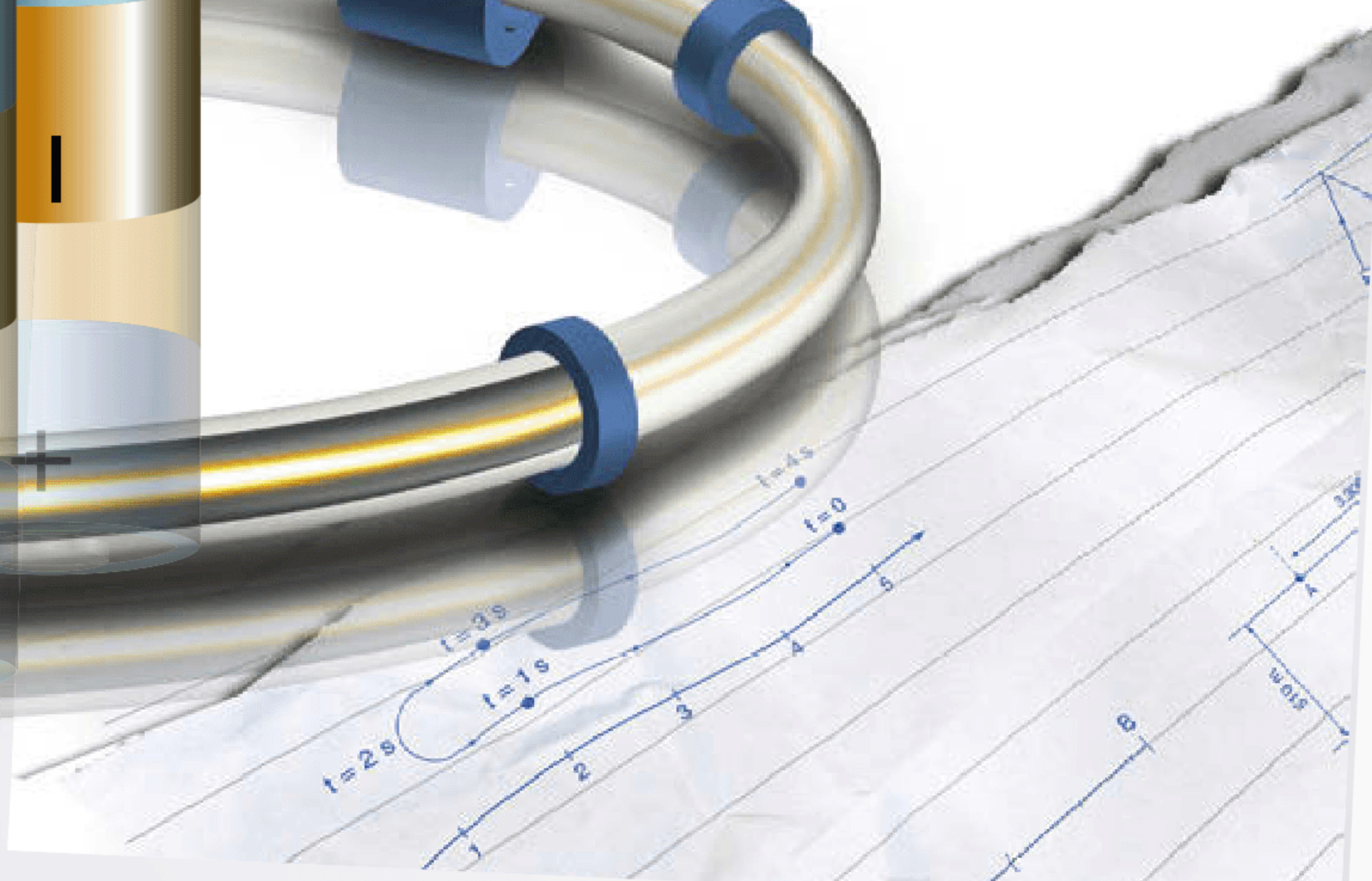
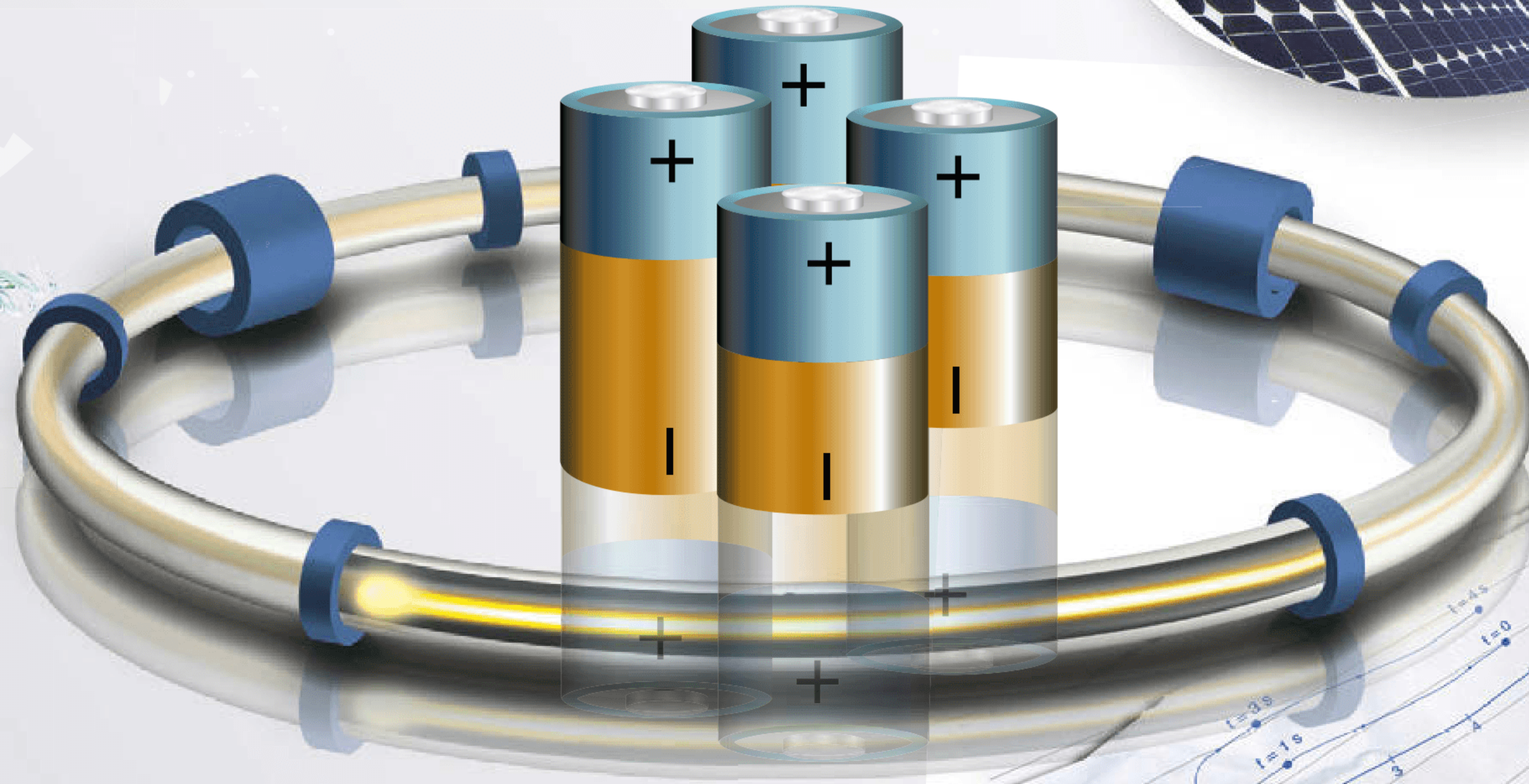
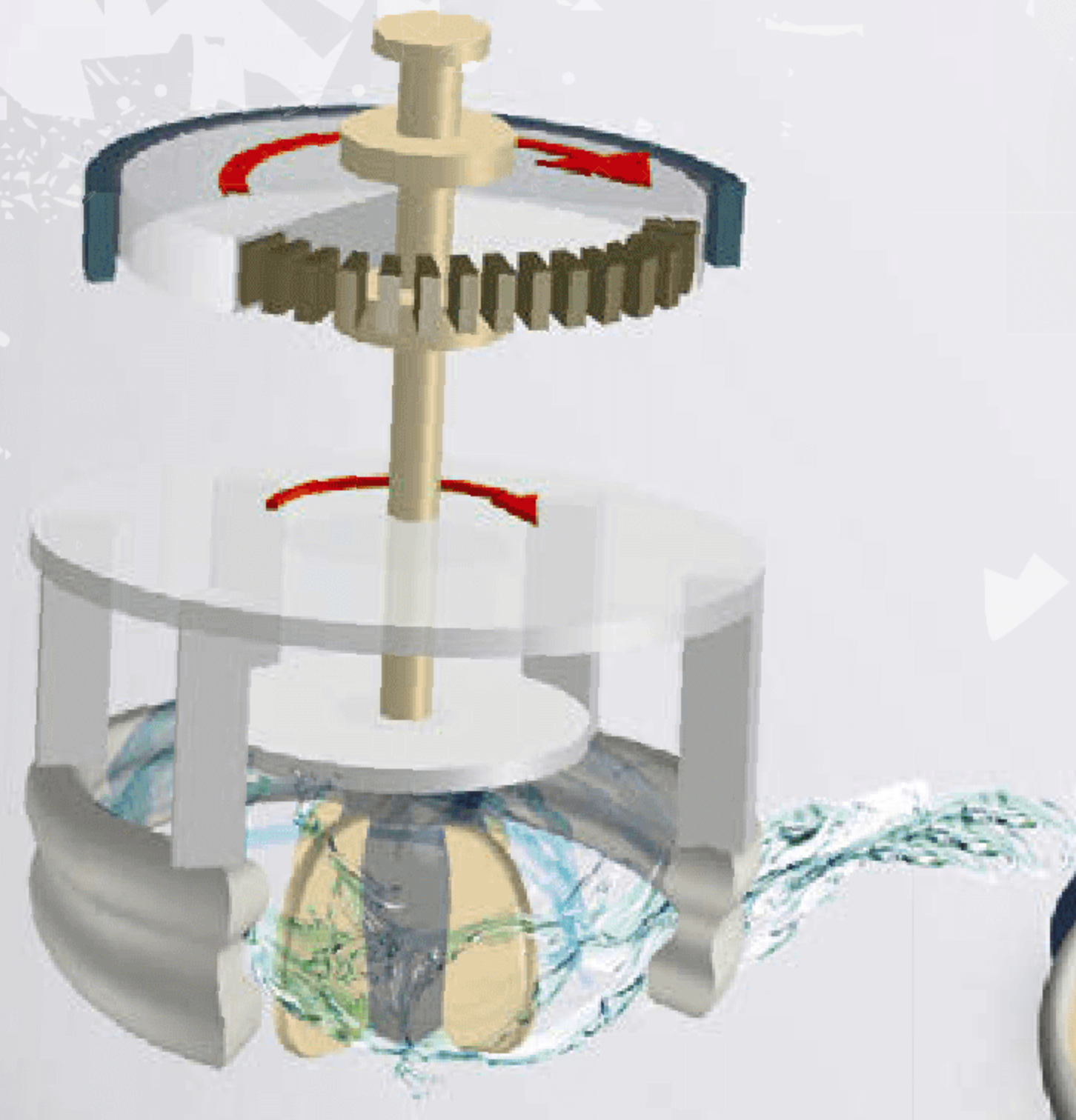


