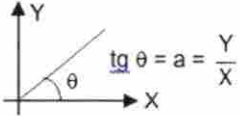
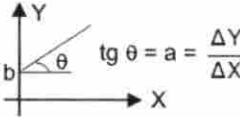
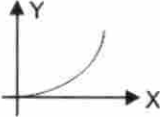
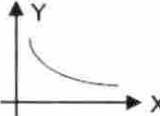
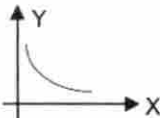


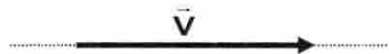
RELAÇÃO	REPRESENTAÇÃO	COMPORTAMENTO	FUNÇÃO	GRÁFICO	EXEMPLOS										
Proporção Direta	$Y \propto X$	$X \rightarrow Y$ $2.X \rightarrow 2.Y$ $\frac{X}{3} \rightarrow \frac{Y}{3}$	$Y = a \cdot X$		$F_R = m \cdot a \rightarrow F_R \propto a$ $V = R \cdot i \rightarrow V \propto i$ $v = \lambda \cdot f \rightarrow v \propto \lambda$										
Varição Linear	$Y : X$	<table border="0"> <tr> <td>Y</td> <td>5</td> <td>10</td> <td>15</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> </table>	Y	5	10	15	20	X	0	1	2	3	$Y = a \cdot X + b$		$v = v_0 + a \cdot t$ $x = x_0 + v \cdot t$ $P = P_A + d \cdot g \cdot h$
Y	5	10	15	20											
X	0	1	2	3											
Proporção Quadrática	$Y \propto X^2$	$X \rightarrow Y$ $2.X \rightarrow 4.Y$ $\frac{X}{3} \rightarrow \frac{Y}{9}$	$Y = a \cdot X^2$		$P = R \cdot i^2 \rightarrow P \propto i^2$ $E_C = \frac{m \cdot v^2}{2} \rightarrow E_C \propto v^2$										
Proporção Inversa	$Y \propto \frac{1}{X}$	$X \rightarrow Y$ $2.X \rightarrow \frac{Y}{2}$	$Y = \frac{a}{X}$		$P = \frac{V^2}{R} \rightarrow P \propto \frac{1}{R}$										
Proporção Inversa Quadrática	$Y \propto \frac{1}{X^2}$	$X \rightarrow Y$ $2.X \rightarrow \frac{Y}{4}$	$Y = \frac{a}{X^2}$		$E = k \frac{Q}{d^2} \rightarrow E \propto \frac{1}{d^2}$										

VETORES

Grandezas físicas ESCALARES: são aquelas que ficam perfeitamente definidas quando conhecemos apenas seu valor numérico e a correspondente unidade. Exemplos: massa, tempo, energia, etc.

Grandezas físicas VETORIAIS: são aquelas que NÃO ficam perfeitamente definidas apenas por seus valores e unidades, ou seja, por seus módulos, necessitando de um ente matemático, denominado VETOR para ser definida. Exemplos: velocidade, força, campo elétrico, etc.

Vetor (\vec{V}) é um conjunto de três elementos (MÓDULO, DIREÇÃO e SENTIDO), representado por um segmento de reta orientado.



- \vec{V} {
- Módulo** (V ou $|\vec{V}|$): indica a intensidade da grandeza. (NÚMERO + UNIDADE). O módulo de um vetor é o comprimento desse vetor.
 - Direção:** é a reta suporte do vetor. (Ex.: horizontal, vertical, etc.). Para que dois ou mais vetores possuam MESMA DIREÇÃO é necessário e suficiente que sejam PARALELOS entre si.
 - Sentido:** é a orientação do vetor. (Ex.: p/esquerda, p/direita, etc.). O SINAL (+ ou -) em uma grandeza vetorial tem como exclusiva finalidade diferenciar as duas orientações possíveis de um vetor para determinada direção.

Vetores iguais são aqueles que possuem mesmo módulo, mesma direção e mesmo sentido.

Vetores opostos são os que possuem mesmo módulo, mesma direção e sentidos opostos.

$$\left. \begin{aligned} \vec{U} &= k \cdot \vec{V} \\ \vec{U} &= \frac{\vec{V}}{k} \end{aligned} \right\}$$

módulo: $U = |k| \cdot V$ e $U = \frac{V}{|k|}$

direção: a mesma de \vec{V} .

sentido: • se $k > 0$: o sentido de \vec{U} é o MESMO de \vec{V} .

• se $k < 0$: o sentido de \vec{U} é OPOSTO ao de \vec{V} .

O **vetor resultante** \vec{V}_R é o vetor resultado de uma soma vetorial. É aquele vetor que em substituição a n vetores provoca o mesmo efeito desses.

$$\vec{V}_R = \vec{V}_1 + \vec{V}_2 + \vec{V}_3 + \dots + \vec{V}_n = \Sigma \vec{V}_n$$

Distância (d): espaço percorrido pela partícula durante o movimento.

Deslocamento ($\Delta\vec{X}$): vetor que informa a variação da posição ocupada por uma partícula (em relação a um mesmo referencial) durante o movimento.

Velocidade instantânea (\vec{V}): é o vetor velocidade (MÓDULO, DIREÇÃO e SENTIDO) em cada instante de tempo do movimento.

O vetor \vec{V} é sempre tangente a trajetória.



Velocidade média:

velocidade escalar média	velocidade vetorial média
$v_M = \frac{d}{\Delta t}$	$\vec{v}_M = \frac{\Delta\vec{X}}{\Delta t}$

Atenção !

$$v_M = \frac{v_0 + v_F}{2}$$

Apenas para M.U.V.

Aceleração (\vec{a}): grandeza vetorial que informa como varia o vetor velocidade \vec{V} em função do tempo.

$$\Delta\vec{V} = 0 \xrightarrow{\vec{F}_R = 0} \vec{a} = 0$$

REPOUSO
MRU ($\vec{V} = \text{constante}$)

$$\Delta\vec{V} \neq 0 \xrightarrow{\vec{F}_R \neq 0} \vec{a} \neq 0$$

TANGENCIAL
NORMAL

ACELERAÇÃO TANGENCIAL - mostra a variação no **módulo** do vetor velocidade por unidade de tempo.

$$\vec{a} = \frac{\Delta\vec{V}}{\Delta t}$$

Unidade: $\frac{\text{m}}{\text{s}^2} = \frac{\text{m/s}}{\text{s}}$

$$\vec{a}_{\text{TANGENCIAL}} // \vec{V}$$

\vec{a} e \vec{V} com mesmo sentido: aumento no módulo da \vec{V} (*movimento acelerado*)

\vec{a} e \vec{V} com sentidos opostos: redução no módulo da \vec{V} (*movimento retardado*)

ACELERAÇÃO NORMAL (OU CENTRÍPETA) - mede a variação da **direção** da velocidade em relação ao tempo movimento em trajetória curva).

$$a = \frac{v^2}{R}$$

$$\vec{a}_{\text{NORMAL}} \perp \vec{V}$$

orientado para o centro de curvatura da trajetória.

MRU - Movimento Retilíneo Uniforme.

$$\vec{v} = \text{constante} \quad \vec{a} = 0$$

$$\Delta X = V \cdot \Delta t$$

Velocidade relativa (V_R):

Velocidades com mesmo sentido : $V_R = V_B - V_A$

Velocidades com sentidos opostos : $V_R = V_A + V_B$

$$d = V_R \cdot \Delta t$$

d - distância entre os móveis

V_R - velocidade relativa entre os móveis

Δt - intervalo de tempo

MRUV - Movimento Retilíneo Uniformemente Variado

\vec{v} = variável
(módulo varia uniformemente com o tempo)

\vec{a} = constante
 $\vec{a} = \vec{a}_t$ ($\vec{a}_t \neq 0$ e $\vec{a}_n = 0$)

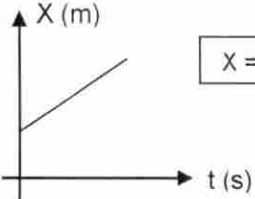
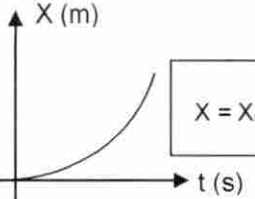
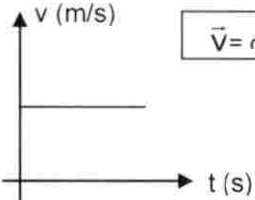
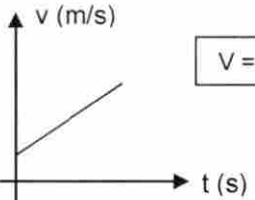
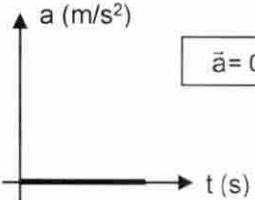
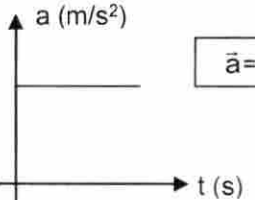
$$a = \frac{\Delta V}{\Delta t}$$

$$v_M = \frac{\Delta X}{\Delta t}$$

$$v_M = \frac{V_0 + V}{2}$$

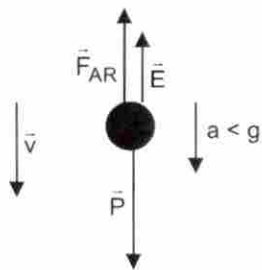
$$\Delta X = V_0 \cdot \Delta t + \frac{a \cdot \Delta t^2}{2}$$

$$V^2 = V_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta X$$

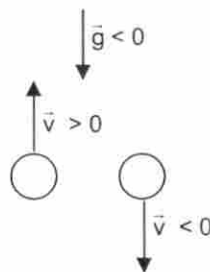
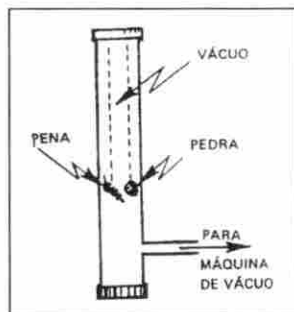
GRÁFICO	MRU	MRUV
X x t	 <p>$X = X_0 + v \cdot t$</p> <p>$\text{tg } \theta = v$</p>	 <p>$X = X_0 + v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2}$</p>
v x t	 <p>$\vec{v} = \text{constante}$</p> <p>$\text{tg } \theta = a$</p> <p>área = ΔX</p>	 <p>$V = V_0 + a \cdot t$</p>
a x t	 <p>$\vec{a} = 0$</p> <p>área = ΔV</p>	 <p>$\vec{a} = \text{constante}$</p>

QUEDA REAL → AR

- Movimento retilíneo com aceleração variável.
- Se $F_{AR} + E = P$ → MRU


QUEDA IDEAL → VÁCUO → MQL (Movimento de Queda Livre) → MRUV

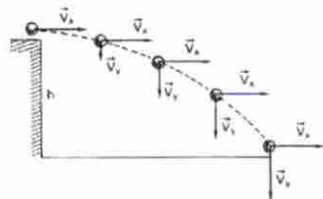
"No vácuo e em um mesmo local, todos os corpos caem igualmente rápidos, isto é, sob ação de uma mesma aceleração (aceleração gravitacional), independente de suas massas."



$$\Delta X = v_0 \cdot \Delta t + \frac{a \cdot \Delta t^2}{2}$$

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

aceleração gravitacional : $g \approx 10 \text{ m/s}^2$
(atenção com sinais quando envolver subida)

LANÇAMENTO HORIZONTAL → VÁCUO → $\vec{a} = \vec{g}$

HORIZONTAL ⇒ MRU

$$\vec{V}_X = \text{constante} = \vec{V}_X$$

$$\Delta X = V_0 \cdot \Delta t$$

VERTICAL ⇒ MQL (MRUV)

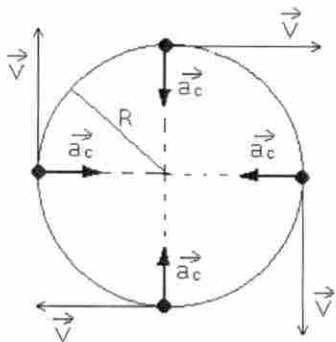
$$\vec{a}_{\text{vertical}} = \vec{g} = \text{constante}$$

$$\vec{V}_{0Y} = 0 \quad \text{e} \quad V_Y = \text{aumenta}$$

$$h = \frac{g \cdot \Delta t^2}{2}$$

MCU - MOVIMENTO CIRCULAR UNIFORME

Um ponto material realiza MCU quando a sua trajetória é circular e o módulo da sua velocidade é constante.



