

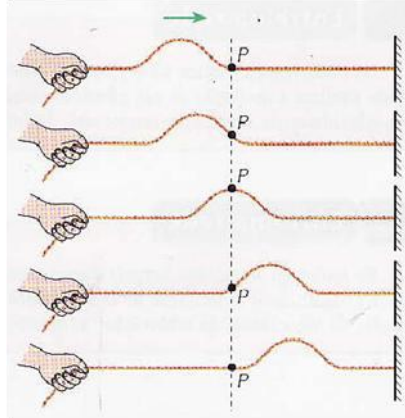
FÍSICA

Prof. Julio Cesar

ONDAS

Definição:

Denomina-se onda ao movimento causado por uma perturbação que se propaga através de um meio.



Classificação das Ondas:

1- Quanto à natureza:

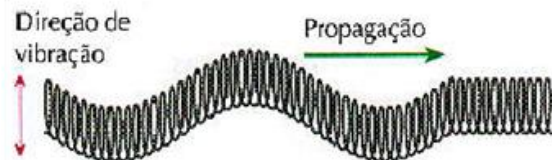
Onda Mecânica: Precisa de um meio natural para propagar-se (não se propaga no vácuo).
Ex.: corda ou onda sonora (som).

Onda Eletromagnética: Não necessita de um meio natural para propagar-se.
Ex.: ondas de rádio ou luz.

2- Quanto à direção da vibração:

Ondas Transversais:

São aquelas que possuem vibrações perpendiculares à direção da propagação.



Ondas Longitudinais:

As vibrações coincidem com a direção da propagação.



3- Quanto à direção da propagação:

Unidimensionais:

Propagam-se numa só direção.
Ex.: ondas em corda.

Bidimensionais:

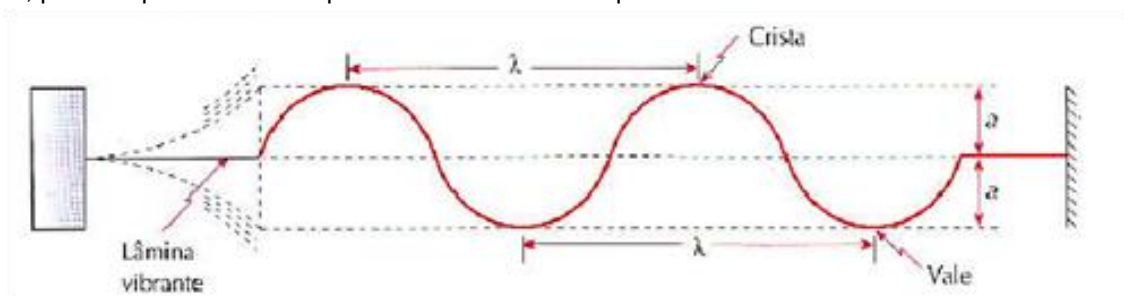
Propagam-se num plano.
Ex.: ondas na superfície de um lago.

Tridimensionais:

São aquelas que se propagam em todas as direções.
Ex.: ondas sonoras no ar atmosférico.

Ondas Periódicas:

São aquelas que recebem pulsos periódicos, ou seja, recebem pulsos em intervalos de tempo iguais. Portanto, passam por um mesmo ponto com a mesma frequência.



"Comprimento de onda (λ) é a distância entre dois pontos consecutivos do meio que vibram em fase,"

$$v = \lambda \cdot f$$

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

v = velocidade de propagação da onda

T = período

λ = comprimento de onda

A = amplitude

f = frequência

Ondas Estacionárias

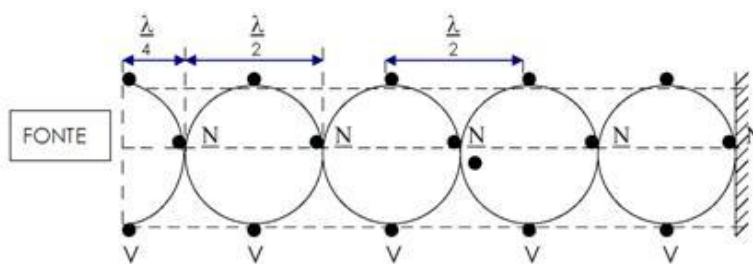
São ondas resultantes da superposição de duas ondas com:

- ✓ mesma frequência
- ✓ mesma amplitude
- ✓ mesmo comprimento de onda
- ✓ mesma direção
- ✓ sentidos opostos

Ao atingirem a extremidade fixa, elas se refletem, voltando com sentido contrário ao anterior. Dessa forma, as perturbações se superpõem às outras que estão chegando à parede, originando o fenômeno das ondas estacionárias.

Característica:

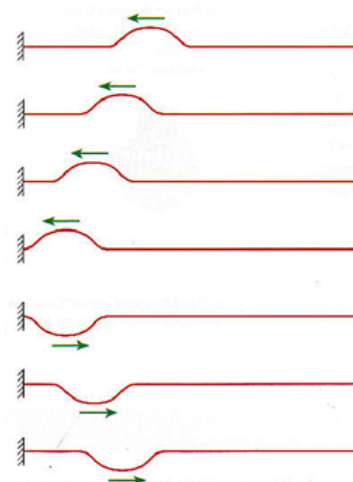
Amplitude variável de ponto para ponto, isto é, pontos que não se movimentam (amplitude nula).
Nodos: pontos que não se movimentam
Ventres: pontos que vibram com amplitude máxima. É evidente que, entre os nós, os pontos da corda vibram com a mesma frequência, mas com amplitudes diferentes.



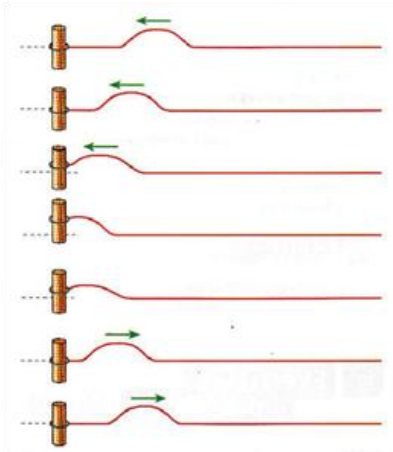
Os fenômenos ondulatórios

Reflexão:

É quando a onda, após incidir num segundo meio de características diferentes, volta a se propagar no meio original. O pulso sofre reflexão com inversão de fase, mantendo todas as outras características.



O pulso sofre reflexão e não ocorre inversão de fase.



- Refração de ondas

É o fenômeno segundo o qual uma onda muda seu meio de propagação.

- Interferência

Num ponto pode ocorrer superposição de duas ou mais ondas, o efeito resultante é a soma dos efeitos que cada onda produziria sozinha nesse ponto.

