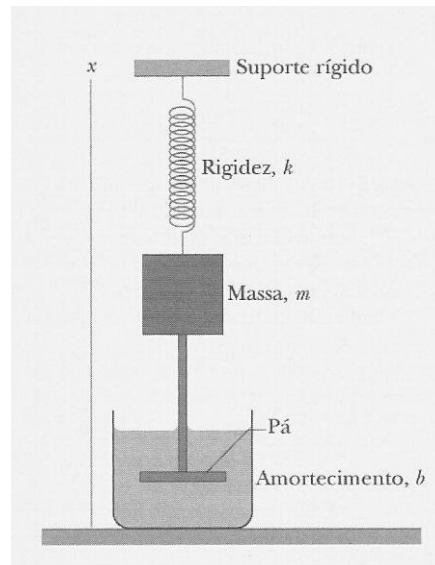


FISICA II – ZAB0172 - 1º Semestre 2020

MOVIMENTO HARMÔNICO SIMPLES – MHS e ONDAS

1. Um sistema mola-bloco é submetido a um MHS com amplitude A . A energia total é alterada se a massa do bloco for duplicada, mas a amplitude ficar inalterada? A energia cinética e potencial depende da massa? Explique.
2. As oscilações amortecidas ocorrem para quaisquer valores de b e k ? Explique.
3. A posição de uma partícula é dada por $x = (4,00m) \cos(3,00 \pi t + \pi)$, onde x está em metros e t está em segundos. Determine (a) a frequência e o período do movimento, (b) a amplitude do movimento, (c) a constante de fase e (d) a posição da partícula em $t = 0,250$ s.
4. Uma partícula realiza um MHS com uma frequência de 3,00 Hz e uma amplitude de 5,00 cm. (a) Qual é a distância total que a partícula percorre durante um ciclo de seu movimento? (b) Qual a sua velocidade máxima? Onde ela ocorre? (c) Encontre a aceleração máxima da partícula. Em que ponto do movimento ocorre a aceleração máxima?
5. Uma partícula que se move ao longo do eixo de x em MHS parte de sua posição do equilíbrio, a origem, em $t = 0$ e move-se para a direita. A amplitude de seu movimento é 2,00 cm e a frequência é 1,50 Hz. (a) Demonstre que a posição da partícula é dada por $x = (2,00 \text{ cm}) \sin(3,00\pi t)$. Determine (b) a velocidade máxima e o primeiro instante ($t > 0$) no qual a partícula tem esta velocidade, (c) a aceleração máxima e o primeiro instante ($t > 0$) em que a partícula tem esta aceleração e (d) a distância total percorrida entre $t = 0$ e $t = 1,00$ s.
6. Um bloco de $m = 1,0$ kg está sobre outro de $M = 10$ kg. O bloco maior está sobre uma superfície horizontal sem atrito e ligado a uma parede por uma mola ($k = 200$ N/m). O coeficiente de atrito estático entre os dois blocos é 0,40. Que amplitude do movimento harmônico simples do sistema blocos-mola faz com que o bloco menor fique na iminência de deslizar sobre o bloco maior?
7. O amortecimento é desprezível para um corpo de 0,150 kg pendurado em uma mola leve de 6,30 N/m. O sistema é impulsionado por uma força oscilante com uma amplitude de 1,70 N. Em que frequência a força fará a massa vibrar com uma amplitude de 0,440 m?
8. Demonstre que a taxa temporal de variação da energia mecânica para um oscilador amortecido não forçado é dada por $dE/dt = -bv^2$ e, portanto, é sempre negativa. (Dica: diferencie a expressão para a energia mecânica de um oscilador $E = \frac{1}{2} mv^2 + \frac{1}{2} kx^2$ e utilize a equação que representa o movimento oscilatório amortecido).
9. Um automóvel pode ser considerado montado sobre quatro molas idênticas quando estamos interessados nas oscilações verticais. As molas de certo carro estão ajustadas para que as oscilações tenham uma frequência de 3,00 Hz. (a) Qual a constante de mola de cada mola se a massa do carro for igual a 1.450 kg e a massa estiver igualmente distribuída sobre as molas? (b) Qual será a frequência de oscilação se cinco passageiros, cada um com uma massa média de 73,0 kg, andarem no carro? (Considere distribuição de massa de forma homogênea).

