

Física

Algumas grandezas físicas e suas unidades no SI

Grandeza	Unidade	Símbolos
Ângulo plano	radiano	rad
Frequência	hertz	Hz ou s^{-1}
Força	newton	N ou $kg \cdot m/s^2$
Pressão, tensão	pascal	Pa ou N/m^2 ou $m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-2}$
Energia, trabalho, quantidade de calor	joule	J ou $N \cdot m$ ou $m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$
Potência, fluxo de energia	watt	W ou J/s ou $m^2 \cdot kg \cdot s^{-3}$
Carga elétrica	coulomb	C ou $A \cdot s$
Diferença de potencial elétrico	volt	V ou W/A ou $m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$
Capacitância	farad	F ou C/V ou $m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot s^4 \cdot A^2$
Resistência elétrica	ohm	Ω ou V/A ou $m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-2}$
Fluxo de indução magnética	weber	Wb ou $V \cdot s$ ou $m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}$
Indução magnética	tesla	T ou Wb/m^2 ou $kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}$
Indutância	henry	H ou Wb/A ou $m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-2}$

Algumas unidades não-SI

Grandeza	Unidade	Símbolo	Relação com SI
Tempo	minuto	min	1 min = 60 s
	hora	h	1 h = 3 600 s
	dia	d	1 d = 86 400 s
Velocidade	quilômetros por hora	km/h	1 km/h = (1/3,6) m/s
Volume	litro	L	1 L = 1 dm ³
Massa	tonelada	t	1 t = 1 000 kg
Pressão	milímetro de Mercúrio	mmHg	1 mmHg \cong 133,3 Pa
	atmosfera	atm	1 atm \cong 1,0 \cdot 10 ⁵ Pa
Comprimento	angstrom	Å	1 Å = 10 ⁻¹⁰ m
Força	quilograma-força	kgf	1 kgf \cong 9,8 N
	dina	dyn	1 dyn = 10 ⁻⁵ N
Energia	caloria	cal	1 cal \cong 4,18 J
	elétronvolt	eV	1 eV \cong 1,602 \cdot 10 ⁻¹⁹ J



1 903521 000063

Notação científica e ordem de grandeza

Um número M pode ser escrito em notação científica como $M = \alpha \cdot 10^Z$, em que:

α = mantissa, tal que $1 \leq \alpha < 10$
 Z = expoente, tal que $Z \in \mathbb{Z}$

A ordem de grandeza de M será:

- 10^Z , se $\alpha < 10^{0,5} \cong 3,16$.
- 10^{Z+1} , se $\alpha \geq 10^{0,5} \cong 3,16$.

Cinemática

MRU (movimento retilíneo uniforme)

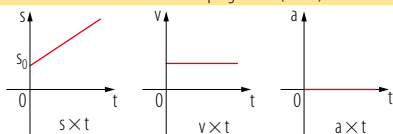
$$\text{Velocidade média: } v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

$$\text{Função horária do espaço: } s = s_0 + v t$$

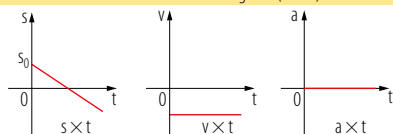
Movimento progressivo: $\Delta s > 0$ e $v > 0$

Movimento retrógrado: $\Delta s < 0$ e $v < 0$

Movimento uniforme progressivo ($v > 0$)



Movimento uniforme retrógrado ($v < 0$)



MRUV (movimento retilíneo uniformemente variado)

$$\text{Aceleração escalar: } a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

Movimento acelerado: $|v|$ aumenta

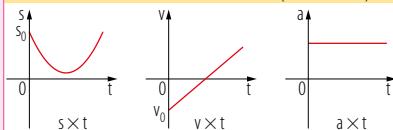
Movimento retardado: $|v|$ diminui

$$\text{Função horária da velocidade: } v = v_0 + at$$

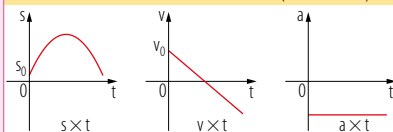
$$\text{Função horária do espaço no MUV: } s = s_0 + v_0 t + \frac{a}{2} t^2$$

$$\text{Equação de Torricelli: } v^2 = v_0^2 + 2a \Delta s$$

Movimento uniformemente acelerado ($v > 0$ e $a > 0$)