Física



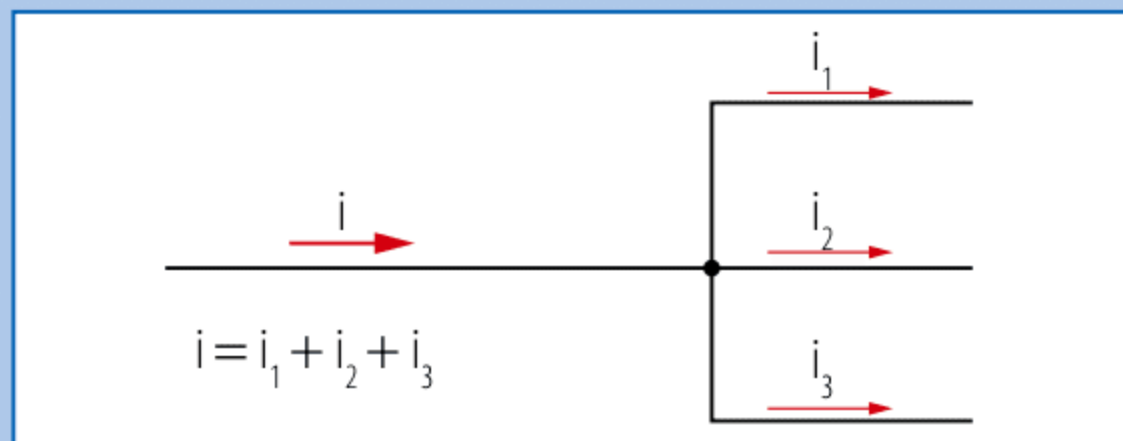
 **POLIEDRO**
SISTEMA DE ENSINO



editora@sistemapoliedro.com.br

Eletrodinâmica

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



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

1ª lei de Ohm: $U = Ri$

Associação de resistores

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

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

Geradores elétricos

Tensão no gerador: $U = \varepsilon - ri$

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

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

Associação de geradores

Em série: $\varepsilon_{eq} = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \dots + \varepsilon_n$

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

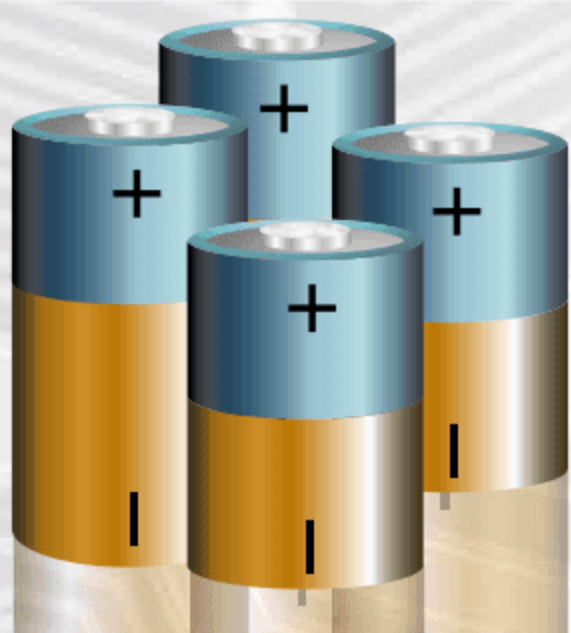
Em paralelo: $\varepsilon_{eq} = \varepsilon$

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

Receptor elétrico

Tensão: $U = \varepsilon' + ri$

Rendimento: $\eta = \frac{\varepsilon'}{U}$



Capacitores

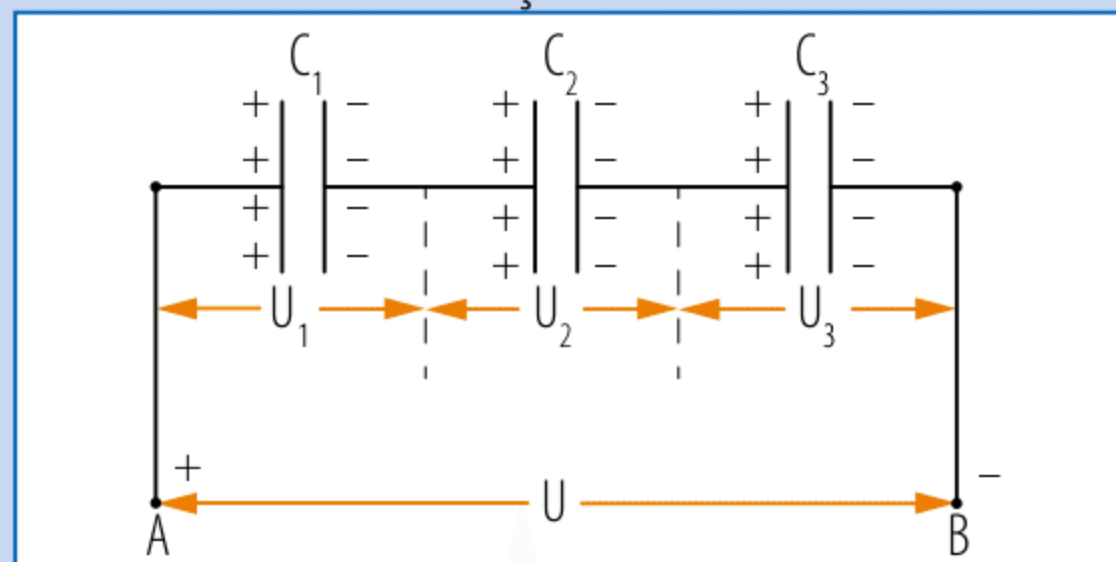
Carga no capacitor: $Q = CU$

Capacitância de um capacitor de placas planas paralelas:

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

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

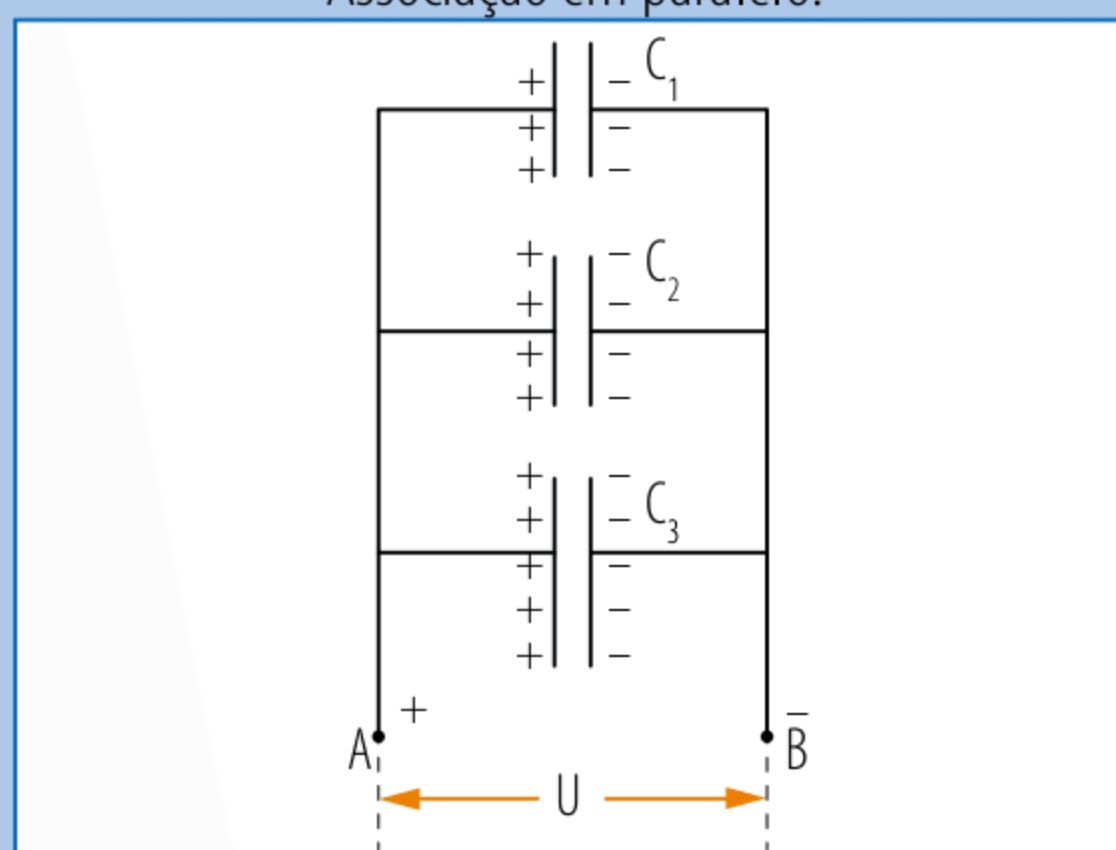
Associação em série:



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

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

Associação em paralelo:



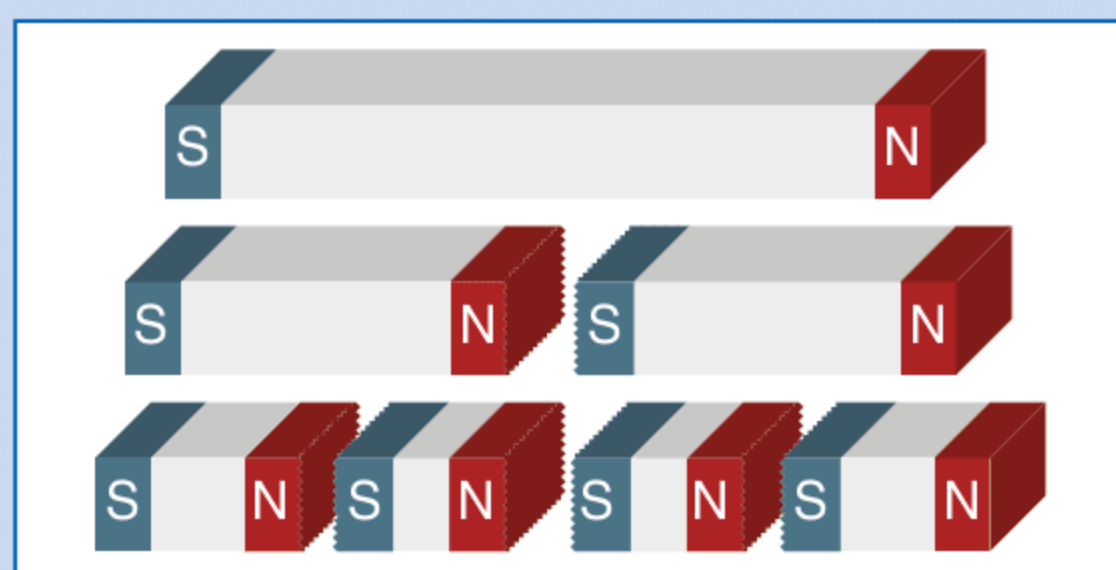
$$C_{eq} = C_1 + C_2 + \dots + C_n$$

Energia potencial em um capacitor:

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

Magnetismo

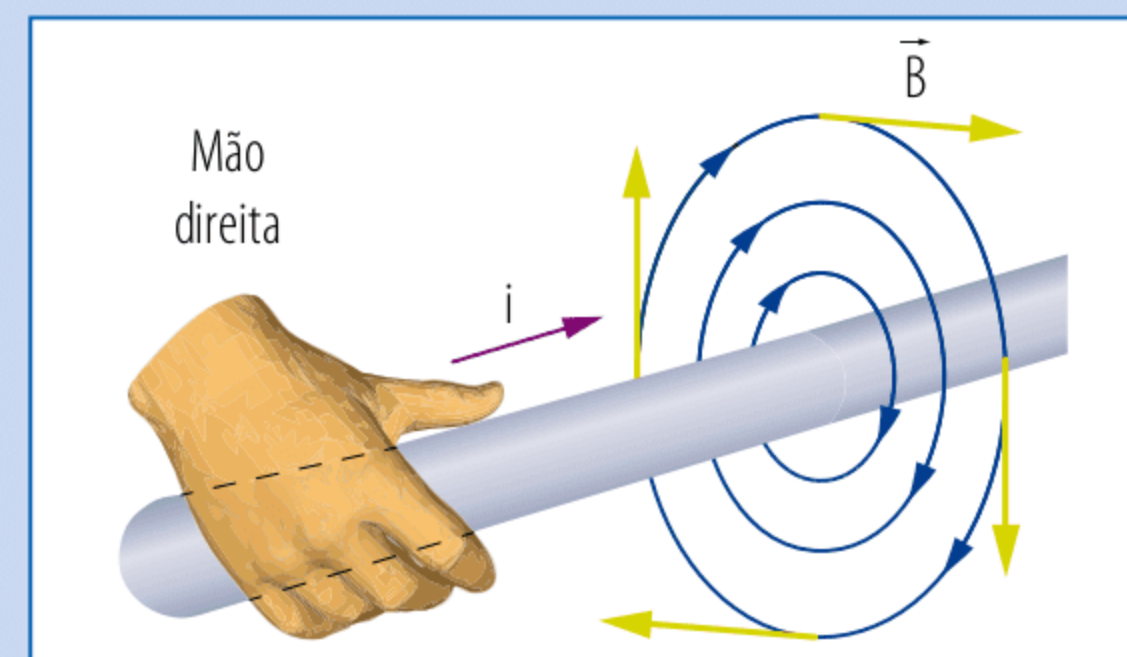
Inseparabilidade dos polos magnéticos:



Força magnética em uma carga: $F_m = Bq v \sin\theta$

Campo magnético em um fio percorrido por corrente:

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



Campo magnético de um solenoide: $B = \frac{\mu n i}{\ell}$

Força magnética em um fio percorrido por corrente:

$$F_m = Bi \ell$$

Força magnética entre dois fios percorridos por correntes:

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

Fluxo magnético: $\Phi_B = BA \cos\alpha$

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

Lei de indução de Faraday: $\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t}$

Condutor retilíneo em um campo magnético uniforme:

$$\varepsilon = -B \ell v$$

Hidrostatica

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

Pressão: $P = \frac{F}{A}$

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

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

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

Linear: $\Delta L = L_0 \alpha \Delta T$

Superficial: $\Delta S = S_0 \beta \Delta T$

Volumétrica: $\Delta V = V_0 \gamma \Delta T$

Relação entre os coeficientes de dilatação:

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

Dilatação aparente:

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

Calorimetria

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

Calor em mudança de fase: $Q = m L$

Capacidade Térmica: $C = m c$

Balço 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: $PV = nRT$

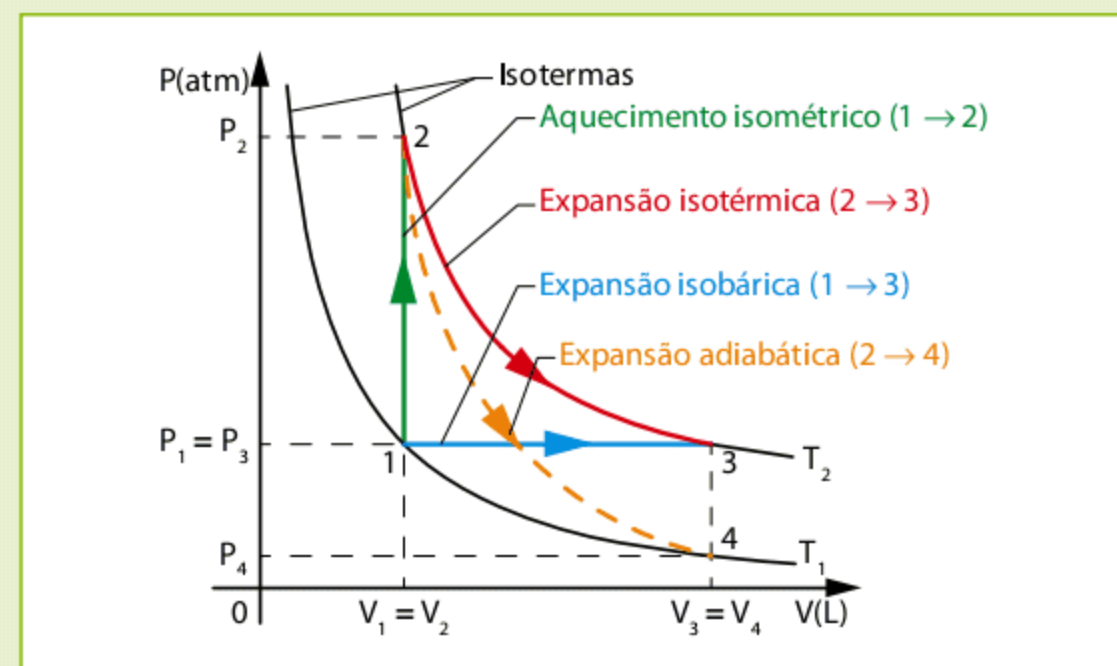
Transformações

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

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

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

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



Princípios da Termodinâmica

1º Princípio da Termodinâmica: $\Delta Q = \Delta U + \tau$

Trabalho: $\tau = P \cdot \Delta V$

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

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.

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.

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

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

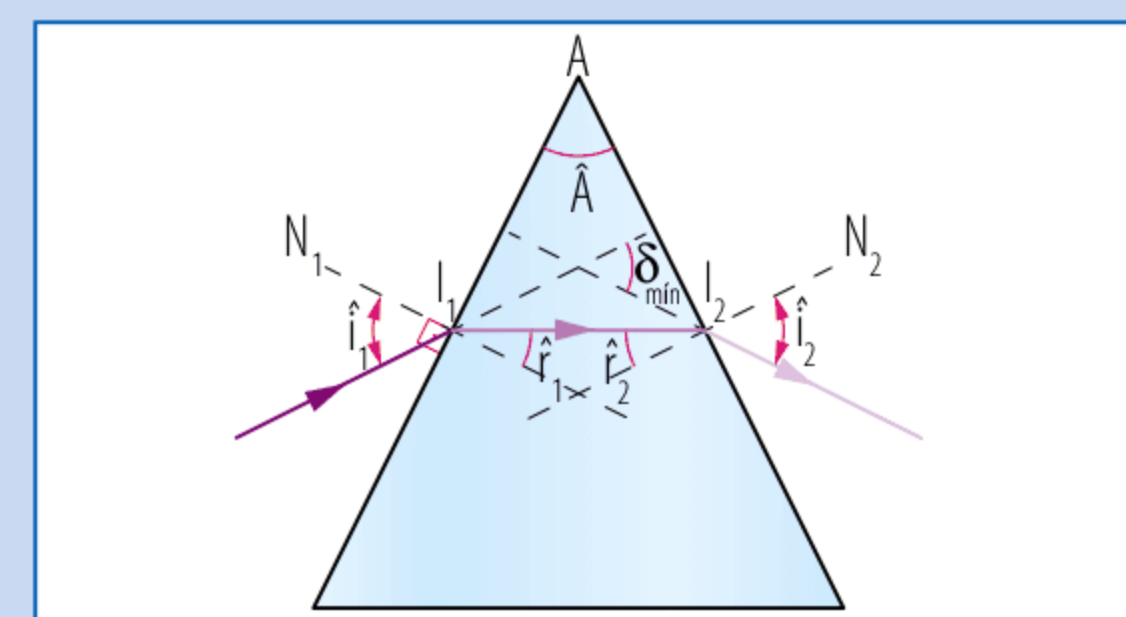
Índice de refração: $n_A = \frac{c}{v_A} \geq 1$

