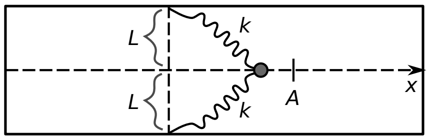
6-25) Um bloco de massa de 12,0 kg desce deslizando por um plano inclinado de 35,0° desde o repouso e é parado por uma mola forte com k=3,00x10^4 N/m. O bloco desliza 3,00 m desde o ponto em que é solto até o ponto onde pára contra a mola. Quando o bloco atinge o repouso, quanto foi comprimida a mola?

6-50) Uma partícula é ligada entre duas molas idênticas sobre uma mesa horizontal sem atrito. As duas molas têm constantes elásticas *k* e não estão esticadas nem comprimidas inicialmente. (a) Se a partícula é puxada a uma distância *x* ao longo de uma direção perpendicular à configuração inicial das molas, como na figura, mostre que a força exercida sobre a partícula pelas molas é:

$$\vec{F} = -2kx\left(1 - \frac{L}{\sqrt{x^2+L^2}}\right)\hat{i}$$

(b) Determine a quantidade de trabalho feita por essa força ao mover a partícula de *x*=*A* até *x*=0.

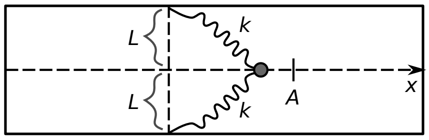


6-25) Um bloco de massa de 12,0 kg desce deslizando por um plano inclinado de 35,0° desde o repouso e é parado por uma mola forte com k=3,00x10^4 N/m. O bloco desliza 3,00 m desde o ponto em que é solto até o ponto onde pára contra a mola. Quando o bloco atinge o repouso, quanto foi comprimida a mola?

6-50) Uma partícula é ligada entre duas molas idênticas sobre uma mesa horizontal sem atrito. As duas molas têm constantes elásticas *k* e não estão esticadas nem comprimidas inicialmente. (a) Se a partícula é puxada a uma distância *x* ao longo de uma direção perpendicular à configuração inicial das molas, como na figura, mostre que a força exercida sobre a partícula pelas molas é:

$$\vec{F} = -2kx\left(1 - \frac{L}{\sqrt{x^2+L^2}}\right)\hat{i}$$

(b) Determine a quantidade de trabalho feita por essa força ao mover a partícula de *x*=*A* até *x*=0.

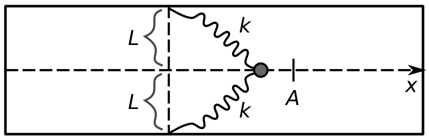


6-25) Um bloco de massa de 12,0 kg desce deslizando por um plano inclinado de 35,0° desde o repouso e é parado por uma mola forte com k=3,00x10^4 N/m. O bloco desliza 3,00 m desde o ponto em que é solto até o ponto onde pára contra a mola. Quando o bloco atinge o repouso, quanto foi comprimida a mola?

6-50) Uma partícula é ligada entre duas molas idênticas sobre uma mesa horizontal sem atrito. As duas molas têm constantes elásticas *k* e não estão esticadas nem comprimidas inicialmente. (a) Se a partícula é puxada a uma distância *x* ao longo de uma direção perpendicular à configuração inicial das molas, como na figura, mostre que a força exercida sobre a partícula pelas molas é:

$$\vec{F} = -2kx\left(1 - \frac{L}{\sqrt{x^2+L^2}}\right)\hat{i}$$

(b) Determine a quantidade de trabalho feita por essa força ao mover a partícula de *x*=*A* até *x*=0.

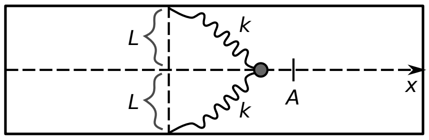


6-25) Um bloco de massa de 12,0 kg desce deslizando por um plano inclinado de 35,0° desde o repouso e é parado por uma mola forte com k=3,00x10^4 N/m. O bloco desliza 3,00 m desde o ponto em que é solto até o ponto onde pára contra a mola. Quando o bloco atinge o repouso, quanto foi comprimida a mola?

6-50) Uma partícula é ligada entre duas molas idênticas sobre uma mesa horizontal sem atrito. As duas molas têm constantes elásticas *k* e não estão esticadas nem comprimidas inicialmente. (a) Se a partícula é puxada a uma distância *x* ao longo de uma direção perpendicular à configuração inicial das molas, como na figura, mostre que a força exercida sobre a partícula pelas molas é:

$$\vec{F} = -2kx\left(1 - \frac{L}{\sqrt{x^2+L^2}}\right)\hat{i}$$

(b) Determine a quantidade de trabalho feita por essa força ao mover a partícula de *x*=*A* até *x*=0.