Movimento uniformemente retardado ($v > 0$ e $a < 0$)



$a > 0$

$a < 0$

$v > 0$ acelerado progressivo

retardado progressivo

$v < 0$ retardado retrógrado

acelerado retrógrado

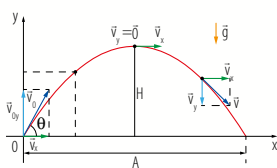
Lançamento vertical no vácuo

$$\text{Altura máxima: } h_{\text{máx}} = \frac{v_0^2}{2g}$$

$$\text{Tempo de subida: } t_s = \frac{v_0}{g}$$

$$\text{Tempo de voo: } t_{\text{voo}} = 2t_s = 2 \frac{v_0}{g}$$

Lançamento oblíquo



$$\text{Posição em x: } x = v_0 \cos \theta t$$

$$\text{Posição em y: } y = y_0 + v_{0y} t - \frac{gt^2}{2}$$

$$\text{Velocidade em x: } v_x = v_0 \cos \theta$$

$$\text{Velocidade inicial em y: } v_{0y} = v_0 \sin \theta$$

$$\text{Velocidade em y: } v_y = v_{0y} - gt$$

$$\text{Equação de Torricelli em y: } v_y^2 = v_{0y}^2 - 2g \Delta y$$

$$\text{Altura máxima: } h_{\text{máx}} = \frac{v_0^2 \sin^2 \theta}{2g}, v_y = 0 \text{ e } v_x = v_{0x}$$

$$\text{Tempo de subida: } t_s = \frac{v_0 \sin \theta}{g}$$

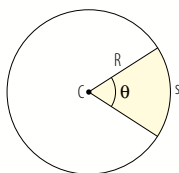
$$\text{Tempo de voo: } 2t_s = \frac{2v_0 \sin \theta}{g}$$

$$\text{Alcance: } A = \frac{v_0^2 \sin 2\theta}{g}$$

$$\text{Alcance máximo: } A_{\text{máx}} = \frac{v_0^2}{g} \text{ e } \theta = 45^\circ$$

$$\text{Equação da trajetória: } y(x) = \tan \theta x - \frac{g}{2v_0^2 \cos^2 \theta} x^2$$

MC (movimento circular)



$$\text{Ângulo: } \theta = \frac{s}{R}$$

$$\text{Relação entre frequência (f) e período (T): } f = \frac{1}{T}$$

$$\text{Velocidade angular: } \omega = \frac{\Delta \theta}{\Delta t} \text{ [rad/s]}$$

$$\text{Aceleração angular: } \gamma = \frac{\Delta \omega}{\Delta t} \text{ [rad/s}^2\text{]}$$

$$\text{Velocidade linear: } v = \omega R$$

$$\text{Aceleração linear: } a = \gamma R$$

Relação entre grandezas lineares e grandezas angulares (unidades do SI).

Grandeza linear	=	Grandeza angular	×	Raio
s (m)	=	θ (rad)	×	R (m)
v (m/s)	=	ω (rad/s)	×	R (m)
a (m/s ²)	=	γ (rad/s ²)	×	R (m)

MCU (movimento circular uniforme)

$$\text{Velocidade angular: } \omega = \frac{2\pi}{T} \text{ ou } \omega = 2\pi f$$

$$\text{Função horária angular: } \theta = \theta_0 + \omega t$$

MCUV (movimento circular uniformemente variado)

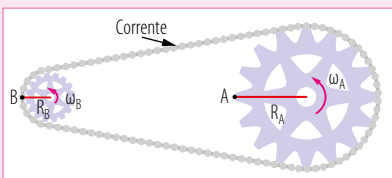
$$\text{Função horária da velocidade angular: } \omega = \omega_0 + \gamma t$$

$$\text{Função horária angular: } \theta = \theta_0 + \omega_0 t + \frac{\gamma}{2} t^2$$

$$\text{Equação de Torricelli: } \omega^2 = \omega_0^2 + 2\gamma \Delta \theta$$

Transmissão de movimento circular

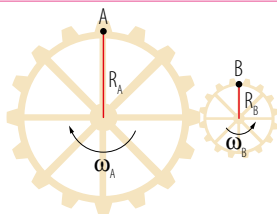
Correia comum a duas rodas A e B



Catraca e coroa unidas por uma correia comum.

