

# FORMULÁRIO DE FÍSICA – COLÉGIO INTEGRAÇÃO

## 1. CINEMÁTICA

### • Descolamento escalar

$$\Delta s = s_f - s_0$$

### • Distância efetivamente percorrida

$$d = |\Delta s_1| + |\Delta s_2| + \dots + |\Delta s_n|$$

### • Velocidade escalar média

$$V_m = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

### Lembrete

$$\text{km/h} \begin{matrix} \xrightarrow{/ 3,6} \\ \xleftarrow{\cdot 3,6} \end{matrix} \text{m/s}$$

### • Distância percorrida num MU

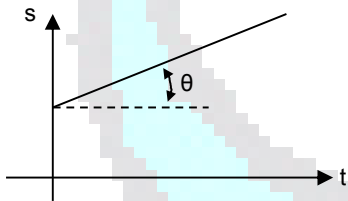
$$d = v \cdot \Delta t$$

### • Função Horária do espaço do MU: $s = f(t)$

$$s = s_0 + v \cdot t$$

### • Diagrama $s \times t$

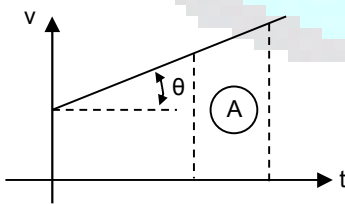
$$v \stackrel{n}{=} \text{tg}\theta$$



### • Diagrama $v \times t$

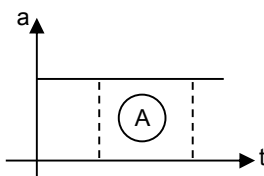
$$|\Delta s| \stackrel{n}{=} \text{área}$$

$$a \stackrel{n}{=} \text{tg}\theta$$



### • Diagrama $a \times t$

$$|\Delta v| \stackrel{n}{=} \text{área}$$



### • Velocidade escalar relativa

$$V_{AB} = v_A - v_B$$

$$V_{\text{rel}} = \frac{\Delta s_{\text{rel}}}{\Delta t}$$

### • Aceleração escalar média

$$a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

### • Função horária da velocidade do MUV: $v = f(t)$

$$v = v_0 + a \cdot t$$

### • Função horária do espaço do MUV: $s = f(t)$

$$s = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2}$$

### • Equação de Torricelli (MUV)

$$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta s$$

### • Aceleração gravitacional (valor normal)

$$g_{\text{normal}} = 9,80665 \text{ m/s}^2$$

### • Expressões do lançamento vertical

$$h = h_0 + v_0 \cdot t - \frac{g \cdot t^2}{2} \quad \oplus \quad \uparrow h$$

$$v = v_0 - g \cdot t$$

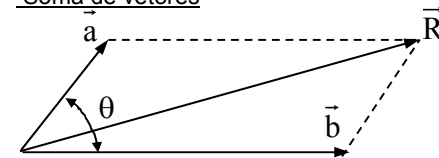
$$v^2 = v_0^2 - 2 \cdot g \cdot \Delta h$$

### Lembrete

$\Delta h > 0$  na subida

$\Delta h < 0$  na descida

### • Soma de vetores



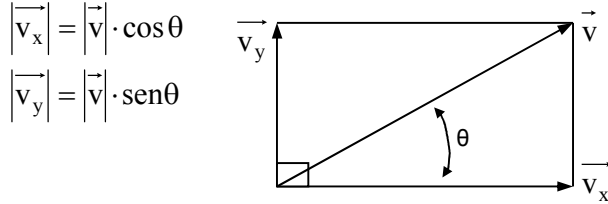
$$\vec{R} = \vec{a} + \vec{b} \text{ (indicação vetorial)}$$

$$|\vec{R}| = \sqrt{|\vec{a}|^2 + |\vec{b}|^2 + 2 \cdot |\vec{a}| \cdot |\vec{b}| \cdot \cos \theta} \text{ (indicação modular)}$$

• Produto 'nº real x vetor

$$\vec{p} = n \cdot \vec{v}$$

• Decomposição cartesiana de um vetor



**Lembrete**

$$\vec{v} = |\vec{v}_x| \cdot \vec{i} + |\vec{v}_y| \cdot \vec{j} \quad (\text{expressão cartesiana})$$

• Velocidade vetorial média

$$\vec{v}_m = \frac{\Delta \vec{s}}{\Delta t} = \frac{\vec{d}}{t} \quad \text{onde } |\Delta \vec{s}| \leq |\Delta s|$$

