

FORMULÁRIO DE FÍSICA

Prof. Alexandre Ortiz Calvão Mar/07

MECÂNICA

1- CINEMÁTICA

"Repouso ou movimento? R: Depende do referencial".

INTRODUÇÃO AO MOVIMENTO

REFERENCIAL. É qualquer corpo, em relação ao qual se verifica ou estuda a mudança de posição de um outro corpo.

MOVIMENTO - É a mudança de posição no decorrer do tempo em relação a um dado referencial.

TRAJETÓRIA de um objeto móvel em um dado referencial é a curva lugar geométrico formada pelo conjunto dos sucessivos pontos do espaço ocupadas por ele.

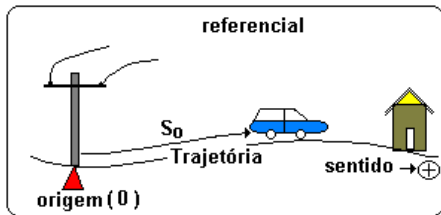
POSICÃO (S) é a medida algébrica do arco de trajetória que tem início na origem do referencial e extremidade no ponto onde se encontra o móvel.

Velocidade média: $V = \Delta s / \Delta t$

$U(V) = m/s$

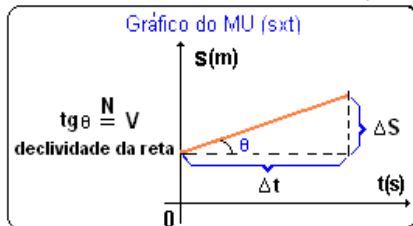
Aceleração média: $a = \Delta v / \Delta t$

$U(a) = m/s^2$



MOVIMENTO UNIFORME (MU).

A velocidade no movimento uniforme é constante => $V = V_{média}$ e $S = S_0 + v t$



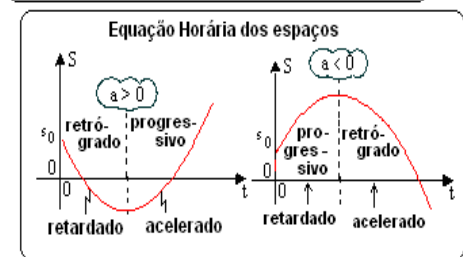
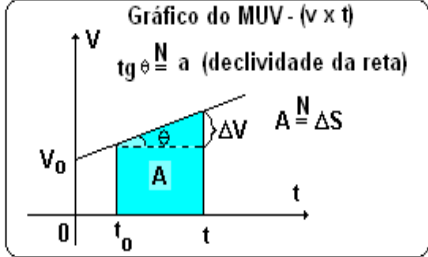
MOVIMENTO UNIFORMEMENTE VARIADO (MUV).

É o movimento no qual a aceleração escalar é constante e diferente de zero.

$S = S_0 + V_0 t + a t^2 / 2$

$V = V_0 + a t$

$V^2 = v_0^2 + 2 a \Delta s$ Eq. Torricelli



QUEDA LIVRE e LANÇAMENTO VERTICAL

É o movimento retilíneo e vertical que um objeto faz quando está somente sob ação da força gravitacional, sem levar em conta a resistência do ar.

ACELERAÇÃO GRAVITACIONAL TERRESTRE.

Força com a qual a terra atrai objetos que se encontram no seu campo gravitacional.

DIREÇÃO: Vertical passando pelo centro de

gravidade da terra.

SENTIDO: Descendente, apontando para o centro de gravidade da terra.

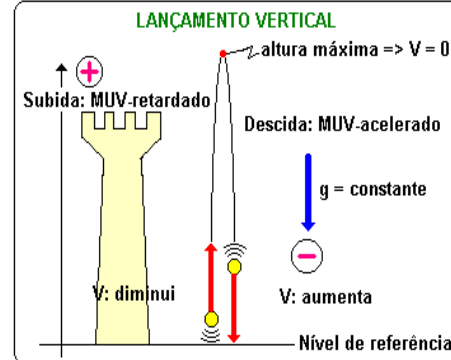
MÓDULO: $g = 9,81 m/s^2$ ou $g \approx 10 m/s^2$

EQUAÇÕES DO LANÇAMENTO VERTICAL Como o lançamento vertical é um MUV, as equações que vão reger o movimento são as mesmas do MUV.

Se a posição inicial e final forem a mesma, então:

"O tempo de subida é igual ao de descida"

"A velocidade de subida é igual a de descida"



MOVIMENTO CIRCULAR

Grandezas angulares.

i. Espaço angular (ϕ) (rad)

ii. Velocidade angular (ω) (rad/s)

iii. Aceleração angular (γ) (rad/s²)

Aceleração centrípeta: $a_{cp} = V^2 / R$

Período(T)- intervalo de tempo gasto para dar uma volta completa.

Frequência(f)- número de repetições na unidade de tempo.

$T = 1/f$ $U(T) = s^{-1}$ $U(f) = \text{hertz (Hz)}$

Velocidade angular média: $\omega = \Delta\phi / \Delta t$

Velocidade angular: $\omega = 2\pi / T = 2\pi f$

Outras: $s = \theta R$ $V = \omega R$

MOVIMENTO CIRCULAR UNIFORME (MCU)

$\omega = \text{constante} (\neq 0)$

Função horária angular $\phi = \phi_0 + \omega t$

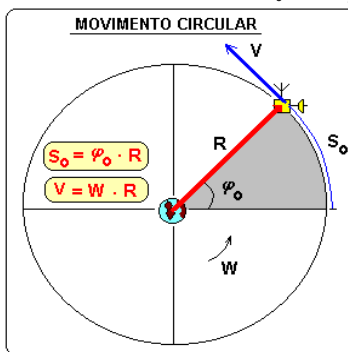
MOVIMENTO CIRCULAR UNIFORMEMENTE VARIADO (MCUV)

$\gamma = \text{constante} e \neq 0$

Função horária angular: $\phi = \phi_0 + \omega_0 t + \gamma t^2 / 2$

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

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



CINEMÁTICA VETORIAL

VELOCIDADE VETORIAL O vetor velocidade tem sempre a direção da reta tangente à trajetória no ponto onde localiza-se o móvel e mesmo sentido do movimento.

ACELERAÇÃO TANGENCIAL (at) indica a variação do módulo da velocidade.

DIREÇÃO: Tangente a trajetória. **SENTIDO:** O mesmo da velocidade, se o movimento for acelerado, oposto da velocidade, se o movimento for retardado.

MÓDULO: Igual ao da aceleração escalar.

ACELERAÇÃO CENTRÍPETA (ac) indica variação da direção do vetor velocidade.

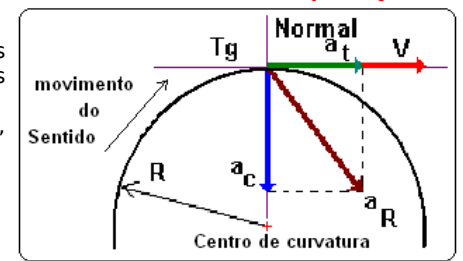
SENTIDO: Orientado para o centro de curvatura da trajetória no ponto de localização do móvel.

MÓDULO: $a_c = v^2 / R$

VETOR ACELERAÇÃO RESULTANTE (a)

VETORIALMENTE: $a = a_t + a_c$

ALGEBRICAMENTE: $a^2 = a_t^2 + a_c^2$



MOVIMENTO RELATIVO

Dado dois sistemas de referência M e N, onde o sistema N translada relativamente ao sistema M, com velocidade relativa V_{NM} .

Sendo a velocidade do ponto "A" conhecida no sistema N (V_{AN}). Qual é o valor correspondente da velocidade do ponto "A" no sistema M (V_{AM}).

Equação de transformação de velocidades de Galileu.

$V_{AM} = V_{AN} + V_{NM}$

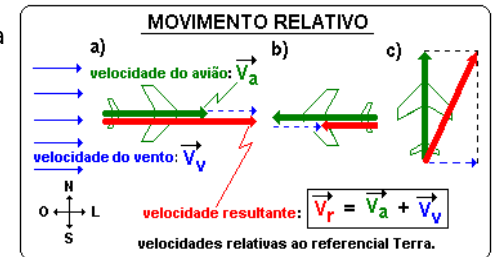
V_{AM} = velocidade de "A" no referencial "M"

V_{AN} = velocidade de "A" no referencial "N"

V_{NM} = velocidade do referencial "N" em relação a "M"

PRINCÍPIO DA INDEPENDÊNCIA DOS MOVIMENTOS (GALILEU)

Quando um corpo se encontra sob ação simultânea de vários movimentos, cada um deles se processa independentemente dos demais..

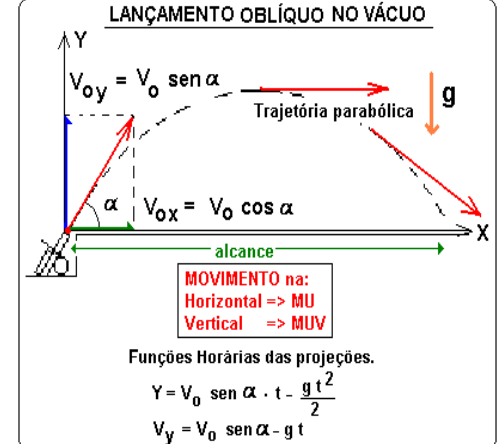


LANÇAMENTO OBLÍQUO NO VÁCUO

A aceleração é a própria aceleração da gravidade.

Na horizontal (projção) o móvel descreve um movimento retilíneo e uniforme.

Na vertical (projção) o móvel descreve um movimento retilíneo uniformemente variado, análogo ao lançamento vertical no vácuo.



No lançamento oblíquo, para uma dada velocidade inicial v_0 , o alcance é máximo quando $\alpha = 45^\circ$.

No lançamento oblíquo, para uma dada velocidade inicial V_0 os ângulos de lançamento complementares resultam no mesmo alcance.

alcance(a) $a = (V_0^2 \text{ sen } 2\alpha) / g$

altura máxima (H) $H = (V_0 \text{ sen } \alpha)^2 / 2g$

2- DINÂMICA

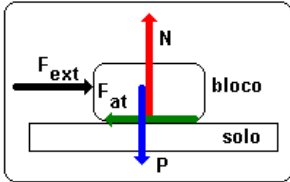
FORÇAS

FORÇA agente capaz de:

a) causar aceleração (variação do vetor velocidade) b) causar deformação (mudança na forma do corpo). A força é uma grandeza física vetorial.

FORÇA RESULTANTE - Quando varias forças atuam simultaneamente numa partícula, elas podem ser substituídas por uma única força, que sozinha terá o mesmo efeito que todas as outras juntas. $F_R = \Sigma F = F_1 + F_2 + F_3 + \dots + F_n$

A UNIDADE DE FORÇA no S.I. Newton (N).



FORÇA GRAVITACIONAL (PESO) - A força com que a terra atrai os corpos para o seu centro de gravidade.

Módulo: $P = m \cdot g$

m = massa (quilograma(kg)) e $g = 9,81 \text{ m/s}^2$
Direção: vertical, passando pelo objeto e pelo centro de gravidade da terra.

Sentido: descendente, apontando para o centro de gravidade da terra.

FORÇA ELÁSTICA - É a força que surge devido a deformação elástica dos corpos

LEI DE HOOKE - dentro do limite elástico da substância que é feita a mola, a intensidade da força aplicada é proporcional a deformação sofrida pela mesma. $F = -k \cdot X$
 k = constante elástica da mola
 X = deformação sofrida pela mola

FORÇA NORMAL- Força que atua entre duas superfícies de contato. É a força que a superfície exerce num objeto qualquer, que se encontre apoiado sobre a mesma. A força é perpendicular a superfície de contato.

FORÇA DE ATRITO- As forças de atrito surgem por dois motivos:

1 - Irregularidade das superfícies em contato

2 - Atração eletromagnética entre as moléculas mais próximas das duas superfícies em contato.

