

Física II (FSC5002 02201A/02212A/02213 2017-1): Lista 2a

21 de abril 2017

1 Exercícios

1.1 Oscilações

1 Quando um objeto de 4,25 kg é colocado sobre uma mola vertical, a mola se comprime por 2,62 cm. Qual é a constante elástica da mola?

2 Considere um modelo simplificado de motor com um pistão simples da Fig. 1. Supondo que a roda gira com velocidade angular constante, explique por que a haste do pistão oscila em movimento harmônico simples.

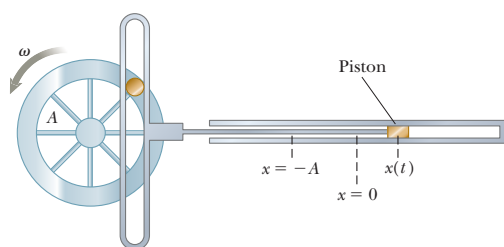


Figura 1: Ref. Ex. 2

3 A posição de uma partícula é dada pela expressão $x = 4,00 \cos(3,00\pi t + \pi)$, onde x está em metros e t em segundos. Determine (a) a frequência e (b) o período do movimento, (c) a amplitude do movimento, (d) a constante de fase, e (e) a posição da partícula em $t = 0,250$ s.

4 Um pistão em um motor a gasolina está em movimento harmônico simples. O motor funciona a uma velocidade de 3600 rpm. Tomando os extremos da sua posição em relação ao seu ponto central como 5,00 cm, encontre (a) a velocidade máxima e (b) a aceleração máxima do pistão.

5 Uma bola cai a partir de uma altura de 4,00 m e faz uma colisão elástica com o solo. Supondo que nenhuma energia mecânica é perdida devido à resistência do ar, (a) mostre que o movimento subsequente é periódico e (b) determine o período do movimento. (c) O movimento é harmônico simples? Explique.

6 Imagine um túnel muito longo passando pelo centro da Terra. (a) Mostre que uma pedra solta nesse túnel descreve um movimento harmônico simples. (b) Quanto tempo a pedra leva para chegar ao outro lado do túnel?

7 Um sistema massa–mola está em movimento harmônico simples com amplitude de 4,0 cm. Quando a massa está a 2,0 cm da posição de equilíbrio, qual é a razão entre a energia potencial e a total?

8 O comprimento de um fio de um pêndulo simples aumenta quando a temperatura aumenta. Como isso afeta um relógio operado pelo pêndulo?

9 Considere dois pêndulos simples. O pêndulo A tem uma massa M_A e comprimento L_A ; o B uma massa M_B e comprimento L_B . Se o período de A é o dobro do de B , marque a alternativa correta (e mais geral): (a) $L_A = 2L_B$ e $M_A = 2M_B$; (b) $L_A = 4L_B$ e $M_A = M_B$; (c) $L_A = 4L_B$ para qualquer quociente M_A/M_B ; (d) $L_A = \sqrt{2}L_B$ para qualquer quociente M_A/M_B .

10 A massa da molécula de deutério (D_2) é o dobro da molécula de hidrogênio (H_2). Se a frequência de vibração de H_2 é $1,30 \times 10^{14}$ Hz, qual é a frequência de vibração de D_2 ? Suponha que a 'constante de mola' das forças de atração é a mesma para as duas moléculas.

11 Uma pequena esfera de massa M está presa à extremidade de um bastão uniforme também de massa M e comprimento L , que está articulado no topo (Fig. 2). Determine as tensões na haste (a) no pivô e (b) no ponto P quando o sistema estiver parado. (c) Calcule o período de oscilação para pequenos deslocamentos a partir do equilíbrio e (d) determine esse período para $L = 2,00$ m.

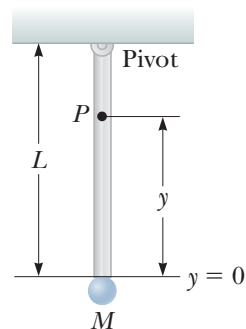


Figura 2: Ref. Ex. 11

12 Quatro pessoas, cada uma com massa de 72,4 kg, estão num automóvel com massa de 1130 kg quando

acontece um terremoto. As oscilações verticais da superfície do solo fazem o carro saltar para cima e para baixo em suas molas de suspensão, mas o motorista consegue sair da estrada e parar. Quando a frequência do tremor é de 1,80 Hz, o carro exibe uma amplitude máxima de vibração. O terremoto termina, as quatro pessoas deixam o carro o mais rápido possível, e a suspensão continua intacta. Quanto o carro vai subir quando as pessoas saírem do carro?

