

NHT3064-15- Física Ondulatória (2.2017)

Prof. Herculano Martinho

2ª Lista de exercícios

1. Um bloco cuja massa m é 680 g está preso a uma mola cuja constante elástica k é 65N/m. O bloco é puxado sobre uma superfície sem atrito por uma distância $x = 11$ cm a partir da posição de equilíbrio em $x = 0$ e liberado a partir do repouso no instante $t = 0$.

- (a) Quais são a frequência angular, a frequência e o período do movimento resultante?
- (b) Qual é a amplitude das oscilações?
- (c) Qual a velocidade máxima v_m do bloco e onde se encontra o bloco quando tem essa velocidade?
- (d) Qual o módulo da aceleração máxima do bloco?
- (e) Qual é a constante de fase do movimento?

2. Uma partícula de 10 g de massa executa um MHS com uma amplitude de 2,0 mm, e uma aceleração máxima de módulo $8,0 \text{ km/s}^2$ e uma constante de fase desconhecida ϕ .

- (a) Qual é o período do movimento?
- (b) Qual é a velocidade máxima da partícula?
- (c) Qual é a energia total do oscilador?
- (d) Qual é o módulo da força que age sobre a partícula quando ela está em seu deslocamento máximo? E na metade de seu deslocamento máximo?

3. Considere uma mola ideal de constante elástica k suspensa verticalmente por uma de suas extremidades, em um local onde a aceleração da gravidade vale g . Despreze a possível ação de forças dissipativas.

- (a) Mostre que, sendo $x = 0$ a posição da extremidade livre da mola, ao se pendurar nela um corpo de massa m a nova posição de equilíbrio estático é dada por $x = mg/k$.
- (b) Mostre que a equação de movimento do sistema massa-mola é:

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} + kx = mg$$

e que sua solução é dada por:

$$x(t) = x_m \cos(\omega t + \phi) + \frac{mg}{k}$$

onde $\omega = \sqrt{k/m}$. Portanto, os valores de velocidade, aceleração, período, frequência e frequência angular do MHS sob ação da gravidade são os mesmos que na ausência dela, com a única diferença que a posição de equilíbrio foi deslocada de mg/k .

- (c) Mostre que a energia do sistema é dada por:

$$E = \frac{1}{2} kx^2 + \frac{1}{2} mv^2 + mg(h - x)$$

onde h é a distância do nível do solo à posição $x = 0$ (posição da extremidade livre da mola na vertical sem o corpo pendurado). Sabendo que a energia é constante.

- (d) Derive a expressão da energia em relação ao tempo e mostre que se obtém a equação de movimento do sistema.

4. Na Fig. 1 duas molas idênticas com constantes elásticas 7.580 N/m estão ligadas a um bloco de massa 0,245 kg. O bloco é posto em oscilação sobre um piso sem atrito. Qual é a frequência de oscilação?

NHT3064-15- Física Ondulatória (2.2017)
Prof. Herculano Martinho
2ª Lista de exercícios

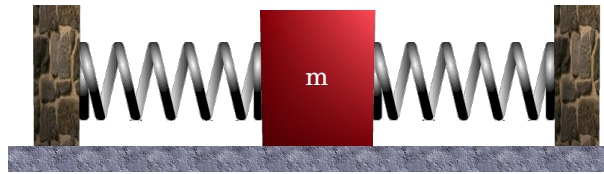


Figura 1

5. 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 do bloco são $x = 0,100 \text{ m}$, $v = -13,6 \text{ m/s}$ e $a = -123 \text{ m/s}^2$. Calcule:

- (a) a frequência do oscilador;
- (b) a massa do bloco;
- (c) a amplitude do movimento.