FORÇA DE ATRITO ESTATICO - É a força que atua quando há tendência de movimento entre as superfícies, mas não há movimento relativo entre as superfícies.

$$F_{AT(EST)} = \mu_e \cdot N$$

Obs: A força de atrito estático varia desde zero até o valor máximo. Ela só terá seu valor máximo se a soma das forças que tendem a deslocar o objeto, sobre uma dada superfície, for maior ou igual a este valor máximo.

FORÇA DE ATRITO DINÂMICO - É a força que atua quando existe movimento relativo entre as duas superfícies em contato.

CARACTERÍSTICAS DAS FORÇAS DE ATRITO
SENTIDO - sempre oposto ao deslocamento, ou a tendência ao deslocamento.

MÓDULO - as forças de atrito são proporcionais a força normal (N). $F_{AT(DIN)} = \mu_d \cdot N$

DIREÇÃO: tangente às superfícies.

LEIS DA MECÂNICA (NEWTON)

As leis da mecânica serão formuladas considerando-se que os sistemas de referência são inerciais, isto é, sem aceleração.

Lei da inércia (1a Lei da Mecânica). Se a força resultante que atua em um dado corpo é nula ele está em repouso ou movimento retilíneo uniforme.

Lei Fundamental da dinâmica (2a Lei). A aceleração adquirida por um corpo é diretamente proporcional a força resultante

e inversamente proporcional a sua massa.

$$F_R = m \cdot a$$

Lei da Ação e Reação (3a Lei). A toda ação corresponde uma reação de mesmo módulo e intensidade, porém de sentido contrário.

$$F_{ab} = -F_{ba}$$

GRAVITAÇÃO UNIVERSAL

LEI DA GRAVITAÇÃO UNIVERSAL - dadas duas massas M e m separadas por uma distância d ocorrerá, sempre entre elas, atração gravitacional, cuja intensidade é dada por:

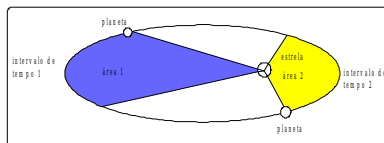
$$F = G \frac{M \cdot m}{d^2}$$

1ª - **LEI DAS ÓRBITAS** - Os planetas descrevem trajetórias elípticas, onde o Sol ocupa um dos focos da elipse.

2ª - **LEI DAS ÁREAS** - As áreas varridas pelo raio vetor de um planeta são proporcionais ao tempo gasto para varrê-las.

3ª - **LEI DOS PERÍODOS** - Os cubos dos raios médios dos planetas em torno do Sol são proporcionais aos quadrados dos períodos de revoluções.

$$R^3 = k T^2$$



TRABALHO DE UMA FORÇA.

Um processo através do qual a energia pode ser transformada de uma forma para outra ou transferida de um objeto para outro, devido a ação de uma força.

$$W = F \Delta S \cos \theta ; U(W) = \text{Joule (J)}$$

Trabalho da força peso: $W_p = m \cdot g \cdot h$

Trabalho da força elástica: $W_{el} = k \cdot x^2 / 2$

Potência; $P = T / \Delta t$ (watt(W))

Rendimento = $n = P_{\text{útil}} / P_{\text{total}}$

LEIS DE CONSERVAÇÃO

Energia é a capacidade de realizar trabalho.

Energia Cinética = $E_c = m \cdot v^2 / 2$

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

$E_{p(elástica)} = kx^2 / 2$

TEC: $\Sigma T = \Delta E_c$

Energia Mecânica => $E_M = E_c + E_p$

CEM: $E_{MA} = E_{MB}$ se $F_{DISP} = 0$

QUANTIDADE DE MOVIMENTO é o produto da massa da partícula pela sua velocidade.

$$Q = m \cdot v$$

direção: a mesma da velocidade

sentido: o mesmo da velocidade

$U(Q)$ no S.I. = $\text{kg} \cdot \text{m} / \text{s}$

IMPULSO (I) - def - é o produto da força média pelo tempo de atuação da força.

$$I = F_m \Delta t$$

direção: a mesma de F , sentido: o mesmo de F

intensidade: $I = F \cdot \Delta t$, a força é constante em relação ao tempo.

O impulso total que um objeto (massa constante) recebe determina a sua variação de velocidade.

Num gráfico do tipo força versus tempo a área sob a curva é numericamente igual ao impulso da força no intervalo de tempo considerado.

TEOREMA DO IMPULSO. O impulso total que um objeto recebe determina a sua variação de quantidade de movimento.

$$I = \Delta Q$$

TEOREMA DA CONSERVAÇÃO DA QUANTIDADE DE MOVIMENTO. Quando a soma vetorial de todas as forças que atuam em um sistema é zero (sistema isolado), o momento total do sistema permanece inalterado, isto é, constante.

$$Q_A = Q_B \text{ se } \Sigma F_{\text{ext}} = 0$$

3- ESTÁTICA

A estática é o ramo da mecânica que estuda as forças que atuam em objetos que estão em repouso.

ESTÁTICA DA PARTÍCULA. Da 1ª lei da mecânica sabemos que: para uma partícula que está em repouso permanecer parada, é necessário que a força resultante sobre a mesma seja zero.

$$F_1 + F_2 + F_3 + \dots + F_n = 0 \text{ ou } F_R = 0$$

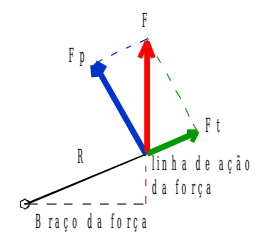
Torque ou Momento (M) mede a tendência de uma força fazer um corpo girar em torno de um eixo.

$$M = F \cdot d$$

horário (-) anti-horário (+)

Onde, F = magnitude da força aplicada ao corpo

d = braço dessa força relativa ao eixo dado.



Centro de Massa. Ponto de um sistema de partículas que se move como se todas as massas e forças externas estivessem nele concentradas.

$$X_{CM} = m_1 \cdot x_1 + m_2 \cdot x_2 + \dots / m_1 + m_2 + \dots$$

$$Y_{CM} = m_1 \cdot y_1 + m_2 \cdot y_2 + \dots / m_1 + m_2 + \dots$$

Estática dos Sólidos. Para que um sólido esteja em equilíbrio num referencial inercial é necessário satisfazer duas condições, uma referente ao equilíbrio de translação e outra referente ao equilíbrio de rotação.

$$\Sigma F = 0 \text{ e } \Sigma M = 0$$

FLUIDOESTÁTICA

MASSA ESPECÍFICA OU DENSIDADE ABSOLUTA de um corpo é numericamente igual à massa da unidade de volume do corpo

$$\rho = m / V$$

A unidade de massa específica no S.I. é: kg / m^3 .

PRESSÃO numa área é a força normal por unidade de área. A pressão P , que uma força F_p perpendicular a área A exerce sobre a mesma, é o cociente entre o valor de F_p e o valor da área A .

$$P = F_p / A$$

A pressão P num ponto de um fluido em equilíbrio é a mesma em todas as direções.

Princípio Fundamental da

Fluidostática. "A diferença entre as pressões em dois pontos considerados no seio de um líquido em equilíbrio (pressão no ponto mais profundo) vale o produto da massa específica do líquido, pelo módulo da aceleração da gravidade do local onde é feita a observação, pela diferença entre as cotas dos pontos considerados".

$$P_B - P_A = \rho \cdot g \cdot h$$

EMPUXO. Todo corpo em contato com um fluido imerso ou flutuante, dentro de um campo gravitacional, fica sujeito à ação de uma força imposta pelo fluido denominada empuxo, que tem as seguintes características:

-O **valor** do empuxo é igual ao módulo do peso do volume de líquido deslocado.

-A **direção** do empuxo é vertical

-O **sentido** do empuxo é de baixo para cima.

-**ponto de aplicação**: centro de gravidade do fluido deslocado, chamado de centro de impulsão.

$$E = \rho_{\text{liq}} \cdot V_{\text{desl}} \cdot g$$

TERMOFÍSICA

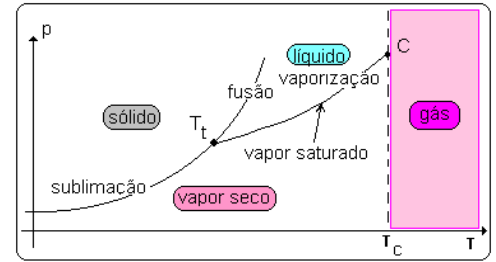
Prof. Alexandre Ortiz Calvão Jul/05

aquecido por uma chama.

$$V_{\text{Líquido}} = V_{\text{Aparente}} + V_{\text{frasco}}$$

$$Q = m \cdot L$$

DIAGRAMA DE FASES



V-TRANSMISSÃO DE CALOR

Espontaneamente, o calor sempre se propaga das regiões mais quentes para as mais frias.

Dois sistemas isolados a temperaturas diferentes irão trocar calor até que suas temperaturas sejam as mesmas (equilíbrio térmico). Estas trocas de calor poderão ocorrer de três formas diferentes: 1. Condução 2. Convecção 3. Irradiação (radiação).

FLUXO DE CALOR (Φ)-Fluxo de calor é a razão entre a quantidade de calor (Q) propagada através da área(S) e o intervalo de tempo(Δt) gasto.

$$\Phi = Q / \Delta t$$

CONDUÇÃO

Na condução de calor, a energia térmica é transmitida de partícula para partícula (átomos, moléculas ou elétrons) pela colisão direta das mesmas. No vácuo o calor não pode se propagar por condução.

A transmissão de calor entre sólidos geralmente é feita por condução.

LEI DE FOURIER

A energia térmica(Q) transmitida através de um objeto retangular num certo intervalo de tempo(t) é:

$$Q / t = - k(T) \cdot A \cdot (T_2 - T_1) / x$$

Onde x é a espessura do objeto na direção do fluxo de calor, A é a área através da qual o calor flui, e T1 e T2 são as temperaturas das superfícies fria e quente, respectivamente. A área é perpendicular a direção do fluxo de calor. A constante, K, é a condutividade térmica.

CONVECÇÃO

Na transmissão de calor por convecção as moléculas mais quentes são movimentadas de um lugar para outro. Sendo a energia térmica levada com elas.

Para que haja convecção é necessário que as moléculas tenham mobilidade, isto é, que o meio seja um fluido(líquido ou gás).

RADIAÇÃO

A radiação de calor é o processo de transmissão de energia através de ondas eletromagnéticas (ex. luz e ondas de rádio etc). Este tipo de transferência de energia, também pode ocorrer no vácuo.

Todos os objetos que estejam acima do zero grau absoluto irradiam energia.

CORPO NEGRO: é um corpo que absorve toda a radiação que sobre ele incide e tem emissividade igual a 1

I-TERMOMETRIA

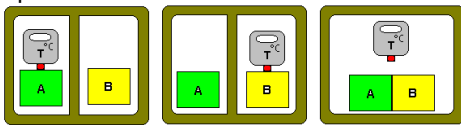
TEMPERATURATA é uma medida quantitativa de uma qualidade macroscópica relacionada com nosso senso de quente e frio.

DEF 1. Temperatura é a grandeza que nos permite avaliar o grau de agitação atômica-molecular dos sistemas.

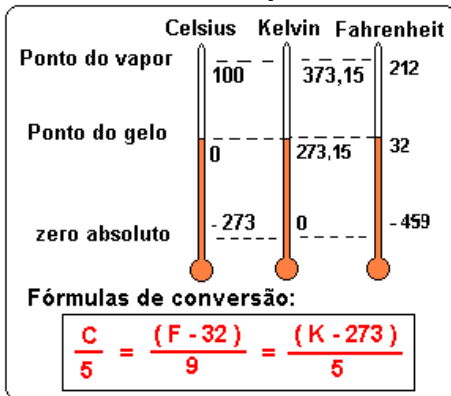
Maior grau de agitação atômica-molecular => maior temperatura
Menor grau de agitação atômica-molecular => menor temperatura

DEF 2. A temperatura é uma grandeza que nos permite dizer se dois ou mais sistemas estão ou não em equilíbrio térmico.