• Aceleração tangencial

$$a_t = a$$

• Aceleração centrípeta

$$a_{cp} = \frac{v^2}{R}$$

• Aceleração resultante

$$\vec{a}_r = \vec{a}_t + \vec{a}_{cp} \quad (\text{vetorial})$$

$$a_r = \sqrt{a_t^2 + a_{cp}^2} \quad (\text{algebricamente})$$

• Espaço angular

$$\omega = \frac{s}{R}$$

• Velocidade angular média

$$\omega_m = \frac{\Delta \varphi}{\Delta t}$$

• Velocidade angular instantânea

$$\omega = \frac{v}{R}$$

• Aceleração angular média

$$\alpha_m = \frac{\Delta \omega}{\Delta t}$$

• Aceleração angular instantânea

$$\alpha = \frac{a}{R}$$

**Lembrete**

$$\text{grandeza linear} \begin{matrix} \xrightarrow{R} \\ \xleftarrow{x} \end{matrix} \text{ grandeza angular}$$

• Frequência

$$f = \frac{n}{\Delta t} \quad f = \frac{1}{T}$$

• Velocidade

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

• Aceleração centrípeta no MCU

$$a_{cp} = \omega^2 \cdot R$$

$$a_{cp} = \frac{4\pi^2 R}{T^2} \quad a_{cp} = 4\pi^2 f^2 \cdot R$$

• Função horária do espaço angular do MCU:  $\varphi = f(t)$

$$\varphi = \varphi_0 + \omega \cdot t$$

• Função horária do espaço angular do MCUV:  $\varphi = f(t)$

$$\varphi = \varphi_0 + \omega_0 \cdot t + \frac{\alpha \cdot t^2}{2}$$

• Função horária da velocidade angular do MCUV:  $\omega = f(t)$

$$\omega = \omega_0 + \alpha \cdot t$$

• Equação de Torricelli (MCUV)

$$\omega^2 = \omega_0^2 + 2\alpha \cdot \Delta \varphi$$

• Velocidade resultante na composição de movimentos

$$\vec{v}_r = \vec{v}_{rel} + \vec{v}_{arr} \quad \vec{v}_{AC} = \vec{v}_{AB} + \vec{v}_{BC}$$

• Expressões do lançamento oblíquo

$$v_x = v_0 \cdot \cos \theta \quad (\text{no eixo } x)$$

$$x = v_x \cdot t$$

$$x_{m\acute{a}x} = \frac{v_0^2 \cdot \sin 2\theta}{g}$$

$$v_{0y} = v_0 \cdot \sin \theta$$

$$v_y = v_{0y} - g \cdot t$$

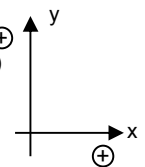
$$h = v_{0y} \cdot t - \frac{g \cdot t^2}{2} \quad (\text{no eixo } y)$$

$$v_y^2 = v_{0y}^2 - 2g \cdot \Delta h$$

$$h_{m\acute{a}x} = \frac{v_0^2 \cdot \sin^2 \theta}{2g}$$

**Lembrete**

$$v_{h_{m\acute{a}x}} = v_x \neq 0$$



## 2. DINÂMICA

### • Força resultante

$$\vec{F}_r = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n$$

### • Aceleração resultante

$$\vec{a}_r = \vec{a}_1 + \vec{a}_2 + \dots + \vec{a}_n$$

### • Princípio Fundamental da Dinâmica (PFD)

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

### • Força-peso

$$P = m \cdot g$$

### • Aceleração de um veículo

$$a = g \cdot \operatorname{tg} \theta$$

### • Componentes do peso no plano inclinado

$$P_t = P \cdot \operatorname{sen} \theta$$

$$P_n = P \cdot \operatorname{cos} \theta$$

### • Aceleração no plano inclinado sem atrito

$$a = g \cdot \operatorname{sen} \theta$$

### • Força elástica

$$F = k \cdot x$$

### • Força de atrito

$$F_{at} = \mu \cdot N$$

### • Força de resistência do ar

$$R_{ar} = C \cdot v^2$$

### • Força centrípeta

$$F_{cp} = m \cdot a_{cp}$$

### • Velocidade mínima no ponto mais alto do looping

$$v_{\min} = \sqrt{R \cdot g}$$

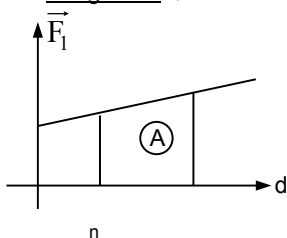
### • Período de movimento do pêndulo cônico

