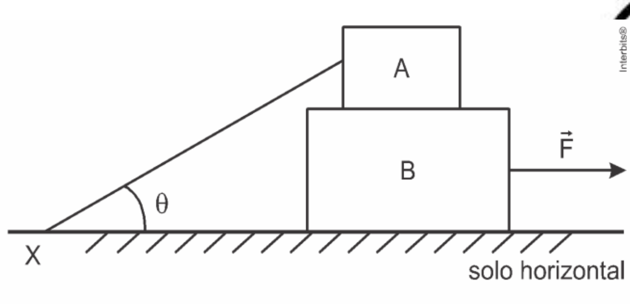
1. (Unicamp 2018) The modern $F = ma$ form of Newton's second law occurs nowhere in any edition of the *Principia* even though he had seen his second law formulated in this way in print during the interval between the second and third editions in Jacob Hermann's *Phoronomia* of 1716. Instead, it has the following formulation in all three editions: *A change in* _____1_____ *is proportional to the motive* _____2_____ *impressed and takes place along the* _____3_____ *line in which that force is* _____4_____. In the body of the *Principia* this law is applied both to _____5_____ cases, in which an instantaneous impulse such as from impact is effecting the change in motion, and to cases of _____6_____ action, such as the change in motion in the continuous deceleration of a body moving in a resisting medium. Newton thus appears to have intended his second law to be neutral between discrete forces (that is, what we now call impulses) and continuous forces.

(Adaptado de George Smith, "Newton's Philosophiae Naturalis Principia Mathematica", em Edward N. Zalta (ed.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Winter 2008 Edition). Disponível em https://plato.stanford.edu/archives/win2008/entries/newton-principia/. Acessado em 24/10/2017.)

Assinale a alternativa que apresenta a sequência adequada de palavras que preenchem as lacunas do texto acima, para que os conceitos utilizados estejam corretos.

a) Motion, force, straight, impressed, discrete, continuous.
b) Force, motion, impressed, straight, discrete, continuous.
c) Motion, force, impressed, straight, continuous, discrete.
d) Force, motion, straight, impressed, continuous, discrete.

2. (Espcex (Aman) 2021) Um bloco homogêneo A de peso 6 N está sobre o bloco homogêneo B de peso 20 N ambos em repouso. O bloco B está na iminência de movimento.
O bloco A está ligado por um fio ideal tracionado ao solo no ponto $X,$ fazendo um ângulo θ com a horizontal enquanto que o bloco B está sendo solicitado por uma força horizontal $\vec{F},$ conforme o desenho abaixo.



Desenho Ilustrativo - Fora de Escala

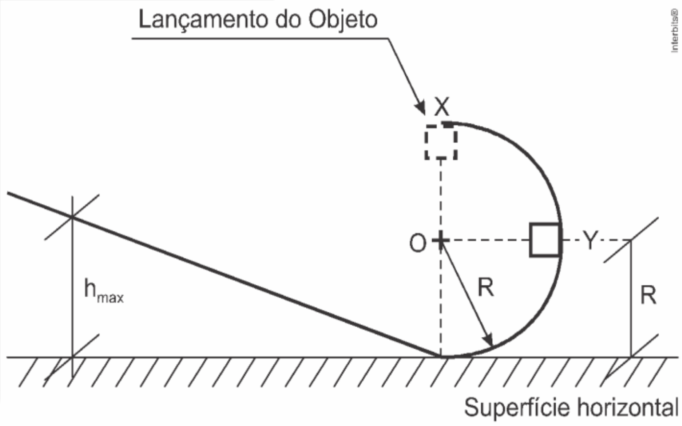
Os coeficientes de atrito estático entre o bloco A e o bloco B é $0{,}3$ e do bloco B e o solo é $0{,}2.$

A intensidade da força horizontal $|\vec{F}|$ aplicada ao bloco B nas condições abaixo, capaz de tornar iminente o movimento é:

Dados:
$\cos\theta = 0{,}6$
$\text{sen}\,\theta = 0{,}8$

a) $2{,}0\text{ N}$
b) $9{,}0\text{ N}$
c) $15{,}0\text{ N}$
d) $18{,}0\text{ N}$
e) $20{,}0\text{ N}$

3. (Espcex (Aman) 2021) O desenho abaixo mostra um semicírculo associado a uma rampa, em que um objeto puntiforme de massa $m,$ é lançado do ponto X e que inicialmente descreve uma trajetória circular de raio R e centro em $O.$



Desenho Ilustrativo-Fora de Escala

Se o módulo da força resultante quando o objeto passa em Y é $\sqrt{5}\,mg,$ sendo a distância de Y até a superfície horizontal igual ao valor do raio $R,$ então a altura máxima (h_{max}) que ele atinge na rampa é:

DADOS:
- Despreze as forças dissipativas.
- Considere g a aceleração da gravidade.

a) $2R$
b) $R\sqrt{2}$
c) $5R$
d) $3R$
e) $R\sqrt{3}$

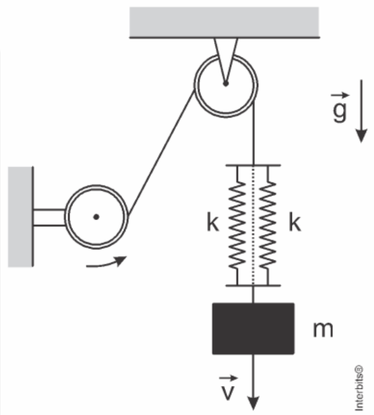
4. (Efomm 2020) Um bloco de massa m é colocado sobre um disco que começa girar a partir do repouso em torno de seu centro geométrico com aceleração angular constante igual a $\alpha.$ Se o bloco está a uma distância d do centro, e o coeficiente de atrito estático entre o objeto e a superfície vale $\mu,$ considerando a aceleração da gravidade igual a $g,$ quanto tempo levará até que o bloco comece a deslizar sobre o disco?

a) $\dfrac{\mu g}{\alpha^2 d}$
b) $\sqrt{\dfrac{\mu g}{\alpha^2 d}}$
c) $\sqrt{\dfrac{\mu g}{\alpha d}}$
d) $\left[\left(\dfrac{\mu g}{\alpha^2 d}\right)^2 - \dfrac{1}{\alpha^2}\right]^{1/4}$
e) $\left[\dfrac{1}{\alpha^2} + \left(\dfrac{\mu g}{\alpha^2 d}\right)^2\right]^{1/4}$

5. (Esc. Naval 2020) Laura está brincando em um escorregador que faz um ângulo de inclinação de 30° com a horizontal. Partindo do repouso no topo do brinquedo, ela escorrega até a base desse escorregador. Sua amiga Ana Clara sugere que será bem mais divertido se elas descerem juntas sobre um tapete. Ao fazerem isso, elas chegam à base do escorregador, partindo do repouso no topo, com o dobro da velocidade com que Laura chegou quando desceu sozinha. Considerando que não existe atrito entre o tapete e a superfície do escorregador, determine o coeficiente de atrito entre Laura e a superfície do escorregador e marque a opção correta.

a) $\dfrac{\sqrt{3}}{6}$
b) $\dfrac{\sqrt{3}}{4}$
c) $0{,}5$
d) $\dfrac{\sqrt{3}}{2}$
e) $\sqrt{3}$

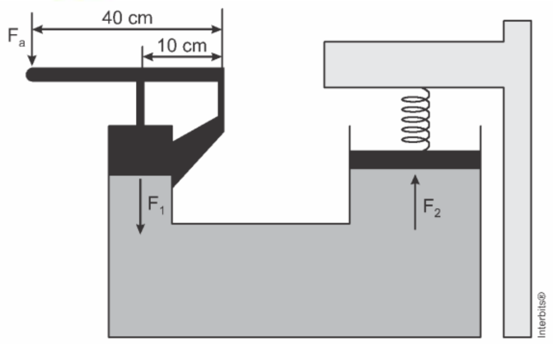
6. (Ita 2020) Um bloco de massa m sustentado por um par de molas idênticas, paralelas e de constante elástica $k,$ desce verticalmente com velocidade constante e de módulo v controlada por um motor, conforme ilustra a figura.



Se o motor travar repentinamente, ocorrerá uma força detração máxima no cabo com módulo igual a

a) $mg + \sqrt{(mg)^2 + 2kmv^2}.$
b) $mg + \sqrt{(mg)^2 + kmv^2}.$
c) $mg + \sqrt{2kmv^2}.$
d) $mg + \sqrt{4kmv^2}.$
e) $mg + \sqrt{kmv^2}.$

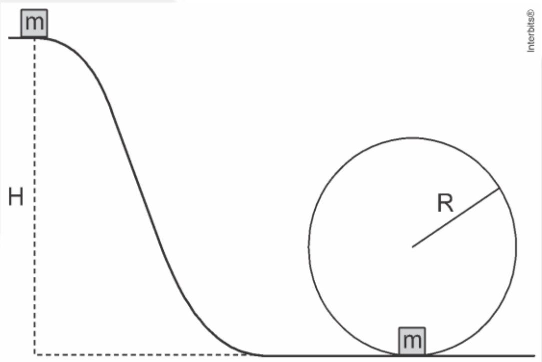
7. (Esc. Naval 2020) A figura abaixo mostra o esquema de uma prensa hidráulica.



Uma bomba manual é utilizada para gerar uma força de intensidade $F_1,$ que é aplicada ao pistão menor, com diâmetro $2\text{ cm},$ quando aplicada uma força F_a na extremidade da alavanca dessa bomba, cujas dimensões estão expressas na figura acima. Uma mola, com constante de mola $1{,}5\times 10^4\text{ N/m},$ está presa a uma viga, fixa e rígida, e ao pistão maior, com diâmetro $20\text{ cm}.$ Desprezando o peso dos pistões, qual deve ser o valor da força aplicada F_a na alavanca para que a mola sofra uma compressão de $20\text{ cm}?$

a) $7{,}5\text{ N}$
b) 15 N
c) 30 N
d) 300 N
e) 750 N

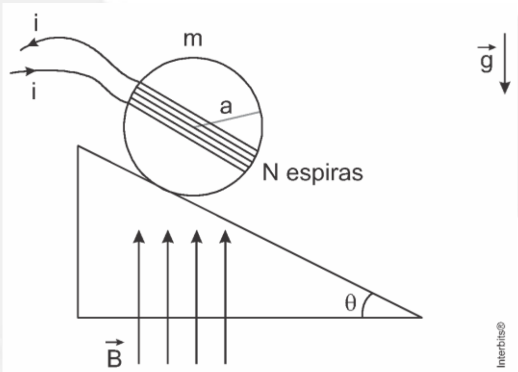
8. (Esc. Naval 2020) Um bloco 1 de massa m é liberado do repouso de uma altura H sobre um trilho que tem um trecho o qual descreve uma circunferęncia de raio R (conforme apresentado na figura abaixo).



Na base do trilho existe um bloco 2, idęntico ao bloco 1 e em repouso. De que altura mínima o bloco 1 deve ser abandonado para que, após ocorrer uma colisão totalmente inelástica com o bloco 2, eles consigam percorrer toda extensão da circunferęncia sem se desprenderem dos trilhos? Considere que não há forças dissipativas atuando no sistema. Considere os blocos com dimensões desprezíveis.

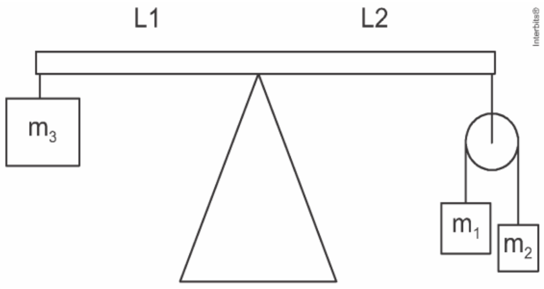
a) $3R$
b) $6R$
c) $8R$
d) $10R$
e) $15R$

9. (Ita 2020) Ao redor de um cilindro de massa $m,$ raio a e comprimento $b,$ são enroladas simétrica e longitudinalmente N espiras. Estas são dispostas paralelamente a um plano inclinado onde se encontra um cilindro, que não desliza devido ao atrito com a superfície do plano. Considerando a existência de um campo magnético uniforme e vertical $\vec{B}$ na região, assinale a intensidade da corrente i que deve circular nas espiras para que o conjunto permaneça em repouso na posição indicada pela figura.



a) $\dfrac{mg}{2bB}.$
b) $\dfrac{Nmg}{2aB}.$
c) $\dfrac{Nmg}{bB}.$
d) $\dfrac{mg}{2aBN}.$
e) $\dfrac{mg}{2bBN}.$

10. (Efomm 2020) A figura abaixo mostra uma barra de massa desprezível apoiada sobre o vértice do triângulo. $L1$ e $L2$ são as distâncias das extremidades esquerda e direita da barra até seu centro. Os blocos de massas m_1 e m_2 estão ligados por um fio inextensível de massa desprezível suspenso por uma roldana, também com massa desprezível.



Para que a barra permaneça equilibrada, é necessário que a massa m_3 seja igual a

a) $\dfrac{4m_1 m_2}{m_1 + m_2}\dfrac{L2}{L1}$

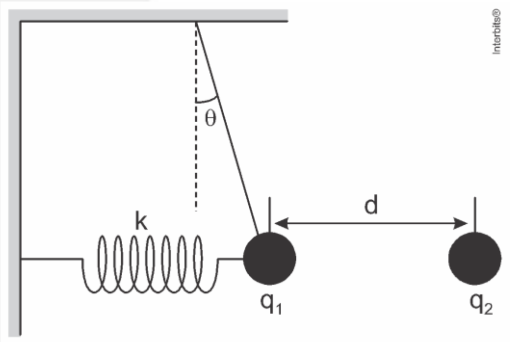
b) $\dfrac{2m_1 m_2}{m_1 + m_2}\dfrac{L2}{L1}$

c) $(m_1 + m_2)\dfrac{L2}{L1}$

d) $\dfrac{4m_1 m_2}{m_1 - m_2}\dfrac{L2}{L1}$

e) $\dfrac{4m_1 m_2}{m_1 - m_2}\dfrac{L1}{L2}$

11. (Esc. Naval 2020) Na figura abaixo é apresenta uma carga $q_1 = q$ e massa M pendurada por um fio, inextensível e de massa desprezível, e presa a uma mola de constante elástica K_M ambos de material isolante.



A uma distancia $d,$ existe uma carga $q_2 = q$ que está fixa. O sistema se encontra em equilíbrio com o fio formando um ângulo θ com a vertical e a mola na direção horizontal. Nessas condições, quanto vale a elongação Δx da mola (considere a aceleração da gravidade como g e a constante de Coulomb como k)?

a) $\dfrac{\dfrac{kq^2}{d^2} - \dfrac{Mg}{tg\theta}}{K_M}$

b) $\dfrac{\dfrac{kq^2}{d^2} - Mg\,tg\theta}{K_M}$

c) $\dfrac{\dfrac{kq^2}{d^2} + Mg\,tg\theta}{K_M}$

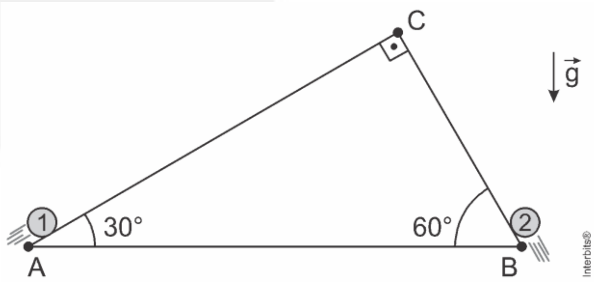
d) $\dfrac{\dfrac{kq^2}{d^2} + \dfrac{Mg}{tg\theta}}{K_M}$

e) $\dfrac{\left(\dfrac{kq^2}{d^2} - Mg\right)tg\theta}{K_M}$

TEXTO PARA AS PRÓXIMAS 5 QUESTÕES:
Na(s) questão(ões) a seguir, quando necessário, use:

- densidade da água: $d = 1 \cdot 10^3\ km/m^3$
- aceleração da gravidade: $g = 10\ m/s^2$
- $\cos 30° = \text{sen } 60° = \dfrac{\sqrt{3}}{2}$
- $\cos 60° = \text{sen } 30° = \dfrac{1}{2}$
- $\cos 45° = \text{sen } 45° = \dfrac{\sqrt{2}}{2}$

12. (Epcar (Afa) 2020) Em um local onde a aceleração da gravidade é $g,$ as partículas idênticas, 1 e $2,$ são lançadas simultaneamente, e sobem sem atrito ao longo dos planos inclinados AC e $BC,$ respectivamente, conforme figura a seguir.

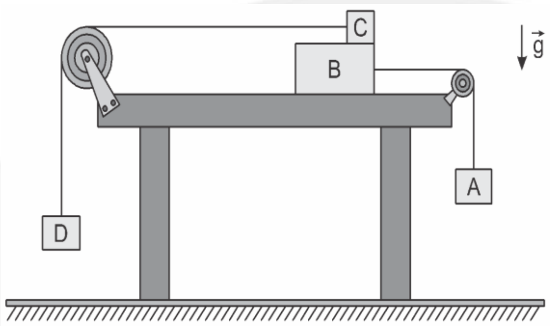


A partícula 2 é lançada do ponto B com velocidade v_0 e gasta um tempo t para chegar ao ponto $C.$

Considerando que as partículas 1 e 2 colidem no vértice $C,$ então a velocidade de lançamento da partícula 1 vale

a) $\sqrt{3} \cdot v_0 - 5t$
b) $\sqrt{3} \cdot v_0 - t$
c) $2 \cdot v_0 + t$
d) $v_0 - 5t$

13. (Epcar (Afa) 2020) A figura a seguir, em que as polias e os fios são ideais, ilustra uma montagem realizada num local onde a aceleração da gravidade é constante e igual a $g,$ a resistência do ar e as dimensões dos blocos A, B, C e D são desprezíveis.

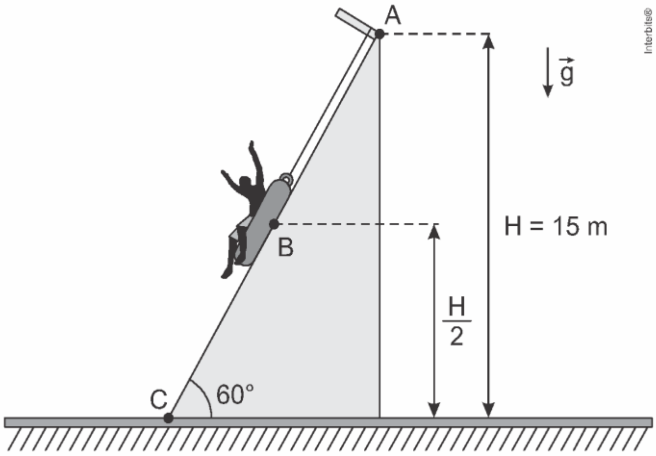


O bloco B desliza com atrito sobre a superfície de uma mesa plana e horizontal, e o bloco A desce verticalmente com aceleração constante de módulo a. O bloco C desliza com atrito sobre o bloco $B,$ e o bloco D desce verticalmente com aceleração constante de módulo $2a.$

As massas dos blocos A, B e D são iguais, e a massa do bloco C é o triplo da massa do bloco $A.$ Nessas condições, o coeficiente de atrito cinético, que é o mesmo para todas as superfícies em contato, pode ser expresso pela razão

a) $\frac{a}{g}$
b) $\frac{g}{a}$
c) $\frac{2g}{3a}$
d) $\frac{3a}{2g}$

14. (Epcar (Afa) 2020) Certo brinquedo de um parque aquático é esquematizado pela figura a seguir, onde um homem e uma boia, sobre a qual se assenta, formam um sistema, tratado como partícula.



Essa "partícula" inicia seu movimento do repouso, no ponto $A,$ situado a uma altura $H = 15\text{ m},$ escorregando ao longo do toboágua que está inclinado de $60°$ em relação ao solo, plano e horizontal. Considere a aceleração da gravidade constante e igual a g e despreze as resistências do ar, do toboágua e os efeitos hidrodinâmicos sobre a partícula. Para freá-la, fazendo-a chegar ao ponto C com velocidade nula, um elástico inicialmente não deformado, que se comporta como uma mola ideal, foi acoplado ligando essa partícula ao topo do toboágua.

Nessa circunstância, a deformação máxima sofrida pelo elástico foi de $10\sqrt{2}\text{ m}.$

Na descida, ao passar pelo ponto $B,$ que se encontra a uma altura $\frac{H}{2},$ a partícula atinge sua velocidade máxima, que, em $\text{m/s},$ vale

a) $6{,}0$
b) $8{,}5$
c) 10
d) 12

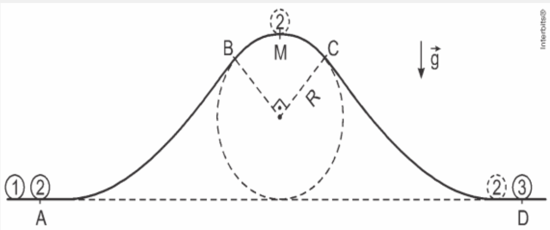
15. (Epcar (Afa) 2020) A partícula 1, no ponto $A,$ sofre uma colisão perfeitamente

elástica e faz com que a partícula 2, inicialmente em repouso, percorra, sobre uma superfície, a trajetória $ABMCD,$ conforme figura a seguir.

O trecho BMC é um arco de $90°$ de uma circunferência de raio $R = 1{,}0 \text{ m}.$

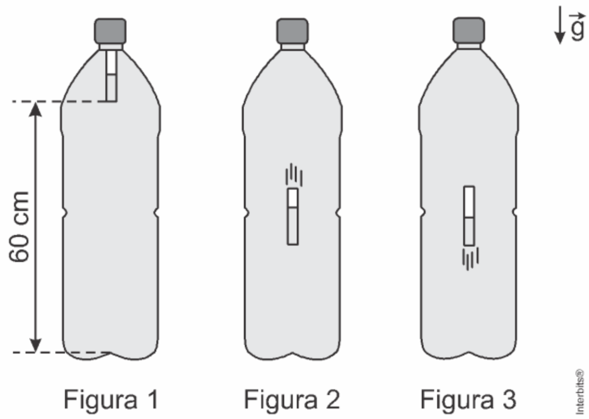
Ao passar sobre o ponto $M,$ a partícula 2 está na iminência de perder o contato com a superfície. A energia mecânica perdida, devido ao atrito, pela partícula 2 ao longo do trecho ABM é exatamente igual à que ela perde no trecho $MCD.$ No ponto $D,$ a partícula 2 sofre outra colisão, perfeitamente elástica, com a partícula 3, que está em repouso. As partículas 1 e 3 possuem mesma massa, sendo a massa de cada uma delas o dobro da massa da partícula 2.

A velocidade da partícula 1, imediatamente antes da colisão no ponto $A,$ era de $6{,}0 \text{ m/s}.$ A aceleração da gravidade é constante e igual a $g.$ Desprezando a resistência do ar, a velocidade da partícula 3, imediatamente após a colisão no ponto $D,$ em $\text{m/s},$ será igual a



a) $3{,}0$
b) $4{,}0$
c) $5{,}0$
d) $6{,}0$

16. (Epcar (Afa) 2020) Um pequeno tubo de ensaio, de massa $50 \text{ g},$ no formato de cilindro, é usado como ludião – uma espécie de submarino miniatura, que sobe e desce, verticalmente, dentro de uma garrafa cheia de água. A figura 1, a seguir, ilustra uma montagem, onde o tubo, preenchido parcialmente de água, é mergulhado numa garrafa pet, completamente cheia de água. O tubo fica com sua extremidade aberta voltada para baixo e uma bolha de ar, de massa desprezível, é aprisionada dentro do tubo, formando com ele o sistema chamado ludião. A garrafa é hermeticamente fechada e o ludião tem sua extremidade superior fechada e encostada na tampa da garrafa.



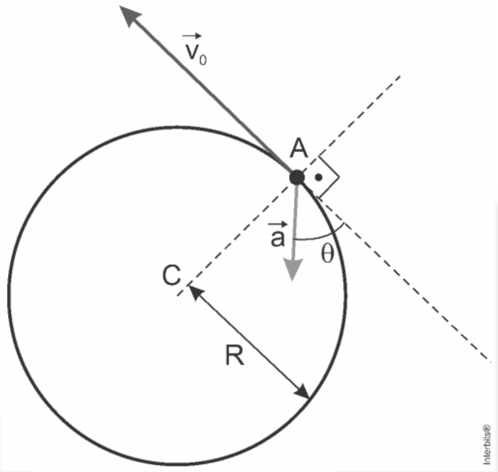
Uma pessoa, ao aplicar, com a mão, uma pressão constante sobre a garrafa faz com que entre um pouco mais de água no ludião, comprimindo a bolha de ar. Nessa condição, o ludião desce, conforme figura 2, a partir do repouso, com aceleração constante, percorrendo 60 cm, até chegar ao fundo da garrafa, em $1{,}0 \text{ s}.$ Após chegar ao fundo, estando o ludião em repouso, a pessoa deixa de pressionar a garrafa. A bolha expande e o ludião sobe, conforme figura 3, percorrendo os 60 cm em $0{,}5 \text{ s}.$

Despreze o atrito viscoso sobre o ludião e considere que, ao longo da descida e da subida, o volume da bolha permaneça constante e igual a V_0 e $V,$ respectivamente.

Nessas condições, a variação de volume, $\Delta V = V - V_0,$ em $\text{cm}^3,$ é igual a

a) 30
b) 40
c) 44
d) 74

17. (Mackenzie 2019)



No instante apresentado na figura dada, a partícula $(A),$ que realiza um deslocamento com taxa de variação da velocidade constante, tem o seu movimento classificado como retrógrado retardado. Sabe-se que, no momento representado, o módulo da aceleração vetorial da partícula vale $10\ m/s^2$ e o da velocidade vetorial, $V_0.$ Sendo seis metros o raio (R) da trajetória circular da figura e adotando-se $\cos\theta = 0{,}80,$ pode-se afirmar corretamente que, no segundo seguinte ao da representação da figura, os valores da velocidade e da aceleração tangencial são, respectivamente, em unidades do SI (Sistema Internacional de Unidades)

a) $-14;\ 6{,}0$
b) $8{,}0;\ 6{,}0$
c) $6{,}0;\ 7{,}0$
d) $2{,}0;\ 8{,}0$
e) $-6{,}0;\ 8{,}0$

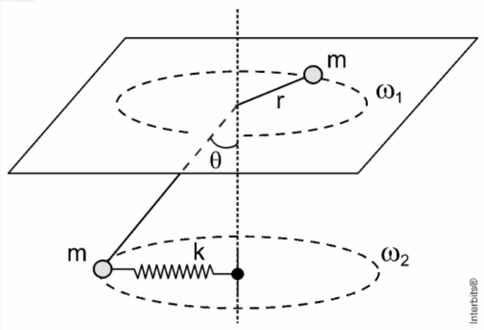
18. (Espcex (Aman) 2019) Considere uma esfera metálica de massa igual a $10^{-6}\ kg$ e carga positiva de $10^{-3}\ C.$ Ela é lançada verticalmente para cima com velocidade inicial $v_0 = 50\ m/s,$ em uma região onde há um campo elétrico uniforme apontado verticalmente para baixo, de módulo $E = 10^{-2}\ N/C.$

A máxima altura que a esfera alcança, em relação ao ponto de onde foi lançada, é de

Dado: considere a aceleração da gravidade igual a $10\ m/s^2.$

a) 32,5 m.
b) 40,5 m.
c) 62,5 m.
d) 70,0 m.
e) 82,7 m.

19. (Ita 2019) Considere duas partículas de massa $m,$ cada qual presa numa das pontas de uma corda, de comprimento ℓ e massa desprezível, que atravessa um orifício de uma mesa horizontal lisa. Conforme mostra a figura, a partícula sobre a mesa descreve um movimento circular uniforme de raio r e velocidade angular $\omega_1.$ A partícula suspensa também descreve esse mesmo tipo de movimento, mas com velocidade angular $\omega_2,$ estando presa a uma mola de constante elástica k e comprimento natural desprezível, mantida na horizontal.

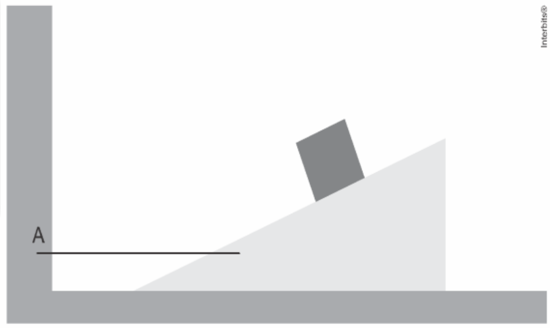


Sendo g o módulo da aceleração da gravidade e θ o ângulo do trecho suspenso da corda com a vertical, a razão $\left(\dfrac{\omega_2}{\omega_1}\right)^2$ é dada por

a) $\dfrac{r[mg + k(\ell - r)\cos\theta)}{mg(\ell - r)}.$
b) $\dfrac{(\ell - r)(mg + kr\cos\theta)}{mgr\operatorname{sen}\theta}.$
c) $\dfrac{(\ell - r)(mg + kr\ \operatorname{tg}\theta)}{kr^2}.$
d) $\dfrac{k(\ell - r)\cos\theta}{mg + kr}.$
e) $\dfrac{(\ell - r)k\ \cos\theta}{mg + k(\ell - r)\cos\theta}.$

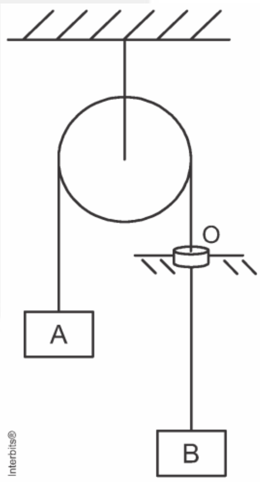
20. (Efomm 2019) A figura que se segue

mostra uma plataforma, cuja massa é de $100\text{ kg},$ com um ângulo de inclinação de $30°$ em relação à horizontal, sobre a qual um bloco de 5 kg de massa desliza sem atrito. Também não há atrito entre a plataforma e o chão, de modo que poderia haver movimento relativo entre o sistema e o solo. Entretanto, a plataforma é mantida em repouso em relação ao chão por meio de uma corda horizontal que a prende ao ponto A de uma parede fixa.



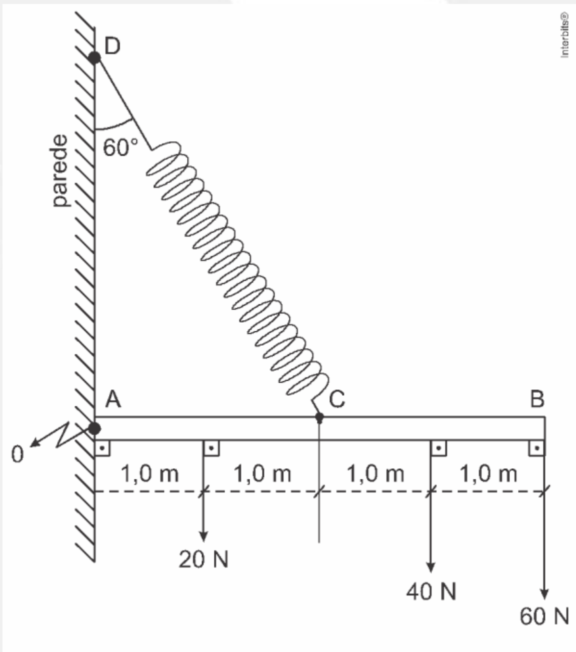
A tração na referida corda possui módulo de:
a) $\dfrac{25}{2}\text{ N}$
b) 25 N
c) $25\sqrt{3}\text{ N}$
d) $\dfrac{25}{4}\text{ N}$
e) $\dfrac{25}{2}\sqrt{3}\text{ N}$

21. (Esc. Naval 2019) Analise a figura abaixo.



A figura acima mostra dois blocos A e B de massas m e $3\text{m},$ respectivamente, ligados por uma corda inextensível e de massa desprezível passando por uma polia ideal sem atrito e através de um orifício $O.$ No movimento da corda, considere que o orifício atua com uma força de atrito constante, $F.$ Sabendo-se que a aceleração do sistema é $g/3,$ onde g é a aceleração da gravidade, qual o módulo da força de atrito F?
a) $\dfrac{mg}{3}$
b) $\dfrac{2mg}{3}$
c) $\dfrac{mg}{2}$
d) mg
e) $2mg$

22. (Espcex (Aman) 2019) O ponto C de uma haste homogênea $AB,$ de seção reta uniforme com massa desprezível, está preso, através de uma mola ideal, ao ponto D de uma parede vertical. A extremidade A da haste está articulada em $O.$ A haste sustenta pesos de $20\text{ N},$ 40 N e 60 N e está em equilíbrio estático, na horizontal, conforme representado no desenho abaixo.



