TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:
Nas questões a seguir, quando necessário, use:

- Aceleração da gravidade: $g = 10\ m/s^2$;
- Calor específico da água: $c = 1{,}0\ cal/g\ °C$;
- $sen\ 45° = cos\ 45° = \sqrt{2}/2$.

1. (Epcar (Afa) 2019) Uma esfera, de dimensões desprezíveis, sob ação de um campo gravitacional constante, está inicialmente equilibrada na vertical por uma mola. A mola é ideal e se encontra com uma deformação x, conforme ilustrado na figura 1.

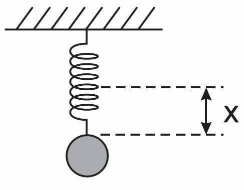


Figura 1

O sistema esfera-mola é posto, em seguida, a deslizar sobre uma superfície horizontal, com velocidade constante, conforme indicado na figura 2. Nessa situação, quando o ângulo de inclinação da mola é θ, em relação à horizontal, sua deformação é y.

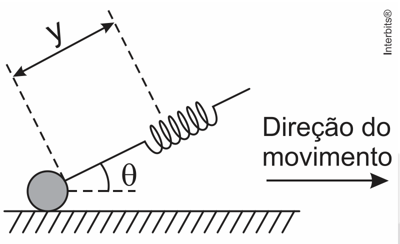


Figura 2

Nessas condições, o coeficiente de atrito cinético entre a esfera e a superfície horizontal vale

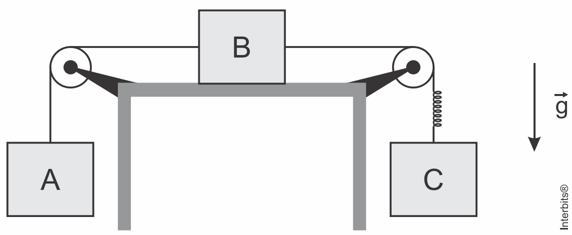
a) $\dfrac{\cos\theta}{\dfrac{x}{y} - sen\,\theta}$

b) $\dfrac{x}{y}$

c) $\dfrac{x\ sen\,\theta}{x + y\cos\theta}$

d) $\dfrac{y\cos\theta}{x\ sen\,\theta}$

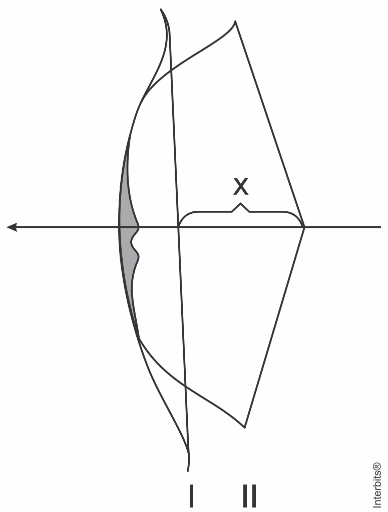
2. (G1 - ifba 2018) Na montagem experimental abaixo, os blocos A, B e C têm massas $m_A = 2{,}0\ kg$, $m_B = 3{,}0\ kg$ e $m_C = 5{,}0\ kg$. Desprezam-se os atritos e a resistência do ar. Os fios e as polias são ideais e adote $g = 10\ m/s^2$.



No fio que liga o bloco B com o bloco C, está intercalada uma mola leve de constante elástica $3,5 \cdot 10^3$ N/m. Com o sistema em movimento, a deformação da mola é?

a) 2,0 cm
b) 1,0 cm
c) 1,5 cm
d) 2,8 cm
e) 4,2 cm

3. (Ufrgs 2018) O uso de arco e flecha remonta a tempos anteriores à história escrita. Em um arco, a força da corda sobre a flecha é proporcional ao deslocamento x, ilustrado na figura abaixo, a qual representa o arco nas suas formas relaxada I e distendida II.

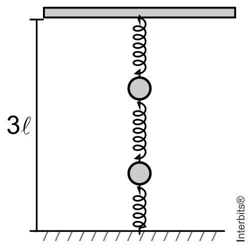


Uma força horizontal de 200 N, aplicada na corda com uma flecha de massa $m = 40$ g, provoca um deslocamento $x = 0,5$ m.

Supondo que toda a energia armazenada no arco seja transferida para a flecha, qual a velocidade que a flecha atingiria, em m/s, ao abandonar a corda?

a) 5×10^3.
b) 100.
c) 50.
d) 5.
e) $10^{1/2}$.

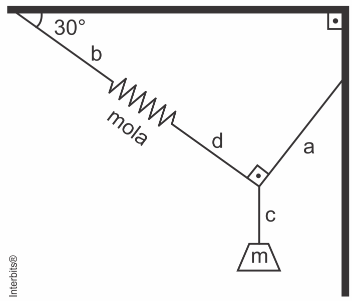
4. (Ita 2018) Três molas idênticas, de massas desprezíveis e comprimentos naturais ℓ, são dispostas verticalmente entre o solo e o teto a 3ℓ de altura. Conforme a figura, entre tais molas são fixadas duas massas pontuais iguais. Na situação inicial de equilíbrio, retira-se a mola inferior (ligada ao solo) resultando no deslocamento da massa superior de uma distância d_1 para baixo, e da inferior, de uma distância d_2 também para baixo, alcançando-se nova posição de equilíbrio. Assinale a razão d_2/d_1.



a) 2.
b) $3/2$.
c) $5/3$.
d) $4/3$.
e) $5/4$.