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

### • Trabalho da força $\vec{F}$

$$\tau = F \cdot d \cdot \operatorname{cos} \theta$$

### • Diagrama $F_t \times d$



$$|\tau_F| = \text{área}$$

### • Trabalho (casos particulares)

$$\tau_F = F \cdot d(\theta = 0)$$

$$\tau_{F_{at}} = -F_{at} \cdot d(\theta = 180^\circ)$$

$$\tau_p = \pm P \cdot h$$

$$\tau_{F_{el}} = \pm \frac{k \cdot x^2}{2}$$

$$\tau_{F_{cp}} = 0(\theta = 90^\circ)$$

### • Trabalho da força resultante

$$\tau_r = \tau_{F_1} + \tau_{F_2} + \dots + \tau_{F_n}$$

### • Potência média

$$Pot_m = \frac{\tau}{\Delta T}$$

$$Pot_m = F \cdot v_m \cdot \operatorname{cos} \theta$$

### • Potência instantânea

$$Pot = F \cdot v \cdot \operatorname{cos} \theta$$

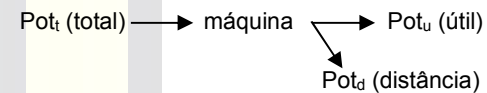
### • Rendimento

$$\eta = \frac{Pot_u}{Pot_t}$$

$$\eta_{\%} = 100 \cdot \eta$$

### Lembrete

$$Pot_t = Pot_u + Pot_g$$



### • Energia cinética

$$E_c = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

### • Teorema da energia cinética (TEC)

$$\tau_r = \Delta E_c$$

### • Energia potencial gravitacional

$$E_{pg} = m \cdot g \cdot h$$

### • Energia potencial elástica

$$E_{pe} = \frac{k \cdot x^2}{2}$$

### • Energia mecânica

$$E_m = E_c + E_p$$

### Lembrete

Num sistema conservativo  $E_m \text{cte}$

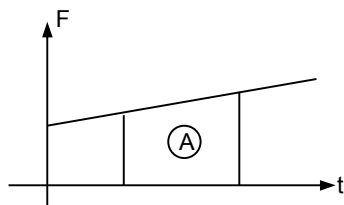
- Quantidade de movimento

$$Q = m \cdot v$$

- Impulso

$$I = F \cdot \Delta t$$

- Diagrama F x t



$$|I| = \text{área}$$

- Teorema do impulso

$$\vec{I}_r = \Delta \vec{Q}$$

**Lembrete**

Num sistema mecanicamente isolado  $\vec{Q}_0 = \vec{Q}_f$

- Coefficiente de restituição

$$e = \frac{v_B' - v_A'}{v_A - v_B}$$

### 3. GRAVITAÇÃO

- Velocidade areolar constante (2ª lei de Kepler)

$$\frac{A_1}{\Delta t_1} = \frac{A_2}{\Delta t_2} = \dots = \frac{A_n}{\Delta t_n}$$

- Lei dos períodos (3ª lei de Kepler)

$$\frac{T_1^2}{R_1^3} = \frac{T_2^2}{R_2^3} = \text{cte}$$

- Lei gravitação universal

$$F = G \frac{M \cdot m}{d^2}$$

- Constante de gravitação universal

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2}$$

- Intensidade do campo gravitacional

$$g = G \frac{M}{R^2}$$

$$g_h = G \frac{M}{(R + h)^2}$$

- Força gravitacional

$$\vec{F} = \vec{P} + \vec{F}_{cp}$$

- Velocidade escalar de órbita circular

$$v = \sqrt{\frac{G \cdot M}{r}}$$

- Período de órbita circular

$$T = 2\pi r \sqrt{\frac{r}{G \cdot M}}$$

- Energia potencial gravitacional

$$E_p = -G \frac{M \cdot m}{d}$$

- Velocidade de escape

$$v_0 = \sqrt{\frac{2G \cdot M}{R}}$$

### 4. ESTÁTICA

- Condição de equilíbrio do ponto material

$$\vec{F}_r = \vec{0}$$

- Centro de massa

$$x_{CM} = \frac{m_1 \cdot x_1 + m_2 \cdot x_2 + \dots + m_n \cdot x_n}{m_1 + m_2 + \dots + m_n}$$

$$y_{CM} = \frac{m_1 \cdot y_1 + m_2 \cdot y_2 + \dots + m_n \cdot y_n}{m_1 + m_2 + \dots + m_n}$$

- Movimento escalar da força  $\vec{F}$  em relação ao pólo P

$$M_p = \pm F \cdot d$$

- Teorema de Varignon

$$M_{Pr} = \sum_{i=1}^n M_i$$

- Condições de equilíbrio do corpo extenso

$$\vec{F} = \vec{0}$$

$$\Sigma M = 0$$

### 5. HIDROSTÁTICA

- Densidade volumétrica

$$d = \frac{m}{V}$$

- Peso específico

$$\rho = \frac{P}{V} = d \cdot g$$

- Pressão

$$p = \frac{F_n}{A} \quad p = \frac{P}{A}$$

- Pressão hidrostática (efetiva)

$$p_{ef} = d \cdot g \cdot h$$

- Pressão total (absoluta)

$$p_{abs} = p_0 + d \cdot g \cdot h$$

- Teorema de Stevin

$$\Delta p = d \cdot g \cdot \Delta h$$

- Pressão atmosférica normal

$$p_{normal} = 1 \text{ atm} = 1,013 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2 = 760 \text{ mmHg}$$

