

Fyzika 1.- prednáška 11.

Ciele

6. NÁUKA O TEPLE

6.1 Tepelný pohyb molekúl

6.2 Stavová rovnica ideálneho plynu

6.3 Stredná kvadratická rýchlosť

6.4 Kinetická interpretácia tlaku, teploty a vnútornej energie

Zopakujte si

- Podľa tretieho Newtonovho pohybového zákona dve telesá pôsobia na seba **rovnako** veľkými **opačne** orientovanými silami.
- Kinetická energia HB pri posuvnom pohybe je daná vzťahom $E_k = \frac{1}{2}mv^2$.
- Zmena hybnosti HB je dôsledkom **impulzu** sily.
- Veľkosť rýchlosti vyjadrená pomocou jej súradníc je daná $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2}$.
- Pri kmitavom pohybe teleso kmitá okolo svojej rovnovážnej polohy po **priamke** .

6. NÁUKA O TEPLE

Kinetická teória plynov – popisuje stav plynu z mikroskopického hľadiska, na úrovni atómov a molekúl.

Termodynamika – popisuje stav plynu z makroskopického hľadiska, na základe vonkajších parametrov a procesov.

6.1 Tepelný pohyb molekul

Látky existujú v troch skupenstvách.

Stavebné častice látok – molekuly, atómy.

Mechanický pohyb – pri ktorom sa všetky stavebné častice pohybujú rovnakým spôsobom usporiadane.

Tepelný (Molekulový) pohyb – pri ktorom sa všetky stavebné častice nepretržite pohybujú (dôkaz: Brownov pohyb, difúzia, tlak plynu).

Pevné látky – stavebné častice kmitajú okolo stálych rovnovážnych polôh všetkými smermi.

Kvapalné látky - stavebné častice kmitajú okolo rovnovážnych polôh, ktoré sa často menia.

Plynné látky – stavebné častice sa pohybujú rôznymi rýchlosťami vo všetkých možných smeroch, medzi dvoma zrážkami sa pohybujú rovnomerne a priamočiario.

Medzimolekulové sily (vzájomné silové pôsobenie) – všetky častice na seba navzájom pôsobia silou (do vzdialenosti cca 1 nm).

Rozdelenie látok na základe porovnania tepelného pohybu k medzimolekulovými silám:

Pevné látky – stredná vzdialenosť medzi časticami 0,2 – 0,3 nm, prevláda silové pôsobenie nad tepelným pohybom; tuhosť, pevnosť pevných látok.

Kvapaliny – stredná vzdialenosť medzi časticami 0,3 nm, v rovnakej miere silové pôsobenia a molekulový pohyb; dajú sa prelievať.

Plyny – stredná vzdialenosť medzi časticami 10 – 100 nm, prevláda molekulový pohyb; stlačiteľnosť plynov, rozpínanosť.

6.2 Stavová rovnica ideálneho plynu

Ideálny plyn (IP) – plyn, u ktorého zanedbávame interakcie medzi molekulami okrem zrážok, zrážky sú dokonale pružné a molekuly plynu majú zanedbateľný rozmer.

Stavové veličiny IP – popisujú stav plynu.

- **Tlak – p** **$(p) = \text{Pa} - \text{Pascal}$**
- **Objem – V** **$(V) = \text{m}^3$**
- **Termodynamická teplota – T** : charakterizuje tepelné vlastnosti látok
 $(T) = \text{K} - \text{Kelvin}$

$$T = (t \text{ (}^\circ\text{C)} + 273,15) \text{ K}$$

- **Látkové množství** - počet mólov plynu; $(n) = \text{mol}$



A. Avogadro
(1776 - 1856)

N – počet molekul plynu, m – hmotnost plynu, M - molárna hmotnosť

$(M) = \text{kg} / \text{mol}$

$(m) = \text{kg}$

N_A – Avogadrova konštanta

$$N_A = 6,023 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

Plyn	M (kg / mol)
kyslík	$32 \cdot 10^{-3}$
hélium	$4 \cdot 10^{-3}$
oxid uhoľnatý	$28 \cdot 10^{-3}$
vodík	$2 \cdot 10^{-3}$