5. (Ita 2017) Um sistema é constituído por uma sequência vertical de N molas ideais interligadas, de mesmo comprimento natural ℓ e constante elástica k, cada qual acoplada a uma partícula de massa m. Sendo o sistema suspenso a partir da mola 1 e estando em equilíbrio estático, pode-se afirmar que o comprimento da
a) mola 1 é igual a $\ell + (N-1)mg/k$.
b) mola 2 é igual a $\ell + Nmg/k$.
c) mola 3 é igual a $\ell + (N-2)mg/k$.
d) mola $N-1$ é igual a $\ell + mg/k$.
e) mola N é igual a ℓ.

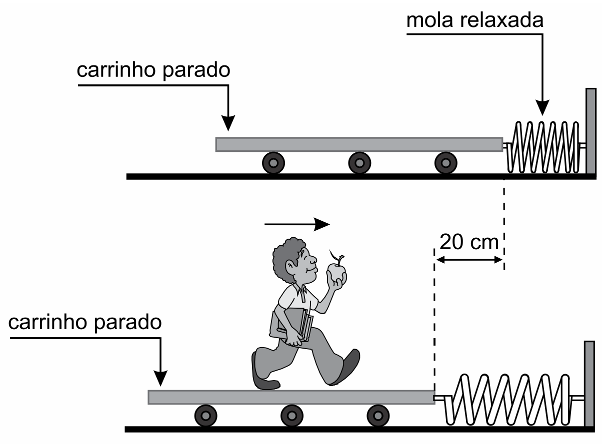
6. (Ufpr 2017) Uma mola de massa desprezível foi presa a uma estrutura por meio da corda "b". Um corpo de massa "m" igual a $2.000\ \text{g}$ está suspenso por meio das cordas "a", "c" e "d", de acordo com a figura abaixo, a qual representa a configuração do sistema após ser atingido o equilíbrio. Considerando que a constante elástica da mola é $20\ \text{N/cm}$ e a aceleração gravitacional é $10\ \text{m/s}^2$, assinale a alternativa que apresenta a deformação que a mola sofreu por ação das forças que sobre ela atuaram, em relação à situação em que nenhuma força estivesse atuando sobre ela. Considere ainda que as massas de todas as cordas e da mola são irrelevantes.



a) $0,5$ cm.
b) $1,2$ cm.
c) $2,5$ cm.
d) $3,5$ cm.
e) $5,2$ cm.

7. (Unesp 2016) Um rapaz de $50\ \text{kg}$ está inicialmente parado sobre a extremidade esquerda da plataforma plana de um carrinho em repouso, em relação ao solo plano e horizontal. A extremidade direita da plataforma do carrinho está ligada a uma parede rígida, por meio de uma mola ideal, de massa desprezível e de constante elástica $25\ \text{N/m}$, inicialmente relaxada.

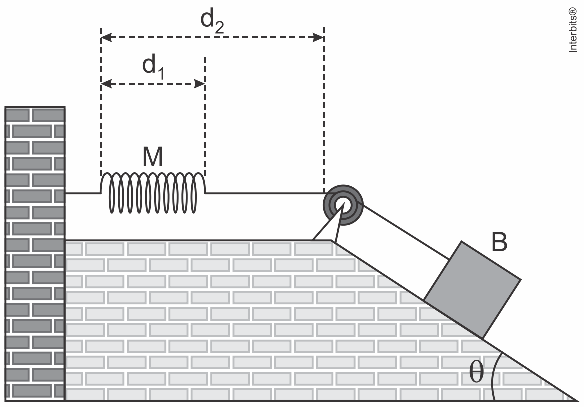
O rapaz começa a caminhar para a direita, no sentido da parede, e o carrinho move-se para a esquerda, distendendo a mola. Para manter a mola distendida de $20\ \text{cm}$ e o carrinho em repouso, sem deslizar sobre o solo, o rapaz mantém-se em movimento uniformemente acelerado.



(www.ebanataw.com.br. Adaptado.)

Considerando o referencial de energia na situação da mola relaxada, determine o valor da energia potencial elástica armazenada na mola distendida de 20 cm e o módulo da aceleração do rapaz nessa situação.

8. (G1 - ifce 2016)



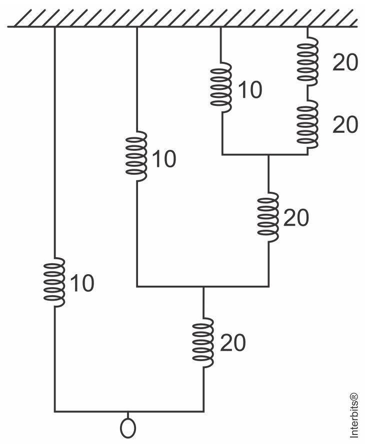
Considere a situação mostrada acima, na qual um bloco "B" é sustentado, em um plano inclinado, por meio de cabos, uma polia e uma mola "M", a qual é fixada a uma parede.

