

Lista de Exercícios - OSCILAÇÕES

**Perguntas:**

- O gráfico da figura 1 mostra a aceleração  $a(t)$  de uma partícula que executa um MHS. (a) Qual dos pontos indicados corresponde à partícula na posição  $-x_m$ ? (b) No ponto 4, a velocidade da partícula é positiva, negativa ou nula? (c) No ponto 5, a partícula está em  $-x_m$ , em  $x_m$ , em 0, entre  $-x_m$  e 0 ou entre 0 e  $+x_m$ ?

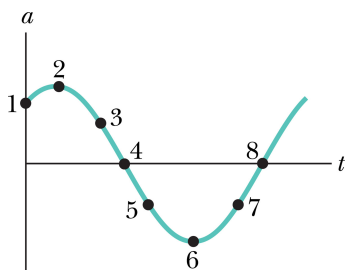


Figura 1: Pergunta 1

- Qual das seguintes relações entre a aceleração  $a$  e o deslocamento  $x$  de uma partícula corresponde a um MHS: (a)  $a = 0,5x$ , (b)  $a = 400x^2$ , (c)  $a = -20x$ , (d)  $a = -3x^2$ ?
- A velocidade  $v(t)$  de uma partícula que executa um MHS é mostrada no gráfico da Figura 2b. A partícula está momentaneamente em repouso, está se deslocando em direção a  $-x_m$  ou está se deslocando em direção a  $+x_m$ . (a) No ponto A do gráfico e (b) no ponto B? A partícula está em  $-x_m$ , em  $+x_m$ , em 0, entre  $-x_m$  e 0 ou entre 0 e  $+x_m$  quando sua velocidade é representada (c) pelo ponto A e (d) pelo ponto B? A velocidade da partícula está aumentando ou diminuindo (e) no ponto A e (f) no ponto B?

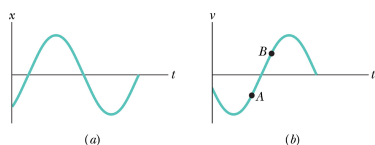


Figura 2: Pergunta 3

- A figura 3 mostra as curvas  $x(t)$  obtidas em três experimentos fazendo um certo sistema bloco-mola oscilar em um MHS. Ordene as curvas de acordo com (a) a frequência angular do sistema, (b) a energia potencial da mola no instante  $t = 0$ , (c) a energia cinética do bloco no instante  $t = 0$ , (d) a velocidade do bloco no instante  $t = 0$  e (e) a energia cinética máxima do bloco, em ordem decrescente.

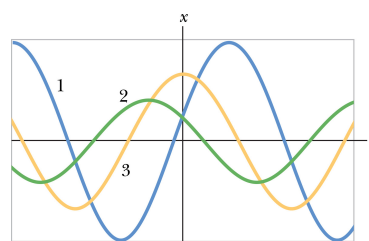


Figura 3: Pergunta 4

- A figura 4 mostra, para três situações, os deslocamentos  $x(t)$  de um par de osciladores harmônicos simples (A e B) que são iguais em tudo exceto na fase. Para cada par, qual o deslocamento de fase (em radianos e graus) necessário para deslocar a curva A e fazê-la coincidir com a curva B? Das várias respostas possíveis, escolha o deslocamento com menor valor absoluto.

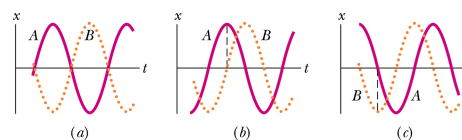


Figura 4: Pergunta 5

- Você deve completar a figura 5a para que seja o gráfico da velocidade  $v$  em função do tempo  $t$  do oscilador bloco-mola que é mostrado na figura 5b para  $t = 0$ . (a) Na figura 5a, em qual dos pontos indicados por letras ou em que região entre os pontos o eixo  $v$  (vertical) deve interceptar o eixo  $t$ ? (Por exemplo, ele deve

interceptar o eixo  $t$  no ponto A, ou, talvez, na região entre os pontos A e B?)  
 (b) Se a velocidade do bloco é dada por  $v = -v_m \sin(\omega t + \phi)$ , qual é o valor de  $\phi$ ? Suponha que é positivo, e se não puder especificar um valor (como  $+\pi/2$  rad), forneça uma faixa de valores (como  $0 < \phi < \pi/2$ ).

