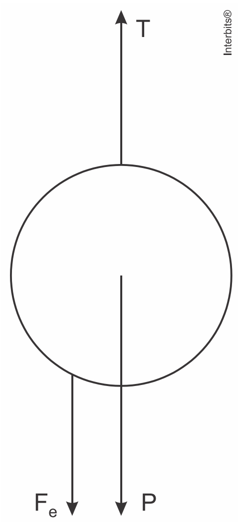
Gabarito:

Resposta da questão 1:
[A]



$$T - F_e - P = m \cdot a$$
$$T - F_e - P = 0$$
$$F_e = T - P$$
$$\frac{kQ^2}{d^2} = T - mg$$
$$d = \sqrt{\frac{kQ^2}{T - mg}}$$
$$d = Q\sqrt{\frac{k}{T - mg}}$$

Resposta da questão 2:
[B]

A tração no cabo de elevador tem sempre direção vertical e sentido para cima.
No início da subida, o movimento é acelerado para cima, então a intensidade da tração é <u>maior</u> que a do peso;
No final da subida, o movimento é retardado para cima, então a intensidade da tração é <u>menor</u> que a do peso.
Assim:

$$\left\{\begin{array}{l} |\vec{F}_I| > |\vec{P}| \\ |\vec{F}_F| < |\vec{P}| \end{array}\right\rangle \Rightarrow \boxed{|\vec{F}_I| > |\vec{F}_F|.}$$

Resposta da questão 3:
[B]

Considere a interação da roda dianteira com o solo, ilustrada na figura 1:

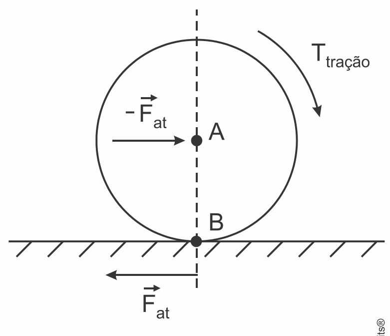


Figura 1

Como a roda dianteira está tracionada, no contato B ela "empurra" o solo para trás com uma força de atrito $\vec{F}_{at}$ sobre o solo, conforme figura 1.
Pela lei da ação e reação, o solo atuará sobre roda com uma força de atrito $-\vec{F}_{at}$, de mesmo módulo e mesma direção, mas sentido contrário.
Logo, a força de atrito sobre a roda dianteira é "para frente".

Considere agora a interação da roda traseira com o solo, ilustrada na figura 2:

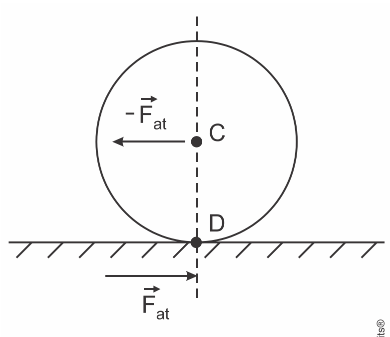


Figura 2

A roda traseira está sendo conduzida pelo chassi do automóvel para frente e, devido à sua interação com o solo, tenderá a "empurrar" o solo para frente com uma força $\vec{F}_{at}$, conforme indicado na figura 2.
Pela lei de ação e reação, o solo atuará sobre a roda traseira com uma força de atrito de mesmo módulo e mesma direção $-\vec{F}_{at}$, mas de sentido contrário, como indicado na figura 2.
Logo, a força de atrito sobre a roda traseira é "para trás".

Resposta da questão 4:
[E]

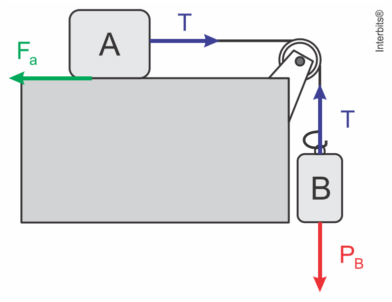
No referencial do passageiro, ele está em repouso, e como a velocidade é constante, isso implica que a aceleração do sistema é zero. Pela segunda Lei de Newton a Força Normal será igual a força Peso.
Tome cuidado: é comum pensar que a força normal é igual à força peso por ser um “par ação e reação”. Essa afirmação está errada. Até porque um par ação e reação não atuam em um mesmo corpo.

Resposta da questão 5:
[B]

Como o bloco permanece em repouso, significa que a força resultante é nula, sendo que a força de atrito estático é igual em módulo à força $\vec{F}_1$ na figura (a) e na situação da figura (b) é igual à diferença entre $\vec{F}_1$ e $\vec{F}_2$.

Resposta da questão 6:
[D]

De acordo com as forças que atuam nas direções de possíveis movimentos, apresentadas no diagrama de corpo livre abaixo, e utilizando o Princípio Fundamental da Dinâmica:



$$P_B - T + T - F_a = (m_A + m_B) \cdot a$$

Considerações:
- Como o sistema permanece em equilíbrio estático, a aceleração é igual a zero;
- Os módulos das trações nos corpos são iguais e com sinais contrários.

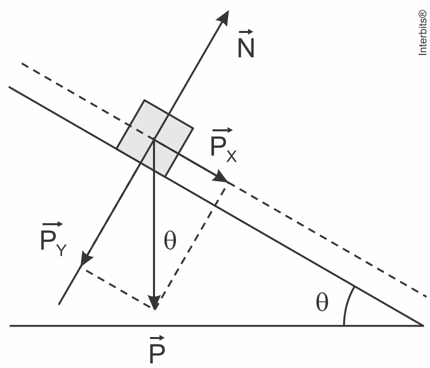
$$P_B - \cancel{T} + \cancel{T} - F_a = 0$$
$$P_B = F_a$$

Substituindo o peso do corpo B pelo produto de sua massa pela aceleração da gravidade:
$$F_a = m_B \cdot g$$

Substituindo os valores, temos, finalmente:
$$F_a = 1\,\text{kg} \cdot 10\ \text{m/s}^2 \Rightarrow F_a = 10\ \text{N}$$

Resposta da questão 7:
[E]

Em A a única força que atua é a força Peso, e em $B,$ as forças que atuam são as mesma de um bloco em um plano inclinado. Conforme ilustra a figura abaixo.



Em A:
$$F_R = ma$$
$$mg = ma_A$$
$$a_A = g$$

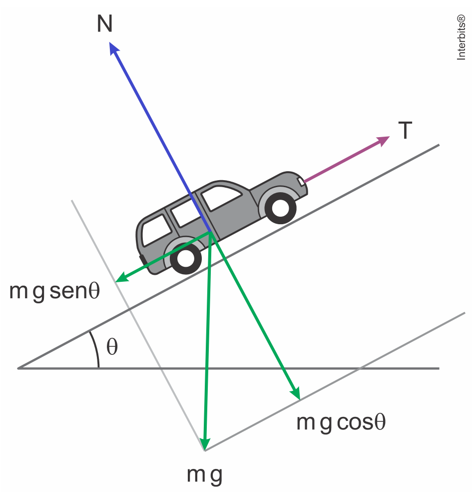
Em B:

$$F_R = ma$$
$$P\text{sen}\theta = ma_B$$
$$mg\text{sen}\theta = ma_B$$
$$a_B = g\text{sen}\theta$$

$$\frac{a_A}{a_B} = \frac{g}{g\text{sen}\theta} \Rightarrow \frac{a_A}{a_B} = \frac{1}{\text{sen}\theta}$$

Resposta da questão 8:
[A]

De acordo com o diagrama de forças, temos:



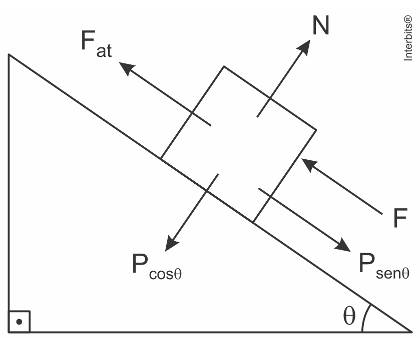
A reação normal é igual em módulo à componente normal do peso em relação ao plano inclinado:

$$N = P_y \Rightarrow N = m\,g\cos\theta \Rightarrow N = 1000\text{ kg}\cdot 10\text{ m/s}^2\cdot 0{,}8 \therefore N = 8000\text{ N}$$

A tração na corda corresponde à componente do peso paralela ao plano inclinado:

$$T = P_x \Rightarrow T = m\,g\,\text{sen}\theta \Rightarrow T = 1000\text{ kg}\cdot 10\text{ m/s}^2\cdot 0{,}6 \therefore T = 6000\text{ N}$$

Resposta da questão 9:
[E]



Da figura, podemos escrever:

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

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

$$F_1 = P(\text{sen}\,\theta_1 - \mu\cos\theta_1)$$

$$200 = 1000(0,6 - \mu \cdot 0,8) \Rightarrow \mu = 0,5$$

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

$$F' = P(\text{sen}\,\theta_2 - \mu\cos\theta_2)$$

$$F' = 1000(0,8 - 0,5 \cdot 0,6) = 1000 \cdot 0,5$$

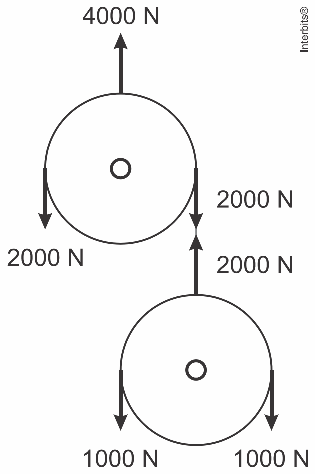
$$\therefore F' = 500\text{ N}$$

Resposta da questão 10:
[D]

Como as rodas foram travadas, a força de atrito tem direção tangente à trajetória, no sentido de impedir o escorregamento, portanto, oposto à velocidade.