$$v_A = v_B$$

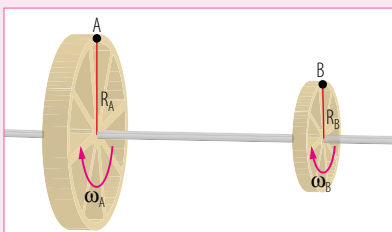
Rodas A e B em contato direto



Dois rodas em contato.

$$v_A = v_B$$

Eixo de rotação comum a duas rodas



Dois rodas unidas por eixo comum.

$$\omega_A = \omega_B$$

Dinâmica

Leis de Newton

- 1ª) Inércia
- 2ª) $\vec{F}_R = m \vec{a}$
- 3ª) Ação e reação

Algumas forças da mecânica

Peso: $\vec{P} = m \vec{g}$

Força elástica: $F_{el} = -kx$

Associação de molas em série: $\frac{1}{k_{eq}} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + \dots + \frac{1}{k_n}$

Associação de molas em paralelo: $k_{eq} = k_1 + k_2 + \dots + k_n$

Forças de atrito

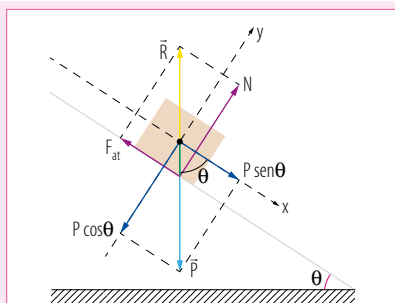
Contrária ao movimento:

$$\vec{F}_{at} = \mu \vec{N}$$

$$\mu_e > \mu_d$$

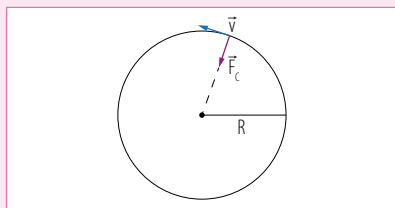
$$0 \leq F_{at,e} \leq \mu_e N$$

Plano inclinado



Força normal no plano inclinado: $N = P \cos \theta$

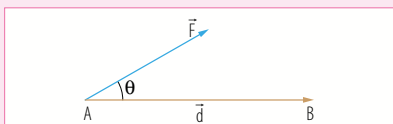
Dinâmica do movimento circular



Aceleração centrípeta: $|\vec{a}_{cp}| = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R$

Força centrípeta: $|\vec{F}_{cp}| = |m \vec{a}_{cp}| = \frac{m \cdot v^2}{R} = m \omega^2 R$

Trabalho, potência e energia



Trabalho: $W = |\vec{F}| |\vec{d}| \cos \theta$

Trabalho é numericamente igual à área do gráfico da força pelo deslocamento.

Trabalho da força peso: $W = \pm mg \Delta h$

+ → o corpo desce - → o corpo sobe

Trabalho da força elástica: $W = -\frac{1}{2} k (x_2^2 - x_1^2)$

$x_2 > x_1$ (aumento da deformação) → $W < 0$

$x_2 < x_1$ (redução da deformação) → $W > 0$

Potência: $P = \frac{W}{\Delta t}$

Energia cinética: $E_c = \frac{mv^2}{2}$

Teorema da energia cinética: $W = \Delta E_c$

Energia potencial gravitacional: $E_{p,G} = mg \Delta h$

Energia potencial elástica: $E_{p,B} = \frac{kx^2}{2}$

Energia mecânica: $E_M = E_c + E_p$

Conservação de energia mecânica:

$$E_M = \text{constante} = E_c + E_p$$

Se houver forças não conservativas (dissipativas):

$$W_{fnc} = \Delta E_M$$

Impulso e quantidade de movimento

Impulso: $\vec{T} = \vec{F} \Delta t$

Quantidade de movimento: $\vec{Q} = m \vec{v}$

$$\vec{Q}_{total} = \vec{Q}_1 + \vec{Q}_2 + \dots + \vec{Q}_n = m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 + \dots + m_n \vec{v}_n$$

Se não houver forças externas no sistema,

\vec{Q} é conservado.

