

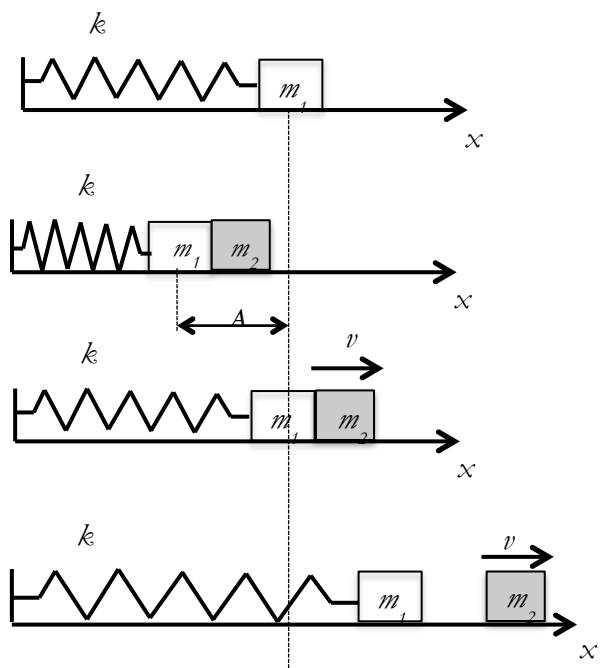
LISTA DE EXERCÍCIOS 1

1. Um bloco de massa 100 g está ligado a uma mola, e oscila horizontalmente sobre uma mesa sem atrito. No instante  $t=0$ , a mola é esticada de 5 cm e o bloco é abandonado a partir do repouso. Observe-se que o bloco oscila com período igual a 10 segundos.

- Escreva a equação que  $x(t)$  que descreve o movimento do bloco.
- Calcule a constante elástica da mola.
- Obtenha uma expressão para a energia cinética  $K(t)$  e para a energia potencial  $U(t)$  e represente-as em um gráfico no intervalo de tempo  $0 < t < T$ .
- Se a amplitude for multiplicada por 2, mantendo-se a mesma velocidade inicial, explique o que acontecerá com os valores das seguintes grandezas; frequência, energia mecânica e velocidade máxima.

2. Explique porque a energia cinética e a energia potencial de uma partícula oscilando ligada a uma mola nunca pode ser negativa.

3. Um bloco de massa  $m_1$  está ligado a uma mola de constante elástica  $k$ . O bloco está na posição de equilíbrio e um segundo bloco, de massa  $m_2 = m_1/3$ , é lentamente empurrado contra o primeiro bloco, até que a mola seja comprimida de um comprimento  $A$ , como mostra a figura. No instante,  $t=0$ , a mola é liberada, e os dois passam a se mover para a direita, com atrito desprezível. Quando  $m_1$  passa pela posição de equilíbrio, os blocos perdem o contato. Nesse momento a velocidade do bloco  $m_2$  é igual a  $v$ .



- Qual é a energia mecânica inicial do conjunto?
- Determine a velocidade  $v$  do bloco  $m_2$  ao perder o contato com o bloco  $m_1$ .
- Em que instante, os blocos perdem o contato? Explique por que isso acontece.
- O que acontece com o período de oscilação quando os corpos perdem o contato?
- Qual a velocidade do bloco  $m_2$  após a perda de contato com  $m_1$ ?
- Qual é a energia do bloco  $m_1$  no momento de máxima elongação da mola? Essa energia é cinética, potencial, ou ambas?
- Qual é a distância de separação entre os blocos quando a mola passa pelo máximo de elongação?

Expresse suas respostas em termos de  $k$ ,  $A$  e  $m_1$

4. Uma partícula de massa  $m$  está suspensa do teto por uma mola de constante elástica  $k$  e comprimento relaxado igual a  $L_0$ , cuja massa é desprezível. Considere o eixo  $y$ , como o eixo horizontal, orientado verticalmente para baixo, com origem no teto. A partícula é solta a partir do repouso, com a mola relaxada e passa a oscilar.

- Qual é a posição de equilíbrio em torno da qual a partícula irá oscilar?
- Qual é a amplitude dessa oscilação?
- Represente em um gráfico  $y(t)$ , o movimento dessa partícula.

5. Um pêndulo simples executará um movimento harmônico quando a amplitude  $\theta$  do movimento é pequena. O movimento continua a ser periódico se a amplitude for grande? Explique.