- Difração

As ondas não se propagam obrigatoriamente em linha reta a partir de uma fonte emissora. Elas apresentam a capacidade de contornar obstáculos, desde que estes tenham dimensões comparáveis ao comprimento de onda.

- Ressonância

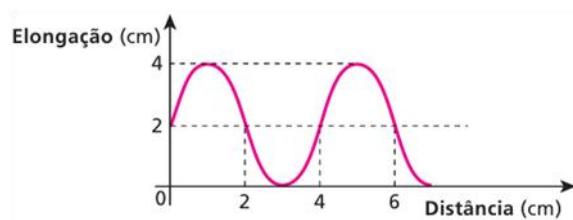
Quando um sistema vibrante é submetido a uma série periódica de impulsos cuja frequência coincide com a frequência natural do sistema, a amplitude de suas oscilações cresce gradativamente, pois a energia recebida vai sendo armazenada.

- Polarização

Polarizar uma onda significa orientá-la em uma única direção ou plano.

SÉRIE AULA 01 - FUNDAMENTOS

1. O gráfico a seguir mostra a variação da elongação de uma onda transversal com a distância percorrida por ela:

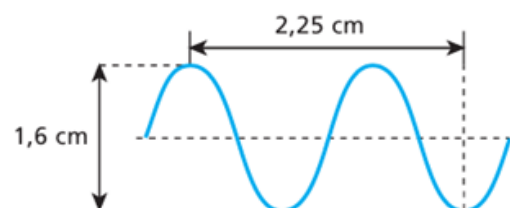


Qual o comprimento de onda e qual a amplitude dessa onda?

2. A figura representa um trecho de uma onda que se propaga a uma velocidade de 300 m/s:

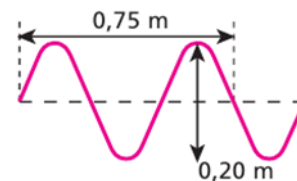
Para esta onda, determine:

- a) a amplitude;
- b) o comprimento de onda;
- c) a frequência;
- d) o período.



3. A figura representa a propagação de uma onda ao longo de uma corda com frequência de 20 Hz.

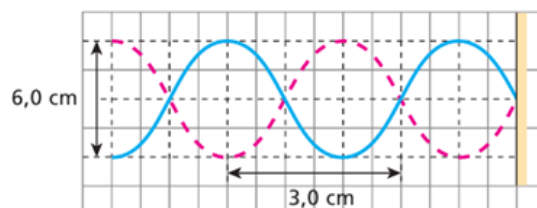
Qual a velocidade de propagação dessa onda?



4. O esquema seguinte representa a configuração estacionária formada numa corda elástica, que tem uma extremidade fixa e outra vibrante:

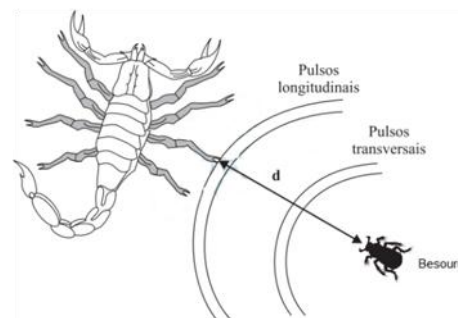
Para esta onda, determine:

- a amplitude;
- o comprimento de onda;
- se a velocidade da onda é de 10cm/s, a sua frequência.



5. (Halliday) Um escorpião da areia pode detectar a presença de um besouro (sua presa) pelas ondas que o movimento do besouro produz na superfície da areia.

As ondas são de dois tipos: transversais, que se propagam com uma velocidade de 50m/s, e ondas longitudinais que se propagam com velocidade 150m/s. se um movimento brusco produz essas ondas o escorpião pé capaz de determinar a que distância se encontra o besouro, a partir da diferença Δt entre os instantes em que as duas ondas chegam à perna que está mais próxima do besouro. Se $\Delta t=4\text{ms}$, a que distância está o besouro?

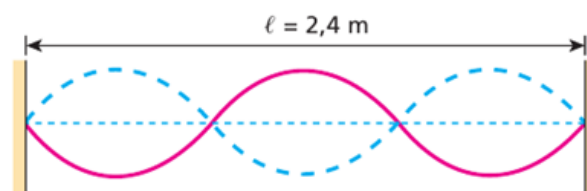


6. (Halliday) Balançando um barco, um menino produz ondas na superfície de um lago até então quieto. Ele observa-se que o barco realiza 12 oscilações em 20 s, cada oscilação produzindo uma crista de onda 15 cm acima da superfície do lago. Observa ainda que uma determinada crista de onda chega à terra, a doze metros de distância, em 6,0 s. Quais são:

- o período,
- a velocidade escalar,
- o comprimento de onda,
- amplitude desta onda?

7. Uma corda de comprimento $\lambda = 2,4$ m vibra com frequência de 300 Hz no estado estacionário representado na figura.

Qual a velocidade de propagação da onda na corda?



SÉRIE CASA 01 - FUNDAMENTOS

1. (Fatec-SP) Uma onda se propaga numa corda, da esquerda para a direita, com frequência de 2,0 hertz, como é mostrado na figura.

De acordo com a figura e a escala anexa, é correto afirmar que:

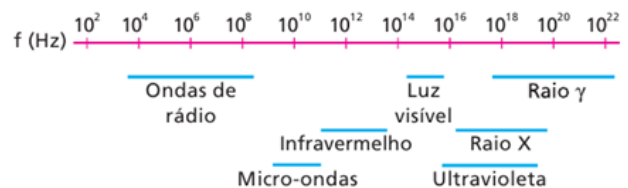
- o período da onda é de 2,0 s.
- a amplitude da onda é de 20 cm.
- o comprimento da onda é de 20 cm.
- a velocidade de propagação da onda é de 80 cm/s.
- todos os pontos da corda se movem para a direita.



- Qual é a frequência de uma onda luminosa, monocromática e de comprimento de onda igual a $6 \cdot 10^3 \text{ \AA}$, quando ela se propaga no ar?
Dado: velocidade da luz no ar = $3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$
- Para atrair um golfinho, um treinador emite um ultrassom com frequência de 25 000 Hz, que se propaga na água a uma velocidade de 1 500 m/s. Qual é o comprimento de onda desse ultrassom na água?
- Os modernos fornos de micro-ondas usados em residências utilizam radiação eletromagnética de pequeno comprimento de onda para cozinhar os alimentos. A frequência da radiação utilizada é de aproximadamente 2500 MHz. Sendo 300 000 km/s a velocidade da luz no vácuo, qual é, em centímetros, o valor aproximado do comprimento de onda das radiações utilizadas no forno de micro ondas?
- Uma emissora de rádio, na faixa de FM (Frequência Modulada), transmite utilizando ondas de 3,0 m de comprimento. Sendo $3,0 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ a velocidade das ondas eletromagnéticas no ar, qual a frequência dessa emissora de rádio? Dê a resposta em MHz.

