



FÍSICA II

LISTA DE EXERCÍCIOS 4

1. Uma massa m suspensa por uma mola de constante k , tem um período T . Se uma massa M for adicionada, o período será $3T$. Ache M em termos de m .

2. Um corpo de $0,5\text{kg}$ realiza Movimento Harmônico Simples com uma frequência de 2Hz e uma amplitude de 8mm . Ache a velocidade máxima, a aceleração máxima e a máxima força de restauração a qual o corpo é submetido.

3. Um corpo descrevendo um Movimento Harmônico Simples tem uma aceleração máxima de $8\pi\text{ m/s}^2$ e velocidade máxima de $1,6\text{ m/s}$. Ache o período T e a amplitude máxima de oscilação A .

4. Em um certo motor, o pistão sofre um Movimento Harmônico Simples vertical, com amplitude de 7cm acima do ponto médio do pistão. Uma arruela repousa no topo do pistão. Sabendo-se que a velocidade cresce lentamente, (a) em que frequência a arruela perdera o contato com o pistão? (b) Se o pistão oscilar com uma frequência 2 vezes maior do que a frequência encontrada no item anterior, em que posição acima do ponto médio do pistão a arruela perderá o contato?

5. Um bloco de massa M_1 repousa sobre uma superfície horizontal sem atrito e está conectado a uma mola de constante k que está ancorada em uma parede próxima. Um bloco de massa $M_2 = \alpha M_1$ esta localizado no topo do primeiro bloco. O coeficiente de atrito estático entre os dois blocos é μ . (a) Assumindo que os dois corpos movem-se juntos, ache o período de oscilação do sistema. (b) Qual a máxima amplitude de oscilação (A) que permite que os dois corpos se movam juntos. (c) Encontre os resultados da parte (a) e (b) para $k=6,0\text{ N/m}$, $M_1=1,0\text{ kg}$, $\alpha=0,50$ e $\mu=0,40$.

6. Uma rocha está girando em um círculo horizontal de $0,8\text{m}$ de diâmetro, em 30rpm . Uma luz distante causa sombra da rocha na parede. Qual é a amplitude do movimento da sombra? Qual é a frequência? Qual é o período?

7. Um bloco de massa 2kg é preso a uma mola com constante $k=800\text{ N/m}$. O bloco é puxado 20cm da posição de equilíbrio e, então, liberado. (a) Qual é a amplitude, frequência angular e período do movimento? (b) Qual é a velocidade e a aceleração do bloco quando este



está a 12cm da posição de equilíbrio?

8. Um corpo de massa 36g move-se em MHS com amplitude $A=13\text{ cm}$ e período $T=12\text{ s}$. No tempo $t=0$, o deslocamento x é $+13\text{ cm}$ (a) Ache a velocidade quando $x=5\text{ cm}$. (b) Encontre a força atuante no corpo quando $t=2\text{ s}$.

9. Um corpo de 100g de massa é pendurado a uma longa mola em espiral. Quando puxado 10 cm abaixo de sua posição de equilíbrio e solto, vibra em um período de 2s. (a) Em que velocidade ele passa pela posição de equilíbrio? (b) Qual é a aceleração quando ele está a 5cm acima da posição de equilíbrio?

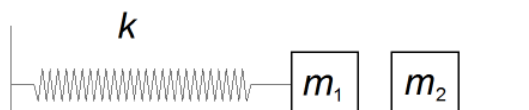
10. Quando o corpo do problema 9 está se movendo para cima, quanto tempo é necessário para ele mover-se de um ponto 5cm abaixo de sua posição de equilíbrio para um ponto 5cm acima?

11. Uma partícula atada a uma mola sofre MHS. A máxima aceleração da partícula é 18 m/s^2 e a velocidade máxima é 3 m/s . Encontre (a) a frequência do movimento da partícula, e (b) a amplitude.

12. Um certo movimento obedece a seguinte equação: $y = 1,60\text{sen}(1,30t - 0,75)\text{cm}$, para t em segundos, e o ângulo em rad . Em $t = 0$, qual é (a) o deslocamento, (b) a velocidade e (c) a aceleração. (d) Repita para $t = 0,60\text{ s}$.