6. Dois átomos que estão ligados formando uma molécula interagem por meio de um potencial conhecido como potencial de van der Waals, dado por:

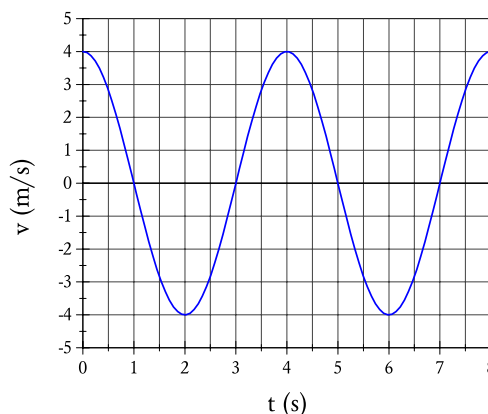
$$U(r) = U_0 \left[ \left( \frac{R_0}{r} \right)^{12} - 2 \left( \frac{R_0}{r} \right)^6 \right]$$

onde  $U_0$  e  $R_0$  constantes e  $r$  é a distância de separação entre os átomos considerados como partículas pontuais.

- Considere valores de  $0 \leq r \leq 2R_0$  e construa um gráfico ilustrando o potencial  $U(r)$ .
- Determine o valor de  $r$  para o qual a força resultante sobre os átomos é nula.
- Se pudéssemos aproximar o potencial de van der Waals por um potencial harmônico, como o de uma mola;  $U(x) = kx^2/2$ , como seria possível determinar o valor de  $k$ ?

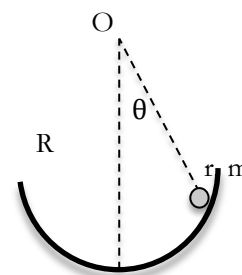
(veja Sears & Zemansky, Física II, Cap.13, 12a. Edição)

7. A figura abaixo representa a velocidade de um bloco de massa igual a 8 kg que oscila ligado a uma mola. A velocidade do bloco é descrita por uma função do tipo;  $v(t) = v_{\max} \sin(2\pi t/T + \phi)$ , onde  $T$  é o período e  $\phi$  é a fase.

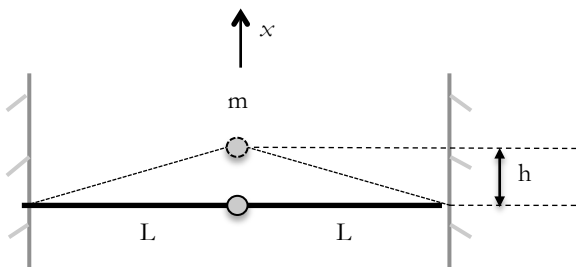


- Determine os valores de  $T$  e  $v_{\max}$  e  $\phi$ .
- Calcule a constante elástica da mola.
- Em que instante(s) a energia potencial elástica da mola é máxima e qual é o seu valor?
- Qual a amplitude da oscilação?
- Obtenha a função que descreve a posição do bloco em função do tempo;  $x(t)$  e desenhe-a no gráfico ao lado, colocando a escala para  $x(t)$  no lado direito do gráfico.
- Indique o sentido da força atuando sobre o bloco para os instantes;  $t=1$  s;  $t=4$  e  $t=7$  s.

8. (desafio). Uma bolinha de massa  $m$  e raio  $r$ , rola sem deslizar sobre uma calha cilíndrica de raio  $R \gg r$ , nas vizinhanças do fundo, ou seja  $\theta \ll 1$ . Mostre que o movimento é harmônico e que a frequência angular de oscilação é  $\omega = (5g/7R)^{1/2}$ .



9. Uma pequena esfera de massa  $m$  está conectada a duas tiras elásticas de comprimento  $L$ , cada uma sob tensão  $T$ . A massa é então ligeiramente deslocada de uma distância  $h$  da posição de equilíbrio, como mostrado na figura abaixo. A esfera é então abandonada e passa a oscilar em torno da posição de equilíbrio, ao longo do eixo  $x$ . Suponha que a tensão não se altera e que todo o conjunto esteja na horizontal, sobre uma mesa e que a esfera possa deslizar sem atrito sobre essa superfície.



- Explique porque ocorre o movimento de oscilação e determine a força restauradora, em função da posição da esfera no eixo  $x$ .

## OSCILAÇÕES E ONDAS - 2016

- b) Escreva a equação diferencial que descreve a oscilação da esfera, considerando pequenos deslocamentos em relação a posição de equilíbrio. Explique claramente que aproximações foram feitas.
- c) Qual é o período da oscilação?