

ONDULATÓRIA

MHS

MOVIMENTO HARMÔNICO SIMPLES (MHS) def.1 – é o movimento no qual a aceleração escalar é proporcional à elongação e de sinal contrário.

Todo movimento harmônico simples é periódico e oscilatório.

A força no MHS é do tipo: $F = -k.X$

X = elongação

Def.2: Chama-se MHS a todo movimento que obedece a uma lei representada por uma função senoidal (ou cosenoidal) do tipo:

$$x = A \text{ sen } (\omega.t + \theta_0)$$

Obs. A definição 2 é mais completa de MHS, pois contempla a parte dinâmica (ω) e a cinemática (A e θ_0)

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) $X = A \cos (\omega t + \theta_0)$

Velocidade (V) $V = -\omega A \text{ sen } (\omega t + \theta_0)$

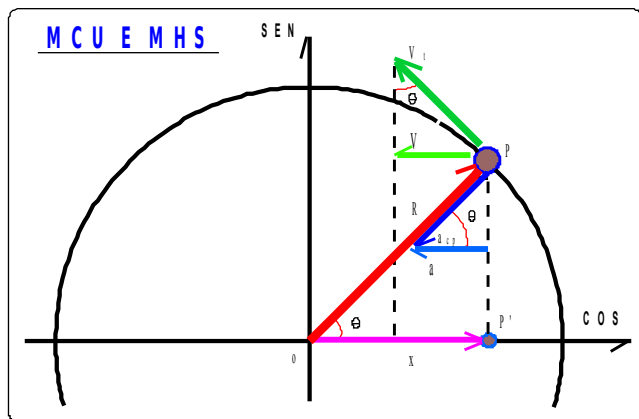
Aceleração (a) $a = -\omega^2 A \cos (\omega t + \theta_0)$

onde

A = amplitude do MHS – medida do deslocamento zero até o máximo.

θ_0 = fase inicial do MHS – indica o desvio do corpo em relação a posição de equilíbrio no tempo $t=0$.

ω = Velocidade angular, pulsação ou frequência angular do movimento.



Velocidade em função da elongação: $v = \omega \sqrt{A^2 - x^2}$

Velocidade nos pontos de inversão: $v = 0$

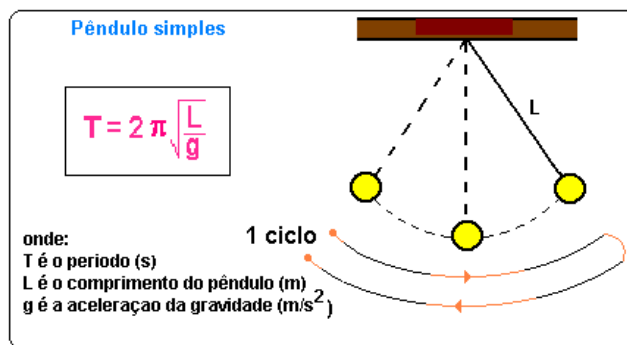
Velocidade no ponto central: $v = \pm \omega^2 x$ (máx e mín)

Aceleração em função da elongação: $a = -\omega^2 x$

Aceleração no ponto de inversão: $a = \pm \omega^2 A$ (máx e mín).

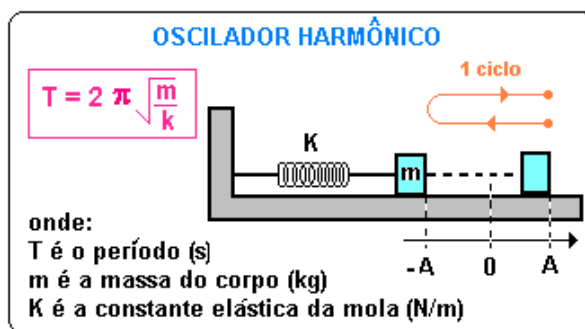
Aceleração no ponto central: $a = 0$

PÊNULO SIMPLES: dispositivo constituído por uma partícula pesada, suspensa por um fio ideal de comprimento L . O pêndulo se comporta como um oscilador harmônico quando a amplitude de vibração do mesmo é pequena em relação a vertical (pequenos ângulos). O período de um pêndulo simples: a) só depende do comprimento do fio e da aceleração da gravidade local; b) não depende da massa pendular; c) é isócrona, isto é, o período não depende da amplitude.



OSCILADOR HARMÔNICO ou Sistema massa-mola.

- O corpo preso à mola executa MHS.
- A elongação no MHS é, em módulo, a própria deformação (distensão ou contração) da mola.
- A força resultante no corpo é a própria força elástica aplicada pela mola.
- No ponto de equilíbrio, a força elástica (força resultante) é nula, e a mola não está deformada.