As distâncias das extremidades esquerda e direita da mola, até a polia, mostradas na figura acima, valem, respectivamente, $d_1 = 5\text{ cm}$ e $d_2 = 10\text{ cm}.$ A mola "M" tem constante elástica $K = 24\text{ N/m}.$
Nestas condições, o maior peso possível para o bloco "B", de forma que a mola "M" fique na iminência de tocar a polia é

(Despreze as forças de atrito e considere que os cabos são inextensíveis.
Considere ainda que $\text{sen}\theta = 0{,}6$ e $\cos\theta = 0{,}8$ e que a aceleração da gravidade tem o valor $g = 10\text{ m/s}^2$.)
a) $0{,}4\text{ kg}.$
b) $4\text{ kg}.$
c) $0{,}25\text{ kg}.$
d) $2{,}5\text{ kg}.$
e) $1\text{ kg}.$

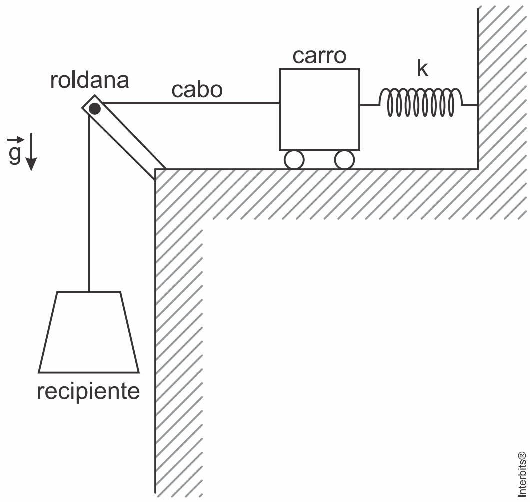
9. (Acafe 2016) Um sistema com molas é montado como na figura abaixo, onde a constante elástica de cada uma delas é, alternadamente, 10 N/m e $20\text{ N/m}.$

O valor da constante elástica equivalente do sistema, em $\text{N/m},$ é:



a) 110
b) 10
c) 30
d) 20

10. (Ime 2015)



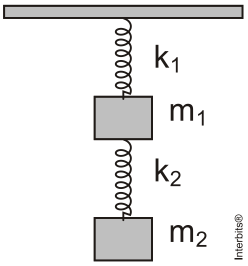
A figura acima mostra um conjunto massa-mola conectado a uma roldana por meio de um cabo. Na extremidade do cabo há um recipiente na forma de um tronco de cone de $10\text{ cm} \times 20\text{ cm} \times 30\text{ cm}$ de dimensões (diâmetro da base superior $\times$ diâmetro da base inferior $\times$ altura) e com peso desprezível. O cabo é inextensível e também tem peso desprezível. Não há atrito entre o cabo e a roldana. No estado inicial, o carro encontra-se em uma posição tal que o alongamento na mola é nulo e o cabo não se encontra tracionado. A partir de um instante, o recipiente começa a ser completado lentamente com um fluido com massa específica de 3000 kg/m^3. Sabendo que o coeficiente de rigidez da mola é 3300 N/m e a aceleração da gravidade é 10 m/s^2, o alongamento da mola no instante em que o recipiente se encontrar totalmente cheio, em cm, é igual a

a) 0,5
b) 1,5
c) 5,0
d) 10,0
e) 15,0

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:
Quando precisar use os seguintes valores para as constantes:
1 ton de TNT = $4{,}0 \cdot 10^9\text{ J}$.

Aceleração da gravidade = $g = 10 \text{ m/s}^2$.
1 atm = 10^5Pa.
Massa específica do ferro $\rho = 8000 \text{ kg/m}^3$.
Raio da Terra = $R = 6400 \text{ km}$.
Permeabilidade magnética do vácuo $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{N/A}^2$.

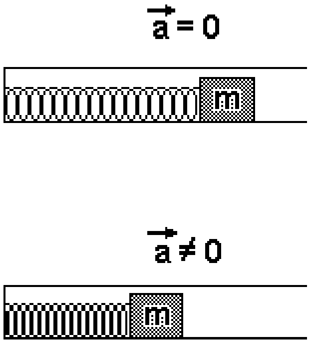
11. (Ita 2012) Um elevador sobe verticalmente com aceleração constante e igual a *a*. No seu teto está preso um conjunto de dois sistemas massa-mola acoplados em série, conforme a figura. O primeiro tem massa m_1 e constante de mola k_1, e o segundo, massa m_2 e constante de mola k_2. Ambas as molas têm o mesmo comprimento natural (sem deformação) ℓ. Na condição de equilíbrio estático relativo ao elevador, a deformação da mola de constante k_1 é *y*, e a da outra, *x*. Pode-se então afirmar que (y − x) é

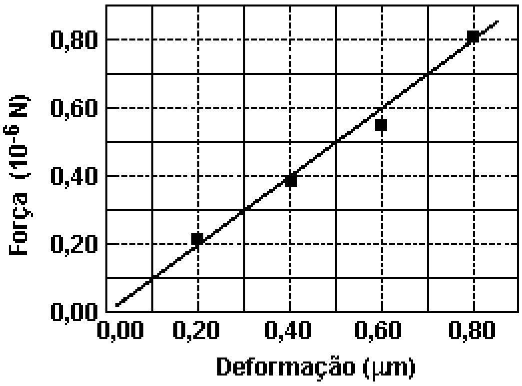


a) $[(k_2 - k_1)m_2 + k_2m_1](g - a)/k_1k_2$
b) $[(k_2 + k_1)m_2 + k_2m_1](g - a)/k_1k_2$
c) $[(k_2 - k_1)m_2 + k_2m_1](g + a)/k_1k_2$
d) $[(k_2 + k_1)m_2 + k_2m_1](g + a)/k_1k_2 - 2\ell$
e) $[(k_2 - k_1)m_2 + k_2m_1](g + a)/k_1k_2 + 2\ell$

12. (Unicamp 2007) Sensores de dimensões muito pequenas têm sido acoplados a circuitos microeletrônicos. Um exemplo é um medidor de aceleração que consiste de uma massa m presa a uma micromola de constante elástica k. Quando o conjunto é submetido a uma aceleração $\vec{a}$, a micromola se deforma, aplicando uma força $\vec{F}$ el na massa (ver diagrama a seguir). O gráfico a seguir do diagrama mostra o módulo da força aplicada versus a deformação de uma micromola utilizada num medidor de aceleração.

a) Qual é a constante elástica k da micromola?
b) Qual é a energia necessária para produzir uma compressão de 0,10 ìm na micromola?
c) O medidor de aceleração foi dimensionado de forma que essa micromola sofra uma deformação de 0,50 ìm quando a massa tem uma aceleração de módulo igual a 25 vezes o da aceleração da gravidade. Qual é o valor da massa m ligada à micromola?