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

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

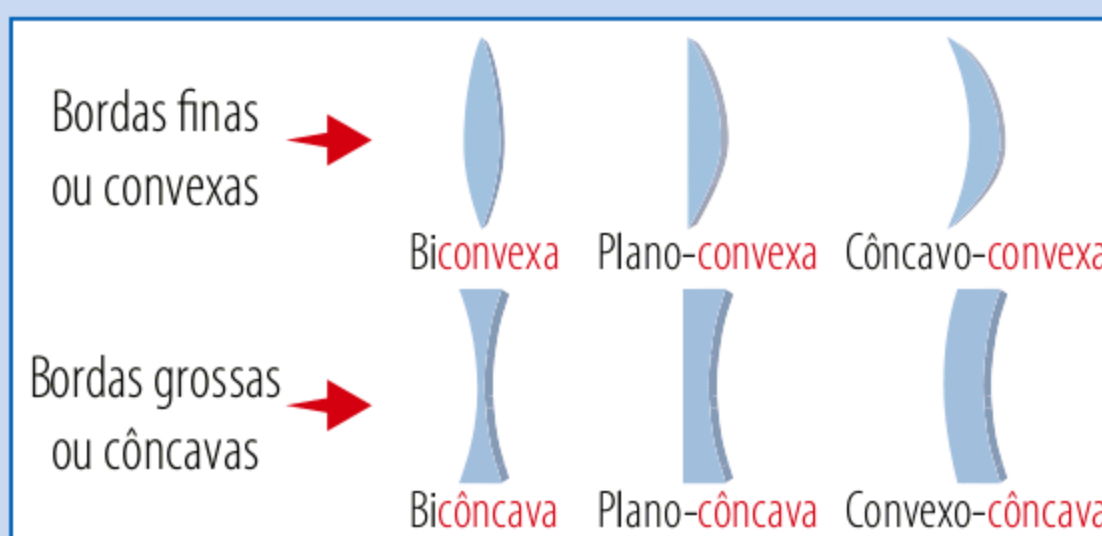
Dioptra plano: $p' = \frac{n_{\text{observador}}}{n_{\text{objeto}}}$

Prismas



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

Lentes esféricas



	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:

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

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

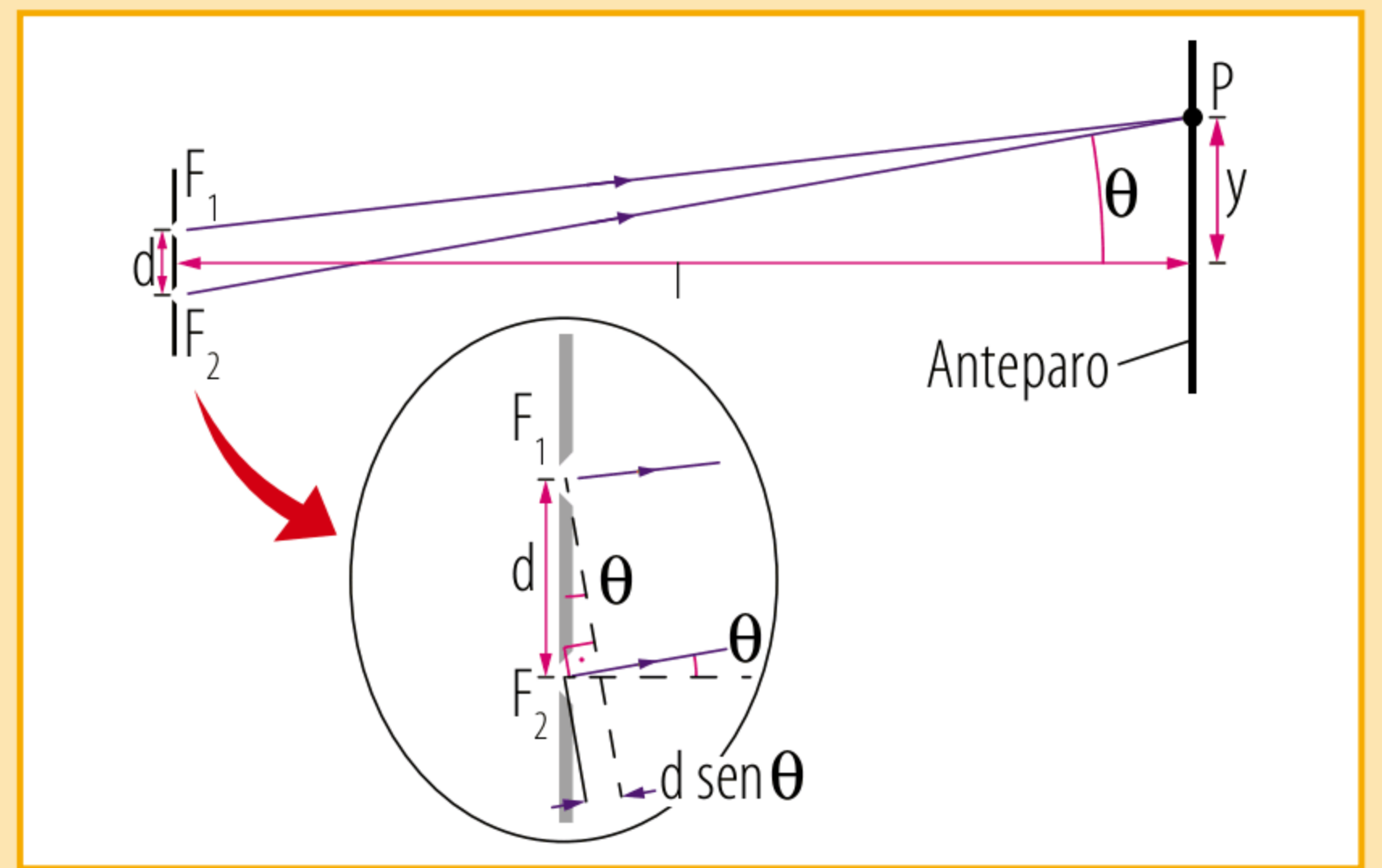
Frequência: $f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{\ell}}$

Ondas Periódicas

Velocidade de propagação: $v = \lambda f$

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

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: $\lambda_n = \frac{2\ell}{n}$

Frequência: $f_n = n \frac{v}{2\ell} = n f_1$

Corda presa em apenas uma extremidade

Comprimento de onda: $\lambda_n = \frac{4\ell}{n}$

Frequência: $f_n = n \frac{v}{4\ell} = n f_1$

Tubos sonoros

Fechado em uma extremidade e aberto na outra:

Comprimento de onda: $\lambda_n = \frac{4\ell}{n}$

Frequência: $f_n = n \frac{v}{4\ell} = n f_1$

Aberto em ambas as extremidades:

Comprimento de onda: $\lambda_n = \frac{2\ell}{n}$

Frequência: $f_n = n \frac{v}{2\ell} = n f_1$

Efeito Doppler

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

Sinal superior: aproximação entre observador e fonte.

Sinal inferior: afastamento entre observador e fonte.

Cinemática

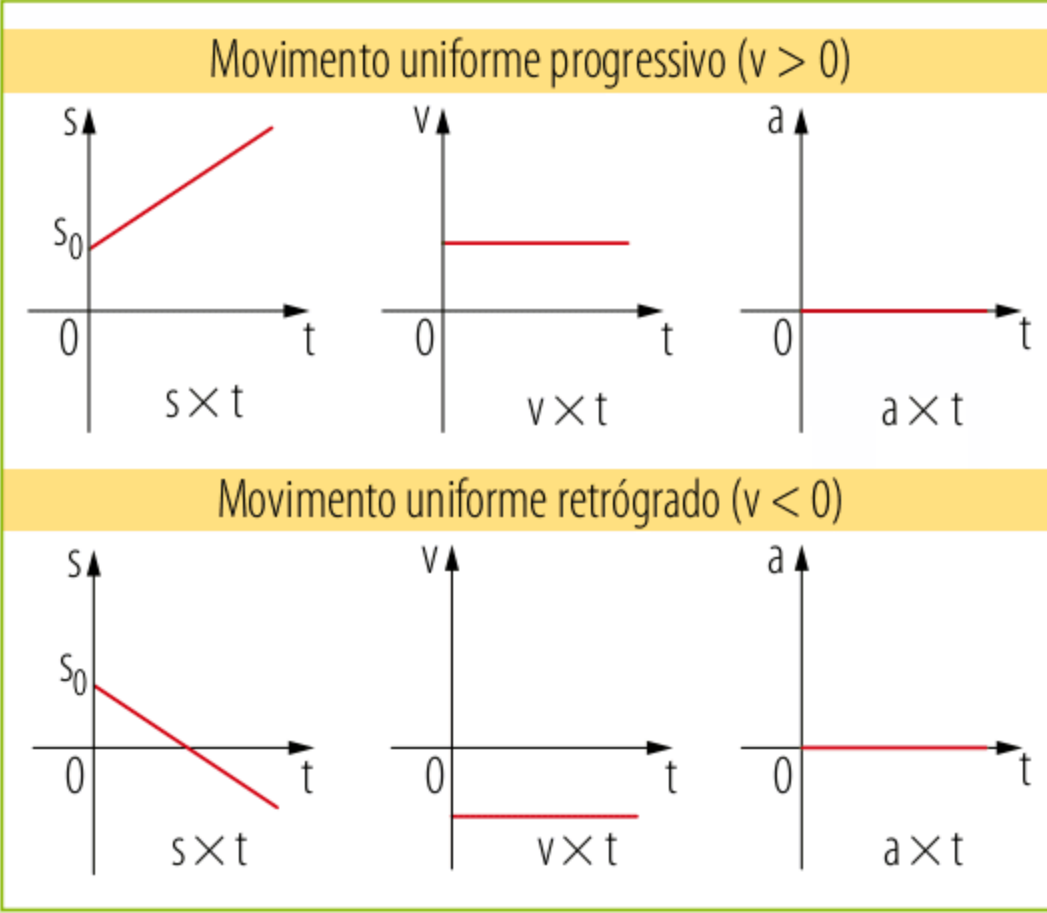
MRU (movimento retilíneo uniforme)