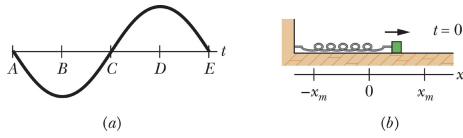


Figura 5: Pergunta 6

7. Você deve completar a figura 6a para que seja o gráfico da aceleração  $a$  em função do tempo  $t$  do oscilador bloco-mola que é mostrado na figura 6b para  $t = 0$ . (a) Na figura 6a, em qual dos pontos indicados por letras ou em que região entre os pontos o eixo  $a$  (vertical) deve interceptar o eixo  $t$ ? (Por exemplo, ele deve interceptar o eixo  $t$  no ponto A, ou, talvez, na região entre os pontos A e B?)  
 (b) Se a aceleração do bloco é dada por  $a = -a_m \cos(\omega t + \phi)$ , qual é o valor de  $\phi$ ? Suponha que é positivo, e se não puder especificar um valor (como  $+\pi/2$  rad), forneça uma faixa de valores (como  $0 < \phi < \pi/2$ )

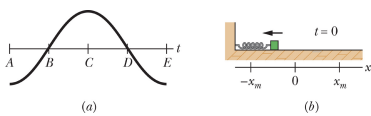


Figura 6: Pergunta 7

8. Na figura 7, um sistema bloco-mola é colocado em MHS em dois experimentos. No primeiro o bloco é puxado até sofrer um deslocamento  $d_1$ , em relação à posição de equilíbrio, e depois liberado. No segundo, é puxado até sofrer um deslocamentos maior  $d_2$ , e depois liberado. (a) A amplitude, (b) o período, (c) a frequência, (d) a energia cinética máxima e (e) a anergia potencial máxima do movimento no segundo experimento são maiores, menores ou iguais às do primeiro experimento?

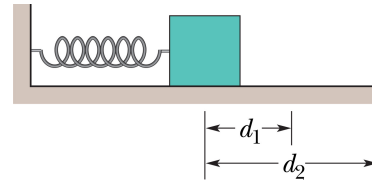


Figura 7: Pergunta 8

9. A figura 8 mostra os gráficos da energia cinética  $K$  em função da posição  $x$  para três osciladores harmônicos que têm a mesma massa. Ordene os gráficos de acordo (a) com a constante elástica e (b) o período do oscilador, em ordem decrescente.

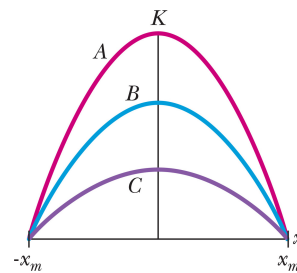


Figura 8: Pergunta 9

## Problemas

- Qual é a aceleração máxima de uma plataforma que oscila com uma amplitude de 2,2 cm e uma frequência de 6,6 Hz?
- Uma partícula com uma massa de  $1,0 \times 10^{-20}$  kg descreve um movimentos harmônico simples com um período de  $1,0 \times 10^{-5}$  s e uma velocidade máxima de  $1,0 \times 10^3$  m/s. Calcule (a) a frequência angular e (b) o deslocamento máximo da partícula.
- Em um barbeador elétrico a lâmina se move para frente e para trás, ao longo de uma distância de 2 mm, em um movimento harmônico simples com uma frequência de 120 Hz. Determine (a) a amplitude, (b) a velocidade máxima da lâmina e (c) o módulo da aceleração máxima da lâmina.
- Do ponto de vista das oscilações verticais, um automóvel pode ser considerado como estando apoiado em quatro molas iguais. As molas de um certo carro

são ajustadas de tal forma que as oscilações têm uma frequência de 3 Hz. (a) Qual é a constante elástica de cada mola se a massa do carro é 1450 kg e está igualmente distribuída pelas molas? (b) Qual será a frequência de oscilações se cinco passageiros pesando, em média, 73 kg entrarem no carro e a distribuição de massa continuar uniforme?