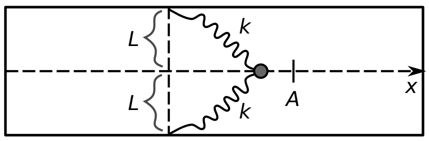


6-25) Um bloco de massa de 12,0 kg desce deslizando por um plano inclinado de 35,0° desde o repouso e é parado por uma mola forte com k=3,00x10^4 N/m. O bloco desliza 3,00 m desde o ponto em que é solto até o ponto onde pára contra a mola. Quando o bloco atinge o repouso, quanto foi comprimida a mola?

6-50) Uma partícula é ligada entre duas molas idênticas sobre uma mesa horizontal sem atrito. As duas molas têm constantes elásticas *k* e não estão esticadas nem comprimidas inicialmente. (a) Se a partícula é puxada a uma distância *x* ao longo de uma direção perpendicular à configuração inicial das molas, como na figura, mostre que a força exercida sobre a partícula pelas molas é:

$$\vec{F} = -2kx\left(1 - \frac{L}{\sqrt{x^2+L^2}}\right)\hat{i}$$

(b) Determine a quantidade de trabalho feita por essa força ao mover a partícula de *x*=*A* até *x*=0.

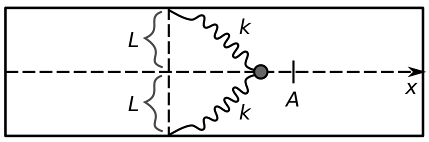


6-25) Um bloco de massa de 12,0 kg desce deslizando por um plano inclinado de 35,0° desde o repouso e é parado por uma mola forte com k=3,00x10^4 N/m. O bloco desliza 3,00 m desde o ponto em que é solto até o ponto onde pára contra a mola. Quando o bloco atinge o repouso, quanto foi comprimida a mola?

6-50) Uma partícula é ligada entre duas molas idênticas sobre uma mesa horizontal sem atrito. As duas molas têm constantes elásticas *k* e não estão esticadas nem comprimidas inicialmente. (a) Se a partícula é puxada a uma distância *x* ao longo de uma direção perpendicular à configuração inicial das molas, como na figura, mostre que a força exercida sobre a partícula pelas molas é:

$$\vec{F} = -2kx\left(1 - \frac{L}{\sqrt{x^2+L^2}}\right)\hat{i}$$

(b) Determine a quantidade de trabalho feita por essa força ao mover a partícula de *x*=*A* até *x*=0.

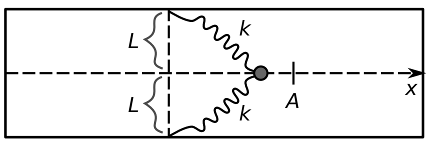


6-25) Um bloco de massa de 12,0 kg desce deslizando por um plano inclinado de 35,0° desde o repouso e é parado por uma mola forte com k=3,00x10^4 N/m. O bloco desliza 3,00 m desde o ponto em que é solto até o ponto onde pára contra a mola. Quando o bloco atinge o repouso, quanto foi comprimida a mola?

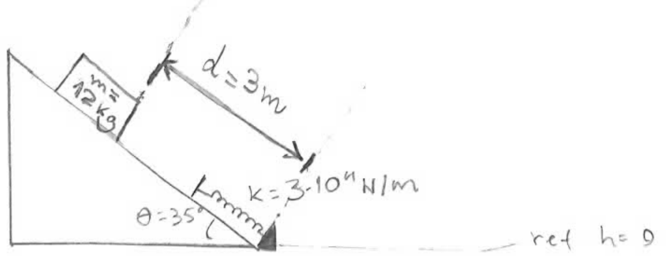
6-50) Uma partícula é ligada entre duas molas idênticas sobre uma mesa horizontal sem atrito. As duas molas têm constantes elásticas *k* e não estão esticadas nem comprimidas inicialmente. (a) Se a partícula é puxada a uma distância *x* ao longo de uma direção perpendicular à configuração inicial das molas, como na figura, mostre que a força exercida sobre a partícula pelas molas é:

$$\vec{F} = -2kx\left(1 - \frac{L}{\sqrt{x^2+L^2}}\right)\hat{i}$$

(b) Determine a quantidade de trabalho feita por essa força ao mover a partícula de *x*=*A* até *x*=0.