$\vec{a} = 0$
m
$\vec{a} \neq 0$
m


Força (10^{-6} N)
0,00
0,20
0,40
0,60
0,80
Deformação (μm)

Gabarito:

Resposta da questão 1:
[A]

Cálculo da constante elástica da mola em função da massa e da sua deformação observada na figura 1.

$$F_e = P \Rightarrow k\,x = m\,g \therefore k = \frac{m\,g}{x}$$

Para a situação da figura 2, temos o seguinte diagrama de forças.

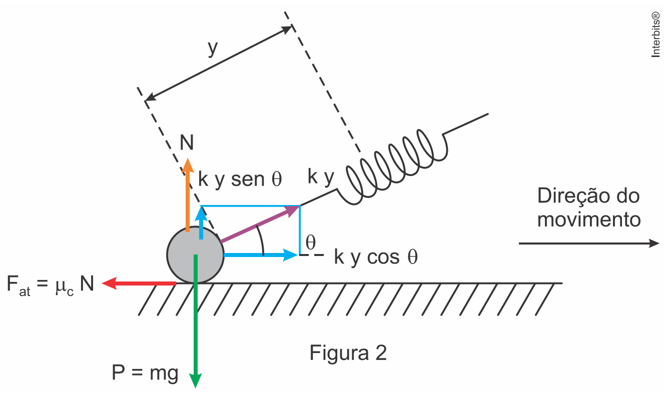


Figura 2

Para a situação de equilíbrio dinâmico as forças resultantes nas direções vertical e horizontal são nulas.

Na direção vertical:
$$N + k\,y\,\text{sen}\,\theta = m\,g$$

Substituindo o valor da constante elástica encontramos uma expressão para a força normal.

$$N + \frac{m\,g}{x}\,y\,\text{sen}\,\theta = m\,g$$

$$N = m\,g - \frac{m\,g}{x}\,y\,\text{sen}\,\theta \therefore N = m\,g\left(1 - \frac{y}{x}\,\text{sen}\,\theta\right)$$

Assim, com a força normal obtemos a força de atrito cinético:

$$F_{at} = \mu_c\,N \Rightarrow F_{at} = \mu_c\,m\,g\left(1 - \frac{y}{x}\,\text{sen}\,\theta\right)$$

Na direção horizontal, temos:
$$F_{at} = k\,y\,\cos\theta$$

Substituindo o valor da constante elástica e isolando a constante de atrito cinético, com algumas transformações, obtemos:

$$\mu_c\,\cancel{m\,g}\left(1 - \frac{y}{x}\,\text{sen}\,\theta\right) = \frac{\cancel{m\,g}}{x}\,y\,\cos\theta$$

$$\mu_c = \frac{\frac{y}{x}\cos\theta}{1 - \frac{y}{x}\,\text{sen}\,\theta} = \frac{\frac{y}{x}\cos\theta}{\frac{x - y\,\text{sen}\,\theta}{x}} = \frac{y\,\cos\theta}{x - y\,\text{sen}\,\theta}$$

$$\therefore \mu_c = \frac{\cos\theta}{\frac{x}{y} - \text{sen}\,\theta}$$

Resposta da questão 2:
[B]

$$m_C\, g - m_A\, g = (m_A + m_B + m_C)a \;\Rightarrow\; a = \frac{50-20}{10} \;\Rightarrow\; \underline{a = 3\,m/s^2.}$$

Aplicando o princípio fundamental no corpo C:

$$m_C\, g - k\,x = m_C a \;\Rightarrow\; x = \frac{m_C g - m_C a}{k} \;\Rightarrow\; \frac{5\cdot 10 - 5\cdot 3}{3{,}5\cdot 10^3} \;\Rightarrow\; x = 0{,}01\,m \;\Rightarrow\; \boxed{x = 1\,cm.}$$

Resposta da questão 3:
[C]

Para calcular a energia elástica do arco, necessitamos da sua constante elástica k determinada pela Lei de Hooke:
$F_e = k \cdot x$

Onde:
$F_e =$ Força elástica em newtons;
$k =$ Constante elástica do arco;
$x =$ Deslocamento do arco em metros.

$$F_e = k \cdot x \Rightarrow 200 = k \cdot 0{,}5 \Rightarrow k = \frac{200}{0{,}5} \therefore k = 400\ N/m$$

Assim, com a Conservação da energia, igualamos a energia elástica E_e à energia cinética E_c para obter a velocidade máxima disparada pelo arco.