10. Uma partícula de 3,0 kg está em MHS em uma dimensão e se move de acordo com a equação $x = (5,0 \text{ m}) \cos [t * \pi/3 \text{ (rad/s)} - \pi/4 \text{ (rad)}]$ com t em segundos. (a) Em que valor de x a energia potencial da partícula é igual à metade da energia total? (b) Quanto tempo a partícula leva para se mover até esta posição x a partir da posição de equilíbrio?
11. Na figura, o bloco possui massa de 1,50 kg e a constante elástica é 8,00 N/m. A força de amortecimento é dada por $-b(dx/dt)$ onde $b = 230 \text{ g/s}$. O bloco é puxado 12,0 cm para baixo e liberado. (a) Calcule o tempo necessário para a amplitude das oscilações resultantes decaírem a um terço do seu valor inicial. (b) Quantas oscilações são efetuadas pelo bloco neste tempo?

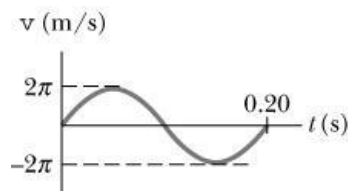


12. Um corpo de 1,00 kg unido a uma mola com uma constante de força 25,0 N/m oscila em um trilho horizontal sem atrito. Em $t = 0$ o corpo é liberado do repouso em $x = -3,00 \text{ cm}$ (isto é, a mola é comprimida por 3,00 cm). Encontre (a) o período de seu movimento, (b) os valores máximos de sua velocidade e aceleração, e (c) o deslocamento, a velocidade e a aceleração como funções do tempo.
13. Um automóvel que tem uma massa de 1000 kg é dirigido contra uma parede de tijolo em um teste de segurança. O amortecedor comporta-se como uma mola com constante de $5,00 \cdot 10^6 \text{ N/m}$ e se comprime 3,16 cm enquanto o carro atinge o repouso. Qual era a velocidade do carro antes do impacto, supondo que a energia mecânica do carro se mantém constante durante o impacto contra a parede.
14. Um bloco de 50,0 g conectado a uma mola com uma constante de força de 35,0 N/m oscila sobre uma superfície horizontal sem atrito com uma amplitude de 4,00 cm. Encontre (a) a energia total do sistema e (b) a velocidade do bloco quando o deslocamento é de 1,00 cm. Encontre (c) a energia cinética e (d) a energia potencial quando o deslocamento é de 3,00 cm.
15. A posição angular de um pêndulo simples é representada pela equação $\theta = (0,320 \text{ rad}) \cos \omega t$, onde θ está em radianos e $\omega = 4,43 \text{ rad/s}$. Determine o período e o comprimento do pêndulo.
16. Um sistema oscilatório bloco-mola oscilante leva 0,75s para começar a repetir seu movimento.

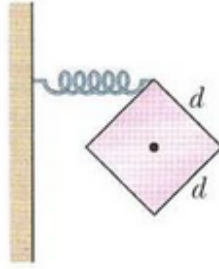
Determine:

- O período;
- A frequência em hertz;
- A frequência angular em radianos por segundos.