6-25)



$g = 9{,}8\, m/s^2$

Conservação de energia:

$$\underbrace{U_i}_{mgd\sin\theta} + \underbrace{K_i}_{0} = \underbrace{U_f}_{\frac{kx^2}{2}} + \underbrace{K_f}_{0}$$

$$mgd\sin\theta = \frac{kx^2}{2}$$

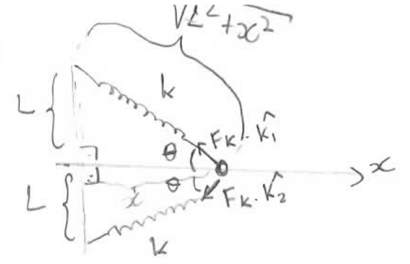
$$\sqrt{\frac{2mgd\sin\theta}{k}} = x$$

Substituindo os valores numéricos:

$$x = \sqrt{\frac{2 \cdot 12 \cdot 9{,}8 \cdot 3 \cdot \sin 35°}{3 \cdot 10^4}}$$

$$\boxed{x = 0{,}116\ m}$$

6-50) (a)



Cada mola está distendida de

$$\xi = \sqrt{L^2+x^2} - L$$

O módulo da força de cada mola é:

$$F_k = k\xi = k\left(\sqrt{L^2+x^2} - L\right)$$

As componentes verticais da força das molas se anulam, para que haja equilíbrio na vertical.

As componentes horizontais se somam:

$$\vec{F} = 2F_{kx}\,\hat{i}$$

Onde $F_{kx} = -F_k \cos\theta$ e $\cos\theta = \dfrac{x}{\sqrt{L^2+x^2}}$

Logo: $\vec{F} = -2k\left(\sqrt{L^2+x^2} - L\right)\dfrac{x}{\sqrt{L^2+x^2}}\,\hat{i}$

$$\boxed{\vec{F} = -2kx\left(1 - \frac{L}{\sqrt{L^2+x^2}}\right)\hat{i}}$$ ■

(b) $W = \Delta K$ (Teorema do Trabalho)

$\Delta K = -\Delta U$ (Conservação de Energia: $K_i + U_i = K_f + U_f \Leftrightarrow$ $U_i - U_f = K_f - K_i \Leftrightarrow -\Delta U = \Delta K$)

Logo $W = -\Delta U$

$$W = \underbrace{U_i}_{\text{em } x=A} - \underbrace{\cancel{U_f}}_{\text{em } x=0}^{\to 0} = 2k\frac{\xi^2}{2} = k\xi^2 = \left[k\left(\sqrt{L^2+x^2} - L\right)^2\right]_{x=A}$$

$$\boxed{W = k\left(\sqrt{L^2+A^2} - L\right)^2}$$

Obs.: Note que o mesmo resultado poderia ser obtido integrando a força resultante $\vec{F}$:

$$W = \int_{\text{inicial}}^{\text{final}} \vec{F}\cdot d\vec{r} = \int_A^0 (\vec{F}\cdot\hat{i})\cdot dx = -2k\int_A^0 x\left(1 - \frac{L}{\sqrt{L^2+x^2}}\right)dx =$$

$$= 2k\int_0^A x\left(1 - \frac{L}{\sqrt{L^2+x^2}}\right)dx = 2k\int_0^A x\,dx - 2kL\int_0^A \frac{x\,dx}{\sqrt{L^2+x^2}}$$

Onde $\displaystyle\int_0^A x\,dx = \left[\frac{x^2}{2}\right]_{x=0}^{x=A} = \frac{A^2}{2}$

$$\int_0^A \frac{x\,dx}{\sqrt{L^2+x^2}} = \left\{\begin{array}{l} u = x^2 \\ du = 2x\,dx \Leftrightarrow x\,dx = \frac{du}{2}\end{array}\right\} = \frac{1}{2}\int_0^{A^2}\frac{du}{\sqrt{L^2+u}} = \left\{\begin{array}{l} v = L^2+u \\ dv = du\end{array}\right\} =$$

$$\frac{1}{2}\int_{L^2}^{L^2+A^2}\frac{dv}{\sqrt{v}} = \frac{1}{2}\int_{L^2}^{L^2+A^2} v^{-1/2}\,dv = \frac{1}{\cancel{2}}\left[\cancel{2}\,v^{1/2}\right]_{v=L^2}^{v=L^2+A^2} = \sqrt{L^2+A^2} - L$$

Logo $W = 2k\left(\dfrac{A^2}{2}\right) - 2kL\left(\sqrt{L^2+A^2} - L\right) = kA^2 - 2kL\sqrt{L^2+A^2} + 2kL^2 \Rightarrow \boxed{W = k\left(\sqrt{L^2+A^2} - L\right)^2}$