PARȚIAL FIZICA

I. Mecanică clasică

1) Cinematica - descrie mișcarea corpurilor

$\Delta\vec{r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$ → vectorul de deplasare

- Viteza medie - deplasarea efectuată în unitatea de timp

$$\vec{v}_m = \frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t}. \qquad [v]_{SI} = 1\,m/s.$$

* • Vectorul de poziție

$$\vec{r}(t) = x(t)\vec{i} + y(t)\vec{j} + z(t)\vec{k}$$

* • Viteza momentană → viteza punctului material la un moment dat

$$\vec{v} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t} = \frac{d\vec{r}}{dt} = \dot{\vec{r}}$$

- Accelerația medie → variația vitezei în unitatea de timp

$$\vec{a}_m = \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t} \qquad [a]_{SI} = 1\,m/s^2$$

* • Accelerația momentană

$$\vec{a} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \dot{\vec{v}} = \ddot{\vec{r}}$$

* • Principiul I (al inerției).

→ orice corp asupra căruia nu acționează alt corp își păstrează starea de mișcare rectilinie uniformă sau de repaus relativ.

* • Principiul II (al forței).

→ o forță ce acționează asupra unui corp îi imprimă acestuia o accelerație prop. cu forța și invers prop. cu masa corpului

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} \qquad [F]_{SI} = 1\,N = 1\,kg\,\frac{m}{s^2}$$

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a} = m \cdot \dot{\vec{v}} = m \cdot \ddot{\vec{r}}$$

* • Principiul III. (acțiunii și reacțiunii)

→ un corp acționează asupra altuia cu o forță ($\vec{F}_{1,2}$) atunci, cel de al doilea corp va acționa asupra primului cu o forță ($\vec{F}_{2,1}$) egală cu modul și opusă ca sens. $\boxed{\vec{F}_{1,2} = -\vec{F}_{2,1}}$

• Principiul IV. (independenței acțiunii forțelor).

→ fiecare dintre forțele la care este supus un corp acționează independent de celelalte forțe aplicate

• Tipuri de forțe

→ Greutatea $\vec{G} = m \cdot \vec{g}$

→ Forța de atracție gravitațională $F = k\,\frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$

→ Forța de frecare $\vec{F}_f = \mu \cdot N$ ↳ normala

2) Dinamica

• Impulsul

$$\vec{p} = m \cdot \vec{v} \qquad [p]_{SI} = 1\, N \cdot s$$

Teorema impulsului

→ forța care acționează asupra punctului material este egală cu variația impulsului în unitatea de timp.

$$\vec{F} = \frac{dp}{dt}.$$

* Legea de conservare a impulsului

$$\vec{F} = 0 \Rightarrow \vec{p} = \vec{C} \text{ - const. vectorială}$$

* • Momentul cinetic

$$\vec{J} = \vec{r} \times \vec{p} \qquad [J]_{SI} = kg\,\frac{m^2}{s}.$$

Teorema momentului cinetic

→ derivata în raport cu timpul a momentului cinetic al corpului față de un pol este egală cu momentul forței care acționează asupra acestuia față de același pol.

* Legea de conservare a momentului cinetic

$$\vec{M} = 0 \Rightarrow \vec{J} = \vec{C}.$$

* • Energia mecanică

* a) Lucrul mecanic - mărime fizică scalară ce caracterizează cap. unei forțe care acționează asupra unui corp de a cauza deplasarea punctului său de aplicație.

$dL = \vec{F} \cdot d\vec{r}$

$L_{1,2} = \int_1^2 \vec{F} \cdot d\vec{r}$ $\quad [L]_{SI} = 1J.$

i) L.m. al forței de greutate

$$L = mg(h_1 - h_2) = -mg(h_2 - h_1)$$

ii) L.m al forței elastice

$$L = -\left(\frac{k}{2}x_f^2 - \frac{k}{2}x_i^2\right).$$

iii) L.m al forței de frecare

$$L = -\mu\, m \cdot g \cdot d$$

b) Energia cinetică

$E_c = \frac{m \cdot v^2}{2}.$ $\quad [E_c]_{SI} = 1J.$

c) Puterea mecanică

$P = \frac{L}{\Delta t}$ $\quad [P]_{SI} = 1W.$

Teoremele energiei

- Teorema variației energiei cinetice.