Desenho ilustrativo fora de escala

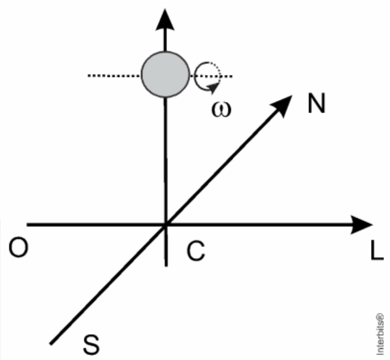
Sabendo que a deformação na mola é de $10\text{ cm},$ então o valor da constante elástica da mola é

Dados:

$\text{sen } 30° = \cos 60° = \frac{1}{2}; \cos 30° = \text{sen } 60° = \frac{\sqrt{3}}{2}$

a) $1.900\ \text{N/m}.$
b) $2.400\ \text{N/m}.$
c) $3.800\ \text{N/m}.$
d) $4.300\ \text{N/m}.$
e) $7.600\ \text{N/m}.$

23. (Ita 2019) Uma bola é deixada cair conforme mostra a figura. Inicialmente, ela gira com velocidade angular ω no sentido anti-horário para quem a observa do leste, sendo nula a velocidade do seu centro de massa. Durante a queda, o eixo de rotação da bola permanece sempre paralelo à direção oeste-leste.

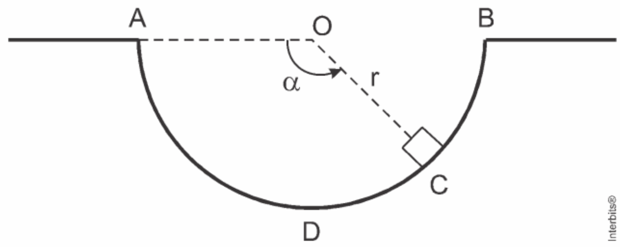


Considerando o efeito do ar sobre o movimento de queda da bola, são feitas as seguintes afirmações:

I. A bola está sujeita apenas a forças verticais e, portanto, cairá verticalmente.
II. A bola adquire quantidade de movimento para o norte (N) ou para o oeste (O).
III. A bola adquire quantidade de movimento para o leste (L) ou para o sul (S).
IV. Quanto maior for a velocidade angular ω da bola, mais ela se afastará do ponto C.

Está(ão) correta(s) apenas
a) I.
b) II e IV.
c) III e IV.
d) III.
e) II.

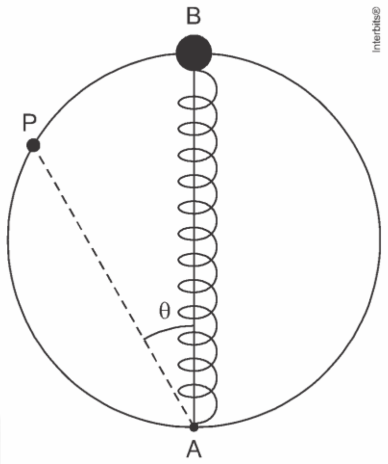
24. (Esc. Naval 2019) Analise a figura abaixo



A figura mostra um pequeno bloco de massa $m,$ que inicialmente estava em repouso na posição $A,$ e deslizou sobre a superfície sem atrito em uma trajetória circular ADB de raio $r.$ Sendo g a aceleração da gravidade, qual o módulo da força exercida pela superfície sobre o bloco, ao passar pelo ponto $C,$ em função do ângulo α indicado na figura?

a) $\frac{mg \cdot \text{sen}\,\alpha}{2}$
b) $\frac{mg \cdot \cos\alpha}{2}$
c) $mg \cdot \cos\alpha$
d) $2mg \cdot \text{sen}\,\alpha$
e) $3mg \cdot \text{sen}\,\alpha$

25. (Efomm 2019) A figura abaixo mostra a vista superior de um anel de raio R que está contido em um plano horizontal e que serve de trilho, para que uma pequena conta de massa m se movimente sobre ele sem atrito. Uma mola de constante elástica k e o comprimento natural $R,$ com uma extremidade fixa no ponto A do anel e com a outra ligada à conta, irá movê-la no sentido anti-horário. Inicialmente, a conta está em repouso e localiza-se no ponto $B,$ que é diametralmente oposto ao ponto $A.$ Se P é um ponto qualquer e θ é o ângulo entre os segmentos $\overline{AB}$ e $\overline{AP},$ a velocidade da conta, ao passar por $P,$ é



a) $R\sqrt{\frac{k}{m}}\,|\cos\theta|$

b) $2R\sqrt{\frac{k}{m}}\,\text{sen}\,\theta$

c) $R\sqrt{\frac{k}{m}\,|\cos\theta+\text{sen}\,\theta-1|}$

d) $2R\sqrt{\frac{k}{m}(\cos\theta-\cos^2\theta)}$

e) $R\sqrt{\frac{k}{m}\text{sen}\,\theta\cos\theta}$

26. (Ita 2019) Considere um corpo celeste esférico e homogêneo de massa M e raio R atravessado de polo a polo por um túnel cilíndrico retilíneo de diâmetro desprezível. Em um desses polos um objeto pontual é solto a partir do repouso no instante $t=0.$ Sendo G a constante universal de gravitação, esse objeto vai alcançar o outro polo após o intervalo de tempo dado por

a) $\left(\frac{R^3}{GM}\right)^{1/2}.$

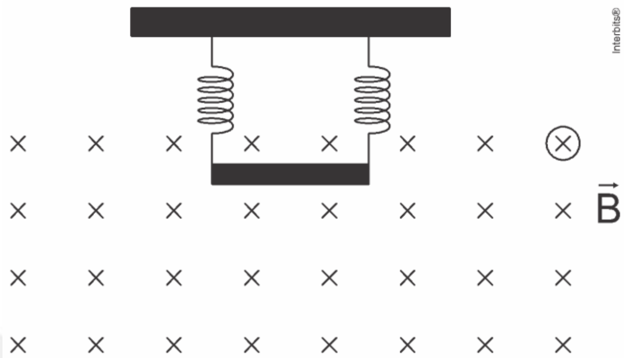
b) $\pi\left(\frac{R^3}{GM}\right)^{1/2}.$

c) $\left(\frac{4R^3}{3GM}\right)^{1/2}.$

d) $2\pi\left(\frac{4R^3}{GM}\right)^{1/2}.$

e) $2\pi\left(\frac{4R^3}{3GM}\right)^{1/2}.$

27. (Efomm 2019) Um tenente da EFOMM construiu um dispositivo para o laboratório de Física da instituição. O dispositivo é mostrado na figura a seguir. Podemos observar que uma barra metálica, de 5 m de comprimento e $30\text{ kg},$ está suspensa por duas molas condutoras de peso desprezível, de constante elástica 500 N/m e presas ao teto. As molas estão com uma deformação de 100 mm e a barra está imersa num campo magnético uniforme da intensidade $8{,}0\text{ T}.$



Determine a intensidade e o sentido da corrente elétrica real que se deve passar pela barra para que as molas não alterem a deformação.

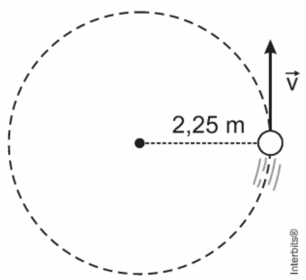
a) $2{,}5\text{ A},$ esquerda
b) $2{,}5\text{ A},$ direita
c) $5\text{ A},$ esquerda
d) $5\text{ A},$ direita
e) $10\text{ A},$ direita

TEXTO PARA AS PRÓXIMAS 3 QUESTÕES:
Nas questões a seguir, quando necessário, use:

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

28. (Epcar (Afa) 2019) Uma partícula, de massa $1\text{ kg},$ descreve um movimento circular uniformemente variado, de raio $2{,}25\text{ m},$ iniciando-o a partir do repouso no instante $t_0=0.$

Em $t=2\text{ s},$ o módulo de sua velocidade vetorial $(\vec{v})$ é de $6\ m/s,$ conforme figura abaixo.



A intensidade da força resultante sobre a partícula, no instante $t = 1\ s,$ em $N,$ vale

a) 1
b) 5
c) 9
d) 12

29. (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.

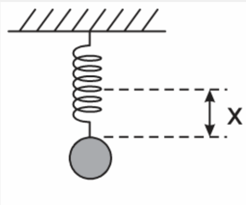


Figura 1

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 $\theta,$ em relação à horizontal, sua deformação é $y.$

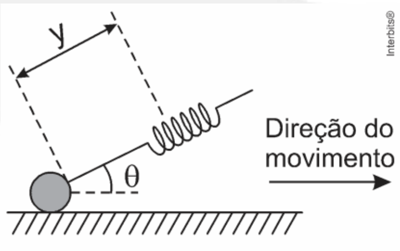


Figura 2

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

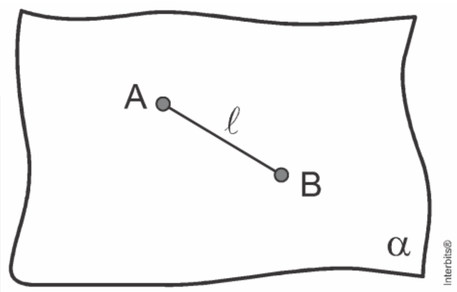
a) $\dfrac{\cos\theta}{\dfrac{x}{y} - \text{sen}\,\theta}$

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

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

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

30. (Epcar (Afa) 2019) Duas partículas eletrizadas A e $B,$ localizadas num plano isolante e horizontal $\alpha,$ estão em repouso e interligadas por um fio ideal, também isolante, de comprimento ℓ igual a $3\ cm,$ conforme ilustrado na figura abaixo.

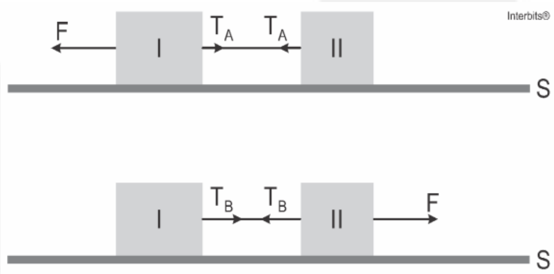


A partícula A está fixa e B pode mover-se, sem quaisquer resistências sobre o plano. Quando $B,$ que tem massa igual a $20\ g,$ está em repouso, verifica-se que a força tensora no fio vale $9\ N.$ Imprime-se certa velocidade na partícula $B,$ que passa a descrever um movimento circular uniforme em torno de $A,$ de tal forma que a força tensora no fio se altera para $15\ N.$ Desprezando as ações gravitacionais, enquanto a tensão no fio permanecer igual a $15\ N,$ pode-se afirmar que a energia do sistema, constituído das partículas A e $B,$ será, em $J,$ de

a) $0{,}09$
b) $0{,}18$
c) $0{,}27$
d) $0{,}36$

31. (Uerj 2018) Em um experimento, os blocos I e $II,$ de massas iguais a $10\ kg$ e a

$6\ \text{kg},$ respectivamente, estão interligados por um fio ideal. Em um primeiro momento, uma força de intensidade F igual a $64\ \text{N}$ é aplicada no bloco $\text{I},$ gerando no fio uma tração $T_A.$ Em seguida, uma força de mesma intensidade F é aplicada no bloco $\text{II},$ produzindo a tração $T_B.$ Observe os esquemas:



Desconsiderando os atritos entre os blocos e a superfície $S,$ a razão entre as traçoes $\dfrac{T_A}{T_B}$ corresponde a:

a) $\dfrac{9}{10}$
b) $\dfrac{4}{7}$
c) $\dfrac{3}{5}$
d) $\dfrac{8}{13}$

32. (Ufrgs 2018) O cabo de guerra é uma atividade esportiva na qual duas equipes, A e B, puxam uma corda pelas extremidades opostas, conforme representa a figura abaixo.

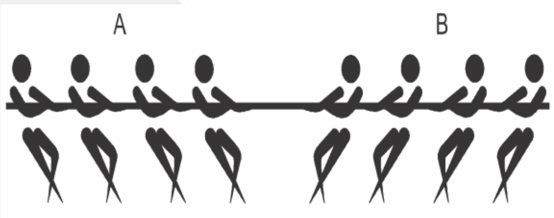


Figura adaptada de Thadius856 (SVG concersion) & Parutakupiu (original image) - Obra do próprio, domínio público. Disponível em: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=3335188>. Acesso em: 18 set. 2017.

Considere que a corda é puxada pela equipe A com uma força horizontal de módulo $780\ \text{N}$ e pela equipe B com uma força horizontal de módulo $720\ \text{N}.$ Em dado instante, a corda arrebenta.

Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem.

A força resultante sobre a corda, no instante imediatamente anterior ao rompimento, tem módulo $60\ \text{N}$ e aponta para a __________. Os módulos das acelerações das equipes A e B, no instante imediatamente posterior ao rompimento da corda, são, respectivamente, __________, supondo que cada equipe tem massa de $300\ \text{kg}.$

a) esquerda – $2{,}5\ \text{m/s}^2$ e $2{,}5\ \text{m/s}^2$
b) esquerda – $2{,}6\ \text{m/s}^2$ e $2{,}4\ \text{m/s}^2$
c) esquerda – $2{,}4\ \text{m/s}^2$ e $2{,}6\ \text{m/s}^2$
d) direita – $2{,}6\ \text{m/s}^2$ e $2{,}4\ \text{m/s}^2$
e) direita – $2{,}4\ \text{m/s}^2$ e $2{,}6\ \text{m/s}^2$

33. (Esc. Naval 2018) Uma cabine de elevador de massa M é puxada para cima por meio de um cabo quando, de seu teto, se desprende um pequeno parafuso. Sabendo que o módulo da aceleração relativa do parafuso em relação à cabine é de $4/5\ g,$ onde g é o módulo da aceleração da gravidade, qual a razão estre o módulo da tração T no cabo e o peso P da cabine, T/P?

a) $1/2$
b) $2/3$
c) $3/4$
d) $4/5$
e) 1

34. (Esc. Naval 2018) Considere um bloco de gelo de $80{,}0\ \text{kg}$ deslizando, com velocidade constante $v,$ em um plano inclinado de $30°$ com a horizontal. Sabendo que a massa de gele que derrete por minuto, em consequência do atrito, é de $20{,}0\ \text{g},$ e que o calor latente de fusão do gelo é $336\ \text{J/g},$ qual o valor da velocidade $v,$ em centímetros por segundo?

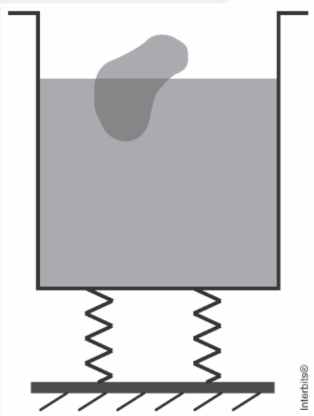
Dado: $g = 10\ \text{m/s}^2$

a) $4{,}20$
b) $16{,}8$

c) $20,4$
d) $28,0$
e) $32,0$

35. (Ita 2018) A partir de um mesmo ponto a uma certa altura do solo, uma partícula é lançada sequencialmente em três condições diferentes, mas sempre com a mesma velocidade inicial horizontal v_0. O primeiro lançamento é feito no vácuo e o segundo, na atmosfera com ar em repouso. O terceiro é feito na atmosfera com ar em movimento cuja velocidade em relação ao solo é igual em módulo, direção e sentido à velocidade v_0. Para os três lançamentos, designando-se respectivamente de t_1, t_2 e t_3 os tempos de queda da partícula e de v_1, v_2 e v_3 os módulos de suas respectivas velocidades ao atingir o solo, assinale a alternativa correta.
a) $t_1 < t_3 < t_2;\ v_1 > v_3 > v_2$
b) $t_1 < t_2 = t_3;\ v_1 > v_3 > v_2$
c) $t_1 = t_3 < t_2;\ v_1 = v_3 > v_2$
d) $t_1 < t_2 < t_3;\ v_1 = v_3 > v_2$
e) $t_1 < t_2 = t_3;\ v_1 > v_2 = v_3$

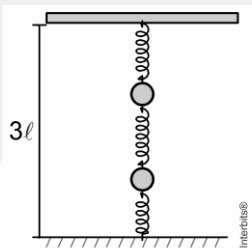
36. (Esc. Naval 2018) Analise a figura abaixo.



A figura acima mostra um objeto flutuando na água contida em um vaso sustentado por duas molas idênticas, de constante elástica desconhecida. Numa situação de equilíbrio, em que esse vaso de massa desprezível contém somente a água, as molas ficam comprimidas de x. Quando o objeto, cujo volume é $1/30$ do volume da água, é inserido no vaso, as molas passam a ficar comprimidas de x'. Sabendo que, no equilíbrio, 60% do volume do objeto fica submerso, qual a razão x'/x?
a) $1,06$
b) $1,05$
c) $1,04$
d) $1,03$
e) $1,02$

37. (Efomm 2018) Em uma mola ideal pendurada no teto, foi colocado um corpo de massa igual a $10\ kg$, que causou uma deformação na mola igual a $50\ cm$. Posteriormente, a massa de $0,1\ kg$ foi substituída por uma massa de $12,5\ kg$. Nessa nova condição, o sistema foi posto para oscilar. Admitindo que a aceleração da gravidade $g = 10\ m/s^2$, determine o período de oscilação do movimento.
a) $\pi/2\ s$
b) $3\pi/4\ s$
c) $\pi\ s$
d) $2\pi/3\ s$
e) $2\pi\ s$

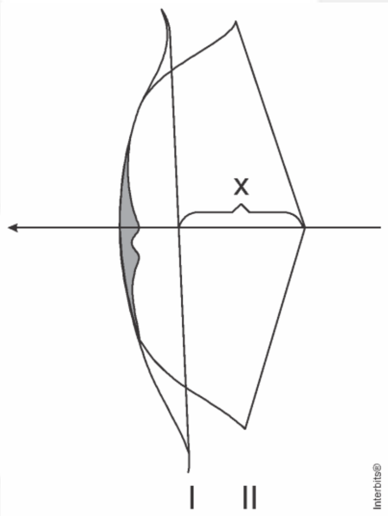
38. (Ita 2018) Três molas idênticas, de massas desprezíveis e comprimentos naturais ℓ, são dispostas verticalmente entre o solo e o teto a 3ℓ de altura. Conforme a figura, entre tais molas são fixadas duas massas pontuais iguais. Na situação inicial de equilíbrio, retira-se a mola inferior (ligada ao 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) $5/4.$

39. (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.



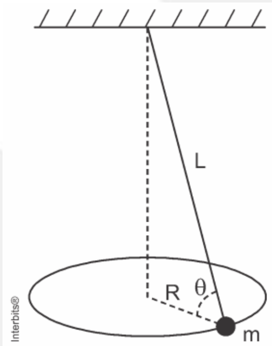
Uma força horizontal de $200\ N,$ aplicada na corda com uma flecha de massa $m = 40\ g,$ provoca um deslocamento $x = 0,5\ m.$

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

40. (Ita 2018) Quatro corpos pontuais, cada qual de massa $m,$ atraem-se mutuamente devido à interação gravitacional. Tais corpos encontram-se nos vértices de um quadrado de lado L girando em torno do seu centro com velocidade angular constante. Sendo G a constante de gravitação universal, o período dessa rotação é dado por

a) $2\pi\sqrt{\dfrac{L^3}{Gm}\left(\dfrac{4-\sqrt{2}}{2}\right)}.$
b) $\dfrac{4\pi}{3}\sqrt{\dfrac{\sqrt{2}\,L^3}{3Gm}}.$
c) $\sqrt{\dfrac{L^3}{Gm}\left(\dfrac{4+\sqrt{2}}{7}\right)}.$
d) $2\pi\sqrt{\dfrac{L^3}{Gm}\left(\dfrac{4-\sqrt{2}}{7}\right)}.$
e) $\sqrt{\dfrac{L^3}{Gm}\left(\dfrac{4+\sqrt{2}}{2}\right)}.$

41. (Esc. Naval 2018) Analise a figura abaixo.

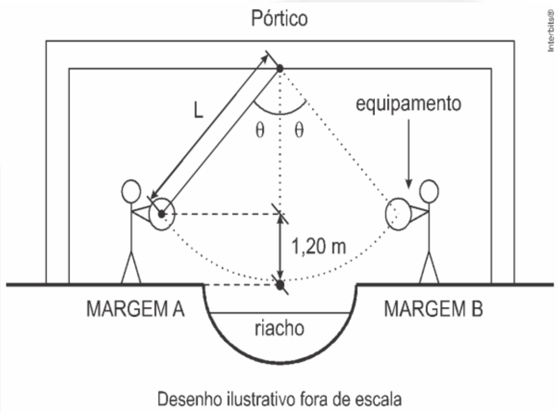


A figura mostra um pêndulo cônico no qual um pequeno objeto de massa $m,$ preso à extremidade inferior de um fio, move-se em uma circunferência horizontal de raio $R,$ com o módulo da velocidade constante. O fio tem comprimento L e massa desprezível. Sendo g a aceleração da gravidade e sabendo que a relação entre a tração T e o peso P do objeto é $T = 4P,$ qual o período do movimento?

a) $\sqrt{\dfrac{\pi^2}{8g}L}$
b) $\left(\dfrac{\pi^2}{4g}L\right)^{1/2}$
c) $\sqrt{\dfrac{\pi^2}{2g}L}$
d) $\left(\dfrac{\pi^2}{g}L\right)^{1/2}$

e) $\frac{2\pi^2}{g}L$

42. (Espcex (Aman) 2018) Um operário, na margem A de um riacho, quer enviar um equipamento de peso $500\ N$ para outro operário na margem B.
Para isso ele utiliza uma corda ideal de comprimento $L = 3\ m,$ em que uma das extremidades está amarrada ao equipamento e a outra a um pórtico rígido.
Na margem A, a corda forma um ângulo θ com a perpendicular ao ponto de fixação no pórtico.
O equipamento é abandonado do repouso a uma altura de $1{,}20\ m$ em relação ao ponto mais baixo da sua trajetória. Em seguida, ele entra em movimento e descreve um arco de circunferência, conforme o desenho abaixo e chega à margem B.



Desprezando todas as forças de atrito e considerando o equipamento uma partícula, o módulo da força de tração na corda no ponto mais baixo da trajetória é

Dado: considere a aceleração da gravidade $g = 10\ m/s^2$.

a) $500\ N$
b) $600\ N$
c) $700\ N$
d) $800\ N$
e) $900\ N$

43. (Ita 2018) Uma massa m de carga q gira em órbita circular de raio R e período T no plano equatorial de um ímã. Nesse plano, a uma distância r do ímã, a intensidade do campo magnético é $B(r) = \mu/r^3,$ em que μ é uma constante. Se fosse de $4R$ o raio dessa órbita, o período seria de

a) $T/2.$
b) $2T.$
c) $8T.$
d) $32T.$
e) $64T.$

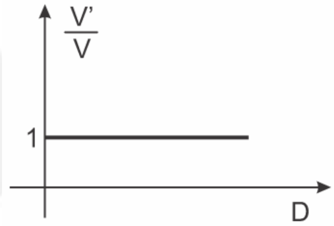
TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:
Na(s) questão(ões) a seguir, quando necessário, use:

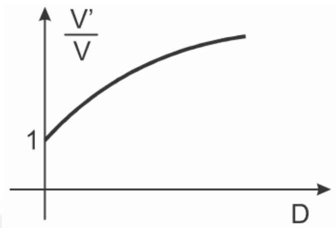
- Aceleração da gravidade: $g = 10\ m/s^2$;
- $\text{sen}\ 19° = \cos 71° = 0{,}3;$
- $\text{sen}\ 71° = \cos 19° = 0{,}9;$
- Velocidade da luz no vácuo: $c = 3{,}0 \cdot 10^8\ m/s;$
- Constante de Planck: $h = 6{,}6 \cdot 10^{-34}\ J \cdot s;$
- $1\ eV = 1{,}6 \cdot 10^{-19}\ J;$
- Potencial elétrico no infinito: zero.

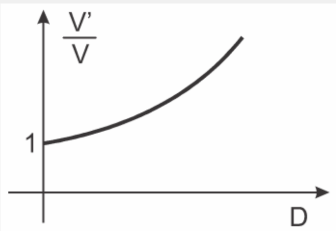
44. (Epcar (Afa) 2018) Em muitos problemas de física desprezam-se as forças de resistência ao movimento. Entretanto, sabe-se que, na prática, essas forças são significativas e muitas vezes desempenham um papel determinante.
Por exemplo, “no automobilismo, os veículos comumente possuem dispositivos aerodinâmicos implementados, os quais têm a função de contribuir para o aumento da ‘Downforce’, uma força vertical, inversa à sustentação, que busca incrementar a aderência dos pneus ao asfalto através de um acréscimo na carga normal, permitindo que o veículo possa realizar as curvas com uma velocidade maior do que o faria sem estes dispositivos”.

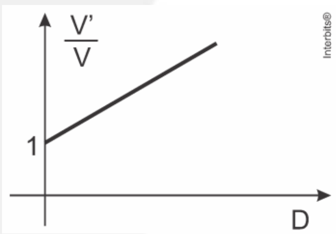
(Trecho retirado da monografia intitulada *Sistema ativo de redução de arrasto aerodinâmico por atuador aplicado a um protótipo de fórmula SAE*, de autoria de Danilo Barbosa Porto, apresentada na Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo, em 2016).

Para avaliar o papel da “Downforce”, considere um carro de Fórmula 1, de massa $M,$ realizando uma curva em determinada pista plana. Ao se desprezar completamente os efeitos produzidos pelo seu movimento em relação ao ar, mas considerando o atrito entre pneus e o asfalto, o carro consegue fazer a curva, sem derrapar, a uma velocidade máxima $V.$ Porém, ao levar em conta, especificamente, a atuação da "Downforce" D (desconsiderando a força de arrasto) a velocidade máxima V' do carro, nessa mesma curva, muda em função de $D.$ Nessas condições, o gráfico que melhor representa a relação $\frac{V'}{V}$ em função de D é

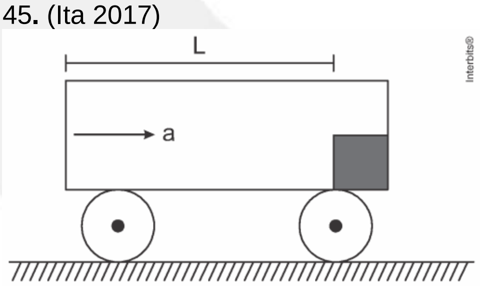
a)


b)


c)


d)


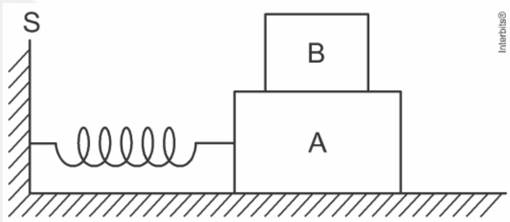
45. (Ita 2017)



Na figura, o vagão move-se a partir do repouso sob a ação de uma aceleração a constante. Em decorrência, desliza para trás o pequeno bloco apoiado em seu piso de coeficiente de atrito $\mu.$ No instante em que o bloco percorrer a distância $L,$ a velocidade do bloco, em relação a um referencial externo, será igual a

a) $g\sqrt{L}/\sqrt{a-\mu g}$
b) $g\sqrt{L}/\sqrt{a+\mu g}$
c) $\mu g\sqrt{L}/\sqrt{a-\mu g}$
d) $\mu g\sqrt{2L}/\sqrt{a-\mu g}$
e) $\mu g\sqrt{2L}/\sqrt{a+\mu g}$

46. (Epcar (Afa) 2017) Na situação da figura a seguir, os blocos A e B têm massas $m_A = 3,0\text{ kg}$ e $m_B = 1,0\text{ kg}.$ O atrito entre o bloco A e o plano horizontal de apoio é desprezível, e o coeficiente de atrito estático entre B e A vale $\mu_e = 0,4.$ O bloco A está preso numa mola ideal, inicialmente não deformada, de constante elástica $K = 160\text{ N/m}$ que, por sua vez, está presa ao suporte $S.$



O conjunto formado pelos dois blocos pode ser movimentado produzindo uma deformação na mola e, quando solto, a mola produzirá certa aceleração nesse conjunto. Desconsiderando a resistência do ar, para que B não escorregue sobre $A,$ a deformação máxima que a mola pode experimentar, em $\text{cm},$ vale

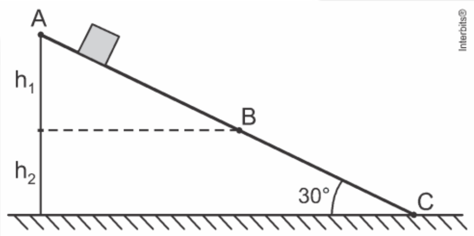
a) 3,0
b) 4,0
c) 10
d) 16

47. (Efomm 2017) Um cubo de $25,0\text{ kg}$ e $5,0\text{ m}$ de lado flutua na água. O cubo é, então, afundado ligeiramente para baixo por Dona Marize e, quando liberado, oscila em um movimento harmônico simples com uma certa frequência angular. Desprezando-se as forças de atrito, essa frequência angular é igual a:

a) 50 rad/s

b) 100 rad/s
c) 150 rad/s
d) 200 rad/s
e) 250 rad/s

48. (Epcar (Afa) 2017) Um bloco escorrega, livre de resistência do ar, sobre um plano inclinado de $30°,$ conforme a figura (sem escala) a seguir.

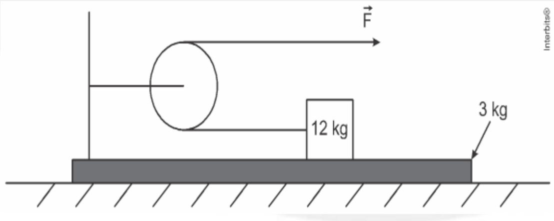


No trecho AB não existe atrito e no trecho BC o coeficiente de atrito vale $\mu = \frac{\sqrt{3}}{2}.$

O bloco é abandonado, do repouso em relação ao plano inclinado, no ponto A e chega ao ponto C com velocidade nula. A altura do ponto $A,$ em relação ao ponto $B,$ é $h_1,$ e a altura do ponto $B,$ em relação ao ponto $C,$ é $h_2.$

A razão $\frac{h_1}{h_2}$ vale
a) $\frac{1}{2}$
b) $\frac{\sqrt{3}}{2}$
c) $\sqrt{3}$
d) 2

49. (Esc. Naval 2017) Analise a figura a seguir.

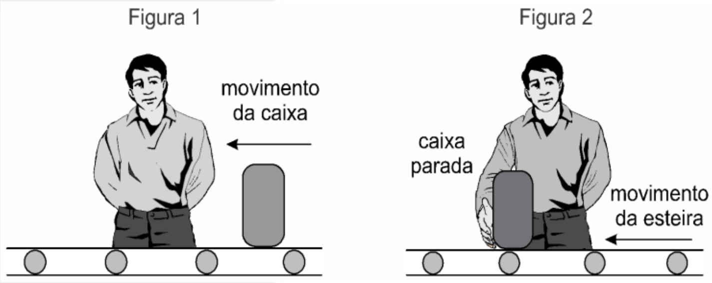


A figura acima exibe um bloco de 12 kg que se encontra na horizontal sobre uma plataforma de $3{,}0 \text{ kg}.$ O bloco está preso a uma corda de massa desprezível que passa por uma roldana de massa e atrito desprezíveis fixada na própria plataforma. Os coeficientes de atrito estático e cinético entre as superfícies de contato (bloco e plataforma) são, respectivamente, $0{,}3$ e $0{,}2.$ A plataforma, por sua vez, encontra-se inicialmente em repouso sobre uma superfície horizontal sem atrito. Considere que em um dado instante uma força horizontal $\vec{F}$ passa a atuar sobre a extremidade livre da corda, conforme indicado na figura.

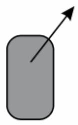
Para que não haja escorregamento entre o bloco e a plataforma, o maior valor do módulo da força $\vec{F}$ aplicada, em newtons, é

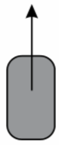
Dado: $g = 10 \text{ m/s}^2$
a) $4/9$
b) $15/9$
c) 10
d) 20
e) 30

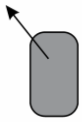
50. (Unesp 2017) Na linha de produção de uma fábrica, uma esteira rolante movimenta-se no sentido indicado na figura 1, e com velocidade constante, transportando caixas de um setor a outro. Para fazer uma inspeção, um funcionário detém uma das caixas, mantendo-a parada diante de si por alguns segundos, mas ainda apoiada na esteira que continua rolando, conforme a figura 2.