5. Um sistema oscilatório bloco-mola oscilante leva 0,75 s para começar a repetir seu movimento. Determine (a) o período, (b) a frequência em hertz e (c) a frequência angular em radianos por segundo.
6. Um alto-falante produz um som musical através das oscilações de um diafragma cuja amplitude é limitada a  $1 \mu\text{m}$ . (a) Para que frequência o módulo  $a$  da aceleração do diafragma é igual a  $g$ ? (b) Para frequências maiores,  $a$  é maior ou menor que  $g$ ?
7. Na figura 9 duas molas iguais, de constante elástica  $7580 \text{ N/m}$ , estão ligadas a um bloco de massa  $0,245 \text{ kg}$ . Qual é a frequência de oscilação no piso sem atrito?

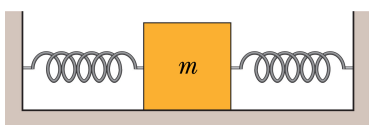


Figura 9: Problemas 7 e 10

8. Um oscilador é formado por um bloco preso a uma mola ( $k = 400 \text{ N/m}$ ). Em um certo instante  $t$  a posição (medida a partir da posição de equilíbrio do sistema), a velocidade e a aceleração são  $x = 0,1 \text{ m}$ ,  $v = -13,6 \text{ m/s}$  e  $a = -123 \text{ m/s}^2$ . Calcule (a) a frequência de oscilação, (b) a massa do bloco e (c) a amplitude do movimento.
9. Em um certo ancoradouro as marés fazem com que a superfície do oceano suba e desça uma distância  $d$  (do nível mais alto ao nível mais baixo) em um movimento harmônico simples com um período de 12,5 h. Quanto tempo é necessário para

que a água desça uma distância de  $0,25d$  a partir do nível mais alto?

10. Na figura 9 duas molas estão presas a um bloco que pode oscilar em um piso sem atrito. Se a mola da esquerda é removida o bloco oscila com um frequência de 30 Hz. Se a mola removida é a da direita, o bloco oscila com uma frequência de 45 Hz. Com que frequência o bloco oscila se as duas molas estão presentes?
11. Determine a energia mecânica de um sistema bloco-mola com uma constante elástica de  $1,3 \text{ N/cm}$  e uma amplitude de oscilação de  $2,4 \text{ cm}$ .
12. Um sistema oscilatório bloco-mola possui uma energia mecânica de  $1,0 \text{ J}$ , uma amplitude de  $10 \text{ cm}$  e uma velocidade máxima de  $1,2 \text{ m/s}$ . Determine (a) a constante elástica, (b) a massa do bloco e (c) a frequência de oscilação.
13. A figura 10 mostra o poço de energia potencial unidimensional no qual se encontra uma partícula de  $2 \text{ kg}$  (a função  $U(x)$  é da forma  $bx^2$  e a escala do eixo vertical é definida por  $U_s = 2,0 \text{ J}$ ). (a) Se a partícula passa pela posição de equilíbrio com uma velocidade de  $85 \text{ cm/s}$ , ela retorna antes de chegar ao ponto  $x = 15 \text{ cm}$ ? (b) Caso a resposta seja afirmativa, calcule a posição do ponto de retorno; caso a resposta seja negativa, calcule a velocidade da partícula no ponto  $x = 15 \text{ cm}$ .