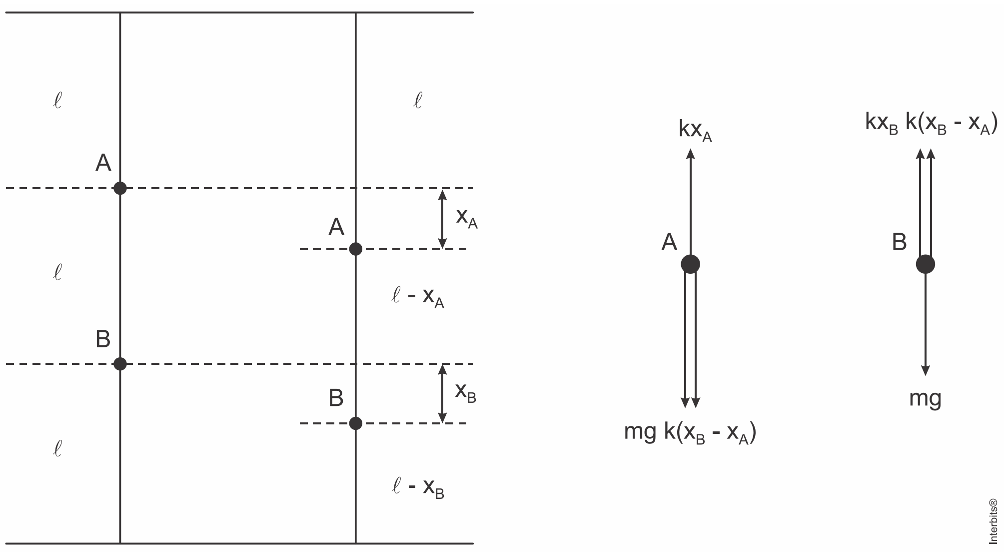
$$E_c = E_e \Rightarrow \frac{m \cdot v^2}{2} = \frac{k \cdot x^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{k \cdot x^2}{m}} \therefore v = x \cdot \sqrt{\frac{k}{m}}$$

Substituindo os valores dados e usando a massa da flecha em quilogramas, temos:

$$v = x \cdot \sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow v = 0{,}5 \cdot \sqrt{\frac{400}{0{,}040}} \therefore v = 50\ m/s$$

Resposta da questão 4:
[A]

Primeiro equilíbrio:



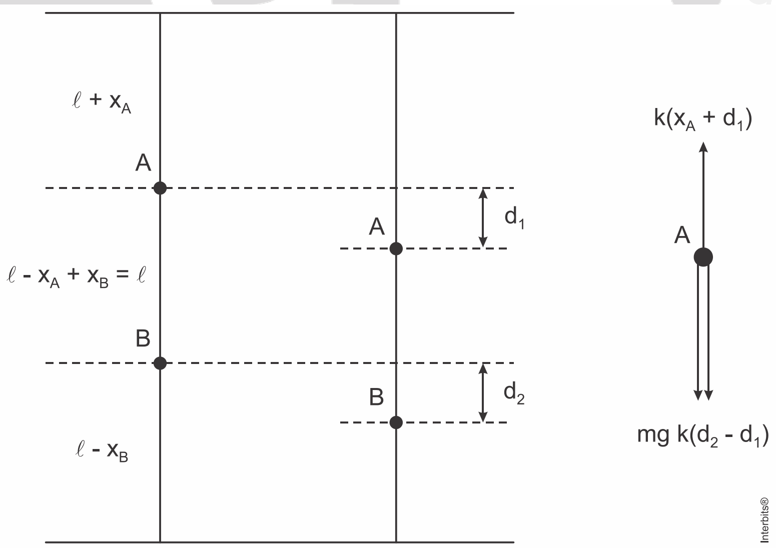
$$\begin{cases} mg + k(x_B - x_A) = kx_A \\ mg = kx_B + k(x_B - x_A) \end{cases} \Rightarrow kx_A - k(x_B - x_A) = kx_B + k(x_B - x_A) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow k(2x_A - x_B) = k(2x_B - x_A) \Rightarrow x_A = x_B$$

Substituindo este resultado na 1ª equação:

$$mg + k(x_A - x_A) = kx_A \Rightarrow x_A = \frac{mg}{k}$$

Segundo equilíbrio:



$$mg + k(d_2 - d_1) = k(x_A + d_1) \Rightarrow mg = k(x_A + d_1 - d_2 + d_1) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{mg}{k} = x_A + 2d_1 - d_2 \Rightarrow x_A = x_A + 2d_1 - d_2 \Rightarrow 2d_1 = d_2$$

$$\therefore \frac{d_2}{d_1} = 2$$

Resposta da questão 5:
[C]

A mola N está submetida ao peso de uma partícula de massa m, de modo que, no equilíbrio estático da partícula tem-se:

$$k\Delta x_N = mg \Rightarrow \Delta x_N = \frac{mg}{k} \quad (1)$$

A mola $N-1$, imediatamente superior à mola N, está submetida ao peso de duas partículas de massa m, de modo que:

$$\Delta x_{N-1} = \frac{(2m)g}{k} \quad (2)$$

De forma recorrente, pode-se concluir que para a i-ésima mola, sua distensão será:

$$\Delta x_i = [N-(i-1)]\frac{mg}{k} \quad (3)$$

O comprimento total da mola i será, então:

$$\ell_i = \ell + \Delta x_i = \ell + [N-(i-1)]\frac{mg}{k} \quad (4)$$

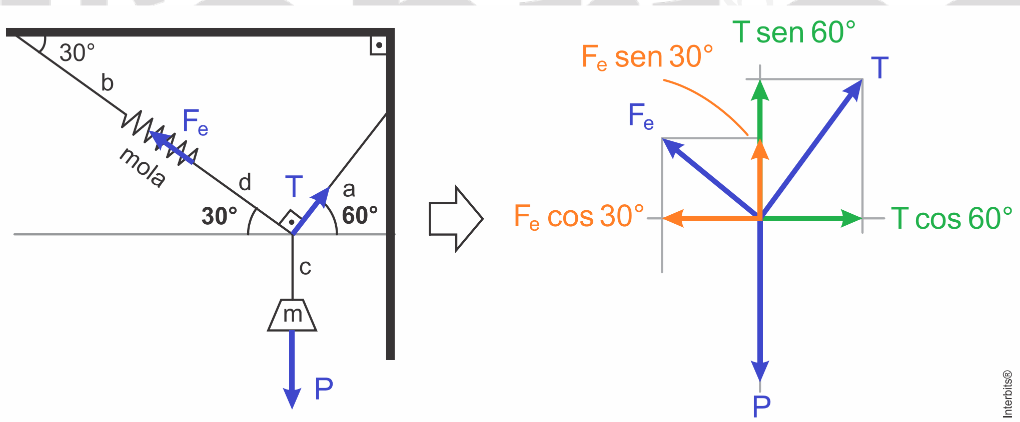
sendo ℓ o comprimento natural da mola.