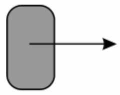


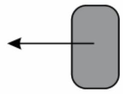
No intervalo de tempo em que a esteira continua rolando com velocidade constante e a caixa é mantida parada em relação ao funcionário (figura 2), a resultante das forças aplicadas pela esteira sobre a caixa está corretamente representada na alternativa

a) 

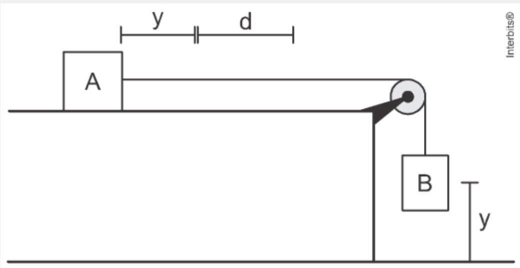
b) 

c) 

d) 

e) 

51. (Efomm 2017) Na situação apresentada no esquema abaixo, o bloco B cai a partir do repouso de uma altura $y,$ e o bloco A percorre uma distância total $y+d.$ Considere a polia ideal e que existe atrito entre o corpo A e a superfície de contato.



Sendo as massas dos corpos A e B iguais a $m,$ determine o coeficiente de atrito cinético μ

a) $\mu = \dfrac{y}{(y+2d)}$

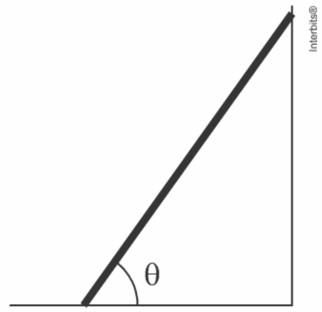
b) $\mu = \dfrac{2d}{(y+2d)}$

c) $\mu = \dfrac{(2d+y)}{y}$

d) $\mu = \dfrac{y}{2d}$

e) $\mu = \dfrac{d}{(2d+y)}$

52. (Mackenzie 2017)



Uma barra homogênea de comprimento L e peso P encontra-se apoiada na parede vertical lisa e no chão horizontal áspero formando um ângulo θ como mostra a figura acima. O coeficiente de atrito estático mínimo (μ_e) entre a barra e o chão deve ser

a) $\dfrac{\cos\theta}{2\cdot \operatorname{sen}\theta}$

b) $\dfrac{\cos\theta}{\operatorname{sen}\theta}$

c) $\dfrac{\cos\theta}{L\cdot \operatorname{sen}\theta}$

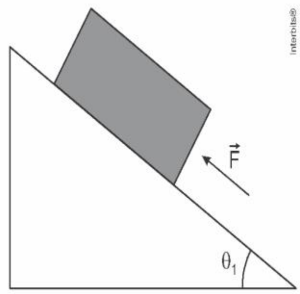
d) $\dfrac{\operatorname{sen}\theta}{2\cdot \cos\theta}$

e) $\dfrac{\operatorname{sen}\theta}{L\cdot \cos\theta}$

53. (Unesp 2017) Um homem sustenta uma caixa de peso $1.000\ N,$ que está apoiada em uma rampa com atrito, a fim de colocá-la em um caminhão, como mostra a figura 1. O ângulo de inclinação da rampa em relação à horizontal é igual a θ_1 e a força de sustentação aplicada pelo homem para que a caixa não deslize sobre a superfície inclinada é $\vec{F},$ sendo aplicada à caixa paralelamente à superfície inclinada, como mostra a figura 2.

Figura 1

Figura 2



(http://portaldoprofessor.mec.gov.br)

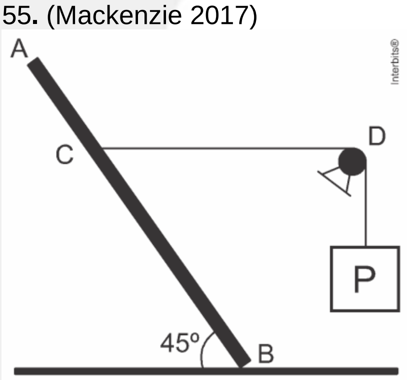
Quando o ângulo θ_1 é tal que $\operatorname{sen}\theta_1 = 0,60$ e $\cos\theta_1 = 0,80,$ o valor mínimo da intensidade da força $\vec{F}$ é $200\text{ N}.$ Se o ângulo for aumentado para um valor $\theta_2,$ de modo que $\operatorname{sen}\theta_2 = 0,80$ e $\cos\theta_2 = 0,60,$ o valor mínimo da intensidade da força $\vec{F}$ passa a ser de

a) $400\text{ N}.$
b) $350\text{ N}.$
c) $800\text{ N}.$
d) $270\text{ N}.$
e) $500\text{ N}.$

54. (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 $\ell.$

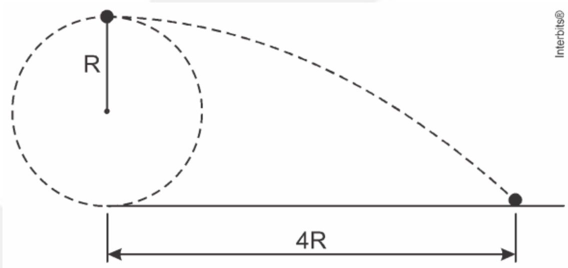
55. (Mackenzie 2017)



Uma barra homogênea AB de peso $\vec{P}_{AB}$ está apoiada no solo horizontal rugoso e mantida em equilíbrio através do corpo P de peso $\vec{P}_P,$ como mostra a figura acima. Considere o fio e a polia ideal, o trecho $\overline{CD}$ horizontal, $\overline{BC} = \frac{2}{3}\cdot\overline{AB}$ e $\operatorname{sen}45° = \cos 45° = \frac{\sqrt{2}}{2}.$ O coeficiente de atrito estático entre o solo e a barra AB é

a) $0,35$
b) $0,55$
c) $0,75$
d) $0,80$
e) $0,90$

56. (Epcar (Afa) 2017) Uma partícula de massa $m,$ presa na extremidade de uma corda ideal, descreve um movimento circular acelerado, de raio $R,$ contido em um plano vertical, conforme figura a seguir.



Quando essa partícula atinge determinado valor de velocidade, a corda também atinge um valor máximo de tensão e se rompe. Nesse momento, a partícula é lançada horizontalmente, de uma altura $2R,$ indo atingir uma distância horizontal igual a $4R.$ Considerando a aceleração da gravidade no local igual a $g,$ a tensão máxima experimentada pela corda foi de

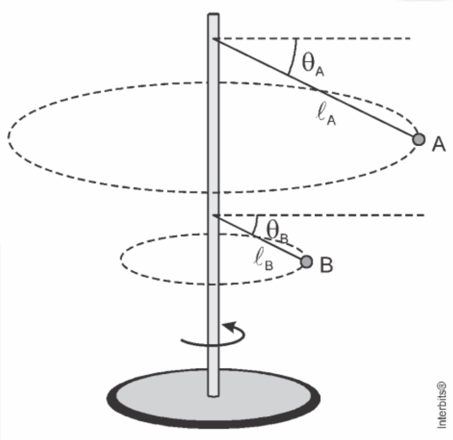
a) mg
b) $2\,mg$
c) $3\,mg$
d) $4\,mg$

57. (Uece 2017) Uma criança deixa sua sandália sobre o disco girante que serve de piso em um carrossel. Considere que a sandália não desliza em relação ao piso do carrossel, que gira com velocidade angular constante, $\omega.$ A força de atrito estático sobre a sandália é proporcional a

a) $\omega.$
b) $\omega^2.$
c) $\omega^{1/2}.$
d) $\omega^{3/2}.$

58. (Epcar (Afa) 2017) Dois pequenos

corpos A e B são ligados a uma haste rígida através de fios ideais de comprimentos ℓ_A e ℓ_B, respectivamente, conforme figura a seguir.



A e B giram em sincronia com a haste, com velocidades escalares constantes v_A e v_B, e fazem com a direção horizontal ângulos θ_A e θ_B, respectivamente.

Considerando $\ell_A = 4\ell_B$, a razão $\frac{v_A}{v_B}$, em função de θ_A e θ_B, é igual a

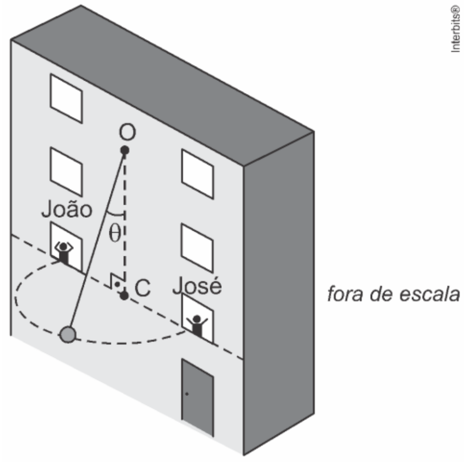
a) $2 \cdot \frac{\cos\theta_A}{\cos\theta_B} \cdot \sqrt{\frac{\operatorname{sen}\theta_B}{\operatorname{sen}\theta_A}}$

b) $\frac{\cos\theta_A}{\cos\theta_B} \cdot \frac{\operatorname{sen}\theta_A}{\operatorname{sen}\theta_B}$

c) $\frac{\operatorname{sen}\theta_A}{\operatorname{sen}\theta_B} \cdot \sqrt{\frac{\cos\theta_A}{\cos\theta_B}}$

d) $4 \cdot \frac{\cos\theta_A}{\operatorname{sen}\theta_A} \cdot \frac{\cos\theta_B}{\operatorname{sen}\theta_B}$

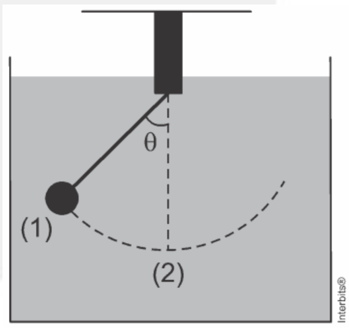
59. (Unesp 2017) Em um edifício em construção, João lança para José um objeto amarrado a uma corda inextensível e de massa desprezível, presa no ponto O da parede. O objeto é lançado perpendicularmente à parede e percorre, suspenso no ar, um arco de circunferência de diâmetro igual a 15 m, contido em um plano horizontal e em movimento uniforme, conforme a figura. O ponto O está sobre a mesma reta vertical que passa pelo ponto C, ponto médio do segmento que une João a José. O ângulo θ, formado entre a corda e o segmento de reta OC, é constante.



Considerando $\operatorname{sen}\theta = 0{,}6$, $\cos\theta = 0{,}8$, $g = 10\text{ m/s}^2$ e desprezando a resistência do ar, a velocidade angular do objeto, em seu movimento de João a José, é igual a

a) $1{,}0\text{ rad/s}$.
b) $1{,}5\text{ rad/s}$.
c) $2{,}5\text{ rad/s}$.
d) $2{,}0\text{ rad/s}$.
e) $3{,}0\text{ rad/s}$.

60. (Efomm 2017) Considere uma bolinha de gude de volume igual a 10 cm^3 e densidade $2{,}5\text{ g/cm}^3$ presa a um fio inextensível de comprimento 12 cm, com volume e massa desprezíveis. Esse conjunto é colocado no interior de um recipiente com água. Num instante t_0, a bolinha de gude é abandonada de uma posição (1) cuja direção faz um ângulo $\theta = 45°$ com a vertical conforme mostra a figura a seguir.



O módulo da tração no fio, quando a bolinha passa pela posição mais baixa (2) a primeira vez, vale $0,25\,N.$ Determine a energia cinética nessa posição anterior.

Dados: $\rho_{água} = 1.000\,kg/m^3$ e $g = 10\,m/s^2$.

a) $0,0006\,J$
b) $0,006\,J$
c) $0,06\,J$
d) $0,6\,J$
e) $6,0\,J$

61. (Ita 2017) Uma carga q de massa m é solta do repouso num campo gravitacional g onde também atua um campo de indução magnética uniforme de intensidade B na horizontal. Assinale a opção que fornece a altura percorrida pela massa desde o repouso até o ponto mais baixo de sua trajetória, onde ela fica sujeita a uma aceleração igual e oposta à que tinha no início.

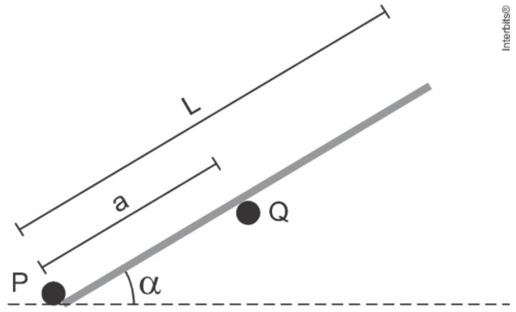
a) $g(m/qB)^2$
b) $g(qB/m)^2$
c) $2g(m/qB)^2$
d) $2g(qB/m)^2$
e) $g(m/qB)^2/2$

62. (Esc. Naval 2017) Dois balões meteorológicos são lançados de um helicóptero parado a uma altitude em que a densidade do ar é $\rho_0 = 1,0\,kg/m^3.$ Os balões, de pesos desprezíveis quando vazios, estão cheios de ar pressurizado tal que as densidades do ar em seus interiores valem $\rho_1 = 10\,kg/m^3$ (balão de volume V_1) e $\rho_2 = 2,5\,kg/m^3$ (balão de volume V_2).

Desprezando a resistência do ar, se a força resultante atuando sobre cada balão tiver o mesmo módulo, a razão $V_2/V_1,$ entre os volumes dos balões, será igual a

a) $7,5$
b) $6,0$
c) $5,0$
d) $2,5$
e) $1,0$

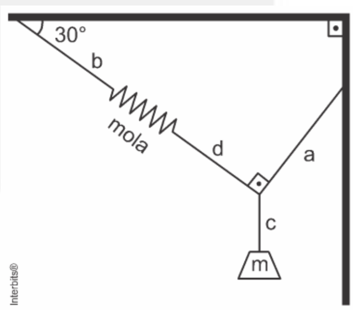
63. (Ita 2017)



Um bastão rígido e uniforme, de comprimento $L,$ toca os pinos P e Q fixados numa parede vertical, interdistantes de $a,$ conforme a figura. O coeficiente de atrito entre cada pino e o bastão é $\mu,$ e o ângulo deste com a horizontal é $\alpha.$ Assinale a condição em que se torna possível o equilíbrio estático do bastão.

a) $L \geq a(1+\tan\alpha/\mu)$
b) $L \geq a(-1+\tan\alpha/\mu)$
c) $L \geq a(1+\tan\alpha/2\mu)$
d) $L \geq a(-1+\tan\alpha/2\mu)$
e) $L \geq a(1+\tan\alpha/\mu)/2$

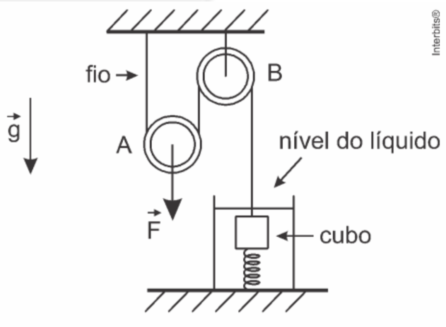
64. (Ufpr 2017) Uma mola de massa desprezível foi presa a uma estrutura por meio da corda "b". Um corpo de massa "m" igual a $2.000\,g$ está suspenso por meio das cordas "a", "c" e "d", de acordo com a figura abaixo, a qual representa a configuração do sistema após ser atingido o equilíbrio. Considerando que a constante elástica da mola é $20\,N/cm$ e a aceleração gravitacional é $10\,m/s^2,$ 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) $1{,}2\text{ cm.}$
c) $2{,}5\text{ cm.}$
d) $3{,}5\text{ cm.}$
e) $5{,}2\text{ cm.}$

65. (Espcex (Aman) 2017) Um cubo homogêneo de densidade ρ e volume V encontra-se totalmente imerso em um líquido homogêneo de densidade ρ_0 contido em um recipiente que está fixo a uma superfície horizontal.
Uma mola ideal, de volume desprezível e constante elástica $k,$ tem uma de suas extremidades presa ao centro geométrico da superfície inferior do cubo, e a outra extremidade presa ao fundo do recipiente de modo que ela fique posicionada verticalmente.
Um fio ideal vertical está preso ao centro geométrico da superfície superior do cubo e passa por duas roldanas idênticas e ideais A e $B.$ A roldana A é móvel a roldana B é fixa e estão montadas conforme o desenho abaixo.
Uma força vertical de intensidade F é aplicada ao eixo central da roldana A fazendo com que a distensão na mola seja X e o sistema todo fique em equilíbrio estático, com o cubo totalmente imerso no líquido.



DESENHO ILUSTRATIVO FORA DE ESCALA

Considerando a intensidade da aceleração da gravidade igual a $g,$ o módulo da força F é:
a) $[V\,g(\rho_0 - \rho) + kx]$
b) $2[V\,g(\rho - \rho_0) - kx]$
c) $2[V\,g(\rho_0 + \rho) + kx]$
d) $[V\,g(\rho_0 - \rho) - kx]$
e) $2[V\,g(\rho - \rho_0) + kx]$

66. (Ebmsp 2017) Cientistas descobrem planeta parecido com a Terra que orbita estrela vizinha do Sol, nomeado de Próxima B. O planeta é pequeno, rochoso e pode ter água líquida. Ele orbita ao redor da Próxima Centauri, que fica a uma distância de $4{,}2$ anos-luz do Sistema Solar. Os dados permitiram concluir que Próxima B tem uma massa de, aproximadamente, $1{,}3$ vezes a da Terra e orbita em torno da Próxima Centauri a cada $11{,}2$ dias terrestres a uma distância média de $7{,}5$ milhões de km dessa estrela, que equivale a cerca de 5% da distância entre a Terra e o Sol.

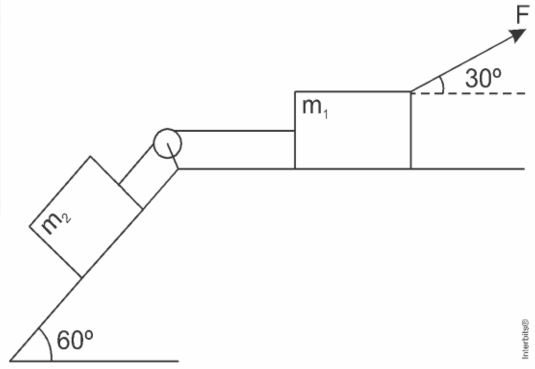
Disponível em: <http://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/cientistas-descobrem-planeta-parecido-com-terra-que-orbita-vizinha-do-sol.ghtml>. Acesso em: 09 out. 2016. Adaptado.

Considerando-se a massa da Terra igual a $6{,}0 \cdot 10^{24}\text{ kg},$ a constante de gravitação universal $G = 6{,}7 \cdot 10^{-11}\,\text{N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2},\ \pi = 3,$ as informações do texto e os conhecimentos de Física, é correto afirmar:
a) As leis de Kepler não têm validade para descrever o movimento do planeta Próxima B em torno da estrela Próxima Centauri, tomando essa estrela como referencial.
b) A ordem de grandeza da massa da estrela Próxima Centauri é maior do que $10^{29}\text{ kg}.$
c) A ordem de grandeza da velocidade orbital do planeta Próxima B é igual a $10^3\text{ m/s}.$
d) A ordem de grandeza da distância entre a Próxima Centauri e o sistema solar é igual a $10^{12}\text{ km}.$
e) O módulo da força de interação gravitacional entre a estrela Próxima Centauri e o planeta Próxima B é da ordem de $10^{17}\text{ N}.$

67. (Uece 2016) De um modo simplificado, pode-se descrever mecanicamente um amortecedor automotivo como uma haste cujo tamanho varia mediante a aplicação de uma força de tração ou compressão na direção de seu comprimento. Essa haste oferece uma força de resistência oposta à força aplicada. Diferentemente de uma mola

helicoidal, cuja força é proporcional ao deslocamento, no amortecedor a força é proporcional à velocidade de compressão ou de distensão. Nesse amortecedor ideal, sendo aplicada uma tração que faça seu comprimento L variar como $L = 2t,$ onde t é o tempo, a força de resistência é
a) decrescente.
b) constante e não nula.
c) crescente.
d) nula.

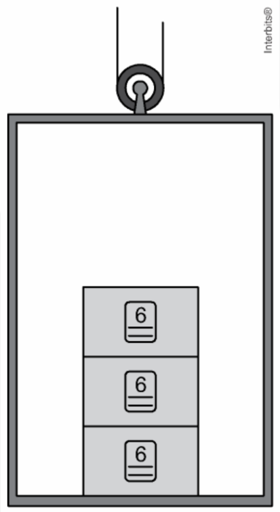
68. (Ufpr 2016)



O sistema representado na figura acima corresponde a um corpo 1, com massa $20\ \text{kg},$ apoiado sobre uma superfície plana horizontal, e um corpo 2, com massa de $6\ \text{kg},$ o qual está apoiado em um plano inclinado que faz $60°$ com a horizontal. O coeficiente de atrito cinético entre cada um dos corpos e a superfície de apoio é $0,1$ Uma força F de $200\ \text{N},$ aplicada sobre o corpo 1, movimenta o sistema, e um sistema que não aparece na figura faz com que a direção da força F seja mantida constante e igual a $30°$ em relação à horizontal. Uma corda inextensível e de massa desprezível une os dois corpos por meio de uma polia. Considere que a massa e todas as formas de atrito na polia são desprezíveis. Também considere, para esta questão, a aceleração gravitacional como sendo de $10\ \text{m/s}^2$ e o $\cos 30°$ igual a $0,87.$ Com base nessas informações, assinale a alternativa que apresenta a tensão na corda que une os dois corpos.
a) $12,4\ \text{N}.$
b) $48,4\ \text{N}.$
c) $62,5\ \text{N}.$
d) $80,3\ \text{N}.$
e) $120,6\ \text{N}.$

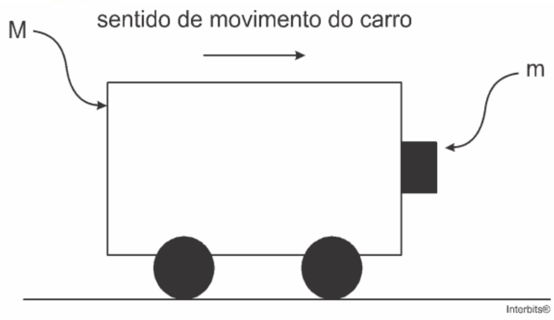
69. (Unesp 2016) Algumas embalagens trazem, impressas em sua superfície externa, informações sobre a quantidade máxima de caixas iguais a ela que podem ser empilhadas, sem que haja risco de danificar a embalagem ou os produtos contidos na primeira caixa da pilha, de baixo para cima.

Considere a situação em que três caixas iguais estejam empilhadas dentro de um elevador e que, em cada uma delas, esteja impressa uma imagem que indica que, no máximo, seis caixas iguais a ela podem ser empilhadas.



Suponha que esse elevador esteja parado no andar térreo de um edifício e que passe a descrever um movimento uniformemente acelerado para cima. Adotando $g = 10\ \text{m/s}^2,$ é correto afirmar que a maior aceleração vertical que esse elevador pode experimentar, de modo que a caixa em contato com o piso receba desse, no máximo, a mesma força que receberia se o elevador estivesse parado e, na pilha, houvesse seis caixas, é igual a
a) $4\ \text{m/s}^2.$
b) $8\ \text{m/s}^2.$
c) $10\ \text{m/s}^2.$
d) $6\ \text{m/s}^2.$
e) $2\ \text{m/s}^2.$

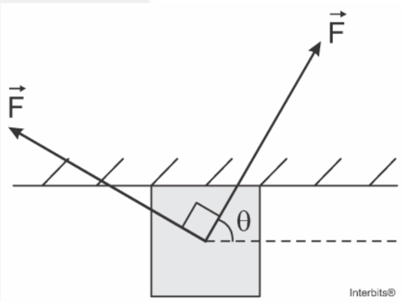
70. (Mackenzie 2016)



Um corpo de massa m está apoiado sobre a superfície vertical de um carro de massa $M,$ como mostra a figura acima. O coeficiente de atrito estático entre a superfície do carro e a do corpo é μ Sendo g o módulo da aceleração da gravidade, a menor aceleração (a) que o carro deve ter para que o corpo de massa m não escorregue é

a) $a \geq \frac{m}{M} \cdot \frac{g}{\mu}$
b) $a \geq \frac{M}{m} \cdot \frac{g}{\mu}$
c) $a \geq \frac{g}{\mu}$
d) $a \geq \frac{m+M}{m} \cdot \frac{g}{\mu}$
e) $a \geq \frac{m}{m+M} \cdot \frac{g}{\mu}$ b

71. (Esc. Naval 2016) Analise a figura abaixo.

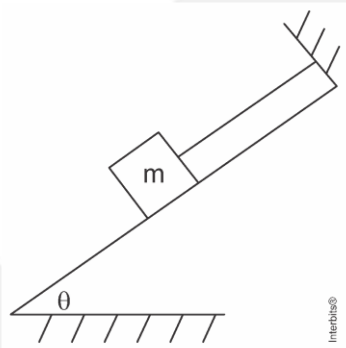


A figura acima mostra um bloco de massa $7{,}0\ \text{kg}$ sob uma superfície horizontal. Os coeficientes de atrito estático e cinético entre o bloco e a superfície são, respectivamente, $0{,}5$ e $0{,}4.$ O bloco está submetido à ação de duas forças de mesmo módulo, $F = 80\ \text{N},$ mutuamente ortogonais. Se o ângulo θ vale $60°,$ então, pode-se afirmar que o bloco

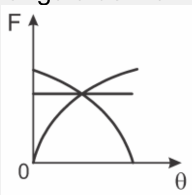
Dado: $g = 10\ \text{m/s}^2$

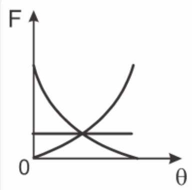
a) desloca-se da superfície, caindo verticalmente.
b) desliza sob a superfície com aceleração constante para a direita.
c) não se move em relação à superfície.
d) desliza sob a superfície com velocidade constante para a direita.
e) desliza sob a superfície com aceleração constante para a esquerda.

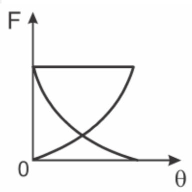
72. (Esc. Naval 2016) Analise a figura abaixo.

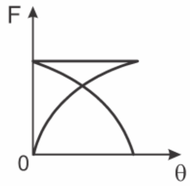


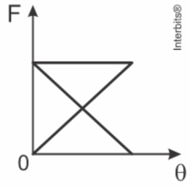
Na figura acima, tem-se um bloco de massa m que se encontra sobre um plano inclinado sem atrito. Esse bloco está ligado ŕ parte superior do plano por um fio ideal. Sendo assim, assinale a opção que pode representar a variação do módulo das trȩs forças que atuam sobre o bloco em função do ângulo de inclinação $\theta.$

a)


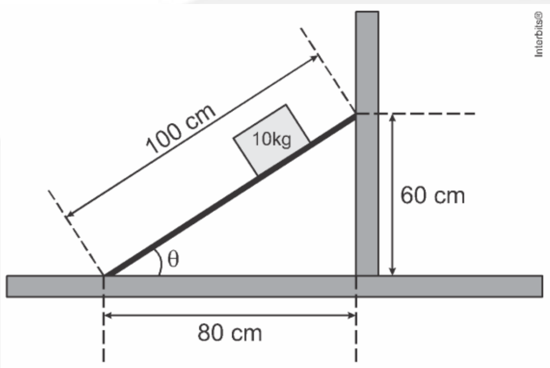
b)


c)


d) 

e) 

73. (Acafe 2016) Um professor de Física utiliza uma rampa móvel para verificar o valor do coeficiente de atrito estático entre a rampa e um bloco. O professor foi alterando o ângulo da rampa em relação à horizontal, até que o bloco atingiu a iminência do movimento. Nesse exato instante, tirou uma foto da montagem e acrescentou com os valores de algumas grandezas, como mostra a figura.

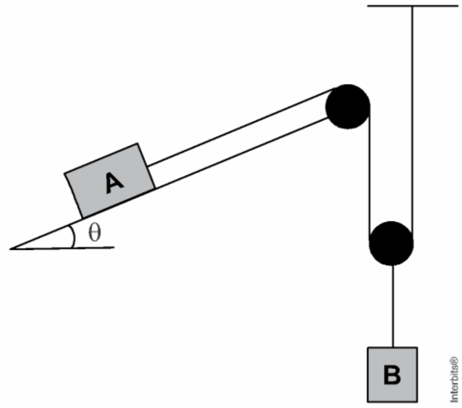


Chegando a sala, explicou a situação a seus alunos e pediu que determinassem o valor do coeficiente de atrito estático entre o bloco e a rampa.

O valor **correto** do coeficiente de atrito estático e da força de atrito, em N, que os alunos devem encontrar, é:

a) $0{,}65$ e $45.$
b) $0{,}75$ e $45.$
c) $0{,}65$ e $60.$
d) $0{,}75$ e $60.$

74. (Mackenzie 2016)

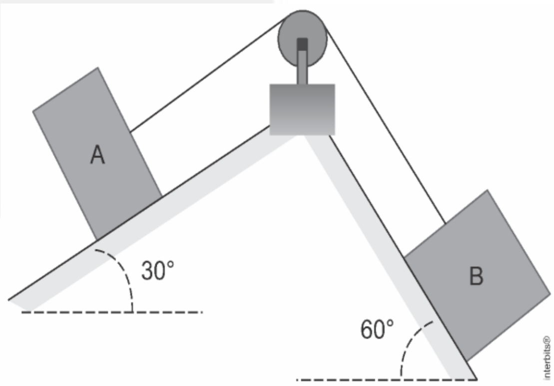


Na figura esquematizada acima, os corpos A e B encontram-se em equilíbrio. O coeficiente de atrito estático entre o corpo A e o plano inclinado vale $\mu = 0{,}500$ e o peso do corpo B é $P_B = 200\ \text{N}.$ Considere os fios e as polias ideais e o fio que liga o corpo A é paralelo ao plano inclinado. Sendo $\text{sen}\,\theta = 0{,}600$ e $\cos\theta = 0{,}800,$ o peso máximo que o corpo A pode assumir é

a) $100\ \text{N}$
b) $300\ \text{N}$
c) $400\ \text{N}$
d) $500\ \text{N}$
e) $600\ \text{N}$

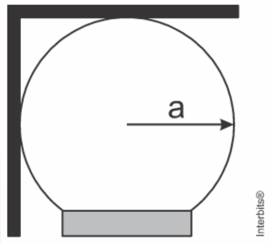
75. (Efomm 2016) Os blocos A e B da figura pesam $1{,}00\ \text{kN},$ e estão ligados por um fio ideal que passa por uma polia sem massa e sem atrito. O coeficiente de atrito estático entre os blocos e os planos é $0{,}60.$ Os dois blocos estão inicialmente em repouso. Se o bloco B está na iminência de movimento, o valor da força de atrito, em newtons, entre o bloco A e o plano, é

Dado: $\cos 30° \approx 0{,}87$



a) 60
b) 70
c) 80
d) 85
e) 90

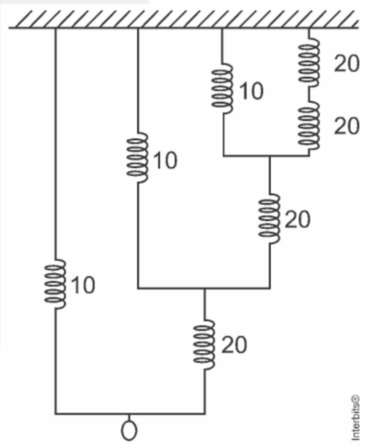
76. (Ita 2016)



A figura mostra uma placa fina de peso P dobrada em ângulo reto e disposta sobre uma esfera fixa de raio $a.$ O coeficiente de atrito mínimo entre estes objetos para que a placa não escorregue é
a) $1.$
b) $1/2.$
c) $\sqrt{2}-1.$
d) $\sqrt{3}-1.$
e) $(\sqrt{5}-1)/2.$

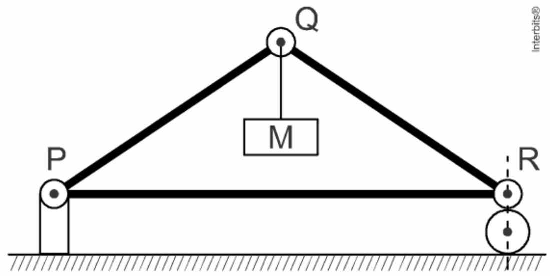
77. (Acafe 2016) Um sistema com molas é montado como na figura abaixo, onde a constante elástica de cada uma delas é, alternadamente, $10\ N/m$ e $20\ N/m.$

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



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

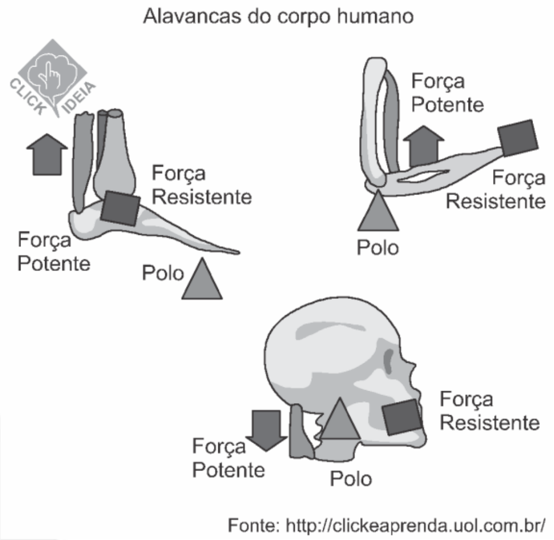
78. (Ita 2016)



Três barras de peso desprezível, articuladas nos pinos P, Q e R, constituem uma estrutura vertical em forma de triângulo isósceles, com $6{,}0\ m$ de base e $4{,}0\ m$ de altura, que sustenta uma massa M suspensa em Q em equilíbrio estático. O pino P também é articulado no seu apoio fixo, e o pino R apoia-se verticalmente sobre o rolete livre. Sendo de $1{,}5\times10^4\ N$ e $5{,}0\times10^3\ N$ os respectivos valores máximos das forças de tração e compressão suportáveis por qualquer das barras, o máximo valor possível para M é de
a) $3{,}0\times10^2\ kg.$
b) $4{,}0\times10^2\ kg.$
c) $8{,}0\times10^2\ kg.$
d) $2{,}4\times10^3\ kg.$
e) $4{,}0\times10^3\ kg.$

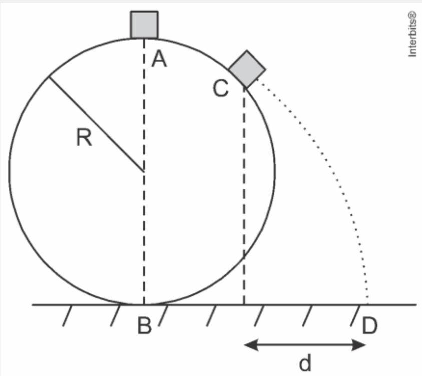
79. (Acafe 2016) Basicamente, uma alavanca é uma barra que pode girar em torno de um ponto de apoio, chamado de polo. Mesmo no nosso corpo existem muitas alavancas, já que existem muitas partes articuláveis.