Resposta da questão 11:
[D]

A polia diminui pela metade a força necessária a ser aplicada. Pela figura, como há duas polias dividindo a força necessária, a força aplicada pela corda diretamente na árvore deve ser dobrada duas vezes em relação à força aplicada pelo homem:



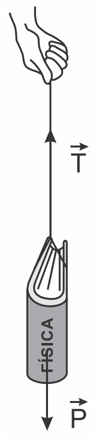
$$F = 1000 \cdot 2 \cdot 2$$

$$\therefore F = 4000\text{ N}$$

Resposta da questão 12:
[D]

Observação: não se deve confundir força de tração (força tensora) com tensão, que é razão entre a intensidade da força tensora e a área da secção transversal do elemento tracionado, no caso, o fio.

A figura ilustra a situação descrita.

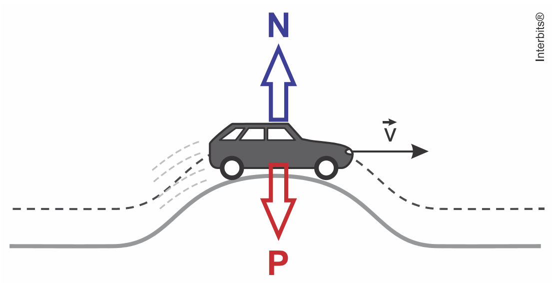


No livro agem duas forças: a tração aplicada pelo fio e o peso aplicado pela Terra.
Como o livro está oscilando, no ponto mais baixo: $T > P$ e:

$$T - P = R_{cp} \;\Rightarrow\; T = F_{cp} + P \;\Rightarrow\; \boxed{T > F_{cp}.}$$

Resposta da questão 13:
[B]

Questão envolvendo a dinâmica no movimento circular uniforme, em que a força resultante no ponto mais alto da lombada é representado na figura abaixo:



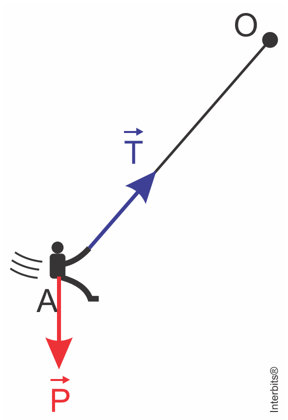
A resultante das forças é a força centrípeta:

$$F_r = F_c \Rightarrow P - N = \frac{M\,v^2}{R} \Rightarrow Mg - N = \frac{M\,v^2}{R}$$

$$\therefore N = Mg - \frac{M\,v^2}{R}$$

Resposta da questão 14:
[D]

De acordo com o diagrama de corpo livre, para o garoto, as forças atuantes sobre ele são apenas o seu peso e a tração na corda.



Resposta da questão 15:
[B]

A dinâmica do movimento circular nos informa que as curvas dos pontos B e E possuem a maior chance de aumentar a reação normal da pista sobre a bicicleta, de acordo com a equação abaixo em que a força resultante no MCU, ou seja, a diferença entre a força normal e o peso é igual a resultante centrípeta:

$$F_r = F_c \Rightarrow N - P = \frac{m \cdot v^2}{R} \therefore N = \frac{m \cdot v^2}{R} + P$$

Como a velocidade, massa e peso da bicicleta não variam, a maior força normal será maior onde o raio é menor, portanto no ponto B.

Nos trechos C e D temos a normal menor que o peso, devido ao fato da pista ser inclinada e da normal apontar para fora da curva, respectivamente.

Resposta da questão 16:
[D]

Aplicando o princípio fundamental da dinâmica:

$$F_D + F_E - F_{at} = m\,a \;\Rightarrow\; 2\,F_E + F_E - F_{at} = m\,a \;\Rightarrow$$

$$3\,F_E = 120(0,2) + 240 \;\Rightarrow\; F_E = \frac{264}{3} \;\Rightarrow\; F_E = 88\ \text{N}.$$

$$F_D = 2\,F_E = 2(88) \;\Rightarrow\; \boxed{F_D = 176\ \text{N}.}$$

Resposta da questão 17:
[D]

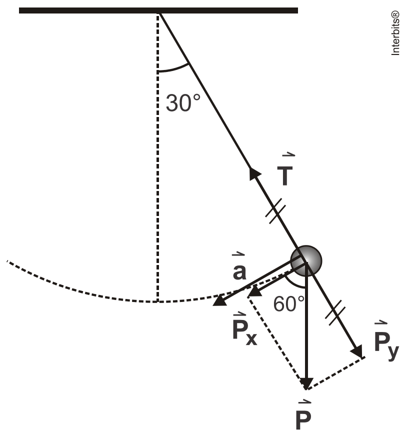
No início da queda, a resultante das forças é o próprio peso, acelerando o esquilo. Porém, à medida que a velocidade aumenta, aumenta também a força de resistência do ar diminuindo a intensidade da resultante, que se anula quando ele atinge a velocidade terminal.

Resposta da questão 18:
[E]

A velocidade atinge seu valor máximo num ponto entre A e B, quando a peso e a força elástica têm mesma intensidade.

Resposta da questão 19:
[E]

Se a velocidade é nula, a aceleração $(\vec{a})$ tem direção tangencial, formando com a vertical ângulo de 60°, como indicado na figura.



A resultante é a componente tangencial do peso. Aplicando o Princípio Fundamental da Dinâmica:

$$P_x = m\ a \Rightarrow \cancel{m}\ g\cos 60° = \cancel{m}\ a \Rightarrow a = 10\left(\frac{1}{2}\right) \Rightarrow$$

$$a = 5\ m/s^2.$$

Resposta da questão 20:
[D]

Resolução

O dinamômetro registra a força de tração sobre ele, que na configuração adotada, é igual a soma entre a força peso da barra e a força magnética dentre esta e o imã.

Resposta da questão 21:
[B]

Resolução
O bloco m_2 está sujeito a 6 forças. Seu próprio peso e a força de ação F são duas delas. As outras quatro são devidas aos contatos com os outros dois corpos, sendo duas delas para cada corpo. A ação na direção da gravidade em função do peso destes corpos e ações na direção do movimento, mas no sentido oposto, por resistência a ação de F.

Resposta da questão 22:
[A]

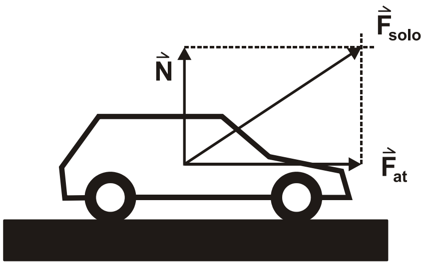
Resolução
Pelo diagrama o cubo estava em repouso e a partir do instante t = 0 passa a sofrer a ação de uma força de intensidade variável. O cubo permanece em repouso até a força de atrito estática atingir seu valor máximo de 1 N, o que invalida as alternativas B e E. A força externa continua atuando sobre o cubo até que este entra em movimento e a força de atrito passa a ser a cinética, cujo coeficiente é menor que o estático.
A força de atrito cinética é dada por $F = \mu_c.N$. Como a superfície é horizontal $F = \mu_c.m.g$
Então $\rightarrow$ $F = \mu_c.m.g$ $\rightarrow$ $0,8 = \mu_c.0,1.10$ $\rightarrow$ $\mu_c = 0,8$, o que valida a alternativa A e invalida a C e a D.

Resposta da questão 23:
[E]

Resolução
No corpo A
$F_{atrito} = m.a$
$\mu.m.g = m.a$
$\mu.g = a \rightarrow a = 0{,}3.10 = 3\ m/s^2$

Resposta da questão 24:
[A]

Como destacado na figura a seguir, o solo aplica no carro uma força de contato que tem duas componentes: a normal $(\vec{N})$ vertical para cima, e a força de atrito $(\vec{F}_{at})$. O gráfico dado no enunciado indica que o módulo da velocidade está aumentando, ou seja, o movimento é acelerado; logo essa força de atrito é no mesmo sentido da velocidade. A força que o solo aplica no carro é a soma dessas componentes.



Resposta da questão 25:
[A]

Dados: M = 12 kg; m_B = 400 g = 0,4 kg; ρ = 1 kg/L; μ_E = 0,4; Z = 0,2 L/s.