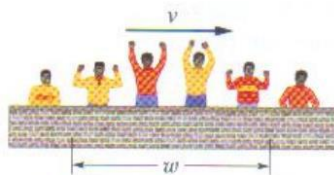
17. A função $x = (6,0\text{m}) \cos[(3\pi \text{ rad/s})t + \pi/3 \text{ rad}]$ descreve o movimento harmônico simples de um corpo. Em $t = 2,0\text{s}$, quais são (a) o deslocamento; (b) a velocidade; (c) a aceleração e (d) a fase do movimento? Quais são também (e) a frequência e (f) o período do movimento.
18. Em certo ancoradouro, as marés fazem com que a superfície do oceano se eleve e se abaixe de uma distância d (do nível mais alto ao nível mais baixo) em movimento harmônico simples, com um período de 12,5 h. Quanto tempo leva para a água baixar uma distância $0,250d$ a partir do seu nível mais alto?
19. Um oscilador harmônico simples é formado por um bloco de massa 2,0 kg preso a uma mola de constante elástica 100N/m. Em $t = 1,0 \text{ s}$ a posição e a velocidade do bloco são $x = 0,129 \text{ m}$ e $v = 3,415 \text{ m/s}$. (a) Qual é a amplitude das oscilações? Quais eram (b) a posição e (c) a velocidade do bloco em $t = 0 \text{ s}$?
20. Uma partícula de 10 g executa MHS com uma amplitude de 2,0 mm, uma aceleração de módulo $8,0 \cdot 10^3 \text{ m/s}^2$ e uma constante de fase desconhecida θ . Quais são (a) o período do movimento, (b) a velocidade máxima da partícula e (c) a energia mecânica total do oscilador? Qual é a intensidade da força sobre a partícula quando ela está (d) em seu deslocamento máximo e (e) na metade do seu deslocamento máximo?
21. A amplitude de um oscilador fracamente amortecido diminui de 3,0% durante cada ciclo. Que porcentagem da energia mecânica do oscilador é perdida em cada ciclo?
22. Um oscilador harmônico simples consiste e um bloco ligado a uma mola $k = 200 \text{ N/m}$. O bloco desliza sobre uma superfície sem atrito, com o ponto de equilíbrio em $x = 0$ e amplitude de 0,20 m. Um gráfico da velocidade do bloco em função do tempo é mostrado na figura. Quais são (a) o período do MHS?, (b) a massa do bloco, (c) seu deslocamento em $t = 0 \text{ s}$, (d) sua aceleração em $t = 0,10 \text{ s}$ e (e) sua energia cinética máxima?



23. Um bloco de 55 g oscila em MHS na extremidade de uma mola com $k = 1500 \text{ N/m}$ de acordo com a equação $x = x_m \cos(\omega t + \phi)$. Quanto tempo o bloco leva para se mover da posição $+0,800 x_m$ para a posição (a) $+0,600 x_m$ e (b) $-0,800 x_m$?
24. O cubo de 3,00 kg na figura possui lados de comprimento $d = 6,00 \text{ cm}$ e está montado sobre um eixo que passa através de seu centro. Uma mola de $k = 1200 \text{ N/m}$ conecta o canto superior do cubo a uma parede rígida. Inicialmente, a mola está em seu comprimento de repouso. Se o cubo for girado de 3° e liberado, qual será o período do MHS resultante?



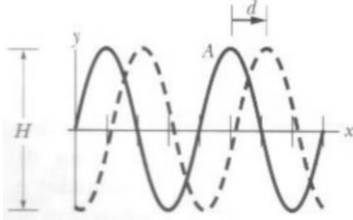
25. A ponta de um diapasão executa um MHS com uma frequência de 1000 HZ e uma amplitude de 0,40 mm. Para esta ponta, qual é o módulo (a) da aceleração máxima, (b) da velocidade máxima, (c) da aceleração quando o deslocamento é 0,20 mm e (d) da velocidade quando o deslocamento é 0,20 mm?
26. Um objeto de 5 kg que repousa em uma superfície horizontal sem atrito está preso a uma mola com $k = 1000 \text{ N/m}$. O objeto é deslocado horizontalmente 50,0 cm a partir da posição de equilíbrio e recebe uma velocidade inicial de 10,0 m/s na mesma direção. Quais são (a) a frequência do movimento; (b) a energia potencial inicial do sistema bloco-mola; (c) a energia cinética inicial e (d) a amplitude do movimento?
27. Suponha que um pêndulo simples é formado por um pequeno peso de 60 g pendurado na extremidade de uma corda de massa desprezível, se o ângulo θ entre a corda e a vertical é $\theta = (0,080 \text{ rad})\cos\left[4,43 \frac{\text{rad}}{\text{s}}t + \phi\right]$, quais são (a) o comprimento da corda e (b) a energia cinética do peso?
28. Uma onda senoidal se propaga em uma corda. O tempo necessário para que um certo ponto da corda se mova do deslocamento máximo até zero é 0,170 s. Quais são (a) o período e (b) a frequência da onda? (c) O comprimento de onda é 1,40 m; qual é a velocidade da onda?
29. Se $y(x,t) = (6,0 \text{ mm}) \sin(kx + (600 \text{ rad/s})t + \phi)$ descreve uma onda que se propaga em uma corda, quanto tempo um ponto da corda leva para se mover entre os deslocamentos $y = + 2,0 \text{ mm}$ e $y = - 2,0 \text{ mm}$?
30. Uma *ola* é uma onda, criada pela torcida, que se propaga em estádios durante eventos esportivos, como na figura abaixo. Quando a onda chega a um grupo de espectadores eles ficam de pé com os braços levantados e depois tornam a se sentar. Em qualquer instante a largura w da onda é a distância entre a borda dianteira (as pessoas que estão começando a se levantar) e a borda traseira (as pessoas que estão começando a se sentar). Suponha que uma *ola* percorre uma distância de 853 assentos de um estádio em 39 s e que os espectadores levam, em média, 1,8 s para responder à passagem da onda levantando-se e voltando a se sentar. Determine (a) a velocidade v da onda (em assentos por segundo) e (b) a largura w da onda (em números de assentos).