6. (UCDB-MT) A figura apresenta a frequência das ondas do espectro eletromagnético:

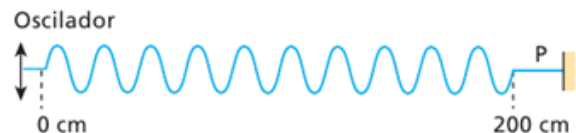
Admitindo que a velocidade de propagação da luz no ar vale $3,0 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, uma onda com $\lambda = 6,0 \cdot 10^{-7} \text{ m}$ seria:



- uma onda de rádio.
- luz infravermelha.
- luz visível.
- luz ultravioleta.
- raio X.

SÉRIE AULA 2 - FUNDAMENTOS

- (UERJ)** A sirene de uma fábrica produz sons com frequência igual a 2 640 Hz. Determine o comprimento de onda do som produzido pela sirene em um dia cuja velocidade de propagação das ondas sonoras no ar seja igual a 1 188 km / h.
- (UFRN)** Uma corda esticada tem uma de suas extremidades fixa e a outra está presa a um elemento que pode vibrar (oscilador). A figura abaixo representa uma fotografia tirada 5 s após o oscilador ter sido ligado.



Determine:

- A velocidade da onda na corda.
- O período da onda na corda.
- A frequência com que um ponto P da corda vai oscilar enquanto a onda passa é 2,0 Hz.
- O comprimento de onda da onda na corda.

Resposta:

- a) $v = 40 \text{ cm/s}$ b) $T = 0,5 \text{ s}$ c) $f = 2,0 \text{ Hz}$ d) $\lambda = 20 \text{ cm}$

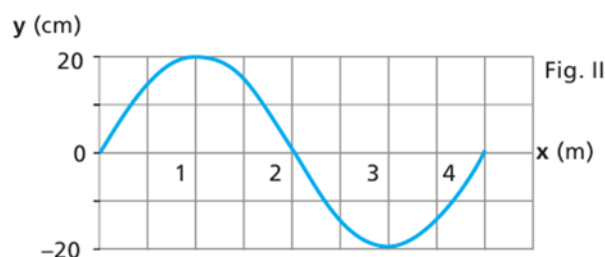
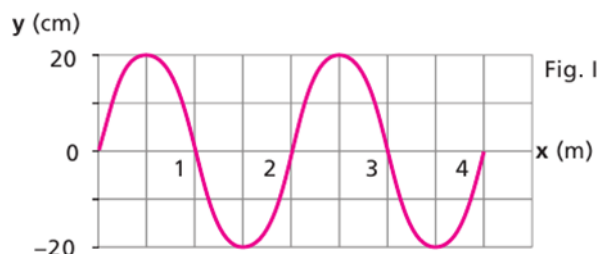
- (UNESP)** Numa enfermaria, o soro fornecido a um paciente goteja à razão de 30 gotas por minuto.
 - Qual é o período do gotejamento? (Dê a resposta em segundos.)
 - Qual é a frequência média do gotejamento? (Dê a resposta em hertz.)
- (UFOP MG)** Um vento produz ondas periódicas em um lago. Sabendo-se que a velocidade de propagação das ondas é de 2m/s e que o comprimento de onda é de 8m, determine a frequência de oscilação de um barco, quando:
 - este estiver ancorado no lago;
 - este estiver se movimentando em sentido contrário ao de propagação das ondas, com velocidade de 6m/s.
- (UFC-CE)** Antenas para emissoras de rádio AM (Amplitude Modulada) são frequentemente construídas de modo que a torre emissora tenha uma altura igual a $1/4$ do comprimento de onda das ondas a serem emitidas. Com base nisso, determine a altura, em metros, da torre de uma emissora que emite na frequência de 1 000 kHz.

6. **(PUC-SP)** Em dezembro de 2004, um terremoto no fundo do oceano, próximo à costa da ilha de Sumatra, foi a perturbação necessária, para a geração de uma onda gigante, uma tsunami. A onda arrasou várias ilhas e localidades costeiras na Índia, no Sri Lanka, na Indonésia, na Malásia, na Tailândia, dentre outras. Uma tsunami de comprimento de onda 150 quilômetros pode se deslocar com velocidade de 750 km/h. Quando a profundidade das águas é grande, a amplitude da onda não atinge mais do que 1 metro, de maneira que um barco nessa região praticamente não percebe a passagem da onda. Quanto tempo demora para um comprimento de onda dessa tsunami passar pelo barco?

SÉRIE CASA 2 - FUNDAMENTOS

1. (UFRN) As figuras I e II representam fotografias de duas cordas idênticas em que se propagam ondas de mesma frequência:

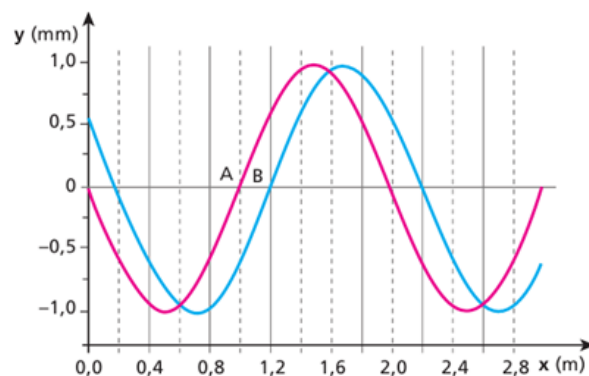
Sejam V_I e V_{II} , respectivamente, os módulos das velocidades das ondas representadas nas figuras I e II. A razão V_I/V_{II} é:



2. As curvas A e B representam duas fotografias sucessivas de uma onda transversal que se propaga numa corda. O intervalo de tempo entre as fotografias é de 0,008 s e é menor que o período da onda.

Pede-se para determinar:

- a amplitude (A), o comprimento de onda (λ) e a frequência (f) da onda que se propaga ao longo da corda;
- a intensidade (v) da velocidade de propagação



3. **(UENF RJ)** Considerando que uma antena transmissora de rádio emite ondas eletromagnéticas que se deslocam a $3,0 \cdot 10^4$ m/s, numa frequência de $20 \cdot 10^6$ Hz, calcule:
- o comprimento de onda das radiações emitidas;
 - o tempo que um sinal de rádio, emitido pela antena, leva para atingir uma cidade distante 30 km.
4. **(Unicamp-SP)** Ondas são fenômenos nos quais há transporte de energia sem que seja necessário o transporte de massa. Um exemplo particularmente extremo são os tsunamis, ondas que se formam no oceano, como consequência, por exemplo, de terremotos submarinos.
- Se, na região de formação, o comprimento de onda de um tsunami é de 150 km e sua velocidade é de 200 m/s, qual é o período da onda?
 - A velocidade de propagação da onda é dada por $v = g \cdot h$, em que h é a profundidade local do oceano e g é a aceleração da gravidade. Qual é a velocidade da onda numa região próxima à costa, onde a profundidade é de 6,4 m? (Dado: $g = 10 \text{ m/s}^2$)
 - Sendo A a amplitude (altura) da onda e supondo-se que a energia do tsunami se conserva, o produto vA^2 mantém-se constante durante a propagação. Se a amplitude da onda na região de formação for 1,0 m, qual será a amplitude perto da costa, onde a profundidade é de 6,4 m?