Na iminência de escorregamento, somados os módulos do peso do balde e do peso da água nele contida devem ser igual ao módulo da força de atrito estática máxima.

$$P_B + P_A = \mu_E N \quad \Rightarrow \quad (m_B + m_A)\ \cancel{g} = \mu_E\ M\ \cancel{g} \quad \Rightarrow \quad 0{,}4 + m_A = 0{,}4(12) \quad \Rightarrow$$

$$m_A = 4{,}4\ kg.$$

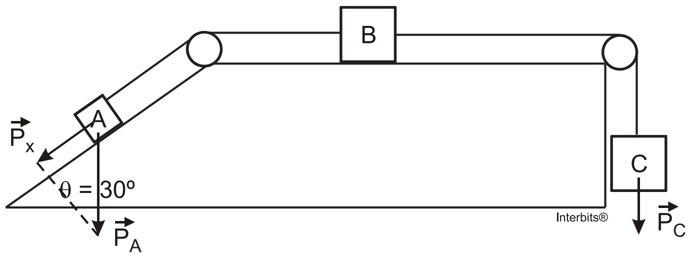
Como a densidade da água é 1 kg/L, o volume (V) despejado é 4,4 L.
A vazão (Z) é dada por:

$$Z = \frac{V}{\Delta t} \quad \Rightarrow \quad \Delta t = \frac{V}{Z} = \frac{4{,}4}{0{,}2} \quad \Rightarrow$$

$$\Delta t = 22\ s.$$

Resposta da questão 26:
[B]

Dados: M_A = 1 kg; $M_B = M_C$ = 2 kg; sen 30° = 0,5.



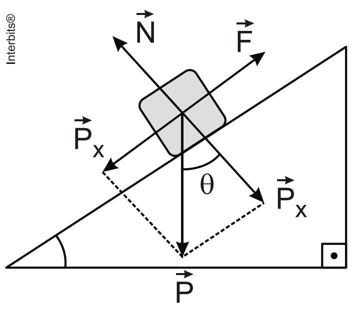
A intensidade da resultante das forças externas no sistema é a diferença entre o peso do corpo C (P_C) e a componente tangencial do peso do corpo A ($P_x = P_A$ sen 30°).

$P_C - P_x = (M_A + M_B + M_C)\, a \Rightarrow 20 - 10\,(0{,}5) = 5\,a \Rightarrow 15 = 5\,a \Rightarrow a = 3\ \text{m/s}^2$.

Resposta da questão 27:
[A]

Dados: m = 10 kg; g = 10 m/s^2; F = 50 N.

A figura mostra as forças agindo no frigobar durante a subida.



Calculando a aceleração após a força tensora no cabo estabilizar em 50 N:

$$F - P_x = ma \;\Rightarrow\; F - mg\,\text{sen}\,\theta = ma \;\Rightarrow\; 50 - 10(10)\left(\frac{1{,}5}{3}\right) = 10a \;\Rightarrow\; a = 0.$$

Se a aceleração se anula, o frigobar segue um movimento uniforme, entrando no caminhão com velocidade v = 0,8 m/s.

Resposta da questão 28:
[D]

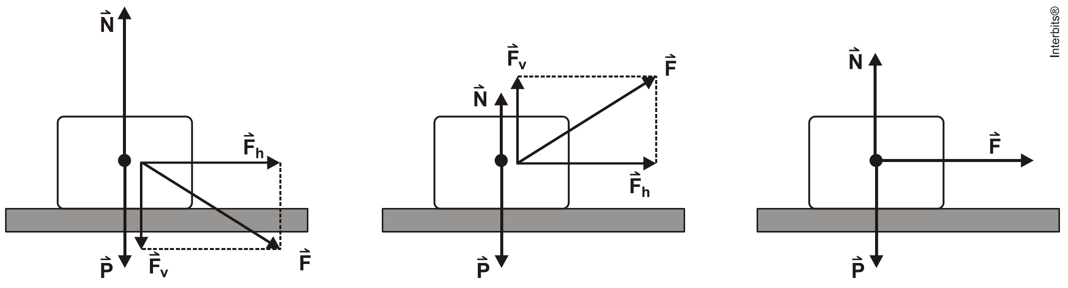
Como nos dois casos a força externa é a resultante sobre o sistema, vem:

$F_{ext} = (m_1 + m_2)\, a \;\Rightarrow\; a = \dfrac{F_{ext}}{m_1 + m_2}$. A aceleração tem a mesma intensidade nos dois casos.

As forças de contato entre os blocos, $\vec{F}_{(I)}$ e $\vec{F}_{(II)}$ têm intensidades:

$F_{(I)} = m_2\, a$ e $F_{(II)} = m_1\, a$. Como $m_1 \neq m_2 \;\Rightarrow\; F_{(I)} \neq F_{(II)}$.

Resposta da questão 29:
[C]



X Y Z

Nas Figuras X e Y a força $\vec{F}$ apresenta componentes vertical e horizontal. Como o movimento é retilíneo, as forças verticais estão equilibradas. Assim, analisando cada uma das figuras:

$$\begin{cases} \text{Figura X: } N = P + F_y \quad \Rightarrow \quad N > P \\ \text{Figura Y: } N + F_y = P \quad \Rightarrow \quad N < P \\ \text{Figura Z: } N = P \end{cases}$$

Resposta da questão 30:
[C]

Para que as gotas de chuva não atinjam a parte traseira, as gotas devem cair, em relação ao ônibus, verticalmente, ou inclinadas para trás.

As figuras mostram a velocidade das gotas (v_g) para um referencial no ônibus, para os dois casos.

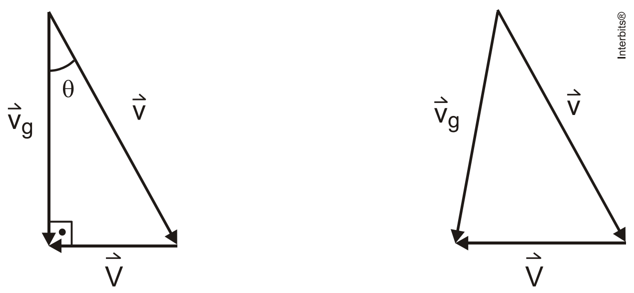


Fig 1 *Fig 2*

Na Fig 1:
$V = v \text{ sen } \theta.$

Na Fig 2:

$$V > v \text{ sen } \theta \quad \Rightarrow \quad v \text{ sen } \theta < V \quad \Rightarrow \quad \boxed{v < \frac{V}{\text{sen } \theta}.}$$

Resposta da questão 31:
[C]

[A] Verdadeira. Na figura (a) temos o equilíbrio entre o peso da pedra e a força elástica, portanto:

$$P = F_e \Rightarrow mg = kx \Rightarrow k = \frac{mg}{x} \Rightarrow k = \frac{6\text{ kg} \cdot 10\text{ m/s}^2}{0{,}1\text{ m}} \therefore k = 600\text{ N/m}$$

[B] Verdadeira. Calculando a Energia potencial elástica para o ponto de compressão máxima da mola, temos:

$$E_{pe} = \frac{k\,x^2}{2} \Rightarrow E_{pe} = \frac{600\ \text{N/m} \cdot (0{,}3\ \text{m})^2}{2} \therefore E_{pe} = 27\ \text{J}$$

[C] Falsa. Para o sistema considerado conservativo, a energia mecânica é conservada em todos os pontos. Considerando as figuras (b) e (c), temos:

$$E_{M(b)} = E_{M(c)} \Rightarrow E_{pe(b)} = E_{c(c)} + E_{pg(c)} \Rightarrow 27\ \text{J} = E_{c(c)} + m\,g\,h_c \Rightarrow$$

$$27\ \text{J} = E_{c(c)} + 6\ \text{kg} \cdot 10\ \text{m/s}^2 \cdot 0{,}4\ \text{m} \Rightarrow 27\ \text{J} = E_{c(c)} + 24\ \text{J} \therefore E_{c(c)} = 27\ \text{J} - 24\ \text{J} = 3\ \text{J}$$

[D] Verdadeira. Para o ponto (d) sendo considerado a altura máxima atingida pela pedra:

$$E_{M(b)} = E_{M(d)} \Rightarrow 27\ \text{J} = m\,g\,h_d \Rightarrow h_d = \frac{27\ \text{J}}{6\ \text{kg} \cdot 10\ \text{m/s}^2} \therefore h_d = 0{,}45\ \text{m} = 45\ \text{cm}$$

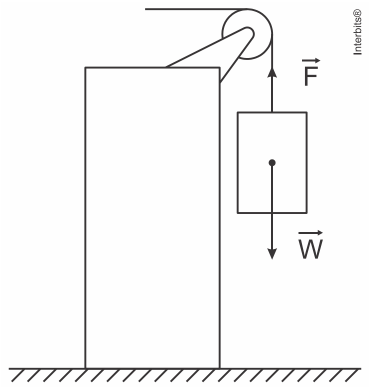
[E] Verdadeira. Na situação da figura (b), o diagrama de forças do sistema será:

$$P + F = F_e \Rightarrow F = F_e - P$$

Então, substituindo os valores calculados anteriormente:

$$F = 600\ \text{N/m} \cdot 0{,}3\ \text{m} - 60\ \text{N} \Rightarrow F = 180\ \text{N} - 60\ \text{N} \therefore F = 120\ \text{N}$$

Resposta da questão 32:
[A]



Seja o plano térreo o nível de referência para a energia potencial. As forças atuantes sobre a carga do elevador são as forças de tração $\vec{F}$ e peso $\vec{W}$.
Sendo $\vec{R} = \vec{F} + \vec{W}$ a resultante das forças sobre a carga do elevador, então:

$$\tau_R = \tau_F + \tau_W \qquad \text{(I)}$$

com τ_R sendo o trabalho da força resultante $\vec{R}$, τ_F o trabalho da força $\vec{F}$ e τ_W o trabalho da força peso $\vec{W}$.