PERÍODO (T): Tempo de uma rotação. [s] $T = \frac{\Delta t}{n}$

FREQUÊNCIA (f): Número de rotações efetuadas na unidade de tempo. [Hz] $f = \frac{n}{\Delta t}$

VELOCIDADE TANGENCIAL (\vec{V}): É o vetor velocidade instantânea. [m/s]. $V = \frac{\Delta l}{\Delta t}$

VELOCIDADE ANGULAR ($\vec{\omega}$): $\omega = \frac{\Delta \theta}{\Delta t}$ (rad/s)

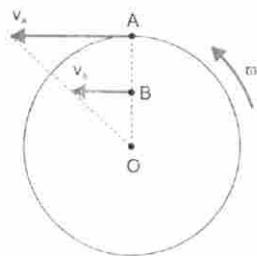
ACELERAÇÃO CENTRÍPETA (\vec{a}_c): Associado a variação na direção do vetor vel. tangencial. [m/s²] $a_c = \frac{v^2}{R} = \omega^2 \cdot R$

RELAÇÕES:

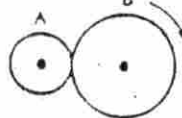
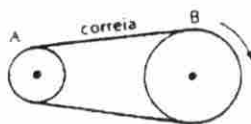
$$T = \frac{1}{f} \text{ e } f = \frac{1}{T}$$

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$$

$$v = \omega \cdot R$$



$$\begin{aligned} T_A &= T_B \\ f_A &= f_B \\ \omega_A &= \omega_B \\ R_A &> R_B \\ v_A &> v_B \\ a_{cA} &> a_{cB} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \mathbf{V_A = V_B} & \text{ (periferia das polias)} \\ R_A &< R_B \\ T_A &< T_B \\ f_A &> f_B \\ \omega_A &> \omega_B \\ a_{cA} &> a_{cB} \end{aligned}$$

Força resultante (\vec{F}_R) \rightarrow Faz variar o vetor velocidade $\rightarrow \vec{F}_R = \Sigma \vec{F}_n$

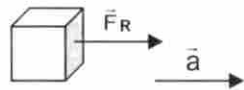
1ª Lei de Newton: Princípio da Inércia

INÉRCIA \rightarrow Tendência natural que um corpo apresenta de resistir a variações em sua velocidade. A massa é a constante característica do corpo que mede a sua inércia.

" Um corpo em que resultante das forças que atua é nula ($\vec{F}_R = 0$) encontra-se em repouso ou em MRU.
Para abandonar qualquer um desses estados deve atuar sobre o corpo uma força resultante externa ($\vec{F}_R \neq 0$)."

2ª Lei de Newton: Princípio fundamental da dinâmica

$$\vec{F}_R \neq 0 \rightarrow \vec{a} \neq 0 \rightarrow \Delta \vec{v} \neq 0$$



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

$$[\text{kg} \cdot \text{m/s}^2] = [\text{kg}] \cdot [\text{m/s}^2] = \text{newton (N)}$$

- \vec{a} mesma direção e mesmo sentido de \vec{F}_R .
- massa constante $\rightarrow \vec{F}_R = \text{constante} \rightarrow \vec{a} = \text{constante}$ (MRUV)
- $F_R = \text{constante} \rightarrow a \propto \frac{1}{m}$

3ª Lei de Newton: Princípio da "Ação e Reação"

"Sempre que um corpo sofre ação de uma força (\vec{F}_{BA}), esse reage à força sofrida exercendo no agente da força que sobre ele atua, uma força de reação (\vec{F}_{AB}), de mesmo módulo e direção da força \vec{F}_{BA} e de sentido oposto".

Peso (\vec{P}): É a força de atração gravitacional exercida por um planeta sobre um corpo. $P = m \cdot g$

Aponta para o centro de massa do planeta. A reação \vec{P}' a força peso \vec{P} é exercida pelo corpo de massa m sobre o planeta que exerce o peso e aplicada no centro de massa do planeta.

Força Normal (\vec{N}): É a reação de uma superfície a toda e qualquer força que atue perpendicularmente sobre ela.

A \vec{N} é sempre exercida de forma perpendicular à superfície e possui mesmo módulo da força que sobre ela atua. A \vec{N} **não** é a reação à força peso.

Força de atrito: Oposição de uma superfície qualquer ao deslizamento sobre ela.

ATRITO: Interpenetrações em nível microscópico entre duas superfícies sólidas e em contato.

→ FORÇA DE ATRITO ESTÁTICA (\vec{F}_E): Exercida pela superfície quando há tendência ao deslizamento sobre ela. Seu módulo é variável, estando sempre a equilibrar as forças que tendem a colocar o corpo em movimento de deslizamento sobre a superfície, impedindo seu início.

$F_{AE} = F$ onde F é o módulo da força que tende a fazer o corpo deslizar sobre a superfície.

→ FORÇA DE ATRITO ESTÁTICA MÁXIMA (\vec{F}_{AEM}): Valor limite da força de atrito estática. Quando F ultrapassa o valor da \vec{F}_{AEM} tem início o deslizamento do corpo sobre a superfície.

$F_{MAX} = F_N \cdot \mu_E$ μ_E - coeficiente de atrito estático: informa o grau das interpenetrações entre as superfícies quando não há deslizamento entre elas.

→ FORÇA DE ATRITO CINÉTICA (\vec{F}_{AC}): Atua sobre o corpo quando há deslizamento sobre a superfície. Possui sentido contrário ao do deslizamento.

$F_{AC} = F_N \cdot \mu_C$ μ_C - coeficiente de atrito cinético: informa o grau das interpenetrações entre as superfícies quando há deslizamento entre elas. **IMPORTANT!** $\mu_C < \mu_E$

Tensão (ou Tração): é a força aplicada ou transmitida através de cabos (cordas, fios, linhas, etc.).

Importante! O módulo da tensão em todos os pontos de uma corda tracionada é o mesmo.

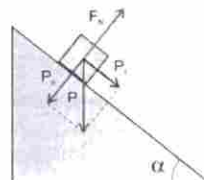
- Sistema em equilíbrio: $\vec{F}_R = 0$
- Sistema acelerado: aceleração do sistema $\rightarrow \vec{F}_R = m \cdot \vec{a}$ no sistema
tensão na corda $\rightarrow \vec{F}_R = m \cdot \vec{a}$ em um corpo

Plano Inclinado: Superfície plana inclinada θ graus em relação à horizontal.

Decomposição vetorial de $\vec{P} \Rightarrow \vec{P} = \vec{P}_X + \vec{P}_Y$

$$P_X = P \cdot \text{sen } \theta$$

$$P_Y = P \cdot \text{cos } \theta$$

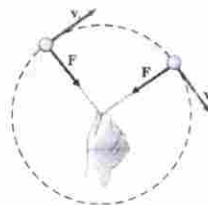


Força Centrípeta (\vec{F}_C): É como denominamos a resultante das forças responsável pela variação na direção do vetor velocidade (*trajetória curvilínea*). É importante lembrar que a força centrípeta não é uma força a mais no sistema, mas sim a resultante das “n” forças do sistema.

- Módulo de \vec{F}_C : $F_C = \frac{m \cdot v^2}{R}$

- Direção de \vec{F}_C : é perpendicular ao vetor velocidade.

- Sentido de \vec{F}_C : aponta para o centro da trajetória curvilínea.



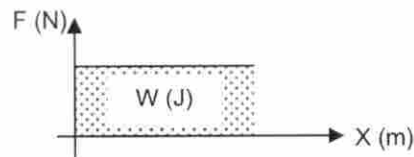
Trabalho mecânico (W ou τ ou T) - Uma força realiza trabalho mecânico quando desloca na sua direção.

$$W = F \cdot \Delta X \cdot \cos \theta \rightarrow \text{para força constante}$$

TRABALHO MOTOR - $W > 0$: $0^\circ \leq \theta < 90^\circ$

TRABALHO RESISTENTE - $W < 0$: $90^\circ < \theta \leq 180^\circ$

TRABALHO NULO - $W = 0$: $\theta = 90^\circ$



Potência mecânica (P) - Informa a rapidez com que se realiza um trabalho.

UNIDADE: [S.I.] J / s = watt (W)

$$P = \frac{W}{\Delta t} = F \cdot v$$

Energia cinética (E_c) -

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

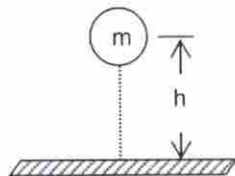
TEOREMA DO TRABALHO E VARIAÇÃO DA ENERGIA CINÉTICA

$$F_R \cdot \Delta X \cdot \cos \theta \quad \leftarrow \quad \boxed{W_{(F_R)} = \Delta E_C} \quad \rightarrow \quad E_{C_f} - E_{C_0} = \frac{m}{2} (v_f^2 - v_0^2)$$

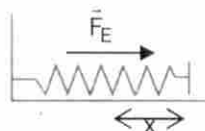
$\text{Área}_{(F \cdot X)}$ ΣW_n

Energia potencial gravitacional (E_G) - Uma massa possui energia potencial gravitacional em relação a um nível qualquer quando possui altura (h) em relação à esse nível.

$$E_G = m \cdot g \cdot h$$



Energia potencial elástica (E_E) - Energia armazenada em um sistema elástico qualquer que se encontre deformado.



$$F_E = k \cdot X$$

$$E_E = \frac{k \cdot X^2}{2}$$

X - deformação (m)
 k - constante elástica (N/m)
 F_E - força elástica (N)
 E_E - energia potencia elástica

Princípio da conservação da energia mecânica total (E) de um sistema

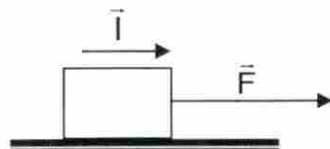
SISTEMA CONSERVATIVO → Energia mecânica total constante → $E = E_C + E_P = \text{constante}$

SISTEMA DISSIPATIVO → Energia mecânica total reduz → $E = E_C + E_P = \text{reduz}$

FORÇAS CONSERVATIVAS	FORÇAS DISSIPATIVAS
Ao realizarem trabalho não dissipam energia mecânica.	Ao realizarem trabalho dissipam energia mecânica.
Ex. : peso, força elétrica, ...	Ex. : força de atrito cinética, ...
trabalho independe da trajetória.	trabalho depende da trajetória.
$W_{\text{CONSERVATIVAS}} = \Delta E_{\text{POTENCIAL}}$	$W_{\text{DISSIPATIVAS}} = \Delta E_{\text{MECÂNICA TOTAL}}$

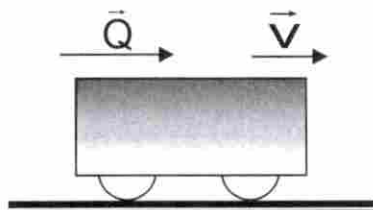
Impulso - Uma força \vec{F} provoca um impulso \vec{I} sobre um corpo quando durante o intervalo de tempo Δt em que atuar sobre o corpo fizer variar sua velocidade.

$$\vec{I} = \vec{F} \cdot \Delta t \quad (F = \text{constante})$$



- O vetor impulso \vec{I} possui mesma direção e sentido do vetor força \vec{F} .
- A área do gráfico $F \times t$ fornece o impulso.

