



FÍSICA II

LISTA DE EXERCÍCIOS 5 - Ondas

1. Uma estação de rádio opera na difusora de 760 kHz de frequência. A velocidade da onda de rádio é $v=3 \times 10^8$ m/s. Determine o comprimento de onda desta emissão radiofônica.

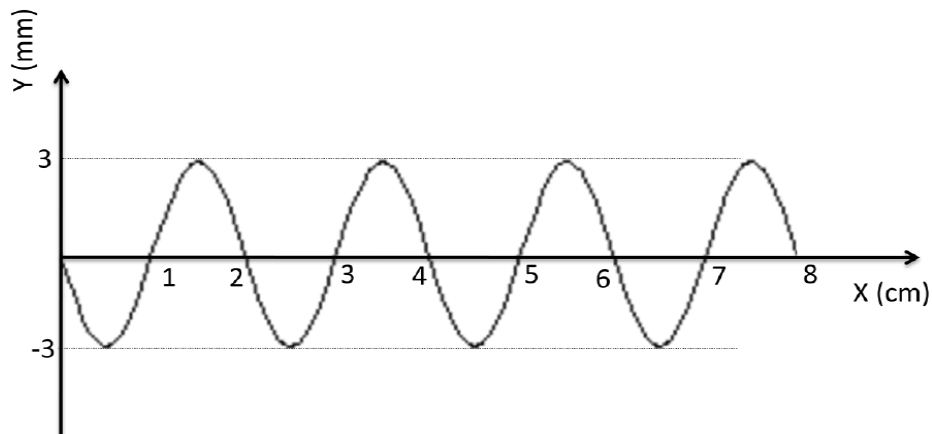
2. Um sonar de submarino usa ondas ultrassônicas de 40 kHz. (a) Se a velocidade da onda sonora na água do mar é de 5050 pés/s (1m=3,28 pés), qual é o comprimento desta onda? (b) O sonar emite um pulso e é desligado em seguida. O pulso é refletido por outro submarino e captado pelo submarino emissor 5s depois de ser emitido. Qual a distância entre os submarinos?

3. Quando excitada em uma extremidade por um oscilador vibrando a 120Hz, uma corda propaga uma onda harmônica de comprimento de onda $\lambda=31$ cm. (a) Qual a velocidade do som na corda? (b) Se a tensão na corda for de 1,2N, qual a massa de um pedaço de corda medindo 50 cm?

4. Um fio de cobre de diâmetro 2,4 mm e comprimento 3 m é utilizado para suspender uma massa de 2Kg sob a ação da gravidade. Se uma perturbação transversal é propagada ao longo do fio golpeando-o com um lápis, quão rápido esta perturbação irá viajar? (o cobre tem densidade 8920 Kg/m^3)

5. A velocidade de uma onda em uma corda é dada por $v = \sqrt{F/\mu}$. Mostre que o lado direito da equação possui dimensão de m/s.

6. A onda mostrada na figura abaixo é estabelecida vibrando transversalmente uma de suas extremidades com frequência 60 Hz. Para esta onda encontre: (a) amplitude, (b) frequência, (c) comprimento de onda, (d) velocidade e (e) período.



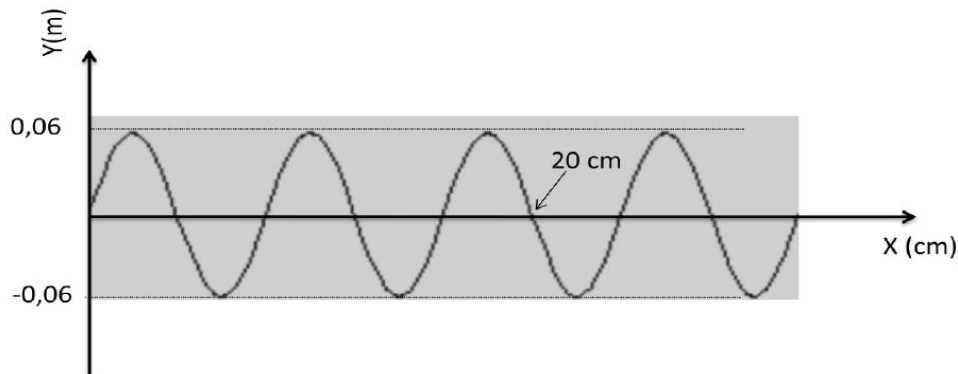
7. Considere a onda $y=5\text{sen}\{30\pi[(x/240)-t]\}$, onde x e y são dados em centímetros e t em segundos. Encontre: (a) a altura da onda em $x=2$ cm e no instante $t=0$; (b) comprimento de onda; (c) velocidade da onda e (d) frequência da onda.