O teorema do trabalho e energia diz que o trabalho realizado pela força resultante sobre um corpo é igual à variação da energia cinética do corpo, ou seja,

$$\tau_R = \Delta E_C = E_{C_f} - E_{C_o} \qquad \text{(II)}$$

Como o elevador subiu a uma velocidade v_o constante, da equação (II) tem-se que:

$$\tau_R = E_{C_f} - E_{C_o} = \frac{m_{elev}\,v_o^2}{2} - \frac{m_{elev}\,v_o^2}{2} = 0$$

ou seja, não houve variação da energia cinética e $\tau_R = 0$.

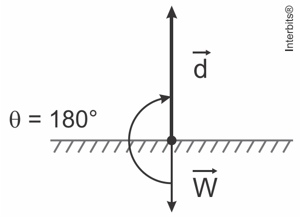
Aplicando-se esse resultado na equação (I), tem-se que:
$\tau_F + \tau_W = \tau_R = 0 \Rightarrow \tau_F = -\tau_W$ (III)

Como $\vec{W}$ é uma força conservativa (a única força conservativa), então:
$\tau_W = E_{P_o} - E_{P_f} = 0 - m_{elev}gh = -m_{elev}gh$ (IV)

sendo m_{elev} a massa da carga do elevador, g a aceleração da gravidade e h a altura percorrida pelo elevador.

Outra forma de calcular τ_W, nesse caso particular Por definição:
$\tau_W = |\vec{W}|\,|\vec{d}|\cos\theta$

sendo $\vec{d}$ o vetor deslocamento da carga e θ o ângulo entre o vetor deslocamento e a força $\vec{W}$.



Assim, $\tau_W = |\vec{W}|\,|\vec{d}|\cos\theta = (m_{elev}g)\,h\cos 180°$, ou seja,
$\tau_W = -mgh$

que foi o mesmo resultado em (IV).
Das equações (III) e (IV), conclui-se que:
$\tau_F = -\tau_W = -(-m_{elev}gh) = m_{elev}gh$
$\tau_F = 6 \times 10^3 [kg] \times 10 [m/s^2] \times 20 [m]$
$\tau_F = 1{,}2 \times 10^6\ J$

A potência média útil desenvolvida pelo elevador é:
$$P_{útil} = \frac{\tau_F}{\Delta t} = \frac{1{,}2 \times 10^6 [J]}{10 [s]} = 1{,}2 \times 10^5 N$$

ou seja,
$P_{útil} = 120\ kW$

Resposta da questão 33:
[E]

Seja t_1 o instante em que a esfera é abandonada, a uma altura de $4\ m$ sobre a rampa, e t_2 o instante em que ocorre a máxima compressão da mola pela esfera.
Como as forças dissipativas foram desprezadas, então:
$E_{M_1} = E_{M_2}$ (1)

sendo E_{M_1} a energia mecânica do sistema no instante t_1, e E_{M_2} a energia mecânica do sistema no instante t_2.

Em t_1, $E_{M_1} = E_{P_1} = mgh$, pois a velocidade da esfera $v_1 = 0$ (a energia mecânica é apenas a potencial gravitacional).

Em t_2, $E_{M_2} = \frac{kx^2}{2}$, ou seja, a energia mecânica do sistema constitui-se apenas da energia potencial elástica acumulada na mola deformada.

Substituindo as expressões de E_{M_1} e E_{M_2} na equação (1), tem-se que:

$$mgh = \frac{kx^2}{2} \Rightarrow$$
$$\Rightarrow x^2 = \frac{2mgh}{k} = \frac{2 \times 0,8 \times 10 \times 4}{400} = 0,16$$
$$\Rightarrow x = \sqrt{0,16} = 0,4 \text{ m} = 40 \text{ cm}$$

Resposta da questão 34:
[D]

Pela lei de conservação de Energia, quando a bola atingir a velocidade máxima toda a sua Energia Cinética será transformada em Energia Potencial Gravitacional.

Resposta da questão 35:
[E]

Do ponto de vista do chão: o drone deve sobrevoar 60 m (50 m do edifício e mais 10 m que ele precisa ficar acima).

$$E_{g_1} = mgh$$
$$E_{g_1} = mg \cdot 60$$
$$E_{g_1} = 60 \cdot mg$$

Do ponto de vista do drone: ele (drone) está a 10 m acima do prédio, logo sua energia potencial será:

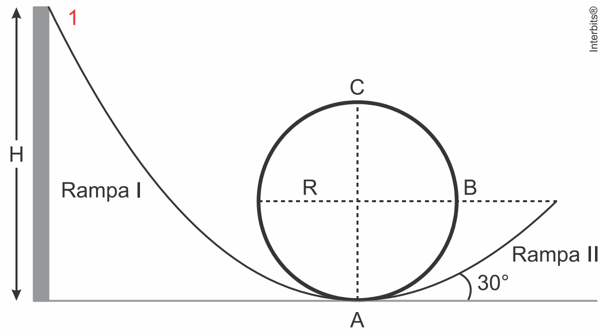
$$E_{g_2} = mgh$$
$$E_{g_2} = mg \cdot 10$$
$$E_{g_2} = 10 \cdot mg$$

A razão entre eles será:

$$\frac{E_{g_1}}{E_{g_2}} = \frac{60 \cdot mg}{10 \cdot mg}$$
$$\frac{E_{g_1}}{E_{g_2}} = \frac{60}{10}$$
$$\frac{E_{g_1}}{E_{g_2}} = 6$$

Observação: essa questão depende muito do referencial que você está tratando.

Resposta da questão 36:
[C]



[A] Incorreto, pois:

$$E_{m1} = E_{mC}$$

$$mgH = \frac{1}{2}mv_c^2$$

$$gH = \frac{1}{2}v_c^2$$

$$2g \cdot \frac{R}{2} = v_c^2$$

$$g \cdot R = v_c^2$$

$$v_c^2 = g \cdot R \qquad (I)$$

$$E_{m_1} = E_{m_A}$$

$$mgH = \frac{1}{2}mV_A^2$$

$$gH = \frac{1}{2}V_A^2$$

$$2gH = V_A^2$$

$$V_A^2 = 2gH \qquad (II)$$

$$E_{mA} = E_{mC}$$

$$\frac{1}{2}mV_A^2 = \frac{1}{2}mV_c^2 + mg2R \qquad \textbf{(III)}$$

Substituindo (II) e (I) em (III), tem-se que:

$$\frac{1}{2}m2gH = \frac{1}{2}mgR + mg2R$$

$$H = \frac{1}{2}R + 2R$$

$$H = \frac{5}{2}R \qquad (IV)$$

[B] Incorreto, pois:

$$E_{m_1} = E_{m_A}$$

$$mgH = \frac{1}{2}mV_A^2$$

$$gH = \frac{1}{2}V_A^2$$

$$2gH = V_A^2$$

$$V_A^2 = 2gH \qquad (II)$$

[C] Correto, pois

$$E_{m_A} = E_{m_B}$$

$$E_{c_A} = E_{pg_B} + E_{c_B}$$

$$\frac{1}{2}mV_A^2 = mgR + \frac{1}{2}mV_B^2$$

$$\frac{1}{2}V_A^2 = gR + \frac{1}{2}V_B^2 \quad (V)$$

Substituindo (II) em (V), tem-se que:

$$\frac{1}{2} \cdot 2gH = gR + \frac{1}{2}V_B^2$$

$$gH = gR + \frac{1}{2}V_B^2$$

$$g(H - R) = \frac{1}{2}V_B^2$$

$$2g(H - R) = V_B^2$$

$$V_B^2 = 2g(H - R) \quad (VI)$$

$$N_B = ma_c$$

$$N_B = m \cdot \frac{V_B^2}{R} \quad (VII)$$

Substituindo (VI) em (VII), tem-se que:

$$N_B = m \cdot \frac{V_B^2}{R}$$

$$N_B = m \cdot \frac{2g(H - R)}{R} \quad (VIII)$$

Substituindo (IV) em (VIII), tem-se que:

$$N_B = m \cdot \frac{2g(\frac{5R}{2} - R)}{R}$$

$$N_B = m \cdot \frac{2g(\frac{3R}{2})}{R}$$

$$N_B = m \cdot \frac{g \cdot 3R}{R}$$

$$N_B = m \cdot g \cdot 3$$

$$N_B = 3mg$$

Observação: Não é possível resolver essa questão sem antes resolver a alternativa [A].