Quantidade de movimento linear ou **momento linear** (\vec{Q})



$$\vec{Q} = m \cdot \vec{v} \quad \left\{ \begin{array}{l} m - \text{massa (kg)} \\ v - \text{velocidade (m/s)} \\ Q - \text{momento linear (kg.m/s)} \end{array} \right.$$

\vec{Q} e \vec{v} possuem mesma direção e sentido.

$$\vec{F}_R = 0 \rightarrow \vec{a} = 0 \rightarrow \Delta \vec{v} = 0 \rightarrow \vec{I}_R = \Delta \vec{Q} = 0$$

$$\vec{F}_R \neq 0 \rightarrow \vec{a} \neq 0 \rightarrow \Delta \vec{v} \neq 0 \rightarrow \vec{I}_R = \Delta \vec{Q} \neq 0$$

Relação IMPULSO - QUANTIDADE de MOVIMENTO LINEAR: $\vec{I}_{\vec{F}_R} = \Delta \vec{Q}$

Princípio da conservação da quantidade de movimento linear de um sistema

$$\vec{Q}_{(\text{SISTEMA})} = \text{constante} \Rightarrow \vec{F}_{R(\text{EXTERNAS})} = 0$$

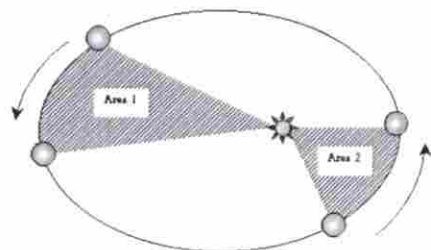
TIPO	QUANTIDADE MOVIMENTO DO SISTEMA	ENERGIA CINÉTICA DO SISTEMA	OBSERVAÇÃO
CHOQUE ELÁSTICO	$\vec{Q} \text{ (antes)} = \vec{Q} \text{ (depois)}$	conservação de energia $E_{C(\text{antes})} = E_{C(\text{depois})}$	não ocorrem deformações permanentes durante a colisão.
CHOQUE INELÁSTICO		dissipação parcial $E_{C(\text{antes})} > E_{C(\text{depois})}$	ocorrem deformações permanentes durante a colisão.
CHOQUE COMPLETAMENTE INELÁSTICO		dissipação máxima $E_{C(\text{antes})} > E_{C(\text{depois})}$	ocorre máxima dissipação de energia durante a colisão, que pode ser total ou não. Os corpos permanecem unidos após a colisão.

Lei da Gravitação Universal: $F = G \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$

1ª Lei de Kepler “Qualquer planeta gira em torno do Sol, descrevendo uma órbita elíptica, da qual o Sol ocupa um dos focos”.

2ª Lei de Kepler “A reta que une um planeta ao Sol ‘varre’ áreas iguais em tempos iguais”.

3ª Lei de Kepler “O quadrado dos períodos das órbitas dos planetas (T^2) são diretamente proporcionais ao cubo dos raios médios (R^3)”.



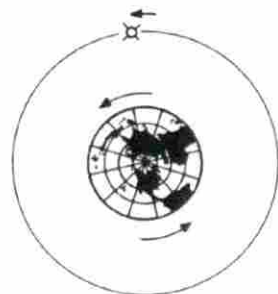
Movimento de satélites

$$F_{\text{Centrípeta}} = F.A.G = G \frac{M \cdot m}{r^2}$$

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

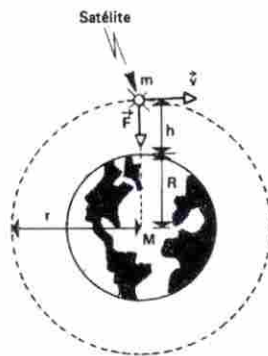
SATÉLITE ESTACIONÁRIO: Observe que este período é igual ao período de rotação da Terra; e isto torna este satélite muito importante. Como ele está **situado no plano do equador terrestre** e gira junto com a Terra, gastando ambos o mesmo tempo para dar uma volta, o **satélite parecerá estar parado para um observador na Terra**. É isto o que ocorre com os satélites tão usados modernamente em telecomunicações.

Aceleração gravitacional (gravidade)



Aceleração gravitacional (gravidade)

- módulo de \vec{g} : $g = G \frac{M}{r^2}$
- direção de \vec{g}
reta que une o ponto ao c.m. do planeta.
- sentido de \vec{g}
aponta p/ o centro de massa do planeta.



Pressão (P)

UNIDADES: [S.I.] $\text{N/m}^2 = \text{Pascal (Pa)}$

[práticas] atmosfera (atm)
cm de mercúrio (cmHg)
mm de mercúrio (mmHg)

$$P = \frac{F}{S}$$

$$1 \text{ atm} = 76 \text{ cmHg} = 760 \text{ mmHg} \approx 1 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

Teorema de Stevin

Pressão no interior de um fluido em equilíbrio:

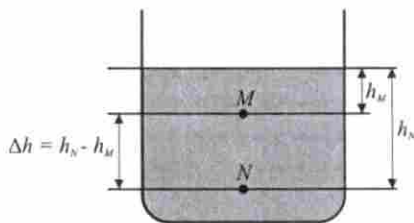
$$P = P_A + d \cdot g \cdot h$$

$$(\text{N/m}^2) = (\text{N/m}^2) + (\text{kg/m}^3) \cdot (\text{m/s}^2) \cdot (\text{m})$$

Gráfico P x h

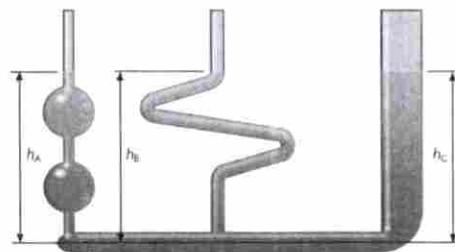


Diferença de pressão entre dois pontos



$$P_N - P_M = d \cdot g \cdot \Delta h$$

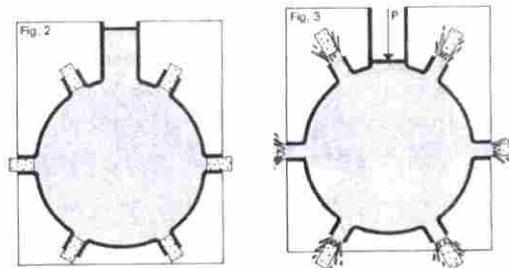
Vasos comunicantes:



$$P_A = P_B = P_C$$

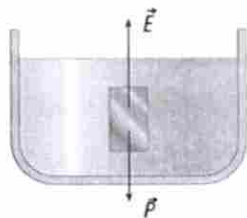
Teorema de Pascal

“A pressão aplicada em um ponto qualquer de um fluido transmite-se integralmente a todas os pontos deste fluido e das paredes do recipiente que o contém”.



Princípio de Arquimedes

Um fluido em equilíbrio age sobre um corpo nele imerso (*parcial ou totalmente*) com uma força vertical, orientada de baixo para cima, denominada EMPUXO, aplicada no centro de gravidade do volume de fluido deslocado, cuja intensidade é igual ao peso do volume de fluido deslocado.



$$P_C = m_C \cdot g = d_C \cdot V_C \cdot g$$

$$E = m_L \cdot g = d_L \cdot V_L \cdot g$$

$$d_C > d_L \xrightarrow{V_L = V_C} P_C > E \quad (\text{corpo afunda})$$

$$d_C = d_L \xrightarrow{V_L = V_C} P_C = E \quad (\text{equilíbrio no interior do fluido})$$

$$d_C < d_L \xrightarrow{V_L = V_C} P_C < E \quad (\text{corpo emergindo})$$

$$\xrightarrow{V_L < V_C} P_C = E \quad (\text{corpo boiando})$$

ELETROSTÁTICA - INTRODUÇÃO

Classificação de substâncias quanto à condutibilidade elétrica:

CONDUTORES - número elevado de elétrons livres. *Exemplo*: metais em geral.

SEMI-CONDUTORES - categoria intermediária existente entre os condutores e os isolantes. *Exemplo*: silício.

ISOLANTES - possuem número de elétrons livres muito reduzido. *Exemplo*: borracha, plástico, etc.

SUPERCONDUTORES - certas cerâmicas tradicionalmente classificadas como isolantes, que quando submetidas a temperaturas na ordem de -150°C tornam-se melhores condutores que os próprios metais.

Estado elétrico de um corpo: **NEUTRO** - igualdade no número de prótons e de elétrons. ($p = e$)

CARREGADO POSITIVAMENTE - Tem falta de elétrons. ($p > e$)

CARREGADO NEGATIVAMENTE - Tem elétrons em excesso. ($p < e$)

Quantidade de carga elétrica (Q):

$$Q = n \cdot e$$

($e = 1,6 \times 10^{-19}\text{ C}$) Unidade: [S. I.] *coulomb* (C)

Atração e repulsão entre cargas pontuais:

Cargas de mesmos sinais → REPULSÃO

Cargas de sinais opostos → ATRAÇÃO

Atração e repulsão entre corpos:

Dois corpos eletricamente neutros → EQUILÍBRIO

Corpos carregados com cargas de sinais contrários **ou** um corpo carregado e um neutro → ATRAÇÃO

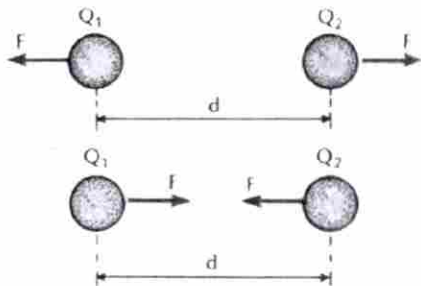
Processos de eletrização:

ATRITO: Dois corpos de **diferentes naturezas** inicialmente neutros são atritados, ocorrendo transferência de elétrons durante a fricção. Ao final do processo tem-se os corpos eletrizados com cargas de **sinais opostos e mesmo valor** (ocorre conservação da carga elétrica). Corpos de mesma natureza não se eletrizam por atrito.

INDUÇÃO: Tem-se, inicialmente, **um corpo inicialmente neutro (induzido) e outro eletricamente carregado (indutor)**. O indutor provoca separação de cargas no induzido que troca cargas com a terra ou outro elemento que possibilite isso. Ao final do processo **o induzido fica eletrizado com carga de sinal oposto a do indutor** e de valor inferior ou no máximo igual. O indutor não altera sua carga durante o processo.

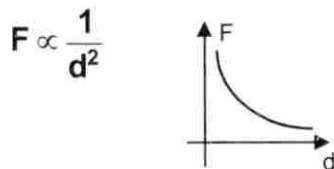
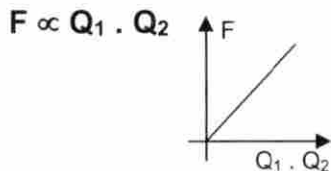
CONTATO: Tem-se, inicialmente, um corpo metálico inicialmente neutro e outro, também metálico, eletricamente carregado. Colocando-os em contato, há **troca de elétrons que pode ser direto ou através de um fio condutor**. Ao final do processo tem-se **corpos eletrizados com cargas de mesmo sinal** e para corpos de mesmas dimensões o valor da carga também é o mesmo após o contato, sendo determinado pela razão do somatório das cargas em contato e do número de corpos em contato.

Lei de Coulomb:

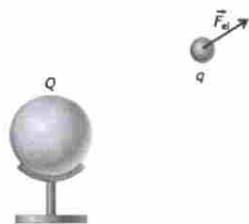


$$F = k \frac{Q_1 \cdot Q_2}{d^2}$$

onde k é a constante dielétrica do meio, no Sistema Internacional, seu valor no vácuo é $k_0 = 9,0 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$. Se estas cargas forem mergulhadas em um meio material, o valor da força entre elas altera-se.