- Proporção na prensa hidráulica

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

- Empuxo

$$E = d_f \cdot V_{fd} \cdot g$$

- Peso aparente

$$P_{ap} = P - E$$

## 6. TERMOMETRIA

- Temperatura

$$\frac{\theta_c}{5} = \frac{\theta_F - 32}{9}$$

$$T = \theta_c + 273$$

- Variações de temperatura

$$\frac{\Delta\theta_c}{5} = \frac{\Delta\theta_F}{9} = \frac{\Delta T}{5}$$

- Zero absoluto

$$0\text{K} = -273,15^\circ\text{C}$$

## 7. CALORIMETRIA

- Quantidade de calor sensível

$$Q_s = m \cdot c \cdot \Delta\theta$$

- Capacidade térmica

$$C = m \cdot c$$

- Equivalente em água

$$E \stackrel{n}{=} C$$

- Quantidade de calor latente

$$Q_L = m \cdot L$$

- Lei geral das trocas de calor

$$\Sigma Q = 0$$

- Fluxo de calor

$$\phi = \frac{Q}{\Delta t}$$

- Lei de Fourier (da condução térmica)

$$\phi = K \frac{A \cdot \Delta\theta}{e}$$

- Lei de Stefan-Boltzmann

$$E_{cn} = \sigma \cdot T^4$$

## DILATAÇÃO TÉRMICA DE SÓLIDOS

- Dilatação linear

$$\Delta l = a \cdot l_0 \cdot \Delta\theta \quad l = l_0 + \Delta l$$

- Dilatação superficial

$$\Delta A = \beta \cdot A_0 \cdot \Delta\theta \quad A = A_0 + \Delta A$$

- Dilatação volumétrica

$$\Delta V = \gamma \cdot V_0 \cdot \Delta\theta \quad V = V_0 + \Delta V$$

## DILATAÇÃO TÉRMICA DOS LÍQUIDOS

$$\Delta V = \Delta V_{rec} + \Delta V_{ap} \quad \gamma = \gamma_{rec} + \gamma_{ap}$$

## ESTUDOS DOS GASES

- Pressão

$$p = \frac{1}{3} \cdot \frac{m \cdot v^2}{V}$$

- Energia cinemática média

$$E_c = \frac{3}{2} \cdot n \cdot R \cdot T$$

- Energia cinemática de uma molécula

$$e_c = \frac{3}{2} \cdot k \cdot T$$

- Equação de Clapeyron

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T$$

- Lei geral dos gases perfeitos

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2}$$

- Transformação isotérmica

$$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$$

- Transformação isobárica

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

- Lei de Dalton (mistura gasosa)