6. Dois blocos ($m = 1,8 \text{ kg}$ e $M = 10 \text{ kg}$) e uma mola ($k = 200 \text{ N/m}$) estão dispostos da seguinte maneira: o bloco de massa M é preso pela mola de massa desprezível a uma parede vertical, desliza sem atrito sobre uma mesa de ar horizontal (Fig. 2). O bloco de massa m está colocado sobre o bloco de massa M , com cuja superfície tem um coeficiente de atrito estático de $\mu_e = 0,40$. Que amplitude do movimento harmônico simples do sistema blocos-massa faz com que o bloco de menor massa fique na iminência de deslizar sobre o bloco de maior massa?

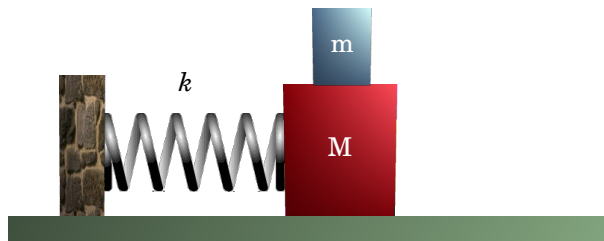


Figura 2

7. Duas molas são ligadas e conectadas a um bloco de massa $0,245 \text{ kg}$ que é posto em oscilação sobre um piso sem atrito (Fig. 3). Cada uma das molas possui constante elástica $k = 6.430 \text{ N/m}$. Qual é a frequência das oscilações?

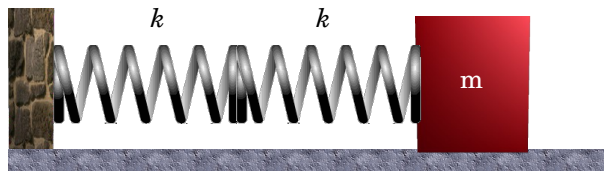
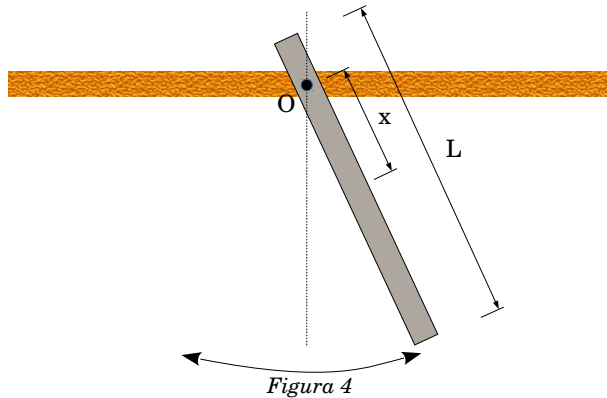


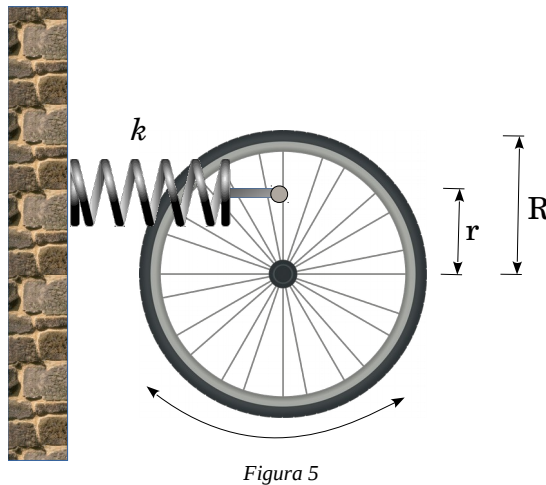
Figura 3

NHT3064-15- Física Ondulatória (2.2017)
Prof. Herculano Martinho
2ª Lista de exercícios

8. Uma haste com comprimento L oscila como um pêndulo físico, pivotada em torno do ponto O , conforme ilustrado na Figura 4.
- (a) Deduza uma expressão para o período em termos de L e de x , a distância do pivô ao centro de massa do pêndulo;
- (b) para que valor de x/L o período é mínimo?
- (c) mostre que se $L = 1,00$ m e $g = 9,8$ m/s², este mínimo é igual a $1,53$ s.