Na figura a seguir vemos o exemplo de três tipos alavancas diferentes: no pé (1), no braço/antebraço (2) e na cabeça (3).



A alternativa **correta** que mostra na sequência (1), (2) e (3) a classificação conforme a posição do ponto de apoio em relação às forças aplicadas é:
a) interfixa; interpotente e inter-resistente.
b) inter-resistente; interfixa e interpotente.
c) interpotente; interfixa e inter-resistente.
d) inter-resistente; interpotente e interfixa.

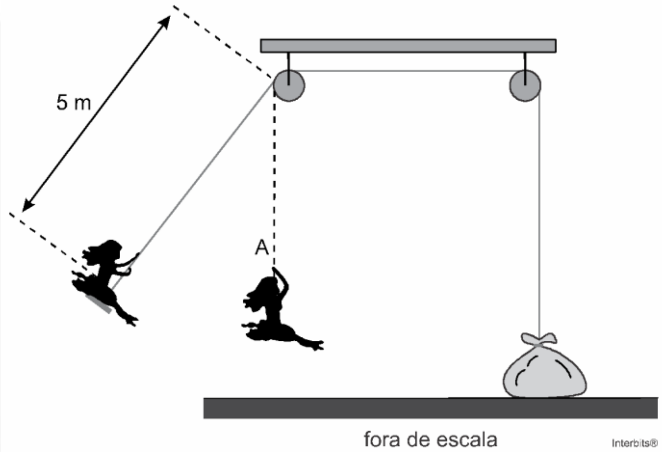
80. (Esc. Naval 2016) Analise a figura abaixo.



A figura acima mostra um pequeno bloco, inicialmente em repouso, no ponto $A,$ correspondente ao topo de uma esfera perfeitamente lisa de raio $R = 135\text{ m}.$ A esfera está presa ao chão no ponto $B.$ O bloco começa a deslizar para baixo, sem atrito, com uma velocidade inicial tão pequena que pode ser desprezada, e ao chegar ao ponto $C,$ o bloco perde contato com a esfera. Sabendo que a distância horizontal percorrida pelo bloco durante seu voo é $d = 102\text{ m},$ o tempo de voo do bloco, em segundos, ao cair do ponto C ao ponto D vale

Dado: $g = 10\text{ m/s}^2$
a) $1,3$
b) $5,1$
c) $9,2$
d) 13
e) 18

81. (Unesp 2016) Uma garota de 50 kg está brincando em um balanço constituído de um assento e de uma corda ideal que tem uma de suas extremidades presa nesse assento e a outra, em um saco de areia de 66 kg que está apoiado, em repouso, sobre o piso horizontal. A corda passa por duas roldanas ideais fixas no teto e, enquanto oscila, a garota percorre uma trajetória circular contida em um plano vertical de modo que, ao passar pelo ponto A, a corda fica instantaneamente vertical.

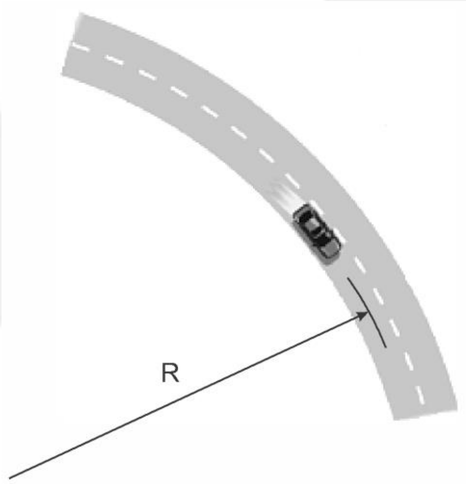


Desprezando a resistência do ar e a massa do assento, considerando $g = 10\text{ m/s}^2$ e as informações contidas na figura, a maior velocidade, em $\text{m/s},$ com a qual a garota pode passar pelo ponto A sem que o saco de areia perca contato com o solo é igual a
a) $2.$
b) $5.$
c) $3.$
d) $4.$
e) $1.$

82. (Uece 2016) A trajetória de uma partícula sujeita a uma força de módulo constante e direção sempre perpendicular à velocidade é
a) circular.

b) parabólica.
c) retilínea.
d) hiperbólica.

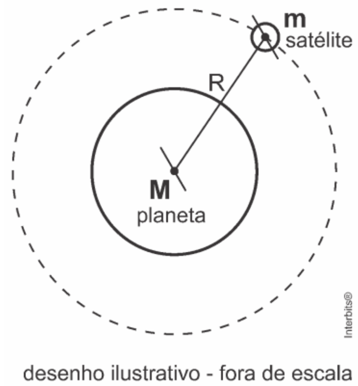
83. (Ufrgs 2016) Considere, na figura abaixo, a representação de um automóvel, com velocidade de módulo constante, fazendo uma curva circular em uma pista horizontal.



Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem.

A força resultante sobre o automóvel é __________ e, portanto, o trabalho por ela realizado é __________.
a) nula – nulo
b) perpendicular ao vetor velocidade – nulo
c) paralela ao vetor velocidade – nulo
d) perpendicular ao vetor velocidade – positivo
e) paralela ao vetor velocidade – positivo

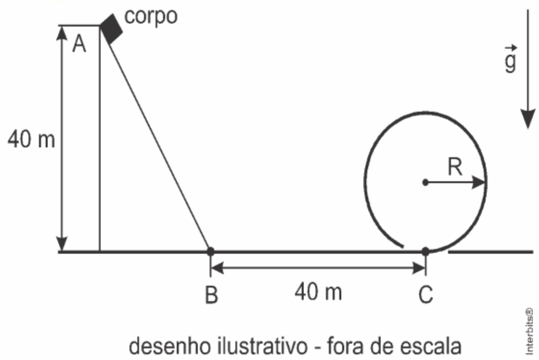
84. (Espcex (Aman) 2016) Um satélite esférico, homogêneo e de massa $m,$ gira com velocidade angular constante em torno de um planeta esférico, homogêneo e de massa $M,$ em uma órbita circular de raio R e período $T,$ conforme figura abaixo. Considerando G a constante de gravitação universal, a massa do planeta em função de R, T e G é:



a) $\dfrac{4\pi^2 R^3}{T\,G}$
b) $\dfrac{4\pi^2 R^2}{T\,G}$
c) $\dfrac{4\pi^2 R^2}{T^2\,G}$
d) $\dfrac{4\pi^2 R}{T^2\,G}$
e) $\dfrac{4\pi^2 R^3}{T^2\,G}$

85. (Espcex (Aman) 2016) Um corpo de massa $300\ \text{kg}$ é abandonado, a partir do repouso, sobre uma rampa no ponto $A,$ que está a $40\ \text{m}$ de altura, e desliza sobre a rampa até o ponto $B,$ sem atrito. Ao terminar a rampa $AB,$ ele continua o seu movimento e percorre $40\ \text{m}$ de um trecho plano e horizontal BC com coeficiente de atrito dinâmico de $0,25$ e, em seguida, percorre uma pista de formato circular de raio $R,$ sem atrito, conforme o desenho abaixo. O maior raio R que a pista pode ter, para que o corpo faça todo trajeto, sem perder o contato com ela é de

Dado: intensidade da aceleração da gravidade $g = 10\ \text{m/s}^2$



desenho ilustrativo - fora de escala

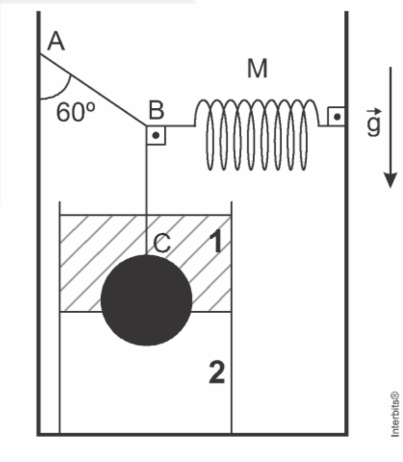
a) 8 m
b) 10 m
c) 12 m
d) 16 m
e) 20 m

86. (Espcex (Aman) 2016) Uma corda ideal AB e uma mola ideal M sustentam, em equilíbrio, uma esfera maciça homogênea de densidade ρ e volume V através da corda ideal $BC,$ sendo que a esfera encontra-se imersa em um recipiente entre os líquidos imiscíveis 1 e 2 de densidade ρ_1 e $\rho_2,$ respectivamente, conforme figura abaixo. Na posição de equilíbrio observa-se que 60% do volume da esfera está contido no líquido 1 e 40% no líquido $2.$ Considerando o módulo da aceleração da gravidade igual a $g,$ a intensidade da força de tração na corda AB é

Dados:

$$\text{sen}\,60^\circ = \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\text{sen}\,30^\circ = \cos 60^\circ = \frac{1}{2}$$



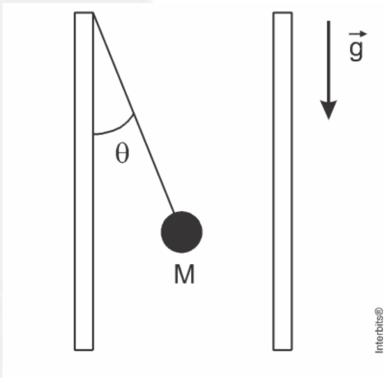
desenho ilustrativo - fora de escala

a) $\sqrt{3}Vg(\rho - 0,6\rho_1 - 0,4\rho_2)$
b) $\sqrt{3}Vg(\rho - 0,6\rho_2 - 0,4\rho_1)$
c) $2Vg(\rho - 0,6\rho_2 - 0,4\rho_1)$
d) $\frac{\sqrt{3}}{3}Vg(\rho - 0,6\rho_1 - 0,4\rho_2)$
e) $2Vg(\rho - 0,6\rho_1 - 0,4\rho_2)$

87. (Espcex (Aman) 2016) Uma pequena esfera de massa M igual a $0,1\,kg$ e carga elétrica $q = 1,5\,\mu C$ está, em equilíbrio estático, no interior de um campo elétrico uniforme gerado por duas placas paralelas verticais carregadas com cargas elétricas de sinais opostos. A esfera está suspensa por um fio isolante preso a uma das placas conforme o desenho abaixo. A intensidade, a direção e o sentido do campo elétrico são, respectivamente,

Dados: $\cos\theta = 0,8$ e $\text{sen}\,\theta = 0,6$

intensidade da aceleração da gravidade $g = 10\,m/$



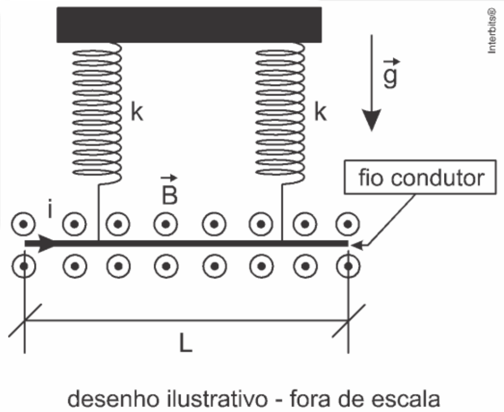
desenho ilustrativo - fora de escala

a) $5 \cdot 10^5\,N/C,$ horizontal, da direita para a esquerda.
b) $5 \cdot 10^5\,N/C,$ horizontal, da esquerda para a direita.
c) $9 \cdot 10^5\,N/C,$ horizontal, da esquerda para a direita.
d) $9 \cdot 10^5\,N/C,$ horizontal, da direita para a esquerda.
e) $5 \cdot 10^5\,N/C,$ vertical, de baixo para cima.

88. (Espcex (Aman) 2016) A figura abaixo representa um fio condutor homogêneo rígido, de comprimento L e massa $M,$ que está em um local onde a aceleração da

gravidade tem intensidade $g.$ O fio é sustentado por duas molas ideais, iguais, isolantes e, cada uma, de constante elástica $k.$ O fio condutor está imerso em um campo magnético uniforme de intensidade $B,$ perpendicular ao plano da página e saindo dela, que age sobre o condutor, mas não sobre as molas.

Uma corrente elétrica i passa pelo condutor e, após o equilíbrio do sistema, cada mola apresentará uma deformação de:



a) $\dfrac{Mg+2k}{BiL}$

b) $\dfrac{BiL}{Mg+2k}$

c) $\dfrac{k}{2(Mg+BiL)}$

d) $\dfrac{Mg+BiL}{2k}$

e) $\dfrac{2k+BiL}{Mg}$

TEXTO PARA AS PRÓXIMAS 2 QUESTÕES:
Se necessário, use

aceleração da gravidade: $g = 10\ m/s^2$

densidade da água: $d = 1,0\ kg/L$

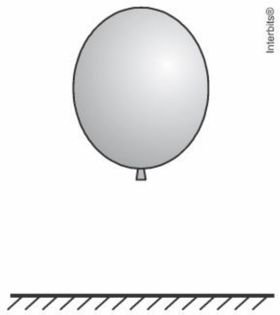
calor específico da água: $c = 1\ cal/g\ °C$

$1\ cal = 4\ J$

constante eletrostática: $k = 9,0 \cdot 10^9 N \cdot m^2/C^2$

constante universal dos gases perfeitos: $R = 8\ J/mol \cdot K$

89. (Epcar (Afa) 2016) Um balão, cheio de um certo gás, que tem volume de $2,0\ m^3,$ é mantido em repouso a uma determinada altura de uma superfície horizontal, conforme a figura abaixo.



Sabendo-se que a massa total do balão (incluindo o gás) é de $1,6\ kg,$ considerando o ar como uma camada uniforme de densidade igual a $1,3\ kg/m^3,$ pode-se afirmar que ao liberar o balão, ele

a) ficará em repouso na posição onde está.

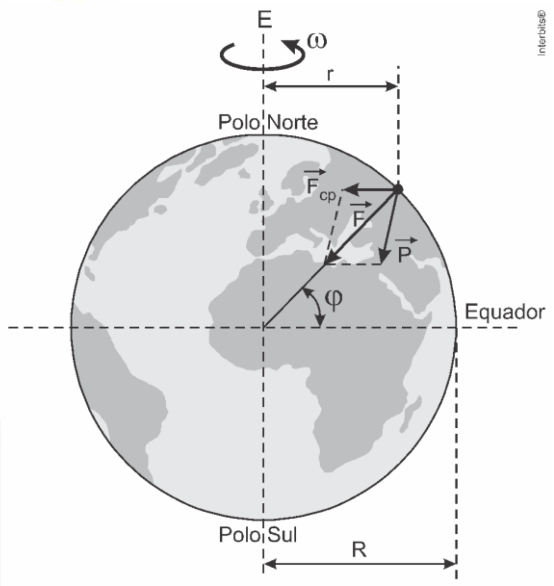
b) subirá com uma aceleração de $6,25\ m/s^2$

c) subirá com velocidade constante.

d) descerá com aceleração de $6,25\ m/s^2$

90. (Epcar (Afa) 2016) Considere a Terra um Planeta esférico, homogêneo, de raio $R,$ massa M concentrada no seu centro de massa e que gira em torno do seu eixo E com velocidade angular constante $\omega,$ isolada do resto do universo.

Um corpo de prova colocado sobre a superfície da Terra, em um ponto de latitude $\varphi,$ descreverá uma trajetória circular de raio r e centro sobre o eixo E da Terra, conforme a figura abaixo. Nessas condições, o corpo de prova ficará sujeito a uma força de atração gravitacional $\vec{F},$ que admite duas componentes, uma centrípeta, $\vec{F}_{cp},$ e outra que traduz o peso aparente do corpo, $\vec{P}.$



Quando $\varphi = 0°$, então o corpo de prova está sobre a linha do equador e experimenta um valor aparente da aceleração da gravidade igual a g_e. Por outro lado, quando $\varphi = 90°$, o corpo de prova se encontra em um dos Polos, experimentando um valor aparente da aceleração da gravidade igual a g_p.

Sendo G a constante de gravitação universal, a razão $\frac{g_e}{g_p}$ vale

a) $1 - \frac{\omega^2 R^3}{GM}$

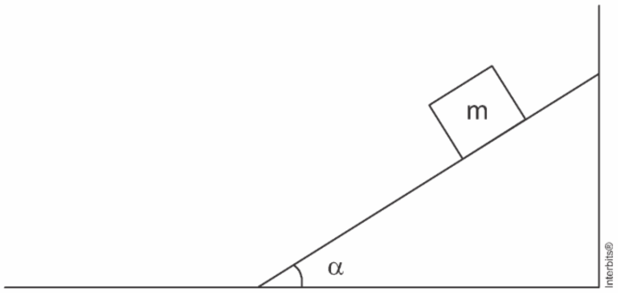
b) $\frac{(GM - \omega^2 r)R^2}{GM}$

c) $\frac{1 - \omega^2 r}{GM}$

d) $\frac{GMR^2 - \omega^2 r^2}{GM}$

TEXTO PARA AS PRÓXIMAS 2 QUESTÕES:
Utilize o enunciado e o gráfico abaixo para responder à(s) questão(ões).

Na figura abaixo, um bloco de massa m é colocado sobre um plano inclinado, sem atrito, que forma um ângulo α com a direção horizontal. Considere g o módulo da aceleração da gravidade.



91. (Ufrgs 2016) O módulo da força resultante sobre o bloco é igual a
a) $mg\cos\alpha$.
b) $mg\,\text{sen}\,\alpha$.
c) $mg\tan\alpha$.
d) mg.
e) zero.

92. (Ufrgs 2016) Nessa situação, os módulos da força peso do bloco e da força normal sobre o bloco valem, respectivamente,
a) mg e mg.
b) mg e $mg\,\text{sen}\,\alpha$.
c) mg e $mg\cos\alpha$.
d) $mg\,\text{sen}\,\alpha$ e mg.
e) $mg\cos\alpha$ e $mg\,\text{sen}\,\alpha$.

Gabarito:

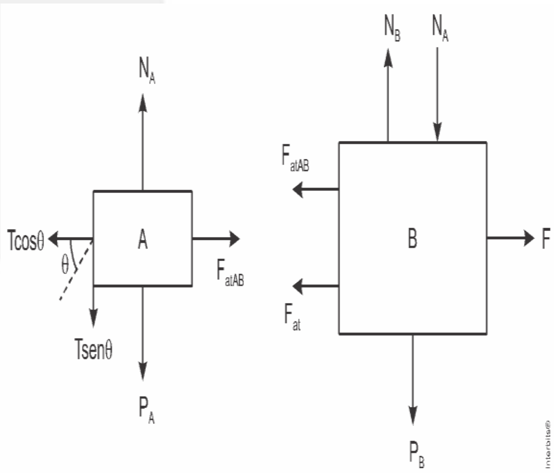
Resposta da questão 1:
[A]

O candidato deve recorrer a seus conhecimentos de Física a respeito da segunda Lei de Newton (princípio fundamental da Dinâmica) e ao texto. A análise linguística encontra-se a seguir.

A alternativa [A] está correta, pois completa as lacunas perfeitamente. As palavras da alternativa encontram-se em negrito. "*A change in* _____1_____ *is proportional to the motive* _____2_____ *impressed and takes place along the* _____3_____ *line in which that force is* _____4_____. In the body of the *Principia* this law is applied both to _____5_____ cases, in which an instantaneous impulse such as from impact is effecting the change in motion, and to cases of _____6_____ action, such as the change in motion in the continuous deceleration of a body moving in a resisting medium". (Uma mudança no **movimento** é proporcional à **força** motora aplicada e ocorre ao longo da linha **reta** na qual aquela força é aplicada. Nos textos do Principia essa lei é aplicada tanto em casos **discretos**, nos quais um impulso instantâneo, como por exemplo o de um impacto, está provocando a mudança no movimento, e para casos de ação **contínua**, tais como a mudança no movimento na desaceleração contínua de um corpo que se move em um meio resistente).

Resposta da questão 2:
[B]

Isolando os blocos, temos:



A :

$$\begin{cases} T\,\text{sen}\,\theta = N_A - P_A \\ T\cos\theta = F_{at_{AB}} \end{cases} \Rightarrow \frac{\text{sen}\,\theta}{\cos\theta} = \frac{N_A - P_A}{\mu_{AB} N_A} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \underbrace{\frac{0,8}{0,6}}_{4/3} = \frac{N_A - 6}{0,3 N_A} \Rightarrow 3N_A - 18 = 1,2N_A \Rightarrow N_A = 10\text{ N}$$

B :

$$F = F_{at_{AB}} + F_{at} = \mu_{AB} N_A + \mu(P_B + N_A) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F = 0,3 \cdot 10 + 0,2 \cdot (20 + 10) = 3 + 6$$

$$\therefore F = 9\text{ N}$$

Resposta da questão 3:
[A]

Da força resultante em Y, obtemos a força normal nesse ponto:

$$\sqrt{N^2 + (mg)^2} = \sqrt{5}mg$$
$$N^2 + m^2g^2 = 5m^2g^2$$
$$N = 2mg$$

Sendo assim, igualando com a força centrípeta, vem:

$$\frac{mv^2}{R} = 2mg$$
$$v^2 = 2gR$$

Aplicando conservação de energia, chegamos a:

$$\frac{mv^2}{2} + mgR = mgh_{máx}$$
$$\frac{m \cdot 2gR}{2} + mgR = mgh_{máx}$$
$$2mgR = mgh_{máx}$$
$$\therefore h_{máx} = 2R$$

Resposta da questão 4:
[D]

A força de atrito é a resultante das forças, portanto:

$$F_{at} = F_R \Rightarrow \mu N = ma$$

Mas $a = \sqrt{a_t^2 + a_{cp}^2}$, com $a_t = \alpha d$ e $a_{cp} = \omega^2 d = (\alpha t)^2 d.$ Logo:

$$\mu mg = m\sqrt{(\alpha d)^2 + \left(\alpha^2 t^2 d\right)^2} \Rightarrow \mu^2 g^2 = \alpha^2 d^2 + \alpha^4 t^4 d^2 \Rightarrow$$

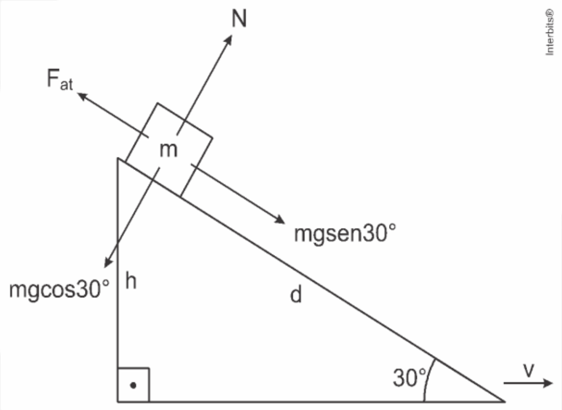
$$\Rightarrow t^4 = \frac{\mu^2 g^2 - \alpha^2 d^2}{\alpha^4 d^2} \Rightarrow t^4 = \frac{\mu^2 g^2}{\alpha^4 d^2} - \frac{1}{\alpha^2}$$

$$\therefore t = \left[\left(\frac{\mu g}{\alpha^2 d}\right)^2 - \frac{1}{\alpha^2}\right]^{1/4}$$

Resposta da questão 5:
[B]

Analisando as situações, temos:

Laura desce sozinha:



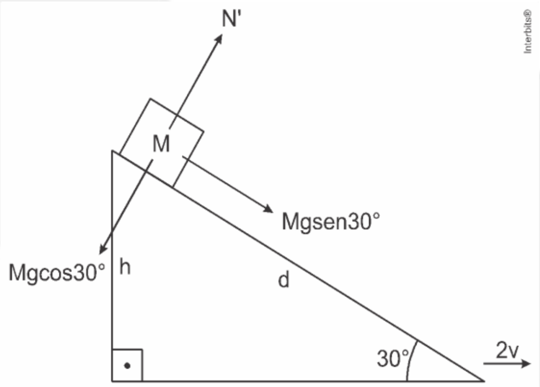
$$d = \frac{h}{\text{sen}\,30°} \Rightarrow d = 2h$$

$$\tau_{Fat} = \Delta E_{mec} \Rightarrow -F_{at} \cdot d = E_{final} - E_{inicial}$$

$$-\mu mg\cos 30° \cdot 2h = \frac{mv^2}{2} - mgh$$

$$v^2 = 2gh\left(1 - \mu\sqrt{3}\right) \quad \text{(I)}$$

Laura e Ana Clara descem juntas:



$$E_{final} = E_{inicial} \Rightarrow \frac{M(2v)^2}{2} = Mgh$$

$$v^2 = \frac{gh}{2} \quad \text{(II)}$$

Fazendo $(I) = (II)$:

$$2gh\left(1 - \mu\sqrt{3}\right) = \frac{gh}{2}$$

$$4 - 4\mu\sqrt{3} = 1$$

$$\therefore \mu = \frac{\sqrt{3}}{4}$$

Resposta da questão 6:
[C]

Para a situação inicial, temos:

$$F_{el} = P \Rightarrow 2kx_0 = mg \Rightarrow x_0 = \frac{mg}{2k}$$

Sendo Δx o valor do comprimento extra de distensão da mola após o travamento do motor, aplicando a conservação da energia mecânica do sistema, vem:

$$E_{M_0} = E_M \Rightarrow \frac{2k}{2}\left(\frac{mg}{2k}\right)^2 + \frac{mv^2}{2} + mg\Delta x = \frac{2k}{2}\left(\frac{mg}{2k} + \Delta x\right)^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{m^2g^2}{4k} + \frac{mv^2}{2} + mg\Delta x = k\left(\frac{m^2g^2}{4k^2} + \frac{mg\Delta x}{k} + \Delta x^2\right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{m^2g^2}{4k} + \frac{mv^2}{2} + mg\Delta x = \frac{m^2g^2}{4k} + mg\Delta x + k\Delta x^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta x^2 = \frac{mv^2}{2k} \Rightarrow \Delta x = \sqrt{\frac{mv^2}{2k}}$$

Sendo assim, a tração máxima possui módulo igual a:

$$T = F_{el} \Rightarrow T = 2k\left(x_0 + \Delta x\right) \Rightarrow T = 2k\left(\frac{mg}{2k} + \sqrt{\frac{mv^2}{2k}}\right)$$

$$\therefore T = mg + \sqrt{2kmv^2}$$

Resposta da questão 7:
[A]

Valor de F_1:

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} = \frac{kx}{A_2}$$

$$\frac{F_1}{\pi \cdot 1^2} = \frac{1{,}5 \cdot 10^4 \cdot 0{,}2}{\pi \cdot 10^2}$$

$$F_1 = 30\ \text{N}$$

Sendo assim, F_a deve ser igual a:

$$F_a \cdot 40 = F_1 \cdot 10$$

$$F_a = \frac{30}{4}$$

$$\therefore F_a = 7{,}5\ \text{N}$$

Resposta da questão 8:
[D]

Velocidade mínima que o sistema deve ter no topo da circunferência:

$$P + \underbrace{N}_{0} = F_{cp}$$

$$2mg = \frac{2mv_t^2}{R}$$

$$v_t = \sqrt{gR}$$

Velocidade do sistema na base da circunferência:

$$E_{cin_b} = E_{pot_t} + E_{cin_t}$$

$$\frac{2mv_b^2}{2} = 2mg \cdot 2R + \frac{2m\left(\sqrt{gR}\right)^2}{2}$$

$$v_b^2 = 4gR + gR$$

$$v_b = \sqrt{5gR}$$

Velocidade com a qual o primeiro bloco deve atingir o segundo:

$$Q_{antes} = Q_{depois}$$

$$mv = 2mv_b$$

$$v = 2\sqrt{5gR}$$

Logo:

$$E_{pot_0} = E_{cin}$$

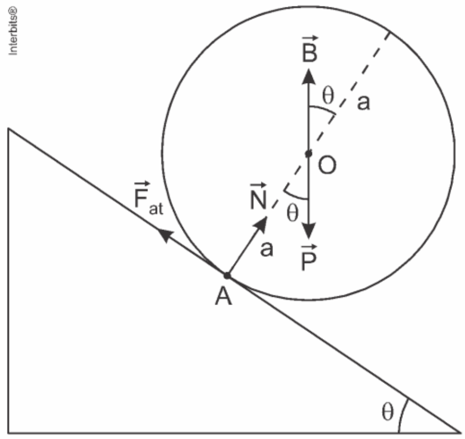
$$mgH = \frac{m\left(2\sqrt{5gR}\right)^2}{2}$$

$$H = \frac{4 \cdot 5gR}{2g}$$

$$\therefore H = 10R$$

Resposta da questão 9:
[E]

Temos a seguinte situação de equilíbrio:



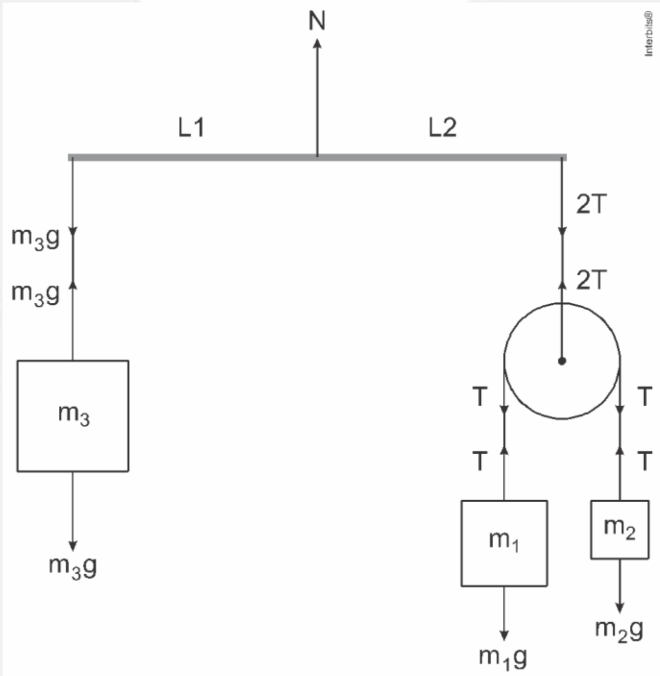
Para que se tenha momento nulo no ponto A, devemos ter que:

$$mg\,\text{sen}\,\theta \cdot a - B\,\text{sen}\,\theta \cdot N \cdot i \cdot 2ab = 0$$

$$\therefore i = \frac{mg}{2bBN}$$

Resposta da questão 10:
[A]