Da equação (4), conclui-se que apenas o item [C] está correto, pois:

$$\ell_3 = \ell + [N-(3-1)]\frac{mg}{k} = \ell + (N-2)\frac{mg}{k}$$

Resposta da questão 6:
[A]

Conforme o diagrama de forças simplificadas abaixo, podemos calcular o equilíbrio estático do corpo, decompondo as forças inclinadas nos eixos horizontal e vertical utilizando conceitos de trigonometria:



Temos, então:

No eixo horizontal:
$F_e \cdot \cos 30° = T \cdot \cos 60°$

Isolando T, substituindo os valores de seno e cosseno e usando a Lei de Hoocke para o módulo da força elástica: $F_e = k \cdot x$

$$T = \frac{F_e \cdot \cos 30°}{\cos 60°} \Rightarrow T = \frac{k \cdot x \cdot \frac{\sqrt{3}}{\cancel{2}}}{\frac{1}{\cancel{2}}} \therefore T = \sqrt{3} \cdot k \cdot x \quad (1)$$

O equilíbrio na vertical fica:
$F_e \cdot \text{sen}30° + T \cdot \text{sen}60° = P$

Substituindo os valores de seno e cosseno, usando o valor da tração em (1) juntamente com a Lei de Hoocke, fica:

$$k \cdot x \cdot \frac{1}{2} + \sqrt{3} \cdot k \cdot x \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = m \cdot g$$

Isolando a deformação da mola, temos:

$$x \cdot \left(\frac{k}{2} + \frac{3k}{2}\right) = m \cdot g \Rightarrow x = \frac{m \cdot g}{2k} \Rightarrow x = \frac{2\,\text{kg} \cdot 10\,\text{m/s}^2}{2 \cdot 20\,\text{N/cm}} \therefore x = 0{,}5\,\text{cm}$$

Resposta da questão 7:
Dados: $m = 50\,\text{kg};\ k = 25\,\text{N/m};\ x = 20\,\text{cm} = 2 \times 10^{-1}\,\text{m}.$

Energia potencial elástica (E_P)

$$E_P = \frac{k\,x^2}{2} = \frac{25\left(2 \times 10^{-1}\right)^2}{2} = \frac{25 \times 4 \times 10^{-2}}{2} \quad \Rightarrow \quad \boxed{E_P = 0{,}5\,\text{J.}}$$

Aceleração (a)
A intensidade da força elástica que a mola exerce no carrinho é dada pela lei de Hooke.

$$F_{el} = k\,x = 25 \times 2 \times 10^{-1} \quad \Rightarrow \quad F_{el} = 5\,\text{N.}$$

Como o carrinho está em repouso, a força elástica exercida pela mola para a direita tem a mesma intensidade da força aplicada pelos pés do rapaz para a esquerda.
Assim:

$$F_{rap} = F_{el} = 5\,\text{N.}$$

Pelo Princípio da Ação-Reação, o rapaz recebe do carrinho uma força de mesma intensidade para a direita, possibilitando que ele acelere.
Pelo Princípio Fundamental da Dinâmica

$$F_{rap} = m\,a \quad \Rightarrow \quad 5 = 50\,a \quad \Rightarrow \quad \boxed{a = 0{,}1\,\text{m/s}^2.}$$

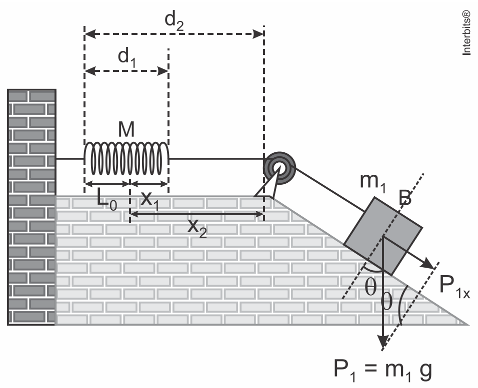
Resposta da questão 8:
ANULADA

Gabarito Oficial: [A]
Gabarito SuperPro®: Anulada.

Observação: Faltam dados para a resolução.

Sejam:
L_0 : o comprimento natural da mola;
x_1 : a deformação provocada na mola pela componente tangencial do peso da massa m na situação mostrada na figura do enunciado;
F_1 : a intensidade da força elástica na situação anterior;

x_2 : a deformação provocada na mola pela componente tangencial do peso da massa M na situação em que a extremidade direita da mola encosta na polia;
F_2 : a intensidade da força elástica nessa nova situação.