8. A compressão (excesso de pressão) que se propaga em uma onda sonora é dada por



$P(x,t)=1.5\text{sen}\{[(2\pi)/\lambda](x-330t)\}$, onde x e y são medidos em metros, t em segundos e P em Pa. (a) Qual a velocidade da onda? (b) Se $\lambda=2\text{m}$, qual é a frequência do som? (c) Qual é a pressão máxima? (d) Qual é a pressão em $x=(1/6)\text{m}$ e $t=0$?

9. Para a onda representada na figura abaixo, determine a amplitude, a frequência e o comprimento de onda se ela estiver se propagando com velocidade de 300m/s na direção positiva de x . Escreva a equação desta onda se a figura representar sua configuração em $t=0$.



10. Uma onda progressiva em uma corda tem frequência de 30Hz e comprimento de onda de 60 cm . Sua amplitude é de $A=2\text{mm}$. Escreva a equação da onda em unidades de SI.

11. (a) Encontre a velocidade transversal máxima e (b) a aceleração transversal máxima de um ponto na corda por onde passa a onda do problema anterior.

12. (a) Se a frequência da onda em uma corda mostrada na figura do problema 9 for de 150Hz , qual é a velocidade da onda? (b) Assuma que a corda possui uma massa específica de $0,2\text{g/m}$. Quanta energia é transportada pela onda por segundo?

13. Mostre que a equação da onda $y(x,t) = A\text{sen}(kx - \omega t)$ satisfaz a equação diferencial parcial de uma onda progressiva. A partir disso, encontre a relação entre k , ω e a velocidade de propagação da onda v .

14. Um fio de $0,5\text{m}$ de comprimento e densidade linear de massa de $0,0001\text{Kg/m}$ vibra estando tensionado com $4,0\text{ N}$. Encontre a frequência do modo fundamental de oscilação da onda estacionária neste fio.

15. Uma extremidade de uma tira de borracha de comprimento 5m e de densidade linear de massa $0,3\text{Kg/m}$ é presa em um suporte, e a outra extremidade é tracionada com 100N . Se a borracha for golpeada transversalmente em uma extremidade, quanto tempo levará para a perturbação atingir a outra extremidade? Se o comprimento de onda da perturbação for igual a $L/10$, e sua amplitude igual a $0,05\text{m}$, qual a energia média transmitida em $0,1\text{s}$?

16. Qual a frequência de vibração deve ser aplicada na tira de borracha do problema acima para produzir uma onda estacionária do quarto harmônico?

17. Uma onda estacionária em uma corda fixa em suas duas extremidades tem como equação



$y(x,t)=(0,024)\text{sen}(52,3x)\text{cos}(480t)$, onde x e y são dados em metros e t em segundos. Encontre:

(a) A amplitude das ondas que combinadas geraram a configuração estacionária, (b) A velocidade destas ondas na corda, (c) A distância entre dois nós adjacentes na configuração estacionária ao longo da corda e (d) A velocidade máxima atingida pela partícula que compõe a corda em $x=30\text{cm}$.