5. (UFAL) Bate-se com uma régua, na superfície da água de um tanque, de 0,25 s em 0,25 s, produzindo uma onda de pulsos retos tais que a distância entre duas cristas sucessivas seja de 6,0 cm.

Calcule:

- a) a frequência da onda, em hertz;
- b) a velocidade de propagação da onda.

Velocidade da Propagação Ondas em cordas:

A velocidade da propagação da onda depende da densidade linear da corda (μ) e da força da tração.

$$V = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

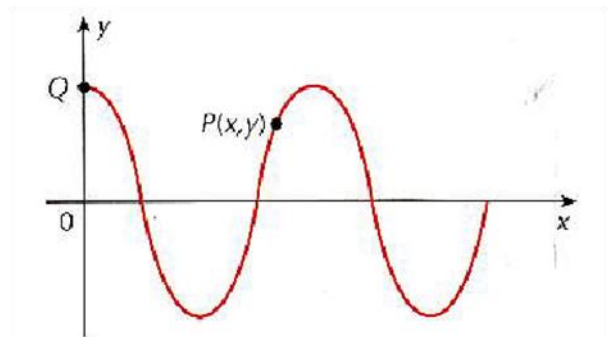
T = Força de tração na corda

μ = densidade Linear; $\mu = \frac{m}{l}$

Função de Onda

Fixado o valor de x a equação abaixo fornece a função horária do ponto de movimento do ponto de abscissa x. Fixado o valor de t a equação abaixo fornece no gráfico OXY a configuração da corda no instante t.

$$Y = A \cdot \cos \left[2\pi \left(ft - \frac{x}{\lambda} \right) + \varphi_0 \right]$$



Onde:

- A = Amplitude de movimento
- f = Frequência
- t = instante qualquer
- X = abscissa qualquer
- λ = Comprimento de onda
- φ_0 = Diferença de fase.

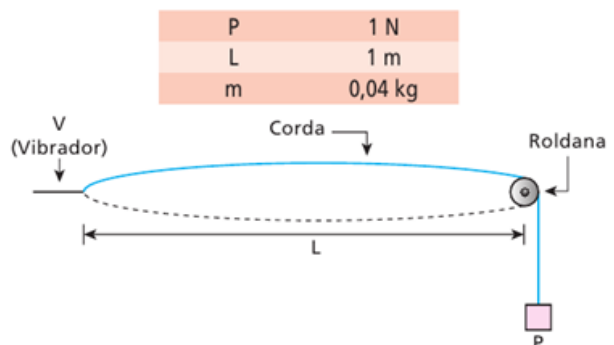
SÉRIE AULA 3 - CORDAS

1. (Cefet-MG) Uma corda com comprimento livre L possui uma de suas extremidades presa à haste de um vibrador e a outra, passando por uma roldana, sustentando um peso P. A velocidade de propagação das ondas na corda é expressa por $v = \sqrt{P/\mu}$, em que μ representa a massa específica linear da corda (m/L). Os valores de P, L e m encontram-se na tabela.

Considerando que a corda é posta para vibrar, adquirindo o formato mostrado, é correto afirmar que o valor da frequência f de vibração, em oscilações/segundo, é igual a:

Determine:

- a) A velocidade.
- b) O comprimento de onda:
- c) A frequência de oscilação.

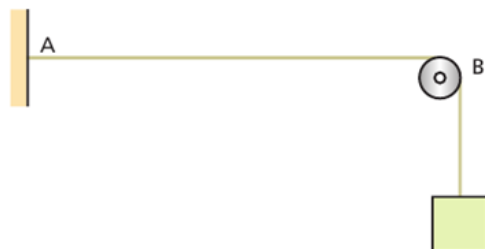


2. **(HALLIDAY)** Um alpinista em apuros se prendeu em uma corda de emergência jogada por um resgatador. A corda consiste em duas seções: Seção 1, comprimento L_1 e densidade linear μ_1 e seção 2, comprimento $L_2 = 2L_1$ e densidade linear $\mu_2 = 4\mu_1$.

O alpinista dá um puxão no fim da corda (como um sinal de ok). Ao mesmo tempo o resgatador puxa a ponta para cima. Qual a velocidade escalar v_1 dos pulsos na seção 1, em função de v_2 dos pulsos na seção 2?



3. A figura mostra uma corda fixa pela extremidade A e passando por uma polia em B. Na outra extremidade, está suspenso um bloco de 1 000 N de peso e $0,075 \text{ m}^3$ de volume. A densidade linear da corda é igual a $0,1 \text{ kg/m}$ e o comprimento do trecho horizontal é de 1 m.

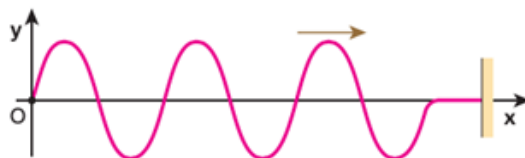


Tangendo a corda no ponto médio entre A e B, ela vibra no modo fundamental.

- Calcule a frequência fundamental de vibração do trecho AB.
 - Calcule a nova frequência fundamental de vibração do trecho AB se o bloco estiver totalmente imerso em um líquido de massa específica igual a $1\,000 \text{ kg/m}^3$ ($g = 10 \text{ m/s}^2$).
4. Uma corda homogênea de 2,5 m de comprimento e 2,0 kg de massa está submetida a uma força tensora de 80 N. Suas extremidades são fixadas e produz-se na corda uma perturbação. Determine:
- a densidade linear da corda;
 - a velocidade de propagação da onda na corda.
5. Um trem de ondas propaga-se em uma corda tensa não-absorvedora de energia com velocidade igual a 10 m/s . Sabendo que a amplitude das ondas vale $0,5 \text{ m}$, a frequência é igual a 50 Hz e a fase inicial (ϕ_0) é nula, determine a equação dessas ondas.
6. O esquema a seguir representa uma corda tensa não-absorvedora de energia, na qual se propaga um trem de ondas transversais, no sentido dos valores crescentes de x :