ENERGIA NO MHS

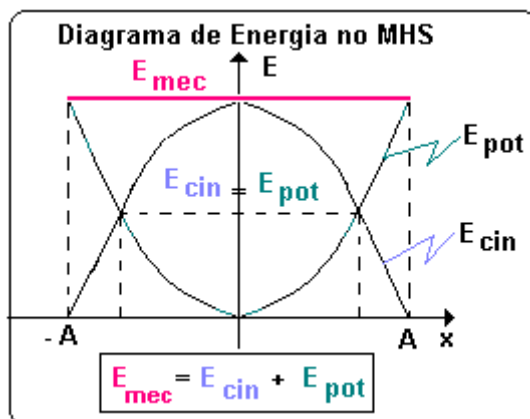
Dado um sistema massa-mola ou pêndulo simples, onde as forças de atrito são desprezadas, haverá conservação de energia mecânica, isto é, para qualquer configuração do sistema a soma da energia cinética mais a potencial é constante.

$$E_{mec} = E_c + E_p = k A^2 / 2$$

$$E_c = m V^2 / 2$$

$$E_p = m g h$$

$$E_{el} = k x^2 / 2$$



ASSOCIAÇÃO DE MOLAS

a) Série: $1/K_{eq} = 1/k_1 + 1/k_2$

b) Paralelo: $K_{eq} = K_1 + k_2$

ONDAS

CONCEITO DE ONDA – AS ONDAS TRANSPORTAM ENERGIA E QUANTIDADE DE MOVIMENTO DE UM LOCAL PARA OUTRO SEM QUE HAJA TRANSPORTE DE MATÉRIA.

Uma onda é uma perturbação de uma dada propriedade física (deformação, pressão, campo eletromagnético etc) que se propaga, propriedade esta que é descrita por um campo associado podemos associar a cada tipo de onda um campo. EXEMPLO: no caso da superfície livre de um líquido o campo é o deslocamento de cada ponto da superfície livre do líquido em relação a forma de equilíbrio. É importante termos a visão física de uma onda como uma situação física descrita por um “campo dependente do tempo”.

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

HIPÓTESES INICIAIS- A menos que indiquemos explicitamente o contrário faremos as seguintes hipóteses.

- 1- MEIO CONTÍNUO- Iremos ignorar no nosso estudo a estrutura molecular e admitiremos um meio contínuo. Essa hipótese será válida enquanto a flutuação espacial da onda (determinada pelo comprimento de onda) for grande comparada com a separação intermolecular (da ordem de 1 angstrom. 10^{-10} m).
- 2- MEIO PERFEITAMENTE ELÁSTICO - isto é, a energia da onda não diminui a medida que a onda se propaga, não há absorção ou a amplitude de oscilação não varia (atenuação).
- 3- MEIO NÃO DISPERSIVO- conserva a forma do pacote de onda

CLASSIFICAÇÃO DAS ONDAS

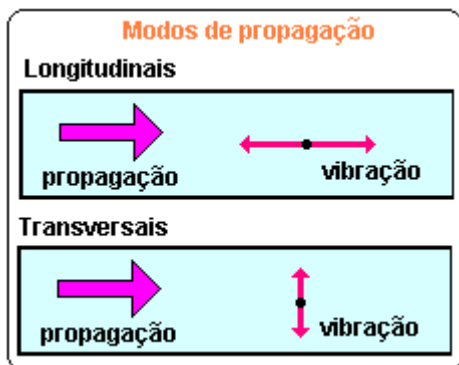
NATUREZA – a) Mecânicas: precisam de um meio mecânico para se propagar, não se propagam no vácuo. Exemplo: ar (som).
b) Eletromagnéticas: podem se propagar no vácuo e também em alguns meios materiais. Exemplo: luz, ondas de rádio etc.

MODO DE PROPAGAÇÃO –

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

DIMENSÕES - Uni, Bi e Tridimensionais.

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

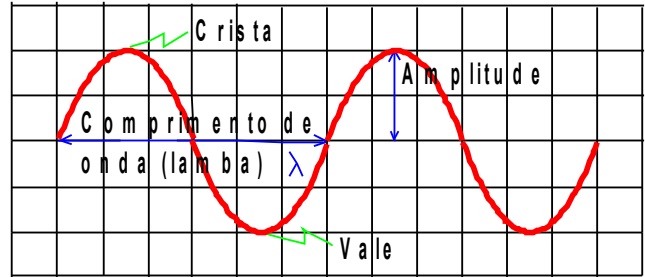


ELEMENTOS DE UMA ONDA

COMPRIENTO 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

$V = \lambda \cdot f$	$V = \lambda \cdot \frac{1}{T}$	$f = 1/T$	$\omega = 2\pi \cdot f$	$\omega = 2\pi \cdot \frac{1}{T}$
-----------------------	---------------------------------	-----------	-------------------------	-----------------------------------

V = velocidade da onda T = período f = freqüência
 λ = comprimento de onda ω = freqüência angular

VELOCIDADE DAS ONDAS MECÂNICAS

A – Depende das propriedades do meio.