13. Um Oscilador massa-mola tem energia total E_0 e uma amplitude x_0 . (a) Qual será o valor de da energia cinética e potencial quando $x = x_0/2$? (b) Para qual valor de x teremos $K = U$?

14. A massa da figura abaixo, desliza sobre uma mesa sem atrito. A massa m_1 está presa à mola, mas m_2 não possui nenhuma força de vínculo com m_1 . Se m_1 e m_2 são empurradas para a esquerda, a mola fica comprimida em uma distância d . Qual será a amplitude de oscilação de m_1 depois de o sistema ser liberado e as massas perderem contato? (Dica: A energia mecânica que permanece em m_1 será a energia potencial elástica inicial menos a energia cinética com a qual m_2 deixa o sistema ao perderem o contato.)

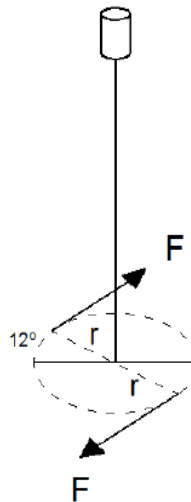


15. Um relógio de pêndulo mede um certo tempo na Terra. Se o mesmo relógio for colocado na Lua, onde os objetos tem peso igual a $1/6$ do peso quando na Terra, quantos

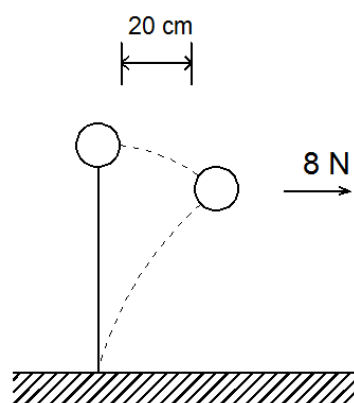


segundos o relógio vai marcar no tempo atual de 1,0 minuto?

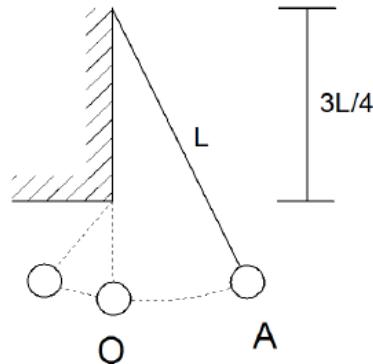
16. Como mostrado na Figura 2, ao lado, uma barra uniforme está suspensa na horizontal por um fio vertical ligado a seu centro. Quando um torque de $5\text{ N}\cdot\text{m}$ é aplicado à barra, como mostrado, ela move-se um ângulo de 12° . Se liberada, oscila como um pêndulo de torção com período $0,5\text{ s}$. Determine o seu momento de inércia.



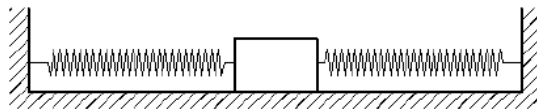
17. Como mostrado na Figura 3, uma barra de aço está preso pela extremidade inferior e uma bola de 2 kg está presa no seu topo. Uma força de 8 N é necessária para deslocar a bola 20 cm para o lado, como mostrado. Assuma que o sistema estava em MHS quando liberado. Encontre (a) a constante da mola e (b) o período o qual a bola vibrará para frente e para trás.



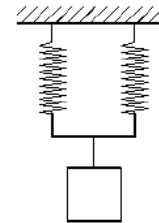
18. Um pêndulo tem um período T para pequenas oscilações. Um obstáculo é colocado diretamente abaixo da articulação, fazendo com que apenas $1/4$ da corda possa seguir o movimento de pêndulo quando se desloca para esquerda até sua posição de repouso. O pêndulo é liberado do repouso em um certo ponto. Em quanto tempo ele retornará para aquele ponto? Para responder essa questão, você pode assumir que o ângulo entre a corda em movimento e a vertical permanece pequeno durante todo movimento.