PRINCÍPIO ZERO DA TERMODINÂMICA. Se dois corpos, A e B estiverem em equilíbrio térmico com um terceiro corpo, C, então A e B também estão em equilíbrio térmico entre si.

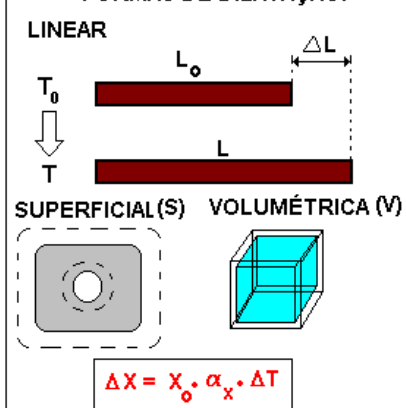


Escalas de temperaturas



II-DILATAÇÃO TÉRMICA

FORMAS DE DILATAÇÃO:



Onde: X₀ é a dimensão inicial do objeto
α é o coeficiente de dilatação e Δt é a variação de temperatura

RELAÇÃO ENTRE OS COEFICIENTE DE DILATAÇÃO:

$$\beta = 2 \cdot \alpha \quad \gamma = 3 \cdot \alpha$$

DILATAÇÃO DOS LÍQUIDOS. Considere uma certa quantidade de um dado líquido que se encontra dentro de um recipiente. Com o objetivo de estudarmos como o líquido se dilata ao variarmos sua temperatura, levamos o sistema líquido-recipiente para ser

III- CALORIMETRIA

CALOR é um processo de transferência de energia térmica entre sistemas que estão a temperaturas diferentes.

Sendo o calor um processo ele não fica armazenado no sistema, isto é, não podemos falar que um dado sistema possui calor. O calor é o processo de transferência de energia térmica. O que o sistema adquire em função desse processo é energia.

O calor sempre flui espontaneamente dos corpos de maior temperatura para os de menor temperatura. O fluxo de calor cessa quando ambos atingem o equilíbrio térmico, isto é, a mesma temperatura.

UNIDADE DE QUANTIDADE DE CALOR

$$1 \text{ cal} = 4,186 \text{ J} \quad 1 \text{ Kcal} = 10^3 \text{ cal}$$

CALOR SENSÍVEL. Quando um sistema que recebe ou cede calor sofre uma variação de temperatura, mantendo seu estado de agregação, dizemos que o calor recebido ou cedido é calor sensível.

CAPACIDADE T...RMICA (C), de um corpo é o quociente entre a quantidade de calor (Q) que o mesmo troca com o exterior e o correspondente acréscimo de temperatura, ΔT.

$$C := Q / \Delta T$$

CALOR ESPECÍFICO é a capacidade térmica por unidade de massa de um corpo, depende da natureza da substância da qual é constituído e é definido a uma dada temperatura T, com:

$$c := Q / m \Delta T$$

FÓRMULA FUNDAMENTAL DA CALORIMETRIA

$$Q = m c \Delta T$$

A quantidade de calor sensível trocada por um corpo é igual ao produto de sua massa(m) pelo seu calor específico(c) e a correspondente variação de temperatura(T).

PRINCÍPIO DAS TROCAS. A soma algébrica das quantidades de calor trocadas em um sistema termicamente isolado é nula.

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots + Q_n = 0$$

IV-TRANSIÇÕES DE FASES

As substâncias podem se apresentar em três estados de agregação: sólido, líquido e gasoso

CALOR LATENTE DE MUDANÇA DE FASE (L) de uma substância, correspondente a uma dada pressão, a quantidade de calor que deve ser fornecida(retirada) à unidade de massa da substância, na temperatura de mudança de fase, para que ocorra mudança de fase, sem variação da temperatura.

VI-ESTUDO DOS GASES

VISÃO MACROSCÓPICA DOS GASES. Os gases são fluidos desprovidos de forma própria, facilmente compressíveis. Eles também têm tendência a ocupar todo o volume do recipiente que o contém.

VISÃO MICROSCÓPICA DOS GASES

1) Os gases são constituídos de moléculas. 2) As moléculas do gás não exercem força de atração entre elas. 3) O volume ocupado pelas moléculas do gás é desprezível, quando comparado com o do recipiente que o contém. 4) O movimento das moléculas de gás é contínuo e caótico (aleatório).

UM MODELO DOS GASES REAIS: O GÁS PERFEITO. LEI DE AVOGADRO - Volumes iguais de gases quaisquer, nas mesmas condições de temperatura e pressão, possuem o mesmo número de moléculas.

1 mol de qualquer gás ($n=1$ mol) à temperatura de 0°C e a pressão de 1 atm ocupa o volume de 22,4 litros.

Um mol de qualquer partícula ou coisa é igual a $6,023 \times 10^{23}$ desta coisa (ou partícula).

CNTP. a) temperatura de 0°C e b) pressão de 1 atm.

EQUAÇÃO DE ESTADO DE UM GÁS IDEAL

Cada estado de equilíbrio em que um gás se apresenta é caracterizado, do ponto de vista macroscópico, pelas seguintes propriedades macroscópicas, pressão (p), volume (v) e temperatura (T) (só em graus Kelvin).

$$P V = n R T$$

n = número de mols do gás

R = constante universal dos gases perfeitos = $0,0082 \text{ atm.l / mol K}$ ou $8,31 \text{ J / mol K}$

LEI GERAL DOS GASES PERFEITOS

$$P_1 V_1 / T_1 = P_2 V_2 / T_2$$

Estado inicial: P_1, V_1 e T_1 Estado final: P_2, V_2 e T_2 . T_1 e T_2 são as temperaturas em Kelvin

TRANSFORMAÇÃO ISOBÁRICA

$$\text{Pressão constante } P_1 = P_2 \Rightarrow V_1 / T_1 = V_2 / T_2$$

TRANSFORMAÇÃO ISOTÉRMICA

$$\text{Temperatura constante } T_1 = T_2 \Rightarrow P_1 V_1 = P_2 V_2$$

TRANSFORMAÇÃO ISOCÓRICA

$$\text{Volume constante } V_1 = V_2 \Rightarrow P_1 / T_1 = P_2 / T_2$$

TRABALHO NAS TRANSFORMAÇÕES GASOSAS

A) TRANSFORMAÇÃO ISOBÁRICA (P = cte)

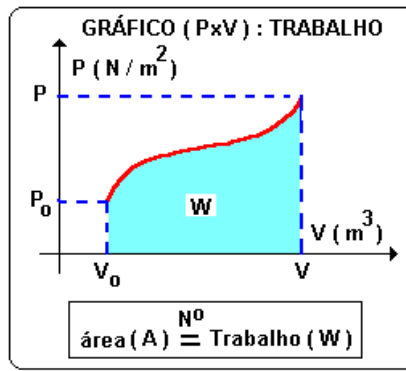
O trabalho realizado por uma massa gasosa, numa transformação isobárica (P = Cte), que teve uma variação de volume (ΔV) é:

$$W = P \Delta V$$

ΔV = volume final - volume inicial

B) TRANSFORMAÇÃO QUALQUER

O trabalho realizado em uma massa gasosa durante uma transformação qualquer é numericamente igual a área sob a curva no gráfico P x V.



C) TRANSFORMAÇÃO CÍCLICA: é a transformação na qual, após o seu transcurso, as condições finais de pressão, volume e temperatura são iguais as iniciais.

A ÁREA LIMITADA PELO CICLO NO DIAGRAMA (P x V) MEDE O TRABALHO REALIZADO NO MESMO.

VII-TEORIA CINÉTICA DOS GASES

“Toda matéria é composta de moléculas (átomos), que se encontram em constante movimento térmico caótico”.

Equação fundamental da teoria cinética dos gases (Pressão)

A pressão exercida por um gás numa dada superfície é devido as colisões das moléculas do gás contra esta superfície.

A pressão de um gás perfeito é proporcional ao produto da massa da molécula (m_0) pelo número de moléculas por unidade de volume (n) e pela velocidade média quadrática.

$$P = (m_0 n \langle v^2 \rangle) / 3$$

A ENERGIA CINÉTICA MÉDIA POR

MOLÉCULA é independente da natureza do gás.

$$\langle e_c \rangle = (3 K T) / 2$$

LEI DE JOULE DOS GASES IDEAIS

“A energia interna de uma dada quantidade de gás perfeito é função exclusiva de sua temperatura”.

VIII-1ª LEI DA TERMODINÂMICA

ENUNCIADO - Quando uma quantidade de calor (Q) é fornecida a um sistema durante um processo, parte dela (ΔU) fica no sistema sob forma de energia interna e parte (w) deixa o sistema sob a forma de trabalho realizado pelo sistema sobre a sua vizinhança.

$$\Delta U = Q - w$$

APLICAÇÕES DA 1ª LEI DA TERMODINÂMICA

Transformações a volume constante (V = constante)

$$\text{Calor trocado: } Q = m c_v \Delta T$$

$$\text{Trabalho: } w = 0$$

$$\text{Variação da energia interna: } U = m c_v \Delta T$$

Transformações a pressão constante (P = cte)

$$Q = m c_p \Delta T \text{ e } w = P \Delta V$$

$$\Delta U = m c_p \Delta T - P \Delta V$$

$$\text{Relação de Mayer } c_p - c_v = R$$

c_p = calor específico a pressão constante.

c_v = calor específico a volume constante

Transformações a temperatura constante (T = cte)

$$Q = w \quad w = Q, \quad \Delta U = 0$$

IX- SEGUNDA LEI

MÁQUINA TÉRMICA DE RENDIMENTO MÁXIMO (MÁQUINA DE CARNOT)

A conhecida máquina de Carnot é uma máquina térmica teórica de rendimento máximo. Isto é, nenhuma máquina térmica operando entre duas fontes pode ser mais eficiente que uma máquina de Carnot operando entre os mesmos dois reservatórios térmicos.

I- **Enunciado da Eficiência (Kelvin)**

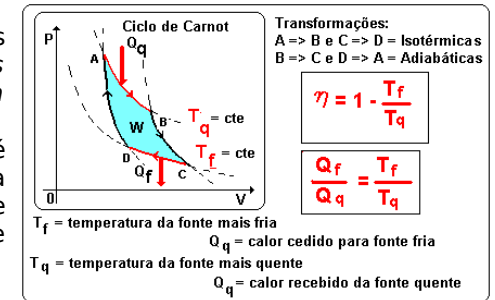
Nenhum processo é possível cujo único resultado é a conversão completa de calor em trabalho.

II- **Enunciado da Irreversibilidade (Clausius)**

Nenhum processo é possível cujo único resultado é a transferência de calor de um corpo quente para outro mais quente.

III- **Enunciado da entropia**

Todos os processos naturais evoluem na direção que leva ao aumento da entropia.



TERCEIRA LEI. ... impossível um sistema atingir o zero grau absoluto, através de um número finito de operações.

Algumas conseqüências da terceira lei da termodinâmica. No zero absoluto, a capacidade térmica e o coeficiente de dilatação dos corpos tornam-se zero.

ÓPTICA GEOMÉTRICA

Prof. Alexandre Ortiz Calvão

PRINCÍPIOS DE ÓPTICA GEOMÉTRICA

RAIOS DE LUZ – linhas ao longo das quais as energias das ondas eletromagnéticas se propagam, indicam também, a direção e o sentido de propagação.

PRINCÍPIO DA PROPAGAÇÃO

RETILÍNEA – Nos meios homogêneos, transparentes e isotrópicos a luz se propaga em linha reta.

PRINCÍPIO DA INDEPENDÊNCIA – Quando os raios de luz se cruzam, cada um deles segue seu trajeto como se os outros não existissem.

PRINCÍPIO DA REVERSIBILIDADE – O caminho seguido por um raio de luz não se modifica quando o sentido de propagação for invertido.