Na figura vê-se que:

$$\left\{\begin{matrix} L_0 + x_2 = d_2 \Rightarrow x_2 = d_2 - L_0 \\ L_0 + x_1 = d_2 \Rightarrow x_1 = d_1 - L_0 \end{matrix}\right\rangle \Rightarrow (x_2 - x_1) = (d_2 - d_1) = 10 - 5 = 5\,\text{cm} = 0{,}05\,\text{m}.$$

Equacionando as duas situações de equilíbrio:

$$\left\{\begin{matrix} F_1 = P_{1x} \Rightarrow k\,x_1 = m_1 g\,\text{sen}\theta \ \ (I) \\ F_2 = P_{2x} \Rightarrow k\,x_2 = m_2 g\,\text{sen}\theta \ (II) \end{matrix}\right\rangle$$

$$(II) - (I) \Rightarrow k(x_2 - x_1) = (m_2 - m_1) g\,\text{sen}\theta \Rightarrow k(x_2 - x_1) = m_2 g\,\text{sen}\theta \Rightarrow$$

$$24(0{,}05) = (m_2 - m_1) \cdot 10 \cdot 0{,}6 \Rightarrow m_2 - m_1 = \frac{1{,}2}{6} \Rightarrow \boxed{m_2 - m_1 = 0{,}2\,\text{kg.}}$$

Como não foi dada a massa (m_1) na situação inicial do enunciado, não é possível determinar a massa máxima (m_2) do corpo B para que a mola fique na iminência de tocar a polia.

Resposta da questão 9:
[D]

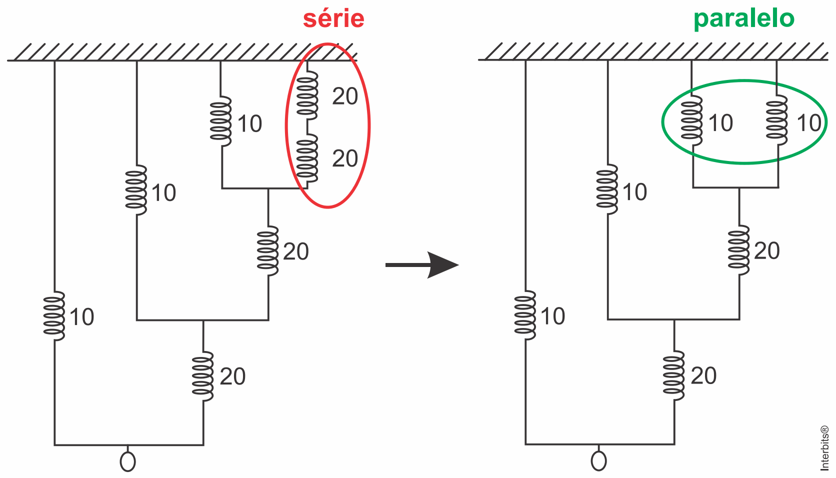
Para associação de molas em série, a constante elástica equivalente k_e é calculada com a expressão:

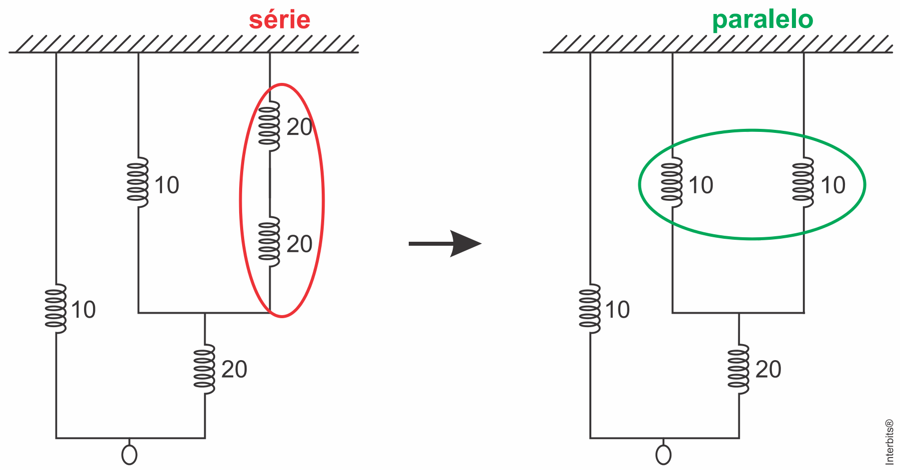
$$\frac{1}{k_e} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}$$

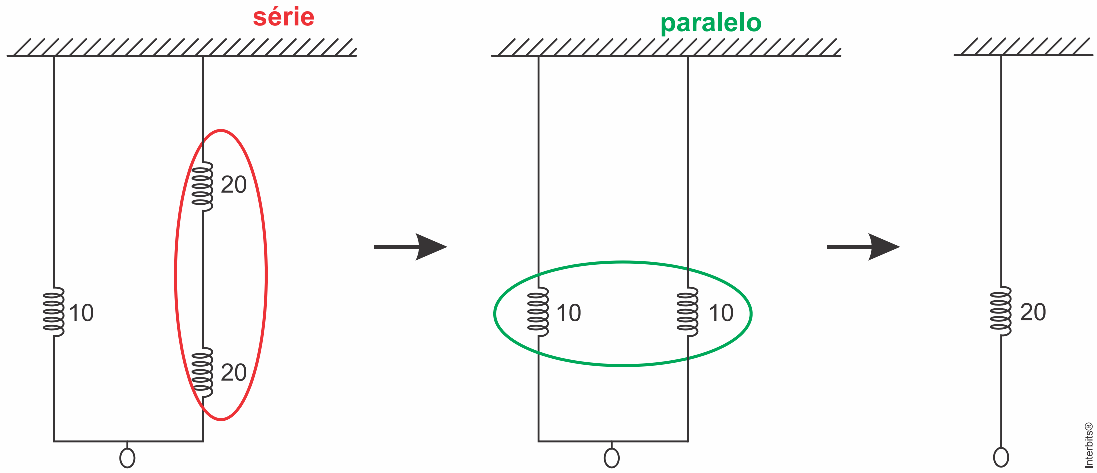
E para associação de molas em paralelo, a constante elástica equivalente k_e é dada por:

$$k_e = k_1 + k_2$$

Então, simplificando a associação passo a passo de acordo com o esquema abaixo:







Portanto, a constante elástica equivalente k_e é de $20\ N/m$.

