**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA**
**INSTITUTO DE FÍSICA - DEPARTAMENTO DE FÍSICA GERAL**
DISCIPLINA: **FIS 122 - FÍSICA GERAL E EXPERIMENTAL II-E**

# LISTA DE EXERCÍCIOS - ONDAS 2019.1

**1**. Considere um pulso de onda dado por

$$y(x,t) = \frac{y_0}{[(x-vt)/x_0]^2 + 1},$$

onde $y_0 = 10{,}0\ mm$, $x_0 = 1{,}00\ m$ e $v = 2{,}00\ m/s$. (a) Faça gráficos do pulso nos instantes $t = 0{,}00\ s$, e $t = 2{,}50\ s$. (b) O pulso é caracterizado por sua altura e sua largura. A altura $h$ do pulso é o módulo do deslocamento máximo devido ao pulso, e a meia largura $w$ é a distância entre dois pontos do pulso onde o módulo do deslocamento é a metade da altura do pulso. Determine $h$ e $w$. Resp: b) $h = y_0 = 10{,}0\ mm$ *e* $w = 2x_0 = 2{,}00\ m$.

**2**. Uma corda uniforme, de ***20 m*** de comprimento e massa de ***2,0 kg***, está esticada sob uma tensão de ***10 N***. Faz-se oscilar, transversalmente, uma extremidade da corda, com amplitude de ***3,0 cm*** e freqüência de ***5,0*** oscilações por segundo. O deslocamento inicial da extremidade é de ***1,5 cm*** para cima. (a) Ache a velocidade de propagação $v$ e o comprimento de onda $\lambda$ da onda progressiva gerada na corda. (b) Escreva, como função do tempo, o deslocamento transversal $y$ de um ponto da corda situado à distância $x$ da extremidade que se faz oscilar, após ser atingido pela onda e antes que ela chegue à outra extremidade. (c) Calcule a intensidade $I$ da onda progressiva gerada.
**Resp**.: a) $v=10m/s$; b) $y(x,t)=0{,}03\cos(\pi x-10\pi t+\pi/3)\ (m,s)$ ; c) $I=0{,}44W$

**3**. Duas ondas transversais de mesma freqüência, $f=100Hz$ são produzidas num fio de aço de ***1,00 mm*** de diâmetro e densidade $8{,}00\ g/cm^3$ , submetido a uma tensão $T=500N$. As ondas são dadas por $y_1(x,t) = A\cos(kx - \omega t + \pi/6)$ e $y_2(x,t) = 2A\,sen\,(\omega t\text{-}kx)$, onde $A = 2{,}00\ mm$. (a) Escreva a expressão da onda harmônica progressiva resultante da superposição dessas duas ondas. b) Calcule a intensidade da onda resultante. c) Se fizermos variar a diferença de fase entre as duas ondas, qual é a razão entre os valores máximo e mínimo possíveis da intensidade da resultante?
**Resp**.: a) $y(x,t)=5{,}29x10^{-3}\cos(2{,}23x - 628t + 1{,}24)\ (m,s)$ ; b) $I= 9{,}8W$; c) $I_{máx}/I_{min}= 9$

**4**. Duas ondas estão se propagando ao longo de um fio esticado, que coincide com o eixo X: $y_1\ (x,t) = A\cos[\,k\,(x - vt)]$ e $y_2\,(x,t) = A\cos[\,k\,(x + vt) + \theta_0]$. Pergunta–se : (a) Qual o valor de $\theta_0$ para que ocorra a interferência construtiva em $x = 0$ e interferência destrutiva em $x = 0$. (b) Para cada valor de $\theta_0$ encontrado , escreva a função de onda total, $y\ (x,t) = y_1\ (x,\ t) + y_z\ (x,\ t)$. (c) Encontre os pontos do fio, que são sempre estacionários. **Resp.:** a) *máx:* $\theta_0=2n\pi$; *mín:* $\theta_0=(2n+1)\pi$; $(n=0,1,2,...)$; b) **Construtiva:** $y(x,t)=2A\cos(kx)\cos(\omega t)$; **Destrutiva:** $y(x,t)=2A\,sen(kx)\,sen(\omega t)$; c) ***Construtiva:*** $x_{no}=n\pi/k$, **n natural; Destrutiva:** $x_{no}=(2n+1)\pi/2k$, **n natural.**

**5**. Uma corda de violino, de ***31,6 cm*** e densidade linear ***0,65 g/m***, está colocada junto a um alto falante que é alimentado por um oscilador de áudio de frequência variável. Verifica-se que quando a frequência do oscilador varia continuamente na faixa de ***500*** a ***1500 Hz***, a corda oscila apenas nas frequências de ***880*** e ***1320 Hz***. Encontre a tensão na corda**.**
**Resp**.: $T = 50{,}26\ N$

**6**. Pretendendo satisfizer sua curiosidade, um estudante fica <u>entre</u> dois alto-falantes, numa sala. Ele está a ***1,8 m*** de um e a ***3,2 m*** do outro. Os dois alto-falantes vibram em fase. Se a frequência mais baixa, na qual ele observa interferência destrutiva máxima, é ***122 Hz***, qual é a velocidade do som no ar? A seguir ele se desloca ***2,4m***, perpendicularmente ao plano dos alto-falantes. Qual a frequência mais baixa para a interferência destrutiva máxima? **Resp:** ***342 m/s e 171 Hz***.