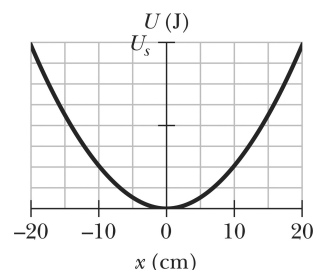


Figura 10: Problema 13

14. A figura 11 mostra a energia cinética  $K$  de um oscilador harmônico simples em função de sua posição  $x$ . A escala vertical é definida por  $K_s = 4,0 \text{ J}$ . Qual é a constante elástica?

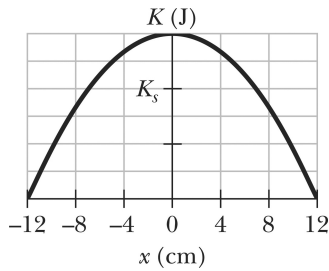


Figura 11: Problema 14

15. Um bloco de massa  $M = 5,4 \text{ kg}$ , em repouso sobre uma mesa horizontal sem atrito, está ligado a um suporte rígido através de uma mola de constante elástica  $k = 6000 \text{ N/m}$ . Uma bala de massa  $m = 9,5 \text{ g}$  e velocidade  $\vec{v}$  de módulo  $630 \text{ m/s}$  atinge o bloco e fica alojada nele (fig 12). Supondo que a compressão da mola é desprezível até a bala se alojar no bloco, determine (a) a velocidade do bloco imediatamente após a colisão e (b) a amplitude do movimento harmônico simples resultante.

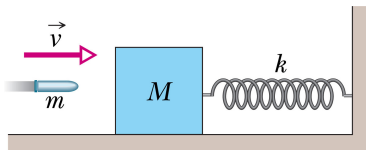


Figura 12: Problema 15

16. Suponha que um pêndulo simples consiste em um pequeno peso de  $60,0 \text{ g}$  na extremidade de uma corda de massa desprezível. Se o ângulo  $\theta$  entre a corda e a vertical é dado por  $\theta = (0,0800 \text{ rad/s}) \cos[(4,43 \text{ rad/s})t + \phi]$ , quais são (a) o comprimento do pêndulo e (b) sua energia cinética máxima?
17. Um pêndulo físico consiste em uma régua de um metro cujo pivô passa por um pequeno furo feito na régua a uma distância  $d$  da marca de  $50 \text{ cm}$ . O período de oscilação é  $2,5 \text{ s}$ . Encontre  $d$ .
18. Na Figura 13, o bloco possui massa de  $1,50 \text{ kg}$  e a constante elástica é  $8,00 \text{ N/m}$ . A força de amortecimento é dada por  $-b(dx/dt)$ , onde  $b = 230 \text{ g/s}$ . O bloco é puxado  $12,0 \text{ cm}$  para baixo e liberado. (a) Calcule o tempo necessário para a amplitude das oscilações decaírem a um

terço do seu valor inicial. (b) Quantas oscilações são efetuadas pelo bloco neste tempo?

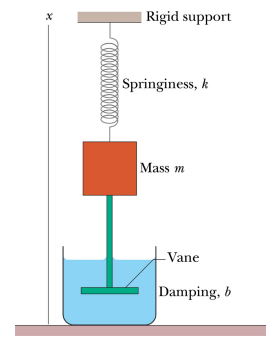


Figura 13: Problema 18.

19. Pendurados em uma trave horizontal encontram-se nove pêndulos com os seguintes comprimentos: (a)  $0,10$ , (b)  $0,30$ , (c)  $0,40$ , (d)  $0,80$ , (e)  $1,2$ , (f)  $2,8$ , (g)  $3,5$ , (h)  $5,0$  e (i)  $6,2 \text{ m}$ . Suponha que a trave efetua oscilações horizontais com frequências angulares no intervalo de  $2,00 \text{ rad/s}$  a  $4,00 \text{ rad/s}$ . Quais dos pêndulos serão (fortemente) postos em movimento?
20. Na Figura 14, o pêndulo consiste em um disco uniforme com raio  $r = 10,0 \text{ cm}$  e massa de  $500 \text{ g}$  preso a uma haste uniforme com comprimento  $L = 500 \text{ mm}$  e massa de  $270 \text{ g}$ . (a) Calcule o momento de inércia em torno do ponto de pivô. (b) Qual é a distância entre o ponto de pivô e o centro de massa do pêndulo? (c) Calcule o período de oscilação.