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

Função horária do espaço: $s = s_0 + v t$

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

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



MRUV (movimento retilíneo uniformemente variado)

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

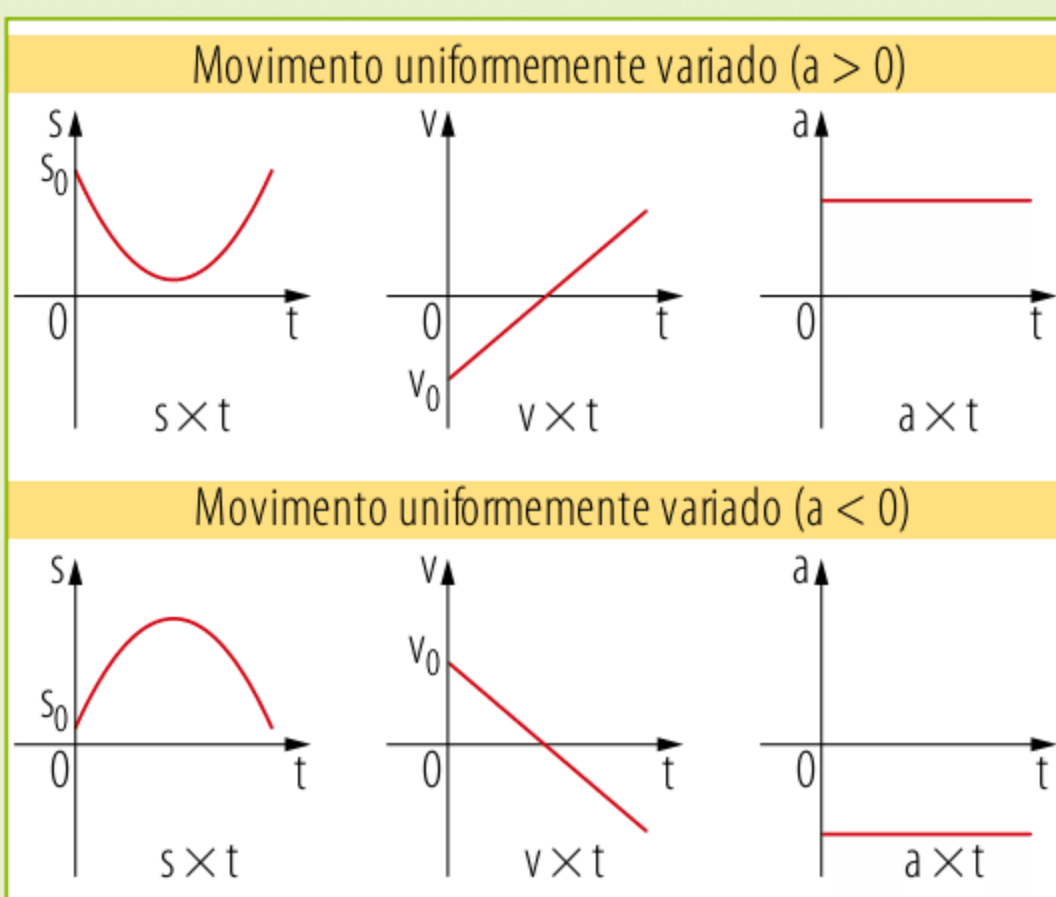
Movimento acelerado: $|v|$ aumenta

Movimento retardado: $|v|$ diminui

Função horária da velocidade: $v = v_0 + a t$

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

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



	$a > 0$	$a < 0$
$v > 0$	acelerado progressivo	retardado progressivo
$v < 0$	retardado retrógrado	acelerado retrógrado

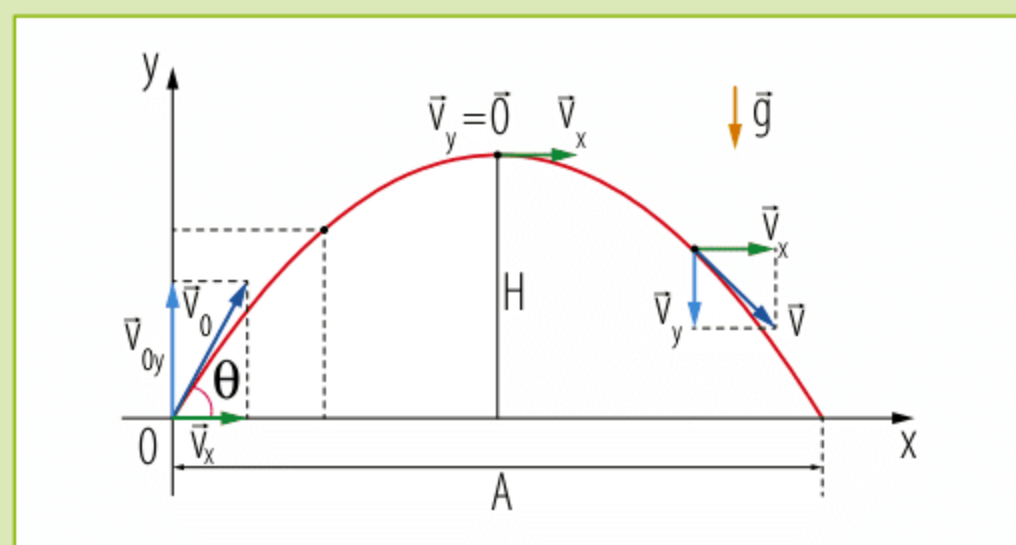
Lançamento vertical no vácuo

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

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

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

Lançamento oblíquo



Posição em x: $x = v_0 \cos \theta t$

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

Velocidade em x: $v_x = v_0 \cos \theta$

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

Velocidade em y: $v_y = v_{0y} - g t$

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

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

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

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

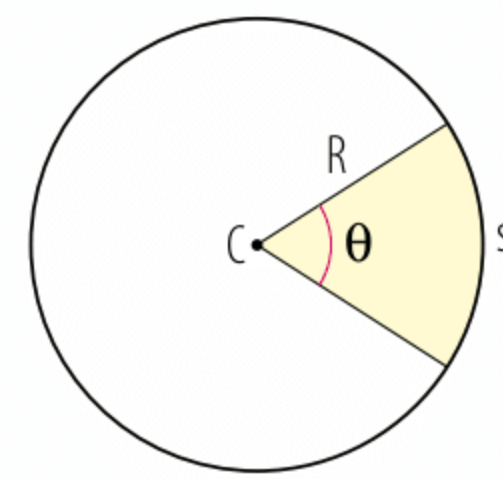
Alcance: $A = \frac{v_0^2 \sin 2\theta}{g}$

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

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



MC (movimento circular)



Ângulo: $\theta = \frac{s}{R}$

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

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

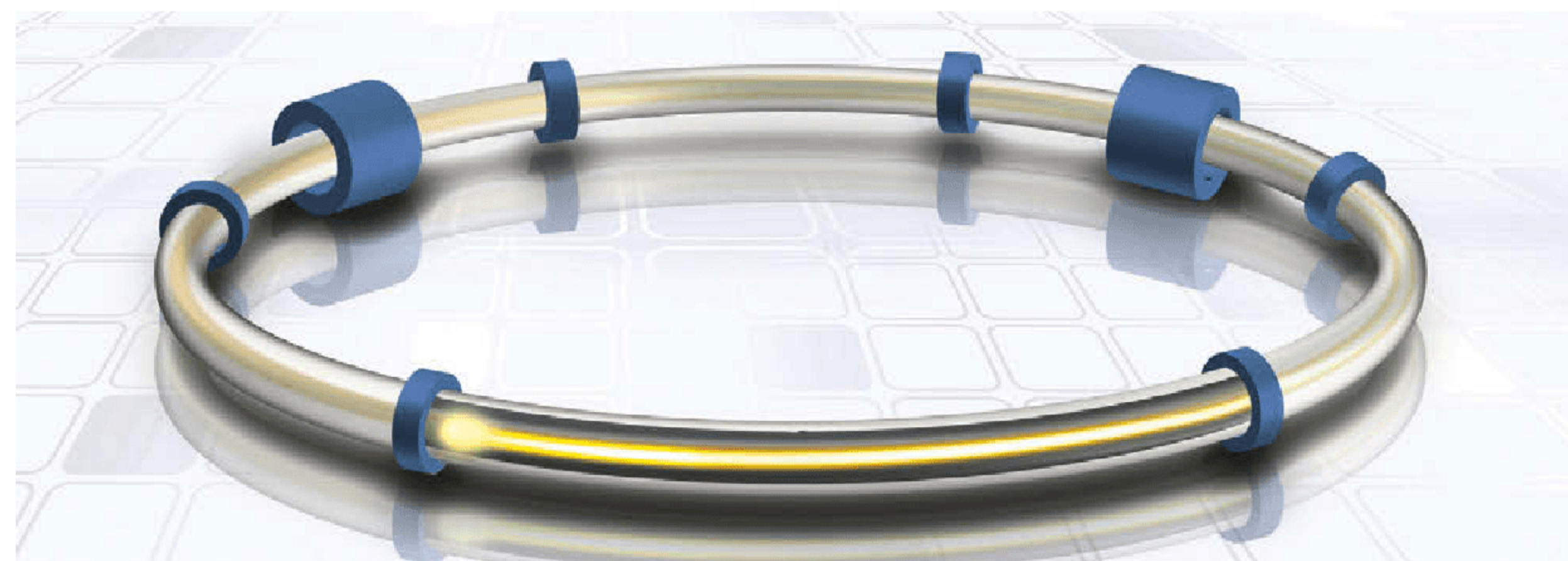
Aceleração angular: $\gamma = \frac{\Delta \omega}{\Delta t}$ [rad/s²]

Velocidade linear: $v = \omega R$

Aceleração linear: $a = \gamma R$

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)

Relação entre grandezas lineares e grandezas angulares.