Para os blocos a direita, supondo $m_1 > m_2$, temos:



$$\begin{cases} m_1 g - T = m_1 a \\ T - m_2 g = m_2 a \end{cases} \Rightarrow (m_1 - m_2)g = (m_1 + m_2)a \Rightarrow a = \frac{(m_1 - m_2)}{m_1 + m_2} g$$

$$T = m_1(g - a) = m_1 g\left[1 - \frac{(m_1 - m_2)}{m_1 + m_2}\right] \Rightarrow T = \frac{2m_1 m_2 g}{m_1 + m_2}$$

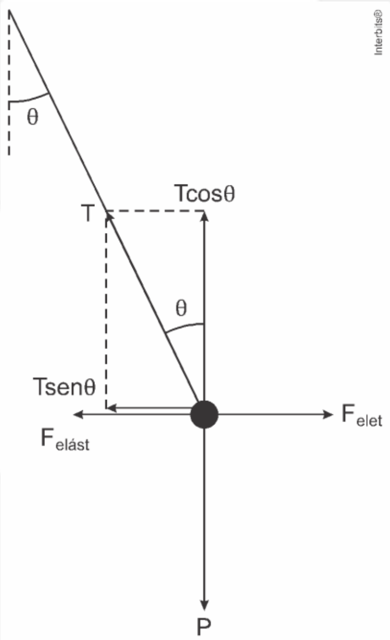
Para o equilíbrio rotacional da barra, devemos ter:

$$m_3g\cdot L1 = 2T\cdot L2 \Rightarrow m_3gL1 = \frac{4m_1m_2}{m_1+m_2}L2$$

$$\therefore m_3 = \frac{4m_1m_2}{m_1+m_2}\frac{L2}{L1}$$

Resposta da questão 11:
[C]

Ilustrando as forças em $q_1,$ temos:



$$\begin{cases} T\,\text{sen}\,\theta = K_M\Delta x - \dfrac{kq^2}{d^2} \\ T\cos\theta = Mg \end{cases}$$

$$\frac{T\,\text{sen}\,\theta}{T\cos\theta} = \frac{K_M\Delta x - \dfrac{kq^2}{d^2}}{Mg}$$

$$K_M\Delta x - \frac{kq^2}{d^2} = Mg\,\text{tg}\,\theta$$

$$\therefore \Delta x = \frac{\dfrac{kq^2}{d^2} + Mg\,\text{tg}\,\theta}{K_M}$$

Resposta da questão 12:
[A]

Aceleração das partículas 1 e 2:

$$mg\,\text{sen}\,30° = ma_1 \Rightarrow 10\cdot\frac{1}{2} = a_1 \Rightarrow a_1 = 5\ m/s^2$$

$$mg\,\text{sen}\,60° = ma_2 \Rightarrow 10\cdot\frac{\sqrt{3}}{2} = a_2 \Rightarrow a_2 = 5\sqrt{3}\ m/s^2$$

Deslocamentos das partículas 1 e 2:

$$\Delta s_1 = v_{0_1}t - \frac{5t^2}{2}$$

$$\Delta s_2 = v_0t - \frac{5\sqrt{3}t^2}{2}$$

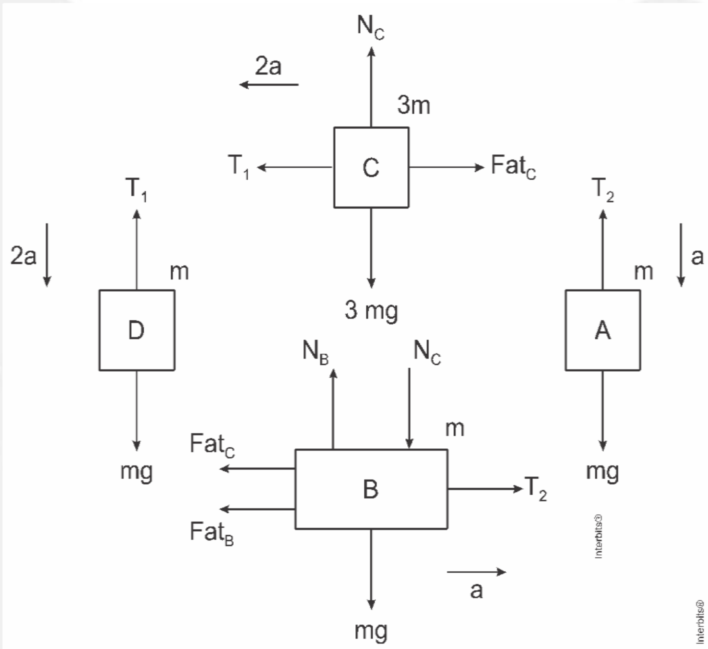
Da geometria da figura, temos que:

$$\text{tg}\,60° = \frac{\Delta s_1}{\Delta s_2} \Rightarrow \sqrt{3} = \frac{v_{0_1}t - \dfrac{5t^2}{2}}{v_0t - \dfrac{5\sqrt{3}t^2}{2}} \Rightarrow v_{0_1}t - \frac{5t^2}{2} = \sqrt{3}v_0t - \frac{15t^2}{2}$$

$$\therefore v_{0_1} = \sqrt{3}v_0 - 5t$$

Resposta da questão 13:
[D]

Isolando os blocos, temos:



Bloc

$$\begin{cases} mg - T_1 = 2ma \\ T_1 - Fat_C = 3m\cdot 2a \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} T_1 = mg - 2ma \\ T_1 = 6ma + \mu\cdot 3mg \end{cases} \Rightarrow m(g-2a) = m(6a+3\mu g) \Rightarrow g = 8a + 3\mu g \quad \text{(I)}$$

os D e C:

Blocos A e B:

$$\begin{cases} mg - T_2 = ma \\ T_2 - Fat_C - Fat_B = ma \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} T_2 = mg - ma \\ T_2 = ma + \mu \cdot 3mg + \mu \cdot 4mg \end{cases} \Rightarrow m(g-a) = m(a + 7\mu g) \Rightarrow g = 2a + 7\mu g \quad (II)$$

Fazendo $(I) = (II),$ vem:

$$8a + 3\mu g = 2a + 7\mu g \Rightarrow 6a = 4\mu g$$

$$\therefore \mu = \frac{3a}{2g}$$

Resposta da questão 14:
ANULADA

Questão anulada no gabarito oficial.

Distância de A até C:

$$\operatorname{sen} 60^\circ = \frac{H}{AC} \Rightarrow \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{15}{AC} \Rightarrow AC = 10\sqrt{3}\ m$$

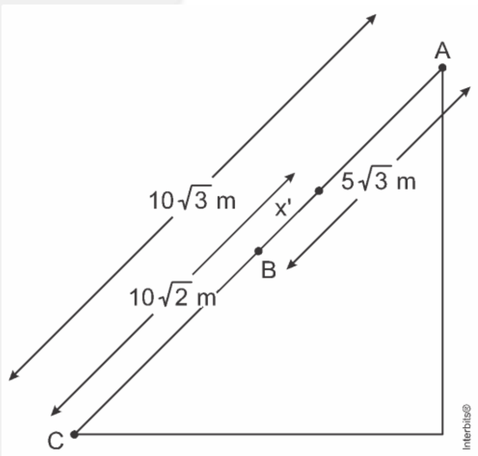
Distância de A até B:

$$\operatorname{sen} 60^\circ = \frac{H/2}{AB} \Rightarrow \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{15}{2AB} \Rightarrow AB = 5\sqrt{3}\ m$$

Valor da constante elástica determinada na situação de equilíbrio:

$$mg\operatorname{sen} 60^\circ = kx \Rightarrow m \cdot 10 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = k \cdot 10\sqrt{2} \Rightarrow k = \frac{m\sqrt{6}}{4}$$

Como a máxima deformação sofrida pelo elástico é de $10\sqrt{2}\ m,$ temos que a deformação x' sofrida até o ponto B é de:



$$10\sqrt{3} = 10\sqrt{2} + 5\sqrt{3} - x' \Rightarrow x' = 10\sqrt{2} - 5\sqrt{3}\ m$$

Portanto, por conservação de energia de A a $B,$ temos:

$$mgH = \frac{mv^2}{2} + \frac{kx'^2}{2} \Rightarrow m \cdot 10 \cdot 15 = \frac{mv^2}{2} + \frac{m\sqrt{6}}{4} \cdot \frac{\left(10\sqrt{2} - 5\sqrt{3}\right)^2}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 8 \cdot 150 = 4v^2 + \sqrt{6}\left(200 - 100\sqrt{6} + 75\right) \Rightarrow 4v^2 = 1800 - 275\sqrt{6} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v^2 = \frac{5^2\left(72 - 11\sqrt{6}\right)}{2^2} \Rightarrow v = \frac{5}{2}\sqrt{72 - 11\sqrt{6}}$$

$$\therefore v \cong 16{,}8\ m/s$$

Resposta da questão 15:
[B]

Velocidade da partícula 2 imediatamente após a colisão perfeitamente elástica em A:

$$2m \cdot 6 = 2mv_1 + mv_A \Rightarrow 12 = 2v_1 + v_A \quad (I)$$

$$\frac{2m \cdot 6^2}{2} = \frac{2mv_1^2}{2} + \frac{mv_A^2}{2} \Rightarrow 72 = 2v_1^2 + v_A^2 \quad (II)$$

Resolvendo para (I) e $(III),$ chegamos a:

$$v_A = 8\ m/s$$

Velocidade da partícula 2 em M:

$$mg - N = \frac{mv_M^2}{R} \Rightarrow m \cdot 10 - 0 = \frac{mv_M^2}{1} \Rightarrow v_M = \sqrt{10}\ m/s$$

Perda de energia no trecho ABM:

$$\Delta E = \frac{mv_A^2}{2} - \left(\frac{mv_M^2}{2} + mg \cdot 2R\right) = \frac{m \cdot 8^2}{2} - \frac{m \cdot 10}{2} - m \cdot 10 \cdot 2 = 7m$$

Logo, a velocidade da partícula 2 imediatamente antes da colisão em D será:

$$\frac{mv_M^2}{2} + mg \cdot 2R - \Delta E = \frac{mv_D^2}{2} \Rightarrow m\left(\frac{10}{2} + 10 \cdot 2 - 7\right) = \frac{mv_D^2}{2} \Rightarrow v_D = 6\ m/s$$

Como a colisão com a partícula 3 também é perfeitamente elástica, devemos ter:

$$m \cdot 6 = mv_2 + 2mv_3 \Rightarrow 6 = v_2 + 2v_3 \quad (III)$$

$$\frac{m \cdot 6^2}{2} = \frac{mv_2^2}{2} + \frac{2mv_3^2}{2} \Rightarrow 36 = v_2^2 + 2v_3^2 \quad (IV)$$

Resolvendo para (III) e $(IV),$ chegamos a:

$$v_3 = 4\ m/s$$

Resposta da questão 16:
[A]

Na descida:

$P - E = ma$

$mg - \rho V_0 g = ma$

$50 \cdot 10^{-3} \cdot 10 - 10^3 \cdot V_0 \cdot 10 = 50 \cdot 10^{-3} \cdot a$

$a = 10 - 2 \cdot 10^5 V_0$

$$\Delta s = v_0 t + \frac{at^2}{2}$$

$$0,6 = \frac{\left(10 - 2 \cdot 10^5 V_0\right) \cdot 1^2}{2}$$

$$V_0 = 4,4 \cdot 10^{-5}\ m^3 = 44\ cm^3$$

Na subida:

$E' - P = ma'$

$\rho V g - mg = ma'$

$10^3 \cdot V \cdot 10 - 50 \cdot 10^{-3} \cdot 10 = 50 \cdot 10^{-3} \cdot a'$

$a' = 2 \cdot 10^5 V - 10$

$$\Delta s = v_0 t + \frac{a't'^2}{2}$$

$$0,6 = \frac{\left(2 \cdot 10^5 V - 10\right) \cdot 0,5^2}{2}$$

$$V_0 = 7,4 \cdot 10^{-5}\ m^3 = 74\ cm^3$$

Portanto:

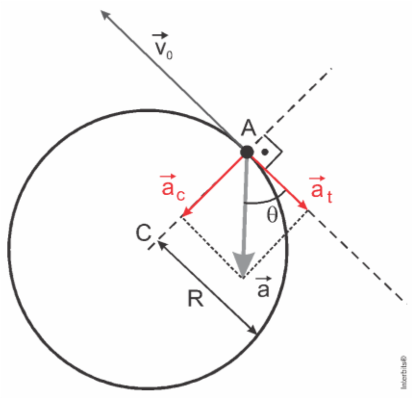
$\Delta V = 74\ cm^3 - 44\ cm^3 = 30\ cm^3$

Resposta da questão 17:
[D]

Dados:

$|a| = 10\ m/s^2;\ R = 6\ m;\ \cos\theta = 0,8 \Rightarrow \text{sen}\theta = 0,6.$

No instante mostrado, os módulos das componentes tangencial (a_t) e centrípeta (a_c) da aceleração (a), podem ser calculados analisando a figura.



$$\begin{cases} \cos\theta = \dfrac{a_t}{a} \Rightarrow a_t = a\cos\theta = 10(0,8) \Rightarrow \boxed{a_t = 8\ m/s^2.} \\ \text{sen}\theta = \dfrac{a_c}{a} \Rightarrow a_c = a\,\text{sen}\theta = 10(0,6) \Rightarrow \boxed{a_c = 6\ m/s^2.} \end{cases}$$

Sendo o movimento é retrogrado e retardado, a velocidade escalar (V_0) é negativa e a aceleração escalar (a_e) é positiva.

Calculando V_0:

$$a_c = \frac{|V_0|^2}{R} \Rightarrow |V_0| = \sqrt{a_c R} = \sqrt{6 \times 6} = 6 \Rightarrow \boxed{V_0 = -6\ m/s.}\ \text{(mov. retrógrado)}$$

No segundo seguinte, aplicando a função horária da velocidade:

$$V = V_0 + a_e\, t \Rightarrow V = -6 + 8(1) \Rightarrow V = \boxed{V = 2\ m/s.}$$

Como o movimento é uniformemente variado, o valor da aceleração tangencial é constante.

$$\boxed{a_t = 8\ m/s^2.}$$

Resposta da questão 18:
[C]

Após lançado, a partícula estará sob a influência das forças peso e elétrica, ambas na direção vertical e com sentido para baixo. Sendo assim, a sua aceleração possui módulo igual a:

$F_R = P + F_{el} = ma$

$mg + qE = ma$

$$a = g + \frac{qE}{m}$$

$$a = 10 + \frac{10^{-3} \cdot 10^{-2}}{10^{-6}}$$

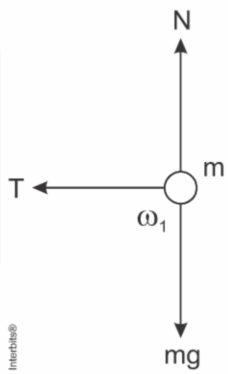
$a = 20\ m/s^2$

Portanto, a esfera alcançará uma altura de:

$$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta s$$
$$0^2 = 50^2 - 2 \cdot 20 \cdot h_{máx}$$
$$40h_{máx} = 2500$$
$$\therefore h_{máx} = 62{,}5 \text{ m}$$

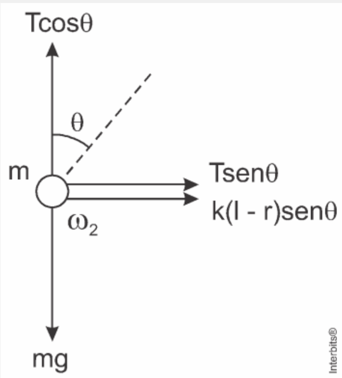
Resposta da questão 19:
[A]

Partícula sobre a mesa:



$$T = m\omega_1^2 r \Rightarrow \omega_1^2 = \frac{T}{mr} \quad \text{(I)}$$

Partícula presa à mola:



Onde a deformação da mola e o raio da sua trajetória circular são dados por $(l-r)\text{sen}\theta.$

$$\begin{cases} T\text{sen}\theta + k(l-r)\text{sen}\theta = m\omega_2^2(l-r)\text{sen}\theta \\ T\cos\theta = mg \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} T = (l-r)\left(m\omega_2^2 - k\right) & \text{(II)} \\ T = mg/\cos\theta & \text{(III)} \end{cases}$$

Substituindo (III) em (II):

$$\frac{mg}{\cos\theta} = (l-r)\left(m\omega_2^2 - k\right) \Rightarrow \omega_2^2 = \frac{mg + k(l-r)\cos\theta}{m(l-r)\cos\theta} \quad \text{(IV)}$$

Substituindo (III) em (I):

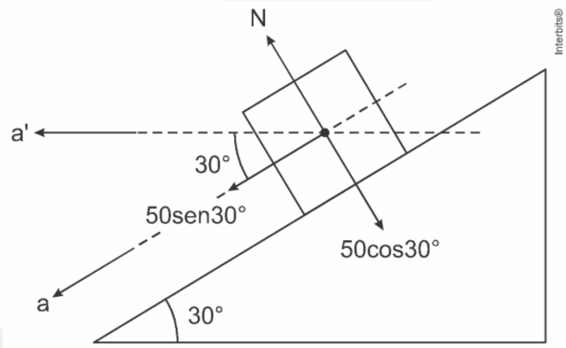
$$\omega_1^2 = \frac{mg}{\cos\theta} \cdot \frac{1}{mr} \Rightarrow \omega_1^2 = \frac{g}{r\cos\theta} \quad \text{(V)}$$

Fazendo $\text{(IV)} \div \text{(V)}$:

$$\frac{\omega_2^2}{\omega_1^2} = \frac{mg + k(l-r)\cos\theta}{m(l-r)\cos\theta} \cdot \frac{r\cos\theta}{g}$$
$$\therefore \left(\frac{\omega_2}{\omega_1}\right)^2 = \frac{r\left[mg + k(l-r)\cos\theta\right]}{mg(l-r)}$$

Resposta da questão 20:
[E]

Para o bloco, temos que:



Aceleração na direção do movimento:
$$5a = 50 \text{ sen}30° \Rightarrow a = 5 \text{ m/s}^2$$

Aceleração na direção horizontal:
$$a' = a\cos 30° \Rightarrow a' = \frac{5\sqrt{3}}{2} \text{ m/s}^2$$

Força horizontal que o bloco aplica na plataforma:
$$F = 5 \cdot \frac{5\sqrt{3}}{2} \Rightarrow F = \frac{25\sqrt{3}}{2} \text{ N}$$

Sendo assim:
$$T = F = \frac{25\sqrt{3}}{2} \text{ N}$$

Resposta da questão 21:
[B]

Sendo T_1 e $T_2,$ respectivamente, as trações sobre os blocos A e $B,$ temos:

$$\begin{cases} T_1 - mg = m \cdot \frac{g}{3} \\ 3mg - T_2 = 3m \cdot \frac{g}{3} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} T_1 = \frac{4mg}{3} \\ T_2 = 2mg \end{cases}$$

Sendo assim, a força de atrito é igual a:

$$F = T_2 - T_1 = 2mg - \frac{4mg}{3}$$

$$\therefore F = \frac{2mg}{3}$$

Resposta da questão 22:
[C]

Equacionando os torques das forças atuantes na barra para que não haja rotação no ponto $A,$ temos:

$$20 \cdot 1 + 40 \cdot 3 + 60 \cdot 4 - F_{el} \cdot \cos 60° \cdot 2 = 0$$

$$20 + 120 + 240 - F_{el} = 0$$

$$F_{el} = 380 \text{ N}$$

Portanto, a constante elástica da mola é:

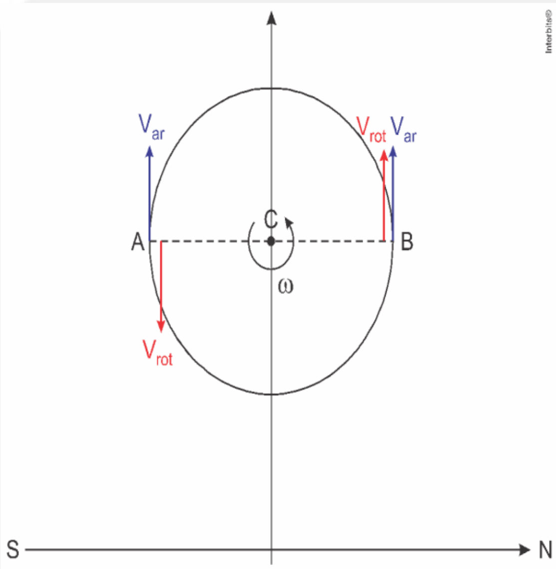
$$F_{el} = kx$$

$$380 = k \cdot 0{,}1$$

$$\therefore k = 3800 \text{ N/m}$$

Resposta da questão 23:
[B]

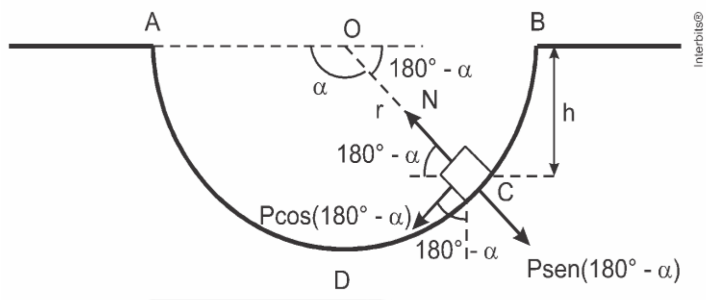
Vista da bola para observador ao leste:



A velocidade total no ponto A é menor do que em $B,$ o que faz com que a pressão do ar seja menor em B e que seja criada uma quantidade de movimento nessa direção (de acordo com o Efeito Magnus). Portanto:
[I] Falsa. Como descrito acima, a bola adquire forças horizontais.
[II] Verdadeira. A bola adquire quantidade de movimento para o norte.
[III] Falsa. Conforme descrito acima.
[IV] Verdadeira. Quanto maior for a velocidade angular da bola, maior será a diferença de pressão entre os pontos A e B e mais a bola se afastará do ponto $C.$

Resposta da questão 24:
[E]

Analisando a figura, temos:



Onde:

$$h = r\,\text{sen}(180° - \alpha) = r\,\text{sen}\,\alpha$$

Por conservação da energia mecânica entre os pontos B e $C,$ vem:

$$mgh = \frac{m{v_C}^2}{2} \Rightarrow {v_C}^2 = 2gr\,\text{sen}\,\alpha$$

Sendo assim:

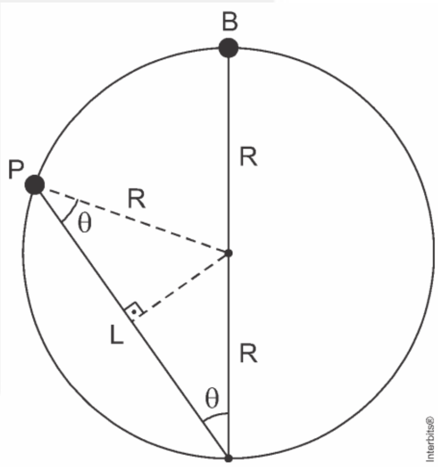
$$N - P\,\text{sen}(180° - \alpha) = \frac{m{v_C}^2}{r}$$

$$N - mg\,\text{sen}\,\alpha = \frac{m \cdot 2gr\,\text{sen}\,\alpha}{r}$$

$$\therefore N = 3mg\,\text{sen}\,\alpha$$

Resposta da questão 25:
[D]

No ponto $P,$ o comprimento da mola será:



$$L = 2R\cos\theta$$

E a sua deformação será:
$$x = 2R\cos\theta - R = R(2\cos\theta - 1)$$

Por conservação de energia, teremos:
$$E_{M_B} = E_{M_P}$$
$$\frac{kR^2}{2} = \frac{k\left[R(2\cos\theta - 1)\right]^2}{2} + \frac{mv^2}{2}$$
$$kR^2 = kR^2\left(4\cos^2\theta - 4\cos\theta + 1\right) + mv^2$$
$$kR^2\left(1 - 4\cos^2\theta + 4\cos\theta - 1\right) = mv^2$$
$$4kR^2\left(\cos\theta - \cos^2\theta\right) = mv^2$$
$$\therefore v = 2R\sqrt{\frac{k}{m}\left(\cos\theta - \cos^2\theta\right)}$$

Resposta da questão 26:
[B]

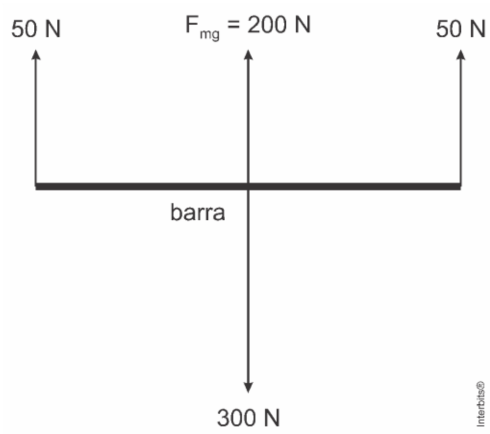
Após ser abandonado em um dos polos, o corpo descreverá um MHS cujo período será análogo ao de um corpo em órbita circular rasante ao redor do corpo celeste. Nesse caso, a força de atração gravitacional atuará como resultante centrípeta. Portanto:
$$\frac{mv^2}{R} = \frac{GMm}{R^2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{GM}{R}} \Rightarrow \frac{2\pi R}{T} = \sqrt{\frac{GM}{R}} \Rightarrow T$$

Sendo assim, o tempo procurado será de:
$$t = \frac{T}{2} \quad \therefore t = \pi\left(\frac{R^3}{GM}\right)^{1/2}$$

Resposta da questão 27:
[C]

Módulo da força elástica em cada mola:
$$F_{el} = kx = 500 \cdot 0{,}1 \Rightarrow F_{el} = 50\ \text{N}$$

Sendo assim, pela figura abaixo, podemos perceber que deverá surgir uma força magnética de intensidade $200\ \text{N}$ para cima de modo a manter as molas no estado descrito:



Portanto:
$$F_{mg} = BiL \Rightarrow 200 = 8 \cdot i \cdot 5$$
$$\therefore i = 5\ \text{A}$$

E pela regra da mão direita, a corrente deve percorrer a barra da direita para a esquerda.

Observação: *O exercício pede o sentido real da corrente, que é contrário ao convencional.*

Resposta da questão 28:
[B]

Cálculo da magnitude da aceleração angular (α) do MCUV (Movimento Circular Uniformemente Variado) em $2\ \text{s}$:
$$\omega(2\ \text{s}) = \omega_0 + \alpha t \qquad \text{e} \qquad \omega = \frac{v}{R}$$
$$\frac{6\ \text{m/s}}{2{,}25\ \text{m}} = 0 + \alpha \cdot 2\ \text{s}$$
$$\alpha = \frac{6\ \text{m/s}}{2{,}25\ \text{m} \cdot 2\ \text{s}} \therefore \alpha = \frac{4}{3}\ \text{rad/s}^2$$

Cálculo da intensidade da aceleração tangencial (a_t)
$$a_t = \alpha R$$
$$a_t = \frac{4}{3}\ \text{rad/s}^2 \cdot 2{,}25\ \text{m} \therefore a_t = 3\ \text{m/s}^2$$

Cálculo do módulo da velocidade angular (ω) em $1\ \text{s}$:
$$\omega = \omega_0 + \alpha t$$
$$\omega(1\ \text{s}) = 0 + \frac{4}{3}\ \text{rad/s}^2 \cdot 1\ \text{s}$$
$$\omega(1\ \text{s}) = \frac{4}{3}\ \text{rad/s}$$

Cálculo do módulo da aceleração centrípeta (a_c) em $1\,s$:

$$a_c(1\,s)=(\omega(1\,s))^2\cdot R\Rightarrow a_c(1\,s)=\left(\frac{4}{3}\,rad/s\right)^2\cdot 2{,}25\,m\therefore a_c(1\,s)=4\,m/s^2$$

Usando o Teorema de Pitágoras, obtemos a intensid

$$a_r=\sqrt{a_t^2+a_c^2}\Rightarrow a_r=\sqrt{\left(3\,m/s^2\right)^2+\left(4\,m/s^2\right)^2}\therefore a_r=5\,m/s^2$$

ade da aceleração resultante (a_r).

A intensidade da força resultante (F_r) é obtida pelo Princípio Fundamental da Dinâmica.

$$F_r=m\cdot a_r$$

$$F_r=1\,kg\cdot 5\,m/s^2\therefore F_r=5\,N$$

Resposta da questão 29:
[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.