PRINCÍPIO DE FERMAT – Trajeto de Mínima Duração.

“A trajetória da luz ao viajar de um ponto para outro é tal que o tempo de percurso é mínimo”.

Obs. Se o meio em que a luz se propaga é homogêneo, o trajeto de duração mínima é o de comprimento mínimo; os raios serão linhas retas. Se a luz atravessa sucessivamente muitos meios, seu trajeto, em cada meio, será retilíneo, afim de ser o de menor duração.

COR

Vermelho, laranja, amarelo, verde, azul, anil e violeta.

CORES PRIMÁRIAS – As cores primárias são: vermelha, verde e azul.

COR DOS OBJETOS

CORPO BRANCO – Se um corpo reflete todas as cores que nele incidem, diz-se que é branco.

CORPO NEGRO – Se um corpo absorve todos os raios luminosos que nele incidem, diz-se que é negro.

CORPO COLORIDO – Se um objeto absorve todas as cores menos a vermelha, que reflete, é considerado vermelho, e um pano azul parece preto quando iluminado com luz vermelha (frequência na faixa da cor vermelha) porque não há luz azul para ele refletir.

REFLEXÃO E ESPELHOS PLANOS

REFLEXÃO é o fenômeno no qual a luz, ao incidir numa superfície, retorna ao meio em que estava se propagando.

LEIS DA REFLEXÃO

1ª Lei: O raio incidente (i) o raio refletido (r) e a normal (n) estão no mesmo plano.

2ª Lei: O ângulo de incidência (i) é igual ao ângulo de reflexão (r).

$$i = r$$

ESPELHO PLANO – O espelho plano é um sistema óptico estigmático, pois conjuga sempre um ponto objeto com um ponto imagem. Ele também conjuga, de um objeto real, imagem sempre virtual, direita e de mesmo tamanho do objeto.

Chamamos esta imagem de especular ou enantiomorfa.

CAMPO VISUAL – ... a região do espaço que pode ser observada através

do espelho.

TRANSLAÇÃO DE ESPELHO. Quando um espelho plano é deslocado paralelamente à sua posição inicial, a imagem de um objeto fixo sofre um deslocamento que é o dobro do deslocamento do espelho, no mesmo sentido.

$$D = 2d$$

ROTAÇÃO DE ESPELHO. Se um espelho plano sofre uma rotação em torno de um vértice do espelho plano de um ângulo α , o raio refletido sofre uma rotação de 2α .

$$\beta = 2\alpha$$

ASSOCIAÇÃO DE ESPELHOS PLANOS: $N = (360 / \alpha) - 1$

Onde: N é o número de imagens; α é o ângulo entre os espelhos.

ESPELHOS ESFÉRICOS

ESPELHO ESFÉRICO é uma calota esférica onde ocorre reflexão regular da luz.

CÔNCAVO quando a superfície refletora está do lado interno da calota.

CONVEXO quando a superfície refletora está do lado externo da calota.

ELEMENTOS GEOMÉTRICOS:

Centro de curvatura (C) da esfera que contém a calota esférica.

Raio de curvatura (R) é o raio de curvatura da esfera que contém a calota esférica.

Vértice do espelho (V) é o pólo da calota esférica.

Eixo principal: é a reta que contém o centro C e o vértice V do espelho.

Eixo secundário: qualquer reta que contém o centro C, mas não contém o vértice V do espelho.

FOCO PRINCIPAL (F): de um espelho esférico é o ponto de convergência de um feixe de luz cilíndrico e paralelo ao eixo principal. Ele é real para os espelhos côncavos e virtual para os convexos.

PROPRIEDADES DOS RAIOS DE LUZ.

1- Um raio incidente paralelamente ao eixo principal reflete-se na direção do foco principal.

2- Um raio incidente na direção do foco principal reflete-se paralelamente ao eixo principal.

3- Um raio incidente na direção do centro de curvatura reflete-se sobre si mesmo.

4- Um raio incidente no vértice do espelho reflete-se simetricamente em relação ao eixo principal.

IMAGEM PRODUZIDA POR UM ESPELHO CONVEXO: é sempre virtual, direita e menor.

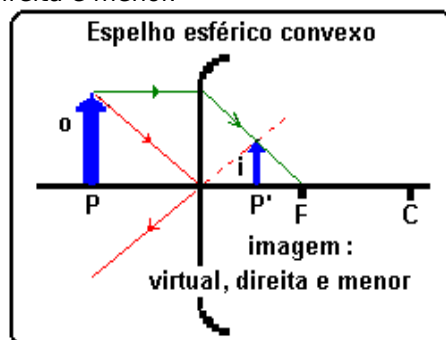


IMAGEM PRODUZIDA POR UM CÔNCAVO:

A- Objeto além do centro de curvatura. Imagem: real, invertida e menor.

B- Objeto sobre o centro de curvatura. Imagem: real, invertida e do mesmo tamanho.

C- Objeto entre o centro de curvatura e o foco. Imagem: real, invertida e maior.

D- Objeto no plano focal. Imagem: imprópria (no infinito).

E- Objeto entre o foco e o vértice. Imagem: virtual, direita e maior.

EQUAÇÃO DO AUMENTO LINEAR TRANSVERSAL (A):

$$A = i / o = - p' / p$$

P: distância do objeto ao vértice do espelho.

P': distância da imagem ao vértice do espelho.

f: distância focal do espelho

o: tamanho do objeto.

i: tamanho da imagem

EQUAÇÃO DE GAUSS. A imagem de um objeto, colocado a uma distância "p" de um espelho de distância focal "f", forma-se a uma distância "p'" do espelho tal que:

$$1/f = (1/p) + (1/p')$$

Nesta equação, "p" é sempre positivo, f é positivo para o espelho côncavo e negativo para o convexo e "p'" é positivo para uma imagem real e negativo para uma imagem virtual.

OBS. As grandezas f, p, p', i, o e A são algébricas, isto é, elas devem ser introduzidas nas equações com seus respectivos sinais (positivo ou negativo), para que possam produzir resultados corretos.

REFRAÇÃO E DIÓPTROS

REFRAÇÃO DA LUZ está associada à mudança de velocidade da luz ao passar de um meio para outro.

A velocidade da luz modifica-se na refração, isto é, na passagem de um meio para outro.

DIÓPTRO: é o conjunto de dois meios refringentes separados por uma superfície.

ÍNDICE DE REFRAÇÃO ABSOLUTO (n) para um dado meio é o quociente entre a velocidade da luz no vácuo (c) e a velocidade da luz no meio em questão.

$$n = (\text{velocidade da luz no vácuo}) / (\text{velocidade da luz no meio})$$

$$n = c / v$$

LEIS DA REFRAÇÃO

1a. O raio incidente, o raio refratado e a reta normal estão no mesmo plano.

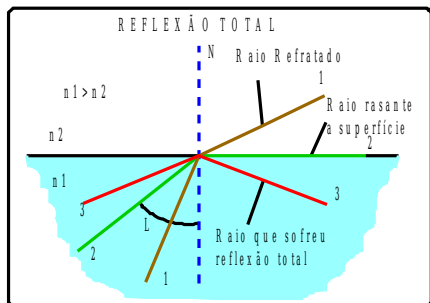
2a. Lei de Snell-Descartes. Para um raio de luz monocromática passando de um meio para outro, é constante o produto do seno do ângulo, formado pelo raio e a normal, com o índice de refração em que se encontra esse raio.

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

ÂNGULO LIMITE (L) é o valor do ângulo de incidência ao qual corresponde uma emergência rasante (por 90°), quando a luz se propaga do meio mais refringente para o meio menos refringente:

$$\text{Sen } L = n_1 / n_2 \quad \text{para } n_1 < n_2$$

REFLEXÃO TOTAL - Se o ângulo de incidência for maior que o ângulo limite, quando a luz passa de um meio mais refringente para um meio menos refringente, ocorre o fenômeno da reflexão total.



DIOPTRIO PLANO: dois meios homogêneos e transparentes separados por uma superfície plana. $y / y' = n / n'$ onde, y = abscissa do objeto; y' = abscissa da imagem; n = índice de refração do meio de incidência; n' = índice de refração do meio de emergência.

LÂMINAS DE FACES PARALELAS

Se os meios externos forem iguais, o raio emergente é paralelo ao raio incidente.

PRISMA é o sistema óptico constituído por três meios homogêneos e transparentes separados por duas superfícies planas não paralelas. Fórmulas:

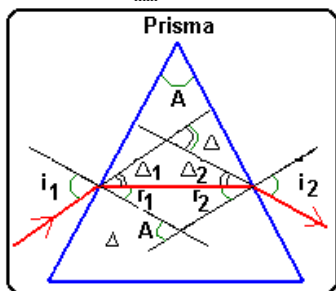
$$A = r_1 + r_2 \quad \text{e} \quad \Delta = i_1 + i_2 - A$$

Onde: A ângulo de refração; i_1 e i_2 ângulos com a normal fora do prisma r_1 e r_2 ângulos com a normal dentro do prisma; Δ ângulo de desvio.

CONDIÇÕES DE DESVIO MÍNIMO- A análise experimental dos prismas ópticos revela-nos que o desvio assume o valor mínimo quando o ângulo de incidência na 1ª face e de emergência na 2ª face forem iguais. (Δ_{min} = desvio angular mínimo).

$$i_1 = i_2 \Rightarrow r_1 = r_2 \Rightarrow A = 2r \Rightarrow$$

$$\Delta_{\text{min}} = 2i - A$$

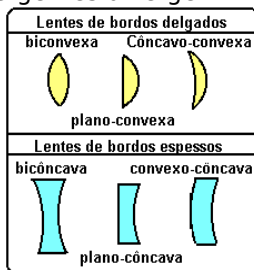


LENTE ESFÉRICAS DELGADAS

LENTE é o sistema óptico constituído por três meios homogêneos e transparentes separados por duas superfícies curvas ou por uma superfície curva e uma plana.

LENTE DELGADA é a lente cuja espessura é pequena quando comparada aos raios de curvatura das faces curvas.

LENTE CONVERGENTE é aquela em que os raios emergentes, que correspondem a incidentes paralelos, convergem. A lente é divergente quando, nas mesmas condições, os raios emergentes divergem.



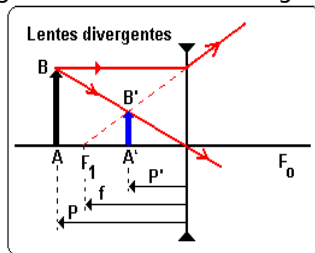
PROPRIEDADES DO RAIO DE LUZ NAS LENTES.

1ª. Todo raio luminoso que incide paralelamente ao seu eixo principal, refrata-se passando pelo foco principal imagem.

2ª. Todo raio luminoso que incide passando pelo foco principal objeto, refrata-se e emerge paralelamente ao eixo principal.

3ª. Todo raio luminoso que incide passando pelo centro óptico da lente não sofre desvio ao atravessa-la.

Obs. Nas duas primeiras propriedades, a passagem pelos focos principais é efetiva na lente convergente e em prolongamento na lente divergente.

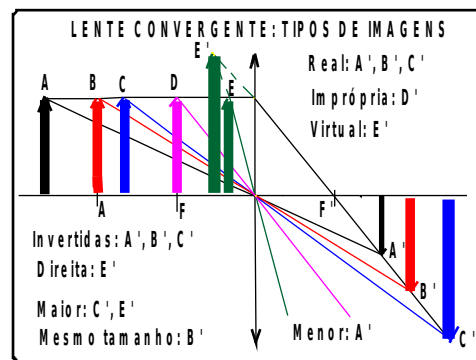


CONSTRUÇÃO DE IMAGENS NAS LENTES

LENTE DIVERGENTE: a imagem formada de um objeto real é sempre VIRTUAL, DIREITA E MENOR que o objeto.