13 Para testar um pára-choques durante colisões de baixa velocidade, colide-se um automóvel de 1000 kg com uma parede de tijolos. O pára-choques se comporta como uma mola com constante elástica de $5,00 \times 10^6 \text{ N m}^{-1}$ e comprime 3,16 cm até o carro parar. Qual era a velocidade do carro antes do impacto, supondo que a energia mecânica é conservada durante o impacto?

14 Uma partícula está em movimento harmônico simples com amplitude de 3,00 cm. Em que posição sua velocidade é igual à metade da sua velocidade máxima?

15 Um oscilador harmônico simples de amplitude A tem energia total E . Determine (a) a energia cinética e (b) a energia potencial quando a posição é um terço da amplitude. (c) Para que valores da posição a energia cinética é igual à metade da energia potencial? (d) Existem valores da posição em que a energia cinética é maior do que a energia potencial máxima? Explique.

16 Você está dirigindo e percebe que uma pedrinha ficou alojada bem na borda de um dos pneus do carro à sua frente, que se move a $3,00 \text{ m s}^{-1}$. (a) Explique por que a pedra, do seu ponto de vista, executa um movimento harmônico simples. (b) Se os raios dos pneus do carro são de 0,300 m, qual é o período de oscilação da pedra?

17 Uma haste rígida muito leve de comprimento 0,500 m sustenta uma vareta de 1,00 m. O sistema é suspenso por um pivô na extremidade superior da haste. Puxa-se a vareta por um ângulo pequeno e solta-se. Determine o período de oscilação do sistema.

18 Mostre que a taxa variação da energia mecânica para um oscilador amortecido é dada por $dE/dt = -bv^2$ e, portanto, é sempre negativa.

19 (a) Qual o comprimento do pêndulo simples cujo período é 1,0 s na Terra? (b) A aceleração de queda livre em Marte é de $3,7 \text{ m s}^{-2}$. Qual seria o

comprimento de um pêndulo com período de 1,0 s em Marte? (c) Um objeto é suspenso de uma mola de constante elástica 10 N m^{-1} . Encontre a massa que deve ser suspensa nessa mola que resultaria em um período de 1,0 s na Terra e em Marte.

20 (a) Quando um motociclista de 100 kg está em cima da moto, ela abaixa 2,00 cm. Calcule a constante elástica da mola de suspensão. (b) Se a moto tem 400 kg, qual é a frequência natural de oscilação do sistema? (c) Ciclistas e motociclistas aprendem a tomar cuidado com superfícies corrugadas na estradas (do tipo *washboarding*). Considere a moto e o motociclista anteriores andando a $20,0 \text{ m s}^{-1}$. Calcule a distância entre as saliências na estrada para que a amplitude da oscilação forçada seja máxima.

21 Considere um sistema massa-mola com atrito. A massa é 375 g, a constante de mola é 100 N/m , e $b = 0,100 \text{ N s m}^{-1}$. (a) Em que intervalo de tempo a amplitude cai para metade do seu valor inicial? (b) Em que intervalo de tempo a energia mecânica cai para metade do seu valor inicial?

22 Por que a seguinte situação é impossível? Seu trabalho envolve a construção de osciladores amortecidos muito pequenos. Um de seus projetos é desenvolver um oscilador massa-mola com uma mola de constante elástica $10,0 \text{ N/m}$ e um objeto de massa 1,00 g. O objetivo do projeto é que o oscilador passe por muitas oscilações até que a sua amplitude caia a 25,0% de seu valor inicial em um determinado intervalo de tempo. Medições em seu último projeto mostram que a amplitude cai a 25,0% em 23,1 ms. Esse intervalo de tempo é longo demais. Para reduzir o tempo, você dobra a constante de amortecimento b . Isso permite que você atinja o objetivo do seu projeto.