Teorema do impulso: $\vec{T} = \Delta \vec{Q}$

Colisões

Coefficiente de restituição:

$$e \equiv \left| \frac{\text{velocidade relativa de afastamento}}{\text{velocidade relativa de aproximação}} \right|$$

Colisão perfeitamente elástica

Energia cinética se conserva: $e = 1$

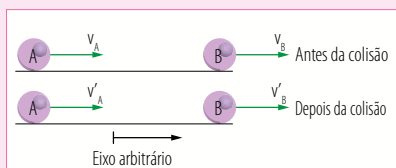
Colisão inelástica

Energia cinética não se conserva: $E_{C,\text{final}} < E_{C,\text{inicial}}$
 $e = 0$

Colisão parcialmente elástica

Energia cinética não se conserva: $E_{C,\text{final}} < E_{C,\text{inicial}}$
 $0 < e < 1$

Casos particulares:



$$\text{Se } m_A = m_B \rightarrow v'_A = v_B \text{ e } v'_B = v_A$$

$$\text{Se } m_A \gg m_B \rightarrow v'_A \equiv v_A \text{ e } v'_B \equiv 2v_A - v_B$$

Centro de massa

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

A mesma relação vale para y_{CM} e z_{CM} .

$$\text{Vetor posição: } \vec{r}_{CM} = \frac{m_1 \vec{r}_1 + m_2 \vec{r}_2 + \dots + m_n \vec{r}_n}{m_1 + m_2 + \dots + m_n}$$

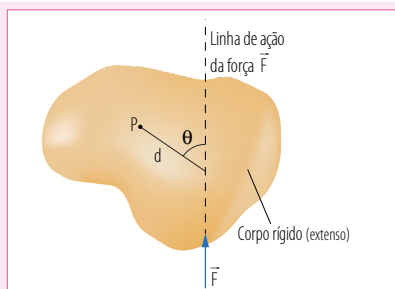
$$\text{Vetor velocidade: } \vec{v}_{CM} = \frac{m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 + \dots + m_n \vec{v}_n}{m_1 + m_2 + \dots + m_n}$$

$$\text{Vetor aceleração: } \vec{a}_{CM} = \frac{m_1 \vec{a}_1 + m_2 \vec{a}_2 + \dots + m_n \vec{a}_n}{m_1 + m_2 + \dots + m_n}$$

Estática da partícula

Torque ou momento de uma força: $|\vec{M}| = F d \sin\theta$

Equilíbrio rotacional: $\sum \vec{M} = \vec{0}$



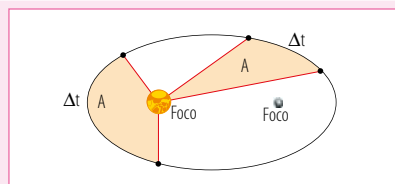
Equilíbrio translacional: $\sum \vec{F} = \vec{0}$

Gravitação

Leis de Kepler

1ª – lei das órbitas: órbitas elípticas, com o Sol em um dos focos.

2ª – lei das áreas: o vetor posição varre áreas iguais em intervalos de tempo iguais.