ELETROSTÁTICA - CAMPO ELÉTRICO



$$\vec{F} = \vec{E} \cdot q$$

Carga geradora Q do campo POSITIVA:



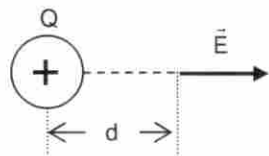
Carga geradora Q do campo NEGATIVA:



Campo elétrico gerado por carga elétrica puntual:

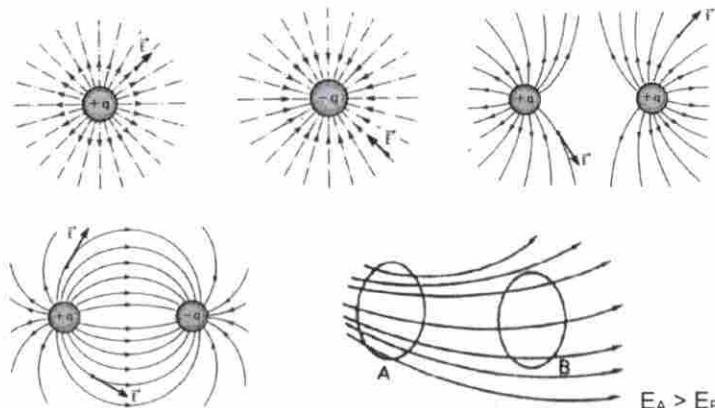
Linhas de força:

Na presença de mais de uma carga puntual, determina-se o campo elétrico resultante:

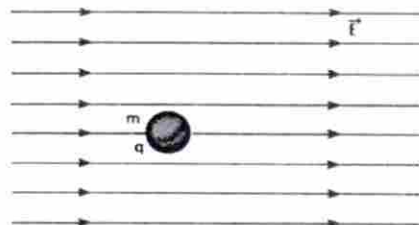


$$E = k \frac{Q}{d^2}$$

$$\vec{E}_R = \sum \vec{E}_n$$



Campo elétrico uniforme:



$$\vec{E} = \text{constante} \quad \vec{F} = \vec{E} \cdot q = \text{constante}$$

Movimento paralelo as linhas de força.

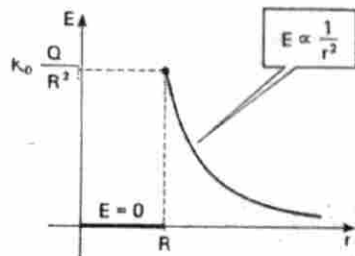
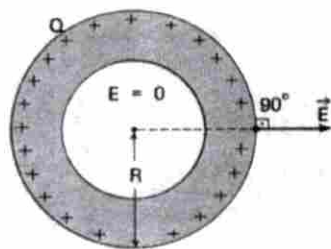
Movimento retilíneo uniformemente variado (acelerado ou retardado)

Movimento não paralelo as linhas de força.

Trajatória parabólica com aceleração constante

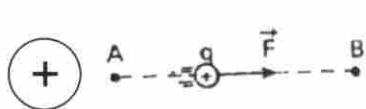
Comportamento de um condutor eletrizado:

- Se um condutor esférico eletrizado estiver em equilíbrio eletrostático, as cargas elétricas estarão distribuídas uniformemente em sua superfície externa.
- Se um condutor não-esférico eletrizado estiver em equilíbrio eletrostático, as cargas elétricas estarão distribuídas de forma mais acentuada em sua superfície externa na região das pontas.



POTENCIAL ELÉTRICO

Diferença de potencial elétrico entre dois pontos (V_{AB})

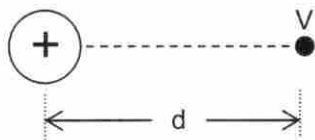


$$V_{AB} = V_A - V_B = \frac{W_{AB}}{q}$$

$$W_{AB} = V_{AB} \cdot q$$

$$\frac{J}{C} = \text{volt(V)}$$

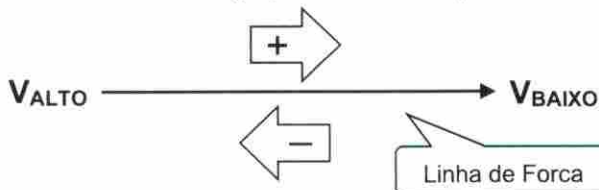
Potencial elétrico gerado por uma carga elétrica puntual:



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

Potencial elétrico gerado por mais de uma carga puntual em um ponto: $V_{TOTAL} = \Sigma V_n$

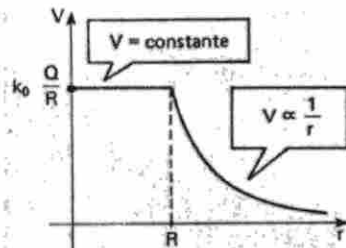
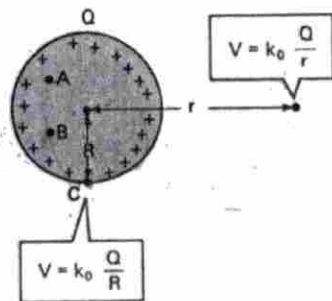
Movimento de carga puntual em campo elétrico:



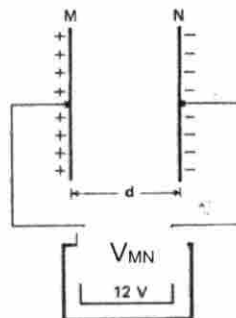
Energia potencial elétrica:

$$E_P = V \cdot q$$

Potencial elétrico de uma esfera condutora eletrizada:



Campo elétrico uniforme:



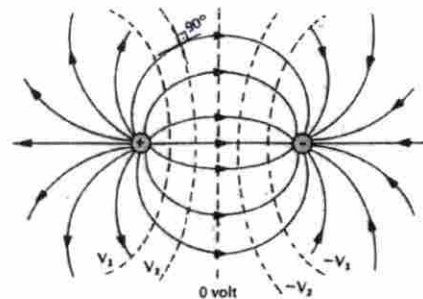
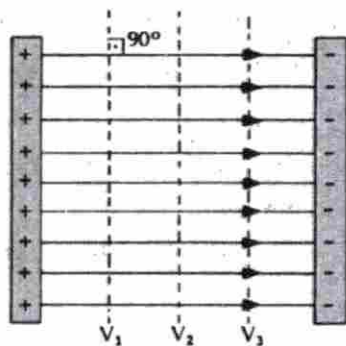
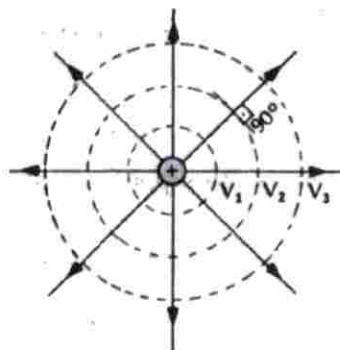
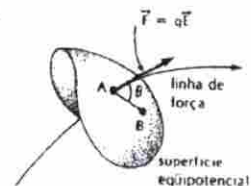
$$\vec{E} = \text{constante}$$

$$F = E \cdot q$$

$$V_{MN} = E \cdot d_{MN}$$

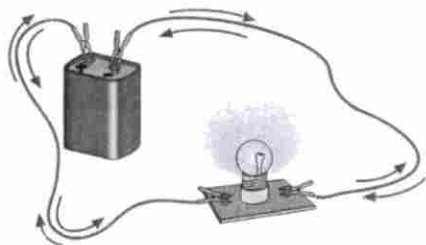
$$F = E \cdot q$$

Superfícies equipotenciais: Superfícies nas quais todos os pontos possuem o **mesmo potencial elétrico**. O **trabalho para deslocar uma carga entre pontos de uma mesma superfície é nulo**, uma vez que a ddp entre os pontos também é nula.

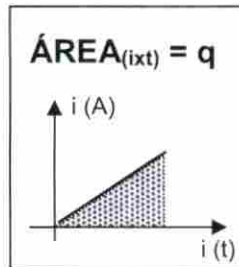
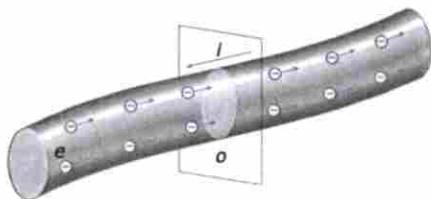


Corrente elétrica:

Quando um campo elétrico é estabelecido em um condutor qualquer, as cargas livres aí presentes entram em movimento sob ação desse campo. Dizemos que este deslocamento de cargas constitui uma corrente elétrica.



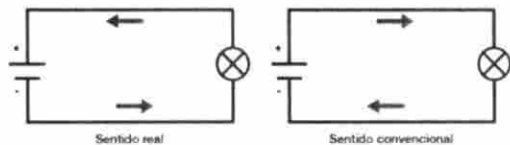
Intensidade de corrente elétrica:



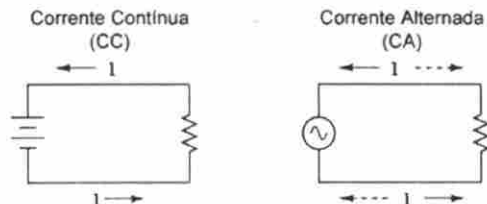
$$i = \text{constante} \Rightarrow i = \frac{q}{\Delta t} \Rightarrow q = i \cdot \Delta t$$

Unidade: $\frac{C}{s} = \text{ampère (A)}$

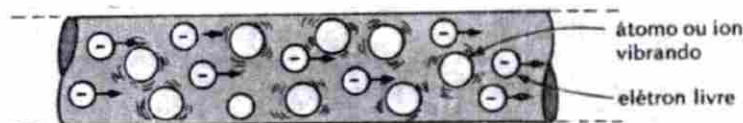
Corrente elétrica real e convencional:



Corrente contínua e alternada:

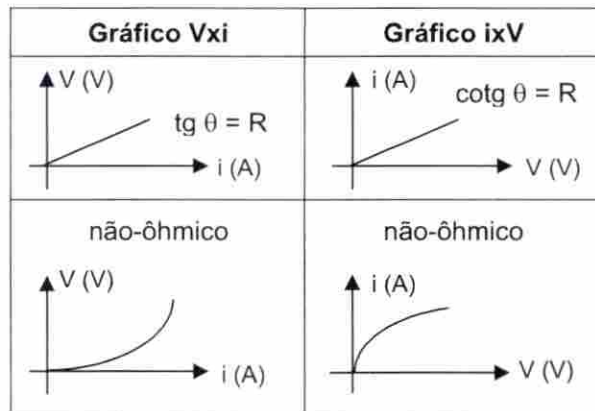


Resistência elétrica (R): Em um condutor elétrico os átomos e íons do condutor estão sempre vibrando em torno de sua posição de equilíbrio; portanto as cargas elétricas que constituem a corrente elétrica encontram oposição ou dificuldade ao seu movimento.

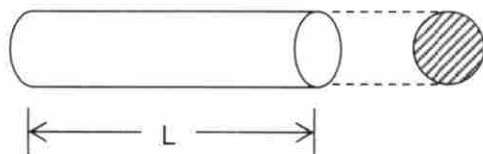


1ª LEI DE OHM: Mantendo-se constante a temperatura de um condutor ôhmico (resistência elétrica constante), a tensão elétrica nos seus terminais é diretamente proporcional à intensidade da corrente que o atravessa.

$$V = R \cdot i$$



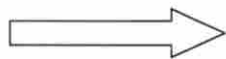
2ª LEI DE OHM:



Diâmetro (d) = 2 . Raio (r) $\rightarrow d \propto r$

Área (S) = π . Raio (r)² $\rightarrow S \propto r^2$

$$R = \rho \frac{L}{S}$$



$$R \propto L$$

$$R \propto \frac{1}{S}$$

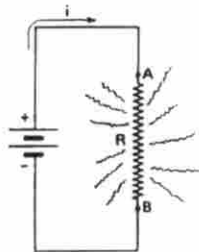
$$L \rightarrow m$$

$$S \rightarrow m^2$$

$$\rho \rightarrow \Omega \cdot m$$

O coeficiente de resistividade (ρ) é característico do material e varia com a temperatura.