LENTE CONVERGENTE:

- Objeto além do ponto antiprincipal A.
Imagem: real, invertida e menor.
- Objeto no ponto antiprincipal objeto A.
Imagem: real, invertida e igual
- Objeto entre o ponto antiprincipal objeto A e o foco objeto
Imagem: real, invertida e maior.
- Objeto no foco objeto.
Imagem: imprópria (no infinito)
- Objeto entre o foco objeto F e o centro óptico O.
Imagem: virtual, direita e maior



EQUAÇÃO DE GAUSS PARA LENTES

- A imagem de um objeto, colocado a uma distância "p" de uma lente delgada de distância focal "f", forma-se a uma distância "p'" da lente tal que:

$$1 / f = (1 / p) + (1 / p')$$

convenção de sinais:

- A distância "p" é sempre positiva.
- A distância "p'" será positiva se a imagem for real e negativa se for virtual.
- f será positiva quando a lente for convergente e negativa quando for divergente.

VERGÊNCIA ou CONVERGÊNCIA de um sistema óptico é a grandeza definida pelo inverso da distância focal. No SI é medida em dioptrias (di). $U(D) = di = m^{-1}$

$$D = 1 / f$$

FÓRMULA DOS FABRICANTES DE LENTES (HALLEY):

$$D = 1/f = ((n_2 / n_1) - 1) ((1 / R_1) + (1 / R_2))$$

n_2 = lente e n_1 = meio no qual a lente está imersa.

Face convexa: raio positivo ($R > 0$) (+)

Face côncava: raio negativo ($R < 0$) (-)

ASSOCIAÇÃO DE DUAS LENTES

DELGADAS: a imagem formada pela primeira lente será objeto para a segunda lente.

LENTE JUSTAPOSTAS: A vergência da lente equivalente à associação é igual à soma algébrica das vergências das lentes componentes.

Lente convergente: C positivo. Lente divergente: C negativo.

$$C = C_1 + C_2 + \dots$$

ONDULATÓRIA

Prof. Alexandre Ortiz Calvão

MHS

MOVIMENTO HARMÔNICO SIMPLES

(MHS) – é o movimento no qual a aceleração escalar é proporcional à elongação e de sinal contrário.

Todo movimento harmônico simples é periódico e oscilatório.

MOVIMENTO PERIÓDICO: Todo movimento onde uma mesma situação se repete em intervalos de tempo iguais.

MOVIMENTO OSCILATÓRIO

(VIBRATÓRIO): Todo movimento de vaivém simétrico em torno de um ponto de equilíbrio.

Funções horárias do MHS:

Elongação (X) $X = A \cos (w t + \theta_0)$

Velocidade (V) $V = - w A \sin (w t + \theta_0)$

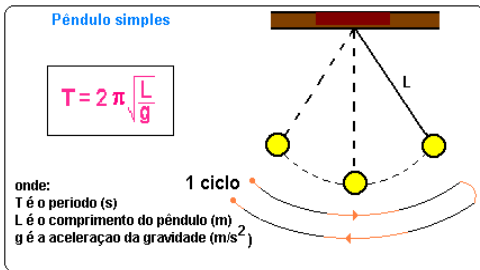
Aceleração (a) $a = - w^2 A \cos (w t + \theta_0)$

onde: A = amplitude do MHS

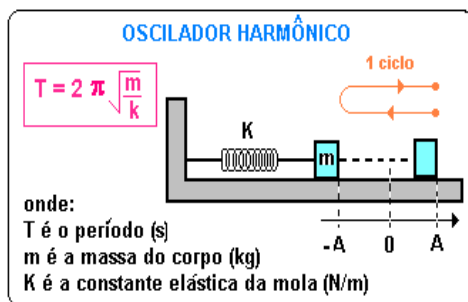
θ_0 = fase inicial do MHS

w = Velocidade angular ou pulsação

PÊNDULO SIMPLES:



OSCILADOR HARMÔNICO ou Sistema massa-mola.



ENERGIA NO MHS

Dado um sistema massa-mola ou pêndulo simples, onde as forças de atrito são desprezadas, haverá conservação de energia mecânica, isto é, para qualquer configuração do sistema a soma da energia cinética mais a potencial é constante.

ASSOCIAÇÃO DE MOLAS

a) Série: $1/Keq = 1/k1 + 1/k2$

b) Paralelo: $Keq = K1 + k2$

ONDAS

CONCEITO DE ONDA – As ondas

transportam energia e quantidade de movimento de um local para outro sem que haja transporte de matéria.

A INTERFERÊNCIA É UMA DAS PROPRIEDADES CARACTERÍSTICAS E EXCLUSIVAS DO MOVIMENTO ONDULATÓRIO.

CLASSIFICAÇÃO DAS ONDAS

NATUREZA – a) Mecânicas: precisam de um meio mecânico para se propagar, não se propagam no vácuo. Exemplo: ar(som).

b) Eletromagnéticas: podem se propagar no vácuo e também em alguns meios materiais. Exemplo: luz, ondas de rádio etc.

MODO DE PROPAGAÇÃO –

- a) Transversais,
- b) Longitudinais e
- c) Mistas.

DIMENSÕES - Uni, Bi e Tridimensionais.

FORMA - Senoidal, Esféricas, Cilíndricas, Planas e etc.

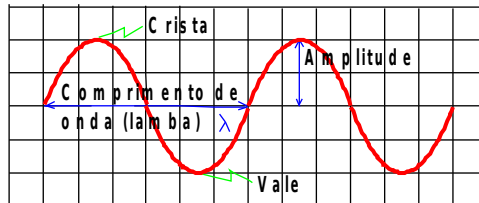
ELEMENTOS DE UMA ONDA

COMPRIMENTO DE ONDA (λ) –

distância entre dois pontos consecutivos com mesma fase.

PERÍODO (T) – tempo para um fenômeno se repetir.

FREQÜÊNCIA (f) – número de vezes que o fenômeno se repete na unidade de tempo



A FREQÜÊNCIA DE UMA ONDA É SEMPRE IGUAL A DA FONTE QUE A EMITIU.

RELAÇÕES

$$V = \lambda / T \text{ ou } V = \lambda \cdot f$$

V = velocidade da onda T = período

f = freqüência

λ = comprimento de onda

W = freqüência angular

VELOCIDADE DAS ONDAS MECÂNICAS

A – Depende das propriedades do meio.

B - Independe do movimento da fonte em relação ao meio.

Velocidade numa corda

Velocidade de uma onda numa corda é dada pela fórmula: $v = (T / d)^{1/2}$

Onde: v = velocidade da onda na corda

T = tensão na corda e d = densidade linear da corda

Velocidade do som em um gás ideal

$$V = (\gamma R T / M)^{1/2}$$

$$\gamma = C_p / C_v$$

R = constante dos gases

T = temperatura absoluta

M = massa molecular

EQUAÇÃO DE ONDA

FUNÇÃO DE ONDA HARMÔNICA

$$Y (x , t) = A \sin (k x - w t)$$

Número de onda (K) $K = 2 \pi / \lambda$

FENÔMENOS ONDULATÓRIOS

1. REFLEXÃO – é quando a onda incide numa superfície de separação entre dois meios e retorna para o mesmo meio.

Reflexão de uma onda unidimensional mecânica.

A reflexão de uma onda mecânica em extremo fixo ocorre com inversão de fase.

A reflexão de uma onda mecânica em extremo livre(móvel) ocorre sem inversão de fase.

2. REFRAÇÃO – é quando a onda vem de um meio e penetra num outro meio.

3. DIFRAÇÃO – “Contornando obstáculos” e “Distinguindo ondas de partículas”.

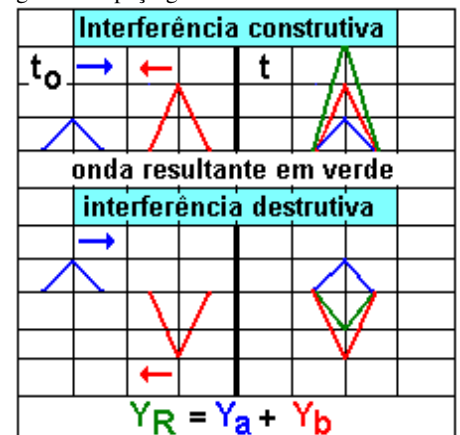
Difração é distorção da propagação retilínea das ondas que deparam com obstáculos, permitindo contorna-los. O fenômeno de difração é característico das ondas, partículas não se difratam.

Condições de Percepção nítida. O fenômeno de difração vai ficando cada vez mais nítido a medida que a relação entre o comprimento da onda incidente e a dimensão do orifício ou obstáculo vai ficando menor que 1.

$Nd =$ comprimento de onda incidente / dimensão característica (obstáculo ou furo).

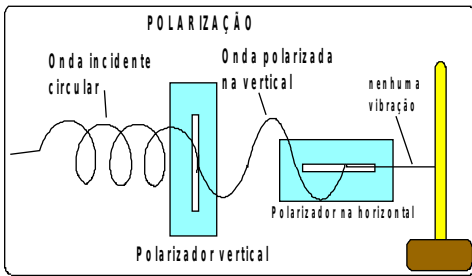
APLICAÇÃO- A difração permite que as ondas contornem obstáculos. É graças a difração que escutamos os sons que são produzido nos diversos cômodos de um casa.

4. INTERFERÊNCIA - é a combinação de duas ou mais ondas que se encontram na mesma região do espaço gerando uma onda resultante.



5. POLARIZAÇÃO – é um fenômeno ondulatório característico das ondas transversais. Quando este fenômeno acontece, as oscilações de todas as partes do meio de propagação ficam no mesmo plano.

ACÚSTICA



6. DISPERSÃO – é o fenômeno através do qual uma onda é decomposta no conjunto de suas ondas simples constituintes.

7. ATENUAÇÃO – Diminuição efetiva da intensidade de uma onda, que atravessa um meio material e interage com ele.

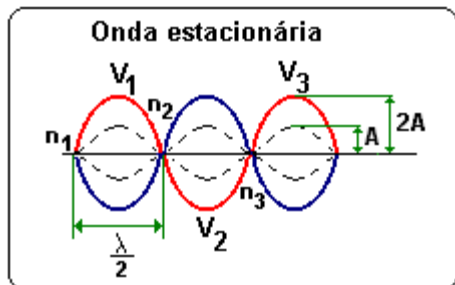
8. RESSONÂNCIA – fenômeno que ocorre quando um sistema oscilante é excitado por um agente externo periódico com uma frequência idêntica a uma das suas frequências próprias. Nestas condições é máxima a transferência de energia da fonte externa para o sistema.

Princípio da superposição – Interferência de ondas

Cada ponto da superfície da onda tem uma amplitude resultante igual à soma algébrica das amplitudes dos pulsos componentes.

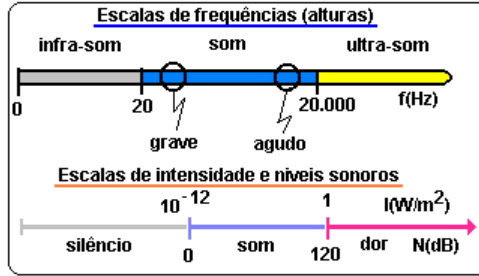
Onda estacionária – Uma onda estacionária é formada quando se superpõem duas ondas iguais, propagando-se com a mesma direção mas com sentidos opostos. A distância entre dois nós ou ventres consecutivos vale $\lambda/2$. Dois ventres vizinhos estão sempre em oposição de fase.

Os pontos que permanecem sempre imóveis são os nós da onda estacionária. Entre os nós estão os pontos que oscilam com amplitude máxima: são os ventres da onda estacionária.



ACÚSTICA: Parte da Física dedicada ao estudo do som.

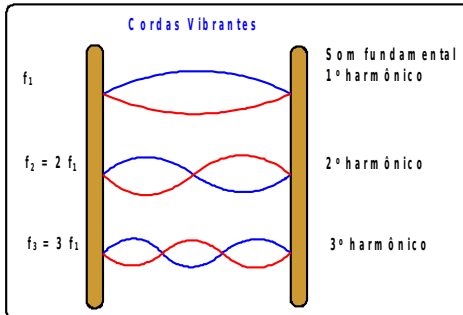
ONDAS SONORAS: são ondas mecânicas longitudinais, capazes de sensibilizar o ouvido humano. Sua frequência vai de 20 Hz até 20.000 Hz, aproximadamente.