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

Velocidade numa corda

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

Onde: v = velocidade da onda na corda

T = tensão na corda e μ = 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

FUNÇÃO DE ONDA

Uma função de onda $y(x,t)$ descreve o deslocamento das partículas individuais do meio. Para uma onda senoidal que se desloca no sentido +x, temos:

$$Y(x, t) = A \text{ sen}(kx - \omega t)$$

$$Y(x, t) = A \text{ sen } \omega (t - x/v)$$

$$Y(x, t) = A \text{ sen } 2\pi f(t - x/v)$$

$$Y(x, t) = A \text{ sen } 2\pi (t/T - x/\lambda)$$

onde $A = Y_{\text{máximo}}$

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

EQUAÇÃO DE ONDA

A função de onda deve obedecer a uma equação diferencial parcial chamada de equação de onda,

$$\frac{\partial^2 y(x,t)}{\partial x^2} = \frac{\partial^2 y(x,t)}{\partial t^2} v^2$$

POTÊNCIA TRANSMITIDA POR UMA ONDA HARMÔNICA

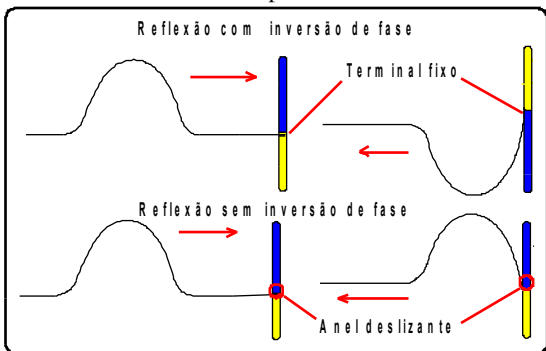
A potência transmitida por qualquer onda harmônica é proporcional ao quadrado da frequência e ao quadrado da amplitude.

A potência transmitida por uma onda harmônica numa corda é dada por:

$$P = \mu \omega^2 A^2 v / 2$$

FENÔMENOS ONDULATÓRIOS

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

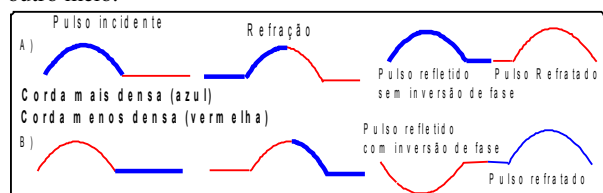


Reflexão de uma onda unidimensional mecânica.

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. 3.

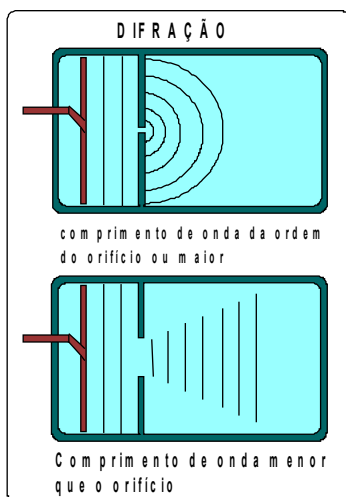
DIFRAÇÃO – “Contornando obstáculos” e “Distinguindo ondas de partículas”.

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.

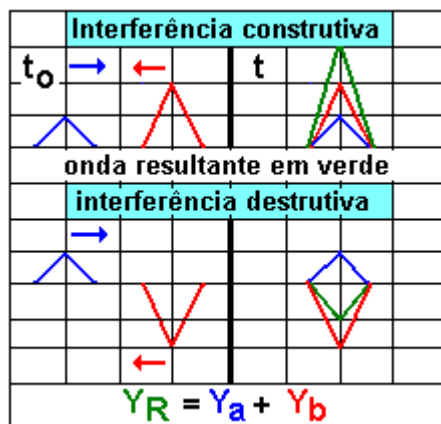
Condições de Percepção nítida. O fenômeno de difração vai ficando cada vez mais nítido a medida que a relação entre o comprimento da onda incidente e a dimensão do orifício ou obstáculo vai ficando menor que 1.