9. Um pêndulo simples é constituído por uma bolinha conectada a um fio de massa desprezível de comprimento R . A bolinha desloca-se em um arco de círculo.
- (a) Mostre que a tração no fio na posição de equilíbrio é $mg(1 + \theta_m^2)$ se a amplitude angular θ_m for pequena;
- (b) A tração em outras posições da bolinha é maior, menor ou a mesma?
10. Uma roda está livre para girar em torno do seu eixo fixo. Uma mola é presa a um dos seus raios a uma distância r do seu eixo, como mostrado na Figura 5.
- (a) Supondo que a roda é um aro de massa m e raio R , obtenha a frequência angular de pequenas oscilações deste sistema em termos de m , R , r e da constante de mola k ;
- (b) Como fica o resultado se $r = R$?
- (c) E se $r = 0$?



NHT3064-15- Física Ondulatória (2.2017)

Prof. Herculano Martinho

2ª Lista de exercícios

11. Uma barra de aço uniforme de seção transversal A e comprimento $l = 1$ m é suspensa verticalmente. Qual é a pressão no centro da barra? Suponha que a barra seja solta do suporte e caia livremente. Qual será neste caso a pressão no centro da barra?

12. Uma barra de aço uniforme (comprimento l , seção transversal A , densidade ρ , módulo de Young Y) é puxada ao longo de um plano horizontal uniforme sem atrito com uma aceleração constante a_0 .

(a) Qual a pressão no centro da barra?

(b) Qual é a elongação total da barra como resultado da aceleração?

(c) Apresente valores numéricos para os itens anteriores, usando $a_0 = 100$ m/s²; $A = 2$ cm²; $r = 7.8$ g/cm³; $l = 1$ m; $Y = 10^6$ bar.

13. *Modelo atômico para módulo de Young.* Seja uma barra de comprimento l , seção transversal A e módulo de Young Y .

(a) Considerando que a barra possa ser considerada como uma coleção de molas atômicas paralelas de constante de mola interatômica k_{at} e separadas por uma distância d , mostre que $Y = k_{at}/d$.

(b) Estime a distância entre os átomos de Alumínio.

(c) Estime o valor da constante de mola interatômica.

(d) Determine a frequência de vibração característica dos átomos de Alumínio.

(e) Sabendo que o comprimento de uma barra de Alumínio em função da temperatura é $l = l_0(1 + 2.4 \times 10^{-6} T)$ ($[T] = ^\circ\text{C}$), estime a amplitude de oscilação para $T = 27$ °C.

(f) Para qual temperatura a amplitude de oscilação será 1/10 da distância interatômica? Compare esta temperatura com o ponto de fusão do Alumínio.

(Dados para Alumínio: peso atômico: 13; ponto de fusão: 660.3 °C; massa atômica=26.98 u.m.a; $Y=69$ GPa)

14. Uma esfera sólida de aço é suspensa por um fio de aço de comprimento de 2 m e raio de 1 mm.

(a) Quais são o raio e massa da maior esfera que o fio pode suportar antes de romper-se?

(b) Qual o período de oscilação torsional deste sistema?

(Dados para Aço: Pressão de ruptura: 1,1 GPa; módulo de cisalhamento: 80 GPa)

15. Uma placa retangular de ardósia repousa em uma superfície rochosa com inclinação de 26°. A placa tem comprimento $l = 43$ m, espessura $t = 2,5$ m, largura $w = 12$ m e densidade de 3,2 g/cm³. O coeficiente de atrito estático entre a placa e a rocha é 0,39.

(a) A placa corre risco de escorregar? Justifique a sua resposta.

(b) Caso a resposta seja sim, isso pode ser evitado instalando-se pinos perpendicularmente à superfície da rocha. Se cada pino tem seção transversal de 6,4 cm² e tensão de cisalhamento de 0,36 GPa, qual é o número mínimo de pinos necessários?

(c) Escreva a equação de movimento para o centro de massa da placa e estabeleça a (as) condição (ões) para o estabelecimento de vibrações de pequena amplitude. Qual o período destas vibrações?