatelně malé**, proto je potenciální energie soustavy molekul plynu vždy značně menší než celková kinetická energie.
– Molekuly