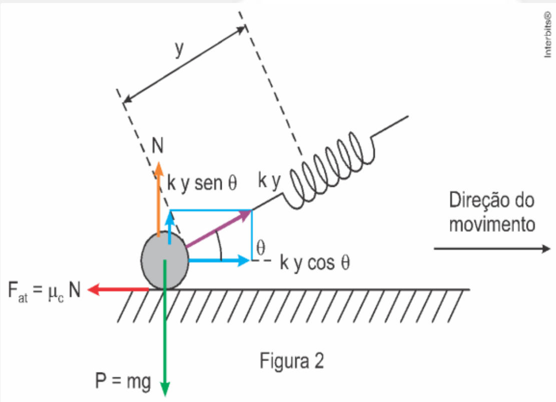


Figura 2

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

Na direção vertical:

$$N+k\,y\,sen\,\theta=m\,g$$

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

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

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

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

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

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:

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

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

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

Resposta da questão 30:
[D]

Para o equilíbrio estático, a tração na corda é igual a força elétrica entre as cargas.

$$F_e=T=9\,N\Rightarrow\frac{k\,Q_A\,Q_B}{\ell^2}=9\,N$$

Para o equilíbrio dinâmico, quando a partícula B executa um MCU no plano horizontal em torno da partícula A, a força resultante é a força centrípeta que é a diferença entre a tração nova e a força elétrica.

$$F_c=T-F_e\Rightarrow\frac{m\,v^2}{\ell}=15-9\therefore\frac{m\,v^2}{\ell}=6\,N$$

Assim, a energia total do sistema será a soma das energias cinética e potencial elétrica e é dada por:

$$E_{sistema}=E_c+E_{pe}=\frac{m\,v^2}{2}+\frac{k\,Q_A\,Q_B}{\ell}$$

Ajustando os resultados obtidos anteriormente.

$$E_{sistema} = \left(\frac{m\,v^2}{\ell}\right)\cdot\frac{\ell}{2} + \left(\frac{k\,Q_A\,Q_B}{\ell^2}\right)\cdot\ell$$

$$E_{sistema} = (6\,N)\cdot\frac{3\cdot 10^{-2}\,m}{2} + (9\,N)\cdot 3\cdot 10^{-2}\,m = 9\cdot 10^{-2}\,J + 27\cdot 10^{-2}\,J \therefore$$

$$E_{sistema} = 36\cdot 10^{-2}\,J = 0{,}36\,J$$

Resposta da questão 31:
[C]

O módulo da aceleração (a) é o mesmo nos dois casos. Aplicando o princípio fundamental da dinâmica às duas situações, têm-se:

$$\left\{\begin{aligned} T_A &= m_{II}\,a \\ T_B &= m_I\,a \end{aligned}\right\rangle \div \Rightarrow \frac{T_A}{T_B} = \frac{m_{II}}{m_I} = \frac{6}{10} \Rightarrow \boxed{\frac{T_A}{T_B} = \frac{3}{5}.}$$

Resposta da questão 32:
[B]

A força resultante aponta para o lado da equipe que aplica a maior força, ou seja, para a **esquerda** representada pela equipe A. Os módulos das acelerações de cada equipe são dados pelo Princípio Fundamental da Dinâmica, também conhecido como 2ª lei de Newton: $F_R = m\cdot a$

Equipe A:

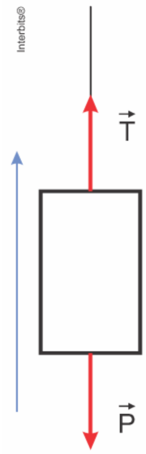
$$a = \frac{F_R}{m} \Rightarrow a = \frac{780\,N}{300\,kg} \therefore a = 2{,}6\,m/s^2$$

Equipe B:

$$a = \frac{F_R}{m} \Rightarrow a = \frac{720\,N}{300\,kg} \therefore a = 2{,}4\,m/s^2$$

Resposta da questão 33:
[D]

Para a situação descrita, o diagrama de corpo livre é:



Usando o Princípio Fundamental da Dinâmica, obtemos a relação:

$$T - P = M\cdot a \qquad (1)$$

A partir da aceleração relativa do parafuso (a_{rp}) que cai, podemos chegar ao valor da aceleração do elevador (a), sabendo que o mesmo cai com uma aceleração (a_p) igual à $-g.$

$$a_p = a_{rp} + a$$

$$-g = -\frac{4}{5}g + a$$

$$a = \frac{4}{5}g - g$$

$$\therefore a = -\frac{g}{5} \qquad (2)$$

Aplicando a equação (2) na equação (1):

$$T - P = M\cdot\left(-\frac{g}{5}\right)$$

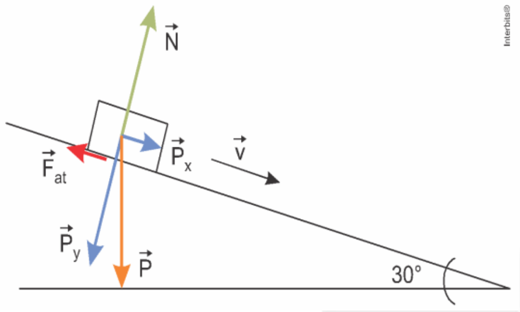
$$T = P + M\cdot\left(-\frac{g}{5}\right) \Rightarrow T = P - \frac{Mg}{5} \xrightarrow{P=Mg} T = P - \frac{P}{5} \Rightarrow T = \frac{4}{5}P$$

$$\therefore \frac{T}{P} = \frac{4}{5}$$

Resposta da questão 34:
[D]

A força de atrito cinético é a responsável pelo derretimento do gelo, considerado na temperatura de fusão à pressão normal, ou seja, $0\,°C$ e $1\,atm.$

O equilíbrio de forças no plano inclinado é dado na direção do plano e na sua perpendicular.



$$F_{at} = P_x$$
$$F_{at} = \mu \cdot N = \mu \cdot P_y \therefore F_{at} = \mu \cdot m \cdot g \cdot \cos 30^\circ$$
$$P_x = m \cdot g \cdot \text{sen } 30^\circ$$

Igualando as duas equações acima, obtemos o coeficiente de atrito cinético.

$$\mu \cdot \cancel{m} \cdot \cancel{g} \cdot \cos 30^\circ = \cancel{m} \cdot \cancel{g} \cdot \text{sen } 30^\circ \therefore \mu = \frac{\text{sen } 30^\circ}{\cos 30^\circ} = \tan 30^\circ$$

Assim, a força de atrito em módulo será:

$$F_{at} = \mu \cdot m \cdot g \cdot \cos 30^\circ = \frac{\text{sen } 30^\circ}{\cancel{\cos 30^\circ}} \cdot m \cdot g \cdot \cancel{\cos 30^\circ} \therefore F_{at} = m \cdot g \cdot \text{sen } 30^\circ$$

Por outro lado, a quantidade de calor (Q) utilizada para o derretimento de gelo é dado pelo produto do calor latente de fusão (L) pela massa derretida de gelo (m_d).

$$Q = m_d \cdot L$$

Dividindo toda a expressão pelo tempo, temos dimensão de potência.

$$\frac{Q}{t} = \frac{m_d \cdot L}{t}$$

Para ajuste de dimensões, tendo em vista que a força de atrito é responsável pelo derretimento do gelo, podemos relacionar as duas equações sabendo que o produto força e velocidade também têm dimensão de potência, sendo possível esta relação porque a velocidade é constante. Desta forma, temos uma expressão para o cálculo da velocidade.

$$F_{at} \cdot v = \frac{Q}{t} \Rightarrow v = \frac{Q}{F_{at} \cdot t}$$

Substituindo as expressões anteriores:

$$v = \frac{m_d \cdot L}{m \cdot g \cdot \text{sen } 30^\circ \cdot t}$$

$$v = \frac{20\text{ g} \cdot 336\ \frac{J}{g}}{80\text{ kg} \cdot 10\ \frac{m}{s^2} \cdot \frac{1}{2} \cdot 60\text{ s}}$$

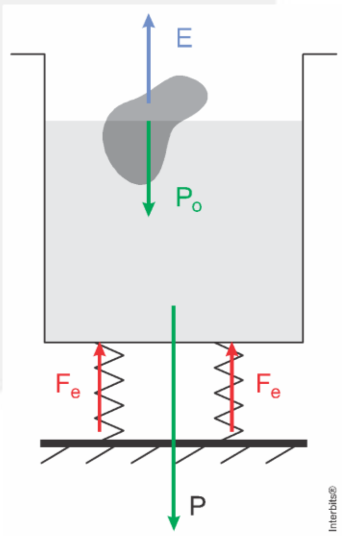
$$\therefore v = 0{,}28\ \frac{m}{s} = 28\ \frac{cm}{s}$$

Resposta da questão 35:
[B]

Como o tempo de queda só depende do movimento vertical, tanto nas situações do ar em repouso como na do ar em movimento, os tempos serão maiores do que t_1 (para o vácuo), pois as partículas sofrerão resistência ao caírem nessas circunstâncias, com $t_2 = t_3$, já que o movimento do ar se dá apenas horizontalmente.
Na primeira situação, o corpo irá adquirir velocidade máxima devido à ausência de resistência causada pelo vácuo. Na segunda situação, o corpo irá sofrer atrito com o ar, tendo sua velocidade minimizada. E na terceira situação, como o ar está em movimento, mas não se opondo à velocidade inicial, a partícula terá velocidade intermediária.
Portanto, teremos que: $t_1 < t_2 = t_3$ e $v_1 > v_3 > v_2$.

Resposta da questão 36:
[E]

De acordo com o diagrama de corpo livre abaixo, temos:



As duas molas equilibram o peso do conjunto recipiente-água-objeto.

Sem o objeto, o equilíbrio é dado por:
$$2 \cdot F_e = P$$

A massa de água:
$$m_a = d_a \cdot V_a \Rightarrow m_a = 1000\ kg/m^3 \cdot V_a\ m^3 \therefore m_a = 1000V_a\ kg$$
$$2 \cdot k \cdot x = m_a \cdot g \xrightarrow{m_a = 1000V_a} x = \frac{1000V_a \cdot g}{2 \cdot k} \quad (1)$$

Sabendo que a porcentagem submersa representa a densidade relativa, obtemos a densidade do objeto:
$$\frac{d_o}{d_{água}} = 0{,}6 \Rightarrow d_o = 0{,}6 \cdot d_{água} \Rightarrow d_o = 0{,}6 \cdot 1000\ kg/m^3 \therefore d_o = 600\ kg/m^3$$

A massa do objeto:
$$m_o = d_o \cdot V_o \xrightarrow{V_o = V_a/30} m_o = 600\ kg/m^3 \cdot \frac{V_a}{30}\ m^3 \therefore m_o = 20V_a\ kg$$

O novo equilíbrio estabelecido com adição do objeto à água é:
$$2 \cdot F_e' = P'$$

O novo peso do conjunto fica:
$$P' = P_a + P_o = (m_a + m_o)g = (1000V_a + 20V_a)g \therefore P' = 1020V_a g\ N$$
$$2 \cdot k \cdot x' = P' \xrightarrow{P' = 1020V_a g} x' = \frac{1020V_a \cdot g}{2 \cdot k} \quad (2)$$

Fazendo a razão entre as duas deformações das molas x'/x, finalmente temos:
$$\frac{x'}{x} = \frac{\dfrac{1020\cancel{V_a} \cdot \cancel{g}}{\cancel{2 \cdot k}}}{\dfrac{1000\cancel{V_a} \cdot \cancel{g}}{\cancel{2 \cdot k}}} \therefore \frac{x'}{x} = 1{,}02$$

Resposta da questão 37:
ANULADA

Questão anulada no gabarito oficial.

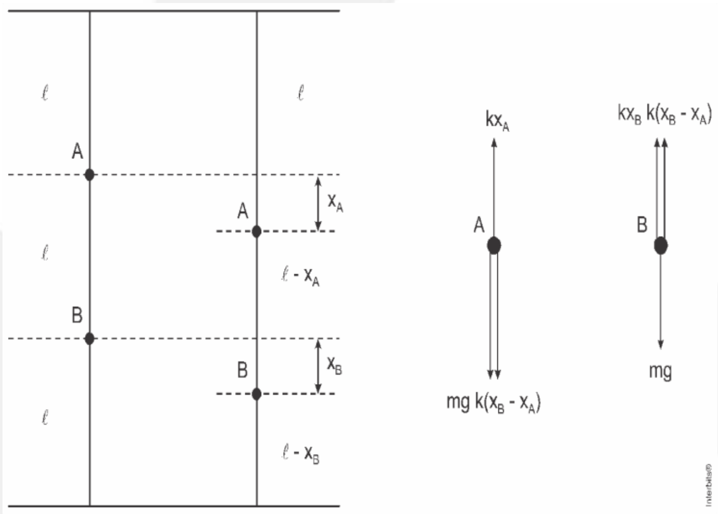
Da situação inicial, podemos determinar a constante elástica da mola:
$$F_{el} = P$$
$$kx = mg \Rightarrow k \cdot 0{,}5 = 10 \cdot 10$$
$$k = 200\ N/m$$

Com uma massa de $12{,}5\ kg$ posta em oscilação com a mesma mola, teremos:
$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{12{,}5}{200}}$$
$$\therefore T = \frac{\pi}{2}\ s$$

Como no texto é mencionado que a massa que causa uma deformação de $50\ cm$ na mola é de $10\ kg,$ e depois de $0{,}1\ kg,$ portanto, a questão apresenta uma inconsistência de dados.

Resposta da questão 38:
[A]

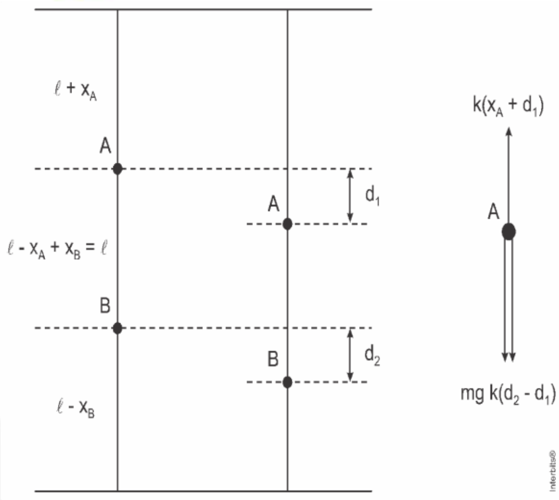
Primeiro equilíbrio:



$$\begin{cases} mg + k(x_B - x_A) = kx_A \\ mg = kx_B + k(x_B - x_A) \end{cases} \Rightarrow kx_A - k(x_B - x_A) = kx_B + k(x_B - x_A) \Rightarrow$$
$$\Rightarrow k(2x_A - x_B) = k(2x_B - x_A) \Rightarrow x_A = x_B$$

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 39:
[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.

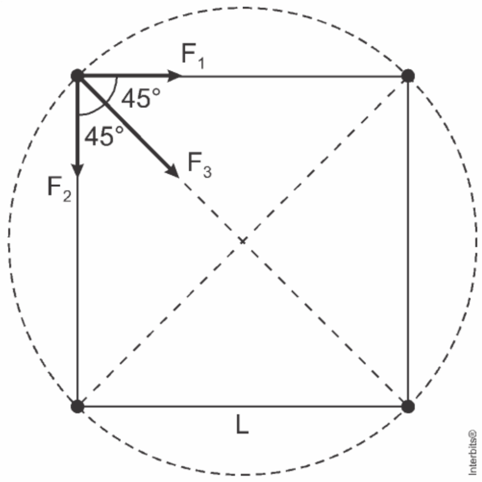
$$E_c = E_e \Rightarrow \frac{m \cdot v^2}{2} = \frac{k \cdot x^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{k \cdot x^2}{m}} \therefore v = x \cdot \sqrt{\frac{k}{m}}$$

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 40:
[D]

Na figura abaixo, temos as forças que atuam sobre um dos corpos:



Onde:

$$F_1 = F_2 = \frac{Gm^2}{L^2} \quad \text{e} \quad F_3 = \frac{Gm^2}{\left(L\sqrt{2}\right)^2} = \frac{Gm^2}{2L^2}$$

E a resultante centrípeta será dada por:

$$F_{cp} = (F_1 + F_2)\cos 45° + F_3$$

$$m\omega^2 R = \frac{2Gm^2}{L^2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} + \frac{Gm^2}{2L^2}$$

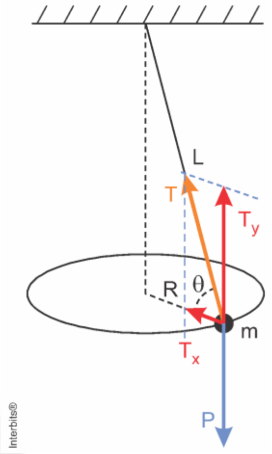
$$m\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 \cdot \frac{L\sqrt{2}}{2} = \frac{Gm^2}{L^2}\left(\sqrt{2} + \frac{1}{2}\right)$$

$$T^2 = \frac{2\pi^2 L^3 \sqrt{2}}{Gm}\left[\frac{2\left(2\sqrt{2} - 1\right)}{7}\right]$$

$$\therefore T = 2\pi\sqrt{\frac{L^3}{Gm}\left(\frac{4 - \sqrt{2}}{7}\right)}$$

Resposta da questão 41:
[D]

Do diagrama de corpo livre, temos as forças atuantes no objeto: tração e suas componentes ortogonais e o peso.



No eixo vertical:

$$T_y = P \Rightarrow T\cdot \text{sen}\,\theta = P \xrightarrow{T=4P} 4P\cdot \text{sen}\,\theta = P \therefore \text{sen}\,\theta = \frac{1}{4}$$

No eixo horizontal, temos a força resultante centrípeta:

$$T_x = F_c \Rightarrow T\cdot \cos\theta = \frac{m\cdot v^2}{R} \xrightarrow[T=4P=4mg]{\cos\theta=\frac{R}{L}} 4\cancel{m}\cdot g\cdot \frac{R}{L} = \frac{\cancel{m}\cdot v^2}{R} \therefore v = 2R\sqrt{\frac{g}{L}}$$

Do movimento circular obtemos a relação entre a velocidade linear e o período:

$$T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{\cancel{2}\pi \cancel{R}}{\cancel{2}\cancel{R}\sqrt{\frac{g}{L}}} \Rightarrow T = \frac{\pi}{\sqrt{\frac{g}{L}}} \therefore T = \sqrt{\frac{\pi^2 L}{g}} = \left(\frac{\pi^2 L}{g}\right)^{1/2}$$

Resposta da questão 42:
[E]

Por conservação de energia, podemos determinar a velocidade no ponto mais baixo da trajetória:

$$mgh = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow 10\cdot 1{,}2 = \frac{v^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{24}\ \text{m/s}$$

No ponto mais baixo, temos que:

$$T - P = \frac{mv^2}{R} \Rightarrow T = 500 + \frac{50\cdot 24}{3}$$
$$\therefore T = 900\ \text{N}$$

Resposta da questão 43:
[E]

Neste caso, a forēa magnética é a resultante centrķpeta. Sendo assim:

$$F_{mag} = F_{cp}$$
$$Bqv = \frac{mv^2}{R}$$
$$\frac{\mu}{R^3}q = \frac{m}{R}\left(\frac{2\pi R}{T}\right)$$
$$T = \frac{2\pi m}{\mu q}R^3$$

Se quadruplicįssemos o raio, terķamos:

$$T' = \frac{2\pi m}{\mu q}(4R)^3 = 64\cdot\frac{2\pi m}{\mu q}R^3$$
$$\therefore T' = 64T$$

Resposta da questão 44:
[B]

Desconsiderando a Downforce, devemos ter:

$$F_{at} = F_{cp} \Rightarrow \mu N = \frac{mv^2}{R} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{\mu R}{m}N}$$

Levando em consideração o efeito da Downforce, temos que:

$$v' = \sqrt{\frac{\mu R}{m}N'} = \sqrt{\frac{\mu R}{m}(N+D)}$$

Logo:

$$\frac{v'}{v} = \frac{\sqrt{\frac{\mu R}{m}(N+D)}}{\sqrt{\frac{\mu R}{m}N}} = \sqrt{\frac{N+D}{N}}$$
$$\therefore \frac{v'}{v} = \sqrt{1+\frac{D}{N}}$$

Sendo assim, o gráfico que melhor representa esta relação é o da alternativa [B].

Resposta da questão 45:
[D]

O bloco no interior do vagão desloca-se com aceleração a_B, em relação a um referencial inercial, dada por:

$$a_B = \frac{F_B}{m_B} = \frac{\mu \cancel{m_B} g}{\cancel{m_B}} = \mu g \qquad (1)$$

sendo $F_B = \mu m_B g$ a força de atrito, resultante sobre o bloco B, m_B a massa do bloco B, μ o coeficiente de atrito cinético, e g a aceleração da gravidade.

Para um observador no interior do vagão, e pelo fato de o vagão estar a uma aceleração $a,$ surgirá uma aceleração fictícia de mesmo módulo e sentido oposto à aceleração do vagão.

Dessa forma, para um observador no interior do vagão, o bloco B se deslocará a uma aceleração resultante:
$\alpha = a - \mu g$

no sentido da traseira do vagão.

Da equação de Torricelli, ao deslocar-se a uma distância $L,$ o bloco B possuirá uma velocidade v_L em relação ao vagão, dada por:

$$v_L{}^2 = \cancel{v_0{}^2} + 2\alpha L \Rightarrow v_L = \sqrt{2(a-\mu g)L} \qquad (2)$$

Considerando $t = 0$ o instante em que o vagão parte do repouso, o instante em que o bloco percorre a distância L pode ser obtido como segue:

$$\frac{\alpha}{2} t_L{}^2 = L \Rightarrow t_L{}^2 = \frac{2L}{\alpha} \Rightarrow t_L = \sqrt{\frac{2L}{a-\mu g}} \qquad (3)$$

Como o vagão parte do repouso, num movimento uniformemente variado, então:

$$v_{vagão} = a t_L = a\sqrt{\frac{2L}{a-\mu g}}$$

Conclui-se que a velocidade do bloco no instante $t_L,$ em que toca o fundo do vagão e em relação a um referencial externo, é:

$$v_B = -v_L + v_{vagão} = -\sqrt{2(a-\mu g)L} + a\sqrt{\frac{2L}{a-\mu g}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_B = \frac{a\sqrt{2L} - \sqrt{2L}(a-\mu g)}{\sqrt{a-\mu g}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_B = \frac{\sqrt{2L}(\cancel{a} - \cancel{a} + \mu g)}{\sqrt{a-\mu g}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_B = \mu g \frac{\sqrt{2L}}{\sqrt{a-\mu g}}$$

Resposta da questão 46:
[C]

Após comprimir-se a mola, ao abandonar o sistema, o bloco B é acelerado pela força de atrito estática entre ele e o bloco $A,$ que é a resultante das forças sobre $B.$

Na iminência de B escorregar, essa força de atrito estática atinge intensidade máxima. Assim:

$$F_{res} = F_{at_{máx}} \Rightarrow m_B a = \mu_e N \Rightarrow m_B a = \mu_e m_B g \Rightarrow \underline{a = \mu_e g|} \quad (I)$$

Mas e conjunto é acelerado pela força elástica, já que não há atrito com o solo. Então:

$$kx = (m_A + m_B)a \Rightarrow x = \frac{(m_A + m_B)\mu_e g}{k} \Rightarrow x = \frac{(3+1)\cdot 0{,}4\cdot 10}{160} \Rightarrow x = 0{,}1\,m \Rightarrow$$

$$\boxed{x = 10\,cm.}$$

Resposta da questão 47:
[B]

<u>1ª Solução</u>:
Primeiramente, é necessário mostrar que o movimento é harmônico simples (MHS). No MHS o módulo da aceleração (a) é diretamente proporcional à elongação (x) e a constante de proporcionalidade é o quadrado da frequência angular $(\omega),$ ou seja:

$$\underline{|a| = \omega^2 x.|} \qquad (I)$$

A densidade do corpo (d_C) deve ser menor que a densidade da água para que ele flutue.

$$d_c = \frac{m}{V} = \frac{25}{5^3} \Rightarrow d_c = 0{,}2\,kg/m^3.$$

O corpo flutua (até no ar).

Sejam, então:
$d = 10^3\,kg/m^3,$ densidade da água; $h:$ altura imersa no equilíbrio; $A = 25\,m^2,$ área da secção transversal do cubo; $x:$ elongação num ponto qualquer de oscilação; $m = 25\,kg,$ massa do cubo; $g = 10\,m/s^2,$ gravidade local.

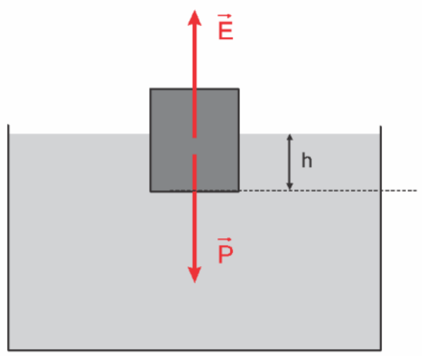


Figura 1

Analisando a condição de equilíbrio na situação mostrada na figura 1.

$$E = P \Rightarrow d\,V_{im}\,g = m\,g \Rightarrow \underline{d\,A\,h = m} \quad \text{(II)}$$

Na figura 2, o corpo está oscilando e sua base está passando por um ponto de elongação x abaixo da posição de equilíbrio, sendo, então, a intensidade do empuxo maior que a do peso.
Assim, aplicando o princípio fundamental da dinâmica:

$$E - P = m|a| \Rightarrow d A (h + x) g - m g = m|a| \Rightarrow d A h g + d A g x - m g = m|a|$$

Usando a expressão (II), temos:

$$m g + d A g x - m g = m|a| \Rightarrow d A g x = m|a| \Rightarrow \underline{|a| = \frac{d a g}{m} x.} \quad \text{(III)}$$

O módulo da aceleração é diretamente proporcional à elongação: o movimento é harmônico simples.
Então, comparando (I) e (III):

$$\left\{\begin{array}{l} |a| = \boxed{\omega^2}\, x \\ |a| = \boxed{\dfrac{d A g}{m}}\, x \end{array}\right\} \Rightarrow \omega^2 = \frac{d A g}{m} \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{d A g}{m}} \Rightarrow \sqrt{\frac{10^3 \times 25 \times 10}{25}} = \sqrt{10^4} \Rightarrow$$

$$\boxed{\omega = 100 \text{ rad/s.}}$$

<u>2ª Solução</u>: Assumindo que o movimento seja harmônico simples, a máxima elongação possível ocorre quando a base do cubo atinge o nível da água, ou seja: $x_{máx} = h.$

Calculando h:

$$P = E \Rightarrow m g = d V_{im} g \Rightarrow 25 = 10^3\, 25\, h \Rightarrow h = \frac{1}{1.000} m \Rightarrow \underline{x_{máx} = 10^{-3}\, m.} \quad \text{(I)}$$

Nesse ponto, o empuxo se anula e a aceleração máxima tem módulo igual ao da gravidade.

$$\underline{|a|_{máx} = g.} \quad \text{(II)}$$

Mas, no MHS, tem-se:

$$\underline{|a|_{máx} = \omega^2\, x_{máx}\,.} \quad \text{(III)}$$

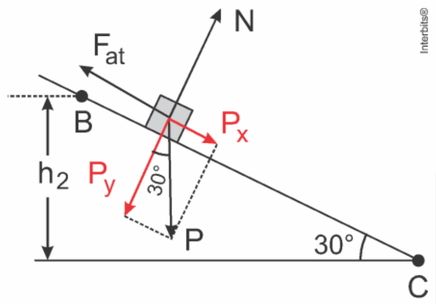
Combinando (I), (II) e (III):

$$\omega^2\, x_{máx} = g \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{10}{10^{-3}}} = \sqrt{10^4} \Rightarrow \boxed{\omega = 100 \text{ rad/s.}}$$

Nota: a questão é muito boa do ponto de vista dos conceitos físicos envolvidos e do desenvolvimento matemático, mas a banca examinadora foi extremamente descuidada ao colocar os valores. Um cubo de massa 25 kg e aresta 5 m tem densidade $0{,}2\text{ kg/m}^3$, conforme calculado na resolução. Ora, essa densidade é menor que a do ar $(\cong 1{,}2\text{ kg/m}^3)$. A menos que esse cubo estivesse no vácuo, quando abandonado ele subiria para a atmosfera.
Mas aí, cria-se um novo empecilho: se o cubo estivesse no vácuo, a água vaporizaria rapidamente. Mesmo ignorando esse fato, quando colocado em água, ele apenas afundaria $1\text{ mm}!$, o que é, no mínimo, estranho.
Há ainda que supor que o cubo esteja oscilando numa superfície muito grande de água para que seja desprezível a variação do nível durante as oscilações.
A questão ficaria muito melhor, em termos de realidade, se ajustados os dados, por exemplo, para a massa de 4 kg e aresta $20\text{ cm}.$ No equilíbrio, o corpo afundaria 10 cm e a frequência angular seria $10\text{ rad/s}.$

Resposta da questão 48:
[A]

A figura a seguir destaca apenas o trecho BC.



Analisando-a:

$$\begin{cases} \text{sen}\,30° = \dfrac{h_2}{\Delta S_{BC}} \Rightarrow \dfrac{1}{2} = \dfrac{h_2}{\Delta S_{BC}} \Rightarrow \boxed{\Delta S_{BC} = 2h_2} \quad (I) \\ N = P_y \Rightarrow N = P\cos 30° \Rightarrow \boxed{N = mg\dfrac{\sqrt{3}}{2}} \quad (II) \end{cases}$$

A intensidade da força de atrito cinética é:

$$F_{at} = \mu N = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot P \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow \boxed{F_{at} = \frac{3}{4} mg} \quad (III)$$

Como o corpo parte do repouso em A e chega em C com velocidade nula, a variação da energia cinética do bloco entre esses pontos é nula. Aplicando o Teorema da Energia Cinética ao longo do trecho ABC:

$$W_{res}^{ABC} = \Delta E_{cin}^{ABC} \Rightarrow W_{\vec{P}} + W_{\vec{F}_{at}} + W_{\vec{N}} = 0 \Rightarrow mg(h_1 + h_2) - F_{at}\Delta S_{BC} = 0.$$

Utilizando (I) e (III), vem:

$$\cancel{m}\cancel{g}(h_1 + h_2) - \frac{3}{4}\cancel{m}\cancel{g}(2h_2) = 0 \Rightarrow \boxed{\frac{h_1}{h_2} = \frac{1}{2}.}$$

Resposta da questão 49:
[D]

Aceleração do sistema:

$$F = (m_B + m_P)a \Rightarrow a = \frac{F}{m_B + m_P} \quad (I)$$

Para o bloco, devemos ter:

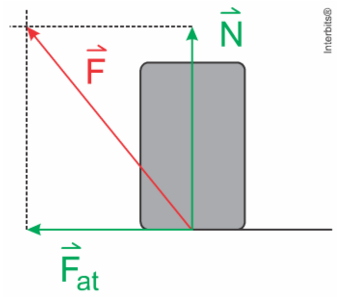
$$F_{at} - F = m_B a$$
$$\mu_e m_B g - F = m_B a \quad (II)$$

Substituindo (I) em (II) e inserindo os valores dados, obtemos:

$$0{,}3 \cdot 12 \cdot 10 - F = 12 \cdot \frac{F}{12 + 3} \Rightarrow 36 - F = \frac{12F}{15} \Rightarrow$$
$$\Rightarrow 36 = \frac{15F + 12F}{15} \Rightarrow 27F = 36 \cdot 15$$
$$\therefore F = 20\text{ N}$$

Resposta da questão 50:
[C]

As componentes da força $(\vec{F})$ que a esteira exerce na caixa são a Normal $(\vec{N})$ e a de atrito $(\vec{F}_{at})$, conforme mostra a figura.



Resposta da questão 51:
[A]

Equações para os blocos antes do bloco B atingir o solo:

$$\begin{cases} T - \mu mg = ma & (\text{bloco A}) \\ mg - T = ma & (\text{bloco B}) \end{cases}$$

Somando as equações, vem:

$$mg - \mu mg = 2ma \Rightarrow a = \frac{g(1-\mu)}{2}$$

Velocidade do bloco A após percorrer y:

$$v_A{}^2 = 0^2 + 2ay$$

Substituindo este resultado na equação obtida para a aceleração, obtemos:

$$v_A{}^2 = yg(1-\mu)$$

Após B atingir o solo, o bloco A percorrerá a distância d até parar:

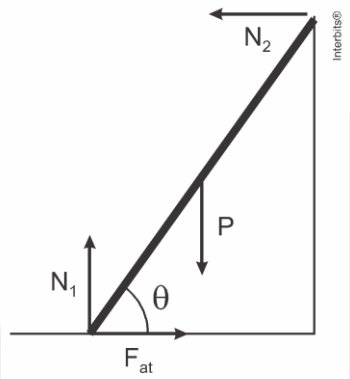
$$\tau = -F_{at} \cdot d = \Delta E_c \Rightarrow -\mu mgd = \frac{m}{2}\left(0^2 - v_A{}^2\right)$$

Substituindo $v_A{}^2$ nesta expressão, chegamos a:

$$\mu mgd = \frac{m}{2} yg(1-\mu) \Rightarrow 2\mu d = y - y\mu \Rightarrow \mu(2d + y) = y$$
$$\therefore \mu = \frac{y}{2d + y}$$

Resposta da questão 52:
[A]

Observação: No enunciado fala que a parede vertical é lisa, ou seja, não possui atrito e o chão é rugoso, ou seja, possui atrito.



O coeficiente de atrito estático mínimo deverá ser aquele cuja a barra está na iminência de escorregar.