3ª – lei dos períodos: $\frac{R^3}{T^2} = \text{constante}$

Lei da gravitação universal

$$\text{Força gravitacional: } F_G = G \frac{M_1 M_2}{d^2}$$

$$\text{Energia potencial: } E_p = -G \frac{M_1 M_2}{d}$$

$$\text{Velocidade de escape: } v_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$$

$$\text{Gravidade terrestre: } g = G \frac{M_T}{R_T^2}$$

Oscilações e ondas

MHS (movimento harmônico simples)

Posição: $x(t) = A \cos(\omega t + \varphi_0)$

Velocidade: $v(t) = -\omega A \sin(\omega t + \varphi_0)$

Velocidade máxima: $|v_{\text{máx.}}| = \omega A$

Aceleração: $a(t) = -\omega^2 A \cos(\omega t + \varphi_0)$

Aceleração máxima: $|a_{\text{máx.}}| = \omega^2 A$

Sistema massa-mola

Velocidade angular: $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$

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

Frequência: $f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$

Energia potencial: $E_p = \frac{kx^2}{2}$

Energia potencial máxima: $E_{p,\text{máx.}} = \frac{kA^2}{2}$

Energia cinética: $E_c = \frac{mv^2}{2}$

Energia cinética máxima: $E_{c,\text{máx.}} = \frac{kA^2}{2}$

Energia mecânica: $E_M = \frac{kA^2}{2}$

Pêndulo simples

Velocidade angular: $\omega = \sqrt{\frac{g}{\ell}}$

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

Frequência: $f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{\ell}}$

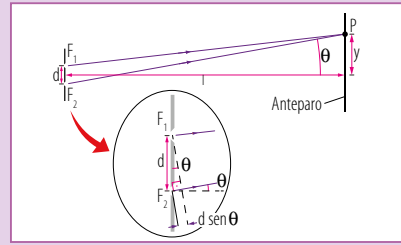
Ondas periódicas

Velocidade de propagação: $v = \lambda f$

Equação de onda: $y = A \cos \left[2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right) + \varphi_0 \right]$

Intensidade: $I = \frac{\text{Potência}}{\text{Área transversal}}$ e $I \propto A^2$

Interferência



Interferência construtiva: $\frac{yd}{\ell} = p \frac{\lambda}{2}$, p é par

Interferência destrutiva: $\frac{yd}{\ell} = i \frac{\lambda}{2}$, i é ímpar

Cordas vibrantes

Velocidade de propagação de ondas: $v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$

Corda presa nas duas extremidades

Comprimento de onda: $\lambda_n = \frac{2\ell}{n}$; $n = 1, 2, 3, \dots$

Frequência: $f_n = n \frac{v}{2\ell} = n f_1$; $n = 1, 2, 3, \dots$

Corda presa em apenas uma extremidade

Comprimento de onda: $\lambda_n = \frac{4\ell}{n}$; $n = 1, 3, 5, \dots$

Frequência: $f_n = n \frac{v}{4\ell} = n f_1$; $n = 1, 3, 5, \dots$

Tubos sonoros

Fechado em uma extremidade e aberto na outra:

Comprimento de onda: $\lambda_n = \frac{4\ell}{n}$; $n = 1, 3, 5, \dots$

Frequência: $f_n = n \frac{v}{4\ell} = n f_1$; $n = 1, 3, 5, \dots$

Aberto em ambas as extremidades:

Comprimento de onda: $\lambda_n = \frac{2\ell}{n}$; $n = 1, 2, 3, \dots$

Frequência: $f_n = n \frac{v}{2\ell} = n f_1$; $n = 1, 2, 3, \dots$

Efeito Doppler

Frequência: $f_{\text{aparente}} = \left[\frac{v_{\text{som}} \pm v_{\text{ouvinte}}}{v_{\text{som}} \pm v_{\text{fonte}}} \right] f_{\text{real}}$

Aproximação: $f_{\text{aparente}} > f_{\text{real}}$ (som mais agudo)

Afastamento: $f_{\text{aparente}} < f_{\text{real}}$ (som mais grave)

Orientação positiva do eixo: do detector (ouvinte) para a fonte, quaisquer que sejam os sentidos de movimento.