**7.** Suponha que na extremidade aberta de um tubo sonoro, a variação de pressão não cai descontinuamente para zero. Em conseqüência o nó da pressão fica um pouco fora da extremidade aberta. Assuma que o tamanho efetivo do tubo seja: $L_{ef} = L\ (1+d/\lambda)$ onde $L$ é o tamanho real do tubo e $d$ o seu diâmetro. Sendo as duas primeiras freqüências de ressonância ***54,6*** e ***159,8 Hz*** e a velocidade do som ***342 m/s***, encontre as dimensões ($L$ e $d$) do tubo.
**Resp**. ***1,54 m e 10,06 cm***

**8**. Encontre a intensidade de uma onda sonora se (a) $\beta = 10\ dB$ e (b) $\beta = 3\ dB$ . Encontre as amplitudes de pressão das ondas sonoras no ar, para cada uma destas intensidades. Assuma que a intensidade de referência vale $10^{-12}$ **W**, a densidade do ar $1{,}29\ kg/m^3$ e a velocidade do som ***342 m/s*** **Resp**. (a) $10^{-11}\ W/m^2$. (b) $2.\ 10^{-12}\ W/m^2$ (c) $p_0 = 9{,}37.10^{-5}\ Pa$ (d) $p_0 = 4{,}18\ .10^{-5}\ Pa$

**9**. Uma onda sonora forte, típica, com a frequência de ***1 kHz***, tem a amplitude de pressão aproximadamente igual a $10^{-4}$ ***atm***. (a) Em $t=0$, a pressão é máxima num certo ponto $x_1$. Qual o deslocamento neste ponto, no instante $t = 0$? (b) Qual

o máximo valor do deslocamento, para $x$ e $t$ qualquer? Densidade do ar :***1,29 kg/m³*** ; velocidade do som: ***342 m/s***
**Resp**. (a) ***Zero*** (b) $S_0=3,66\mu m$;

**10**. Numa estrada de montanha, ao aproximar-se de um paredão vertical que a estrada irá contornar, um motorista vem buzinando. O eco vindo do paredão interfere com o som da buzina, produzindo ***5*** batimentos por segundo. Sabendo-se que a frequência da buzina é ***200 Hz*** e a velocidade do som no ar é de ***340 m/s***, qual é a velocidade do carro (em km/h)?
**Resp**.: ***15 km/h***

**11**. Coloca-se um diapasão na extremidade aberta de um tubo cilíndrico de altura $h_o=80cm$, A frequência do diapasão vale $f_o=500Hz$. Começamos a introduzir água, lentamente, no interior do tubo. Determine os níveis da água para os quais ocorrerá ressonância. Considere a velocidade do som no ar ***335 m/s***. **Resp**. $L_1=0,1675m$ e $L_2=0,5025m$

**12.** O ouvido humano é sensível a sons com freqüências entre ***20 Hz*** e ***20000 Hz***. Calcule o intervalo de comprimento de onda correspondente a sons audíveis no ar. Considere $v = 340m/s$. **Resp**. de ***17m*** até ***1,7cm***

**13.** A função de uma onda transversal, num fio, é dado por $y(x,t)=2sen[\pi(x-100t)+\pi/2]m$, onde $x$ e $y$ estão em metros e $t$ em segundos. a) Qual é a amplitude da onda?. b) Qual é o ângulo de fase $\delta$ ? c) Determine a frequência de vibração do fio. d) Encontre a velocidade da onda. e) Quando $t=1s$, ache o deslocamento, a velocidade e a aceleração de um pequeno segmento do fio localizado em $x=2m$. **Resp.** a) $y_o=2m$, b) $\delta=\pi/2$, c) $f=50Hz$, **d) v=100m/s,** e) $y(2,1)=2m;$ $v_y(2,1)=0;$ $a_y(2,1)=-1,97x10^5 m/s^2$

**14**. (a) Uma regra para encontrar a distância de um relâmpago é contar quantos segundos se passam, desde a visão do raio até ouvir o trovão e, então, dividir o número por cinco. O resultado é, por suposição, a distância em milhas. Explique o funcionamento dessa regra e determine percentagem de erro a ***20 ºC***. (b) Desenvolva uma regra semelhante, para obter a distância em quilômetros. **Resp**: ***6,6 % ; 2,91***

**15**. Balançando um barco, um menino produz ondas na superfície de um lago até então quieto. Ele observa 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***. Encontre: a) o período; (b) a velocidade escalar; (e) o comprimento de onda; d) a amplitude desta onda? **Resp**: a) ***1,67 s;*** b) ***2 m/s ; c) 3,3 m ;*** d) ***15 cm.***