19. Duas molas idênticas tem $k=20 \text{ N/m}$. Uma massa de $0,3\text{kg}$ é conectada a elas, como mostrado na Figura 5a e 5b. Encontre o período do movimento para cada sistema. Ignore a força de atrito.



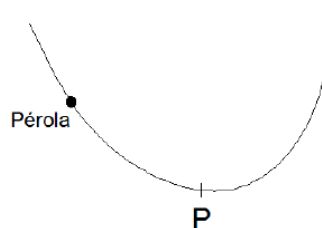
(a)



(b)

20. Uma pérola de massa m desliza em um fio sem atrito, como mostrado na figura abaixo. O formato do fio, próximo a P , pode ser aproximado a uma parábola, portanto, a energia potencial da pérola é dada por $U=cx^2$ na vizinhança de P , onde x é medido a partir de P e c é uma constante. A pérola oscilará pelo ponto P , se deslocada ligeiramente de P e liberada.

Relembrando que $f(x) = -\frac{\partial U}{\partial x}$, mostre que a pérola desliza em um MHS e seu período é $2\pi\sqrt{\frac{m}{2c}}$. Essa mesma linha de raciocínio leva ao fato de que qualquer sistema conservativo oscilará em MHS sobre uma curva de energia potencial mínima desde que a amplitude de oscilação seja pequena o suficiente.



21. O êmbolo de uma locomotiva tem um curso (o dobro da amplitude) de $0,76\text{m}$. Se o êmbolo executa um movimento harmônico simples com uma frequência de 180 ciclos/min , qual a velocidade máxima do êmbolo?

22. Um bloco de massa M , capaz de deslizar com atrito desprezível sobre um trilho de ar



horizontal, está preso a uma extremidade do trilho por uma mola de massa desprezível e constante elástica k , inicialmente relaxada. Uma bolinha de chiclete de massa m , lançada em direção ao bloco com velocidade horizontal v , atinge-o e fica grudada nele. Ache (a) a frequência do movimento adquirido pelo sistema bloco+chiclete e (b) a amplitude do movimento.

23. Quando um nadador caminha até a extremidade de um trampolim horizontal, ele desce 5cm sob a ação do seu peso, no equilíbrio. Desprezando a massa do trampolim, calcule a sua frequência angular de oscilação em torno do equilíbrio, com o nadador permanecendo na extremidade.

24. Uma partícula de 10,0 g está descrevendo um movimento harmônico simples com amplitude de $2,0 \times 10^{-3} \text{ m}$ e uma aceleração máxima de módulo igual a $8,0 \times 10^3 \text{ m/s}^2$. A constante de fase é $(-\pi/3 \text{ rad})$. (a) Escreva uma equação para a força que atua sobre a partícula em função do tempo. (b) Qual o período do movimento? (c) Qual a velocidade máxima da partícula? (d) Qual a energia mecânica total deste oscilador harmônico simples?

25. Um objeto sujeito a um movimento harmônico simples leva 0,25s para viajar de um ponto onde a velocidade é nula até o próximo ponto em que isto acontece. A distância entre esses pontos é 36,0cm. Calcule: (a) o período, (b) a frequência e (c) a amplitude do movimento. (d) Qual a equação da velocidade do movimento harmônico simples?

26. Qual o comprimento de um pêndulo simples que marca segundos completando uma oscilação completa da esquerda para direita e de volta para a esquerda em 2,0s? Se este pêndulo possuir um comprimento 10,0% maior, qual será o erro no período de oscilação (em relação aos 2,0s)?

27. Um pêndulo físico é formado por uma haste de um metro que está pivotada em um pequeno furo feito na régua a uma distância D do centro da haste. (a) Sabendo que o período de oscilação é de 2,5 s, calcule D . (b) Encontre o valor de D , para qual o período é mínimo. (Este exercício necessitará que você busque o momento de inércia de uma haste em que o eixo de rotação passa pelo centro de massa. Revise conceitos de teorema dos eixos paralelos e a matéria de máximos e mínimos).

