Magnetostatică

$F = \frac{\mu \cdot I_1 \cdot I_2 \cdot l}{2\pi d}$, $\mu = \mu_0 \cdot \mu_r$, $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{H}{m}$

$F = B \cdot I \cdot l \cdot \sin\alpha$

$\vec{B} = \mu \cdot \vec{H}$

$B = \frac{\mu I}{2\pi r}$ → la distanța „r" de un conductor liniar

$B = \frac{\mu I}{2r}$ → în centrul spirei

$B = \frac{\mu N I}{L}$ → pentru solenoid

Forța Lorentz: $\vec{F} = q \cdot \vec{v} \times \vec{B}$

$\vec{F} = q\vec{E} + q\vec{v} \times \vec{B}$ (în câmp electromagnetic)

$\Phi_m = B \cdot S \cdot \cos(\vec{B}, \vec{S})$ (fluxul magnetic)

$I = \frac{Q}{t}$

$i = \frac{e}{R}$, $i = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$

$e = -\frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ → Legea inducției electromagnetice

$\mathrm{div}\, \vec{B} = 0$ → legea lui Gauss în magnetostatică

$\mathrm{div}\, \vec{E} = \frac{\rho}{\varepsilon_0}$ → legea lui Gauss în electrostatică

* Fizica solidului

$I = I_0 \left(e^{\frac{e \cdot U}{kT}} - 1 \right)$, $e = 1,6 \cdot 10^{-19}\ C$

$k = 1,38 \cdot 10^{-23}\ J/K$ (ct. Boltzmann)

I_0 - caracteristica tipului de semiconductor

T - temperatura absolută

e - sarcina electronului

$$\left.\begin{aligned} R_T &= R_\infty \cdot e^{\frac{b}{T}} \\ R_T &= R_0 \cdot e^{\frac{b}{T} - \frac{b}{T_0}} \end{aligned}\right\} \text{Termistor}$$

Dinamica punctului material

$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$, $\vec{F} = 0 \Rightarrow \frac{d\vec{p}}{dt} = 0 \Rightarrow d\vec{p} = $ constant (Teorema impulsului)

$\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p}$

$\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F}$

$\vec{M} = \frac{d}{dt}\vec{L}$ (Teorema momentului cinetic)

$\vec{M} = 0 \Rightarrow \vec{L}$ - constant

$\delta_W = \vec{F} \cdot d\vec{r} = F\, dr \cdot \cos\theta$ (Lucrul mecanic elementar)

$\delta_W = d_{Ec}$ (Legea de variatie a energiei cinetice)

$\vec{F} = -\nabla U = -\left(\frac{\partial U}{\partial x}\vec{i} + \frac{\partial U}{\partial y}\vec{j} + \frac{\partial U}{\partial z}\vec{k}\right)$ (Forța conservativă)

$\vec{F}(x) = -\frac{dU}{dx}$ → mișcare liniară

$\delta_W = -\nabla U \cdot d\vec{r}$, $\vec{dr} = \vec{i}dx + \vec{j}dy + \vec{k}dz$, $\delta_W = -dU$

$v = \frac{ds}{dt}$

$a = \frac{dv}{dt}$

$d = v \cdot t$ (mișcare uniformă)

$\vec{F} = m \cdot \vec{a}$

$\left.\begin{array}{l} x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2 \\ v = v_0 + at \end{array}\right\}$ → mișcare uniform accelerată (a-cst.)

$x = x_0 + vt$ → mișcare rectilinie uniformă (v-cst.)

$\left.\begin{array}{l} x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2 \\ v = v_0 + at \end{array}\right\}$ → mișcare uniform încetinită (a-cst)

Electrostatică

- Legea lui Coulomb:

$$\vec{F} = k \cdot \frac{q_1 q_2}{r_{12}^3} \cdot \vec{r_{12}}, \quad k = \frac{1}{4\pi\varepsilon}, \quad \varepsilon = \varepsilon_0 \cdot \varepsilon_r, \quad \varepsilon_0 = \frac{1}{4\pi \cdot 9 \cdot 10^9} \Rightarrow$$

$$\vec{F} = k \cdot \frac{q_1 q_2}{r_{12}^2}$$

$$F = \frac{q_1 q_2}{4\pi \varepsilon r^2} \qquad \Rightarrow \varepsilon_0 = 8{,}85 \cdot 10^{-12} \frac{C^2}{N \cdot m^2}$$

- Intensitatea câmpului electric

$$\vec{E} = \frac{\vec{F_0}}{q_0} = \frac{1}{4\pi \cdot \varepsilon_0} \cdot \frac{Q}{r^3} \cdot \vec{r}, \quad \vec{E} = \sum_{i=1}^{n} \vec{E}_i$$

$$E = \frac{Q}{4\pi \varepsilon_0 \cdot r^2}$$

- Potențialul electric

$$\varphi(\vec{r}) = -\int_{\infty}^{r} \vec{E}\, \vec{dr} = \frac{Q}{4\pi\varepsilon r}$$

$$\vec{E} = -\text{grad}\, \varphi$$

- Legea lui Gauss

$$\iint \vec{E}\, \vec{d_S} = \frac{q_{int}}{\varepsilon}$$

$$\text{div}\, \vec{E} = \frac{\rho}{\varepsilon}$$

- Fluxul electric:

$$\phi = \iint \vec{E}\, \vec{d_S}$$

- Fluxul electric elementar

$$d\phi_e = E \cdot d_{S_n} = E \cdot S \cdot \cos\alpha$$

$$\vec{D} = \varepsilon \cdot \vec{E}$$

$$D = \frac{\rho}{2\pi r}$$

$$\begin{cases} E_x = \dfrac{d\varphi}{dx} \\ E_y = \dfrac{d\varphi}{dy} \\ E_z = \dfrac{d\varphi}{dz} \end{cases}$$