Hidroestática

$$\text{Densidade: } d = \frac{m}{V}$$

$$\text{Pressão: } P = \frac{F}{A}$$

Pressão de uma coluna de líquido: $P = dgh$

$$\text{Prensa hidráulica: } \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

$$\text{Empuxo: } E = d_{\ell} V_S g$$

Hidrodinâmica

Equação da continuidade: $\rho_1 A_1 v_1 = \rho_2 A_2 v_2$

Equação de Bernoulli:

$$P_1 + \rho g h_1 + \frac{\rho v_1^2}{2} = P_2 + \rho g h_2 + \frac{\rho v_2^2}{2}$$

Gases e Termodinâmica

Temperatura: agitação térmica das partículas

Calor: energia térmica em trânsito

Transformação entre temperaturas:

$$\frac{T_C}{5} = \frac{T_F - 32}{9} = \frac{T_K - 273}{5}$$

Dilatação

$$\text{Linear: } \Delta L = L_0 \alpha \Delta T$$

$$\text{Superficial: } \Delta S = S_0 \beta \Delta T$$

$$\text{Volumétrica: } \Delta V = V_0 \gamma \Delta T$$

Relação entre os coeficientes de dilatação:

$$\gamma = 3\alpha \quad \text{e} \quad \beta = 2\alpha$$

Dilatação aparente:

$$\gamma_{\text{aparente do liq.}} = \gamma_{\text{real do liq.}} - \gamma_{\text{real do recipiente}}$$

Calorimetria

$$\text{Quantidade de calor: } Q = m c \Delta T$$

$$\text{Calor em mudança de fase: } Q = m L$$

$$\text{Capacidade térmica: } C = m c$$

$$\text{Balanço energético: } \sum Q = 0$$

Propagação de calor

Condução: calor passa de uma região para outra por meio de contato.

Convecção: deslocamento de fluido com diferentes densidades.

Irradiação: propagação através de ondas eletromagnéticas. Não exige necessariamente um meio material.

$$\text{Fluxo de calor: } \Phi = K A \frac{(T_1 - T_2)}{d}$$

Gases

Equação dos gases perfeitos: $PV = nRT$

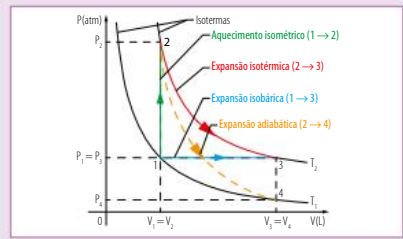
Transformações

$$\text{Isobárica (} P = \text{cte.): } \frac{V_i}{T_i} = \frac{V_f}{T_f}$$

$$\text{Isométrica ou isocórica (} V = \text{cte.): } \frac{P_i}{T_i} = \frac{P_f}{T_f}$$

$$\text{Isotérmica (} T = \text{cte.): } P_i \cdot V_i = P_f \cdot V_f$$

$$\text{Adiabática: } P_i V_i^\gamma = P_f V_f^\gamma \quad \text{e} \quad \Delta Q = 0 \rightarrow \Delta U = -\tau$$



Princípios da termodinâmica

1º princípio da termodinâmica: $\Delta Q = \Delta U + \tau$

$$\text{Trabalho: } \tau = P \cdot \Delta V$$

Energia interna de um gás ideal: ΔU só depende da temperatura.

$$\text{Constante dos gases ideais: } R = C_p - C_v$$

Ciclo de Carnot: duas expansões, uma isotérmica e outra adiabática, e duas compressões, uma isotérmica e uma adiabática.

$$\text{Rendimento: } \eta_{\text{Carnot}} = \frac{Q_{\text{Quente}} - Q_{\text{Fria}}}{Q_{\text{Quente}}} = \frac{T_{\text{Quente}} - T_{\text{Fria}}}{T_{\text{Quente}}}$$

2º princípio da termodinâmica: é impossível a conversão total de calor em trabalho. A entropia total do universo não diminui.

$$\text{Rendimento de um motor: } \eta = \frac{\tau}{Q_{\text{Quente}}}$$

$$\text{Eficiência de uma bomba de calor: } e = \frac{Q_{\text{Fria}}}{\tau}$$

Óptica geométrica

Espelhos planos

Rotação de um espelho plano: se o espelho for rotacionado de um ângulo α , a imagem rotará 2α .