28. Um pêndulo é formado por um disco uniforme de 10,0cm de raio e massa 500g preso a uma haste uniforme com comprimento de 50,0 cm e massa 270g, que está preso a um suporte pela outra extremidade. (a) Calcule a inércia rotacional do pêndulo em relação à extremidade que está fixa ao suporte. (b) Qual a distância entre o ponto de fixação e o centro de massa do conjunto? (c) Qual o período de oscilação? (Busque informações sobre o momento de inércia em relação ao eixo de rotação adequado de uma haste, de um disco e o teorema dos eixos paralelos)

29. Suponha que você está examinando as características de oscilação do sistema de suspensão de um automóvel de 2000,0 kg. A suspensão “cede” 10,0 cm quando o automóvel



inteiro é colocado sobre ela. Além disso, a amplitude de oscilação diminui em 50% durante uma oscilação completa. Estime o valor (a) da constante de mola e (b) da constante de amortecimento para o sistema mola-amortecedor de uma única roda, supondo que cada roda suporte $\frac{1}{4}$ da massa.

30. Um carro de 1000,0 kg transportando quatro pessoas de 82,0 kg viaja por uma estrada de terra acidentada semelhante a uma tábua de passar roupa, com ondulações distantes 4,0m entre si. O carro trepida com amplitude máxima quando sua velocidade é de 16,0 km/h. O carro para e as quatro pessoas descem. De quanto a carroceria do carro se eleva sobre a sua suspensão devido a esta redução de massa?

31. Um oscilador harmônico simples é formado por um bloco de massa igual a 2,0 kg preso a uma mola com constante elástica de 100,0 N/m. Quando $t = 1,0s$, a posição e a velocidade do bloco são $x = 0,129$ m e $v = 3,415$ m/s. (a) Qual a amplitude das oscilações? Quais eram (b) a posição e (c) velocidade do bloco em $t = 0,0s$?

32. Um cubo de lados medindo 10cm, feito de material menos denso que a água, flutua em equilíbrio de forças com 8,3 cm de sua altura submersa. Uma perturbação externa faz com que o cubo submerja excessivamente e por isso começa a oscilar para cima e para baixo em relação ao nível da água. Quantas oscilações o cubo irá realizar por segundo? (Despreze a viscosidade da água e utilize a densidade da água 998 kg/m^3).

33. Mostre que a função $[A \cos(wt+\phi)]$ pode ser escrita como $[A_1 \sin(wt)+A_2 \cos(wt)]$ e determina a relação entre A , ϕ , A_1 e A_2 . Encontre a relação de A_1 e A_2 com a posição e velocidade iniciais.

34. Uma partícula move-se em uma trajetória circular de raio 40 cm com velocidade constante de 80 cm/s. Encontre (a) A frequência do movimento, (b) o período do movimento, (c) Escreva a equação da componente x de seu movimento bidimensional em função do tempo assumindo que em $t=0$ o vetor posição partícula a partir do centro da circunferência fazia um ângulo de 30° com a direção horizontal.

35. Um objeto de 3 kg oscila em uma mola com amplitude de 8cm. Sua aceleração máxima é de $3,5 \text{ m/s}^2$. Qual sua energia mecânica total?

36. Um badalo é composto de duas massas pontuais de 0,5kg cada ligadas por uma haste de massa desprezível e comprimento 2m. (a) Mostre que o período deste badalo será mínimo quando este for pivotado em uma de suas massas. (b) Encontre o período deste pêndulo físico se a distância entre o ponto de suspensão e a massa de cima for igual a 0,5m.

37. Um pêndulo físico consistindo de uma esfera de raio r e massa m suspensa por uma corda. A distância do centro da esfera até o ponto de suspensão é L . Quando $r \ll L$ este pêndulo pode ser considerado um pêndulo ideal, por que? Mostre que o período deste pêndulo físico para pequenas oscilações é dado por

$$A = T_0 \sqrt{1 + \frac{2r^2}{5L^2}}$$



Onde T_0 é o período do pêndulo ideal dado por $2\pi(L/g)^{0,5}$.

38. Um oscilador possui um fator de qualidade $Q=20$. (a) Qual a fração em que a energia decresce em cada oscilação? (b) Qual a relação percentual entre ω' e ω_0 ? (Use a aproximação $(1+x)^{0,5} \approx 1+x/2$ para valores de x muito pequenos.)