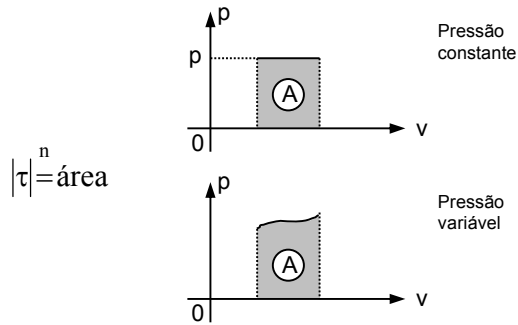
$$p_m = p_A + p_B$$

## 8. TERMODINÂMICA

- Trabalho a pressão constante

$$\tau = p \cdot \Delta V$$

- Diagrama p x V



- Varição da energia interna

$$\Delta U = \frac{3}{2} \cdot n \cdot R \cdot \Delta T$$

- Primeira Lei da Termodinâmica

$$Q = \Delta U + \tau$$

- Transformação Isocórica

$$\Delta U = Q = m \cdot c_v \cdot \Delta T = n \cdot C_v \cdot \Delta T$$

- Calor molar a volume constante

$$C_v = M \cdot c_v$$

- Transformação isobárica

$$Q = n \cdot C_p \cdot \Delta T$$

- Calor molar a pressão constante

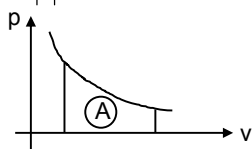
$$C_p = M \cdot c_p$$

- Relação de Mayer

$$C_p - C_v = R$$

- Transformação isotérmica

$$|\tau| = n \cdot \text{área} \quad \text{e} \quad Q = \tau$$



- Transformação adiabática

$$|\tau| = n \cdot \text{área} \quad \text{e} \quad \Delta U = -\tau$$

$$\Delta U = m \cdot c_v \cdot \Delta T = n \cdot C_v \cdot \Delta T$$

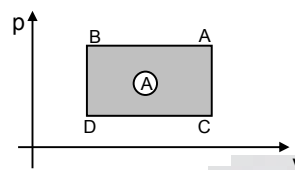
- Coefficiente de Poisson

$$\gamma = \frac{C_p}{C_v}$$

- Transformação adiabática de A para B

$$p_A \cdot V_A^\gamma = p_B \cdot V_B^\gamma$$

- Transformação cíclica



$$|\tau| = n \cdot \text{área interna ABCD}$$

- Máquina térmica

$$|\tau| = |Q_1| - |Q_2|$$

- Rendimento de uma máquina térmica

$$\eta = \frac{|\tau|}{|Q_1|} = 1 - \frac{|Q_2|}{|Q_1|}$$

- Rendimento de uma máquina de Carnot

$$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

- Umidade do ar

$$U_{\text{rel}} = \frac{p}{p_{\text{máx}}}$$

## 9. ÓPTICA GEOMÉTRICA

- Câmara escura orifício

$$\frac{o}{i} = \frac{p}{p'}$$

- Deslocamento da imagem em espelhos planos

$$\Delta x_i = 2\Delta x_e$$

- Velocidade da imagem em espelhos planos

$$v_i = 2v_e \quad \text{e} \quad v_i = 2v_R$$

- Números de imagens geradas por dois espelhos planos

$$n = \frac{360^\circ}{\alpha} - 1$$

- Rotação de um espelho plano

$$\Delta = 2\delta$$

- Distância focal de um espelho esférico

$$f = \frac{R}{2}$$

- Equação dos pontos conjugados (eq. De Gauss)

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'}$$

- Equação do aumento linear transversal

$$A = \frac{i}{o} = -\frac{p'}{p}$$

- Índice de refração

$$n = \frac{c}{v}$$

- Lei de Snell-Descartes

$$\text{sen}i \cdot n_1 = \text{sen}r \cdot n_2$$

- Ângulo limite

$$\text{sen}L = \frac{n_1}{n_2}$$

- Dioptro plano

$$\frac{p}{p'} = \frac{n_2}{n_1}$$

- Desvio lateral

$$d = \frac{e \cdot \text{sen}(i - r)}{\text{cos}r}$$

- Ângulo de Refringência do prisma

$$A = r_1 + r_2$$

- Desvio angular total

$$\Delta = \Delta_1 + \Delta_2 = i_1 + i_2 - A$$

- Desvio angular mínimo

$$\Delta_{\min} = 2(i - r) \quad e \quad A = 2r$$

- Vergência da lente

$$V = \frac{1}{f}$$

- Formula dos fabricantes (de Halley)

$$V = \frac{1}{f} = \left( \frac{n_2}{n_1} - 1 \right) \cdot \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

- Associação de lentes justapostas

$$V = V_1 + V_2$$

- Associação de lentes separadas

$$V = V_1 + V_2 - V_1 V_2 d$$

- Aumento linear transversal do microscópio composto

$$A = A_{ob} \cdot A_{oc}$$

- Aumento angular da luneta astronômica

$$G = \frac{\text{tg}\alpha}{\text{tg}\beta} = \frac{f_{ob}}{f_{oc}}$$

- Amplitude de acomodação visual

$$a = \frac{1}{p_P} - \frac{1}{p_R}$$

## 10. ONDULATÓRIA

- Período do pêndulo simples

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}}$$

- Aceleração escalar instantânea do MHS

$$\gamma = -\frac{kx}{m}$$

- Função horária do alongamento (MHS)

$$x = a \cdot \cos(\omega t + \varphi_0)$$

- Função horária da velocidade (MHS)

$$v = -\omega \cdot a \cdot \text{sen}(\omega t + \varphi_0)$$

- Função horária da aceleração (MHS)

$$\gamma = \omega^2 \cdot a \cdot \text{cos}(\omega t + \varphi_0)$$

$$\gamma = -\omega^2 \cdot x$$

- Constante elástica de uma mola

$$k = m \cdot \omega^2$$

- Período de um MHS (oscilador harmônico)

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

- Associação de duas molas

Em série

$$\frac{1}{k_e} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}$$

- Em paralelo

$$k_e = k_1 + k_2$$

- Equação fundamental das ondas

$$v = \lambda \cdot f$$

- Função de onda

$$y = a \cdot \text{cos} 2\pi \left( \frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right)$$

- Fórmula de Taylor (velocidade de pulsos)

$$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

• Densidade linear

$$\mu = \frac{m}{\ell}$$

• Interferência de dois pulsos

$$a = a_1 + a_2$$

• Interferência a duas dimensões

$$\Delta = |s_1 - s_2| = n \cdot \frac{\lambda}{2} \quad \left\{ \begin{array}{l} n \rightarrow \text{par} \rightarrow \text{I.C.} \\ n \rightarrow \text{ímpar} \rightarrow \text{I.D.} \\ \text{(fontes em fase)} \end{array} \right.$$