Número de imagens da associação de espelhos formando um ângulo α : $n = \frac{360^\circ}{\alpha} - 1$

Espelhos esféricos

Espelho côncavo: $f > 0$

Espelho convexo: $f < 0$

Equação de Gauss: $\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'}$

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

Refração

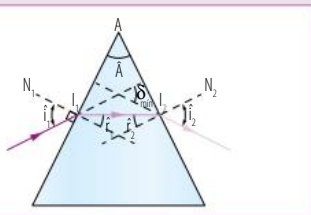
Índice de refração: $n_A = \frac{c}{v_A} \geq 1$

Lei de Snell: $n_A \cdot \sin \hat{i} = n_B \cdot \sin \hat{r}$

Ângulo limite: $\sin \hat{L} = \frac{n_{(\text{menor})}}{n_{(\text{maior})}}$

Dioprio plano: $p' = \frac{n_{\text{observador}}}{n_{\text{objeto}}} \cdot p$

Prismas



Desvio mínimo δ_{\min} : $\hat{i}_1 = \hat{i}_2$, $\hat{r}_1 = \hat{r}_2$ e $\delta_{\min} = 2(\hat{i} - \hat{r})$

Lentes esféricas

Bordas finas ou convexas



Bordas grossas ou côncavas



	Borda fina	Borda grossa
$n_l > n_{\text{meio}}$	convergente	divergente
$n_l < n_{\text{meio}}$	divergente	convergente

A equação de Gauss e a do aumento linear também são válidas para lentes.

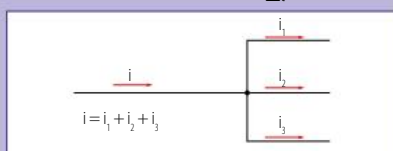
Lente convergente: $f > 0$. Lente divergente: $f < 0$

Equação dos fabricantes de lentes:

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

Eletrodinâmica

Corrente elétrica: $i = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$



Potência elétrica: $P = \frac{\text{Energia}}{\text{tempo}} = U i = R i^2 = \frac{U^2}{R}$

1ª lei de Ohm: $U = R i$

2ª lei de Ohm: $R = \frac{\rho \ell}{A} = \frac{\ell}{\sigma A}$

Associação de resistores

Série: $R_{\text{eq}} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$

Paralelo: $\frac{1}{R_{\text{eq}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$

Geradores elétricos

Tensão no gerador: $U = \mathcal{E} - r i$

Corrente elétrica: $i = \frac{\mathcal{E}}{r + R}$

Rendimento de um gerador: $\eta = \frac{U}{\mathcal{E}}$

Associação de geradores

Em série: $\mathcal{E}_{\text{eq}} = \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 + \dots + \mathcal{E}_n$

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

Em paralelo (geradores iguais): $\mathcal{E}_{\text{eq}} = \mathcal{E}$ e $r_{\text{eq}} = \frac{r}{n}$

Receptor elétrico

$$\text{Tensão: } U = \mathcal{E}' + r i$$

$$\text{Rendimento: } \eta = \frac{\mathcal{E}'}{U}$$

Capacitores

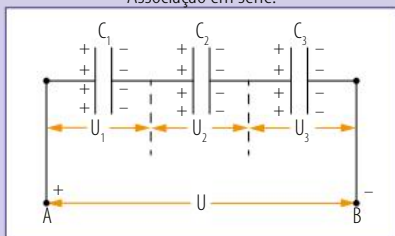
$$\text{Carga no capacitor: } Q = CU$$

Capacitância de um capacitor de placas planas paralelas:

$$C = \frac{\epsilon A}{d}$$

$$\text{Energia armazenada em um capacitor: } E = \frac{Q^2}{2C}$$

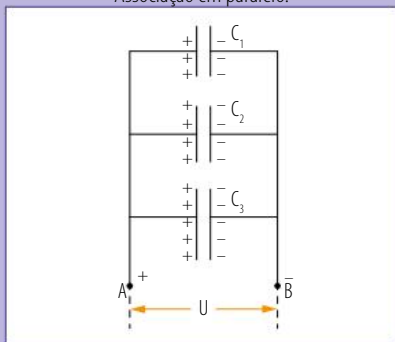
Associação em série:



$$U = U_1 + U_2 + \dots + U_n$$

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$$

Associação em paralelo:



$$U_1 = U_2 = \dots = U_n = U$$

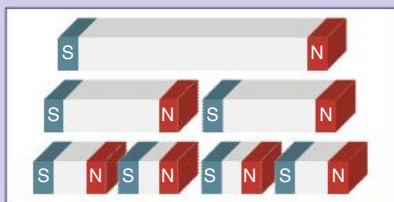
$$C_{eq} = C_1 + C_2 + \dots + C_n$$

Energia potencial em um capacitor:

$$E_p = \frac{C_{eq} U^2}{2}$$

Magnetismo

Inseparabilidade dos polos magnéticos:



$$\text{Força magnética em uma carga: } F_m = B q v \sin \theta$$

Campo magnético em um fio percorrido por corrente:

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



Campo magnético no centro de uma espira:

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

Campo magnético no centro de n espiras justapostas:

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

Campo magnético no interior de um solenoide (n espiras por comprimento ℓ):

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

Força magnética em um fio percorrido por corrente:

$$F_m = B i \ell$$

Força magnética entre dois fios percorridos por correntes:

$$F_m = \frac{\mu i_1 i_2 \ell}{2\pi r}$$

$$\text{Fluxo magnético: } \Phi_B = B A \cos \alpha$$

Lei de Lenz: o sentido da corrente induzida produz um campo que se opõe à variação de fluxo magnético que a produziu.

$$\text{Lei de indução de Faraday: } \mathcal{E} = - \frac{\Delta \Phi_B}{\Delta t}$$

Condutor retilíneo em um campo magnético uniforme:

$$\mathcal{E} = -B \ell v$$

Eletrostática



Tipos de eletrização: por atrito, por contato ou por indução.

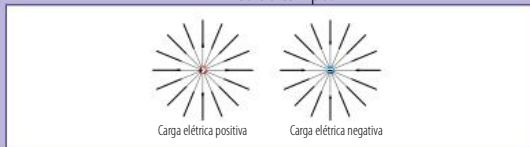
Eletrização por indução:



Lei de Coulomb: $F_{Ei} = K \frac{q_1 q_2}{d^2}$ / Campo elétrico: $E = \frac{F_{Ei}}{q}$

Campo elétrico de carga puntiforme: $|E| = \frac{K|Q|}{d^2}$

Linhas de campo:



Campo elétrico no interior de um condutor esférico: $\vec{E}_{int} = \vec{0}$

Campo elétrico no exterior de um condutor esférico: como se toda a carga estivesse concentrada em um ponto no centro da esfera: $|E_{ext}| = \frac{K|Q|}{d^2}$

Potencial elétrico: $V = \frac{E_{Potencial\ elétrico}}{q}$

Potencial elétrico de uma carga puntiforme: $V = \frac{Kq}{d}$ ($V_{\infty} = 0$)

Potencial elétrico gerado por várias cargas:

$$V = V_1 + V_2 + \dots + V_n = \frac{Kq_1}{r_1} + \frac{Kq_2}{r_2} + \dots + \frac{Kq_n}{r_n}$$

Trabalho de A até B: $\tau_{AB} = q(V_A - V_B)$

Energia potencial elétrica de duas cargas puntiformes: $E_p = \frac{KQq}{d}$

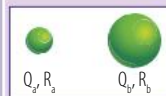
Potencial elétrico no interior de um condutor carregado:

$$V_{int} = cte$$

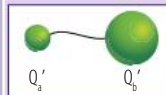
Potencial elétrico no exterior de um condutor carregado com carga Q: como se toda a carga estivesse concentrada no

centro do condutor: $V_{ext} = \frac{KQ}{r}$

Antes



Depois



$$V_f = \frac{V_a R_a + V_b R_b}{R_a + R_b}$$



CRÉDITO DA IMAGEM: Fernando Tomás/Flickr

O Sistema de Ensino Poliedro pesquisou junto às fontes apropriadas a existência de eventuais detentores dos direitos de todos os textos e de todas as imagens e ilustrações presentes nesta obra, sendo que sobre alguns nenhuma referência foi encontrada. Em caso de omissão involuntária, de quaisquer créditos faltantes, estes serão incluídos nas futuras edições, estando, ainda, reservados os direitos referidos nos arts. 28 e 29 da lei 9.610/98.