Stavová rovnica – vyjadruje vzťah medzi stavovými veličinami

R – molárna plynová konštanta, $R = 8,314 \text{ J/Kmol}$

$k = \frac{R}{N_A}$ - Boltzmanova konštanta, $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$

Stavová rovnica pre reálny plyn – Van der Waalsova

$$\left(p + \frac{a}{V^2}\right)(V - b) = nRT$$

KONTROLKA: Vyberte správne tvrdenie. V nádobe objemu 3 l sa nachádza plyn o teplote 25 stupňov Celzia. Ak z nej vypustíme 0,5 kg plynu, po určitom čase bude mať plyn

- A) rovnaký počet molekúl,
- B) iný počet mólov ako pred vypustením,
- C) iný objem ako pred vypustením.

6.3 Stredná kvadratická rýchlosť

Priemerná rýchlosť

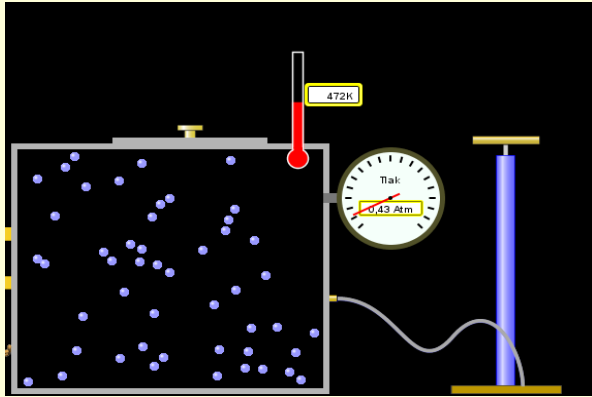
Středná kvadratická rychlost' i - tej molekuly

Stredná kvadratická rýchlosť molekúl - vyjadruje akými rýchlosťami sa pohybujú molekuly plynu pri určitej teplote

Plyn	Stredná kvadratická rýchlosť (m/s) pri $T = 300\text{ K}$
Vodík	1920
Hélium	1370
Vodná para	645
Kyslík	483

6.4 Kinetická interpretácia tlaku, teploty a vnútornej energie

Tlak



Tlak – je to podiel výslednice všetkých síl, ktorými pôsobia molekuly na stenu plochy S .

Základná rovnica KTP - tlak je rovný $\frac{1}{3}$ zo súčinu počtu molekúl v jednotkovom objeme, hmotnosti jednej molekuly a strednej kvadratickej rýchlosti molekúl ideálneho plynu.

Čo sme sa naučili

Vysvetliť, čo znamená hodnotiť stav plynu z hľadiska **kinetickej teórie plynov** a z hľadiska **termodynamiky**.

Definovať pojmy: tepelný pohyb, mechanický pohyb, medzimolekulové sily. Popísať základné vlastnosti jednotlivých skupenstiev na základe porovnania tepelného pohybu a medzimolekulových síl. Charakterizovať tepelný pohyb pre pevné, plynné a kvapalné látky.

Definovať **ideálny plyn (IP)**. Napísať stavové veličiny ideálneho plynu a uviesť ich jednotky. Definovať **stavovú rovnicu IP** a zapísať ju v rôznych tvaroch (pre N častíc plynu, pre m kilogramov plynu). Napísať stavovú rovnicu pre reálne plyny a vysvetliť.

$$pV = nRT$$

Definovať **strednú kvadratickú rýchlosť plynu** pomocou strednej kvadratickej rýchlosti jednej molekuly (slovné znenie, matematický zápis, obrázok, popis veličín). Vysvetliť rozdelenie rýchlosti molekúl plynu pomocou rozdeľovacej funkcie.

Definovať **tlak** (slovné znenie, matematický zápis). Odvodiť **základnú rovnicu kinetickej teórie plynov (závislosť tlaku od strednej kvadratickej rýchlosti)**.

$$p = \frac{1}{3} n_0 m_0 v_s^2$$