

26. Odvodte vzťah pre výpočet energie lineárneho harmonického oscilátora. Vo fyzikálnych vzťahoch popíšte jednotlivé fyzikálne veličiny a uveďte ich príslušné

$$\begin{aligned}
 E &= E_k + E_p \\
 E &= \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2 \\
 E &= \frac{1}{2}mx_0^2\omega^2\cos^2(\omega t + \varphi) + \frac{1}{2}kx_0^2\sin^2(\omega t + \varphi) \\
 E &= \frac{1}{2}mx_0^2\omega^2\cos^2(\omega t + \varphi) + \frac{1}{2}m\omega^2x_0^2\sin^2(\omega t + \varphi) \\
 E &= \frac{1}{2}mx_0^2\omega^2(\underbrace{\cos^2(\omega t + \varphi) + \sin^2(\omega t + \varphi)}_{=1}) \\
 E &= \frac{1}{2}\omega^2mx_0^2 \\
 E &= \frac{1}{2}kx_0^2
 \end{aligned}$$

$v(t) = x_0\omega\cos(\omega t + \varphi)$
 $x(t) = x_0\sin(\omega t + \varphi)$
 $\sin^2(\varphi) + \cos^2(\varphi) = 1$
 $x_0 = \text{amplitúda} - \text{maximálna výchylka}$
 $k = \text{tuhosť väzby}$
 $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow \omega^2 m = k$

fyzikálne jednotky.

27. Vysvetlite termín tlmený harmonický oscilátor. Naznačte postup a uveďte vzťah potrebný na určenie polohy tlmeného harmonického oscilátora. Vysvetlite pojmy: útlm, logaritmický dekrement útlmu, uveďte vzťahy na ich výpočet. Vo fyzikálnych vzťahoch popíšte jednotlivé fyzikálne veličiny a uveďte ich príslušné fyzikálne jednotky.

Kmitavý pohyb, ktorého amplitúda výchylky sa s časom znižuje, sa nazýva **tlmený kmitavý pohyb**.

Uvažujeme pohyb len v jednom smere, preto budeme sledovať len súradnicu x :

$$\begin{aligned}
 F &= F_p + F_B \\
 ma &= F_p + F_B
 \end{aligned}$$

Keď zavedieme označenia:

$$\frac{k_B}{m} = 2b,$$

$$\omega_0^2 = \frac{k}{m},$$

$$\begin{aligned}
 m \frac{d^2x}{dt^2} &= -kx - k_B \frac{dx}{dt} \\
 \frac{d^2x}{dt^2} + \frac{k}{m}x + \frac{k_B}{m} \frac{dx}{dt} &= 0
 \end{aligned}$$

Hľadáme riešenie tejto rovnice

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2x + 2b \frac{dx}{dt} = 0 \quad (*)$$

kde ω_0 je uhlová frekvencia netlmených kmitov, ktorú voláme aj vlastná uhlová frekvencia a b je koeficient útlmu.

Riešenie rovnice (*) bez dôkazu:

$$x(t) = x_0 e^{-\delta t} \sin(\omega t + \varphi)$$

↑
amplitúda

- **Útlm** λ je definovaný ako podiel dvoch za sebou idúcich maximálnych výchyliek na tú istú stranu čiže:

$$\lambda = \frac{x_0(t)}{x_0(t+T)} = \frac{x_0 e^{-bt}}{x_0 e^{-b(t+T)}} = e^{bT}$$