1.2 Ondas

23 A função de onda de uma onda em uma corda esticada é, em unidades SI, $y(x, t) = 0,350 \sin(10\pi t - 3\pi x + \pi/4)$. (a) Quais são a velocidade e o sentido de propagação da onda? (b) Qual é a posição vertical de um elemento da corda em $t = 0$, $x = 0,100 \text{ m}$? Quais são (c) o comprimento de onda e (d) a frequência da onda? (e) Qual é a velocidade transversal máxima de um elemento da corda?

24 Ultrassom é usado na medicina tanto para diagnóstico de imagens como para a terapia. Para o diagnóstico, pulsos curtos de ultrassom são enviados através do corpo do paciente. Um eco refletido

pela estrutura de interesse é registrado e a distância à estrutura pode ser determinada a partir do atraso do retorno do eco. Para revelar detalhes, o comprimento de onda do ultrassom deve ser pequeno em comparação com o tamanho do objeto que reflete a onda. A velocidade do ultrassom no tecido humano é de cerca de 1500 m s^{-1} (quase igual à velocidade do som na água). Em exames por imageamento, utilizam-se frequências na faixa de 1,00 MHz a 20,0 MHz. Qual é a faixa de comprimentos de onda correspondentes a este intervalo de frequências?

25 Uma onda em uma corda é descrita pela função de onda $y = 0,100 \sin(0,50x - 20t)$, onde x e y estão em metros e t em segundos. (a) Mostre que um elemento da corda em $x = 2,00 \text{ m}$ executa o movimento harmônico. (b) Determine a frequência de oscilação deste elemento particular.

26 O limite elástico de um fio de aço é $2,70 \times 10^8 \text{ Pa}$ (também chamada de tensão de tração, $\sigma = T/A$). Qual é a velocidade máxima com que uma onda transversal pode se propagar ao longo deste fio sem exceder o limite elástico? A densidade do aço é de $7,86 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$.

27 Uma onda sinusoidal em uma corda é descrita pela função de onda $y = 0,15 \sin(0,80x - 50t)$, onde x e y estão em metros e t é em segundos. A densidade linear da corda é $12,0 \text{ g m}^{-1}$. Determine a potência transmitida pela onda.

28 Um bloco de massa $0,450 \text{ kg}$ está ligado à extremidade de um fio de massa $0,00320 \text{ kg}$. A outra extremidade do fio está ligada a um ponto fixo. O bloco gira com velocidade angular constante em um círculo em uma mesa horizontal sem atrito, como mostrado na Fig 3. Qual o deslocamento angular do bloco durante o intervalo de tempo durante o qual uma onda transversal viaja ao longo da corda do centro do círculo até o bloco?

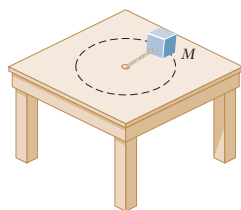


Figura 3: Ref. Ex. 28

29 Um bloco com um alto-falante aparafusado a ele está conectado a uma mola com constante elástica $20,0 \text{ N m}^{-1}$ e oscila como mostrado na Fig. 4.

A massa total do bloco e alto-falante é $5,00 \text{ kg}$, e a amplitude do movimento é $0,500 \text{ m}$. O alto-falante emite ondas sonoras de frequência 440 Hz . Determine as frequências mais altas e mais baixas ouvidas pela pessoa na frente do alto-falante.

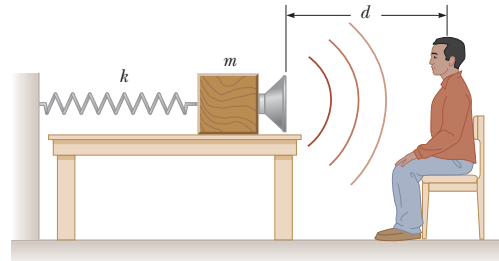


Figura 4: Ref. Ex. 29

30 Ondas esféricas de comprimento de onda $45,0 \text{ cm}$ propagam-se a partir de uma fonte pontual. (a) Qual é a razão entre a intensidade da onda a 240 cm e a 60 cm da fonte? (b) E a razão entre as amplitudes?

31 O navio da Fig. 5 viaja a uma distância $d = 600 \text{ m}$ da costa, ao longo de uma linha reta paralela a ela. O navio recebe sinais de rádio, emitidos em fase e com a mesma frequência, das antenas A e B, separadas por uma distância $L = 800 \text{ m}$. Os sinais interferem construtivamente no ponto C, que é equidistante de A e B. O sinal passa pelo primeiro mínimo no ponto D, que está diretamente em frente à antena B. Determine o comprimento de onda do sinal de rádio.