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

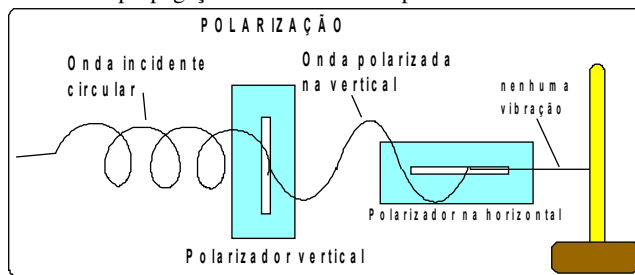
APLICAÇÃO- A difração permite que as ondas contornem obstáculos. É graças a difração que escutamos os sons que são produzidos nos diversos cômodos de um casa.



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.



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.

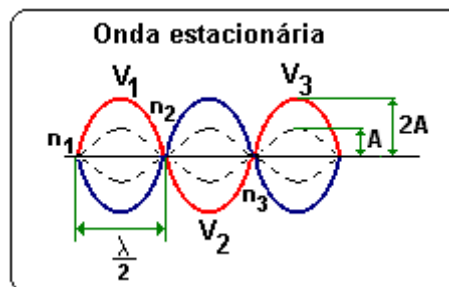
Princípio da superposição – Interferência de ondas

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.

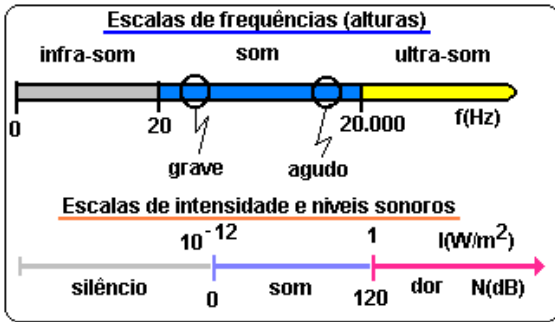
Os pontos que permanecem sempre imóveis são os nós da onda estacionária. Entre os nós estão os pontos que oscilam com amplitude máxima: são os ventres da onda estacionária.



ACÚSTICA

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.

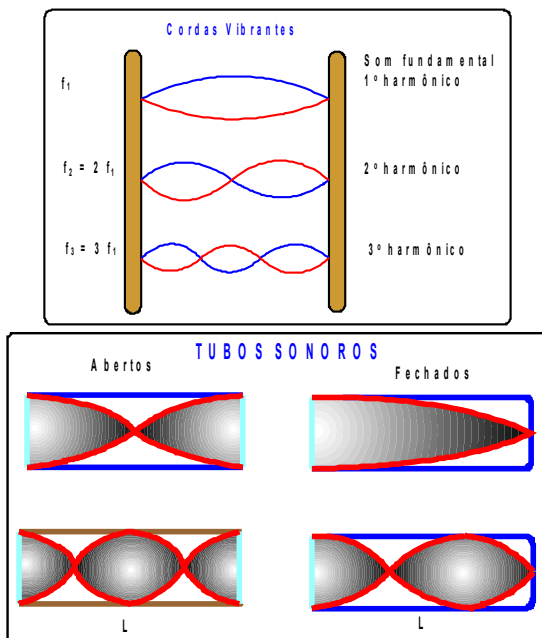


VELOCIDADE DO SOM	
MEIO	VELOCIDADE(m/s)
AR a 0 °C	331
AR a 15 °C	340
Água a 20 °C	1482
Alumínio	6420
Aço	5941
Granito	6000

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



Tubos abertos: $f = n(V / 2L)$, Tubos fechados: $f = n(V / 4L)$
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 á 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 (Δ s):

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

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

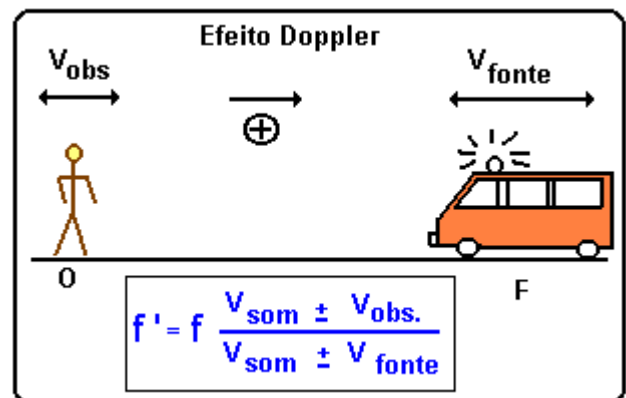
I = intensidade física

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

Nível de intensidade sonora (NIS)		
Fonte	NIS (dB)	Intensidade (W/m^2)
Limiar da dor	120	1
Trem em um elevador	90	10^{-3}
Tráfego pesado	70	10^{-5}
Conversa comum	65	$3,2 \times 10^{-6}$
Sussurro médio	20	10^{-10}
Ruído de folhas	10	10^{-11}
Limiar da audição a 1000 Hz	0	10^{-12}

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.