ECO: é o som refletido por um obstáculo a uma distância superior a 17 metros, isto é, quando entre a chegada do som direto e a do som refletido há um intervalo de tempo superior a 0,1 s.

REVERBERAÇÃO: é o prolongamento da sensação auditiva em virtude da reflexão do som, isto é, quando entre a chegada do som direto e a do som refletido há um intervalo de tempo inferior a 0,1 s.

ONDAS ACÚSTICAS ESTACIONÁRIAS



BATIMENTOS. Chama-se batimento o fenômeno que resulta da superposição de duas ondas de frequências ligeiramente diferentes. O batimento é uma perturbação de amplitude variável cuja frequência é igual à diferença entre as frequências das duas ondas. O número de batimentos por segundo é igual à diferença entre as frequências das ondas componentes.

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

QUALIDADES FISIOLÓGICAS DO SOM

ALTURA: é a qualidade que permite diferenciar um som grave de um agudo.

Som grave => baixa frequência.

Som agudo => alta frequência.

INTENSIDADE: é a qualidade que permite diferenciar um som forte de um fraco.

TIMBRE: é a qualidade que permite classificar os sons de mesma altura e de mesma intensidade, emitidos por fontes distintas.

INTERVALO (i): entre dois sons é o quociente entre suas frequências. $I = f_2 / f_1$

NÍVEL SONORO (ΔS):

$$\Delta S = \log(I / I_0)$$

$I_0 = \text{limiar de audibilidade} = 10^{-12} \text{ W / m}^2$

I = intensidade física

DECIBEL (dB): é a unidade mais comum de nível sonoro. $1 \text{ dB} = 10^{-1} \text{ B (Bel)}$.

EFEITO DOPPLER

EFEITO DOPPLER: Quando uma ambulância se aproxima de um observador, o som de sua sirene recebido durante a aproximação da mesma é mais alto (mais agudo) que o som recebido durante o afastamento (mais baixo/mais grave). Nestas situações a frequência aparente (f') percebida pelo observador não coincide com a frequência real (f) da fonte. Esse fenômeno é conhecido como efeito Doppler.

f' = frequência aparente, ou, frequência que o observador capta.

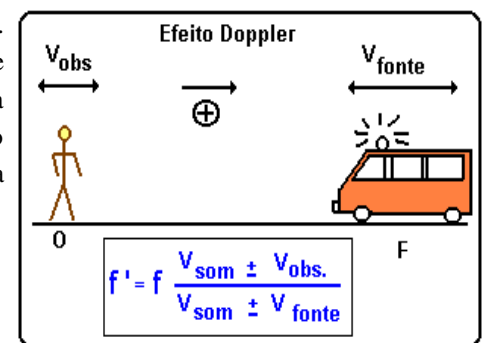
f = frequência da fonte.

V_{obs} = velocidade do observador, em relação ao referencial adotado.

V_{som} = velocidade da onda (som), emitida pela fonte em relação ao referencial adotado.

V_{fonte} = velocidade da fonte, em relação ao referencial adotado.

CONVENÇÃO DE SINAIS - Tomaremos como sentido positivo de V_{obs} e V_{fonte} o que vai do receptor para fonte. A velocidade de propagação das ondas, V_{som} , será sempre positiva.



ELETRICIDADE

Prof. Alexandre Ortiz Calvão

ELESTROSTÁTICA

1. CARGA ELÉTRICA.

PRINCÍPIOS

1. TIPOS DE CARGAS ELÉTRICAS.

Existem dois tipos de cargas elétricas, a positiva e a negativa. **2. PRINCÍPIO DE DU FAY.** Dois corpos com a mesma espécie de eletrização (ambos positivos ou negativos) repelem-se. Se têm tipos diferentes de eletrização (um positivo e outro negativo), atraem-se.

3. CONSERVAÇÃO DA CARGA ELÉTRICA.

A carga total não varia para qualquer processo que se realiza dentro de um sistema isolado. **4. QUANTIZAÇÃO DA CARGA ELÉTRICA.** Todas as cargas observadas na natureza são iguais ou são múltiplas da carga elementar "e".

CARGA ELÉTRICA ELEMENTAR: $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

A UNIDADE DE CARGA ELÉTRICA, No SI, é o COULOMB(C).

QUANTIDADE DE CARGA (Q)- A carga líquida que um corpo possui é igual ao produto do número de excesso de cargas elementares, (positivas ou negativas) vezes o valor da carga elementar.

$$Q = n e$$

n = número de elétrons cedidos ou recebidos; e = carga elementar.

2. ELETRIZAÇÃO

CORPOS ELETRIZADOS possuem excesso ou falta de elétrons.

Positivamente: número de elétrons < número de prótons. Negativamente: número de elétrons > número de prótons. Neutro: número de elétrons = número de prótons.

ELETRIZAÇÃO POR ATRITO - cargas de sinais opostos.

ELETRIZAÇÃO POR CONTATO - carga de mesmo sinal.

OBS: Quando os dois condutores apresentam as mesmas dimensões e o mesmo formato, ambos ficam com a mesma quantidade de carga elétrica, após o contato.

ELETRIZAÇÃO POR INDUÇÃO - carga de sinal contrário.

3. LEI DE COULOMB

Lei de coulomb - A força de interação elétrica entre duas cargas pontuais, carregadas e imóveis.

$$F = K Q q / d^2$$

ϵ_0 = permissividade do vácuo = $8,85 \times 10^{-12} \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2} \text{ C}^2$

$K_0 = 1 / 4\pi\epsilon_0$ $k_0 = 9 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$

Constante dielétrica do meio(K)

Princípio da superposição. Quando duas ou mais cargas exercem forças simultâneas sobre uma dada carga. Observa-se que a força total sobre esta última é a soma vetorial das forças que as várias cargas exerceriam. Individualmente.

4. CAMPO ELÉTRICO

CAMPO ELÉTRICO - é a região do espaço onde uma carga de prova aí colocada em repouso, fica sujeita à ação de uma força de origem elétrica.

$$F = q_0 E$$

E = vetor campo elétrico; q_0 = carga de prova.

UNIDADE DE CAMPO EL...TRICO = N/C S.I.

CAMPO EL...TRICO DE UMA CARGA PUNTIFORME

$$E = K_0 Q / d^2$$

CAMPO EL...TRICO DEVIDO A UM CONJUNTO DE CARGAS PONTUAIS. soma vetorialmente os campos elétricos produzidos por cada uma das cargas.

LINHAS DE FORÇA. 1- Iniciam-se nas cargas positivas e terminam nas cargas negativas.

2- É a trajetória descrita por uma carga de prova movendo-se num campo eletrostático devido a ação da força deste campo. 3- A intensidade do campo elétrico é proporcional ao número de linhas de força por unidade de área normal ao campo.

CAMPO ELÉTRICO UNIFORME (CEU)

tem o mesmo módulo direção e sentido em todos os seus pontos.

5. POTENCIAL ELÉTRICO

POTENCIAL ELÉTRICO (V): O potencial elétrico (V_A), num ponto A de um campo elétrico conservativo é igual ao trabalho W_A realizado pela força elétrica, por unidade de carga, para leva-la de A até o ponto de origem do potencial elétrico, que em geral é considerado no infinito.

$$V_A = W_{A\infty} / q$$

UNIDADE DE POTENCIAL ELÉTRICO

no S.I. é o volt(V) = 1 J / C.

POTENCIAL EL...TRICO DEVIDO A UMA CARGA PUNTUAL NUM PONTO P (V_A), no campo de uma carga elétrica puntiforme Q, em relação a um ponto de referência infinitamente afastado, é dado por:

$$V = K_0 Q / d$$

POTENCIAL ELÉTRICO DEVIDO A UM CONJUNTO DE CARGAS PONTUAIS; é igual a soma dos potenciais de cada carga.

ENERGIA POTENCIAL ELÉTRICA (E_p)- que uma carga elétrica q adquire, ao ser colocada num ponto P de um campo elétrico, é dada por:

$$E_p = q V_p$$

TRABALHO DA FORÇA EL...TRICA (W_{AB}): que age sobre uma carga elétrica "q" que sofre um deslocamento indo do ponto A ao B de um campo elétrico é dado por: $W_{AB} = q (V_A - V_B)$

DIFERENÇA DE POTENCIAL é energia potencial elétrica por coulomb.

$V_A - V_B = U_{AB} = ddp$ = diferença de potencial entre os pontos "A" e "B".

DIFERENÇA DE POTENCIAL ENTRE DOIS PONTOS DE UM CAMPO EL...TRICO UNIFORME (CEU). $E d = U$

E = Campo elétrico uniforme; d = distância entre dois pontos. $U = V_a - V_b$

6. EQUILÍBRIO ELETROSTÁTICO

CONDUTORES EM EQUILÍBRIO ELETROSTÁTICO

O campo elétrico no interior de um condutor eletrizado é nulo.

As cargas em excesso, positivas ou negativas, distribuem-se na superfície. (BLINDAGEM ELETROSTÁTICA)

CAPACITÂNCIA. A capacidade de armazenar cargas elétricas, a qual é medida pela razão entre a carga "q" da placa positiva e a ddp positiva VAB entre elas.

$$C = q / V_{AB}$$

A capacitância de um condutor depende de suas dimensões (L) e do meio onde se encontra (K). A UNIDADE DE CAPACITÂNCIA no SI é o faraday (F). $F = 1 \text{ C} / 1 \text{ V}$

ELETRODINÂMICA

I - CORRENTE ELÉTRICA

CORRENTE ELÉTRICA: Corrente elétrica em um condutor é o movimento ordenado de suas cargas livres devido à ação de um campo elétrico estabelecido em seu interior pela aplicação de uma ddp entre dois pontos desse condutor.

SENTIDO CONVENCIONAL DA CORRENTE ELÉTRICA:

Por convenção, o sentido da corrente é o do deslocamento das cargas livres positivas do condutor, ou seja, o mesmo do campo elétrico que a mantém.

INTENSIDADE MÉDIA DA CORRENTE ELÉTRICA:

Intensidade média da corrente elétrica no condutor é a quantidade de carga (Δq) que atravessa uma seção transversal do condutor na unidade de tempo ($R \Delta t$). Intensidade média da corrente elétrica:

$$i = \Delta q / \Delta t \text{ ou } i = n e / \Delta t$$

n = número de cargas elementares e = carga elementar = $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

UNIDADE DE INTENSIDADE DE CORRENTE ELÉTRICA:

No S.I. a unidade é o ampère (A), sendo 1 A = C/s.

II - RESISTÊNCIA ELÉTRICA

"OPOSTIVO A PASSAGEM DA CORRENTE"

RESISTÊNCIA ELÉTRICA(R): de um bipolo a constante de proporcionalidade igual à razão entre a ddp(U) mantida entre os terminais do condutor, e a intensidade da corrente(i) que passa por ele.

Resistência = ddp entre os terminais de um bipolo / intensidade de corrente que o percorre $R = U / i$

OHMÍMETRO: é o instrumento utilizado para medir a resistência elétrica.

UNIDADE DE RESISTÊNCIA ELÉTRICA:

No S.I. a unidade de resistência elétrica é o ohm (Ω), sendo $1 \Omega = \text{V/A}$.

LEI DE OHM: Um condutor obedece a lei de Ohm se o valor da sua resistência ($r = V / i$), for independente da diferença de potencial U que foi aplicada, considerando-se que a temperatura foi mantida constante.

$$V = R i$$

RESISTIVIDADE(ρ) (2ª Lei de Ohm):

Para um fio condutor de um dado material e a certa temperatura, sua resistência elétrica é diretamente proporcional ao seu comprimento(L) e inversamente proporcional à área(A) de sua seção transversal. Chama-se resistividade a essa constante de proporcionalidade.

$$R = \rho \cdot (L / A)$$

RESISTOR: Denominamos oferece resistência a passagem da corrente elétrica e que transforma energia elétrica em energia térmica.