Em relação ao referencial xOy , a equação dessas ondas é dada por:

$$y = 0,5 \cos [2\pi (20t - 4x)] \quad (\text{SI})$$

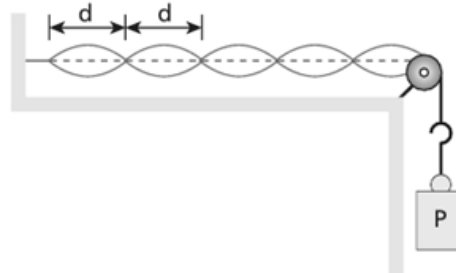


Determine:

- a amplitude;
- a frequência e o período;
- o comprimento de onda;
- a velocidade de propagação das ondas.
-

SÉRIE CASA 3 - CORDAS

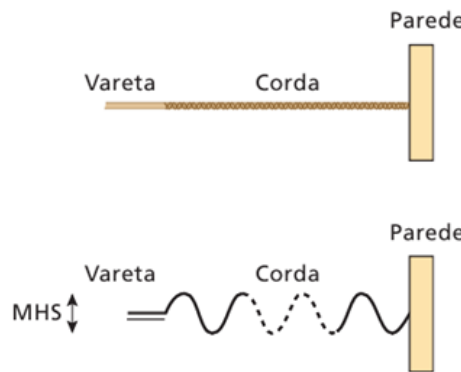
1. **(Unifesp-SP)** A figura representa uma configuração de ondas estacionárias produzida num laboratório didático com uma fonte oscilante.



- Sendo $d = 12 \text{ cm}$ a distância entre dois nós sucessivos, qual o comprimento de onda da onda que se propaga no fio?
- O conjunto P de cargas que traciona o fio tem massa $m = 180 \text{ g}$.

Sabe-se que a densidade linear do fio é $\mu = 5,0 \cdot 10^{-4} \text{ kg/m}$. Determine a frequência de oscilação da fonte.

2. (Mack-SP) Uma pessoa sustenta uma vareta rígida por uma de suas extremidades, segundo a horizontal. Na outra extremidade, está presa uma corda homogênea, de seção transversal constante, de massa 1,00 kg e comprimento 5,00 m. Prendendo-se a outra extremidade da corda a um ponto fixo de uma parede, a pessoa proporciona à vareta um MHS na direção vertical, de duas oscilações completas por segundo, e aplica à corda uma força tensora de intensidade 1,80 N. Sabendo-se que a velocidade de propagação de uma onda na corda é dada por $v = \sqrt{T/A\mu}$, onde T é a tensão na corda, A é a área da seção transversal e μ , sua densidade.



Determine:

- A velocidade de propagação dessas ondas cossenoidais que se propagam na corda.
- O comprimento de onda:

3. A equação de uma onda mecânica transversal é expressa por:

$$y = 0,2 \cos \left[2\pi \left(5t - \frac{x}{2} \right) \right] \quad (\text{SI})$$

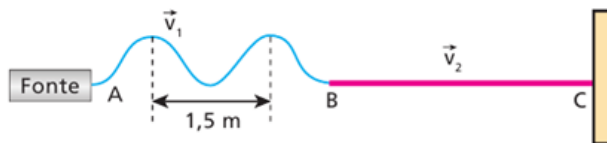
Determine a amplitude e a velocidade de propagação dessa onda.

4. A função de uma onda é dada pela expressão: $y = 20 \cos 2\pi (4t - x/3)$ em que x e y estão em centímetros e t, em segundos.

Determine:

- a amplitude,
- o período,
- a frequência dessa onda.

5. A figura representa uma onda transversal periódica que se propaga nas cordas AB e BC com as velocidades v_1 e v_2 , de módulos respectivamente iguais a 12 m/s e 8,0 m/s.

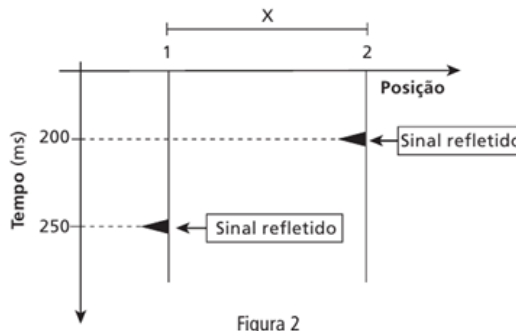
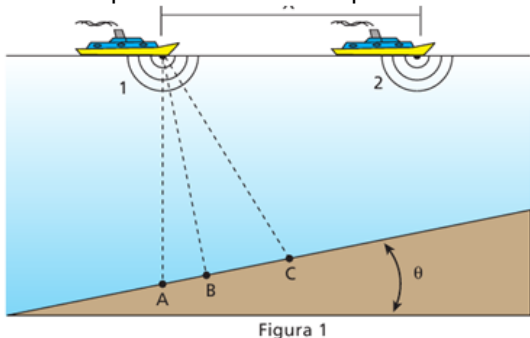


Nessas condições, o comprimento de onda na corda BC, em metros, é:

6. Uma onda mecânica com 800 Hz de frequência propaga-se em um meio com comprimento de onda igual a 2,0 m. Ao sofrer refração, essa onda tem sua velocidade reduzida a 50% de seu valor inicial. Qual será o seu novo comprimento de onda?

SÉRIE AULA 4 – REFLEXÃO E REFRAÇÃO

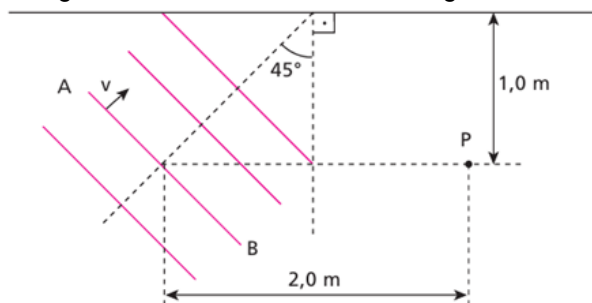
1. (Uepa) Para detectar o relevo do fundo de rios, o sonar pode ser utilizado gerando uma imagem acústica do fundo. Considere que o sonar pode ser representado por uma fonte pontual que produz onda esférica e registra o eco em um receptor localizado praticamente na mesma posição da fonte. A Figura 1 representa um levantamento de dados de sonar em uma região de leito plano e inclinado, nas posições 1 e 2 do navio. Os intervalos de tempo entre a emissão e a recepção do eco, para duas posições da fonte, estão representados na Figura 2. Neste experimento, as leis da óptica geométrica descrevem precisamente o comportamento das frentes de ondas sonoras.



Nessas condições responda:

- Quando a fonte está na posição 1, qual dos pontos indicados sobre o leito do rio pode ser considerado responsável pelo eco registrado no receptor? Justifique sua resposta.
- Considere que a velocidade do som na água é $1\,500\text{ m/s}$ e que o ângulo θ é de 60° . Nessas condições, determine a profundidade do ponto sobre o leito do rio onde ocorre a reflexão do sinal detectado quando o navio se encontra na posição 2.

