

Instituto de Física da Universidade de São Paulo

Física II - 4302112

Lista de exercícios

(Quando necessário utilize $g = 10 \text{ m/s}^2$)

Pêndulo Símples

(*)1. Um prédio em São Francisco tem enfeites luminosos que consistem em pequenos bulbos de $2,35 \text{ kg}$ com quebra-luzes pendendo do teto na extremidade de cordas leves e finas de $1,50 \text{ m}$ de comprimento. Se um terremoto de fraca intensidade ocorrer, quantas oscilações por segundo farão esses enfeites?

R: $0,407 \text{ oscilações/s}$.

(*)2. Depois de pousar em um planeta desconhecido, uma exploradora do espaço constrói um pêndulo simples de $50,0 \text{ cm}$ de comprimento. Ela verifica que o pêndulo simples executa 100 oscilações completas em 136 s . Qual o valor de g nesse planeta?

R: $10,7 \text{ m/s}^2$.

Pêndulo Físico

(**)3. Um macaco mecânico de $1,80 \text{ kg}$ é suspenso por um pivô localizado a uma distância de $0,250 \text{ m}$ de seu centro de massa e começa a oscilar como um pêndulo físico. O período da oscilação com ângulo pequeno é igual a $0,940 \text{ s}$.

- (a) Qual o momento de inércia do macaco em relação a um eixo passando pelo pivô?
- (b) Quando ele é deslocado $0,400 \text{ rad}$ da sua posição de equilíbrio, qual é sua velocidade angular quando ele passa pela posição de equilíbrio?

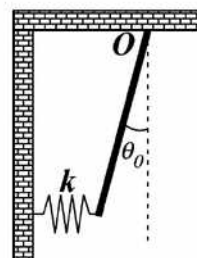
R: (a) $0,1007 \text{ kgm}^2$; (b) $2,656 \text{ rad/s}$.

(**)4. Uma haste rígida de comprimento L e massa M está suspensa, podendo girar em torno do ponto O , por uma das suas extremidades, como mostra a figura abaixo. Na outra extremidade a barra está ligada a uma mola de constante k que está na posição relaxada quando a barra se encontra na posição vertical. No instante $t = 0$, a barra é deslocada para a esquerda, até um ângulo θ_0 com a direção vertical, e abandonada a partir do repouso. Dado que $I_O = \frac{1}{3}ML^2$ e considerando que a mola sempre permanece na horizontal,

- (a) obtenha a equação diferencial que descreve o movimento da barra.

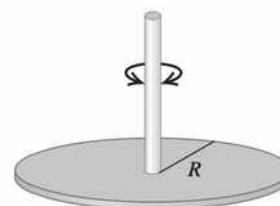
- (b) Determine a frequência angular ω de oscilação da barra, considerando oscilações de pequenas amplitudes.

- (c) Obtenha a equação $\theta(t)$ que descreve o movimento de oscilação da barra.



R: (a) $\frac{d^2\theta}{dt^2} + \left[\frac{3}{2}\frac{g}{L} + \frac{3k}{M}\cos(\theta)\right]\sin(\theta) = 0$, (b) $\omega = \sqrt{\frac{3}{2}\frac{g}{L} + \frac{3k}{M}}$ e (c) $\theta(t) = \theta_0 \cos(\omega t)$.

(**)5. Um disco metálico fino de massa igual a $2,0 \times 10^{-3} \text{ kg}$ e raio igual a $2,20 \text{ cm}$ está suspenso em seu centro por uma longa fibra. O disco, depois de torcido e libertado, oscila com um período igual a $1,0 \text{ s}$. Calcule a constante de torção da fibra.

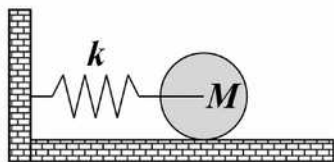


(**)6. Uma mola horizontal sem massa está ligada ao eixo de rotação que passa pelo centro de massa de um cilindro sólido, de massa M , de forma que ele possa rolar, sem deslizamento, sobre uma superfície horizontal (figura abaixo). A constante da mola é $k = 3,0 \text{ N/m}$. Se o sistema for liberado de uma posição de repouso em que a mola esteja esticada de $0,25 \text{ m}$, ache

- (a) a energia cinética translacional e a energia cinética rotacional do cilindro quando ele passa pela posição de equilíbrio.