Resposta da questão 37:
[D]

$$E_a = E_d$$
$$mgh + \frac{1}{2}mv_A^2 - 40 = mg \cdot \frac{h}{2} + \frac{1}{2}mv_B^2$$
$$mgh + 0 - 40 = mg \cdot \frac{h}{2} + \frac{1}{2}mv_B^2$$
$$20 \cdot 10 \cdot 10 - 40 = 20 \cdot 10 \cdot 5 + \frac{1}{2} \cdot 20 \cdot v_B^2$$
$$2.000 - 40 = 1.000 + 10v_B^2$$
$$1.960 - 1.000 = 10v_B^2$$
$$960 = 10v_B^2$$
$$v_B^2 = 96$$
$$v_B \cong 10 \text{ m/s}$$

Resposta da questão 38:
[A]

Como a letra P encontra-se na posição mais baixa do movimento, a energia potencial nesta posição é mínima e a energia cinética é máxima.

Resposta da questão 39:
[C]

A frequência de oscilação de um sistema massa mola é dado pela expressão:
$f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}.$ Nota-se, então, que a frequência não depende da gravidade, mas apenas da mola e da massa do carro.

Resposta da questão 40:
[A]

Sabendo que a potência é dada pelo trabalho sobre o tempo, $P = \frac{\tau}{t},$ e sabendo que o trabalho realizado em subir pela rampa ou pela escada é o mesmo e o tempo de quem sobe pela rampa é maior, logo, a potência empregada por quem sobe a rampa é menor.

Resposta da questão 41:
[D]

As velocidades dos dois skatistas são iguais em módulo no ponto C e são determinadas por energia mecânica:
Para o rapaz que sai da posição A (sentido positivo):
$$E_{M(A)} = E_{M(C)}$$
$$m_1gh = \frac{m_1v_1^2}{2} + m_1g\frac{h}{2}$$
$$v_1 = +\sqrt{gh} = +\sqrt{10 \cdot 3{,}6} = +\sqrt{36} \therefore v_1 = +6 \text{ m / s}$$

Para o rapaz que sai da posição B (sentido negativo):
$$E_{M(B)} = E_{M(C)}$$
$$m_2gh = \frac{m_2v_2^2}{2} + m_2g\frac{h}{2}$$
$$v_2 = -\sqrt{gh} = -\sqrt{10 \cdot 3{,}6} = -\sqrt{36} \therefore v_2 = -6 \text{ m / s}$$

Como a velocidade relativa para dois móveis em sentidos contrários se somam seus módulos, temos:

$$v_r = |v_1| + |v_2| = 6 + 6 = 12 \text{ m/s}$$

$$v_r = 12 \text{ m/s} \cdot 3{,}6 \frac{\text{km/h}}{\text{m/s}} = 43{,}2 \text{ km/h}$$

Resposta da questão 42:
[E]

Dados: $m = 120\text{kg};\ \Delta S = 5\text{m};\ h = 1{,}5\text{m};\ g = 9{,}8\text{m/s}^2;\ F_{at} = 564\text{N}.$

Considerando que as velocidades inicial e final sejam nulas, o trabalho é mínimo quando a força na subida da rampa é aplicada paralelamente ao deslocamento. Aplicando o teorema da energia cinética, temos:

$$W_{Res}^{\vec{v}} = \Delta E_C \ \Rightarrow\ W_F^{\vec{v}} + W_P^{\vec{v}} + W_{Fat}^{\vec{v}} = 0 \ \Rightarrow\ W_F^{\vec{v}} - m\ g\ h - F_{at}\ \Delta S = 0 \ \Rightarrow$$

$$W_F^{\vec{v}} = m\ g\ h + F_{at}\ \Delta S \ \Rightarrow\ W_F^{\vec{v}} = 120 \times 9{,}8 \times 1{,}5 + 564 \times 5 \ = 1.764 + 2.820 \ \Rightarrow$$

$$\boxed{W_F^{\vec{v}} = 4.584 \text{ J.}}$$

Resposta da questão 43:
[C]

[I] O carro está perdendo velocidade de recarregando as baterias. Temos então, transformação de energia cinética (1) para energia elétrica (3).
[II] O movimento do veículo provém da combustão, que é uma reação química. Assim, há transformação de energia química (2) para energia cinética (1).
[III] Se o motor elétrico mantém a velocidade constante, isso significa que está havendo transformação de energia elétrica (3) para energia cinética (1).

Resposta da questão 44:
[B]

A amplitude corresponde à máxima distância da posição central, que é igual a AB ou BC e o tempo para ir de A até C é a metade do período. Assim, o período é T = 4 s. A frequência e igual ao inverso do período. Então:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{4} \ \Rightarrow\ \boxed{f = 0{,}25 \text{ Hz.}}$$

Resposta da questão 45:
[C]

A força $\vec{F}$ atua sobre o corpo por um intervalo de tempo $\Delta t = 3$ s. Como $\vec{F}$ tem módulo, direção e sentido constantes nesse período, pode-se afirmar que o corpo se desloca em um movimento retilíneo uniformemente variado.
A equação cinemática que descreve esse movimento é:

$$S = S_0 + v_0(\Delta t) + \frac{a}{2}(\Delta t)^2 \qquad (1)$$

sendo S uma posição genérica, S_0 a posição inicial, v_0 a velocidade inicial e a a aceleração.
Como o corpo parte de repouso, $v_0 = 0$ m/s, e partindo-se da Segunda Lei de Newton, tem-se

$$F = m\,a \Rightarrow a = \frac{F}{m} \qquad (2)$$

Lembrando que, como não há atrito, a força resultante sobre o corpo é a própria força $\vec{F}$.

Por hipótese, durante a ação da força $\vec{F}$, o corpo se deslocou
$\Delta S = S - S_0 = 9\ m.$

Logo, conclui-se que, partindo-se da equação (1) e da equação (2):

$$\Delta S = S - S_0 = \cancel{v_0}^{\,0}\ (\Delta t) + \frac{a}{2}(\Delta t)^2$$

$$\Delta S = \frac{1}{2}\left(\frac{F}{m}\right)(\Delta t)^2 \Rightarrow F = \frac{2\ m\ \Delta S}{(\Delta t)^2} \qquad (3)$$

Substituindo-se os valores conhecidos na equação (3), tem-se:

$$F = \frac{2 \times 4 \times 9}{3^2} = 8\ N$$

O módulo do impulso $\vec{I}$ da força $\vec{F}$ sobre o corpo é, por definição:

$$I = F\ \Delta t = 8\ N \times 3\ s = \boxed{24\ Ns}$$

lembrando que $\vec{F}$ é constante.
O impulso é exatamente igual à variação da quantidade de movimento do corpo. Sabendo que o corpo encontra-se inicialmente em repouso, a quantidade de movimento inicial Q_0 é dado por:
$Q_0 = m\ v_0 = 0\ Ns$

Logo:

$$I = \Delta Q = Q_f - \cancel{Q_0}^{\,0} \Rightarrow Q_f = I = 24\ Ns.$$

Lembrando que $N \cdot s = kg \cdot \frac{m}{s}$:

$$\boxed{Q_f = 24\ kg \cdot \frac{m}{s}}$$

Resposta da questão 46:
[C]

Sabemos que no gráfico da força em função do tempo, a intensidade do impulso é numericamente igual à "área" entre a linha do gráfico e o eixo dos tempos. Assim:

$$I_{\vec{F}} = \frac{20+10}{2} \times 1 + \frac{(4-1)+(3-1)}{2} \times 20 = 15 + 50 \Rightarrow \boxed{I_{\vec{F}} = 65\ N \cdot s.}$$

Resposta da questão 47:
[C]

Aplicando o teorema do impulso:

$$I = \Delta Q \Rightarrow F \cdot \Delta t = m \cdot v \therefore F = \frac{m \cdot v}{\Delta t}$$

$$F = \frac{m \cdot v}{\Delta t} \Rightarrow F = \frac{80\ kg \cdot 72\ \frac{km}{h} \cdot \frac{1\ m/s}{3{,}6\ km/h}}{0{,}2\ s} \therefore F = 8.000\ N$$

$$n^o\ sacos = \frac{F}{\text{peso de cd saco}} \Rightarrow n^o\ sacos = \frac{8.000\ N}{500\ N} \therefore n^o\ sacos = 16$$

Resposta da questão 48:
[E]

A quantidade de movimento inicial no eixo x é:
$\sum Q_{x,inicial} = Q_{1x,i} + Q_{2x,i} \Rightarrow \sum Q_{x,inicial} = m \cdot 2v_0 \cdot \cos\theta + 2m \cdot v_0 \cdot \cos\theta \therefore \sum Q_{x,inicial} = 4mv_0 \cos\theta$

Usando a conservação da quantidade de movimento no eixo horizontal, temos:
$\sum Q_{x,inicial} = \sum Q_{x,final}$
$4mv_0 \cos\theta = 3m \cdot v_f \Rightarrow v_f = \frac{4\cancel{m}}{3\cancel{m}} v_0 \cos\theta \therefore v_f = \frac{4}{3} v_0 \cos\theta$

Resposta da questão 49:
[C]

A análise das componentes verticais e horizontais da quantidade de movimento de ambas as partículas nos permitem concluir a direção final de seus movimentos após a colisão, pois temos a conservação da quantidade de movimento:
$\sum Q_{y,inicial} = \sum Q_{y,final}$ e $\sum Q_{x,inicial} = \sum Q_{x,final}$

Se algum destes somatórios for nulo, significa que após o choque as partículas não se deslocam por este eixo.