Oscilații mecanice. 1. Mișcarea oscilatorie ideală, armonică

1. $\omega_0^2 = \frac{k}{m}$, $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$, $k = m \cdot \omega_0^2$

$x(t) = A \cdot \sin(\omega_0 \cdot t + \varphi_0)$ = legea de mișcare

$v(t) = \frac{dx}{dt}$, $a(t) = \frac{dv}{dt}$

$E_C = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$

$E_P = \frac{1}{2} k \cdot x^2$

$E = E_C + E_P = \frac{1}{2} kA^2 = \frac{1}{2} m \omega_0^2 A^2$ (energia totală)

$\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0}$, $\omega_0 = 2\pi\nu$

$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ → în cazul pendulului gravitațional

$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ → în cazul pendulului elastic

2. Mișcarea oscilatorie amortizată

$\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \beta^2} \Rightarrow x(t) = \underbrace{A_0 \cdot e^{-\beta t}}_{A(t)} \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi)$

$\Delta = \ln \frac{A(t)}{A(t+T)} = \ln e^{\beta T} = \beta \cdot T$, $e = 2,71$

$E = \frac{1}{2} kA^2 = \frac{1}{2} kA_0^2 \cdot e^{-2\beta t}$

$\frac{E(t)}{E(t+\tau)} = 2,718 = e$, τ - timpul de relaxare

$2\beta \cdot \tau = 1$

$\tau = \frac{1}{2\beta} \Rightarrow \tau = \frac{m}{\rho}$, $A = A_0 \cdot e^{-\beta t}$

3. Oscilații forțate

$F_p = F_0 \cdot \sin(\omega_p \cdot t)$ → forța perturbatoare

$y(t) = y_0(t) + y_p(t)$

$y_0(t) = A_0 e^{-\beta t} \sin(\omega t + \varphi)$

$y_p(t) = A_p \cdot \sin(\omega_p t - \varphi)$

$A_p = \frac{f}{\sqrt{(\omega_0^2 - \omega_p^2)^2 + (2\beta\omega_p)^2}}$, $tg\,\varphi = \frac{2\beta\omega_p}{\omega_0^2 - \omega_p^2}$

$f = \frac{F_0}{m}$, $2\beta = \frac{\rho}{m}$

$\Delta E_C = \mathcal{L} = F \cdot x$

• Rezonanța

$$A_{rez} = A_{max} = \frac{f}{2\beta\sqrt{\omega_0^2-\beta^2}}$$

$$\omega_p = \omega_{rez} = \sqrt{\omega_0^2 - 2\beta^2}$$

1. Compunerea oscilațiilor $(\omega_1 = \omega_2)$

$$y(t) = y_1(t) + y_2(t)$$

$$y_1(t) = A_1 \sin(\omega t + \varphi_{01})$$

$$y_2(t) = A_2 \sin(\omega t + \varphi_{02})$$

$$A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos(\varphi_{02} - \varphi_{01})}$$

$$\operatorname{tg}\varphi_0 = \frac{y}{x} = \frac{y_1+y_2}{x_1+x_2} = \frac{A_1\sin(\varphi_{01}) + A_2\sin(\varphi_{02})}{A_1\cos(\varphi_{01}) + A_2\cos(\varphi_{02})} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow y(t) = A\sin(\omega t + \varphi_0)$$

$A = A_1 + A_2$, dacă $\Delta\varphi = 0 \Rightarrow A_{max}$ (în fază)

$A = |A_1 - A_2|$, dacă $\Delta\varphi = \pi \Rightarrow A_{min}$ (în opoziție de fază)

$A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2}$, dacă $\Delta\varphi = \frac{\pi}{2}$ (în cuadratură de fază)

2. Compunerea oscilațiilor armonice paralele de frecvență diferită

$$\left.\begin{aligned} y_1(t) &= A_1\sin(\omega_1 t + \varphi_1) \\ y_2(t) &= A_2\sin(\omega_2 t + \varphi_2) \end{aligned}\right\} \Rightarrow y(t) = A\sin(\omega t + \varphi)$$

$y(t) = y_1(t) + y_2(t)$, $\omega_1 = \omega + \Delta\omega$, $\omega_2 = \omega - \Delta\omega$,

$$A^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos(2\Delta\omega t + \varphi_1 - \varphi_2); \quad \operatorname{tg}\varphi = \frac{A_1\sin(\Delta\omega t + \varphi_1) - A_2\sin(\Delta\omega t - \varphi_2)}{A_1\cos(\Delta\omega t + \varphi_1) + A_2\cos(\Delta\omega t - \varphi_2)}$$

• Fenomenul de bătăi

$A_1 = A_2 = A_0$ și $\varphi_1 = \varphi_2 = 0 \Rightarrow A = 2A_0\cos(\Delta\omega t)$

$$y = 2A_0\cos\left(\frac{\omega_1-\omega_2}{2}t\right)\sin\left(\frac{\omega_1+\omega_2}{2}t\right)$$

$$T_b = \frac{2\pi}{\Delta\omega} = \frac{2\pi}{\frac{\omega_1-\omega_2}{2}}$$

3. Compunerea oscilațiilor perpendiculare

$$x(t) = A_1\sin(\omega t + \varphi_1)$$

$$y(t) = A_2\sin(\omega t + \varphi_2)$$

$$\left(\frac{x}{A_1}\right)^2 + \left(\frac{y}{A_2}\right)^2 - 2\frac{x}{A_1}\frac{y}{A_2}\cos(\varphi_2 - \varphi_1) = \sin^2(\varphi_2 - \varphi_1)$$

↳ ecuația generalizată a elipsei