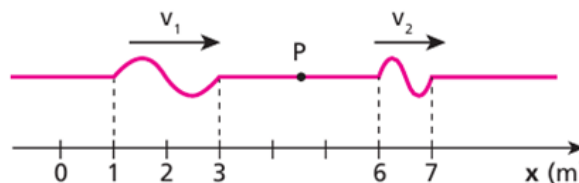
2. (Fuvest-SP) Ondas retas propagam-se na superfície da água com velocidade de módulo igual a $1,4\text{ m/s}$ e são refletidas por uma parede plana vertical, na qual incidem sob o ângulo de 45° . No instante $t_0 = 0$, uma crista AB ocupa a posição indicada na figura.



- Depois de quanto tempo essa crista atingirá o ponto P após ser refletida na parede?
- Esboce a configuração dessa crista quando passa por P.

3. O pulso proveniente da esquerda é transmitido através da junção P a outra corda, como se vê na figura:

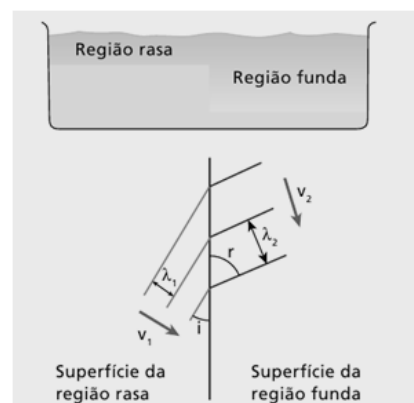
Qual é a razão entre a velocidade do pulso v_1 (antes da junção) e v_2 (depois da junção)?



4. A figura mostra uma cuba de ondas onde há uma região rasa e outra funda. Com uma régua, são provocadas perturbações periódicas retas a cada $0,4\text{ s}$ que se propagam na superfície da água:

Sabendo que λ_1 (comprimento de onda na região rasa) é igual a 2 cm , i (ângulo de incidência) é igual a 30° e v_2 (velocidade da onda na região funda) é igual a $5\sqrt{2}\text{ cm/s}$, determine:

- a velocidade (v_1) da onda, na região rasa;
- o comprimento de onda (λ_2), na região funda;
- o ângulo de refração (r)



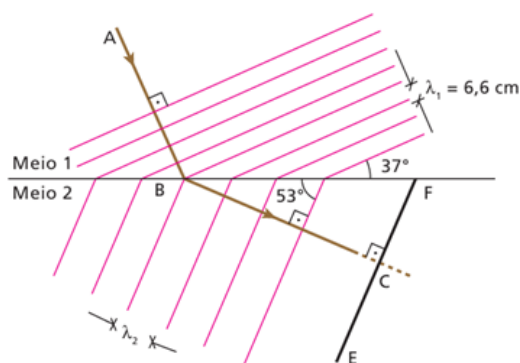
5. O esquema a seguir representa a refração de uma onda sonora plana que passa de um meio 1 (ar) para um meio 2 (gás em alta temperatura e alta pressão). Estão indicados o raio incidente AB, o raio refratado BC e algumas frentes de onda. Uma barreira EF está posicionada no meio 2, perpendicularmente ao raio BC, com o objetivo de refletir o som.

A distância entre os pontos B e F é igual a 55 cm e adota-se para a intensidade da velocidade do som no meio 1 o valor 330 m/s .

Dados: $\sin 37^\circ = \cos 53^\circ = 0,60$; $\sin 53^\circ = \cos 37^\circ = 0,80$.

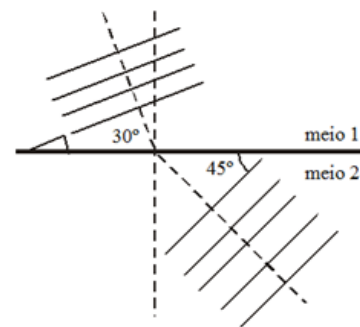
Determine:

- as frequências f_1 e f_2 da onda sonora, respectivamente, nos meios 1 e 2;
- o comprimento da onda λ_2 da onda sonora no meio 2;
- o intervalo de tempo Δt transcorrido entre a passagem da onda pelo ponto B e seu retorno a esse mesmo ponto depois de sofrer reflexão na barreira.



SÉRIE CASA 4 - REFLEXÃO E REFRAÇÃO

1. **(UNESP)** Uma onda plana de frequência $f = 20$ Hz, propagando-se com velocidade $v_1 = 340$ m/s no meio 1, refrata-se ao incidir na superfície de separação entre o meio 1 e o meio 2, como indicado na figura.

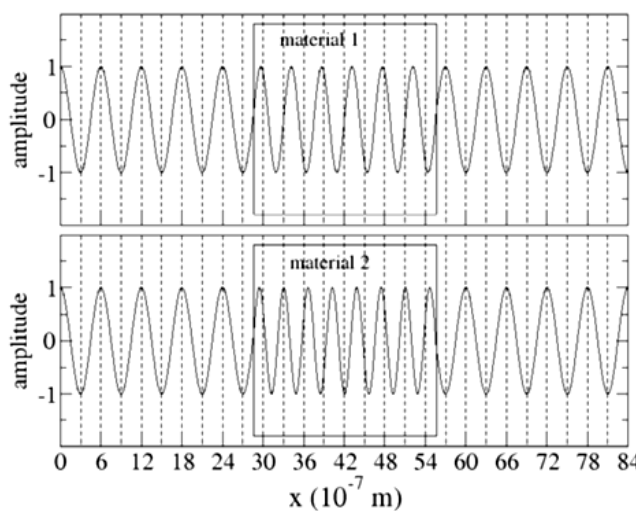


Sabendo-se que as frentes de onda plana incidente e refratada formam, com a superfície de separação, ângulos de 30° e 45° respectivamente, determine,

- a) a velocidade v_2 da onda refratada no meio 2.
- b) o comprimento de onda λ_2 da onda refratada no meio 2.

2. Para atrair um golfinho, um treinador emite um ultrassom com frequência de 25 000 Hz, que se propaga na água a uma velocidade de 1 500 m/s. Qual é o comprimento de onda desse ultrassom na água?

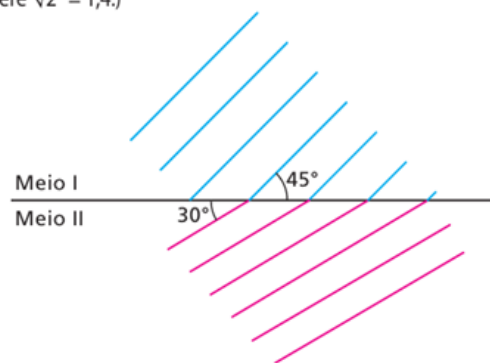
3. **(UFF RJ)** As figuras abaixo mostram duas ondas eletromagnéticas que se propagam do ar para dois materiais transparentes distintos, da mesma espessura d , e continuam a se propagar no ar depois de atravessar esses dois materiais. As figuras representam as distribuições espaciais dos campos elétricos em certo instante de tempo. A velocidade das duas ondas no ar é $c = 3 \cdot 10^8$ m/s.