→ Variația energiei cinetice este egală cu L.m. al rezultantei forțelor conservative și neconservative care det. modificarea stării de mișcare.

$$\Delta E_c = L_{12} = \int_1^2 \vec{F} \cdot d\vec{r}$$

- Teorema variației energiei potențiale

→ Variația energiei potențiale este egală cu L.m al forțelor conservative luat cu semn schimbat

$\Delta E_p = -L_{cons.}$

Energia mecanică totală

$$E = E_p + E_c.$$

Teorema variației energiei mecanice

→ Variatia energiei mecanice a pct.-ului material asupra căruia acționează atât forțe conservative cât și forțe neconservative este egală cu L.m efectuat de forțe neconservative:

$$\Delta E = L_{disipativ}$$

Legea conservării energiei mecanice

→ Dacă rezultanta forțelor neconservative care acționează asupra punctului material e nulă atunci energia mecanică se conservă

$$\Rightarrow E = C - const.$$

II. Oscilații

Mișcarea oscilatorie:

→ transformarea energiei unui sistem dintr-o formă în alta în mod periodic

* 1) Oscilații armonice libere

$$y = A \sin(\omega_0 t + \varphi)$$

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}} = \frac{2\pi}{T_0}.$$

1) $\beta > \omega_0 \Rightarrow$ mișcare aperiodică $y($

A - amplitudinea oscilațiilor ω_0 - pulsația oscilației

φ - faza inițială

$\alpha(t) = \omega_0 t + \varphi$ - faza oscilației

Viteza de oscilație:

$$v = \omega_0 A \cos(\omega_0 t + \varphi)$$

Energia cinetică:

$$E_c = \frac{m\omega_0^2}{2} A^2 \cos^2(\omega_0 t + \varphi)$$

Energia potențială:

$$E_p = \frac{m\omega_0^2}{2} A^2 \sin^2(\omega_0 t + \varphi)$$

Energia totală:

$$E = \frac{m\omega_0^2}{2} \cdot A^2 - \text{const.}$$

✱ 2) Oscilații amortizate

Dacă asupra unui corp acționează forța elastică dar și cea de frecare proporțională și de sens opus vitezei

$$F_{fr} = -b\frac{dy}{dt} \qquad b - \text{const.} \quad [b]_{SI} = kg \cdot s^{-1}$$

Principiul al II-lea al mecanicii: $m\frac{d^2y}{dt^2} = -ky - b\frac{dy}{dt}$

Ec. dif. a mișcării:

$$\frac{d^2y}{dt^2} + 2\beta\frac{dy}{dt} + \omega_0^2 y = 0.$$

$$\beta = \frac{b}{2m} \qquad [\beta]_{SI} = s^{-1}.$$

i) $\beta > \omega_0 \Rightarrow$ mișcare neperiodică $y(t) = C_1 e^{\lambda_1 t} + C_2 e^{\lambda_2 t}$.

ii) $\beta = \omega_0 \Rightarrow$ mișcare aperiodică $y(t) = (C_1 + C_2 t) e^{-\beta t}$.

iii) $\beta < \omega_0 \Rightarrow y = A e^{-\beta t} \sin(\omega t + \varphi)$

$$\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \beta^2} = \sqrt{\frac{k}{m} - \frac{b^2}{4m^2}}.$$ – pulsația

* • decrementul logaritmic

$$\Delta = \ln \frac{y(t)}{y(t+T)} = \ln \frac{A(t)}{A(t+T)} = \beta T.$$

• perioada:

$$T = \frac{2\pi}{\omega}$$

* • timpul de relaxare:

$$\tau = \frac{1}{2\beta}$$

<u>Compunerea oscilațiilor</u>
<u>paralele</u>

* a) de aceeași pulsație

$$y_1 = A_1 \sin(\omega_0 t + \varphi_1)$$

$$y_2 = A_2 \sin(\omega_0 t + \varphi_2).$$

$$\Rightarrow y = A \sin(\omega_0 t + \varphi)$$

$$A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cdot \cos(\varphi_2 - \varphi_1)}$$