VARIAÇÃO DA RESISTÊNCIA COM A TEMPERATURA:

$$R = R_0 [1 + \alpha (t - t_0)]$$

α = coeficiente de variação térmica da resistência de um condutor.

III - ENERGIA e POTÊNCIA ELÉTRICA

POTÊNCIA: ... igual ao produto da corrente (i) que o percorre pela diferença de potencial (U) entre seus terminais.

- Potência em um bipolo

$$P = W_{AB} / \Delta t = i \cdot U_{AB}$$

LEI DE JOULE: A quantidade de calor dissipada em um condutor que esteja passando uma corrente elétrica é diretamente proporcional a resistência R do condutor, e ao quadrado da corrente I e ao intervalo de tempo Δt durante o qual a corrente foi mantida no mesmo.

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

Potência dissipada em um resistor.

$$P = U_{AB}^2 / R = i^2 \cdot R = i \cdot U_{AB}$$

QUILOWATT-HORA (KWh)- Uma unidade de energia. Um quilowatt-hora é a quantidade de energia que é transferida no intervalo de tempo de 1 h com potência de 1 KW. Quilowatt-hora 1kwh = $3,6 \cdot 10^6$ J

IV - ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES

ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES: S...RIE, PARALELA ou MISTA

RESISTOR EQUIVALENTE (R_e): Entendemos por resistor equivalente de uma associação aquele que, submetido à mesma ddp da associação, fica percorrido por uma corrente de mesma intensidade que a da associação.

ASSOCIAÇÃO EM SÉRIE: Resistor equivalente. i. a intensidade da corrente que o percorre é igual à intensidade da corrente que percorre cada resistor associado; ii. a ddp entre os seus terminais é a soma das ddp entre os terminais de cada associado; iii. -a sua resistência é igual à soma das resistências de cada um dos associados. $R = R_1 + R_2 + \dots + R_n$

ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES EM PARALELO: Resistor equivalente i. a intensidade da corrente que percorre o resistor equivalente é igual à soma das intensidades das correntes que percorrem cada um dos resistores associados; ii. a ddp entre os terminais do resistor equivalente é igual à ddp entre os terminais de cada um dos resistores associados; iii. o inverso da resistência do resistor equivalente é a soma dos inversos das resistências dos associados.

$$1/R = 1/R_1 + 1/R_2 + \dots + 1/R_n$$

V - APARELHOS DE MEDIÇÃO ELÉTRICA

AMPERÍMETRO: Um galvanômetro pode ser utilizado para medir intensidades de corrente elétrica, se forem feitas associações adequadas de resistores e se a ele for adaptado uma escala conveniente. O amperímetro deve ser **ligado em série** no ramo onde se deseja medir a intensidade da corrente. Deve possuir **resistência interna pequena (idealmente zero)**.

VOLTÍMETRO: Para que um galvanômetro funcione como medidor de diferenças de potencial devemos associar a ele, **em série**, um resistor com **resistência muito grande (idealmente infinita)**.

O voltímetro deve ser ligado em **paralelo** com o elemento de circuito cuja ddp se deseja medir.

VI - GERADORES

GERADOR: O aparelho elétrico que transforma uma modalidade qualquer

de energia em energia elétrica é denominado *gerador*.

FORÇA ELETROMOTRIZ (E): Força eletromotriz (f.e.m.) é o trabalho realizado sobre a unidade de carga durante o seu transporte do terminal negativo para positivo do gerador.

UNIDADE DE F.E.M.: , no S.I. a unidade de f.e.m. é o volt (V).

ELEMENTOS CARACTERÍSTICOS DE UM GERADOR: Os elementos característicos de um gerador são a sua f.e.m. e a sua **resistência interna**.

Ddp entre os terminais de um gerador

$$V_B - V_A = U_{BA} = E - r \cdot i$$

POTÊNCIA TOTAL (P_T): é a potência elétrica total produzida pelo gerador. Assim, ela é a soma da potência útil com a desperdiçada.

$$P_T = P_U + P_D \quad \text{ou} \quad P_T = E \cdot i$$

VII - RECEPTORES

RECEPTOR: aparelho que transformar energia elétrica em outra modalidade qualquer de energia.

Ddp entre os terminais de um receptor

$$V_B - V_A = U_{BA} = E' + r \cdot i$$

FORÇA CONTRA-ELETROMOTRIZ (E')

ELETROMAGNETISMO

CAMPO MAGNÉTICO

CAMPO MAGNÉTICO - Chama-se campo magnético a região do espaço modificada pela presença de um ímã, de um condutor percorrido por uma corrente elétrica ou de um corpo eletrizado em movimento.

Vetor indução magnética (B): Caracteriza a intensidade, a direção e o sentido do campo magnético em um ponto do espaço.

Unidade de indução magnética no S.I é o tesla (T), sendo $T = N / (A \cdot m)$.

INTERAÇÃO ENTRE PÓLOS DE ÍMÃS:

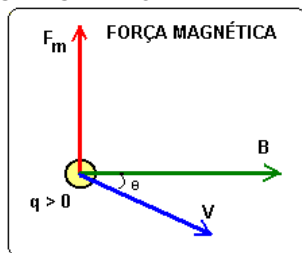
Pólos magnéticos iguais se repelem enquanto pólos magnéticos diferentes se atraem.

INSEPARABILIDADE DOS PÓLOS DOS ÍMÃS: Consta-se experimentalmente que é impossível isolar um dos pólos dos ímãs.

LINHAS DE INDUÇÃO: São linhas que permitem uma visualização do campo magnético. Têm as seguintes características: a. são tangentes ao vetor indução magnética em cada ponto. b. são orientados no sentido deste vetor. c. são sempre fechadas, isto é, não tem fontes nem sorvedouros. d. a densidade das linhas de indução permite avaliar a intensidade do campo magnético em determinada região.

FORÇA MAGNÉTICA

AS FORÇAS ENTRE DUAS CARGAS EM MOVIMENTO NVO SV0 IGUAIS EM MÓDULOS, NVO TÊM A MESMA DIREÇÃO E NEM SV0 OPOSTAS EM SENTIDO.



PERMEABILIDADE MAGNÉTICA- A permeabilidade do vácuo, $\mu_0 = 4 \cdot 10^{-7}$ T.m / A no S.I.

FORÇA DE LORENTZ - ... uma força

magnética (Fm) que age sobre uma partícula eletrizada com carga positiva q, quando a partícula se move, com velocidade v, na região de um campo magnético de indução B. A força Fm tem as seguintes características:

Direção: da perpendicular ao plano determinado por v e B;

Sentido: dado pela regra do "tapa" da mão direita se a carga q for positiva e contrário ao obtido pela regra se a carga q for negativa;

$$\text{Intensidade: } F_m = q v B \sin \theta$$

CAMPO MAGNÉTICO GERADO POR CORRENTES.

EXPERIÊNCIA DE OERSTED.

A ORIGEM DO CAMPO MAGNETICO E PORTANTO DA INTERACAO MAGNETICA, SAO AS CARGAS ELÉTRICAS EM MOVIMENTO.

CAMPO MAGNÉTICO PRODUZIDO POR CERTOS OBJETOS.

Nas fórmulas que se seguem usamos a seguinte simbologia:

μ_0 = permeabilidade magnética do meio vácuo. i = corrente elétrica.

A- CONDUTOR RETILÍNEO

COMPRIDO (infinito). $B = \mu_0 i / (2 \pi d)$

B- ESPIRA CIRCULAR - Campo magnético no centro de uma espira circular de raio "R", percorrida por uma corrente "i". $B = \mu_0 i / (2 R)$

C- SOLENÓIDE COMPRIDO

(BOBINA) - Campo magnético no interior de um solenóide comprido.

$$B = (N / L) \mu_0 i = n \cdot i$$

N= número de espiras; L= comprimento do solenóide; n = número de espiras por unidade de comprimento.

INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA

"Um campo magnético variável induz um campo elétrico e vice-versa"

Fluxo de indução magnética " Φ "

Fluxo magnético para uma superfície plana de área "A" num campo magnético uniforme "B", que faz um ângulo "alfa" com a normal ao plano é dado por

$$\Phi = B A \cos \alpha$$

UNIDADE DE FLUXO MAGNÉTICO no SI é o Weber (Wb).

Indução Eletromagnética- Aparecerá uma corrente induzida em um circuito, sempre que houver variação do fluxo da indução magnética através da área limitada pelo circuito, seja pela variação da intensidade B da indução, ou pela variação da área ou do ângulo que B faz com a normal à área no decurso do tempo.

Lei de Faraday- "Toda vez que o fluxo magnético através da área limitada por um circuito fechado variar com o decorrer do tempo, será induzida neste circuito uma força eletromotriz".

$$\epsilon = - \Delta \Phi / \Delta t$$

Lei de Lenz. "O sentido da corrente induzida em um circuito é tal que se opõe à causa que a produz".

TRANSFORMADOR - A fórmula que relaciona as tensões (U), correntes (i) e número de espiras (n) é:

$$U_s / U_p = n_s / n_p = i_s / i_p$$

www.abacoaulas.com

COMPLEMENTOS

Prof. Alexandre Ortiz Calvão

VETORES

GRANDEZAS VETORIAIS - São aquelas que ficam perfeitamente determinadas quando conhecemos seu módulo, direção e sentido.

DEFINIÇÃO GEOMÉTRICA DE UM VETOR - Vetor é um segmento de reta orientado. Possui módulo ou intensidade, direção, e sentido.

DIREÇÃO: A mesma da reta a qual pertence o segmento.

SENTIDO: Para onde aponta a flecha (A para B)

INTENSIDADE: Proporcional ao comprimento do vetor

VETOR OPOSTO - O vetor oposto a um dado vetor A é um vetor com mesma direção e módulo, porém de sentido contrário (inverso) ao de A.

OPERAÇÕES COM VETORES

ADICÃO DE VETORES (métodos gráficos)

Representação vetorial $S = A + B$

REGRA DO POLÍGONO: A soma de dois ou mais vetores pode ser obtida graficamente unindo-se a extremidade de um a origem do outro, até ligarmos todos os vetores que desejamos somar.

A resultante é obtida ligando-se o origem do primeiro vetor à extremidade do último que desejamos somar.

REGRA DO PARALELOGRAMO: Para somar dois vetores, usando-se esta regra, faz-se as seguintes operações:

1 - Transladamos os vetores a serem somados para um ponto comum, de modo que suas origens coincidam.

2 - Pela extremidade de cada vetor traça-se uma reta paralela ao outro, de forma que se obtenha um paralelogramo.

3 - O vetor soma corresponde a diagonal desse paralelogramo, com origem coincidente com à origem dos dois vetores.

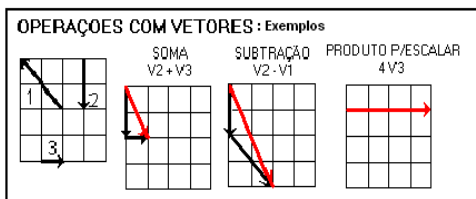
SUBTRAÇÃO DE VETORES

Para efetuarmos a diferença de vetores, basta transformar a diferença em uma soma através do uso de um vetor oposto ao vetor que queremos subtrair.

$$R = A - B = A + (-B)$$

PRODUTO DE UM VETOR POR UM ESCALAR

$R = K \cdot V$ onde $k \in R$, se $k > 0$ o sentido do vetor não muda, se $k < 0$ o sentido será invertido.