Resposta da questão 10:
[C]

Dados: $R = 20$ cm; $r = 5$ cm; $h = 30$ cm; $d = 3.000\ kg/m^3$; $k = 3.300\ N/m$; $g = 10\ m/s^2$.

Volume do tronco de cone:

$$V = \frac{\pi\,h}{3}\left(R^2 + R\,r + r^2\right) = \frac{30\,\pi}{3}\left(10^2 + 10 \cdot 5 + 5^2\right) = 1750\ \pi\ \text{cm}^3 \ \Rightarrow$$

$$V = 1{,}75\ \pi \times 10^{-3}\,\text{m}^3.$$

Peso de líquido no recipiente cheio:

$$P = mg = d\,V\,g = 3 \times 10^3 \times 1{,}75\pi \times 10^{-3} \times 10 \ \Rightarrow \ P = 52{,}5\pi\ \text{N}.$$

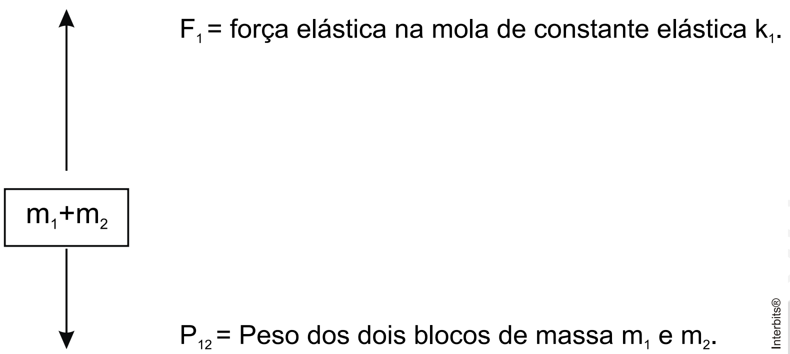
No equilíbrio, a força elástica e o peso têm mesma intensidade:

$$F_{el} = P \ \Rightarrow \ k\,x = P \ \Rightarrow \ x = \frac{P}{k} = \frac{52{,}5\,\pi}{3.300} = 0{,}05\ \text{m} \ \Rightarrow$$

$$\boxed{x = 5\ \text{cm}.}$$

Resposta da questão 11:
[C]

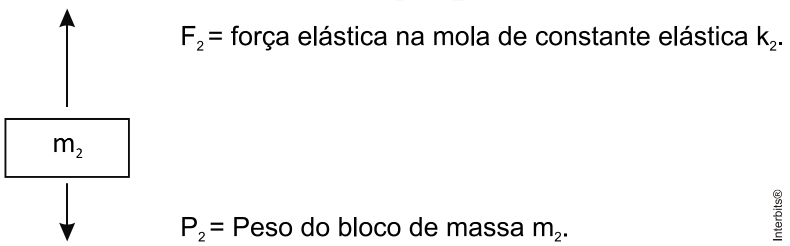
Começaremos analisando a elongação da mola 1, ou seja, a mola de constante k_1. Neste caso, podemos analisar a elongação (y) considerando os dois blocos como um único de massa m_1+m_2.



Assim sendo:

$$k_1 \cdot y - (m_1 + m_2) \cdot g = (m_1 + m_2) \cdot a$$
$$k_1 \cdot y = (m_1 + m_2) \cdot (a + g)$$
$$y = \frac{(m_1 + m_2) \cdot (a + g)}{k_1}$$

Analisando o bloco de massa m_2, temos:



$$k_2 \cdot x - m_2 \cdot g = m_2 \cdot a$$
$$k_2 \cdot x = m_2 \cdot (a + g)$$
$$x = \frac{m_2 \cdot (a + g)}{k_2}$$

Executando a operação y – x, temos:

$$y - x = \frac{(m_1 + m_2) \cdot (a + g)}{k_1} - \frac{m_2 \cdot (a + g)}{k_2}$$
$$y - x = \frac{k_2 \cdot (m_1 + m_2) \cdot (a + g) - k_1 \cdot m_2 \cdot (a + g)}{k_1 \cdot k_2}$$
$$y - x = \frac{(k_2 \cdot m_1 + k_2 \cdot m_2 - k_1 \cdot m_2) \cdot (a + g)}{k_1 \cdot k_2}$$
$$\therefore \boxed{y - x = \frac{[(k_2 - k_1) \cdot m_2 + k_2 \cdot m_1] \cdot (a + g)}{k_1 \cdot k_2}}$$

Resposta da questão 12:

a) LEI DE HOOKE

$$F = k.x \rightarrow 0{,}8 = k \times 0{,}8 \rightarrow k = 1{,}0 \mu N / \mu m = 1{,}0 N/m$$

b) ENERGIA POTENCIAL ELÁSTICA

$$E_{PE} = \frac{1}{2} . k . x^2 = \frac{1}{2} \times 1{,}0 \times \left(0{,}1x10^{-6}\right)^2 = 5{,}0 \times 10^{-15} J$$

c) SEGUNDA LEI DE NEWTON

$$F_R = ma = kx \rightarrow mx25 \times 10 = 1{,}0 \times 0{,}5 \times 10^{-6} \rightarrow m = 2{,}0 \times 10^{-9} kg = 2{,}0 ng$$