MCU (movimento circular uniforme)

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

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

MCUV (movimento circular uniformemente variado)

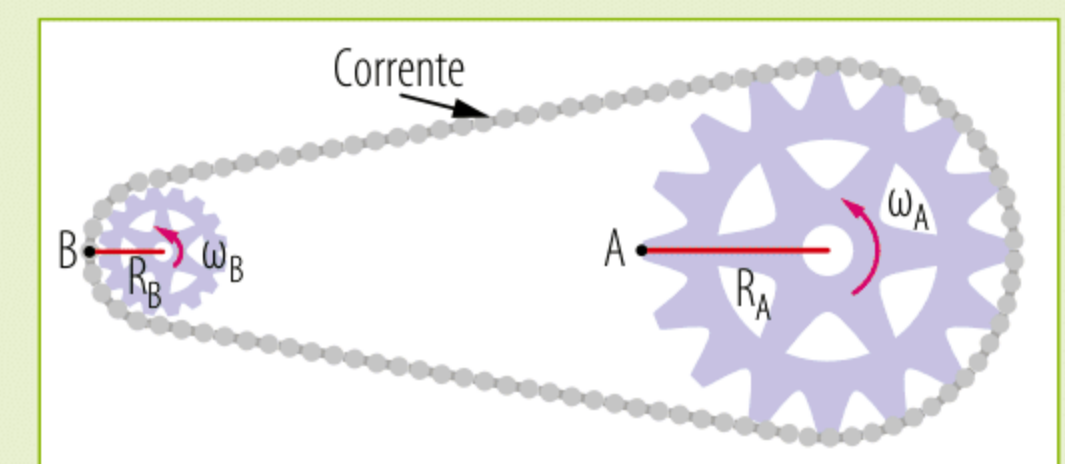
Função horária da velocidade angular: $\omega = \omega_0 + \gamma t$

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

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

Transmissão de movimento circular

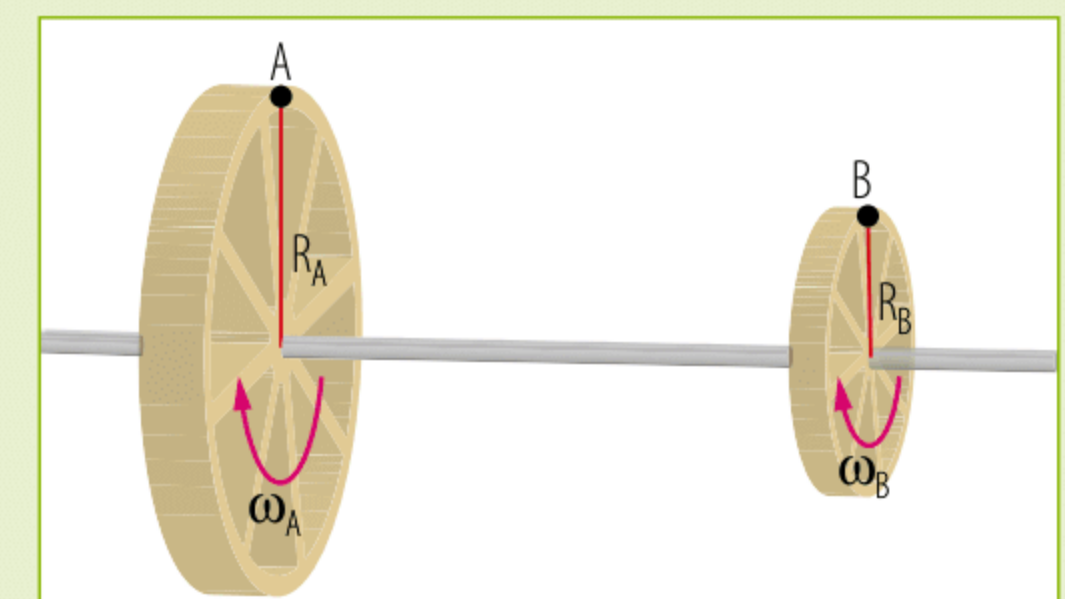
Correia comum a duas rodas A e B



Catraca e coroa unidas por uma corrente comum.

$v_A = v_B$

Eixo de rotação comum a duas rodas



Duas 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

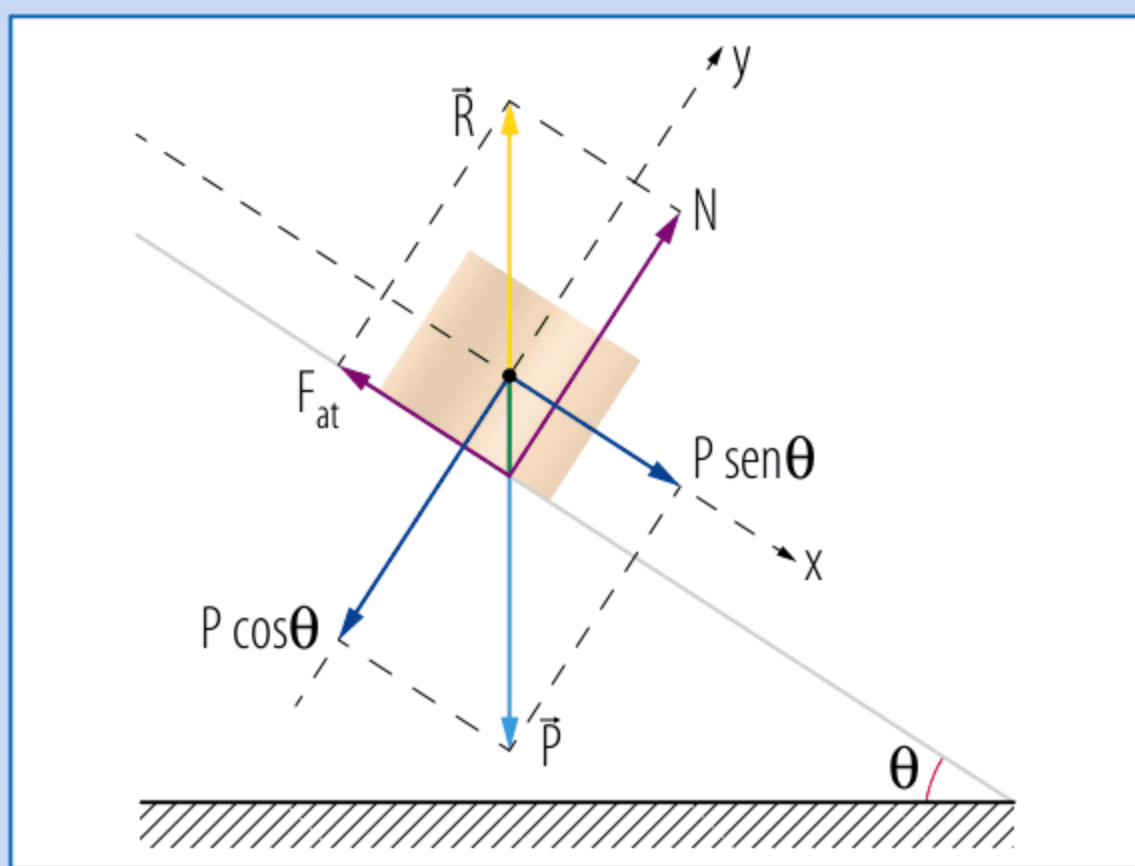
Contrária ao movimento:

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

$$\mu_e > \mu_d$$

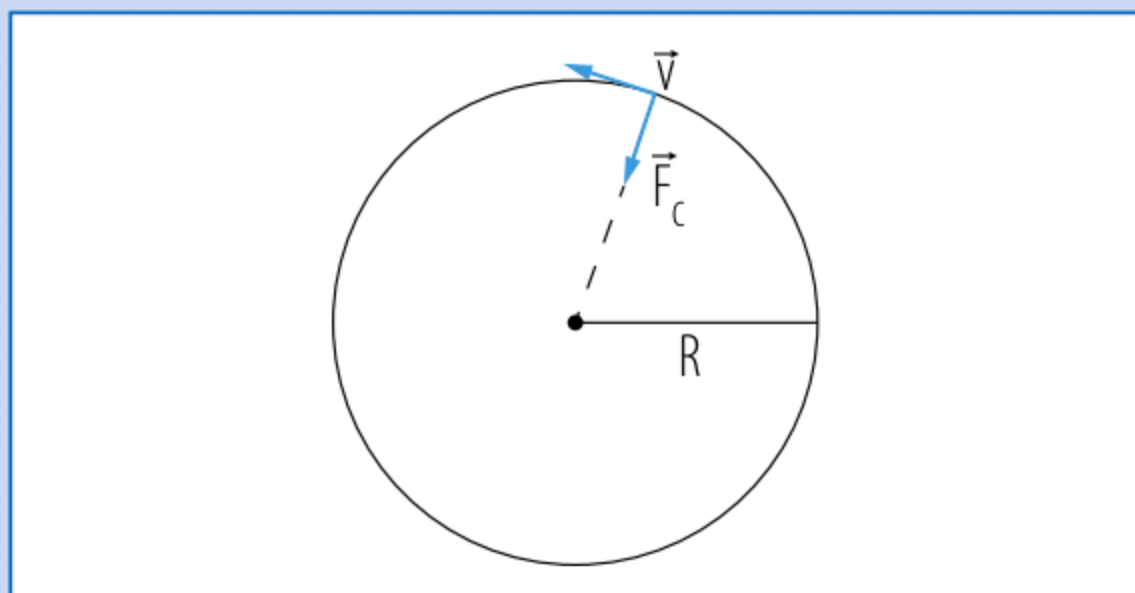
$$0 \leq F_{at,e} \leq \mu_e N$$

Plano inclinado



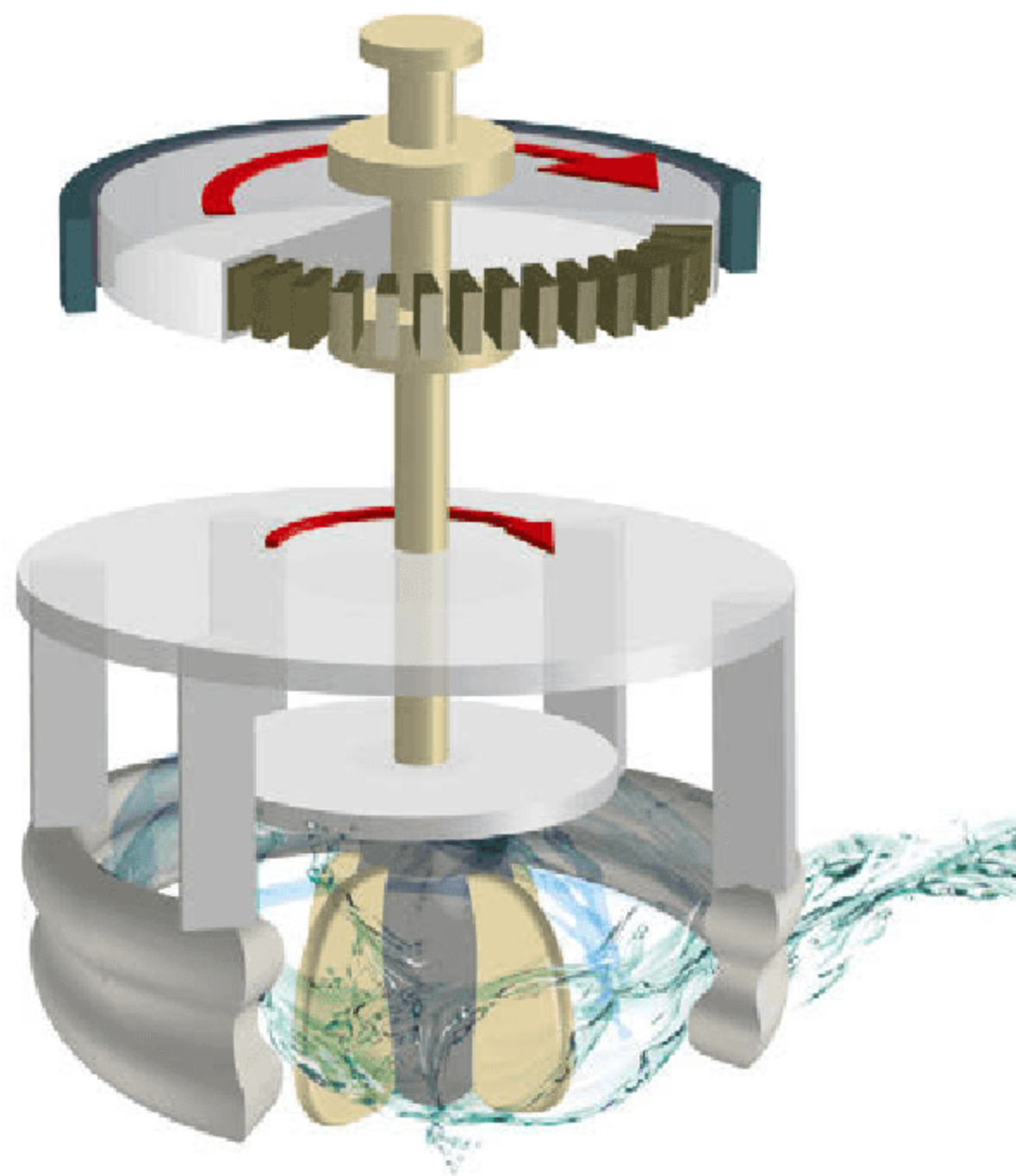
Força normal no plano inclinado: $N = P \cos \theta$

Dinâmica do movimento circular

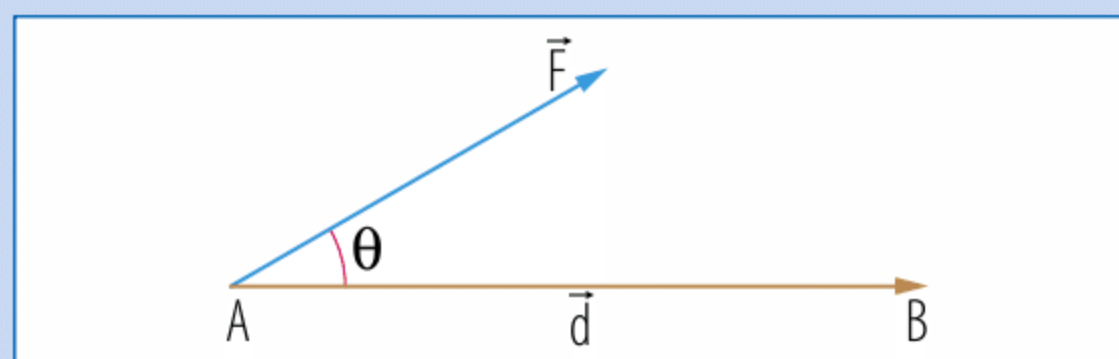


Aceleração centrípeta: $|\vec{a}_{cp}| = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R$

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.

$$W = \pm mg \Delta h$$

Trabalho da força peso: $+$ \rightarrow o corpo desce
 $-$ \rightarrow o corpo sobe

Trabalho da força elástica: $|W| = \frac{kx^2}{2}$

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: $E_{p,el} = \frac{kx^2}{2}$

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: $\vec{I} = \vec{F} \Delta t$

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

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: $e = 1$

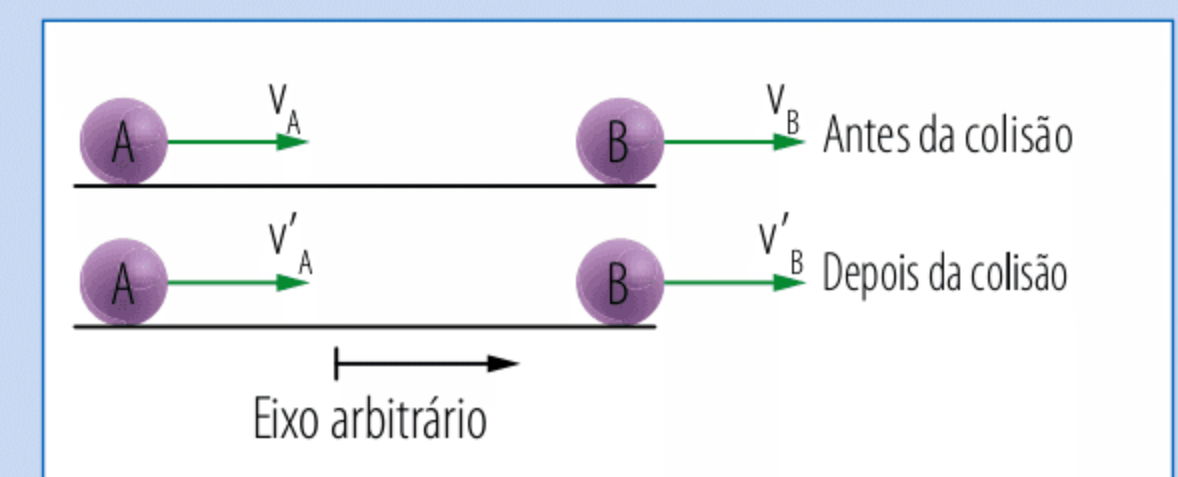
Colisão inelástica

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

Colisão parcialmente elástica

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

Casos particulares:



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

Se $m_A \gg m_B \rightarrow v'_A \approx v_A$ e $v'_B \approx 2v_A - v_B$

Centro de massa

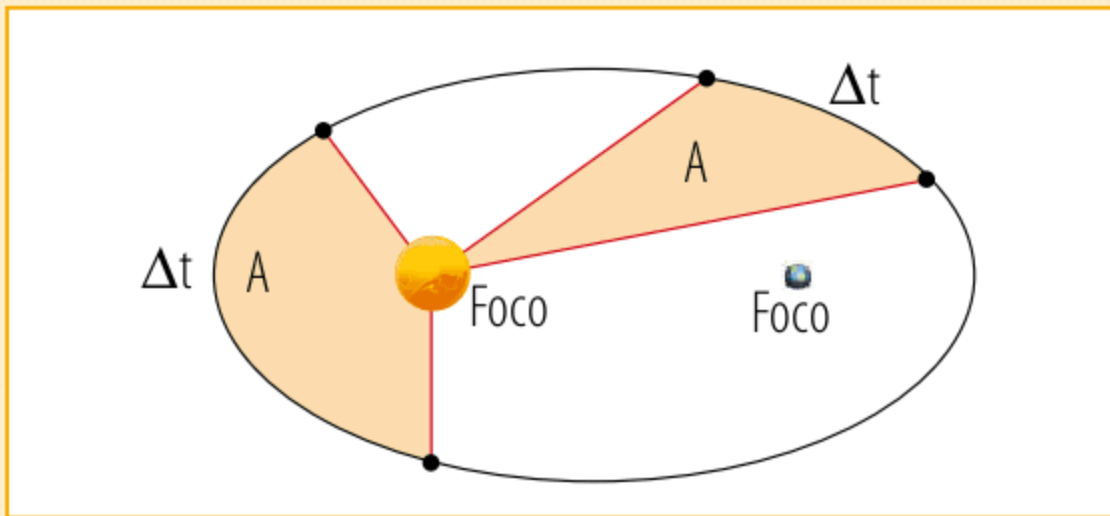
Posição: $x_{CM} = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2 + \dots + m_n x_n}{m_1 + m_2 + \dots + m_n}$

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 tempos iguais.