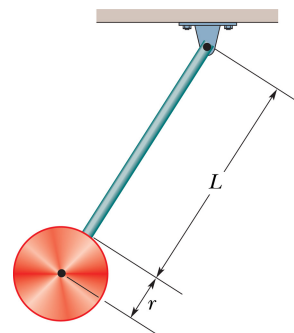


Figura 14: Problema 20.

21. Na Figura 15, uma haste de comprimento  $L = 1,85 \text{ m}$  oscila como um pêndulo físico. (a) Que valor da distância  $x$  entre o centro de massa da haste e o seu ponto

de pivô  $O$  fornece o menor período? (b) Qual é este período mínimo?

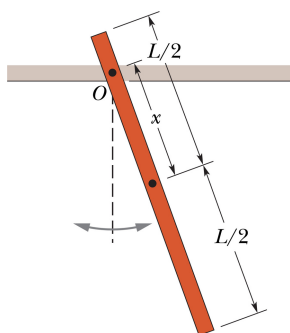


Figura 15: Problema 21.

### Respostas:

### Perguntas:

- (a) 2; (b) positivo; (c) entre 0 e  $+x_m$ .
- c.
- (a) em direção a  $-x_m$ ; (b) em direção a  $+x_m$ ; (c) entre  $-x_m$  e 0; (d) entre  $-x_m$  e 0; (e) diminuindo; (f) aumentando.
- (a) todos iguais; (b) 3, então 1 e 2 juntos; (c) 1, 2, 3 (zero); (d) 1, 2, 3 (zero); (e) 1, 3, 2.
- (a)  $-\pi$ ,  $-180^\circ$ ; (b)  $-\pi/2$ ,  $-90^\circ$ ; (c)  $+\pi/2$ ,  $+90^\circ$ .
- (a) entre D e E; (b) entre  $3\pi/2$  rad e  $2\pi$  rad.
- (a) entre B e C; (b) entre  $\pi/2$  rad e  $\pi$  rad.
- (a) maior; (b) igual; (c) igual; (d) maior; (e) maior

9. (a) A, B, C; (b) C, B, A

### Problemas:

- 37,8 m/s.
- a)  $6,28 \times 10^5$  rad/s; (b) 1,59 mm.
- (a) 1,0 mm; (b) 0,75 m/s; (c)  $5,7 \times 10^2$  m/s<sup>2</sup>.
- (a)  $1,29 \times 10^5$  N/m; (b) 2,68 Hz.
- (a) 0,75 s; (b) 1,3 Hz; (c) 8,4 rad/s.
- (a) 498 Hz; (b) maior.
- 39,6 Hz.
- (a) 5,58 Hz; (b) 0,325 kg; (c) 0,400 m.
- 2,08 h.
- 54 Hz.
- 37 mJ.
- (a) 200 N/m; (b) 1,39 kg; (c) 1,91 Hz.
- (a) sim; (b) 12 cm.
- $8,3 \times 10^2$  N/m.
- (a) 1,1 m/s; (b) 3,3 cm.
- (a) 0,499 m; (b)  $9,40 \times 10^{-4}$  J.
- 5,6 cm.
- (a) 14,3 s; 5,27.
- (d) e (e).
- (a) 0,205 kg·m<sup>2</sup>; (b) 47,7 cm; (c) 1,50 s.
- (a) 0,53 m; (b) 2,1 s.