- **Logaritmický dekrement útlmu** je prirodzený logaritmus útlmu, čiže:

$$\Delta = \ln \lambda = bT$$

- pre **koeficient útlmu** tlmených harmonických kmitov hmotného bodu b platí:

$$b = \frac{\ln \lambda}{T}$$

28. Popíšte jav, ktorý nazývame vynútené kmitanie – rezonancia.

- O vynútenom kmitaní hovoríme vtedy, ak na hmotný objekt (harmonický oscilátor) pôsobí navyše okrem návratnej sily F_p a sily odporu prostredia F_B aj **vonkajšia periodická nútiaca sila** F_V . Pre výslednú silu platí:

$$\mathbf{F} = \mathbf{F}_p + \mathbf{F}_B + \mathbf{F}_V$$

Uvažujeme pohyb len v jednom smere, preto budeme sledovať len súradnicu x :



$$F = F_p + F_B + F_V$$

$$ma = F_p + F_B + F_V$$

Využijeme vyššie zavedené označenia:

$$\frac{k_B}{m} = 2b,$$

$$\omega_0^2 = \frac{k}{m},$$

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = -kx - k_B \frac{dx}{dt} + f_0 \sin(\omega_V t)$$

$$\frac{d^2 x}{dt^2} + \frac{k}{m} x + \frac{k_B}{m} \frac{dx}{dt} = \frac{f_0 \sin(\omega_V t)}{m}$$

$$\frac{d^2 x}{dt^2} + \omega^2 x + 2b \frac{dx}{dt} = \frac{f_0 \sin(\omega_V t)}{m}$$

Ak vynucujúca sila bude mať frekvenciu, ktorá sa bude blížiť vlastnej frekvencii, tak A (amplitúda) bude narastať = **rezonancia**.

29. Uveďte, čo je predmetom skúmania termodynamiky. Zadefinujte vnútornú energiu plynu. Vysvetlite, aký je rozdiel medzi pojmami teplo a teplota.

Termodynamika- je disciplína fyziky, popisujúca zákonitosti tepla a tepelných dejov, vzťahy medzi veličinami charakterizujúcimi makroskopický stav tepelnej sústavy a zmeny týchto veličín pri fyzikálnych dejoch spojených s výmenou tepla medzi sústavou a jej okolím. Zaoberá sa zákonmi zachovania energie, premenou energie. Zahŕňa zákony opisujúce premenu tepelnej energie na iné druhy energie.

Vnútorná energia plynu- intenzita tepelného pohybu závisí od teploty plynu:

$$\varepsilon = \frac{3}{2} kT$$

Dodaním resp. odobraním plynu sa mení charakter molekulárneho pohybu. Vnútorná energia plynu je daná súčtom kinetických a potenciálnych energií všetkých molekúl plynu. Vnútorná energia je funkciou teploty.

Teplo – je vnútorná energia, ktorú teleso prijme, alebo ju odovzdá pri tepelnej výmene inému telesu

Teplota – je stavová veličina opisujúca kinetickú energiu častíc

30. Definujte ideálny plyn, napíšte stavovú rovnicu ideálneho plynu a pomenujte v nej všetky fyzikálne veličiny a uveďte ich príslušné fyzikálne jednotky.

Ideálny plyn- matematický model, ktorý opisuje hypotetickú hmotu v plynnom skupenstve. Je dokonale stlačiteľný. Rozmery molekúl sú zanedbateľné v porovnaní s ich strednou vzájomnou vzdialenosťou. Vzájomné zrážky molekúl a zrážky so stenou nádoby sú dokonale pružné. Molekuly nepôsobia na seba navzájom medzimolekulovými silami, s výnimkou zrážok. Molekuly na seba nepôsobia silami $E_p = 0$. $E_k = \text{konšt.}$ Pohyb molekúl medzi zrážkami je rovnomerný priamočiary, molekuly majú rôzne rýchlosti, ktoré sa pri každej zrážke môžu meniť. Molekuly na seba nepôsobia silami $E_p \text{ sústavy} = 0$. Reálne plyny sa svojimi vlastnosťami približujú k vlastnostiam modelu ideálneho plynu pri dostatočne nízkych tlakoch (zriedený plyn) a vysokých teplotách.

$$pV = nRT$$

R-univerzálna plynová konšt. [J.K⁻¹.mol⁻¹]

T-teplota [K]

V-objem [l]

n-látkové množstvo [mol]

p-tlak [Pa]