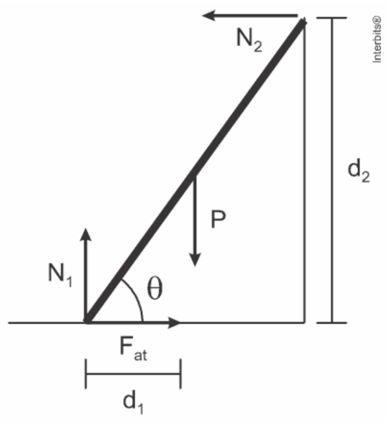
$F_{at} = \mu_e N_1 \quad (1)$

Como não queremos que a barra escorregue, a velocidade deverá ser nula, se $v = 0\,m/s$ pela definição de aceleração $\left(a = \frac{\Delta V}{\Delta t}\right)$ a aceleração também será $(a = 0\,m/s^2)$ e pela 2ª lei de Newton $(F = ma)$ e força resultante também será.

$$\begin{cases} \sum F_x = 0 \\ \sum F_y = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} N_2 - F_{at} = 0 \\ N_1 - P = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} N_2 = F_{at} & (2) \\ N_1 = P & (3) \end{cases}$$

O torque resultante é nulo em torno de qualquer ponto; logo, qual ponto devermos escolher? A extremidade inferior da escada é a melhor escolha, pois duas forças são exercidas sobre este ponto, as quais não produzem torque algúem em relação a tal ponto. O torque resultante em torno desta extremidade é:

Observação: atente que os sinais são baseados na observação de que a força peso faria a escada girar em sentido anti-horário, enquanto a N_2 a faria girar em sentido oposto.



$$\tau_{res} = d_1 P - d_2 N_2$$
$$\tau_{res} = \frac{1}{2}(L\cos\theta)P - (L\text{sen}\theta)N_2 = 0$$
$$\frac{1}{2}(L\cos\theta)P = (L\text{sen}\theta)N_2$$
$$\frac{1}{2}(\cos\theta)P = (\text{sen}\theta)N_2 \quad (4)$$

Substituindo (2) e (3) em (4), temos:

$$\frac{1}{2}(\cos\theta)N_1 = (\text{sen}\theta)F_{at}$$
$$F_{at} = \frac{N_1\cos\theta}{2\text{sen}\theta} \quad (5)$$

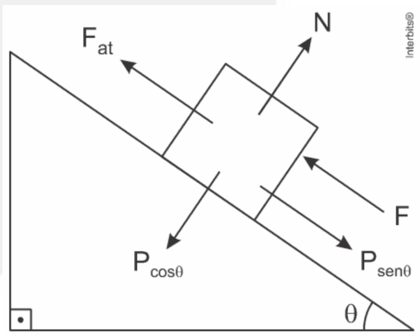
De (1), vem:

$$F_{at} = \mu_e N_1$$

Substituindo (1) em (5), temos:

$$\frac{N_1\cos\theta}{2\text{sen}\theta} = \mu_e N_1$$
$$\frac{\cos\theta}{2\text{sen}\theta} = \mu_e$$
$$\mu_e = \frac{\cos\theta}{2\text{sen}\theta}$$

Resposta da questão 53:
[E]



Da figura, podemos escrever:

$$\begin{cases} N = P\cos\theta \\ F = P\operatorname{sen}\theta - F_{at} \Rightarrow P(\operatorname{sen}\theta - \mu\cos\theta) \end{cases}$$

Pela última equação acima, para a primeira situação, temos:

$$F_1 = P(\operatorname{sen}\theta_1 - \mu\cos\theta_1)$$
$$200 = 1000(0{,}6 - \mu \cdot 0{,}8) \Rightarrow \mu = 0{,}5$$

Sendo F' o valor da nova força mínima a ser aplicada, para a segunda situação, temos:

$$F' = P(\operatorname{sen}\theta_2 - \mu\cos\theta_2)$$
$$F' = 1000(0{,}8 - 0{,}5 \cdot 0{,}6) = 1000 \cdot 0{,}5$$
$$\therefore F' = 500\ \text{N}$$

Resposta da questão 54:
[C]

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

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

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

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

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

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

O comprimento total da mola i será, então:

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

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 55:
[C]

$$F_r = 0$$
$$P - N = 0$$
$$P = N$$

$$\tau_{hor} = \tau_{anti-hor}$$

$$A \cdot \frac{2x}{3} + P \cdot \frac{x}{6} = N \cdot \frac{2x}{3}$$
$$A \cdot \frac{2}{3} + P \cdot \frac{1}{6} = N \cdot \frac{2}{3}$$
$$A \cdot 2 + P \cdot \frac{1}{2} = N \cdot 2$$
$$A \cdot 2 + \frac{P}{2} = N \cdot 2$$
$$P = N$$
$$A \cdot 2 + \frac{N}{2} = N \cdot 2$$
$$\frac{A}{N} = \frac{3}{4}$$

$$A = \mu \cdot N$$
$$\mu = \frac{A}{N}$$
$$\mu = \frac{3}{4}$$
$$\mu = 0{,}75$$

Resposta da questão 56:
[C]

Cálculo do tempo de queda:

$$h = \frac{gt^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2(2R)}{g}} \Rightarrow t = 2\sqrt{\frac{R}{g}}.$$

Após a ruptura da corda, na direção horizontal o movimento é uniforme. A velocidade inicial do lançamento é:

$$D = vt \;\Rightarrow\; 4R = v\left(2\sqrt{\frac{R}{g}}\right) \;\Rightarrow 16R^2 = v^2\, 4\frac{R}{g} \;\Rightarrow\; \underline{v^2 = 4Rg.}$$

Se a partícula é lançada horizontalmente, a corda se rompe no ponto mais alto. Imediatamente antes da ruptura, a força resultante centrípeta tem intensidade igual à soma das intensidades do peso e da tração.

$$T + P = F_{cent} \;\Rightarrow\; T + mg = \frac{mv^2}{R} \;\Rightarrow\; T = \frac{m(4Rg)}{R} - mg \;\Rightarrow\; \boxed{T = 3mg.}$$

Resposta da questão 57:
[B]

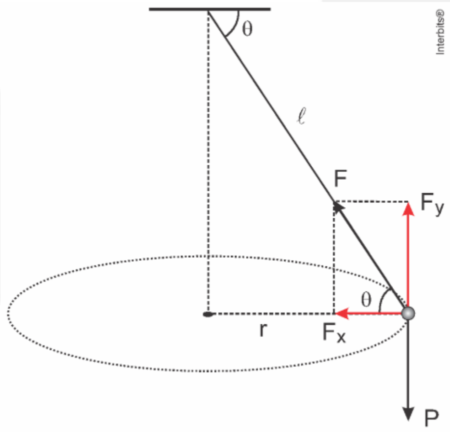
Considerando o carrossel girando em um plano horizontal, a força de atrito age como resultante centrípeta.

$$F_{at} = F_{cent} \;\Rightarrow\; F_{at} = m\omega^2 R.$$

A força de atrito é diretamente proporcional a ω^2.

Resposta da questão 58:
[A]

Deduzindo uma expressão geral para a velocidade linear de um corpo que, preso a um fio, gira formando um pêndulo cônico.



Analisando a figura:

$$\cos\theta = \frac{r}{\ell} \Rightarrow \underline{r = \ell\cos\theta} \quad \text{(I)}$$

$$\left.\begin{matrix} \text{Na vertical: } F_y = P \Rightarrow F\,\text{sen}\theta = mg \\ \text{Na horizontal: } F_x = F_{cent} \Rightarrow F\cos\theta = \dfrac{mv^2}{r} \end{matrix}\right\} \div \Rightarrow \frac{\text{sen}\theta}{\cos\theta} = \frac{rg}{v^2} \Rightarrow \underline{v^2 = \frac{rg\cos\theta}{\text{sen}\theta}} \quad \text{(II)}$$

Substituindo (I) em (II), vem:

$$v^2 = \frac{(\ell\cos\theta)g\cos\theta}{\text{sen}\theta} \Rightarrow v^2 = \frac{\ell g\cos^2\theta}{\text{sen}\theta} \Rightarrow \underline{v = \cos\theta\sqrt{\frac{\ell g}{\text{sen}\theta}}} \quad \text{(III)}$$

Particularizando a expressão (III) para os casos A e B do enunciado, com $\ell_A = 4\ell_B$, e fazendo a razão:

$$\frac{v_A}{v_B} = \frac{\cos\theta_A}{\cos\theta_B}\sqrt{\frac{4\ell_B g}{\text{sen}\theta_A} \times \frac{\text{sen}\theta_B}{\ell_B g}} \Rightarrow \boxed{\frac{v_A}{v_B} = 2 \cdot \frac{\cos\theta_A}{\cos\theta_B} \cdot \sqrt{\frac{\text{sen}\theta_B}{\text{sen}\theta_A}}.}$$

Resposta da questão 59:
[A]

A *figura 1* destaca o raio da trajetória efetuada pelo objeto.

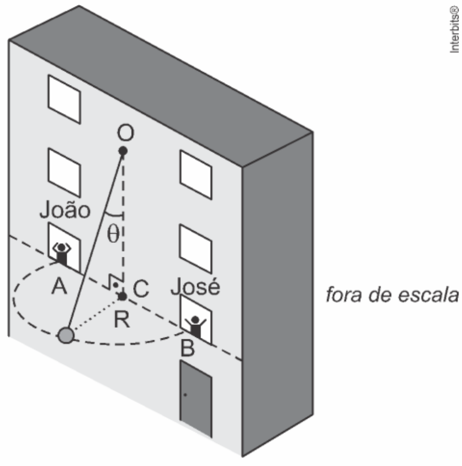


Figura 1

$$AB = 15\ m$$

$$R = \frac{AB}{2} = 7,5\ m$$

A *figura 2* mostra as forças (e componentes) agindo sobre o objeto.

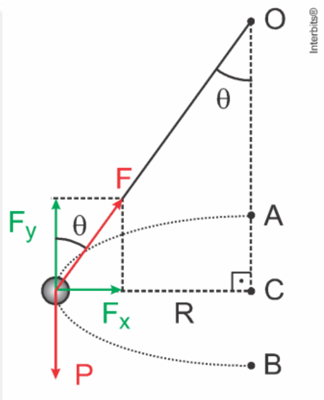


Figura 2

Equacionando o movimento:

$$\left.\begin{matrix} F_x = F_{cp} \Rightarrow F\,\text{sen}\theta = m\,\omega^2 R \\ F_y = P \Rightarrow F\cos\theta = m\,g \end{matrix}\right\} \div \frac{\text{sen}\theta}{\cos\theta} = \frac{\omega^2 R}{g} \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{g\,\text{sen}\theta}{R\cos\theta}} = \sqrt{\frac{10(0,6)}{7,5(0,8)}} = \sqrt{\frac{6}{6}} \Rightarrow$$

$$\boxed{\omega = 1\ \text{rad/s}.}$$

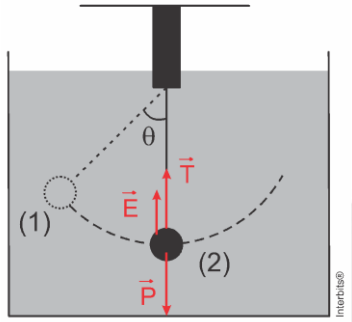
Resposta da questão 60:
[B]

Dados:

$$T = 0,25\ N;\ \rho_{água} = 1.000\ kg/m^3;$$

$$g = 10\ m/s^2;\ \rho_b = 2,5\ g/cm^3 = 2.500\ kg/m^3;\ V = 10\ cm^3 = 10^{-5}\ m^3;\ R = L = 12\ cm = 0,12\ m.$$

A figura mostra as forças agindo na bolinha quando ela passa pelo ponto mais baixo.



A resultante dessas forças é centrípeta.

$$F_{cent} = T + E - P \Rightarrow \frac{m\,v^2}{R} = T + \rho_b V g - \rho_a V g \Rightarrow \frac{mv^2}{R} = T + (\rho_b - \rho_a) V g \Rightarrow$$

$$\frac{mv^2}{R} = 0{,}25 + (2{,}5 - 1)10^3 \times 10^{-5} \times 10 \Rightarrow \frac{mv^2}{R} = 0{,}1.$$

Multiplicando os dois membros dessa última expressão por $\frac{R}{2}$, vem:

$$\frac{mv^2}{R}\left(\frac{R}{2}\right) = 0{,}1\left(\frac{R}{2}\right) \Rightarrow \underbrace{\boxed{\frac{mv^2}{2}}}_{E_{cin}} = 0{,}1\left(\frac{0{,}12}{2}\right) \Rightarrow \boxed{E_{cin} = 0{,}006\ \text{J}.}$$

Resposta da questão 61:
[C]

A figura 1 apresenta o diagrama de forças sobre a massa m, bem como um trecho de sua trajetória.

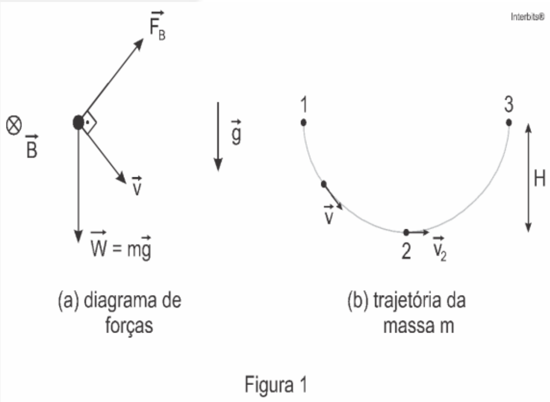


Figura 1

Na figura 1(a), $\vec{B}$ é o campo magnético, $\vec{g}$ é a aceleração da gravidade, $\vec{v}$ é o vetor velocidade, $\vec{F}_B$ é a força magnética, e $\vec{W}$ é a força peso.
Na figura 1(b), H corresponde à altura percorrida pela massa m.
Quando a massa passa pela posição 2, possui velocidade apenas horizontal. As forças $\vec{F}_B$ e $\vec{W}$ estão dispostas de tal forma que:

$$F_B - W = mg \qquad (1)$$

de modo que possua uma aceleração igual e oposta à que tinha no início.

Da equação (1) conclui-se que:

$$F_B - W = mg \Rightarrow qv_2B - mg = mg \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_2 = \frac{2mg}{qB} \qquad (2)$$

Como a força magnética $\vec{F}_B$ é sempre perpendicular à velocidade, e por consequência à trajetória da massa, não realiza trabalho. A única força atuante sobre m que realiza trabalho é a força $\vec{W}$, que é conservativa.

Conclui-se assim que a energia mecânica da massa m se conserva ao longo de todo o seu percurso, ou seja:

$$E_{M_1} = E_{M_2} \Rightarrow \cancel{m}gH = \cancel{m}\frac{v_2^2}{2} \Rightarrow H = \frac{v_2^2}{2g} \qquad (3)$$

tendo-se como plano de referência da energia potencial o plano horizontal que passa pelo ponto 2.

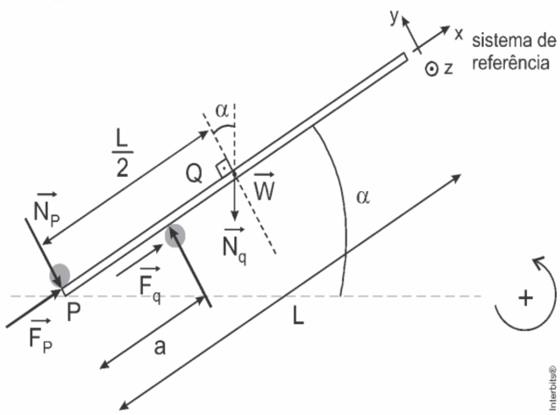
Substituindo-se a equação (2) em (3), tem-se que:

$$H = \frac{1}{2g}v_2^2 = \frac{1}{2g}\left(\frac{2mg}{qB}\right)^2 \Rightarrow H = 2g\left(\frac{m}{qB}\right)^2$$

Resposta da questão 62:
[B]

$$F_1 = F_2$$
$$P_1 - E_1 = P_2 - E_2$$
$$m_1 g - \rho_0 V_1 g = m_2 g - \rho_0 V_2 g$$
$$\rho_1 V_1 g - \rho_0 V_1 g = \rho_2 V_2 g - \rho_0 V_2 g$$
$$V_1(\rho_1 - \rho_0) = V_2(\rho_2 - \rho_0)$$
$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{\rho_1 - \rho_0}{\rho_2 - \rho_0}$$
$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{10 - 1}{2{,}5 - 1} = \frac{9}{1{,}5}$$
$$\therefore \frac{V_2}{V_1} = 6$$

Resposta da questão 63:
[A]



A figura acima apresenta o diagrama de corpo rígido do bastão rígido uniforme, sendo $\vec{N}_p$ a força normal do pino P sobre o bastão; $\vec{F}_p$ a força de atrito do pino P sobre o bastão, perpendicular a $\vec{N}_p$; $\vec{N}_q$ a força normal do pino Q sobre o bastão e $\vec{F}_q$ a força de atrito do pino Q sobre o bastão perpendicular a $\vec{N}_q$. $\vec{W}$ a força peso.

Aplicando-se as equações de equilíbrio estático sobre o bastão, com base no sistema de referência assinalado na figura, tem-se:

$$\text{(i)} \ \sum \vec{M}_p = 0 \Rightarrow aN_q - \frac{L}{2} W\cos\alpha = 0$$

$$N_q = \frac{L}{2a} W\cos\alpha \qquad \text{(I)}$$

$$\text{(ii)} \ \sum F_y = 0 \Rightarrow -W\cos\alpha - N_p + N_q = 0$$

$$N_p = N_q - W\cos\alpha \qquad \text{(II)}$$

$$\text{(iii)} \ \sum F_x = 0 \Rightarrow F_p + F_q - W\,\text{sen}\,\alpha = 0$$

$$F_p + F_q = W\,\text{sen}\,\alpha \qquad \text{(III)}$$

Substituindo a equação (I) em (II), tem-se:

$$N_p = \frac{L}{2a} W\cos\alpha - W\cos\alpha$$

$$N_p = \left(\frac{L}{2a} - 1\right) W\cos\alpha \qquad \text{(IV)}$$

Seja $\mu_p = \dfrac{F_p}{N_p}$ e $\mu_q = \dfrac{F_q}{N_q}$ as respectivas razões entre força de atrito e força normal nos pontos P e Q. O bastão estará em equilíbrio enquanto $\mu_p \leq \mu$ e $\mu_q \leq \mu$, sendo μ o coeficiente de atrito estático no contato entre os pinos e o bastão.

No limite máximo de equilíbrio, ou seja, na iminência de movimento:

$$\mu_p = \mu_q = \mu$$

Logo, nessa circunstância, e de um modo geral:

$$F_p = \mu_p N_p \ \text{ e } \ F_q = \mu_q N_q \qquad \text{(V)}$$

Seja $\mu' = \mu_p = \mu_q$.

Assim, a condição de equilíbrio é reescrita da seguinte forma:

$$\mu' \leq \mu \qquad \text{(VI)}$$

Substituindo-se as equações (I) e (IV) nas equações (V), e considerando $\mu' = \mu_p = \mu_q$, tem-se que:

$$\begin{cases} F_p = \mu'\left(\dfrac{L}{2a} - 1\right) W\cos\alpha \\ F_q = \mu' \dfrac{L}{2a} W\cos\alpha \end{cases} \qquad \text{(VII)}$$

Substituindo-se as equações (VII) na equação (III), tem-se:

$$\mu'\left(\frac{L}{2a} - 1\right)\cancel{W}\cos\alpha + \mu'\frac{L}{2a}\cancel{W}\cos\alpha = \cancel{W}\,\text{sen}\,\alpha \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \cancel{2}\mu'\frac{L}{\cancel{2}a}\cos\alpha = \mu'\cos\alpha + \text{sen}\,\alpha \qquad \text{(VIII)}$$

Multiplicando toda a equação (VIII) por $\left(\dfrac{a}{\mu'\cos\alpha}\right)$, tem-se:

$$L = \frac{a\cancel{\mu'}\cancel{\cos\alpha}}{\cancel{\mu'}\cancel{\cos\alpha}} + \frac{a\cos\alpha}{\mu'\,\text{sen}\,\alpha} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow L = a\left(1 + \frac{\text{tg}\,\alpha}{\mu'}\right) \qquad \text{(IX)}$$

Partindo-se da condição (VI) de equilíbrio, tem-se que:

$$\mu' \leq \mu \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{1}{\mu'} \geq \frac{1}{\mu} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{\text{tg}\,\alpha}{\mu'} \geq \frac{\text{tg}\,\alpha}{\mu} \ (\text{pois } \ \text{tg}\,\alpha > 0) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 1 + \frac{\text{tg}\,\alpha}{\mu'} \geq 1 + \frac{\text{tg}\,\alpha}{\mu} \Rightarrow$$

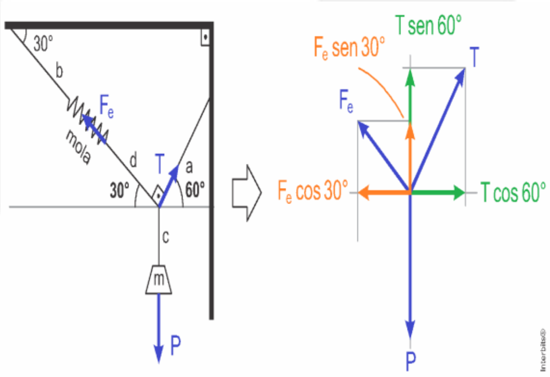
$$\Rightarrow a\left(1 + \frac{\text{tg}\,\alpha}{\mu'}\right) \geq a\left(1 + \frac{\text{tg}\,\alpha}{\mu}\right) \qquad \text{(X)}$$

Combinando-se (IX) e (X), conclui-se que:

$$L \geq a\left(1 + \frac{tg\alpha}{\mu}\right)$$

Resposta da questão 64:
[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:
$F_e \cdot \text{sen}30° + T \cdot \text{sen}60° = P$

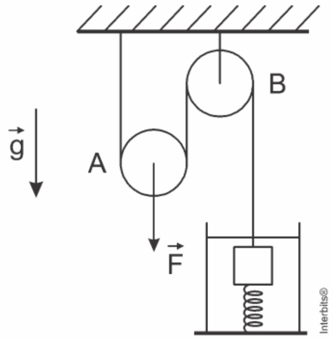
Substituindo os valores de seno e cosseno, usando o valor da tração em (1) juntamente com a Lei de Hoocke, fica:

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

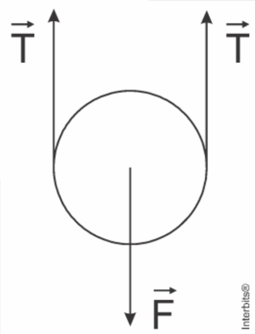
Isolando a deformação da mola, temos:

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

Resposta da questão 65:
[E]

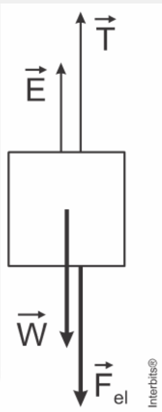


A partir do diagrama de corpo rígido da roldana A, considerando que sua massa é desprezível, uma vez que por hipótese as duas roldanas são ideais, tem-se que:



$F = 2\,T \quad (I)$

Por hipótese também o fio é ideal. Logo, pode-se afirmar que é inextensível e de massa desprezível, do que se conclui que a força de tração permanece com o mesmo módulo ao longo do fio.
A partir do diagrama de corpo rígido do bloco submerso, obtém-se a equação de equilíbrio a seguir:



$E + T - W - F_{el} = 0,$ ou seja,
$T = W + F_{el} - E \quad (II)$

Na equação (II), E é o módulo do empuxo do líquido sobre o bloco, W é o módulo da força peso do bloco, e F_{el} é a força elástica da mola sobre o bloco.
Como o corpo é totalmente submerso, $E = \rho_0 V g,$ sendo ρ_0 a densidade do fluido, V o volume deslocado do fluido, que é igual ao volume do bloco, e g é a aceleração da gravidade. Sabe-se também que $W = mg = \rho V g.$
x é a distensão da mola, do que se conclui que a mola está distendida, $F_{el} = kx,$ e a força elástica é para baixo (sobre o bloco), conforme o diagrama de corpo rígido. Diante dessas considerações, e partindo-se das equações (I) e (II), tem-se:

$$F = 2T = 2[W + F_{el} - E] = 2[\rho V g + kx - \rho_0 V g] = 2[(\rho - \rho_0)Vg + kx]$$

Resposta da questão 66:
[B]

Nota 1 – O verbo orbitar já significa girar ao redor de .... Portanto: " Ele orbita ao redor da Próxima Centauri, ..." é um pleonasmo. O correto é: "Ele orbita a Próxima Centauri, ...".

Calculando a massa da estrela Próxima Centauri.
Dados relevantes:

Período orbital: $T = 11{,}2\,\text{dias} = 9{,}7 \times 10^5\ \text{s};$

Raio orbital: $r = 7{,}5 \times 10^6\ \text{km} = 7{,}5 \times 10^9\ \text{m};$
Constante de gravitação: $G = 6{,}7 \cdot 10^{-11}\ \text{N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2};$
$\pi = 3.$

Considerando circular a órbita do planeta, a sua aceleração é centrípeta tem intensidade igual à intensidade do campo gravitacional na órbita.

$$a_{cp} = g \Rightarrow \frac{v^2}{\cancel{r}} = \frac{GM}{r^{\cancel{2}}} \Rightarrow \left(\frac{2\pi r}{T}\right)^2 = \frac{GM}{r} \Rightarrow \frac{r^3}{T^2} = \frac{GM}{4\pi^2}\ \text{(3ª Lei de Kepler)} \Rightarrow$$

$$M = \frac{4\pi^2 r^3}{GT^2} = \frac{4 \times 3^2 \times \left(7{,}5 \times 10^9\right)^3}{6{,}7 \times 10^{-11} \times \left(9{,}7 \times 10^5\right)^2} = \frac{1{,}5 \times 10^{31}}{63} \Rightarrow M = 2{,}4 \times 10^{29}\ \text{kg}$$

Usando as regras para ordem de grandeza:

$$\boxed{M = 10^{29}\ \text{kg.}}$$

Nota 2 – A alternativa [B] diz: A ordem de grandeza da massa da estrela Próxima Centauri é maior do que 10^{29} kg. A palavra maior deve ser trocada por igual, ou então: A massa da estrela Próxima Centauri é maior que 10^{29} kg.

Resposta da questão 67:
[B]

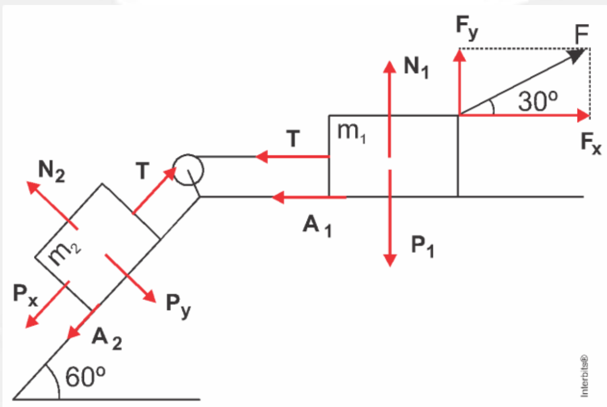
Como o comprimento da haste varia linearmente com o tempo, a velocidade tem módulo constante, não nulo. Como a força de resistência é proporcional à velocidade, essa força é constante e não nula.

Resposta da questão 68:
[D]

Dados:

$$F = 200\,\text{N};\ m_1 = 20\,\text{kg};\ m_2 = 6\,\text{kg};\ \mu = 0{,}1;\ g = 10\ \text{m/s}^2;\ \cos 37^\circ = 0{,}87.$$

A figura mostra as forças ou componentes de forças relevantes para a resolução da questão.



Nessa figura:

$$\begin{cases} F_x = F\cos 30^\circ = 200(0{,}87) \ \Rightarrow\ F_x = 174\,\text{N.} \\ F_y = F\,\text{sen}\,30^\circ = 200(0{,}5) \ \Rightarrow\ F_y = 100\,\text{N.} \\ N_1 + F_y = m_1 g \ \Rightarrow\ N_1 + 100 = 20(10) \ \Rightarrow\ N_1 = 100\,\text{N.} \\ A_1 = \mu N_1 = 0{,}1(100) \ \Rightarrow\ A_1 = 10\,\text{N.} \\ P_x = m_2 g\,\text{sen}\,60^\circ = 60(0{,}87) \ \Rightarrow\ P_x = 52{,}2\,\text{N.} \\ P_y = m_2 g \cos 60^\circ = 60(0{,}5) \ \Rightarrow\ P_y = 30\,\text{N.} \\ N_2 = P_y \ \Rightarrow\ N_2 = 30\,\text{N.} \\ A_2 = \mu N_2 = 0{,}1(30) \ \Rightarrow\ A_2 = 3\,\text{N.} \end{cases}$$

Aplicando o Princípio Fundamental em cada um dos corpos:

$$\begin{cases} \text{Corpo (1)}: F_x - T - A_1 = m_1 a \\ \text{Corpo (2)}: T - P_x - A_2 = m_2 a \end{cases} (1)+(2) \Rightarrow F_x - A_1 - A_2 - P_x = (m_1+m_2)a \Rightarrow$$

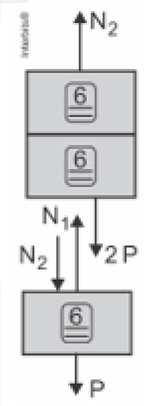
$$174 - 10 - 52{,}2 - 3 = 26a \Rightarrow a = \frac{108{,}8}{26} \Rightarrow a = 4{,}18\ m/s^2.$$

Voltando em (2):

$$T - P_x - A_2 = m_2 a \Rightarrow T = 6(4{,}18) + 52{,}2 + 3 \Rightarrow \boxed{T = 80{,}3\ N.}$$

Resposta da questão 69:
[C]

A figura mostra as forças agindo na caixa debaixo e no sistema formado pelas caixas de cima e do meio.



- N_1: intensidade da força que o piso do elevador exerce na caixa debaixo.
- N_2: intensidade do par ação-reação entre a caixa debaixo e o sistema formado pelas caixas de cima e do meio.
- P: intensidade do peso da caixa debaixo.
- $2P$: intensidade do peso do sistema formado pelas caixas de cima e do meio.

Sendo m a massa de cada caixa, se o elevador estivesse em repouso, a caixa debaixo receberia do piso uma força de intensidade N_1 igual à do peso do conjunto de seis caixas. Assim: $N_1 = 6P.$

Sendo a a máxima aceleração do elevador, quando ele estiver subindo em movimento acelerado ou descendo em movimento retardado, tem-se:
- Para o sistema formado pelas caixas de cima e do meio:

$$N_2 - 2P = 2ma \Rightarrow N_2 = 2P + 2ma.$$

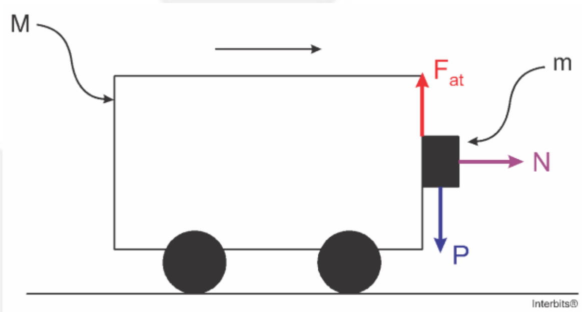
- Para a caixa debaixo:

$$N_1 - P - N_2 = ma \Rightarrow 6P - P - (2ma + 2P) = ma \Rightarrow 6P - P -$$

$$3mg = 3ma \Rightarrow a = g \Rightarrow \boxed{a = 10\ m/s^2}.$$

Resposta da questão 70:
[C]

Para o corpo apoiado na superfície vertical do carro, o diagrama de corpo livre abaixo mostra as forças envolvidas na situação:



Na horizontal, a força resultante é a força normal:

$$N = m \cdot a\ (1)$$

Na vertical, temos que:

$$F_{at} = P \Rightarrow F_{at} = m \cdot g\ \ (2)$$

Mas para que o corpo permaneça equilibrado na vertical, é necessário que o atrito estático não seja ultrapassado.

$$F_{at} \leq \mu \cdot N\ \ (3)$$

Combinando as equações (1) e (2) em (3):

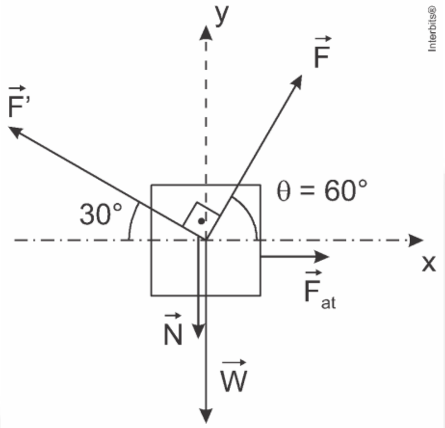
$$\cancel{m}g \leq \mu \cdot \cancel{m}a$$

$$a \geq \frac{g}{\mu}$$

Resposta da questão 71:
[E]

Dados:

$$\mu_c = 0{,}4;\ \mu_e = 0{,}5;\ F = |\vec{F}| = |\vec{F'}| = 80\ N;\ m = 7\ kg;\ g = 10\ m/s^2.$$



A figura apresenta o diagrama de corpo rígido do bloco submetido às forças $\vec{F}$ e $\vec{F'}$ de módulos iguais a $F = 80\ N,$ perpendiculares entre si; às forças normal $\vec{N}$ da superfície sobre o bloco, de atrito $\vec{F}_{at},$ e peso $\vec{W}.$

É preciso verificar, em primeiro lugar, se a força de atrito máxima $\vec{F}_{at_{máx}}$ da superfície sobre o corpo, nessas condições, é capaz de equilibrar a resultante horizontal das demais forças.