• Interferência a três dimensões

$$\Delta = \frac{dy}{D} = n \cdot \frac{\lambda}{2} \quad \left\{ \begin{array}{l} n \rightarrow \text{par} \rightarrow \text{I.C.} \\ n \rightarrow \text{ímpar} \rightarrow \text{I.D.} \\ \text{(fontes em fase)} \end{array} \right.$$

• Fórmula de Laplace (velocidade do som)

$$v = \sqrt{kT}$$

• Intervalo sonoro

$$i = \frac{f_2}{f_1}$$

• Intensidade física do som

$$I = \frac{E}{A \cdot \Delta T} = \frac{\rho}{A}$$

• Intensidade auditiva (nível sonoro)

$$\beta = \log \frac{I}{I_0} \quad 10^\beta = \frac{I}{I_0}$$

• Interferência Sonora (batimento)

$$f_{\text{bat}} = |f_1 - f_2|$$

• Cordas vibrantes

$$f_n = n \cdot \frac{v}{2\ell}$$

$$f_n = n \cdot f_1$$

• Fórmula de Lagrange

$$f_n = \frac{n}{2\ell} \sqrt{\frac{T}{dA}}$$

• Tubo sonoro aberto

$$f_n = n \cdot \frac{v}{2\ell}$$

$$f_n = n \cdot f_1$$

• Tubo sonoro fechado

$$f_i = i \cdot \frac{v}{4\ell}$$

$$f_i = i \cdot f_1$$

• Efeito Doppler

$$\frac{f_0}{v \pm v_0} = \frac{f_F}{v \pm v_F}$$

## 11. ELETROSTÁTICA

• Carga elétrica elementar

$$e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

• Quantidade de Carga elétrica

$$Q = \pm n \cdot e$$

• Lei de Coulomb

$$F = k \cdot \frac{|Q_1| \cdot |Q_2|}{d^2}$$

• Intensidade do campo elétrico

$$E = \frac{F}{|q|}$$

$$E = k \cdot \frac{|Q|}{d^2}$$

• Campo elétrico resultante

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \dots + \vec{E}_n \quad (\text{soma vetorial})$$

• Campo elétrico uniforme (CEU)

$$\vec{E} \text{ cte.}$$

• Potencial elétrico

$$V = k \cdot \frac{Q}{d}$$

• Potencial elétrico resultante

$$V = V_1 + V_2 + \dots + V_n \quad (\text{soma algébrica})$$

• Trabalho de uma força elétrica

$$\tau_{AB} = q \cdot (V_A - V_B) = q \cdot U_{AB}$$

$$\tau_{AB} = q \cdot E \cdot d_{AB} \quad (E \text{ cte})$$

• Diferença de potencial (ddp) no CEU

$$U = E \cdot d$$

• Energia potencial elétrica

$$E_{\text{pot}} = q \cdot V = k \cdot \frac{q \cdot Q}{d}$$

• Teorema da energia potencial elétrica

$$\tau_{AB} = E_{\text{pot}_A} - E_{\text{pot}_B}$$

• Potencial elétrico de um condutor esférico em equilíbrio eletrostático

$$V_{\text{ext}} = k \cdot \frac{Q}{d}$$



$$V_{\text{sup}} = V_{\text{int}} = k \cdot \frac{Q}{R}$$

• Campo elétrico de um condutor esférico em equilíbrio eletrostático

$$E_{\text{ext}} = k \cdot \frac{|Q|}{d^2}$$

$$E_{\text{sup}} = \frac{1}{2} k \cdot \frac{|Q|}{R^2}$$

$$E_{\text{int}} = 0$$

$$E_{\text{próx}} = K \frac{|Q|}{R^2}$$

• Capacidade elétrica

$$C = \frac{Q}{V}$$

$$C = \frac{R}{k} \quad (\text{condutor esférico})$$

• Energia potencial elétrica

$$E_{\text{pot}} = \frac{Q^2}{2C}$$

$$E_{\text{pot}} = \frac{C \cdot V^2}{2}$$

$$E_{\text{pot}} = \frac{Q \cdot V}{2}$$

• Potencial de equilíbrio eletrostático

$$V = \frac{C_1 \cdot V_1 + C_2 \cdot V_2 + \dots + C_n \cdot V_n}{C_1 + C_2 + \dots + C_n}$$

$$V = \frac{Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n}{C_1 + C_2 + \dots + C_n}$$

• Capacidade do capacitor

$$C = \frac{Q}{U}$$

• Energia potencial elétrica do capacitor

$$E_{\text{pot}} = \frac{Q^2}{2C} = \frac{Q \cdot U}{2} = \frac{C \cdot U^2}{2}$$