- a) Determine o comprimento de onda e a frequência das ondas no ar.
- b) Determine os comprimentos de onda, as frequências e as velocidades das ondas nos dois meios transparentes e os respectivos índices de refração dos dois materiais.

4. **(Cesgranrio-RJ)** Um vibrador produz ondas planas na superfície de um líquido com frequência $f = 10$ Hz e comprimento de onda $\lambda = 28$ cm. Ao passarem do meio I para o meio II, como mostra a figura, foi verificado uma mudança na direção de propagação das ondas.

Considere $\sqrt{2} = 1,4$.



Determine no meio II,

- a) os valores da frequência,
- b) o comprimento de onda.

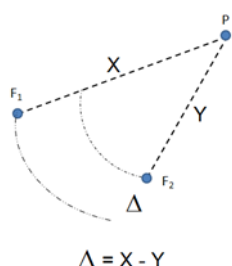
5. **(UFRJ)** Um brinquedo muito divertido é o telefone de latas. Ele é feito com duas latas abertas e um barbante que tem suas extremidades presas às bases das latas. Para utilizá-lo, é necessário que uma pessoa fale na "boca" de uma das latas e outra pessoa ponha seu ouvido na "boca" da outra lata, mantendo os fios esticados. Como no caso do telefone comum, também existe um comprimento de onda máximo em que o telefone de latas transmite bem a onda sonora.



Sabendo que para certo telefone de latas o comprimento de onda máximo é 50cm e que a velocidade do som no ar é igual a 340m/s, calcule a frequência mínima das ondas sonoras que são bem transmitidas pelo telefone.

Diferença de Fase ou Defasamento (Δ)

Distâncias das fontes ao ponto de encontro das ondas dada em graus ou em meios comprimentos de onda.



$$\Delta = n \frac{\lambda}{2}$$

Δ = Defasagem

X e Y são as distâncias da fonte ao ponto de encontro P.

Interferência construtiva.

Se, $n = 0, 2, 4, \dots$ (par)

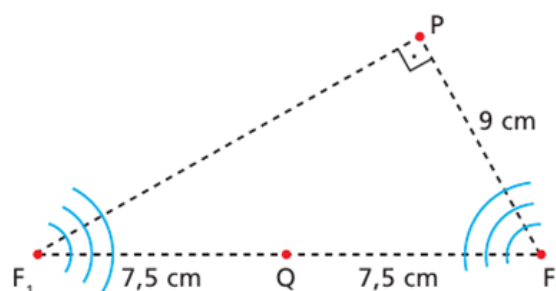
Interferência destrutiva.

Se, $n = 1, 3, 5, \dots$ (ímpar)

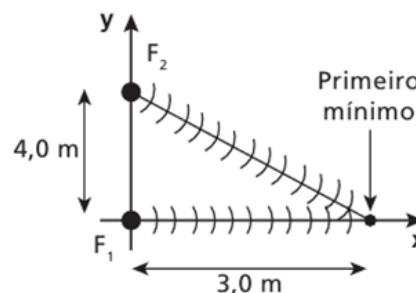
SÉRIE AULA 5 – INTERFERÊNCIA

1. Numa cuba de ondas de profundidade constante, dois estiletos funcionam como fontes de ondas circulares, vibrando em fase com frequência de 5 Hz. Sabendo que a velocidade dessas ondas na superfície da água é de 10 cm/s.

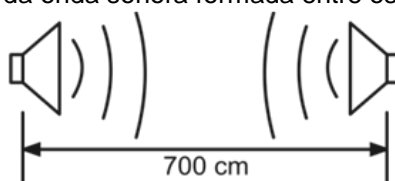
Determine o tipo de interferência que ocorre nos pontos P e Q da figura.



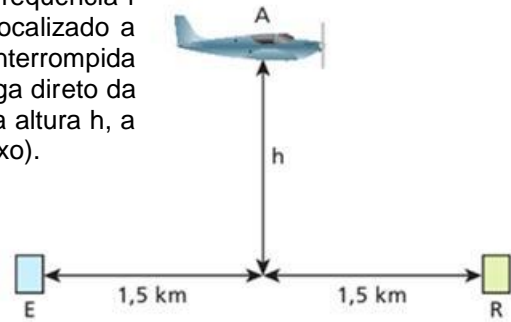
2. **(UFPE)** Duas fontes sonoras pontuais F_1 e F_2 , separadas entre si de 4,0 m, emitem em fase e na mesma frequência. Um observador, se afastando lentamente da fonte F_1 , ao longo do eixo x, detecta o primeiro mínimo de intensidade sonora, devido à interferência das ondas geradas por F_1 e F_2 , na posição $x = 3,0$ m. Sabendo-se que a velocidade do som é 340 m/s, qual a frequência das ondas sonoras emitidas, em Hz?



3. **(ITA SP)** A figura mostra dois alto-falantes alinhados e alimentados em fase por um amplificador de áudio na frequência de 170 Hz. Considere que seja desprezível a variação da intensidade do som de cada um dos alto-falantes com a distância e que a velocidade do som é de 340 m/s. A maior distância entre dois máximos de intensidade da onda sonora formada entre os alto-falantes é igual a



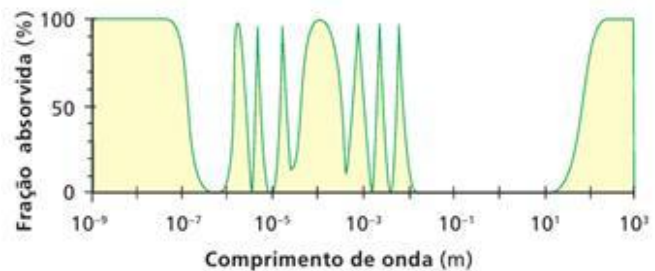
4. (UFC-CE) Uma estação (E) de rádio AM, transmitindo na frequência $f = 750 \text{ kHz}$, está sendo sintonizada por um receptor (R), localizado a $3,0 \text{ km}$ de distância. A recepção é, momentaneamente, interrompida devido a uma interferência destrutiva entre a onda que chega direto da estação e a que sofre reflexão no avião (A), que voa a uma altura h , a meio caminho entre a estação e o receptor (veja figura abaixo).



Determine o menor valor possível de h . A velocidade da luz no ar é $c = 3,0 \cdot 10^8 \text{ m/s}$.

Obs.: a onda refletida sofre uma inversão de fase.