Começando pelo eixo vertical y:
$\sum Q_{y,inicial} = \sum Q_{y,final}$
$\sum Q_{y,final} = Q_{1y,i} + Q_{2y,i} \Rightarrow \sum Q_{y,final} = -m \cdot 2v_0 \cdot \text{sen}\,\theta + 2m \cdot v_0 \cdot \text{sen}\,\theta \therefore \sum Q_{y,final} = 0$

Logo, se não há movimento final no eixo vertical, então as partículas andam no eixo horizontal após a colisão inelástica.

Resposta da questão 50:
[D]

Aplicando o teorema do impulso de uma força:
$I = \Delta Q$
$F \cdot \Delta t = m \cdot v$

Assim temos a velocidade ao final de 4 segundos:
$v = \frac{F \cdot \Delta t}{m} \Rightarrow v = \frac{500\ N \cdot 4\ s}{100\ kg} \therefore v = 20\ m/s$

A energia cinética será,
$E_c = \frac{m \cdot v^2}{2} \Rightarrow E_c = \frac{100\ kg \cdot (20\ m/s)^2}{2} \therefore E_c = 2{,}00 \cdot 10^4\ J$

Resposta da questão 51:
[E]

Tratando de um sistema mecanicamente isolado, ocorre conservação da quantidade de movimento.
Assim:
$|Q|_c = |Q|_b \Rightarrow m_c v_c = m_b v_b \Rightarrow 90\ v_c = 360(0{,}2) \Rightarrow \boxed{v_c = 0{,}8\ m/s.}$

Resposta da questão 52:
[C]

A energia cinética da partícula α vale E_α.
Então:

$$\frac{m_\alpha\ v_\alpha^2}{2} = E_\alpha \ \Rightarrow\ \frac{4\ v_\alpha^2}{2} = E_\alpha \ \Rightarrow\ v_\alpha = \sqrt{\frac{E_\alpha}{2}}.$$

Como o sistema é mecanicamente isolado, temos:

$$m_\alpha\ v_\alpha = m_{Pb}\ v_{Pb} \ \Rightarrow\ 4\sqrt{\frac{E_\alpha}{2}} = 200 \cdot v_{Pb} \ \Rightarrow\ v_{Pb} = \frac{1}{50}\sqrt{\frac{E_\alpha}{2}} \ \Rightarrow$$

$$v_{Pb}^2 = \frac{E_\alpha}{5\,000}.$$

Assim:

$$E_{Pb} = \frac{m_{Pb}\ v_{Pb}^2}{2} \ \Rightarrow\ E_{Pb} = \frac{200}{2} \cdot \frac{E_\alpha}{5\,000} \ \Rightarrow\ E_{Pb} = \frac{E_\alpha}{50}.$$

Resposta da questão 53:
[A]

Como se trata de sistema mecanicamente isolado, temos:

$$Q_{antes} = Q_{depois} \ \Rightarrow\ Q_1 + Q_2 = 0 \ \Rightarrow\ m_1 v_1 + m_2 v_2 = 0 \ \Rightarrow\ \frac{1}{\cancel{3}}300 = -\frac{2}{\cancel{3}}v_2 \ \Rightarrow$$

$$\boxed{v_2 = -150\ \text{m/s.}}$$

O segundo pedaço é lançado com velocidade de $150\ \text{m/s}$, em sentido oposto ao do primeiro, ou seja, para o sul.

Resposta da questão 54:
[D]

De acordo com o enunciado, houve troca de velocidades no choque. Isso somente ocorre em colisão <u>perfeitamente elástica</u>, frontal de duas massas iguais. Como as forças trocadas na colisão formam um par ação-reação, e o tempo de interação é o mesmo, o módulo do impulso sobre o bloco 2 foi <u>o mesmo</u> que o módulo do impulso sobre o bloco 1.

Resposta da questão 55:
[C]

Dados: $m_1 = 1.200$ kg; $v_j = -60$ k/h; $m_2 = 800$ kg; $v_i = 120$ km/h.

A figura 1 mostra a quantidade de movimento do sistema e a figura 2 mostra a velocidade do sistema e suas componentes.

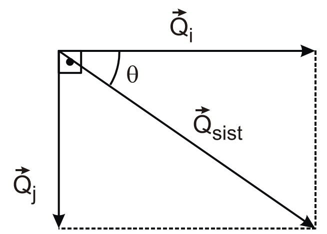


figura 1

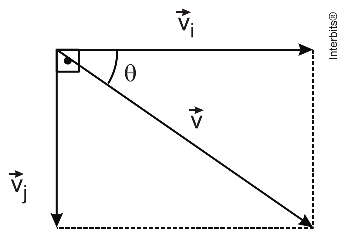


figura 2

Calculando as quantidades de movimento dos veículos:

$$\begin{cases} Q_i = m_2 v_i = 800 \times 120 = 96 \times 10^3 \text{kg} \cdot \text{km/h}. \\ Q_j = m_1 vj = 1.200 \times (-60) = -72 \times 10^3 \text{kg} \cdot \text{km/h}. \end{cases}$$

Para calcular a quantidade de movimento do sistema, aplicamos Pitágoras:

$$Q_{sist} = \sqrt{Q_i^2 + Q_j^2} = \sqrt{\left(96 \times 10^3\right)^2 + \left(72 \times 10^3\right)^2} = \sqrt{144 \times 10^8} = 12 \times 10^4 \text{kg} \cdot \text{km/h}.$$

Mas:

$$Q_{sist} = (m_1 + m_2) v \;\Rightarrow\; v = \frac{Q_{sist}}{m_1 + m_2} = \frac{12 \times 10^4}{2 \times 10^3} \;\Rightarrow\; v = 60 \ \text{km/h}.$$

Da figura 1:

$$tg\theta = \frac{Q_j}{Q_i} = \frac{72 \times 10^3}{96 \times 20^3} \;\Rightarrow\; tg\theta = \frac{3}{4} \;\Rightarrow\; sen\theta = \frac{3}{5} \;\Rightarrow\; \cos\theta = \frac{4}{5}.$$

Então:

$$\begin{cases} v_i = v \ \cos\theta = 60\left(\frac{4}{5}\right) = 48 \ \text{km/h}. \\ v_j = -v \ sen\theta = 60\left(\frac{3}{5}\right) = -36 \ \text{km/h}. \end{cases}$$

Portanto: V = 48 i –36 j.

Resposta da questão 56:
[B]

Nota 1 – O verbo <u>orbitar</u> já significa <u>girar ao redor de</u> .... Portanto: " Ele <u>orbita ao redor</u> da Próxima Centauri, ..." é um pleonasmo. O correto é: "Ele <u>orbita</u> 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 <u>maior</u> do que 10^{29} kg. A palavra <u>maior</u> deve ser trocada por <u>igual</u>, ou então: A massa da estrela Próxima Centauri é maior que 10^{29} kg.

Resposta da questão 57:
[A]

A força exercida pelos dois planetas sobre o ponto P são iguais em módulo, portanto: $F_{13} = F_{23}$
Usando a lei da Gravitação de Newton:

$$F_{13} = \frac{G \cdot m_1 \cdot m_3}{(D/3)^2} \text{ e } F_{23} = \frac{G \cdot m_2 \cdot m_3}{(2D/3)^2}$$

Igualando e simplificando:

$$\frac{\cancel{G} \cdot m_1 \cdot \cancel{m_3}}{(D/3)^2} = \frac{\cancel{G} \cdot m_2 \cdot \cancel{m_3}}{(2D/3)^2} \Rightarrow \frac{m_1}{\cancel{D^2/9}} = \frac{m_2}{4\cancel{D^2/9}} \therefore \frac{m_1}{m_2} = \frac{1}{4}$$

Resposta da questão 58:
[D]

Análise das alternativas falsas:
[A] Falsa. A força resultante é o peso do satélite ou a força de atração gravitacional.
[B] Falsa. Mesmo que reduzida, existe gravidade nesta altitude em relação à Terra.
[C] Falsa. É a velocidade orbital que mantém o satélite na posição geoestacionária, que é calculada para que o período do movimento circular seja de 24 h.
[E] Falsa. O peso é reduzido por conta da redução da aceleração da gravidade de acordo com Newton, mas não é zero.