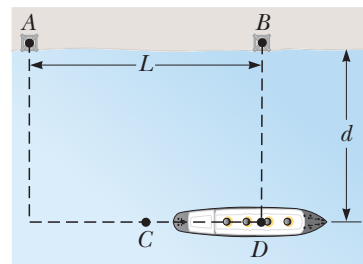


Figura 5: Ref. Ex. 31

32 Um fio de $30,0 \text{ cm}$ de comprimento e densidade linear $9,00 \times 10^{-3} \text{ kg/m}$ é esticado a uma tração de $20,0 \text{ N}$. Encontre a frequência fundamental e as três próximas frequências que podem causar ondas estacionárias na corda.

33 Som de alta frequência pode ser usado para produzir vibrações de ondas estacionárias em uma taça de vinho. Observa-se uma onda estacionária com quatro anti-nós igualmente espaçados ao redor dos

20,0 cm de circunferência da borda da taça. Se as ondas movem-se ao redor do vidro a 900 m s^{-1} , com que frequência uma cantora de ópera deveria cantar para quebrar a taça?

34 *Por que a seguinte situação é impossível?* Uma pessoa escuta os sons vindo de um tubo de 0,730 m de comprimento. O tubo pode estar aberto em ambas as extremidades ou apenas em uma. Ela ouve a ressonância do ar no tubo nas frequências 235 e 587 Hz.

35 Ao tentar ajustar a nota C em 523 Hz, um afinador de piano ouve 2,00 batimentos/s entre um oscilador de referência e a corda. (a) Quais são as frequências possíveis da corda? (b) Quando ele aperta a corda ligeiramente, ouve 3,00 batimentos/s. Qual é a frequência da corda agora? (c) Por qual porcentagem o afinador de piano deve mudar a tração na corda para deixá-la afinada?

2 Respostas

1 1,59 kN/m.

2 Explicação.

3 (a) 1,50 Hz. (b) 0,667 s. (c) 4,00 m. (d) π rad. (e) 2,83 m.

4 (a) $18,8 \text{ m s}^{-1}$. (b) $7,11 \text{ km/s}^2$.

5 (a) Demonstração. (b) 1,81 s. (c) Não.

6 (a) Demonstração. (b) $\pi\sqrt{\frac{R}{GM}}$, onde R e M são o raio e a massa da Terra, e G a constante gravitacional.

7 $1/4$.

8 O relógio atrasaria.

9 (c).

10 $0,919 \times 10^{14} \text{ Hz}$.

11 (a) $2Mg$. (b) $Mg\left(1 + \frac{y}{L}\right)$. (c) $\frac{4\pi}{3}\sqrt{\frac{2L}{g}}$. (d) 2,68 s.

12 $1,56 \times 10^{-2} \text{ m}$.

13 $2,23 \text{ m s}^{-1}$.

14 $\pm 2,60 \text{ cm}$.

15 (a) $(8/9)E$. (b) $(1/9)E$. (c) $\sqrt{2/3}A$. (d) Não.

16 (a) Explicação. (b) 0,628 s.

17 2,09 s.

18 Demonstração.

19 (a) 25 cm. (b) 9,4 cm. (c) 0,25 kg nos dois planetas.

20 (a) $4,90 \times 10^4 \text{ N m}^{-1}$. (b) 1,58 Hz. (c) 12,7 m.

21 (a) 5,20 s. (b) 2,60 s.

22 Dica: pense no amortecimento crítico de um oscilador.

23 (a) $3,33\hat{i} \text{ m s}^{-1}$. (b) $-5,48 \text{ cm}$. (c) 0,667 m. (d) 5,00 Hz. (e) $11,0 \text{ m s}^{-1}$.

24 $75,0 \mu\text{m}$ a $1,50 \text{ mm}$.

25 (a) Demonstração. (b) 3,18 Hz.

26 185 m s^{-1} .

27 21,1 W.

28 0,0843 rad.

29 439 a 441 Hz.

30 (a) $1/16$. (b) $1/4$.

31 800 m.

32 78,6, 157, 236 e 314 Hz.

33 9,00 kHz.

34 Explicação.

35 (a) 521 ou 525 Hz. (b) 526 Hz. (c) $-1,14 \%$.