• Capacitância do capacitor plano

$$C = \varepsilon \cdot \frac{A}{d}$$

• Campo elétrico uniforme no interior do capacitor plano

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

• Capacitância equivalente

$$\frac{1}{C_e} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n} \quad (\text{em série})$$

$$C_e = C_1 + C_2 + \dots + C_n \quad (\text{em paralelo})$$

## 12. ELETRODINÂMICA

• Intensidade média de corrente elétrica

$$i_m = \frac{q}{\Delta t} = \frac{n \cdot e}{\Delta t}$$

• Potência elétrica

$$\wp = U \cdot i$$

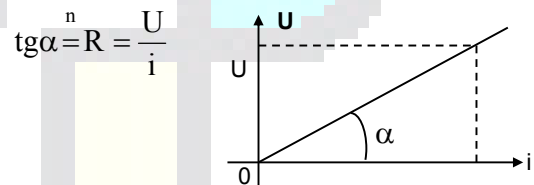
• Energia elétrica

$$E = \tau = \wp \cdot \Delta T$$

• Primeira lei de Ohm

$$U = R \cdot i$$

• Curva característica de um resistor ôhmico



$$\text{tg} \alpha = R = \frac{U}{i}$$

• Segunda lei de Ohm

$$R = \rho \frac{\ell}{A}$$

• Variação da resistividade com a temperatura

$$\rho = \rho_0 [1 + \alpha(\theta - \theta_0)]$$

• Variação da resistência elétrica com a temperatura

$$R = R_0 [1 + \alpha(\theta - \theta_0)]$$

• Potência elétrica dissipada por efeito Joule

$$\wp = U \cdot i = R \cdot i^2 = \frac{U^2}{R}$$

• Lei de Joule

$$\tau = R \cdot i^2 \cdot \Delta t$$

• Resistência equivalente – associação em série de resistores

$$R_e = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

$$R_e = n \cdot R \rightarrow \text{resistores iguais}$$

• Resistência equivalente – associação em paralelo de resistores

$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

$$R_e = \frac{R}{n} \rightarrow \text{resistores iguais}$$

$$R_c = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \rightarrow \text{dois resistores}$$

• Curto-circuito num resistor

$$V_A = V_B$$

• Amperímetro

$$i = \left(1 + \frac{R_g}{R_s}\right) \cdot i_g$$

• Voltímetro

$$U = \left(1 + \frac{R_m}{R_g}\right) \cdot U_g$$

• Ponte de Wheatstone

$$R_1 \cdot R_3 = R_2 \cdot R_4$$

• Ponte de Fio

$$R_1 = R_2 \cdot \frac{\ell_4}{\ell_3}$$

• Gerador – fem

$$E = \frac{\mathcal{P}_t}{i}$$

• Equação do gerador

$$U = E - r \cdot i$$

• Rendimento elétrico do gerador

$$\eta = \frac{\mathcal{P}}{\mathcal{P}_t} = \frac{U}{E}$$

• Lei de Ohm-Pouillet

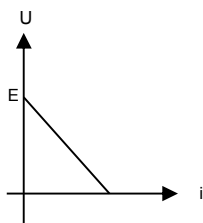
$$E = (R + r) \cdot i$$

• Corrente de curto-circuito

$$i_{cc} = \frac{E}{r}$$

• Curva característica de um gerador

$$\operatorname{tg} \alpha = r$$



• Potência elétrica lançada pelo gerador

$$\mathcal{P} = E \cdot i - r \cdot i^2$$

• Potência máxima lançada por um gerador

$$i = \frac{i_{cc}}{2} = \frac{E}{2r} \rightarrow \text{intensidade de corrente}$$

$$\mathcal{P}_{\text{máx}} = \frac{E^2}{4r}$$

$$U = \frac{E}{2} \rightarrow \text{ddp nos terminais}$$

$$R = r \rightarrow \text{resistência externa}$$

• Associação de geradores

*Em série*

$$E_{\text{eq}} = E_1 + E_2 + \dots + E_n$$

$$r_{\text{eq}} = r_1 + r_2 + \dots + r_n$$

$$E_{\text{eq}} = n \cdot E$$

$$r_{\text{eq}} = n \cdot r \quad \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} \text{geradores iguais}$$

*Em paralelo*

$$E_{\text{eq}} = E$$

$$r_{\text{eq}} = \frac{r}{n}$$

*Mista simétrica*

$$E_{\text{eq}} = s \cdot E$$

$$r_{\text{eq}} = \frac{s}{p} \cdot r$$

• Receptor – fcem

$$E' = \frac{\mathcal{P}_u}{i}$$

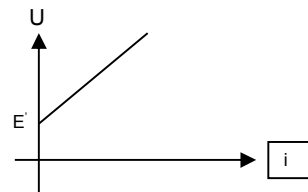
• Equação do receptor

$$U = E' + r' \cdot i$$

• Rendimento elétrico do receptor

$$\eta' = \frac{\mathcal{P}_u}{\mathcal{P}} = \frac{E'}{U}$$

• Curva característica do receptor



$$\operatorname{tg} \beta = r'$$

• Lei de Ohm generalizada

$$U = i \cdot \Sigma \text{Resistências} + \Sigma f_{\text{cems}} - \Sigma f_{\text{ems}}$$