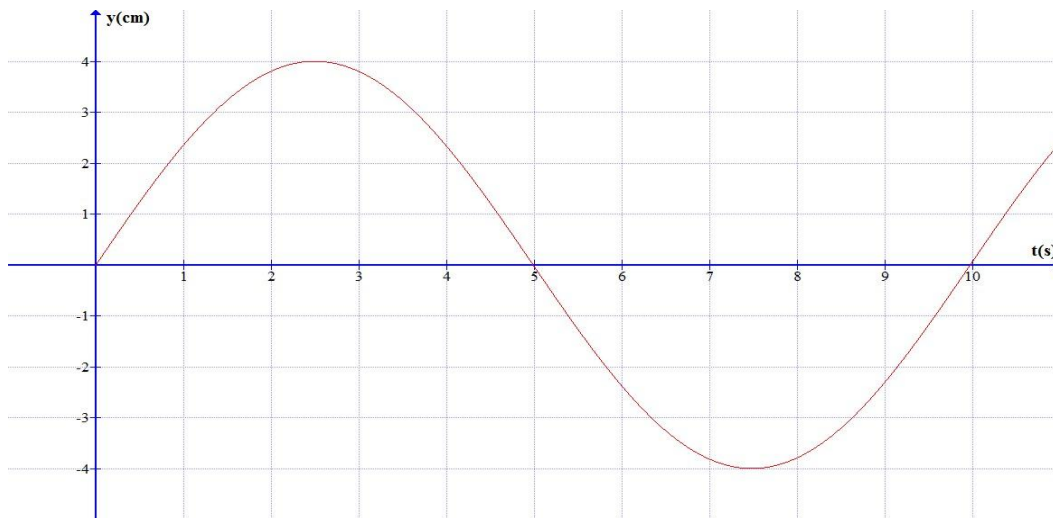
18. Para gerar uma onda formato harmônico (senoide), precisamos fazer que uma de suas extremidades oscile transversalmente em um movimento harmônico simples. Que formato de onda teríamos se o movimento causado em sua extremidade fosse um MRU para cima seguido de um MRU para baixo, e assim consecutivamente?

19. A corda Mi de um violino tem uma densidade linear de $0,5\text{g/m}$ e está sujeita a uma tensão de 80N , afinada para uma frequência $f=660\text{Hz}$. (a) Qual é o comprimento da corda? (b) Para tocar a nota Lá da escala seguinte, cuja frequência é 880Hz , prende-se a corda com o dedo, de forma a permitir que somente uma fração da corda vibre. (c) Qual é o comprimento que vibra nesta situação?

20. Uma corda uniforme, de 20m de comprimento e massa 2Kg , está esticada sob uma tensão de 10N . Faz-se oscilar transversalmente uma extremidade da corda, com amplitude de 3cm realizando 5 oscilações por segundo. O deslocamento inicial da extremidade é de $1,5\text{cm}$ para cima. (a) Ache a velocidade de propagação e o comprimento de onda progressiva gerada na corda. (b) Escreva, como função do tempo, o deslocamento transversal y de um ponto da corda à distância x da extremidade que se faz oscilar, após ser atingido pela onda e antes que ela chegue a outra extremidade. (c) Por que esta expressão só é válida admitindo que a onda não alcançou a outra extremidade?

21. A Equação de uma onda transversal se propagando numa corda é dada por $y(x,t) = 2,0 \text{ sen}(20,0x - 600,0t)$, com y dado em milímetros, x em metros e t em segundos. (a) Ache a amplitude, frequência, velocidade e comprimento de onda desta onda transversal. (b) Ache a velocidade escalar máxima de uma partícula na corda.

22. Uma onda senoidal transversal com comprimento de onda igual a $20,0\text{ cm}$ está se movendo ao longo de uma corda no sentido positivo do eixo x . O deslocamento transversal da partícula da corda em $x = 0$ como uma função do tempo está mostrado na figura a seguir. (a) Faça um esboço de um comprimento de onda no instante $t = 0$, entre $x = 0$ e $x = 20\text{ cm}$. (b) Qual a velocidade da onda? (c) Escreva a equação para a onda com todas as constantes calculadas. (d) Qual a velocidade transversal de uma partícula em $x=0$ e $t = 5,0\text{s}$?



23. Escreva uma expressão que descreva uma onda transversal se propagando numa corda no sentido positivo do eixo x , com comprimento de onda de 10,0 cm, frequência de 400,0 Hz e amplitude de 2,0 cm. Qual é a velocidade escalar máxima de um ponto na corda? Qual a velocidade escalar da onda?

24. Qual a velocidade da onda transversal mais rápida que pode ser enviada ao longo de um fio de aço? Por razões de segurança, a tensão máxima de tração a que fios de aço podem ser submetidos é de $7,0 \times 10^8 \text{ N/m}^2$. A massa específica do aço é de 7800 Kg/m^3 . A resposta depende do diâmetro do fio?