Efeito Joule : Quando um resistor é submetido a uma diferença de potencial e percorrido por corrente elétrica, nesse ocorre transformação de energia elétrica em energia térmica.



Potência elétrica dissipada (P) : Informa a quantidade de energia elétrica que o resistor transforma em energia térmica na **unidade de tempo**. Normalmente a potência é característica do aparelho quando submetido a uma DDP apropriada e chamada de **potência nominal**.

$$P = \frac{E}{\Delta t} \quad P = V \cdot i \quad P = R \cdot i^2 \quad P = \frac{V^2}{R}$$

Energia elétrica dissipada (E) : Informa a quantidade de energia elétrica transformada em energia térmica (CALOR) durante certo **intervalo de tempo qualquer**. A energia consumida depende da utilização do aparelho.

$$E = P \cdot \Delta t$$

$$E = V \cdot i \cdot \Delta t$$

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

$$E = \frac{V^2}{R} \cdot \Delta t$$

UNIDADES

Potência : [S.I.] watt (W) = J / s

[prática] quilowatt (kW) = 10^3 W

Energia : [S.I.] joules (J)

J = W . s

Wh = W . h (1 Wh = $3,6 \times 10^3$ J)

kWh = kW.h = Wh ÷ 10^3 (1 kWh = $3,6 \times 10^6$ J)

GRANDEZA	ASSOCIAÇÃO EM SÉRIE	ASSOCIAÇÃO EM PARALELO
Intensidade de Corrente	<p>$i = \text{constante}$</p> <p>Todos os resistores são percorridos pela mesma corrente elétrica.</p> <p>A interrupção da corrente em qualquer ponto do circuito a interrompe em todos os pontos.</p>	<p>$i_n = \frac{V}{R_n}$ $i_n \propto \frac{1}{R_n}$ Maior R \rightarrow Menor i</p> <p>A alteração da corrente em um ou mais dos elementos associado não altera a corrente nos outros.</p> <p>$i_{\text{TOTAL}} = \sum i_n$</p>
D D P	<p>$V_n = R_n \cdot i$</p> <p>$V_n \propto R_n$ Maior R \rightarrow Maior V</p> <p>$V_{\text{TOTAL}} = \sum V_n$</p>	<p>V = constante</p> <p>Todos os resistores são submetidos a mesma ddp.</p> <p>O desligamento ou alteração da resistência de um ou mais dos resistores não altera a ddp nos outros.</p>
Resistência Equivalente	<p>$V_{\text{TOTAL}} = R_{\text{EQUIVALENTE}} \cdot i$</p> <p>$R_{\text{EQUIVALENTE}} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$</p>	<p>$V_{\text{TOTAL}} = R_{\text{EQUIVALENTE}} \cdot i$</p> <p>$\frac{1}{R_{\text{EQUIVALENTE}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$</p>
Potência Dissipada	<p><u>Em cada resistor</u> : $P_n = V_n \cdot i$ $P_n = R_n \cdot i^2$ $P_n = \frac{V_n^2}{R_n}$</p> <p><u>Total</u> : $P_T = V_{\text{TOTAL}} \cdot i$ $P_T = R_E \cdot i^2$ $P_T = \frac{V_{\text{TOTAL}}^2}{R_E}$</p>	<p><u>Em cada resistor</u> : $P_n = V \cdot i_n$ $P_n = R_n \cdot i_n^2$ $P_n = \frac{V^2}{R_n}$</p> <p><u>Total</u> : $P_T = V \cdot i_{\text{TOTAL}}$ $P_T = R_E \cdot i_{\text{TOTAL}}^2$ $P_T = \frac{V^2}{R_E}$</p>

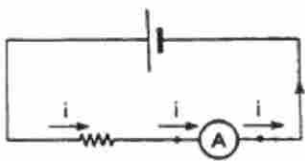
Instrumentos de medida elétrica

AMPERÍMETRO

Mede a intensidade da corrente elétrica que passa pela secção reta de um condutor.

→ Para um amperímetro ser ideal sua resistência interna deve ser nula.

→ deve ser ligado em série com o condutor do qual ele vai medir a corrente.

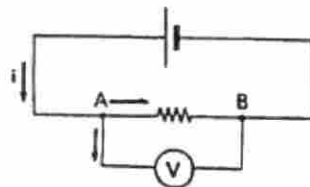


VOLTÍMETRO

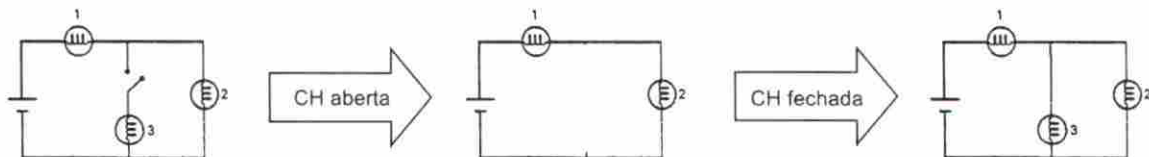
Mede a diferença de potencial (tensão, voltagem) entre dois pontos determinados de um circuito elétrico.

→ Um voltímetro ideal tem resistência interna infinita.

→ deve ser ligado em paralelo com o resistor, nos pontos em que se deseja medir a DDP.



CHAVE: elemento que interrompe a corrente em um trecho qualquer do circuito.



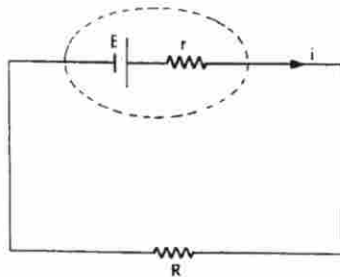
Geradores

→ Elemento que produz energia elétrica mediante transformação de outra forma de energia. Ex.: pilha de rádio, bateria de carro, ... São **dispositivos capazes de criar e manter uma ddp entre dois pontos de um circuito**. São dispositivos que fornecem energia elétrica às cargas.

→ **FORÇA ELETROMOTRIZ - FEM (\mathcal{E})**: É a tensão total produzida por um gerador. Unidade: [S.I.] volt (V)

→ GERADORES IDEAIS: Possuem resistência interna desprezível ($r \approx 0$). Dessa forma, independentemente da corrente elétrica que o atravessa, **a DDP estabelecida em seus extremos é a própria fem**.

→ GERADORES REAIS: Possuem resistência interna apreciável. Quando atravessados por corrente elétrica de intensidade i , ocorre em seu interior uma queda de tensão, de tal forma que **a DDP em seus extremos é inferior a fem**.



$$V = \mathcal{E} - r \cdot i = R_E \cdot i$$

$$i = \frac{\mathcal{E}}{R_E + r}$$

$$i = 0 \rightarrow \text{circuito aberto} \rightarrow V = \mathcal{E}$$

$$i \neq 0 \ (i < i_{CC}) \rightarrow \text{circuito fechado} \rightarrow V = \mathcal{E} - r \cdot i = R_E \cdot i$$

$$i = i_{CC} = \frac{\mathcal{E}}{r} = \text{máxima } i \text{ possível no gerador} \rightarrow \text{gerador em curto-circuito} \rightarrow V = 0$$

ASSOCIAÇÃO DE GERADORES EM SÉRIE - Os geradores são associados de forma que o polo positivo de um se ligue diretamente ao polo negativo do outro. A corrente que atravessa todos os geradores é a mesma. A fem da associação é a soma das fem dos componentes da série. A resistência interna da associação é igual à soma das resistências dos elementos da associação.

ASSOCIAÇÃO DE GERADORES EM PARALELO - Os geradores são associados de forma que os polos positivos fiquem ligados a um único ponto e os polos negativos a um outro. A corrente se subdivide entre os geradores. A fem da associação é a própria fem de um dos elementos da associação. O inverso da resistência interna da associação é igual à soma dos inversos das resistências de cada elemento da associação.

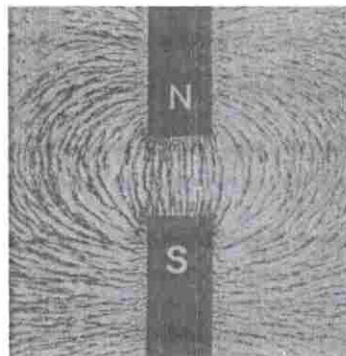
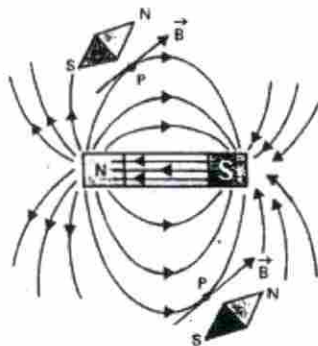
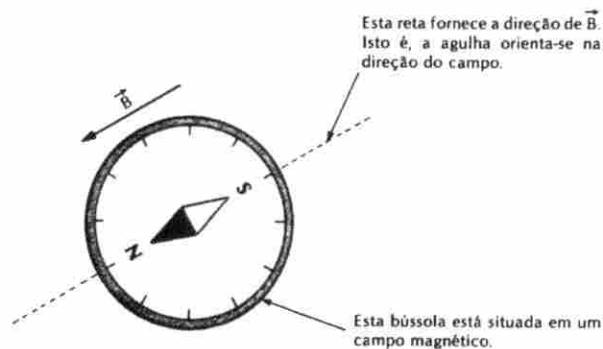
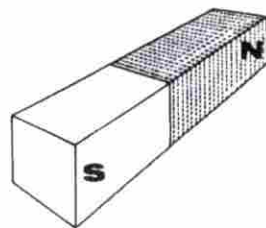
ÍMÃ: Corpo com propriedade de **atrair** ferro, metais do grupo do ferro e ligas que contêm esses metais **ou** interagir entre si atraindo-se ou repelindo-se.

POLOS DE UM ÍMÃ: Regiões do ímã com atividades magnéticas intensas. Qualquer ímã possui dois pólos, convencionados **NORTE** e **SUL**. A limalha de ferro se distribui por todo o ímã, mas se concentra, em maior densidade, nas suas extremidades, indicando a presença dos pólos.

PRINCÍPIO FUNDAMENTAL DO MAGNETISMO: *Polos de mesmo nome REPELEM-SE*
Polos de nomes diferentes ATRAEM-SE

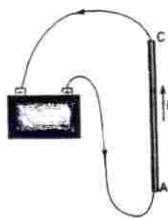
PRINCÍPIO DA INSEPARABILIDADE DOS PÓLOS: "os pólos de um ímã são inseparáveis "

Campo Magnético: É um campo de forças existente em toda região do região do espaço próxima ao movimento de carga elétrica e que no qual a cada ponto associaremos um vetor \vec{B} , denominado vetor campo magnético.

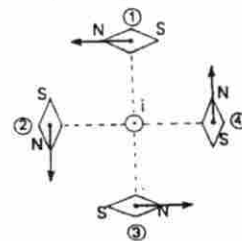


Campo magnético da corrente elétrica

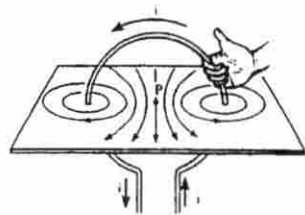
CONDUTOR RETILÍNEO – Oersted: Um fio percorrido por uma corrente elétrica produz, em torno de si, um campo magnético.