Resposta da questão 59:
[B]

[I] INCORRETA. Pelo Princípio da Ação-Reação, essas forças têm a mesma intensidade.
[II] INCORRETA. De acordo com a 2ª Lei de Kepler, se a trajetória do cometa é elíptica, seu movimento é acelerado quando ele se aproxima do Sol e, retardado, quando se afasta.
[III] CORRETA. A 3ª Lei de Kepler garante que corpos mais afastados do Sol têm maior período de translação.

Resposta da questão 60:
[B]

– Sendo r o raio médio da órbita e T o período de translação do planeta, analisando a 3ª Lei de Kepler:
$\frac{T_{Vênus}^2}{r_{Vênus}^3} = \frac{T_{Terra}^2}{r_{Terra}^3}$. Sendo o raio médio da órbita de Vênus menor que o da Terra, o período de translação de Vênus é menor que o da Terra, logo a frequência é maior.
– a velocidade angular é: $\omega = \frac{2\ \pi}{T}$. Como Vênus tem menor período, sua velocidade angular é maior.
– Para analisar a velocidade linear (v), aproximando as órbitas para circulares, a força gravitacional age como resultante centrípeta. Sendo m a massa do planeta e M a massa do Sol:

$$R_{Cent} = F_{Grav} \Rightarrow \frac{m\,v^2}{r} = \frac{G\,M\,m}{r^2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{G\,M}{r}}.$$ Sendo o raio médio da órbita de Vênus menor que o da Terra, Vênus tem maior velocidade linear que a Terra.

Resposta da questão 61:
[E]

Analisando cada uma das opções:

a) Falsa. De acordo com a Lei de Newton da Gravitação, as forças gravitacionais trocadas entre duas massas M e m, distantes r entre si, é:

$F = G\frac{M\,m}{r^2}$, sendo G a constante de gravitação universal.

Aplicando essa expressão para as duas situações propostas, temos:

$F_{JG} = G\frac{M_J m_G}{r_G^2}$ e $F_{JI} = G\frac{M_J m_I}{r_I^2}$. Fazendo a razão entre essas forças:

$$\frac{F_{JG}}{F_{JI}} = \frac{m_G}{r_G^2} \times \frac{r_I^2}{m_I} = \frac{15}{10^2} \times \frac{4^2}{9} = \frac{15 \times 16}{900} = \frac{4}{15} \Rightarrow F_{JG} = 0{,}27\,F_{JI}.$$

b) Falsa. Pela terceira lei de Kepler (lei dos períodos), o período orbital (T) só depende do raio (r) da órbita: $T^2 = k\,r^3$; independe da massa do satélite.

c) Falsa. Basta comparar os valores mostrados na tabela.

d) Falsa. A velocidade angular (ω) é inversamente proporcional ao período: $\omega = \frac{2\pi}{T}$.

e) Verdadeira. Pela lei dos períodos:

$\left(\frac{T_E}{T_I}\right)^2 = \left(\frac{r_E}{r_I}\right)^3$. Substituindo os valores dados na tabela:

$$\left(\frac{T_E}{T_I}\right)^2 = \left(\frac{6}{4}\right)^3 = \left(\frac{3}{2}\right)^3 \Rightarrow \frac{T_E}{T_i} = \sqrt{3{,}375} \Rightarrow T_E = 1{,}84\,T_I \Rightarrow$$

$T_E \cong 2\,T_I$

Resposta da questão 62:
[D]

Como afirma Garfield no último quadro, o peso de um corpo depende da gravidade local. A expressão para o cálculo da intensidade do campo gravitacional (g_P) na superfície de um planeta (P) de massa m_P e raio R_P é obtida da lei de Newton da gravitação:

$g_P = G\frac{m_P}{R_P^2}$, sendo G a constante de gravitação universal

Comparando com a gravidade na superfície terrestre (g_T):

$$\frac{g_P}{g_T} = \frac{\frac{Gm_P}{R_P^2}}{\frac{Gm_T}{R_T^2}} \Rightarrow \frac{g_P}{g_T} = \frac{m_P}{m_T} \times \left(\frac{R_T}{R_P}\right)^2.$$

A tabela dada fornece apenas as razões entre as massas dos planetas e a Terra, e as massas dos planetas (dados desnecessários), não fornecendo os raios dos planetas, tornando

impossível qualquer conclusão. Pode ter havido algum equívoco do autor da questão ao montar essa tabela, colocando na 2ª coluna as massas dos planetas em vez de seus raios. A questão tornar-se-ia bastante interessante, se a tabela fornecesse a razão entre as massas dos planetas e a razão entre os respectivos raios.
Apenas para ilustrar, a razão dada na tabela para as massas de Mercúrio e da Terra é $0{,}05$, enquanto que a razão entre os campos gravitacionais é $0{,}25$.

Resposta da questão 63:
[A]

Pelo princípio da ação-reação (3ª lei da Newton) o módulo da força de atração do Sol sobre a Terra é igual ao módulo da força de atração da Terra sobre o Sol.

Resposta da questão 64:
[C]

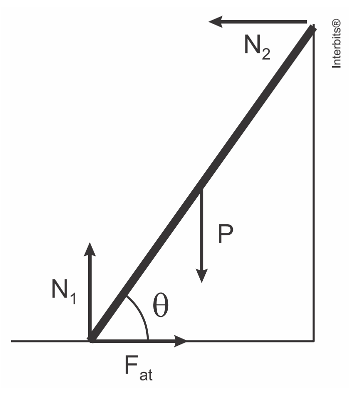
Pela lei da gravitação de Newton $\rightarrow$ F = G.mM/d^2
O que importa é a massa entre a estrela e o buraco negro.
A força será atrativa e com mais massa entre a estrela e o buraco negro (devido a presença de matéria escura) a força será maior. Como esta força será também a resultante centrípeta $\rightarrow$ GmM/d^2 = mv^2/d $\rightarrow$ GM/d = v^2. A velocidade será maior com a presença de mais massa.

Resposta da questão 65:
[B]

Resolução
O objeto solto bem como o próprio satélite está sujeito à força gravitacional terrestre e logo ambos têm peso.
Admitindo que o movimento do satélite e do corpo são circulares e uniformes, a aceleração centrípeta será a aceleração gravitacional.
A alternativa c é estranha quando coloca que o corpo deverá “sentir” aceleração. A despeito da frase antropomórfica para um corpo qualquer, se uma pessoa estiver solta dentro da nave ela não experimenta sensação de peso.
Insisto que o corpo possui peso dentro do satélite e isto não tem relação com a atmosfera.

Resposta da questão 66:
[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.



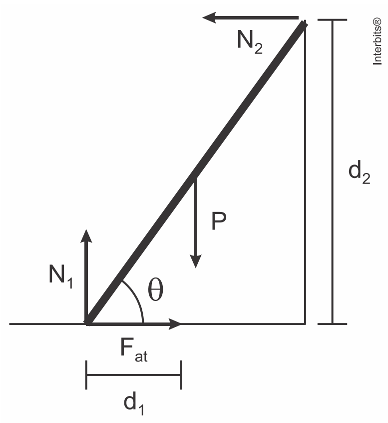
O coeficiente de atrito estático mínimo deverá ser aquele cuja a barra está na iminência de escorregar.
$F_{at} = \mu_e N_1 \quad (1)$

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 alguém 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.



$$\tau_{res} = d_1 P - d_2 N_2$$

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

$$\frac{1}{2}(L\cos\theta)P = (L\text{sen}\theta)N_2$$

$$\frac{1}{2}(\cos\theta)P = (\text{sen}\theta)N_2 \qquad (4)$$

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

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

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

De (1), vem:

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

Substituindo (1) em (5), temos:

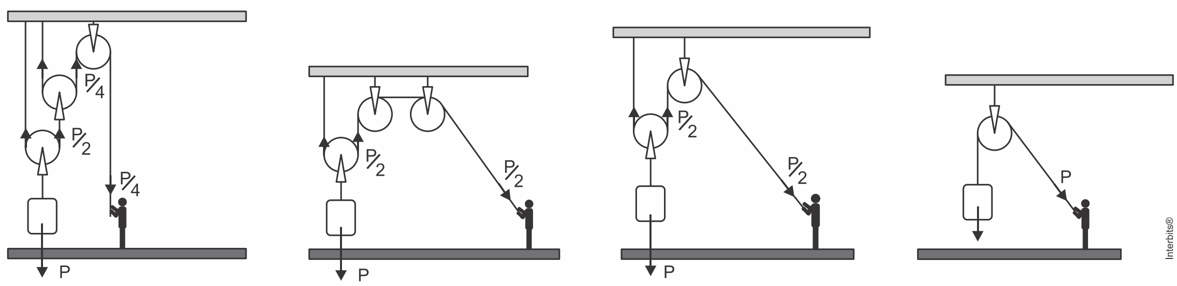
$$\frac{N_1\cos\theta}{2\text{sen}\theta} = \mu_e N_1$$

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

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

Resposta da questão 67:
[A]

Num mesmo fio, a tração tem a mesma intensidade em todos os pontos. Quando há uma polia móvel, a intensidade da tração fica dividida por dois. A figura ilustra as situações.



Nota-se que o primeiro dispositivo é o que exige do operário força de menor intensidade.