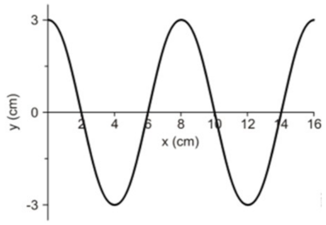
**16**. Um tubo de um órgão ***A***, com as duas extremidades abertas, tem uma frequência fundamental de ***300 Hz***. O quinto harmônico de um outro órgão ***B***, com uma extremidade aberta, tem a mesma frequência que o segundo harmônico do ***A***. Qual o comprimento: a) do tubo do órgão ***A***; b) do ***B***? **Resp**: ***a) L = 0,567 m ; b) L = 0,708 m***

**17**. A equação de onda para uma onda é dada por: $\dfrac{\partial^2 y(x,t)}{\partial x^2}-\dfrac{1}{25.10^4}\dfrac{\partial^2 y(x,t)}{\partial t^2}=0$ . a) Qual a velocidade de propagação dessa onda? b) Escreva a função de onda para uma onda de frequência ***750 Hz*** e amplitude de ***3,00 cm*** que obedece a equação acima. **Resp:** a) $v = 500 m/s$ ; b) ***y(x,t)=0,03 cos [9,425x-4712t]*** **(em metros).**

**18.** Uma onda senoidal contínua propaga-se numa corda com velocidade de ***50 cm/s***. Verifica-se que o deslocamento das partículas da corda no ponto $x = 10$ cm varia com o tempo de acordo com a função $y(t)=5,0sen(1,0-4,0t)$ ***cm***. A densidade linear da corda é ***4,0 g/cm***. a) Qual é a frequência da onda? b) Qual é comprimento de onda da onda? c) Escreva a função que dá o deslocamento transversal das partículas da corda em função da posição e do tempo. d) calcule a tensão na corda.

**19**. Prove que a inclinação de uma corda, em qualquer ponto, é numericamente igual à razão entre a velocidade transversal da partícula e a velocidade de propagação da onda naquele ponto.

**20**. Uma onda transversal harmônica simples propaga-se ao longo de uma corda viajando para a esquerda. A figura abaixo mostra o deslocamento em função da posição no tempo $t = 0$. A tensão na corda é de ***0,5 N*** e a sua densidade linear é de ***5,0 g/m***. Calcule a) a amplitude, b) o comprimento de onda, c) a velocidade de propagação da onda, d) o período, e) a velocidade máxima de uma partícula da corda. f) Escreva uma função descrevendo a propagação da onda.



**21**. Um tubo de ***1,0 m*** de comprimento é fechado em uma extremidade. Um arame esticado é colocado junto à extremidade aberta. O comprimento do arame é de ***0,30 m*** e sua massa é de ***0,010 kg***. Está fixado por ambas as extremidades e vibra em seu modo fundamental. Ele faz com que a coluna de ar no tubo vibre na sua frequência fundamental, por ressonância. Ache a) a frequência de oscilação da coluna de ar, b) a tração no arame. Resp. a) 83 Hz, b) 82 N.

**22**. Uma sirena emite som de ***1000 Hz*** e move-se para você para um rochedo à velocidade de ***10 m/s***. a) Qual a frequência do som que você ouve, proveniente diretamente da sirena? b) Qual a frequência do som que você ouve, proveniente do rochedo? c) Você pode ouvir a frequência do batimento? Resp. a) 970 Hz, b) 1030 Hz e c) Não, é muito alta.

**23**. Uma ambulância tocando sua sirene a ***1600 Hz*** ultrapassa um ciclista, que estava pedalando a ***6,0 km/h***. Depois da ambulância ultrapassar o ciclista, ele escuta a sirene a ***1590 Hz***. Qual a velocidade da ambulância?

**24**. Uma corda uniforme, de ***25 m*** de comprimento e massa de ***0,40 kg***, está esticada sob uma tensão de ***10 N***. Faz-se oscilar, transversalmente, uma extremidade da corda, com amplitude de ***5,0 cm*** e frequência de ***50*** oscilações por segundo. O deslocamento inicial da extremidade é de ***2,0 cm*** para cima. a) Ache a velocidade de propagação **v** e o comprimento de onda da onda progressiva gerada na corda. b) Escreva a função de onda do deslocamento transversal **y(x,t)**. c) Qual é a velocidade transversal máxima de um elemento da corda? d) Calcule a energia média que a onda transporta enquanto se propaga (intensidade).

**25**. Um observador se encontra em repouso. Uma fonte emite ondas sonoras com frequência $f_o$ e se aproxima do observador. a) Determine a frequência medida pelo observador, supondo que a velocidade de aproximação ***u*** seja paralela à reta que une o observador com a fonte. b) Calcule a frequência medida pelo observador, supondo que a velocidade de aproximação ***u*** faça um ângulo teta com a reta que une o observador com a fonte.