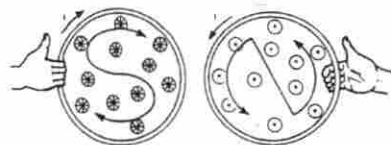
$$B = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{i}{r} \Rightarrow B \propto i \quad \text{e} \quad B \propto \frac{1}{r}$$



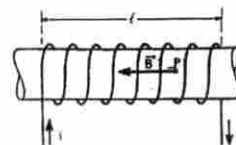
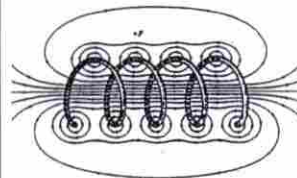
CAMPO MAGNÉTICO CRIADO POR CORRENTE ELÉTRICA EM UMA ESPIRA CIRCULAR:



$$\text{Campo no centro } B = \mu_0 \frac{i}{2R}$$

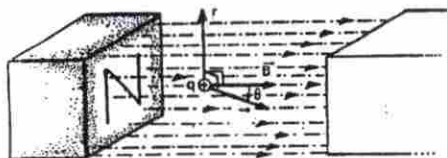


CAMPO MAGNÉTICO CRIADO POR CORRENTE ELÉTRICA EM UM SOLENÓIDE (ELETROÍMÃ):

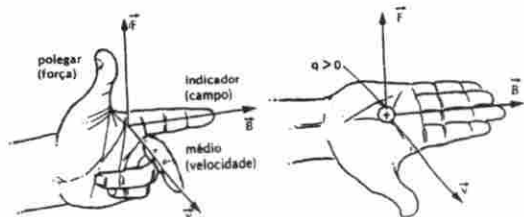


$$B = \mu_0 \frac{n}{l} i$$

Ação de campo magnético sobre carga elétrica



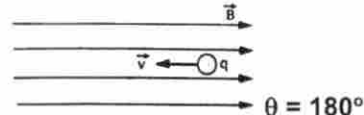
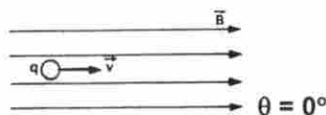
$$F = B \cdot q \cdot v \cdot \sin \theta$$



Se a carga for negativa, o sentido da força é contrário ao indicado pela regra.

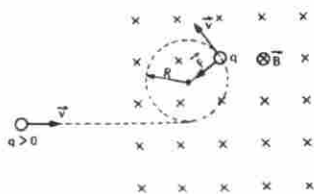
MOVIMENTOS DESCRITOS POR UMA CARGA ELÉTRICA EM UM CAMPO MAGNÉTICO :

Movimento Retilíneo Uniforme - MRU - $\vec{v} // \vec{B}$



Movimento Circular Uniforme

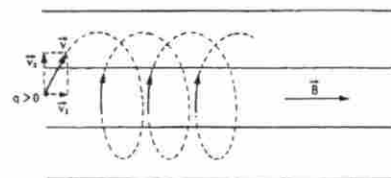
MCU - $\vec{v} \perp \vec{B}$



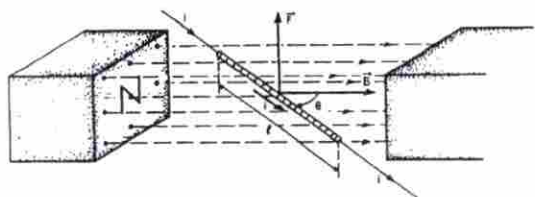
$$R = \frac{m \cdot v}{q \cdot B} \quad T = \frac{2 \cdot \pi \cdot m}{B \cdot q}$$

Movimento Helicoidal Uniforme

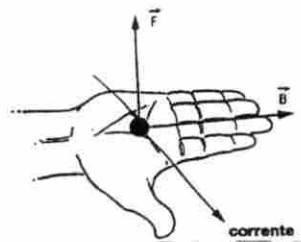
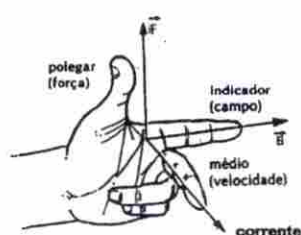
MHU - $\vec{v} \angle \vec{B}$



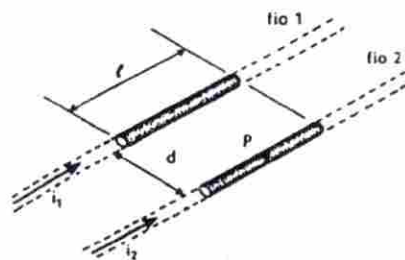
Ação de campo magnético sobre corrente elétrica em um condutor retilíneo



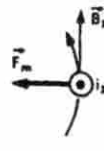
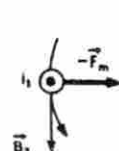
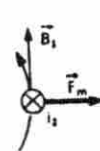
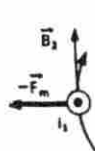
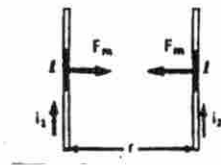
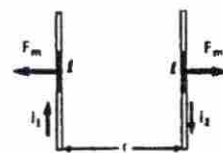
$$F = B \cdot i \cdot l \cdot \sin \theta$$



Força magnética entre condutores percorridos por corrente elétrica

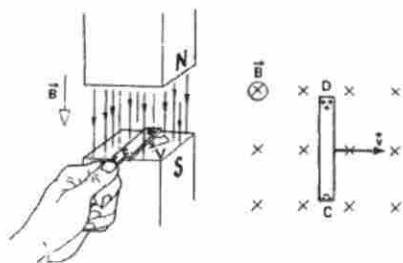


$$F = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{i_1 \cdot i_2 \cdot l}{r}$$



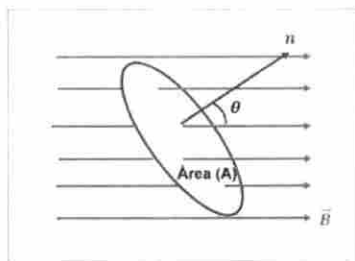
Força eletromotriz induzida

CONDUTOR RETILÍNEO EM CAMPO MAGNÉTICO UNIFORME.



$$E = v \cdot B \cdot l$$

Fluxo de indução (ϕ)

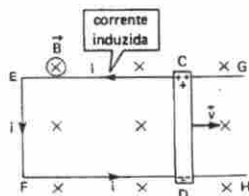
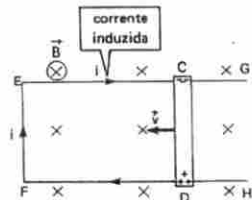


$$\phi = B \cdot S \cdot \cos \theta$$

O fenômeno da indução eletromagnética – Lei de Lenz

Se o fluxo de indução numa espira ou solenoide fechados variar, os elétrons livres dentro metal do fio que constitui a espira abandonam o movimento caótico e formam uma corrente, chamada corrente elétrica induzida.

$$\Delta\phi \neq 0 \rightarrow i \neq 0$$



“A corrente elétrica induzida surgirá com um sentido tal que ela se oporá à variação que a produziu.”

LEI de FARADAY – NEUMANN

FEM induzida média

$$E_m = \frac{|\Delta\phi|}{\Delta t} = \frac{|\phi_2 - \phi_1|}{t_2 - t_1}$$

intensidade da corrente elétrica induzida

$$i = \frac{E}{R}$$

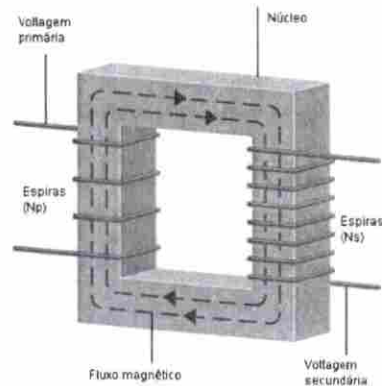
Sistema Internacional

$$1 \text{ V} = 1 \text{ Wb} / \text{s}$$

$$1 \text{ volt} = 1 \text{ weber} / \text{segundo}$$

Transformador

Dispositivo que transforma alta tensão em baixa tensão e vice-versa. Funciona apenas com corrente elétrica variável com o tempo (alternada).



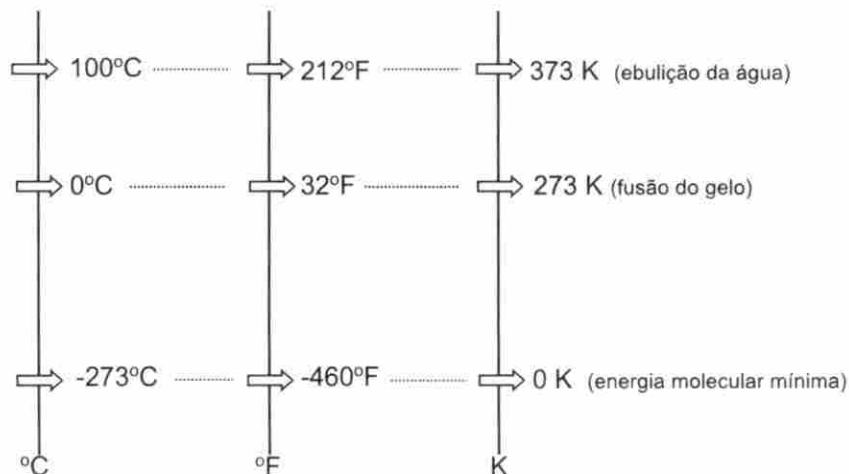
$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{i_2}{i_1}$$

Temperatura - é um indicativo do estado de agitação das moléculas que compõe a matéria. Pode-se dizer que a temperatura é diretamente proporcional a energia cinética média das moléculas.

Energia interna - é a energia total do corpo, ou seja, a soma da energia total de todas as moléculas do corpo.

Calor - é a energia em trânsito, ou seja, a energia que se transfere de um corpo para outro quando entre eles existir diferença de temperatura, ou seja, até atingirem o equilíbrio térmico, situação em que atingiram a mesma temperatura.

ESCALAS TERMOMÉTRICAS


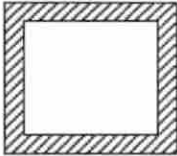
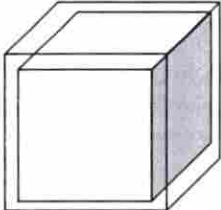


$$\frac{C}{5} = \frac{F - 32}{9}$$

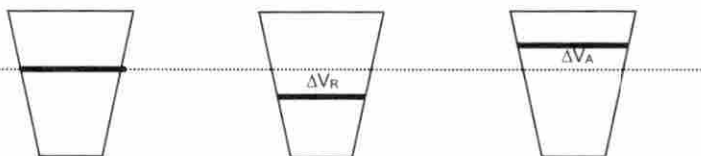
$$K = C + 273$$

$$\frac{\Delta^{\circ}C}{5} = \frac{\Delta^{\circ}F}{9} = \frac{\Delta K}{5}$$

Dilatação dos sólidos.

Linear	Superficial	Volumétrica
		
$L_F = L_0 + \Delta L$ $\Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T$	$S_F = S_0 + \Delta S$ $\Delta S = S_0 \cdot \beta \cdot \Delta T$	$V_F = V_0 + \Delta V$ $\Delta V = V_0 \cdot \gamma \cdot \Delta T$

DILATAÇÃO DOS LÍQUIDOS



$$\Delta V_{\text{REAL}} = \Delta V_{\text{APARENTE}} + \Delta V_{\text{RECIPIENTE}}$$

Calorimetria

- ☐ **Calor específico (c)**: Informa a quantidade de energia térmica necessária para que um grama de determinada substância varie sua temperatura em uma unidade. Unidades: [SI] J / kg.K [prática] cal / g.°C

- ☐ **Capacidade térmica (C)**: Informa a quantidade de energia térmica necessária para que um corpo de massa qualquer varie sua temperatura em uma unidade.

$$C = \frac{Q}{\Delta t} = c \cdot m$$

Unidades: [SI] J / K
[outras] cal / °C

- ☐ **Quantidade de calor sensível (Q_s)**: Quantidade de energia térmica que quando cedida ou recebida pelo corpo provoca exclusivamente variação em sua temperatura, não provocando mudança de estado físico.

$$Q_s = m \cdot c \cdot \Delta T = C \cdot \Delta T$$

- ☐ **Quantidade de calor latente (Q_L)**: Quantidade de energia térmica a ser liberada ou absorvida por um corpo de massa qualquer durante uma mudança de estado. Durante uma mudança de estado a temperatura do material não se altera.

$$Q_L = m \cdot L$$

→ Calor latente: característico da substância e da mudança de estado a ocorrer.
Unidade: [SI] J / kg [outras] cal/g, J/g, ...

Sinal de L: L > 0 - para mudanças de estado em que ocorre absorção de calor (fusão, vaporização e sublimação S→G)
L < 0 - para mudanças de estado em que ocorre perda de calor (solidificação, condensação e sublimação G→S)

Fatores que influenciam na mudança de estado: A pressão e a temperatura a que uma substância for submetida determinarão a fase na qual ela se apresentará.

Fusão: um aumento na pressão exercida sobre uma substância acarreta um aumento em sua temperatura de fusão (e, conseqüentemente, em sua temperatura de solidificação). Algumas poucas substâncias, como a **água**, fogem do comportamento geral. Para estas substâncias, um aumento na pressão acarreta uma redução no ponto de fusão.

Vaporização: Pode ocorrer de duas maneiras:

↳ por **evaporação** - passagem lenta a qualquer temperatura. (A evaporação resfria o líquido).

A velocidade de evaporação (volume de água evaporada na unidade de tempo) depende da :

temperatura (maior temperatura – maior velocidade);

área da superfície livre do líquido (maior área – maior velocidade);

umidade do ar próxima à superfície do líquido (maior umidade – menor velocidade);

ventilação do ambiente (maior ventilação – maior velocidade);

pressão (maior pressão – menor velocidade).

↳ por **ebulição** - passagem rápida a uma temperatura e pressão bem definida para cada líquido. **Um aumento na pressão acarreta aumento na temperatura de ebulição.**

❑ **Transferência de calor:**

Condução: o calor se propaga de molécula em molécula, através de vibrações, sem que elas se movam ao longo do material. Processo típico dos **sólidos**, onde os metais, em geral, possuem boa condutibilidade térmica. Os líquidos, com exceção do mercúrio, são maus condutores de calor por condução.

Convecção: o calor se propaga devido ao movimento do **fluido**. A massa de fluido que está próxima da fonte de calor dilata-se, devido ao aquecimento, tomando-se mais leve que a massa fria que está acima dela, mais pesada. A massa leve sobe, dando lugar a massa fria, ocorrendo assim, movimentação da matéria, denominada corrente de convecção.

Irradiação: propagação do calor por intermédio de ondas eletromagnéticas. Nesse processo, somente energia se propaga, não sendo necessário nenhum meio material. As ondas, são denominadas raios infravermelhos. Qualquer corpo é capaz de emití-las em direção ao espaço que o rodeia.

Termodinâmica

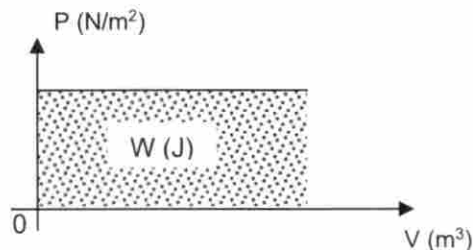
- ☐ **Energia interna do gás (U) :** $\Delta U > 0$ – aumento de energia interna – aumento de temperatura
 $\Delta U < 0$ – redução de energia interna – redução de temperatura
 $\Delta U = 0$ – energia interna constante – temperatura constante

- ☐ **Quantidade de calor (Q) :** $Q > 0$ – calor recebido pelo sistema
 $Q < 0$ – calor cedido pelo sistema
 $Q = 0$ – não há troca de calor

- ☐ **Trabalho (W) :**

$$W \text{ (J)} = P \text{ (N/m}^2\text{)} \cdot \Delta V \text{ (m}^3\text{)} = \text{área}_{(P \times V)}$$

(pressão constante)



expansão – trabalho realizado pelo sistema – **perda de energia** – $W > 0$ –
compressão – trabalho realizado sobre o sistema – **ganho de energia** – $W < 0$
 volume constante – $W = 0$

□ **1ª Lei da Termodinâmica:**

$$\Delta U = Q - W$$

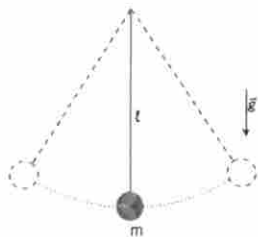
$$(1 \text{ cal} = 4,18 \text{ J})$$

TRANSFORMAÇÃO	CARACTERÍSTICA	$\Delta U = Q - W$	W
Isotérmica	$T = \text{constante}$ $P \propto \frac{1}{V}$	$\Delta U = 0$	$W = Q = \text{área}_{(P \times V)}$
Isobárica	$P = \text{constante}$ $T \propto V$	$\Delta U = Q - W$	$W = P \cdot \Delta V = \text{área}_{(P \times V)}$
Isométrica	$V = \text{constante}$ $P \propto T$	$\Delta U = Q$	$W = 0$
Adiabática*	$Q = 0$	$\Delta U = -W$	$W = \text{área}_{(P \times V)}$

Compressão adiabática $\rightarrow \Delta V < 0 \rightarrow W < 0 \rightarrow \Delta U > 0 \rightarrow$ aumento de pressão \rightarrow aumento de temperatura

Expansão adiabática $\rightarrow \Delta V > 0 \rightarrow W > 0 \rightarrow \Delta U < 0 \rightarrow$ redução de pressão \rightarrow redução de temperatura

Movimento Harmônico Simples (MHS)



Amplitude (A): é o valor máximo da elongação, que corresponde ao raio do MCU. Os valores de x (*elongação*) estão compreendidos no intervalo $-A \leq x \leq A$.

Ciclo: é a oscilação completa (ida e volta).

Período (T): tempo necessário para o móvel efetuar uma oscilação completa.

$$T = \frac{\Delta t}{n}$$

Pêndulo simples $\rightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$

Sistema massa-mola $\rightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

Frequência (f): número de ciclos que o corpo realiza na unidade de tempo. $f = \frac{n}{\Delta t}$ $f = \frac{1}{T}$ e $T = \frac{1}{f}$

Acústica

Vibração de um ponto material \Rightarrow **onda sonora** \Rightarrow propagação da vibração no meio material

No ar: ONDA SONORA = RAREFAÇÕES + COMPRESSÕES

Maior rigidez do meio \Rightarrow maior velocidade ($V_{\text{sólidos}} > V_{\text{líquidos}} > V_{\text{gases}}$)



Reflexão do som: eco, reforço e reverberação

Ressonância: Fenômeno que acontece quando um sistema vibra forçado por outro sistema, mas com uma característica : o sistema que provoca a vibração deve estar perto do outro e vibrar com uma frequência igual à frequência natural desse outro.

Ondas estacionárias: $v = \lambda \cdot f$

Qualidades fisiológicas do som:

Intensidade sonora: $I = \frac{P}{A}$ (W/m^2)

Intensidade auditiva (ou Nível de intensidade do som) - qualidade que permite afirmar se um som é **fraco ou forte**. Tanto a intensidade sonora quanto a intensidade auditiva estão associadas à amplitude da onda.

$$N = 10 \cdot \log \frac{I}{I_0} \quad (\text{decibel} - \text{dB}) \quad 1 \text{ dB} = (1/10) \cdot B$$

Altura: Quanto a altura os sons classificam-se como GRAVES e AGUDOS. A altura do som está diretamente associada à sua frequência. Quanto maior a frequência, mais alto, ou seja, mais agudo será o som.

som de baixa frequência \rightarrow som grave \rightarrow som baixo
som de alta frequência \rightarrow som agudo \rightarrow som alto

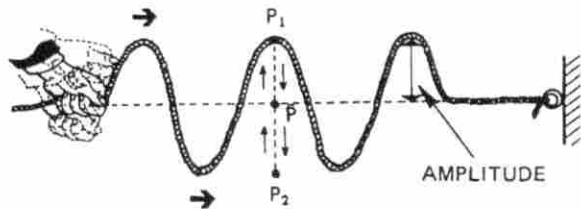
Timbre: É a qualidade do som que permite distinguir dois sons de mesma altura e intensidades, emitidos por diferentes instrumentos.

Ondas

Uma perturbação é a modificação das propriedades físicas em um ponto ou em uma região de um meio. Considerando este meio homogêneo e isotrópico, macroscopicamente contínuo, dizemos que **onda** é a transferência da **energia** que gerou a perturbação para as regiões vizinhas, no meio considerado.

- Classificação:**
- Ondas longitudinais: a direção da perturbação é a mesma da propagação. Exemplo – *onda sonora no ar, ...*
 - Ondas transversais: a direção da perturbação é perpendicular à propagação. Exemplo – *ondas eletromagnéticas, ...*
 - Ondas mecânicas: são aquelas que necessitam de um meio material para se propagarem. Produzidas pela deformação de um ponto material. Exemplos – *onda na superfície da água, ondas sonoras,*
 - Ondas eletromagnéticas: são aquelas que se propagam tanto em determinados meios materiais quanto no vácuo. A perturbação decorre da variação de velocidade de uma partícula carregada eletricamente. Exemplos – *luz, ...*

Elementos de uma onda:



Elongação (e) – distância de qualquer ponto da onda ao eixo de propagação.

Amplitude (A) – é a máxima elongação. Associada a energia propagada pela onda e definida pela fonte emissora.

AMPLITUDE → ENERGIA

Comprimento de onda (λ) – é a distância entre dois pontos consecutivos em concordância de fase, isto é, pontos com as mesmas características de posição e velocidade.

Período (T) – tempo necessário para que um ponto do meio em que a onda se propaga tenha uma vibração completa. $T = \frac{\Delta t}{n}$

Frequência (f) – número de ciclos na unidade de tempo.

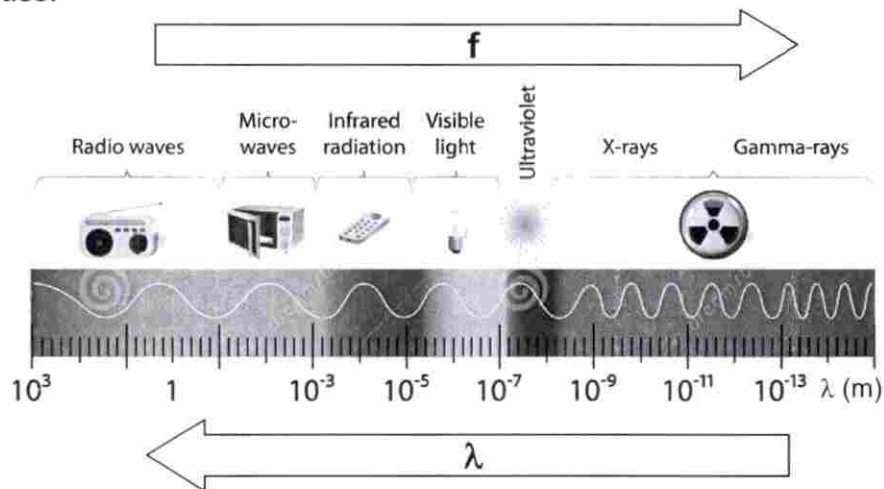
$$f = \frac{n}{\Delta t}$$

FREQUÊNCIA → FONTE

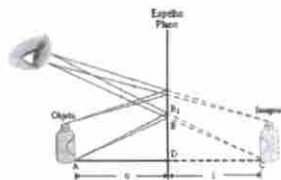
Velocidade de propagação (v) – velocidade com que a onda se propaga no meio. Depende do meio de propagação. Ondas de mesma natureza tem a mesma velocidade de propagação em um mesmo meio.

VELOCIDADE → MEIO

Espectro eletromagnético:



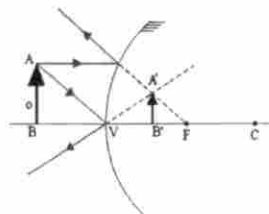
Espelho plano: superfície lisa e plana, que reflete especularmente a luz.



- VIRTUAL
- DIREITA
- IGUAL

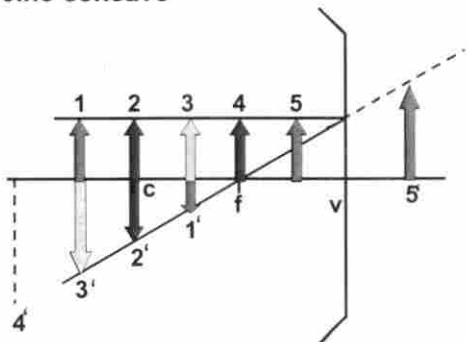
$$D_o = D_i$$

Espelho convexo:



- VIRTUAL
- DIREITA
- MENOR

Espelho côncavo



- 1' – Real, Invertida e Menor
- 2' – Real, Invertida e Igual
- 3' – Real, Invertida e Maior
- 4' – Imagem Imprópria
- 5' – Virtual, Direta e Maior

Equações:

Aumento Linear

$$A = \frac{l}{o} = -\frac{d_i}{d_o}$$

l = tamanho da imagem → *imagem direita* ($l > 0$)
imagem inversa ($l < 0$)

O = tamanho do objeto

d_i = distância da imagem ao espelho → *imagem real* ($d_i > 0$)
imagem virtual ($d_i < 0$)

d_o = distância do objeto ao espelho

F_o = distância focal → *espelho côncavo* ($F_o > 0$)
espelho convexo ($F_o < 0$)

Equação dos Pontos Conjugados

$$\frac{1}{F_o} = \frac{1}{d_i} + \frac{1}{d_o}$$

Lentes

Influência do meio que envolve a lente em seu foco

ÍNDICE DE REFRAÇÃO	LENTE BICONVEXA	LENTE BICÔNCAVA
$n_{\text{MEIO}} < n_{\text{LENTE}}$	Convergente	Divergente
$n_{\text{MEIO}} = n_{\text{LENTE}}$	Sem Refração	Sem Refração
$n_{\text{MEIO}} > n_{\text{LENTE}}$	Divergente	Convergente

LENTE DIVERGENTE

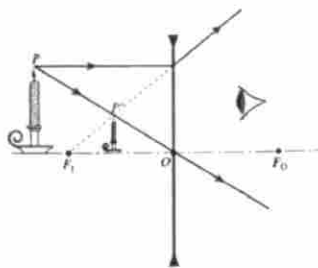
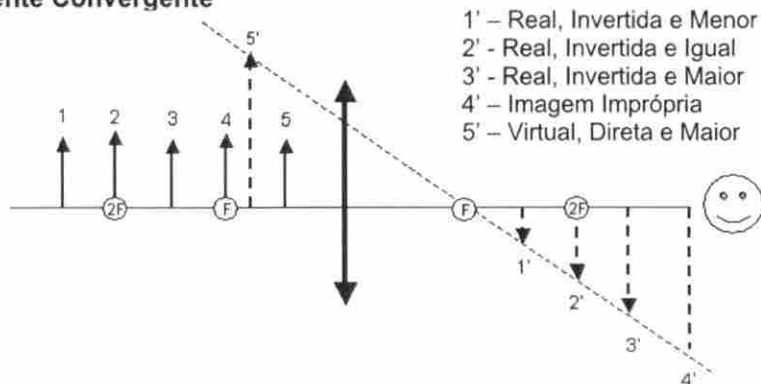


Imagem Virtual
Direta
Menor

Lente Convergente



1' – Real, Invertida e Menor
2' – Real, Invertida e Igual
3' – Real, Invertida e Maior
4' – Imagem Imprópria
5' – Virtual, Direta e Maior

Equações:

Aumento Linear

$$A = \frac{l}{o} = -\frac{d_i}{d_o}$$

Equação dos Pontos Conjugados

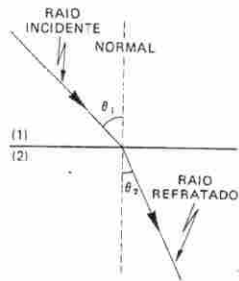
$$\frac{1}{f_o} = \frac{1}{d_i} + \frac{1}{d_o}$$

l = tamanho da imagem → *imagem direita* ($l > 0$)
imagem inversa ($l < 0$)

d_i = distância da imagem ao espelho → *imagem real* ($d_i > 0$)
imagem virtual ($d_i < 0$)

f_o = distância focal → *espelho côncavo* ($f_o > 0$)
espelho convexo ($f_o < 0$)

Refração da luz $\rightarrow f = \text{constante} \rightarrow v \propto \lambda$



Índice de refração (n) :

- Característico do meio e da cor da luz.
- Indica a dificuldade que o meio impõe a propagação da luz. Quanto maior o índice de refração, menor o módulo da velocidade com que a luz nele se propaga.

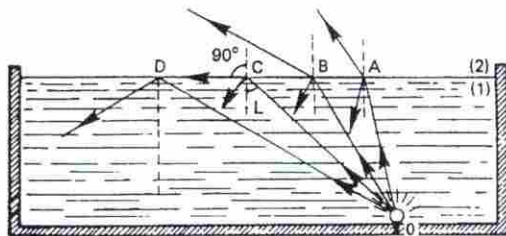
$$n = \frac{c}{v}$$

$$\frac{\text{sen } \theta_1}{\text{sen } \theta_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{n_2}{n_1} = n_{2,1}$$

Reflexão total da luz

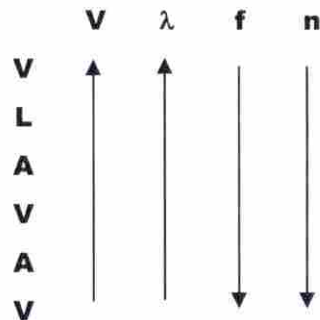
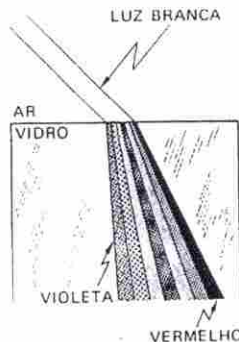
- Um raio luminoso, propagando-se em um meio 1 mais refringente para um meio 2, menos, refringente.

$$i > L$$



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

Dispersão da luz branca



Radiação de corpo negro

Taxa de emissão < Taxa de absorção → Aumento de energia interna → Aumento de temperatura

Taxa de emissão > Taxa de absorção → Redução de energia interna → Redução de temperatura

Taxa de emissão = Taxa de absorção → Energia interna constante → Temperatura constante

Efeito fotoelétrico

I) Para cada material existe uma energia mínima para o elétron escapar do metal, vencendo os choques com os átomos vizinhos e a atração elétrica dos núcleos desses átomos. A energia mínima necessária para um elétron escapar do metal corresponde a um trabalho ϕ , denominado função trabalho do metal. Esse valor é característico para cada metal.

$$\phi = h \cdot f_0$$

II) O número de elétrons liberados por segundo (corrente fotoelétrica) é diretamente proporcional à intensidade da luz.

III) Quando o elétron superficial recebe um fóton com energia $h \cdot f$ maior do que a função trabalho, esse excesso de energia é conservado pelo elétron na forma de energia cinética de emissão (E_C).

$$E_C = \frac{m \cdot v^2}{2} = h \cdot f - \phi$$

Hipótese de de Broglie - Ondas de matéria

Se a luz apresenta natureza dual, uma partícula pode comportar-se de modo semelhante, apresentando também propriedades ondulatórias. O comprimento de onda λ de uma **partícula** em função de sua quantidade de movimento é dado por:

$$p = \frac{h}{\lambda} \rightarrow \lambda = \frac{h}{m \cdot v}$$

Estrutura Atômica

No modelo de Bohr, sempre que um átomo de hidrogênio passa de um estado estacionário para outro, ele emite ou absorve radiação eletromagnética (ou um fóton) com frequência:

$$f = \frac{\Delta E}{h}$$

onde ΔE representa o módulo da diferença $E_F - E_I$ entre a energia do átomo no estado final E_F e a energia do átomo no estado inicial E_I .
Se:

$E_I > E_F$, um fóton com energia $h.f$ é emitido pelo átomo

$E_I < E_F$, um fóton com a mesma energia é absorvido.

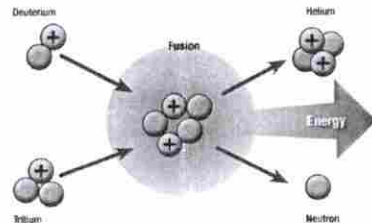
Radioatividade

Tipo de radiação emitida e símbolo	Natureza da radiação formação, estrutura, massa relativa, carga elétrica	Outros símbolos nucleares	Poder penetrante e o que irá bloqueá-lo	Poder de ionização
Radiação de partículas alfa α	Um núcleo de hélio de 2 prótons e 2 nêutrons, massa = 4, carga = +2, é expelido em alta velocidade do núcleo ${}^A_Z X \rightarrow {}^4_2 \alpha + {}^{A-4}_{Z-2} Y$	${}^4_2 \alpha$ ${}^4_2 He$	Baixa penetração, velocidade mais lenta, maior massa e carga.	Poder ionizante muito alto, a maior das radiações.
Radiação de partículas beta menos β^{-1}	Elétrons de alta energia cinética, massa = 1/1850, carga = -1, expelidos quando um nêutron muda para um próton no núcleo. ${}^A_Z X \rightarrow {}^0_{-1} \beta + {}^{A}_{Z+1} Y$ $n \rightarrow p + e^{-} + \nu$	$-1e$	Penetração moderada, valores "médios" de carga e massa muito reduzida.	Poder ionizante moderado, com menor massa e carga que a partícula alfa.
Radiação gama γ	Radiação eletromagnética de altíssima frequência, massa = 0, carga = 0, a emissão gama frequentemente acompanha decaimento alfa e beta	0γ	Altamente penetrante, massa e carga nulas e maior velocidade.	Sem poder de ionização.
Radiação de partículas beta mais β^{+1}	Pósitron, massa = 1/1850, carga = +1, expelido quando um próton muda para um nêutron no núcleo. $p \rightarrow n + e^{+} + \nu$	$+1e$	O pósitron é a antipartícula do elétron. É idêntico a um elétron, mas oposto. Ele é rapidamente destruído quando encontra um elétron (veja à direita) produzindo dois fótons de raios gama de alta energia.	Teoricamente como acima, mas quando o elétron encontra o pósitron: $+1e + -1e \rightarrow 2\gamma$ Aniquilação.

Reações nucleares

Fissão Nuclear é o processo de **quebra** de núcleos grandes em núcleos menores, liberando uma grande quantidade de energia. O nêutron ao atingir um núcleo de urânio, provoca sua **quebra** em dois núcleos menores e a liberação de mais nêutrons que, por sua vez, irão atingir outros núcleos e provocar **novas quebras**. É uma **reação em cadeia**.

Fusão Nuclear é a **união de núcleos** pequenos formando **núcleos maiores** e liberando uma quantidade muito grande de energia.



Noções de relatividade restrita

- **A Relatividade do Tempo** - O intervalo de tempo $\Delta t'$, em que os dois eventos (emissão e recepção de luz) ocorrem no mesmo local, é chamado de tempo próprio. Para qualquer outro referencial inercial o intervalo de tempo (Δt) é maior do que o tempo real.

$$\Delta t = \frac{\Delta t'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

- **Contração das Distâncias (contração de Lorentz-Fitzgerald)** - Um fenômeno intimamente associado à dilatação dos tempos é a *contração das distâncias*. Denomina-se comprimento próprio o comprimento de um objeto no referencial em que o objeto está em repouso, sendo representado pelo símbolo L_0 . Num referencial no qual o objeto está se movendo, o comprimento na direção do movimento é sempre menor que o comprimento próprio.

$$L = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \cdot L_0$$