- (b) Mostre que nessas condições o centro de massa do cilindro executa um movimento harmônico simples com período

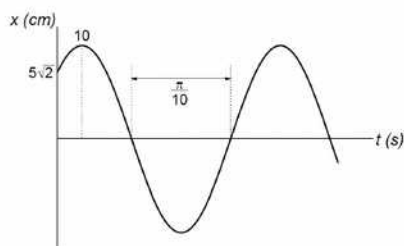
$$T = 2\pi\sqrt{\frac{3M}{2k}}$$



R: (a) $T_{trans} = 0,063 \text{ J}$ e $T_{rot} = 0,031 \text{ J}$.

(**)7. (Poli 2007) A figura abaixo mostra a oscilação de um corpo com massa $0,5 \text{ kg}$ preso a uma mola.

- (a) Quanto vale a constante elástica da mola?
 (b) Escreva a equação que descreve $x(t)$.
 (c) Obtenha expressões para as energias potencial, cinética e mecânica total do oscilador em função do tempo.



R: (a) $k = 50 \text{ kg/s}^2 = 50 \text{ N/m}$, (b) $x(t) = 10 \cos(10t - \frac{\pi}{4}) \text{ cm}$ e (c) $U(t) = \frac{1}{4} \cos^2(10t - \frac{\pi}{4}) \text{ J}$, $T(t) = \frac{1}{4} \sin^2(10t - \frac{\pi}{4}) \text{ J}$ e $E = \frac{1}{4} \text{ J}$.

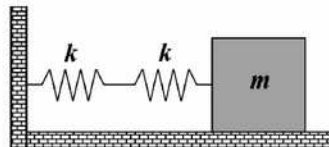
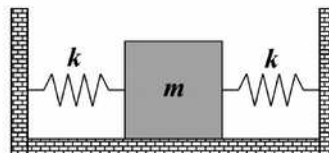
Molas acopladas

(**)8. Na figura abaixo, mostramos duas molas idênticas (de constante k) ligadas a um mesmo bloco de massa m , sendo que as outras extremidades das molas estão fixas em suportes rígidos. Mostre que a frequência de oscilação do bloco sobre a superfície horizontal sem atrito é dada por:

$$\nu = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{2k}{m}}.$$

Suponha agora que as duas molas sejam conectadas ao bloco de massa m , conforme é indicado na figura abaixo. Mostre que a frequência de oscilação é dada por:

$$\nu = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{2m}}.$$



(***)9. Uma esfera sólida de 95 kg com um raio de 12 cm é suspensa por um fio vertical preso ao teto de uma sala. Um torque de $0,02 \text{ Nm}$ é necessário para girar a esfera de um ângulo de $0,85 \text{ rad}$. Qual o período da oscilação, quando a esfera é liberada dessa posição?

R: $T = 9,6\pi \text{ s}$.

(***)10. (Poli 2006) Uma plataforma de massa m está presa a duas molas iguais de constante elástica k . A plataforma pode oscilar sobre uma superfície horizontal sem atrito. Um bloco de massa $M = 2m$ é colocado sobre a plataforma. O sistema "bloco + plataforma" oscila com frequência angular ω .

- (a) Determine, em função de m e ω , o valor da constante k das molas.
 (b) Calcule, em termos da amplitude A , a força horizontal máxima exercida no bloco de massa M durante o movimento.
 (c) Se o coeficiente de atrito estático entre o bloco e a plataforma é μ_e , encontre o valor máximo da amplitude para o qual o bloco não desliza sobre a plataforma durante a oscilação.

R: (a) $k = \frac{3}{2}m\omega^2$, (b) $F_{max} = 2m\omega^2 A$ e (c) $A_{max} = \frac{\mu_e g}{\omega^2}$.

(**)11. Ache o movimento resultante de dois movimentos harmônicos simples na mesma direção, dados por: $x_1 = \cos(\omega t - \frac{\pi}{6})$ e $x_2 = \sin(\omega t)$. Represente graficamente os respectivos vetores girantes.