31. Vysvetlite tlak ideálneho plynu z hľadiska kinetickej teórie plynov.

- Tlak p ideálneho plynu je priamo úmerný objemovej hustote molekúl plynu n_v a strednej kinetickej energii $E_{ks}(\varepsilon)$ posuvného pohybu molekúl:

$$p = \frac{2}{3} n_v E_{ks}$$

alebo v tvare:

$$p = \frac{2}{3} n_v \varepsilon$$

32. Vysvetlite termodynamickú teplotu z hľadiska kinetickej teórie plynov.

$$T = \frac{2}{3} \frac{\varepsilon}{k}$$

- T = štatistická teplota
- k = Boltzmannova konštanta $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J.K}^{-1}$
- ε = stredná kinetická energia molekúl (E_{ks})
- Teplota je mierou strednej kinetickej energie pohybu molekúl.
- Rôzne plyny pri rovnakej teplote majú rovnakú strednú kinetickú energiu pohybu molekúl:

$$\varepsilon = \frac{3}{2} kT$$

33. Objasnite nasledovné deje v plynach: izotermický, izobarický a izochorický. Vychádzajúc zo stavovej rovnice ideálneho plynu odvodte vzťahy, ktoré uvedené deje matematicky opisujú.

Izotermický dej – dej pri ktorom sa zachováva teplota $pV = p_0V_0$

Izochorický dej – dej pri ktorom sa zachováva objem $\frac{P}{T} = \frac{P_0}{T_0}$

Izobarický dej – dej pri ktorom sa zachováva tlak $\frac{V}{T} = \frac{V_0}{T_0}$

34 . Vysvetlite, čo rozumieme pod pojmom práca plynu. Vysvetlite postup pri určovaní práce ideálneho plynu. Uvedte, akú prácu koná ideálny plyn pri izochorickom deji.

V technickej praxi sa často stretávame so situáciou kedy plyn uzavretý v nádobe s pohyblivou stenou(piest) tento piest posunie v dôsledku svojej expanzie alebo kompresie. Ak plyn posunul piest, hovoríme, že vykonal prácu. Pri jednotlivých termodynamických procesoch má práca svoje špecifické vyjadrenie.

Pri izochorickom deji vykonáva plyn nulovú prácu, lebo objem zostáva konštantný.

35. Uvedte prvú vetu termodynamickú, vysvetlite všetky členy, ktoré sa pri jej zápise používajú. Vo fyzikálnych vzťahoch popíšte jednotlivé fyzikálne veličiny a uvedte ich príslušné fyzikálne jednotky.

Q Teplo **dodané** sústave
 $-Q$ Teplo **odovzdané** sústavou

$\Delta U = Q + W$ 1. **v. termodynamická** Prírastok
 $\Delta U = Q - W'$ vnútornej energie sa rovná
súčtu sústave dodaného tepla a
dodanej práce.
(prip. odovzdanej práce)

$$\boxed{dU = dW + dQ}$$

W Ak prácu koná **vonkajšia sila**
 $W' = -W$ Ak prácu koná **plyn**

- ΔU – **prírastok energie sústavy** môžeme dosiahnuť dvoma spôsobmi:
1. **bud' dodáme teplo**
2. **alebo vykonáme prácu na plyne**

36. Odvod'te vz'tah pre výpočet práce ideálneho plynu a vnútornej energie ideálneho plynu (ekvipartičná teoréma). Vo fyzikálnych vz'tahoch popíšte jednotlivé fyzikálne veličiny a uveďte ich príslušné fyzikálne jednotky.

$$U = N\varepsilon$$

$$U = N\varepsilon = N_A \varepsilon = N_A \frac{3}{2} kT = \frac{3}{2} RT$$

$$\varepsilon = \frac{3}{2} kT$$

- tzv. **ekvipartičný princíp** (princíp rovnomerného rozdelenia energie), (parts – časť, ekvi - rovnaký)
- U molekúl s i stupňami voľnosti:

$$\varepsilon = \frac{i}{2} kT$$