3ª: Lei dos períodos: $\frac{R^3}{T^2} = \text{cte}$

Lei da gravitação universal

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

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

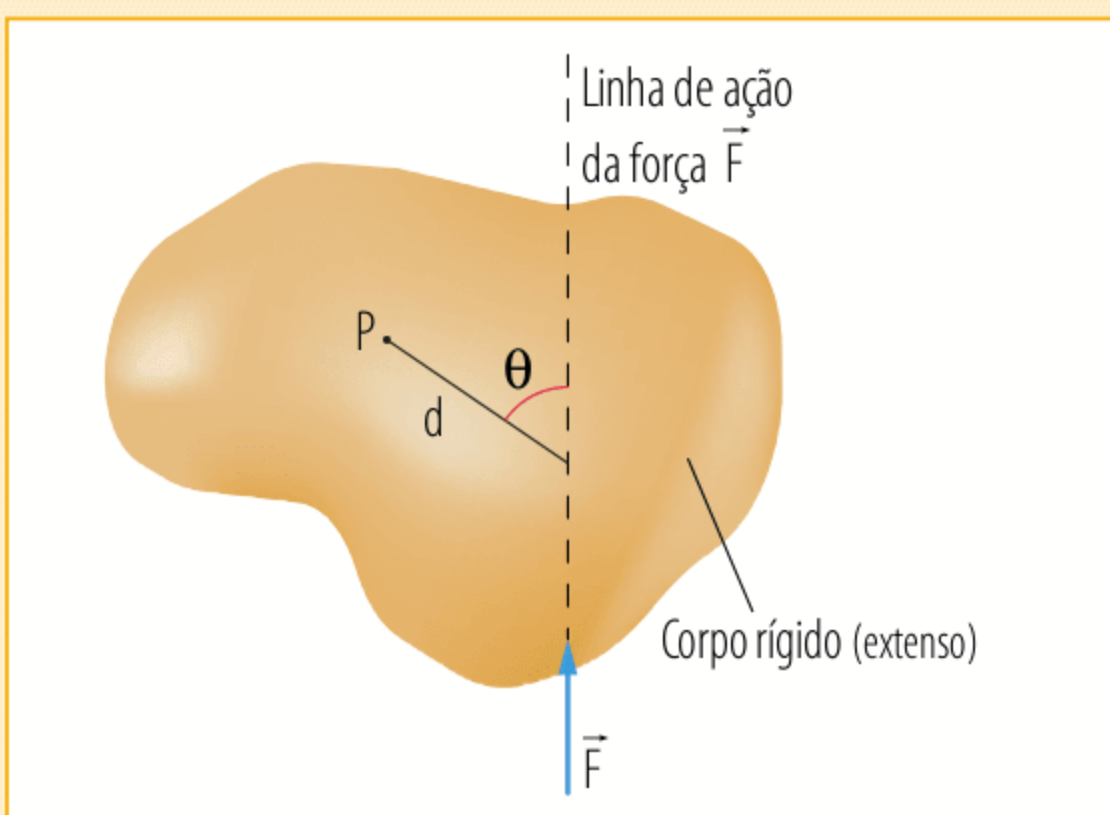
Velocidade de escape: $v_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$

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

Estática da partícula

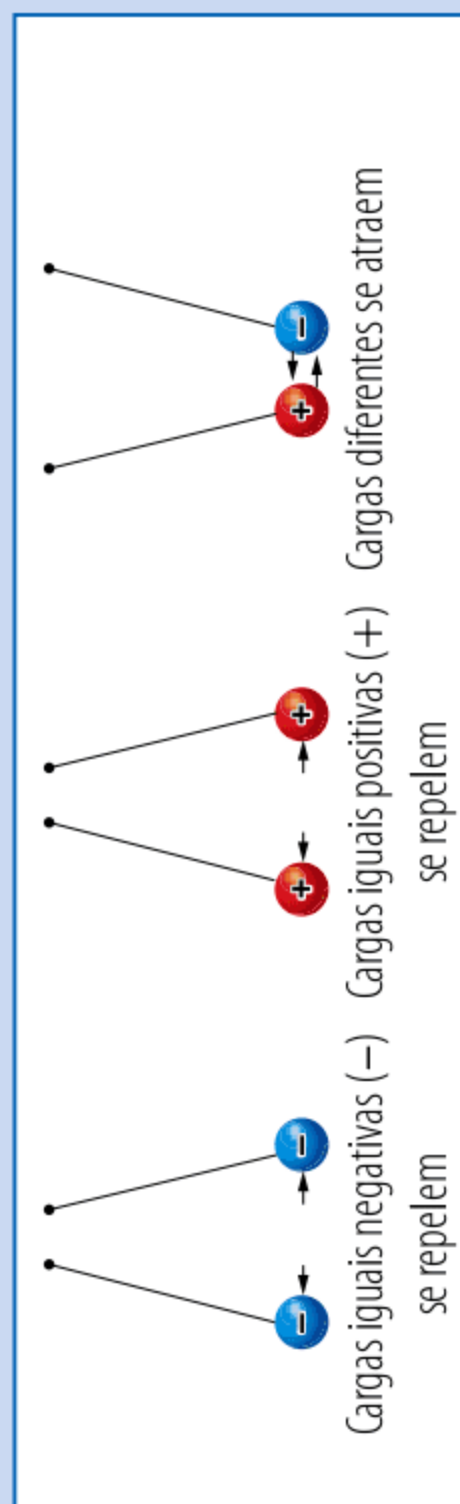
Momento de uma força: $|\vec{M}| = F d \sin \theta$

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

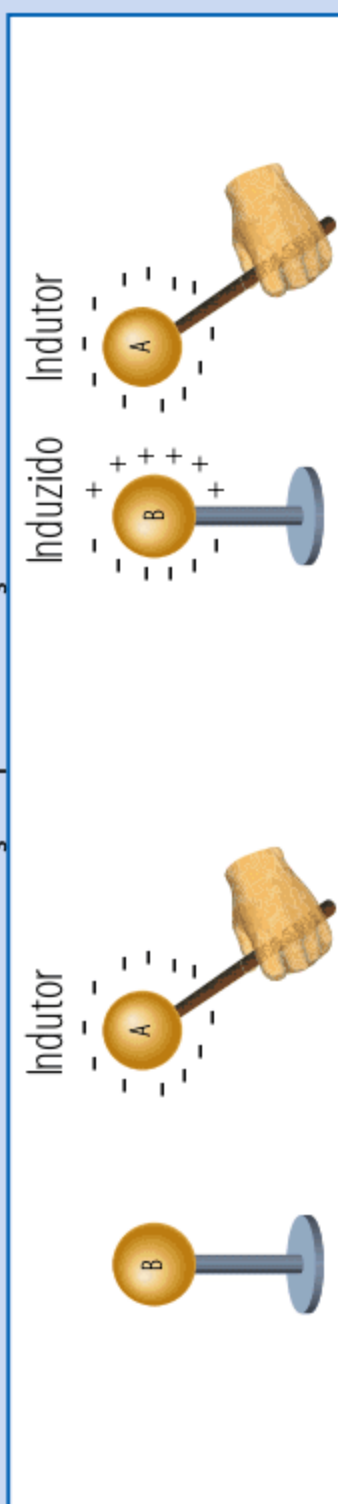


Equilíbrio translacional: $\sum \vec{F} = \vec{0}$

Eletrostática



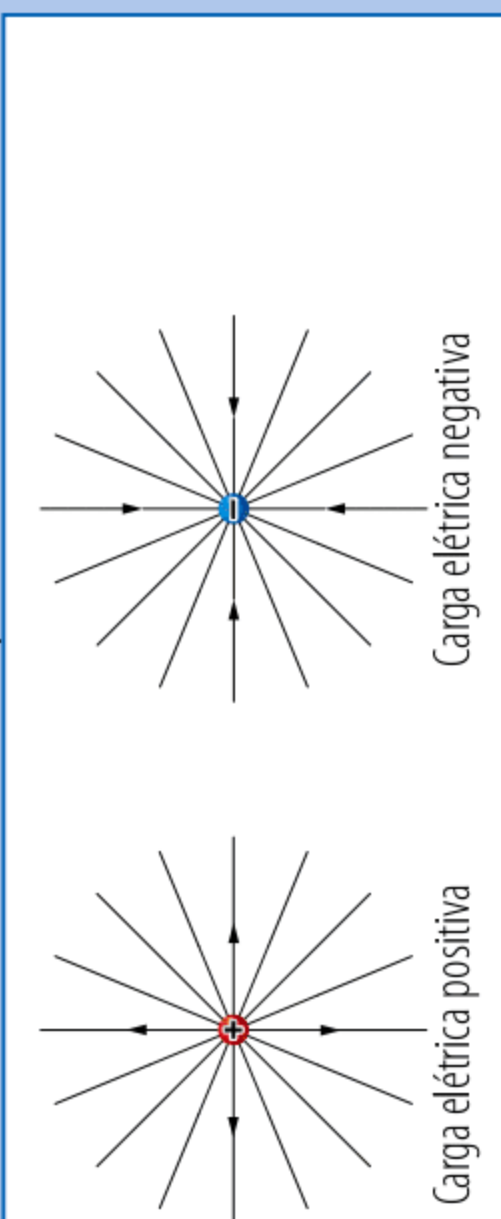
Eletrização por indução:



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

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

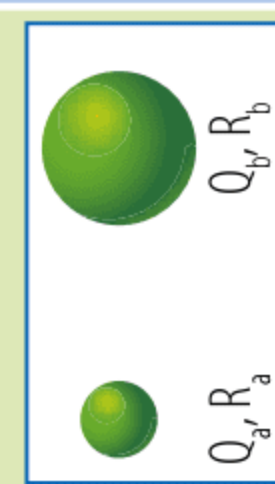
Linhas de campo:



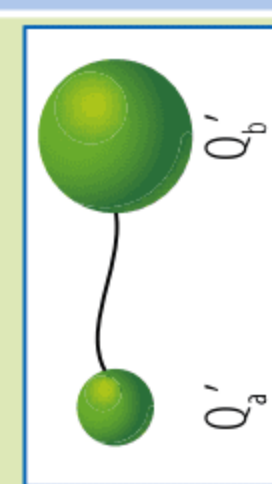
Potencial elétrico no interior de um condutor carregado: $V_{int} = \text{cte}$

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



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

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

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: $E_p = \frac{KQq}{d}$