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{A_1 \sin \varphi_1 + A_2 \sin \varphi_2}{A_1 \cos \varphi_2 + A_2 \cos \varphi_2}$$

b) perpendiculare de aceeași pulsație

$x = A_x \cos(\omega_0 t + \varphi_1)$ $\qquad \varphi_2 - \varphi_1 = n\pi$ – traiectorie dreaptă

$y = A_y \cos(\omega_0 t + \varphi_2).$ $\qquad \varphi_2 - \varphi_1 = (2n+1)\frac{\pi}{2}$ – cerc.

c) paralele de pulsații diferite

$$\omega_1 = \omega_0 - \Delta\omega$$
$$\omega_2 = \omega_0 + \Delta\omega.$$

$$A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cdot \cos(2\Delta\omega t + \varphi_2 - \varphi_1)}$$

Fenomenul de bătăi:

$$T_b = \frac{2\pi}{\Delta\omega}.$$

$$y = 2A_1 \cos\left(\frac{\omega_2 - \omega_1}{2} t\right) \sin\left(\frac{\omega_2 + \omega_1}{2} t\right)$$

* Analogii electromecanice

$$u_L(t) = L \frac{di(t)}{dt}.$$

$$u_C(t) = \frac{1}{C} \int i(t)\, dt.$$

$$u_R(t) = R\, i(t)$$

$$u_L(t) = U_C(t) + U_R(t).$$

$$i(t) = \frac{dq(t)}{dt}.$$

III. Unde

* 1) Unde elastice

→ procesul de propagare a unei oscilații în mediul ambiant se numește undă.

→ Principiul Huygens:

↳ orice pct. al frontului de undă devine o sursă secundară de unde, de la care se pot propaga noi unde în fază cu unda primară.

$u \parallel v \Rightarrow$ unde longitudinale

$u \perp v \Rightarrow$ unde transversale

$\psi(\vec{r}, t) = \psi(x, y, z, t)$ - funcție de undă

Unda longitudinală - mediu solid

$$u = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$$

mediu gazos

$$u = \sqrt{\frac{P}{\rho}}$$

$$u = \sqrt{\frac{\gamma P}{\rho}}$$

Unde transversale - solide

$$u = \sqrt{\frac{G}{\rho}}$$

lichide

$$u = \sqrt{\frac{\chi}{\rho}}$$

pe o coardă

$$u = \sqrt{\frac{T}{m_0}}$$

Ecuația oscilației $y = A \sin \omega (t - t_1)$

$\lambda = u T.$

Absorbția undelor

$$A(\vec{r}) = A_0 \cdot e^{-\gamma \vec{n} \cdot \vec{r}}$$

Legea lui Beer

$$I(d) = I_0 e^{-kd} \qquad k = 2\gamma$$

Reflexia

→ schimbarea direcției de propagare, atunci când întâlnește o discontinuitate, fenomen în care se întoarce în mediul inițial

Refracția

→ schimbarea direcției de propagare, dar nu se mai întoarce în mediul inițial, ci pătrunde în cel nou.

$$\omega_i = \omega_{r} = \omega_t$$
$$\vec{k}_i \cdot \vec{r} = \vec{k}_{r} \cdot \vec{r} = \vec{k}_t \cdot \vec{r}$$

$$\theta_i = \theta_r$$
$$n_1 \sin \theta_i = n_2 \sin \theta_{tr}$$

$$y(t) = A \sin(\omega_0 t + \varphi)$$
$$k = m \omega_0^2$$
$$E = \frac{kA^2}{2}.$$

27) Unde sonore

Caracteristici:
- înălțime
- timbru
- intensitate

Legea Weber - Fechner

→ creșterea senzației auditive (S) produsă de un sunet este direct prop. cu creșterea relativă a intensității sonore a sunetului respectiv.

$$\Delta S = k \frac{\Delta I_s}{I_s}. \qquad dS = k \frac{dI_s}{I_s}.$$

* Nivel auditiv : $N_a = 10 \lg \frac{I_{a;\nu}}{I_{a;\nu_0}}$

$$[N_a]_{SI} = 1 \text{ fon}.$$

Intensitatea auditivă : $I_{a;\nu_0} = I_{s;\nu_0}$

Altele : $\frac{d^2y}{dt^2} + 2\beta \frac{dy}{dt} + \omega_0^2 y = 0$

coef. de amortizare.

$k = 2\gamma$ - coef. de absorbție a undelor.