Como o único movimento possível seria ao longo da direção $XX,$ a resultante das componentes verticais das forças que atuam sobre o corpo é nula.

$$80\,sen\,30° + 80\,sen\,60° - N - W = 0 \Rightarrow$$
$$\Rightarrow N = 80(sen\,30° + sen\,60°) - mg \Rightarrow$$
$$\Rightarrow N = 80\left(\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2}\right) - 7 \times 10 \cong 40N \qquad (1)$$

Logo, como $N > 0,$ o corpo permanece apoiado sob a superfície. Sendo $N = 40\ N,$ a força de atrito máxima possível é calculada a seguir:

$$\vec{F}_{at_{máx}} = \mu_e N = 0,5 \times 40 = 20\ N \qquad (2)$$

Supondo a situação crítica de movimento $\vec{F}_{at} = \vec{F}_{at_{máx}}$ a resultante das componentes das forças em $XX,$ seria:

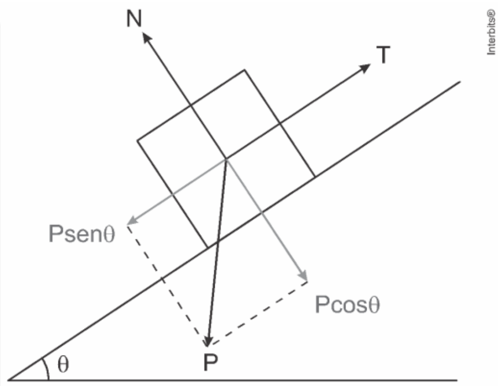
$$R_x = -F\cos 30° + F\cos 60° + \vec{F}_{at_{máx}}$$
$$R_x = -80 \times \frac{\sqrt{3}}{2} + 80 \times \frac{1}{2} + 20 \cong -10\ N$$

Como a constatação de que R_x é não nula e contrária ao sentido de $\vec{F}_{at_{máx}},$ conclui-se que a força de atrito máxima é superada pela resultante horizontal das demais forças. Logo, o corpo na realidade se movimentará para a esquerda, e a força de atrito que atua sobre o corpo é de atrito cinético, com a aceleração calculada a seguir:

$$m\,a_x = -F\cos 30° + F\cos 60° + \mu_c N$$
$$7a_x = -80 \times \frac{\sqrt{3}}{2} + 80 \times \frac{1}{2} + 0,4 \times 40$$
$$a_x \cong -\frac{14}{7} = -2\ m/s^2$$

Resposta da questão 72:
[D]

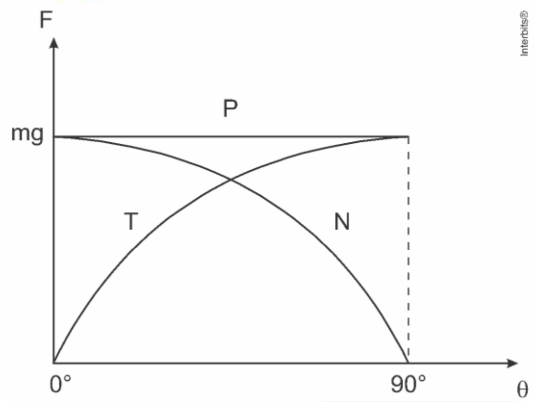
Desenhando as forças atuantes sobre o bloco (com as componentes do peso), temos:



Para o equilíbrio, devemos ter:
$N = mg\cos\theta$ e $T = mg\,sen\theta.$

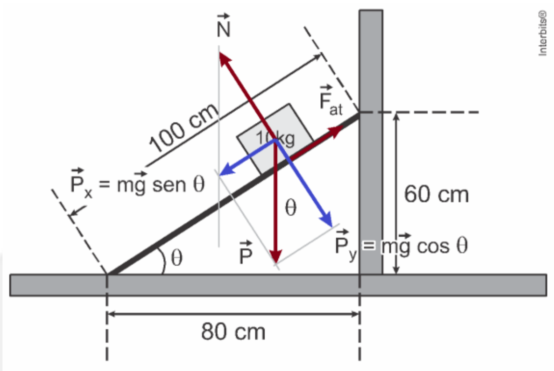
Para $\theta = 0° \Rightarrow N = mg$ e $T = 0;$
Para $\theta = 90° \Rightarrow N = 0$ e $T = mg.$

Portanto, o gráfico que representa a variação das três forças $(P, N$ e $T)$ que atuam sobre o bloco deverá ser representado por:



Resposta da questão 73:
[D]

Decompondo a força peso nas direções ortogonais ao plano inclinado, temos o diagrama de forças abaixo:



Tomando o equilíbrio de forças na direção perpendicular ao plano inclinado, calculamos o módulo da força normal:

$$N = P_y \Rightarrow N = mg\cos\theta \Rightarrow N = 10\text{ kg}\cdot 10\text{ m/s}^2\cdot\frac{80}{100} \therefore N = 80\text{ N}$$

Na direção do plano inclinado, temos:

$$F_{at} = P_x \Rightarrow F_{at} = mg\,\text{sen}\,\theta \Rightarrow F_{at} = 10\text{ kg}\cdot 10\text{ m/s}^2\cdot\frac{60}{100} \therefore F_{at} = 60\text{ N}$$

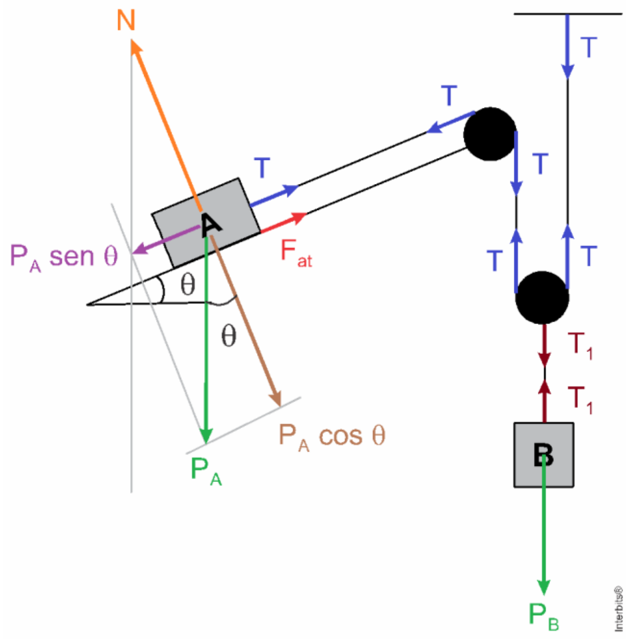
Mas a força de atrito estático e o coeficiente de atrito estático são relacionados por:

$$F_{at} = \mu_e\cdot N \Rightarrow 60\text{ N} = \mu_e\cdot 80\text{ N} \Rightarrow \mu_e = \frac{60\text{ N}}{80\text{ N}} \therefore \mu_e = 0{,}75$$

Com isso, a resposta correta é alternativa [D].

Resposta da questão 74:
[D]

Do diagrama de forças abaixo:



Para o corpo A, temos:

$$P_A\cdot\text{sen}\,\theta - F_{at} - T = 0$$

Mas a força de atrito é dada por:

$$F_{at} = \mu\cdot P_A\cdot\cos\theta$$

$$P_A\cdot(\text{sen}\theta - \mu\cdot\cos\theta) = T \quad (1)$$

Na roldana que segura o corpo B, temos a relação entre as trações das duas cordas:

$$T_1 = 2T$$

O equilíbrio de forças para o corpo B é dado por:

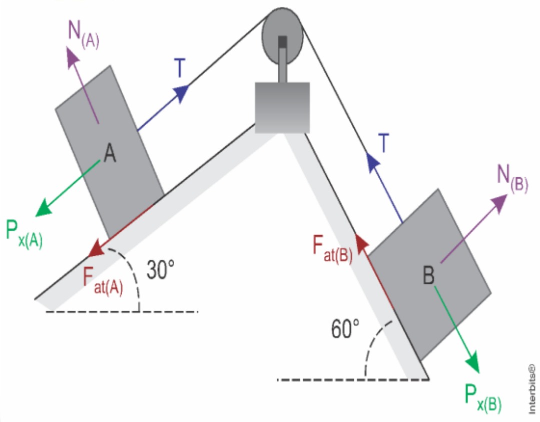
$$P_B = T_1 \Rightarrow P_B = 2T \Rightarrow T = \frac{P_B}{2} \Rightarrow T = \frac{200\text{ N}}{2} \therefore T = 100\text{ N}$$

Substituindo na equação (1), resulta:

$$P_A = \frac{T}{(\text{sen}\theta - \mu\cdot\cos\theta)} \Rightarrow P_A = \frac{100\text{ N}}{(0{,}6 - 0{,}5\cdot 0{,}8)} = \frac{100\text{ N}}{0{,}2} \therefore P_A = 500\text{ N}$$

Resposta da questão 75:
[B]

De acordo com o diagrama de forças, temos:



Onde:

$P_{x(A)} = P_A \cdot \text{sen } 30° = 1000 \cdot 0{,}5 \therefore P_{x(A)} = 500 \text{ N}$

$P_{x(B)} = P_B \cdot \text{sen } 60° = 1000 \cdot 0{,}87 \therefore P_{x(B)} = 870 \text{ N}$

$F_{at(B)} = \mu \cdot N_B = \mu \cdot P_{y(B)} = \mu \cdot P_B \cdot \cos 60° = 0{,}6 \cdot 1000 \cdot 0{,}5 \therefore F_{at(B)} = 300 \text{ N}$

Usando o princípio fundamental da Dinâmica:

$F_R = m \cdot a \Rightarrow F_R = 0$

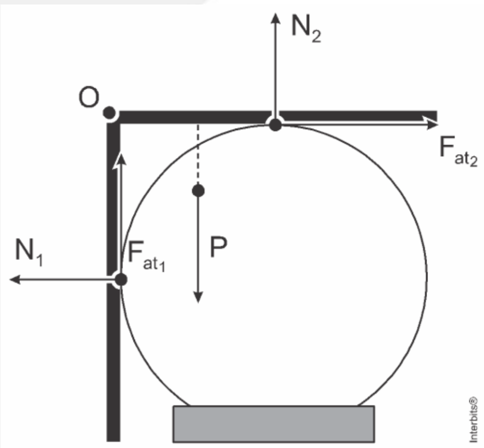
$P_{x(B)} - T - F_{at(B)} + T - P_{x(A)} - F_{at(A)} = 0$

Então:

$F_{at(A)} = P_{x(B)} - F_{at(B)} - P_{x(A)}$

$F_{at(A)} = 870 \text{ N} - 300 \text{ N} - 500 \text{ N} \therefore F_{at(A)} = 70 \text{ N}$

Resposta da questão 76:
[C]



$$\text{Eixo y}: \quad F_{at_1} + N_2 - P = 0$$
$$\text{Eixo x}: \quad F_{at_2} - N_1 = 0$$

$$\begin{cases} \mu N_1 + N_2 - P = 0 & \text{(I)} \\ \mu N_2 - N_1 = 0 & \text{(II)} \\ N_1 a - N_2 a + P\dfrac{a}{2} = 0 & \text{(III)} \end{cases}$$

Substituindo (I) em (III):

$$\begin{cases} N_2(\mu^2 - 1) = P \\ N_2(\mu - 1) = -\dfrac{P}{2} \end{cases}$$

$\mu^2 + 2\mu - 1 = 0$

$\mu = \sqrt{2} - 1$

Resposta da questão 77:
[D]

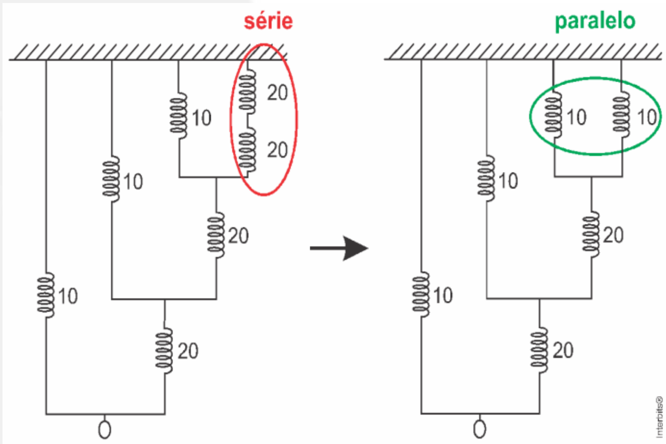
Para associação de molas em série, a constante elástica equivalente k_e é calculada com a expressão:

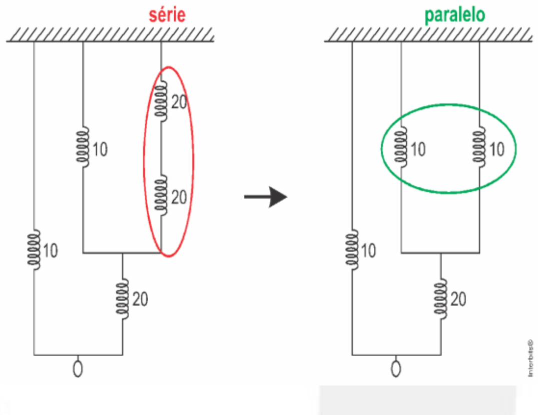
$$\frac{1}{k_e} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}$$

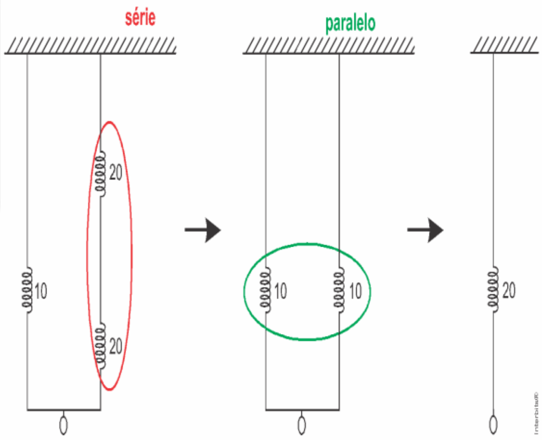
E para associação de molas em paralelo, a constante elástica equivalente k_e é dada por:

$k_e = k_1 + k_2$

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





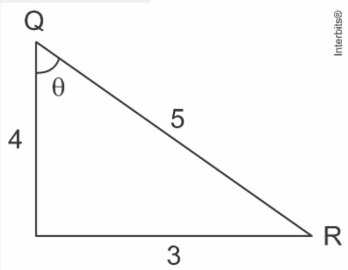


Portanto, a constante elástica equivalente k_e é de $20\ N/m$.

Resposta da questão 78:
[C]

Força de tração: $F_1 = 15 \cdot 10^3\ N$

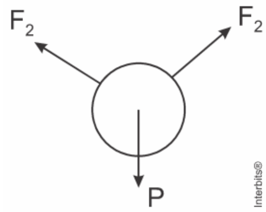
Força de compressão: $F_2 = 5 \cdot 10^3\ N$



$$\cos\theta = \frac{4}{5}$$

$$\text{sen}\theta = \frac{3}{5}$$

Condição de compressão máxima, analisando o ponto Q:

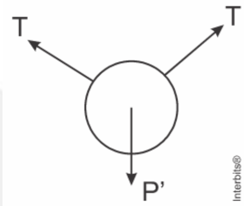


Analisando o eixo y, vem:
$F_1\cos\theta + F_1\cos\theta - P = m \cdot a$

Como o sistema está em equilíbrio, logo $a = 0$.
$F_1\cos\theta + F_1\cos\theta - P = 0 \Rightarrow 2 \cdot F_1\cos\theta = P \Rightarrow 2 \cdot F_1\cos\theta = m \cdot g$

$$m = \frac{2 \cdot F_1\cos\theta}{g} \Rightarrow m = \frac{2 \cdot 5 \cdot 10^3 \cdot (4/5)}{10} \Rightarrow m = 8{,}0 \cdot 10^2\,kg$$

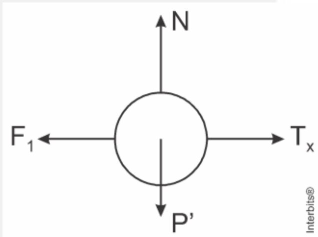
Condição de tração máxima, analisando o ponto Q:



Analisando o eixo y:
$T\cos\theta + T\cos\theta - P = m \cdot a$

Como o sistema está em equilíbrio, logo $a = 0$.
$T\cos\theta + T\cos\theta - P = 0 \Rightarrow 2 \cdot T\cos\theta = P$
$2T\cos\theta = m' \cdot g \quad (1)$

Condição de tração máxima, analisando o ponto R:



Analisando o eixo x:
$F_2 - T_x = m' \cdot a$

Como o sistema está em equilíbrio, logo $a = 0$.

$$F_2 - T_x = 0 \Rightarrow F_2 = T_x \Rightarrow F_2 = T\,\text{sen}\theta \quad (2)$$

$$(1) \div (2)$$

$$\frac{2\cos\theta}{\text{sen}\theta} = \frac{m'g}{F_1} \Rightarrow m' = \frac{2F_1\cos\theta}{g\,\text{sen}\theta} \Rightarrow m' = \frac{2\cdot(4/5)\cdot 15\cdot 10^3}{10\cdot(3/5)} \Rightarrow m' = 4\cdot 10^3\,\text{kg}$$

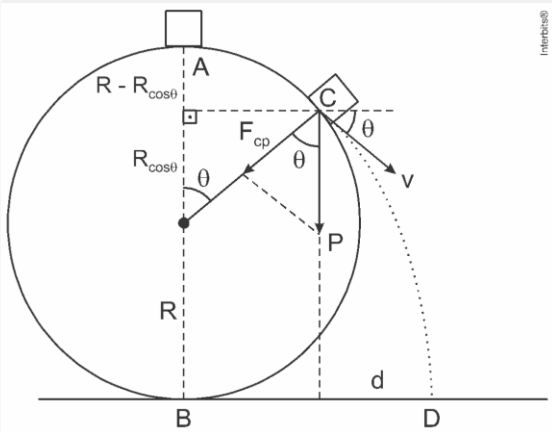
Logo, para a barra não romper, usaremos o menor valor:

$$m = 8\cdot 10^2\,\text{kg}$$

Resposta da questão 79:
[D]

O nome da alavanca é dado pela força interna, ou seja, pela força que está entre as outras duas. Na figura (1) temos a força resistente entre a força potente e o apoio, portanto é **inter-resistente**. Já na figura (2) temos a força potente entre apoio e força resistente sendo uma alavanca **inter-potente**. Finalmente, na figura (3) o apoio está entre as outras forças, então é um exemplo de uma alavanca **inter-fixa**. Logo, a alternativa correta é a [D].

Resposta da questão 80:
[B]



Pela figura, temos que:

$$F_{cp} = P\cos\theta$$

$$\frac{mv^2}{R} = mg\cos\theta \Rightarrow v^2 = Rg\cos\theta \quad (I)$$

Por conservação de energia entre A e C:

$$E_A = E_C$$

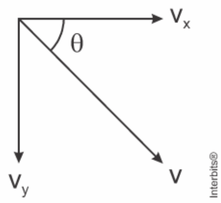
$$mgR(1-\cos\theta) = \frac{mv^2}{2} \quad (II)$$

Substituindo (I) em (II):

$$mgR(1-\cos\theta) = \frac{mRg\cos\theta}{2}$$

$$2(1-\cos\theta) = \cos\theta \Rightarrow \cos\theta = \tfrac{2}{3} \quad (III)$$

No lançamento oblíquo:



$$\begin{cases} v_x = v\cos\theta \\ v_y = v\,\text{sen}\theta \end{cases}$$

Em x: $d = v_x \Delta t = v\cos\theta\Delta t \quad (IV)$

Substituindo (I) e (III) em (IV):

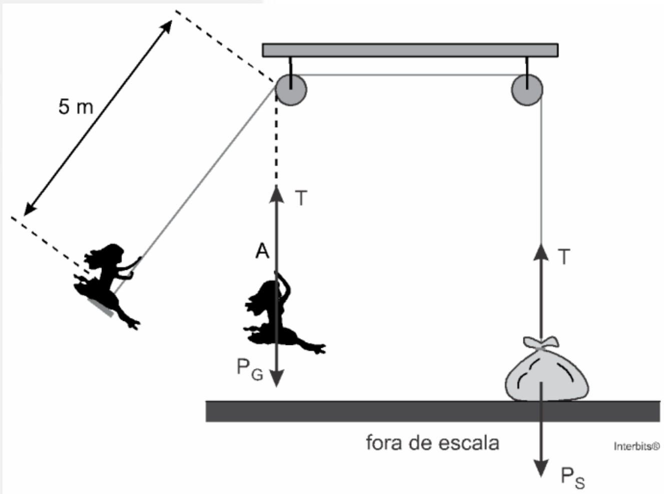
$$d = \sqrt{Rg\cos\theta}\cdot\cos\theta\cdot\Delta t$$

$$102 = \sqrt{135\cdot 10\cdot \tfrac{2}{3}}\cdot\tfrac{2}{3}\cdot\Delta t$$

$$\therefore \Delta t = 5{,}1\,\text{s}$$

Resposta da questão 81:
[D]

A maior velocidade é aquela para a qual a força normal que o apoio exerce no saco de areia é nula, ou seja, a tração na corda tem intensidade igual à do peso.



Dados:

$$R = L = 5\,\text{m};\; m_S = 66\,\text{kg};\; m_G = 50\,\text{kg};\; g = 10\,\text{m/s}^2.$$

$$\left\{\begin{array}{l}\text{No saco: } T = P_S \Rightarrow T = 660\ N.\\ \text{Na garota: } T - P_G = F_{cent} \Rightarrow T - 500 = \dfrac{m_G v^2}{R}.\end{array}\right\} \Rightarrow 660 - 500 = \dfrac{50v^2}{5} \Rightarrow$$

$$\frac{50v^2}{5} = 160 \Rightarrow v^2 = 16 \Rightarrow \boxed{v = 4\ m/s.}$$

Resposta da questão 82:
[A]

Observação: *faltou a palavra* **resultante** *no enunciado*.

Se a resultante das forças é sempre perpendicular à velocidade, o movimento é circular uniforme, ou seja, a trajetória é circular.

Resposta da questão 83:
[B]

No movimento circular uniforme, a velocidade tem o módulo constante, mas direção e sentido estão mudando devido à existência de força resultante centrípeta perpendicular ao vetor velocidade e ao vetor deslocamento. Sendo assim, o trabalho da força resultante será nulo, pois quando a força é perpendicular ao deslocamento esta força não realiza trabalho.

Resposta da questão 84:
[E]

Para a situação descrita, pode-se dizer que a Força Centrípeta será igual a Força gravitacional.
Assim,

$$F_c = F_g$$

$$\frac{m \cdot v^2}{R} = \frac{G \cdot M \cdot m}{R^2}$$

$$\frac{m \cdot \left(\omega^2 \cdot R^2\right)}{R} = \frac{G \cdot M \cdot m}{R^2}$$

$$M = \frac{\omega^2 \cdot R^3}{G}$$

Como, $\omega = \dfrac{2\pi}{T}$

$$M = \frac{4\pi^2 \cdot R^3}{T^2 \cdot G}$$

Resposta da questão 85:
[C]

Analisando o movimento durante a descida (do ponto A para o ponto B), temos que:

$$E_{M_A} = E_{M_B}$$

$$E_{pg_A} = E_{c_B}$$

$$m \cdot g \cdot h = \frac{m \cdot v_B{}^2}{2}$$

$$v_B{}^2 = 800$$

Analisando o movimento durante o movimento retilíneo no qual existe uma força de atrito atuando, podemos encontrar a aceleração que atua no corpo.

$$F_R = -F_{at}$$

$$m \cdot a = -(\mu \cdot m \cdot g)$$

$$a = -(0{,}25 \cdot 10)$$

$$a = -2{,}5\ m/s^2$$

Assim, usando a equação de Torricelli, podemos encontrar a velocidade do corpo no ponto C.

$$v_c{}^2 = v_B{}^2 + 2a \cdot \Delta S$$

$$v_c{}^2 = 800 + 2 \cdot (-2{,}5) \cdot 40$$

$$v_c{}^2 = 800 - 200$$

$$v_c{}^2 = 600$$

Para que um corpo consiga efetuar um loop sem que perca o contato com a pista, este deve ter uma velocidade mínima no ponto mais alto na trajetória, cujo o módulo deve ser

$$v_{mín} = \sqrt{R \cdot g}$$

Desta forma, chamando de D o ponto mais alto do *loop* e sabendo que a altura neste ponto é igual a 2 vezes o raio da trajetória, temos que:

$$E_{M_C} = E_{M_D}$$

$$E_{c_C} = E_{c_D} + E_{pg_D}$$

$$\frac{m \cdot v_C{}^2}{2} = \frac{m \cdot v_D{}^2}{2} + m \cdot g \cdot h$$

$$\frac{600}{2} = \frac{R \cdot g}{2} + 10 \cdot 2R$$

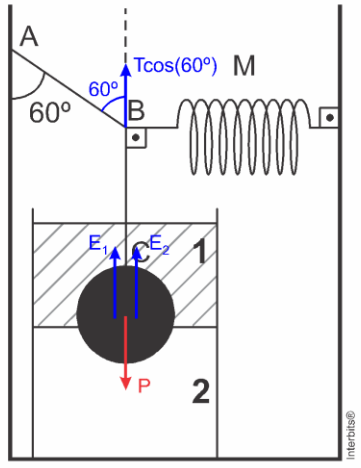
$$300 = 40R + 10R$$

$$50R = 600$$

$$R = 12\ m$$

Resposta da questão 86:
[E]

Decompondo a tração do fio, temos que:



Assim, para o equilíbrio de forças na vertical, temos que:

$$T \cdot \cos(60°) + E_1 + E_2 = P$$

$$T \cdot \cos(60°) + (\rho_1 \cdot V_1 \cdot g) + (\rho_2 \cdot V_2 \cdot g) = m \cdot g$$

Como, $m = \rho \cdot g;\ V_1 = 0{,}6V,\ V_2 = 0{,}4V.$

Temos:

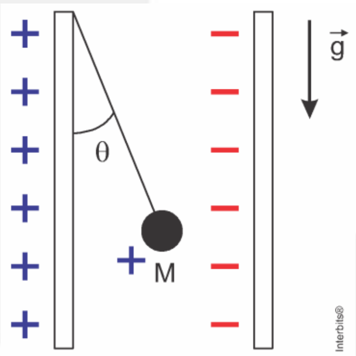
$$\frac{T}{2} + (\rho_1 \cdot (0{,}6V) \cdot g) + \rho_2 \cdot (0{,}4V) \cdot g = \rho \cdot V \cdot g$$

$$T = 2(\rho \cdot V \cdot g - 0{,}6 \cdot \rho_1 \cdot V \cdot g - 0{,}4 \cdot \rho_2 \cdot V \cdot g)$$

$$T = 2 \cdot V \cdot g(\rho - 0{,}6 \cdot \rho_1 - 0{,}4 \cdot \rho_2)$$

Resposta da questão 87:
[B]

Como a carga é positiva (enunciado), as polaridades das placas só podem ser conforme figura abaixo, para que a placa da esquerda "empurre" a carga para a direita.



Assim, podemos dizer que a força elétrica atuando na carga é da <u>esquerda para a direita</u>.

Como para uma carga positiva o campo elétrico e a força elétrica têm a mesma direção e sentido, o campo elétrico terá direção <u>horizontal</u>.

Assim, utilizando as relações de um triângulo, podemos dizer que as forças atuando na esfera eletrizada, são:

$$\frac{F_e}{P} = tg(\theta) = \frac{sen(\theta)}{cos(\theta)}$$

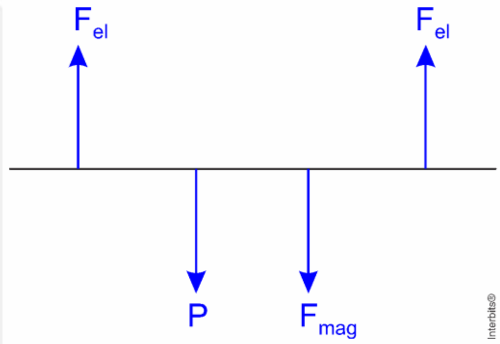
$$\frac{E \cdot q}{m \cdot g} = \frac{0{,}6}{0{,}8}$$

$$E = \frac{0{,}6 \cdot 0{,}1 \cdot 10}{0{,}8 \cdot \left(1{,}5 \cdot 10^{-6}\right)}$$

$$E = 5 \cdot 10^5\ N/C$$

Resposta da questão 88:
[D]

Primeiramente é necessário encontrar o sentido da força magnética. Para tal, é direto verificar, utilizando a regra da mão esquerda, que o sentido desta força é vertical e para baixo.
Assim, pelo equilíbrio de forças, temos que:



Logo,

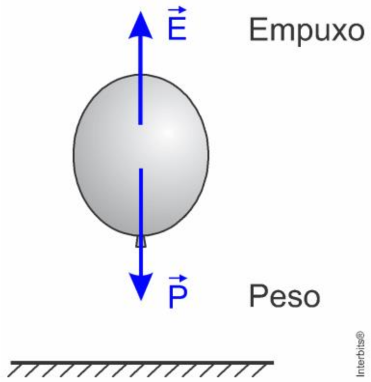
$$2 \cdot F_{el} = P + F_{mag}$$

$$2 \cdot (k \cdot x) = M \cdot g + B \cdot i \cdot L$$

$$x = \frac{Mg + BiL}{2k}$$

Resposta da questão 89:
[B]

As forças que atuam no balão são o empuxo e o peso.



Usando-se a segunda lei de Newton, calcula-se a aceleração

$$F_r = E - P$$

$$ma = \mu V g - mg$$

$$a = g\left(\frac{\mu V}{m} - 1\right)$$

Substituindo-se os valores fornecidos, temos:

$$a = 10\left(\frac{1{,}3 \cdot 2}{1{,}6} - 1\right) \Rightarrow a = 6{,}25\ m/s^2$$

Resposta da questão 90:
[A]

A força resultante centrípeta representa a diferença entre a força gravitacional e o peso aparente em cada localização no globo terrestre.

$$F_c = F_g - P$$

Sendo,

$$F_g = \frac{G \cdot M \cdot m}{R^2}$$

$$P = m \cdot g$$

Então:

$$m \cdot \omega^2 \cdot r = \frac{G \cdot M \cdot m}{R^2} - m \cdot g$$

Para o corpo no equador, temos $r = R$

$$m \cdot \omega^2 \cdot R = \frac{G \cdot M \cdot m}{R^2} - m \cdot g_e$$

Isolando g_e e simplificando:

$$g_e = \frac{G \cdot M}{R^2} - \omega^2 \cdot R \quad (1)$$

Para o corpo localizado em um dos polos: $r = 0,$ e:

$$0 = \frac{G \cdot M \cdot m}{R^2} - m \cdot g_p$$

Isolando g_p e simplificando:

$$g_p = \frac{G \cdot M}{R^2} \quad (2)$$

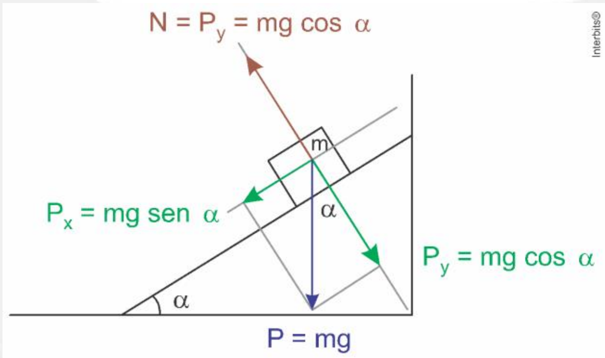
Fazendo a razão $\frac{(1)}{(2)}$:

$$\frac{g_e}{g_p} = \frac{\frac{G \cdot M}{R^2} - \omega^2 \cdot R}{\frac{G \cdot M}{R^2}} \Rightarrow \frac{g_e}{g_p} = 1 - \frac{\omega^2 \cdot R^3}{G \cdot M}$$

Resposta da questão 91:
[B]

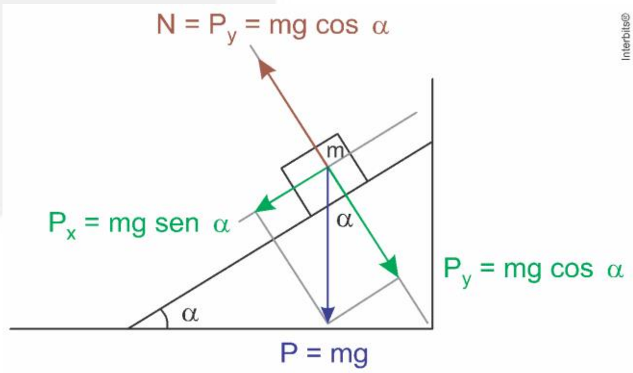
Com a decomposição das forças no plano inclinado, nota-se que não há força resultante no eixo $y,$ mas somente no eixo $x,$ dada por:

$$P_x = mg\ \text{sen}\ \alpha$$



Resposta da questão 92:
[C]

Para responder a questão, basta decompor a força peso na direção do plano inclinado e na direção normal a ele, como segue na figura:



Assim, temos que o módulo da força peso do bloco é igual a mg e o módulo da força normal é igual ao módulo da componente P_y do peso, que com o auxílio da trigonometria vale $mg\cos\alpha$.