25. Uma corda ao longo da qual ondas podem se propagar possui 2,70m de comprimento e uma massa de 260g. A tração na corda é de 36,0 N. Qual deve ser a frequência das ondas progressivas de amplitude 7,70 mm para que a potência média seja de 85,0 W?

26. Duas ondas senoidais, idênticas exceto pela fase, se propagam no mesmo sentido ao longo de uma corda e sofrem interferência para produzirem uma onda resultante dada por $y(x,t) = 3,0 \sin(20,0x - 4,0t + 0,820)$, com y dado em milímetros, x em metros, t em segundos e a constante de fase em radianos. Uma das ondas possui fase inicial nula enquanto a outra possui um valor de $\phi \neq 0$. (a) Qual o comprimento de onda das duas ondas? (b) A velocidade de propagação delas? (c) Qual a diferença de fase entre elas? (d) A amplitude delas?

27. Uma onda estacionária resulta da soma de duas ondas transversais progressivas dadas por $y_1(x,t) = 0,050 \cos(\pi x - 4\pi t)$ e $y_2(x,t) = 0,050 \cos(\pi x + 4\pi t)$, onde y e x são em metros e t está em segundos. (a) Qual o menor valor positivo de x que corresponde a um nó? (b) Em que instantes dentro do intervalo de 0 a 0,5s a partícula em $x=0$ terá velocidade nula?

28. Uma corda está esticada entre suportes fixos separados por 75,0 cm. Observou-se que frequências ressonantes surgem em 420 e 315 Hz e nenhuma outra neste intervalo. (a) Qual é a frequência de ressonância mais baixa nesta corda? (b) Qual é a velocidade da onda para essa corda?



29. Uma corda, sujeita a uma tração de 200N e fixada nas duas extremidades, oscila em um padrão de onda estacionária de segundo harmônico. O deslocamento da corda é dado por $y(x,t)=(0,10)\text{sen}(\pi x/2)\cos(12\pi t)$, onde x e y são dados em metros, t em segundos e x=0 é uma extremidade da corda. (a) Qual o comprimento da corda? (b) Qual a velocidade das ondas na corda? (c) Qual a massa da corda? (d) Se a corda oscilar em um padrão de onda estacionária de terceiro harmônico, qual será o período de oscilação?

30. Um arame está transmitindo energia através de ondas harmônicas. A velocidade de propagação da onda é de 10 m/s e a densidade linear de massa do arame é de 0,01 kg/m. A fonte de energia que excita a extremidade do arame oscila com uma amplitude de 0,5 mm. (a) Qual é a potência média transmitida pelo arame de a oscilação acontecer com uma frequência de 400Hz? (b) A potência transmitida pode aumentar aumentando-se a tensão no arame, a frequência da fonte ou a amplitude das ondas. Por qual fator cada uma destes parâmetros deve aumentar para causar um aumento de 100 vezes na potência transmitida se estes parâmetros forem variados independentemente? Qual destes parâmetros seria o mais fácil de variar?

31. Uma corda de 3m de comprimento e fixa em suas duas extremidades está vibrando em seu terceiro harmônico ressonante. O deslocamento máximo de qualquer ponto da corda é de 4mm. A velocidade das ondas transversais que geram a configuração estacionária é de 50 m/s. (a) Qual o comprimento de onda e frequência desta onda? (b) Escreva a equação desta onda estacionária.

32. Um experimento didático comumente usado nos laboratórios de física consiste de um peso preso por um barbante que passa por uma polia enquanto a outra extremidade do barbante está conectada a oscilador vertical (como um alto-falante virado para cima). A distância L entre a polia e oscilador é fixa. Para certos valores de peso pendurado a corda exibe ondas estacionárias. O oscilador vibra com frequência de 80hz, a distância L mede 1m e a densidade da corda é de 0,75 g/m. Quais os valores de peso pendurado no barbante capaz de estabelecer os três primeiros modos ressonantes?