MÓDULO DO VETOR SOMA PARA DOIS VETORES

1º. CASO. Dois vetores perpendiculares (ortogonais);

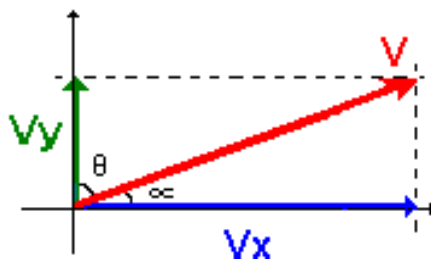
$$R = (A^2 + B^2)^{1/2}$$

2º CASO. Os dois vetores fazem um ângulo θ qualquer entre eles.

$$R^2 = A^2 + B^2 + 2 A B \cos \theta$$

PROJEÇÃO CARTESIANA DE UM VETOR

Qualquer vetor pode ser decomposto em suas componentes cartesianas



$$V = V_x i + V_y j$$

$$V_x = V \cos \alpha \quad \text{e} \quad V_y = V \sin \alpha$$

$$\text{ou} \quad V_x = V \sin \theta \quad \text{e} \quad V_y = V \cos \theta$$

VETOR SOMA PELO MÉTODO DAS PROJECÇÕES CARTESIANAS

1. Decompomos todos os vetores em suas componentes em "X" e "Y" (V_x e V_y)

2. Somamos todas componentes em "x" ($\sum V_x$).

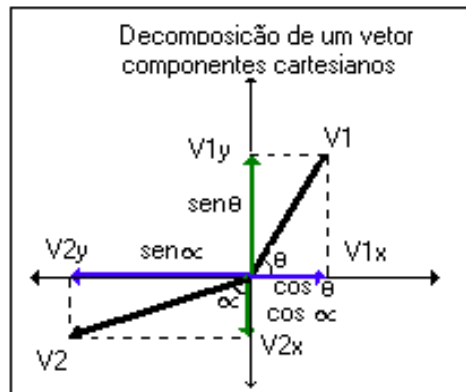
3. Somamos todas componentes em "y" ($\sum V_y$).

4. Calculamos o módulo da resultante usando o teorema de Pitágoras

$$V^2 = (\sum V_x)^2 + (\sum V_y)^2$$

5. Achamos o ângulo que o vetor resultante faz com o eixo dos "x".

$$\text{tg } \theta = \sum V_y / \sum V_x$$



NOTAÇÃO CIENTÍFICA

Uma representação compacta e prática de números muito grandes ou muito pequenos.

NOTAÇÃO CIENTÍFICA - A notação científica consiste em escrever um número através de um produto da forma

$N \cdot 10^n$, onde N é um número com um só algarismo (diferente de zero) situado à esquerda da vírgula e "n" é um número inteiro (positivo ou negativo).

REGRA PRÁTICA

A- Para cada casa que se anda para esquerda soma-se mais um (+1) ao expoente.

B- Para cada casa que se anda para direita soma-se menos um (-1) ao expoente.

OPERAÇÕES EM NOTAÇÃO CIENTÍFICA - Operamos com números em notação científica da mesma forma que trabalhamos com potências.

ORDEM DE GRANDEZA

ORDEM DE GRANDEZA - A ordem de grandeza é uma forma de avaliação rápida, do intervalo de valores em que o resultado deverá ser esperado.

Para se determinar com facilidade a ordem de grandeza, deve-se escrever o número em notação científica (isto é, na forma de produto $N \cdot 10^n$) e verificar se

N é maior ou menor que $(10)^{1/2}$.

a) Se $N > (10)^{1/2}$, a ordem de grandeza do número é 10^{n+1} .

b) Se $N < (10)^{1/2}$, a ordem de grandeza do número é 10^n .

ALGARISMOS SIGNIFICATIVOS

ALGARISMOS SIGNIFICATIVOS -

Um algarismo significativo, é um número que representa o resultado de uma medição, é um algarismo realmente associado ao processo de medição, e que tem pois um significado físico.

Numa medida são significativos aqueles algarismos dos quais se tem certeza quanto a precisão mais o primeiro algarismo duvidoso.

O número de algarismos significativos não deve ser alterado quando fazemos uma mudança de unidade, por exemplo de km para metros. Nestes casos lançamos mão da notação científica, para não alterarmos o número de algarismos significativos.

ZEROS. Os zeros a esquerda do primeiro algarismo significativo não contam, uma vez que estes zeros servem apenas para situar a vírgula que separa a parte decimal da inteira.

ARREDONDAMENTO

O arredondamento do valor numérico de uma grandeza física consiste em desprezar um ou mais dos dígitos mais a direita.

REGRA. Examinamos o algarismo situado imediatamente à direita do último algarismo a ser conservado, ou seja, o primeiro algarismo da parte a ser eliminada. Se este algarismo for inferior a cinco (5), eliminamos o algarismo e todos subsequentes a ele. Se, entretanto, ele for igual ou superior a cinco (5), suprimimos este algarismo e todos os outros depois dele, e aumentamos de uma unidade o último algarismo conservado.

Obs. Ao passarmos um número para notação científica não devemos mudar o número de algarismos significativos do mesmo.

OPERAÇÕES COM ALGARISMOS SIGNIFICATIVOS

ADICÃO E SUBTRAÇÃO

REGRA- Observar qual ou quais das parcelas possui o menor número de casas decimais. Esta parcela será mantida como está. As demais serão arredondadas de forma a conter o mesmo número de casas decimais.

MULTIPLICAÇÃO E DIVISÃO

REGRA- Arredonda-se o resultado de sorte a possuir o número de algarismos significativos do fator mais pobre.

TÓPICOS DE MATEMÁTICA

Função quadrática (2º grau)

$$y = ax^2 + bx + c$$

O gráfico da função quadrática é uma parábola.

Fórmula de Baskara:

$$y = (-b \pm (b^2 - 4ac)^{1/2}) / 2a$$

Vértice: $X_v = -b / 2a$ $Y_v = -\Delta / 4a$

Potenciação e Radiciação

P1. $a^n \cdot a^m = a^{n+m}$

P2. $a^n / a^m = a^{n-m}$

P3. $a^{-m} = 1 / a^m$

P4. $a^0 = 1$

P5. $(a^n)^m = a^{n \cdot m}$

Produtos notáveis:

P1. $(a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$

P2. $(a - b)^2 = a^2 - 2ab + b^2$

P3. $(a + b) \cdot (a - b) = a^2 - b^2$

Logaritmos

$$\text{Log}_a b = x \Leftrightarrow a^x = b$$

Onde: $a > 0$, $b > 0$ e $a \neq 1$

Geometria


A soma dos ângulos interno de qualquer triângulo é igual a 180°.

Teorema de Pitágoras - O quadrado da hipotenusa é igual à soma dos quadrados dos catetos.

$$a^2 = b^2 + c^2$$

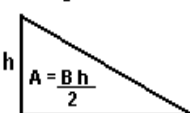
Figuras Planas

quadrado



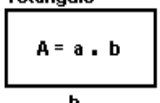
$A = L^2$

Triângulo




$A = \frac{B \cdot h}{2}$

retângulo



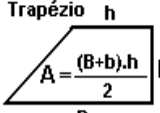
$A = a \cdot b$

Círculo



$A = \pi R^2$

Trapézio



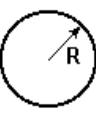
$A = \frac{(B+b) \cdot h}{2}$

comprimento da circunferência

$C = 2 \pi R$

SÓLIDOS


Esfera



Área $A = 4 \pi R^2$

Volume $V = \frac{4 \pi R^3}{3}$

cilindro

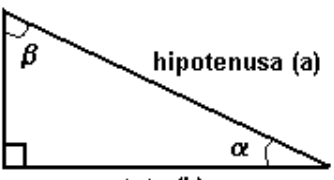


Volume = (area da base) . altura

$V = \pi R^2 h$

Trigonometria

Triângulo retângulo



cateto (c) hipotenusa (a) cateto (b)

β α

$$\text{sen } \alpha = \frac{\text{cateto oposto } \alpha}{\text{hipotenusa}}$$

$$\text{cos } \alpha = \frac{\text{cateto adjacente } \alpha}{\text{hipotenusa}}$$

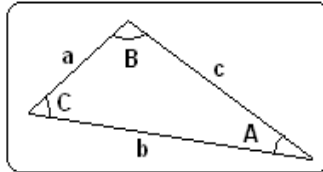
$$\text{tg } \alpha = \frac{\text{cateto oposto } \alpha}{\text{cateto adjacente } \alpha}$$

ângulo	sen	cos	Tan
0	0	1	0
30	1/2	$\sqrt{3}/2$	$\sqrt{3}/3$
45	$\sqrt{2}/2$	$\sqrt{2}/2$	1
60	$\sqrt{3}/2$	1/2	$\sqrt{3}$
90	1	0	$+\infty$
180	0	-1	0

TRIÂNGULO QUALQUER

a) **LEI DOS COSSENOS**
 $a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos A$

b) **LEI DOS SENOS**
 $(\text{sen } A) / a = (\text{sen } B) / b + (\text{sen } C) / c$



Alfabeto Grego

Maiúscul	Minúscul	Pronúncia
A	α	alfa
B	β	beta
Γ	γ	gama
Δ	δ	delta
E	ε	épsilon
Z	ζ	dzeta
H	η	eta
Θ	θ	teta
I	ι	iota
K	κ	kapa
Λ	λ	lambda
M	μ	mu (mi)
N	ν	nu (ni)
Ξ	ξ	ksi
O	ο	ômicon
Π	π	pi
P	ρ	ro
Σ	σ	sigma
T	τ	tau
Υ	υ	úpsilon
Φ	φ	fi
X	χ	chi (qui)
Ψ	ψ	psi
Ω	ω	ômega

CONSTANTES FÍSICAS

QUANTIDADE	SÍMB	VALOR
Aceleração da gravidade	g	9,81 m/s ²
Constante da gravitação universal	G	6,67.10 ⁻¹¹ N.m ² /kg ²
Equivalente mecânico do calor		4,19 J/cal
Constante universal dos gases	R	8,32 J/mol.K
Constante de Boltzmann	k	1,38. 10 ²³ J/K
Número de Avogadro	N	6,02. 10 ²³ partículas/mol
Constante de Stefan_Boltzman	σ	5,67. 10 ⁻⁸ J/K ⁴ m ² s

Velocidade da luz no vácuo	c	3,00. 10 ⁸ m/s
Carga elementar (elétron)	e	-1,6. 10 ⁻¹⁹ C
Constante eletrostática (no vácuo)	K ₀	9.10 ⁹ N.m ² /C ²
Permissividade elétrica (no vácuo)	ε ₀	8,85. 10 ⁻¹² F/m
Permeabilidade magnética (no vácuo)	μ ₀	1,26. 10 ⁻⁶ H/m
Constante de Planck	h	6,63. 10 ⁻³⁴ J.s
Constante de Faraday	F	9,648. 10 ⁴ C/mol
Constante de Rydberg	R _∞	1,097. 10 ⁷ m ⁻¹
Massa de repouso do elétron	m _e	9,11. 10 ⁻³¹ kg
Massa de repouso do próton	m _p	1,67. 10 ⁻²⁷ kg
Ponto do gelo	T ₀	273,15 K
Temperatura do ponto tríplice da água	T ₃	273,16 K
Velocidade do som no ar seco (CNTP)	V _{som}	331 m/s
Pressão atmosférica normal	P _{atm}	1,01. 10 ⁵ N/m ²
Raio médio da Terra	R _{terra}	6,37. 10 ⁶ m
Massa da Terra		5,98. 10 ²⁴ kg

Prefixos do Sistema Métrico

Valor	Prefixo	Símbol
		o
10 ⁻¹⁸	atto	a
10 ⁻¹⁵	femto	f
10 ⁻¹²	pico	p
10 ⁻⁹	nano	n
10 ⁻⁶	micro	μ
10 ⁻³	mili	m
10 ⁻²	centi	c
10 ⁻¹	deci	d
10	deca	da
10 ²	hecto	h
10 ³	quilo	k
10 ⁶	mega	M
10 ⁹	giga	G
10 ¹²	tera	T
10 ¹⁵	peta	P
10 ¹⁸	exa	E