39. Um oscilador amortecido possui uma frequência ω' que é 10% menor que sua frequência quando não era amortecido. (a) Por qual fator (ou quanto por cento) a amplitude do oscilador decresce a cada oscilação? (b) Por qual fator a sua energia é reduzida durante uma oscilação?

40) Um objeto de 2kg oscila em uma mola que possui uma rigidez de 400 N/m. A constante de amortecimento $b=2$ kb/s. o sistema é forçado por uma força externa senoidal cujo valor máximo é de 10N e frequência angular de $\omega=10$ rad/s. (a) Qual é a amplitude das oscilações? (b) Se a frequência da força externa variar, qual será a frequência com a qual o sistema entrará em ressonância máxima? (c) Qual será a amplitude de oscilações na ressonância máxima?

41) Quais são as diferenças qualitativas (conceituais) da dinâmica exibida pelos osciladores harmônicos sub-amortecidos, super-amortecidos e criticamente amortecidos?

RESPOSTAS

1) $M=8m$.

2) $V=0,101m/s$; $a=1,264m/s^2$; $F=0,632N$.

3) $T=0,4s$; $R=0,102m$

4) (a) $F=1,88Hz$, (b) $1,75$ cm

5) (a) $2\pi\sqrt{\frac{MI(1+\alpha)}{k}}$; (b) $\frac{(1+\alpha)Mgu}{k}$ (c) $T=3,14s$ e (d) $A=0,98m$

6) $F=0,5Hz$; $T=2s$.

7) (a) 20 rad/s; (b) $-4800cm/s^2$; $v=\pm 320cm/s$.

8) (a) $v=\pm 6,28cm/s$; (b) $F=-64dyb$ ($1dyn=1\times 10^{-5} N$)

9) (a) $10p$ cm/s; (b) $5p2cm/s^2$.

10) $t_1=0,333s$ e $t_2=0,666s$

11) (a) $0,95Hz$; (b) $x=0,5m$

12) (a) $y=-1,09cm$; (b) $v=1,52cm/s$; (c) $1,84cm/s$; (d) $0,048cm$, $v=2,08cm/s$ e $a=-0,081cm/s^2$.

13) (a) $U=E_0/4$; $K=3E_0/4$; (b) $x=x_0/(2)^{0,5}$.

14) $A=d\sqrt{\frac{m_1}{m_1+m_2}}$

15) $24,5s$.

16) $0,151Kg/m^2$.

17) (a) $40N/m$; $1,4s$.

18) $3/(T/4)$.

19) (a) $0,54s$; (b) $0,54s$

21) $7,2m/s$

22) (a) $\omega=\sqrt{\frac{k}{M+m}}$ (b) $\frac{mv}{\omega(m+M)}$



Ministério da Educação
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
Campus Pato Branco



- 23) 14 rad/s
24) (a) $F(t) = -80,0 \cos (2000t - \pi/3)$; (b) $3,14 \times 10^{-3} \text{ s}$; (c) 4,0 m/s; (d) 0,08 J.
25) (a) 0,5 s, (b) 2,0 Hz e (c) 0,18 m. (d) $v(t) = -2,26 \sin(12,56t)$.

26) 0,993m, 5,0%.
27) (a) 0,056m, (b) 0,288m
28) (a) 0,205 Kg/m², (b) 0,477m e (c) 1,5 s
29) (a) 4900,0 N/m, (b) 1092 kg/s.
30) 0,049 m
31) (a) 0,5 m, (b) -0,25m e (c) 3,06 m/s.
32) 1,73 Hz
33) $A_1 = -A \sin \varphi$; $A_2 = A \cos \varphi$; $A_1 = v(0)/\omega$; $A_2 = x(0)$
34) (a) 0,5Hz, (b) 2s, (c) $(40\text{cm})\cos(\pi.t+0,524)$
35) 0,42 J
36) 4,49s
38) (a) 0,314; (b) $-3,13 \times 10^{-2}\%$
39) (a) 0,0478; (b) 0,00228
40) (a) 4,98cm; (b) 14,1 rad/s; (c) 35,4 cm