33. A corda mi de um violino tem uma densidade linear de 0,5g/m e está sujeita a uma tensão de 80N, afinada para uma frequência $f=660\text{Hz}$. (a) Qual é o comprimento da corda? (b) Para tocar a nota lá da escala seguinte, de frequência 880Hz, prende-se a corda com um dedo, de forma a utilizar apenas uma fração L/L_0 de seu comprimento. Qual é o valor da fração L/L_0 ?

34. Uma corda uniforme, de 20m de comprimento e massa de 2kg, está sob uma tensão de 10N. Faz-se oscilar transversalmente uma extremidade da corda, com amplitude de 3cm e frequência de 5 oscilações por segundo. O deslocamento inicial da extremidade é de 1,5cm para cima. (a) Ache a velocidade de propagação e o comprimento de onda referente à onda progressiva gerada na corda. (b) Escreva, como função do tempo, o deslocamento transversal de um ponto na 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 quanta energia passa pela corda por segundo.

35. Descreva a o que é uma onda estacionária e quais são as condições para que elas ocorram em uma corda.

Respostas:

1) $\lambda=395\text{m}$

2) (a) $\lambda=0,0384\text{m}$; (b) $d=3841\text{m}$

3) (a) $v=37\text{m/s}$; (b) $m=0,44\text{g}$

4) $v=22\text{m/s}$

6) (a) $A=0,3\text{cm}$; (b) $f=60\text{Hz}$; (c) $\lambda=2\text{cm}$; (d) $v=120\text{cm/s}$; (e) $T=0,0167\text{s}$.

7) (a) $y=-3,535\text{cm}$; (b) $\lambda=16\text{ cm}$; (c) $v=240\text{ cm/s}$; (d) $f=15\text{Hz}$.

8) (a) $v=330\text{m/s}$; (b) $f=165\text{Hz}$; (c) $p_{\text{max}}=1,5\text{Pa}$; (d) $p=0,75\text{Pa}$

9) $A=0,06\text{m}$; $\lambda=0,08\text{m}$; $f=3750\text{Hz}$.

11) (a) $37,6\text{ cm/s}$; (b) 7070 cm/s^2

12) (a) 12m/s ; (b) 3.84W

15) 200Hz

15) $0,27\text{s}$

16) 7.3Hz

17) (a) $0,012\text{m}$, (b) $9,18\text{m/s}$, (c) $6,01\text{cm}$, (d) $20,7\text{ cm/s}$

19) (a) $0,3\text{m}$; (b) $0,225\text{m}$

20) (a) 10m/s ; (b) 2m

21) (a) $2,0\text{ mm}$; $95,5\text{ Hz}$; $300,0\text{ m/s}$; $0,314\text{ m}$. (b) $1,2\text{ m/s}$.

22) (b) $0,02\text{m/s}$; (c) $y(x,t) = 4,0 \text{ sen } (0,314x - 0,63t + \pi) \text{ (cm)}$; (d) $-2,52\text{ cm/s}$.

23) $y = 0,02 \text{ sen}(62,8x - 2513,3t) \text{ (m)}$; $v_T = 50,27\text{ m/s}$; $v = 40,0\text{ m/s}$.

24) $299,6\text{ m/s}$; É possível mostrar que não depende do diâmetro do fio.

25) $197,5\text{ Hz}$.

26) (a) $0,314\text{ m}$; (b) $0,2\text{ m/s}$; (c) $1,64\text{ rad}$; (d) $2,2\text{ mm}$.

27) (a) $0,5\text{m}$; (b) $0,0\text{s}$, $0,25\text{s}$ e $0,5\text{s}$.



Ministério da Educação
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
Campus Pato Branco



- 28) (a) 105 Hz; (b) 157,5 m/s.
- 29) (a) 4,0m; (b) 24,0 m/s; (c) 1,4 kg; (d) 0,11s.
- 30) (a) 79 mW, (b) 10000, 10, 10
- 31) (a) 2, 25Hz; (b) $y=4 \times 10^{-3} \sin(\pi x) \cos(50\pi t)$
- 32) 19,2N; 4,8N e 2,13N
- 33) (a) 0,3m; (b) $\frac{3}{4}$
- 34) (a) 10m/s; 2m; (b) $y=0,03 \cos(\pi x - 10\pi t + \pi/3)$; (c) 0,44W