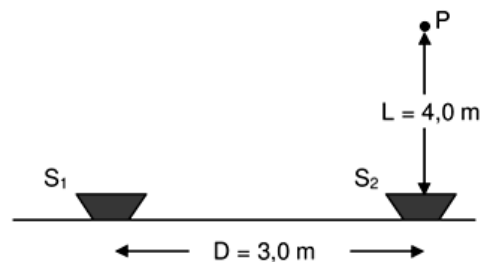
5. (Unicamp-SP) O sistema GPS (Global Positioning System) consiste em um conjunto de satélites em órbita em torno da Terra que transmitem sinais eletromagnéticos para receptores na superfície terrestre. A velocidade de propagação dos sinais é de $300\,000 \text{ km/s}$. Para que o sistema funcione bem, absorção atmosférica desse sinal eletromagnético deve ser pequena. A figura ao lado mostra a porcentagem de radiação eletromagnética absorvida pela atmosfera em função do comprimento de onda



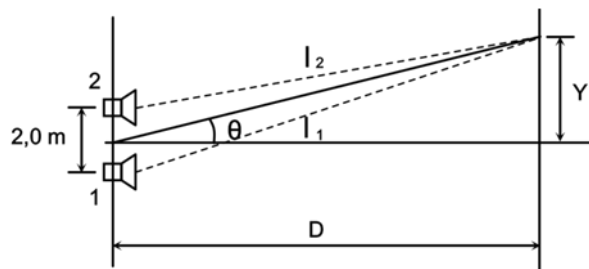
- a) A frequência do sinal GPS é igual a $1\,500 \text{ MHz}$. Qual o comprimento de onda correspondente? Qual a porcentagem de absorção do sinal pela atmosfera?
- b) Uma das aplicações mais importantes do sistema GPS é a determinação da posição de um receptor na Terra. Essa determinação é feita por meio da medida do tempo que o sinal leva para ir do satélite até o receptor. Qual é a variação Δt na medida do tempo feita pelo receptor que corresponde a uma variação na distância satélite-receptor de $\Delta x = 100 \text{ m}$? Considere que a trajetória do sinal seja retilínea.

SÉRIE CASA 5 – INTERFERÊNCIA

1. (UFPE) Duas fontes S_1 e S_2 , separadas pela distância $D = 3,0 \text{ m}$, emitem, em fase, ondas sonoras de comprimento de onda λ . Um ouvinte, ao se afastar da fonte S_2 , percebe o primeiro mínimo de interferência quando se encontra no ponto P, a uma distância $L = 4,0 \text{ m}$ desta fonte (ver figura). Qual o valor de λ , em metros?

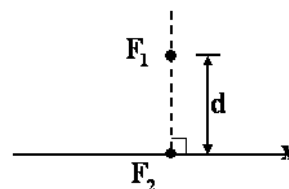


2. (UFPE) A figura mostra dois auto-falantes separados por $2,0 \text{ m}$, emitindo uma nota musical de frequência $f = 1,0 \text{ kHz}$. Considerando que a velocidade do som é $v = 340 \text{ m/s}$, determine a distância Y , em centímetros, correspondente ao primeiro mínimo de interferência sobre um anteparo colocado à distância $D = 10 \text{ m}$?

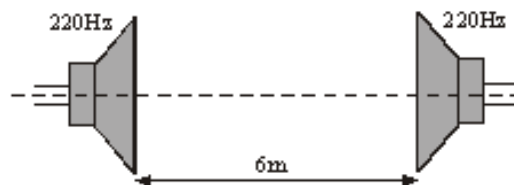


3. **(ITA SP)** Na figura, F_1 e F_2 são fontes sonoras idênticas que emitem, em fase, ondas de frequência f e comprimento de onda λ . A distância d entre as fontes é igual a 3λ .

Determine a menor distância não nula, tomada a partir de F_2 , ao longo do eixo X, para a qual ocorre interferência construtiva.



4. **(UNICAMP SP)** A velocidade do som no ar é de aproximadamente 330 m/s. Colocam-se dois alto-falantes iguais, um defronte ao outro, distanciados 6,0 m, conforme a figura abaixo. Os alto-falantes são excitados simultaneamente por um mesmo amplificador com um sinal de frequência de 220 Hz.



Pergunta-se:

- Qual é o comprimento de onda do som emitido pelos alto-falantes?
- Em que pontos do eixo, entre os dois alto-falantes, o som tem intensidade máxima?

GABARITO

AULA 01 – SÉRIE AULA.

- a) 4 cm b) 2 cm
- a) $A = 0,80 \text{ cm}$ b) $\lambda = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ m}$ c) $f = 20\,000 \text{ Hz} = 20 \text{ kHz}$
d) $T = 5,0 \cdot 10^{-5} \text{ s}$
- $v = 10 \text{ m/s}$
- a) 3cm b) 4cm c) 0,4 hz
- 0,3m
- a) 1,67s b) 2,0m/s c) 3,3m/s d) 0,15m
- $v = 480 \text{ m/s}$

AULA 01 – SÉRIE CASA.

- D
- $f = 5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$
- $\lambda = 6,0 \text{ cm}$
- $\lambda = 12 \text{ cm}$
- $f = 100 \text{ MHz}$
- C – azul

AULA 02 – SÉRIE AULA.

- $\lambda = 0,125 \text{ m}$
- a) $v = 40 \text{ cm/s}$ b) $T = 0,5 \text{ s}$ c) $f = 2,0 \text{ Hz}$ d) $\lambda = 20 \text{ cm}$
- a) $T = 2,0\text{s};$ b) $f = 0,50\text{Hz}$
- a) $f = 0,25\text{Hz};$ b) $f = 1\text{Hz}$
- $h = 75 \text{ m}$
- $\Delta t = 0,2 \text{ h} = 12 \text{ min}$

AULA 02 – SÉRIE CASA.

- $v_r/v_{rl} = 1/2$
- a) 1,0 mm, 2,0 m, 12,5 Hz; b) 25 m/s

03.

a) $\lambda = 6 \times 10^{-7} \text{ m}$ e $f = 5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$

b) $\lambda_1 = 4,5 \cdot 10^{-7} \text{ m}$; $\lambda_2 = 3,6 \cdot 10^{-7} \text{ m}$;

$f_1 = f_2 = f = 5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$;

$c_1 = 2,3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$;

$c_2 = 1,8 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

$$n_1 = \frac{4}{3} \quad n_2 = \frac{5}{3}$$

04. a) $f = 10 \text{ Hz}$

b) $\lambda = 20 \text{ cm}$

05. Em sala

AULA 05 – SÉRIE AULA.

01. Em sala

02. Em sala

03. Em sala

04. 800 m

05. a) 0,2 m, nula;

 b) $3,3 \cdot 10^{-7} \text{ s}$
AULA 05 – SÉRIE CASA.

01. Em sala

02. 85 cm

03. Em sala

 04. a) $\lambda 1,5 \text{ m}$

b) as possíveis soluções são:

