

Lista de problemas extraídos de “Fundamentos de Física: Gravitação, Ondas e Termodinâmica”, Halliday, Resnick, Walker, 4ª ed., Livros Técnicos e Científicos Editora S. A.

- Um objeto sujeito a um movimento harmônico simples leva 0,25 s para ir de um ponto de velocidade zero até o próximo ponto de velocidade zero. A distância entre os dois pontos é 36 cm. Calcule (a) o período, (b) a frequência e (c) a amplitude do movimento.
- Um oscilador consiste em um bloco de massa igual a 0,5 kg ligado a determinada mola. Quando colocado em oscilação com amplitude de 35 cm, observa-se que ele repete seu movimento a cada 0,5 s. Ache (a) o período, (b) a frequência, (c) a frequência angular, (d) a constante da mola, (e) a velocidade máxima e (f) a força máxima exercida sobre o bloco.
- Qual é a aceleração máxima de uma plataforma que vibra com uma amplitude de 2,2 cm, numa frequência de 6,6 Hz?
- A escala de uma balança de mola mede de 0 a 14,5 kg e tem o comprimento de 10,2 cm. Um pacote suspenso na balança oscila com uma frequência de 2 Hz. (a) Qual é a constante elástica da mola? (b) Qual é o peso do pacote?
- Um pequeno corpo de massa 0,12 kg está executando um MHS com amplitude de 8,5 cm e período 0,2 s. (a) Qual é o valor máximo da força resultante sobre o corpo? (c) Se as oscilações são produzidas por uma mola, qual é a sua constante de elasticidade?
- Num barbeador elétrico, as lâminas movem-se para frente e para trás numa distância de 2 mm. O movimento é MHS, com a frequência de 120 Hz. Ache (a) a amplitude, (b) a velocidade máxima e (c) a aceleração máxima da lâmina.
- Um corpo oscila com MHS descrito pela equação  $x = (6,0 \text{ cm}) \cos[(3\pi \text{ rad/s})t + \pi/3 \text{ rad}]$ . Em  $t = 2 \text{ s}$ , quais são (a) o deslocamento, (b) a velocidade, (c) a aceleração e (d) a fase do movimento? Também, quais são (e) a frequência e (f) o período do movimento?
- Uma partícula executa um MHS linear com frequência de 0,25 Hz em torno do ponto  $x = 0$ . Em  $t = 0$ , ela tem um deslocamento de  $x = 0,37 \text{ cm}$  e velocidade zero. Para o movimento, determine (a) o período, (b) a frequência angular, (c) a amplitude, (d) o deslocamento no tempo  $t$ , (e) a velocidade no tempo  $t$ , (f) a velocidade máxima (g) a aceleração máxima, (h) o deslocamento em  $t = 3 \text{ s}$  e (i) a velocidade em  $t = 3 \text{ s}$ .
- Uma AMMC é projetada para utilização em veículos espaciais. Seu objetivo é permitir que astronautas meçam sua massa em “condições de falta de peso” em órbita da Terra. O equipamento é constituído de uma cadeira montada sobre molas. Um astronauta mede seu período de oscilação na cadeira. A massa é encontrada a partir da fórmula para o período de oscilação de um sistema massa-mola. (a) Se  $M$  é a massa do astronauta e  $m$  é a massa “efetiva” da parte da cadeira que oscila, mostre que  $M = (k/4\pi^2)T^2 - m$ , onde  $T$  é o período de oscilação e  $k$  é a constante da mola. (b) A constante da mola era  $k = 605,6 \text{ N/m}$  para a AMMC da missão 2 do Skylab. O período de oscilação da cadeira vazia era de 0,90149 s. Calcule a massa efetiva da cadeira. (c) Com um astronauta na cadeira, o período passou para 2,08832 s. Calcule a massa do astronauta.
- Um bloco repousa sobre uma superfície horizontal. A superfície começa a oscilar, lentamente, com amplitude constante de 10 cm. Quando a frequência das oscilações atinge 2,5 Hz, o bloco começa a deslizar sobre a superfície. Qual é coeficiente de atrito estático entre o bloco e a superfície?
- Um bloco está num pistão que move-se verticalmente num MHS. (a) Se esse MHS tem período de 1 s, e dado que a intensi-

dade do campo gravitacional é  $9,8 \text{ m/s}^2$ , qual é o valor mínimo da amplitude para que o corpo perca em algum momento o contato com o pistão? (b) Se o pistão tem uma amplitude de 5 cm, qual a frequência máxima em que bloco e pistão estarão continuamente em contato?

- O pistão de um motor de automóvel executa MHS quando o eixo de manivelas (virabrequim) opera com velocidade angular constante. Esse é um exemplo concreto da associação entre MCU e MHS. O curso do pistão (distância entre o “ponto morto inferior” e o “ponto morto superior” ou distância entre os pontos extremos do MHS) é 8 cm e o eixo de manivelas opera a 6000 rpm. a) Determine o valor máximo da velocidade e da aceleração do pistão. b) A massa do pistão é 200 g. Qual é o valor máximo da força resultante sobre o pistão? c) Mostre que a posição do pistão ( $x$ ) em função do tempo ( $t$ ), quando a origem do sistema de coordenadas é colocada no “ponto morto inferior” e o eixo positivo dos  $x$  aponta do “ponto morto inferior” para o “ponto morto superior”, é  $x = (0,04 \text{ m}) \cos[(200\pi \text{ rad/s})t - \pi/2 \text{ rad}] + 0,04 \text{ m}$ , se a posição em  $t = 0$  é a posição de máxima velocidade do pistão.

- Um oscilador consiste de um bloco preso a determinada mola ( $k = 400 \text{ N/m}$ ). Num tempo  $t$ , posição (medida a partir da posição de equilíbrio do sistema), velocidade e aceleração do bloco valem, respectivamente,  $x = 0,1 \text{ m}$ ,  $v = -13,6 \text{ m/s}$  e  $a = -123 \text{ m/s}^2$ . Calcule (a) a frequência, (b) a massa do bloco e (c) a amplitude do movimento.

- Certa mola sem massa está suspensa do teto com um pequeno objeto preso a sua extremidade inferior. O objeto é mantido inicialmente em repouso, numa posição  $y_i$ , tal que a mola não fique esticada. O objeto é então liberado, e oscila para cima e para baixo, sendo sua posição mais baixa 10 cm abaixo de  $y_i$ . (a) Qual a frequência de oscilação? (b) qual a velocidade do objeto quando está 8 cm abaixo de sua posição inicial? (c) Um objeto com massa de 300 g é ligado ao primeiro objeto. Logo após, o sistema oscila com metade da frequência original. Qual a massa do primeiro objeto? (d) Com relação a  $y_i$ , onde é o novo ponto de equilíbrio?

- Duas molas idênticas estão ligadas a um bloco de massa  $m$  e a dois suportes como mostrado na figura acima. Mostre que a frequên-

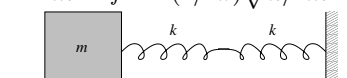
cia das oscilações na superfície sem atrito é

$$f = (1/2\pi)\sqrt{2k/m}.$$


- Suponha que as duas molas da figura tem constantes diferentes  $k_1$  e  $k_2$ . Mostre que a frequência  $f$  da oscilação do bloco é então dada por  $f = \sqrt{f_1^2 + f_2^2}$ , onde  $f_1$  e  $f_2$  são frequências nas quais o bloco oscilaria se estivesse conectado apenas à mola 1 ou à 2.

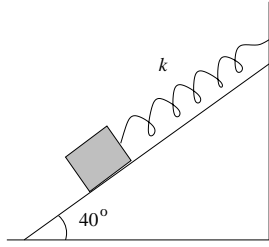
- Duas molas são ligadas e conectadas a determinada massa  $m$ , como mostrado na figura. A superfície é sem atrito. Se ambas as molas tiverem uma

constante de força  $k$ , mostre que a frequência de oscilação de  $m$  é  $f = (1/2\pi)\sqrt{k/2m}$ .



18. Um bloco pesando 14 N, que desliza sem atrito num plano inclinado de  $40^\circ$ , está conectado ao topo do plano por uma mola sem massa, com o comprimento de 0,45 m quando a força elástica é nula e constante elástica  $k = 120 \text{ N/m}$ , como mostrado na figura. (a) A que distância do topo do plano inclinado o corpo estará instantaneamente em repouso? (b) Se

o bloco for puxado um pouco para baixo e liberado, qual o período das oscilações resultantes?

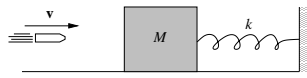


19. Um sistema massa-mola oscilante tem uma energia mecânica de 1 J, uma amplitude de 10 cm e uma velocidade máxima de 1,2 m/s. Ache (a) a constante da mola, (b) a massa e (c) a frequência da oscilação.

20. Quando o deslocamento no MHS, em relação à posição de equilíbrio, é metade da amplitude  $x_m$ , que fração da energia total é (a) cinética e (b) potencial? (c) Com qual deslocamento, em termos de amplitude, a energia do sistema é metade cinética e metade potencial?

21. Um bloco de massa  $M$ , em repouso numa mesa horizontal sem atrito é ligado a um suporte rígido por uma mola de constante  $k$ . Um projétil de massa  $m$  e velocidade  $v$  atinge o bloco como mostrado na figura acima. A bala penetra e

adere ao bloco. Determine (a) a velocidade do bloco imediatamente após a colisão e (b) a amplitude do MHS resultante.

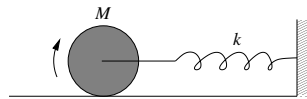


22. Um oscilador massa-mola executa um MHS horizontal, sendo desprezível a massa da mola e 3 kg a massa do corpo. A posição do corpo é dada pela equação  $x = (5 \text{ m}) \cos[(\pi/3 \text{ rad/s})t - \pi/4 \text{ rad}]$ . (a) Em qual valor de  $x$  a energia potencial é igual à metade da energia mecânica? (b) Quanto tempo leva para que o corpo mova-se para esta posição  $x$ , a partir da posição de equilíbrio?

23. Determinada mola sem massa com uma constante  $19 \text{ N/m}$  está suspensa verticalmente. Um corpo com massa de 0,2 kg é preso à sua extremidade livre e, então, liberado. Considere que a mola não estava esticada antes que o corpo fosse liberado. Ache (a) quanto abaixo da posição inicial o corpo desce e (b) a frequência e a amplitude do MHS resultante.

24. Um cilindro sólido está ligado a uma mola horizontal sem massa de forma que ele possa rolar, sem deslizamento, sobre uma superfície horizontal (figura acima). A constante da mola é  $k = 3 \text{ N/m}$ . Se o sistema for liberado de uma posição de repouso em que a mola esteja estendida de 0,25 cm, ache (a) a energia cinética translacional e (b) a energia cinética rotacional do cilindro quando ele passa

pela posição de equilíbrio. (c) Mostre que nestas condições o centro de massa do cilindro executa um MHS com período  $T = 2\pi\sqrt{3M/2k}$ , onde  $M$  é a massa do cilindro. (Sugestão: ache a derivada da energia mecânica total em relação ao tempo.)

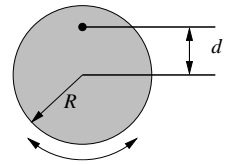


25. Se um pêndulo simples com comprimento de 1,5 m faz 78 oscilações em 180 s, qual a aceleração da gravidade naquele local?

26. Um pêndulo simples com comprimento  $L$  está balançando livremente com uma pequena amplitude angular. Quando o pêndulo passa por sua posição de mínima energia potencial, sua corda é súbita e rigidamente presa em seu ponto médio. Em termos do período original  $T$  do pêndulo, qual será o novo período?

27. Um pêndulo físico consiste em um disco sólido uniforme (de massa  $M$  e raio  $R$ ), suportada num plano vertical por um eixo localizado a uma distância  $d$  do centro do disco (figura). O disco é deslocado de um pequeno ângulo e libe-

rado. Ache a expressão para o período do MHS resultante.

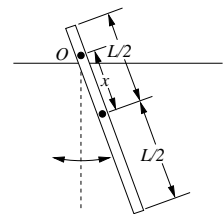


28. Um disco circular uniforme com raio  $R = 12,5 \text{ cm}$  está suspenso como um pêndulo físico, de um ponto em sua borda. (a) Qual é o seu período de oscilação? (b) A que distância radial  $r < R$  há um ponto de suspensão que origina o mesmo período?

29. Um pêndulo consiste num disco uniforme com raio de 10 cm e massa de 500 g preso a uma haste uniforme, com comprimento 500 mm e massa 270 g (figura). (a) Calcule o momento de inércia do pêndulo em relação ao eixo. (b) Qual a distância entre o eixo e o centro de massa do pêndulo? (c) Calcule o período de oscilação.

30. Uma haste de comprimento  $L$  oscila como um pêndulo físico, com eixo no ponto  $O$  na figura. (a) Deduza uma expressão para o período do pêndulo em termos de  $L$  e  $x$ , a distância do ponto de suspensão ao centro de massa do pêndulo. (b) Para qual valor de  $x/L$  o período é mínimo? (c) Mostre que, se  $L = 1 \text{ m}$ ,

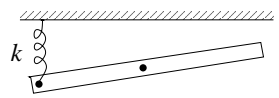
e  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ , este mínimo é 1,53 s.



31. O peso de um pêndulo simples de comprimento  $R$  move-se em um arco de círculo. (a) Considerando que a aceleração do peso, quando ele passa pela sua posição de mínima energia potencial, é aquela para o MCU ( $v^2/R$ ), mostre que a tensão no fio naquela posição é  $mg(1 + \theta_m^2)$ , se a amplitude angular  $\theta_m$  for pequena. (Veja expansão das funções trigonométrica, no apêndice). (b) As tensões para outras posições do peso são maiores, iguais ou menores?

32. Uma haste longa e uniforme de comprimento  $L$  e massa  $m$  roda livremente no plano horizontal em torno de um eixo vertical, através de seu centro. Uma determinada mola com constante  $k$  é ligada horizontalmente entre a extremidade da barra e uma parede fixa (figura acima). Quando a

haste está em equilíbrio, fica paralela à parede. Qual o período das pequenas oscilações que resultam, quando a haste é ligeiramente girada e liberada?



33. Num sistema massa-mola amortecido, o bloco tem massa de 1,5 kg e a mola uma constante de  $8 \text{ N/m}$ . A força de amortecimento é dada por  $-b(dx/dt)$ , onde  $b = 230 \text{ g/s}$ . Suponha que o bloco é puxado para baixo por uma distância de 12 cm e liberado. (a) Calcule o tempo necessário para que a amplitude seja reduzida a um terço de seu valor inicial. (b) Quantas oscilações serão realizadas pelo bloco durante este tempo?

34. Um oscilador harmônico amortecido consiste em um bloco ( $m = 2 \text{ kg}$ ), uma mola ( $k = 10 \text{ N/m}$ ) e uma força de amortecimento  $F = -bv$ . Inicialmente, ele oscila com amplitude de 25 cm; devido ao amortecimento, a amplitude é reduzida para três quartos de seu valor inicial, quando são completadas quatro oscilações. (a) Qual é o valor de  $b$ ? (b) Quanta energia foi "perdida" durante estas oscilações?

35. O período de um oscilador harmônico, fracamente amortecido, é 1 s. Durante cada oscilação, o oscilador dissipa 1% de sua energia mecânica. Qual é o tempo de meia vida deste oscilador?