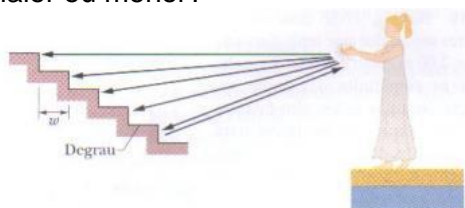
31. Uma onda senoidal de 500 Hz se propaga em uma corda a 350 m/s. (a) Qual é a distância entre dois pontos da corda cuja diferença de fase é $\pi/3 \text{ rad}$? (b) Qual é a diferença de fase entre dois deslocamentos de um ponto da corda que acontecem com um intervalo de 1,00 ms?
32. A equação de uma onda transversal que se propaga em uma corda muito longa é $y = 6,0 \sin(0,020\pi x + 4,0\pi t)$, onde x e y estão em centímetros e t em segundos. Determine (a) a

amplitude, (b) o comprimento de onda, (c) a frequência, (d) a velocidade, (e) o sentido de propagação da onda e (f) a máxima velocidade transversal de uma partícula da corda. (g) Qual é o deslocamento transversal em $x = 3,5$ cm para $t = 0,26$ s?

33. Uma onda senoidal que se propaga em uma corda é mostrada duas vezes na figura abaixo, antes e depois que o pico A se desloca de 6,0 cm no sentido positivo de um eixo x em 4,0 ms. A distância entre as marcas do eixo horizontal é 10 cm; $H = 6,0$ mm. Se a equação da onda é da forma $y(x,t) = y_m \sin(kx \pm \omega t)$, determine (a) y_m , (b) k , (c) ω e (d) o sinal que precede ω .



34. Uma corda na qual ondas podem se propagar tem 2,70 m de comprimento e 260 g de massa. A tensão da corda é 36,0 N. Qual deve ser a frequência de ondas progressivas com uma amplitude de 7,70 mm para que a potência média seja 85,0 W?
35. Um homem bate com um martelo na ponta de uma barra delgada. A velocidade do som na barra é 15 vezes maior que a velocidade do som no ar. Uma mulher na outra extremidade, com o ouvido próximo da barra, escuta o som da pancada duas vezes, com um intervalo de 0,12 s; um som vem da barra e o outro vem do ar em torno da barra. Se a velocidade do som no ar é 343 m/s, qual é o comprimento da barra?
36. Os terremotos geram ondas sonoras no interior da Terra. Ao contrário de um gás, a Terra pode transmitir tanto ondas sonoras transversais (S) como ondas sonoras longitudinais (P). A velocidade das ondas S é da ordem de 4,5 km/s e a das ondas P é da ordem de 8,0 km/s. Um sismógrafo registra as ondas P e S de um terremoto. As primeiras ondas P chegam 3,0 min antes das primeiras ondas S. Se as ondas se propagam em linha reta, a que distância ocorreu o terremoto?
37. A pressão de uma onda sonora progressiva é dada pela equação $\Delta p = (1,5 \text{ Pa}) \sin \pi((0,900 \text{ m}^{-1})x - (315 \text{ s}^{-1})t)$. Determine (a) a amplitude, (b) a frequência, (c) o comprimento de onda e (d) a velocidade da onda.
38. Uma fonte pontual de 1,0 W emite ondas sonoras isotropicamente. Supondo que a energia da onda é conservada, determine a intensidade (a) a 1,0 m e (b) a 2,5 m da fonte.
39. O som de bater de palmas em um anfiteatro produz ondas que são espalhadas por degraus de largura $w = 0,75$ m, como na figura abaixo. O som retorna ao palco como uma série regular de pulsos, que soa como uma nota musical. (a) Supondo que todos os raios na figura são horizontais, determine a frequência com a qual os pulsos chegam ao palco, ou seja, a frequência da nota ouvida por alguém que se encontra no palco. (b) Se a largura w dos degraus fosse menor, a frequência seria maior ou menor?