- 1ª Lei de Kirchhoff (nós)

$$\sum i_{\text{chegam}} = \sum i_{\text{saem}}$$

- 2ª Lei de Kirchhoff (malhas)

$$\sum U = 0$$

- Potenciômetro de Poggendorff

$$\frac{E_x}{E_p} = \frac{R_{AC'}}{R_{AC}}$$

### 13. ELETROMAGNETISMO

- Campo magnético gerado por corrente elétrica

$$\Delta B = \frac{\mu \cdot i \cdot \Delta \ell \cdot \text{sen}\theta}{4\pi d^2}$$

- Campo magnético no centro de uma espira circular

$$B = \frac{\mu \cdot i}{2R}$$

- Campo magnético no centro de uma bobina chata (n espiras)

$$B = \frac{n \cdot \mu \cdot i}{2R}$$

- Campo magnético em torno de um condutor retilíneo

$$B = \frac{\mu \cdot i}{2\pi d}$$

- Campo magnético no interior de um solenóide

$$B = \mu \cdot \frac{n}{\ell} \cdot i$$

- Força magnética sobre carga móvel

$$F_{\text{mag}} = |q| \cdot v \cdot B \cdot \text{sen}\theta$$

- MCU de uma carga num CMU

$$\text{Raio } R = \frac{m \cdot v}{|q| \cdot B}$$

$$\text{Período } T = \frac{2\pi m}{|q| \cdot B}$$

- Força magnética sobre um condutor retilíneo

$$F_{\text{mag}} = B \cdot i \cdot \ell \cdot \text{sen}\theta$$

- Força magnética entre condutores retilíneos paralelos

$$F_{\text{mag}} = \frac{\mu \cdot i_1 \cdot i_2 \cdot \ell}{2\pi d}$$

- Força eletromotriz induzida (femi)

$$e = B \cdot \ell \cdot v$$

- Fluxo magnético

$$\phi = B \cdot A \cdot \cos\theta$$

- Lei Faraday-Neumann

$$e_m = -\frac{\Delta\phi}{\Delta t}$$

- Velocidade da onda eletromagnética no vácuo

$$c = \sqrt{\frac{1}{\epsilon_0 \cdot \mu_0}}$$

- Energia da onda eletromagnética

$$E = h \cdot f$$

- Intensidade de corrente alternada

$$i = i_{\text{máx}} \cdot \text{sen}\omega \cdot t$$

- Valor eficaz da CA

$$i_{\text{ef}} = \frac{i_{\text{máx}}}{\sqrt{2}}$$

- Valor eficaz da d.d.p.

$$U_{\text{ef}} = \frac{U_{\text{máx}}}{\sqrt{2}}$$

### 14. ANÁLISE DIMENSIONAL

- Fórmula dimensional (grandeza mecânica)

$$[X] = M^a \cdot L^b \cdot T^c$$

- Teorema de Brigman

$$X = \text{cte} \cdot A^a \cdot B^b \cdot C^c \dots$$

## UNIDADES E CONSTANTES

1 COPO → 200 ml

1 GARRAFA → 750 ml

$\frac{1}{2}$  GARRAFA → 350 ml

1 GOTA (ÁGUA) → 1 ml

TEMPERATURA AMBIENTE (FÍSICA) → 20 °C

PRESSÃO ATMOSFÉRICA → 1 atm →  $10^5$  Pa

MASSA PESSOA ADULTA → 70 Kg

ALTURA PESSOA ADULTA → 1,70 m

1 MACH → 340 m/s

DENSIDADE DA ÁGUA (LÍQUIDA) →  $1 \frac{g}{cm^3}$

CALOR ESPECÍFICO DA ÁGUA →  $1 \frac{cal}{g \cdot ^\circ C}$

CALOR ESPECÍFICO DO GELO (ÁGUA) →  $0,5 \frac{cal}{g \cdot ^\circ C}$

CALOR ESPECÍFICO DO VAPOR DA ÁGUA →  $0,5 \frac{cal}{g \cdot ^\circ C}$

1 cal → 4,2 J

TEMPERATURA ABSOLUTA → - 273 °C (OK)

VELOCIDADE DO SOM NO AR → 340 m/s

VELOCIDADE DA ONDA ELETROMAGNÉTICA (LUZ NO VÁCUO) →  $3 \cdot 10^8$  m/s

ACELERAÇÃO DA GRAVIDADE → USAR O QUE TIVER

NO ENUNCIADO, SE NÃO TIVER USA  $g = 10$  m/s.