40. Uma onda senoidal de frequência angular 1200 rad/s e amplitude 3,00 mm é produzida em uma corda de massa específica linear 2,00 g/m e 1200 N de tensão. (a) Qual é a taxa média com a qual a energia é transportada pela onda para a extremidade oposta da corda? (b) Se, ao mesmo

tempo, uma onda igual se propaga em uma corda vizinha, de mesmas características, qual é a taxa média total com a qual a energia é transportada pelas ondas à extremidade oposta das duas cordas? Se, em vez disso, as duas ondas são produzidas ao mesmo tempo na *mesma* corda, qual é a taxa média total com a qual transportam energia quando a diferença de fase entre elas é (c) 0, (d) $0,4\pi$ rad e (e) π rad?

Respostas:

- 1.
- 2.
3. (a) $f = 1,50$ Hz e $T = 0,67$ s (b) $A = 4,00$ m (c) $a = \pi$ rad (d) $x = 2,83$ m
4. (a) $x = 20,0$ cm (b) $v = 94,2$ cm/s (na posição de equilíbrio) (c) $a = 17,8$ m/s² (em A_{\max} retornando para a posição de equilíbrio)
5. (b) $v = 6,00 \pi$ cm/s e $t = 0,33$ s (c) $a = 18,0 \pi^2$ cm/s² e $t = 0,5$ s (d) 12,0 cm
6. $A = 22$ cm
7. $f = 1,31$ Hz
- 8.
9. (a) $k = 1,29 \cdot 10^5$ N/m (b) $f = 2,68$ Hz
10. (a) $x = 3,53$ m (b) $t =$
11. (a) $t = 14,3$ s (b) $t/T = 5$
- 12.
- 13.
- 14.
- 15.
16. a) 0,75s; b) 1,33Hz; c) 8,4rad/s
17. a) 3m; b) -49m/s; c) $-2,7 \cdot 10^2$ m/s²; d) 20rad; e) 1,5Hz; f) 0,67s;
18. 2,08h
19. a) 0,5m; b) $x_0 = xm \cos \phi = -0,251$ m; c) 3,06m/s
20. a) $3,1 \cdot 10^{-3}$ s; b) 4m/s; c) 0,08J; d) 80N; e) 40N
21. 6%
22. a) 0,2s; b) 0,2kg; c) $x_0 = -0,20$ m; d) $-2 \cdot 10^2$ m/s²; e) 4J
23. a) $t_2 - t_1 = 1,72 \cdot 10^{-3}$ s; b) $t_2 - t_1 = 11,2 \cdot 10^{-3}$ s
24. 0,18s
25. a) $1,6 \cdot 10^4$ m/s²; b) 2,5m/s; c) $7,9 \cdot 10^3$ m/s²; d) 2,2m/s
26. a) 2,25Hz; b) 125J; c) 250J; d) 0,866m
27. a) $L = 0,499$ m, b) $9,4 \cdot 10^{-4}$ J
28. (a) 0,680 s; (b) 1,47 Hz; (c) 2,06 m/s
29. 1,1 ms
30. (a) ~22 assentos/s; (b) ~39 assentos
31. (a) 11,7 cm; (b) π rad
32. (a) 6,0 cm; (b) 1,0 102 cm; (c) 2,0 Hz; (d) 2,0 102 cm/s; (e) neg.; (f) 75 cm/s; (g) -2,0 cm
33. (a) 3,0 mm; (b) 16 m⁻¹; (c) 2,4 102 s⁻¹; (d) negativo
34. 198 Hz
35. 44 m
36. $1,9 \cdot 10^3$ km
37. (a) 1,50 Pa; (b) 158 Hz; (c) 2,22 m; (d) 350 m/s
38. (a) 0,080 W/m²; (b) 0,013 W/m²
39. (a) $2,3 \cdot 10^2$ Hz; (b) maior
40. 0,67 m