Resposta da questão 68:
[D]

$y + x = 5 \Rightarrow y = 5 - x \quad \text{(i)}$

$\tau_{\text{horário}} = \tau_{\text{anti-horário}}$

$F_1 \cdot y + F_2 \cdot 2 = F_3 \cdot x$

$mgy + mg \cdot 2 = 3 \cdot mgx \quad (\div g)$

$my + 2m = 3mx \quad (\div m)$

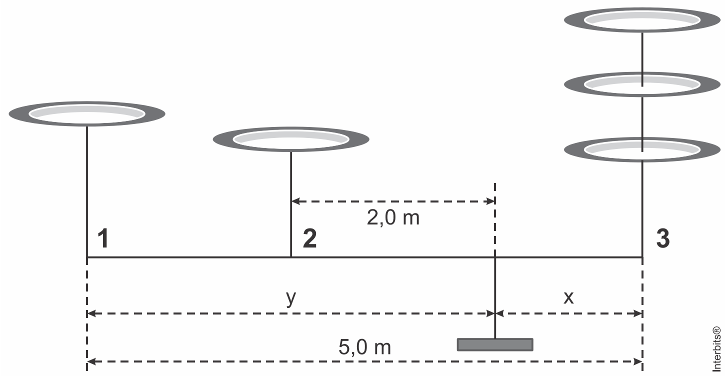
$y + 2 = 3x \quad \text{(ii)}$

(i) em (ii)

$5 - x + 2 = 3x$

$7 = 4x$

$x = \frac{7}{4}$



Resposta da questão 69:
[A]

A tesoura da figura 2 é uma alavanca de maior braço, necessitando de força de menor intensidade para produzir o mesmo torque. Assim:

Utilizando a tesoura da figura 2 o rapaz teria que fazer uma força menor do que a força aplicada na tesoura da figura 1 para produzir o mesmo torque.

Resposta da questão 70:
[C]

Observações:
O enunciado não forneceu a massa do equipamento, portanto seu peso será desprezado. Serão também desconsideradas as forças de interação entre as costas da pessoa e o encosto do equipamento, como também eventuais atritos entre a pessoa e o assento.
Além disso, é pedido o módulo da força exercida pela perna (no singular). Será calculado o módulo da força exercida pelas pernas da pessoa.

Pelo Princípio da Ação-Reação, a intensidade da força exercida pelas pernas da pessoa sobre o apoio do equipamento tem mesma intensidade que a da força que o apoio exerce sobre suas pernas, em sentido oposto.
Considerando a pessoa como ponto material, têm-se as três forças agindo sobre ela (Fig. 1). Como ela está em repouso, pelo Princípio da Inércia, a resultante dessas forças é nula. Usando a regra da poligonal, essas três forças formam um triângulo retângulo (Fig. 2).

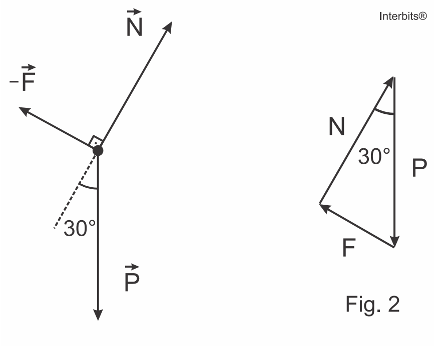


Fig. 1
Fig. 2

Na Fig. 2:

$$\text{sen}\,30° = \frac{F}{P} \Rightarrow F = mg\,\text{sen}\,30° = 65 \cdot 10 \cdot \frac{1}{2} \Rightarrow \boxed{F = 325\ \text{N}.}$$

Resposta da questão 71:
[C]

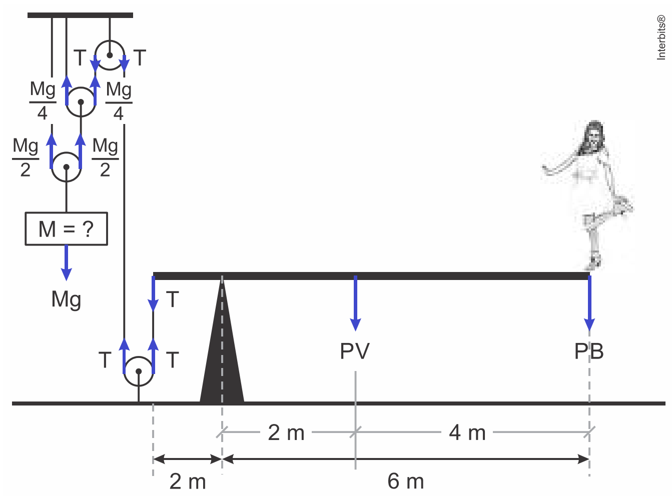
Para a viga, em equilíbrio estático, analisando o somatório dos momentos das forças capazes de provocar rotação, temos como determinar o valor da tração na corda:

$$\sum M = 0$$

$$P_B \cdot d_B + P_V \cdot d_V - T \cdot d_T = 0$$

$$500\ \text{N} \cdot 6\ \text{m} + 1000\ \text{N} \cdot 2\ \text{m} = T \cdot 2\ \text{m}$$

$$T = \frac{3000\ \text{Nm} + 2000\ \text{Nm}}{2\ \text{m}} \therefore T = 2500\ \text{N}$$



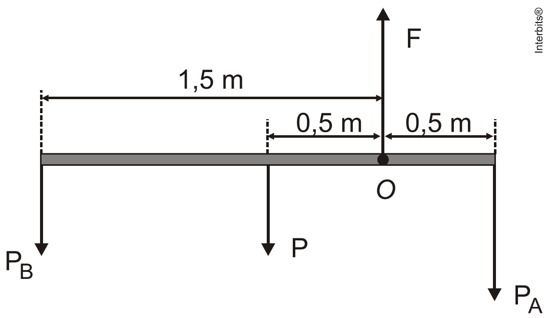
Pelo diagrama de forças, a correspondência entre a tração no sistema de polias e a massa utilizada para manter o equilíbrio estático é:

$$\frac{Mg}{4} = T \Rightarrow \frac{M \cdot 10}{4} = 2500 \therefore M = 1000 \text{ kg}$$

Resposta da questão 72:
[B]

Dados: L = 2 m; P = 10 N; d = 0,5 m; P_A = 100 N.

A figura mostra as dimensões relevantes para a resolução da questão.



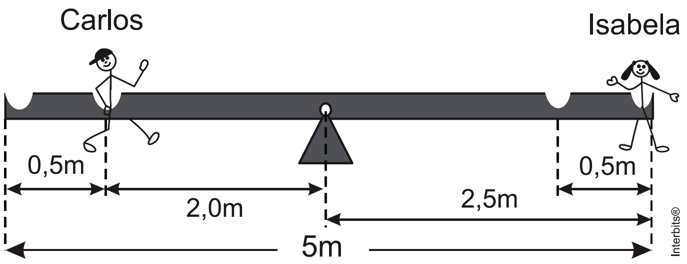
Como a barra está em equilíbrio, em ralação ao ponto O, o somatório dos momentos em sentido anti-horário é igual ao somatório dos momentos em sentido horário.

$$M_{P_B} + M_P = M_{P_A} \Rightarrow P_B(1{,}5) + 10(0{,}5) = 100(0{,}5) \Rightarrow 1{,}5\ P_A = 45 \Rightarrow$$

$$\boxed{P_A = 30 \text{ N.}}$$

Resposta da questão 73:
[E]

Dado: m_C = 70 kg.



Da figura, as distâncias de Isabela e Carlos até o eixo de rotação são, respectivamente: b_I=2,5 m e b_C=2,0 m.
Para que a barra esteja em equilíbrio, o somatório dos momentos deve ser nulo.

$$\sum M = 0 \;\Rightarrow\; m_I\ g\ b_I = m_C\ g\ b_C \;\Rightarrow\; m_I = \frac{m_C\ b_C}{b_I} = \frac{70 \cdot 2}{2,5} \;\Rightarrow$$
$$m_I = 56\ \text{kg}.$$

Como o apoio está entre as forças aplicadas, o tipo de alavanca formado pela gangorra é interfixa.

Resposta da questão 74:
[B]

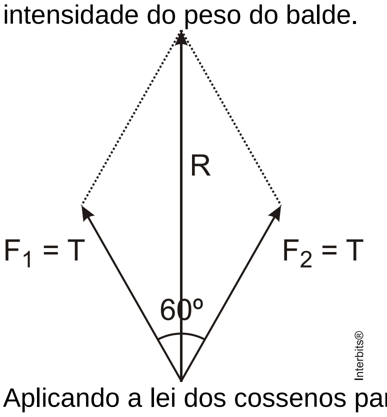
O disco mais pesado é aquele que neutralizará a reação do ponto S_1.

Considerando que a barra é homogênea é verdadeiro escrever que:
$$P_{barra} \cdot 0,5 = P_{disco} \cdot (0,5 - 0,1)$$
$$10 \cdot g \cdot 0,5 = m \cdot g \cdot 0,4$$
$$5 = 0,4 \cdot m$$
$$m = \frac{5}{0,4} = 12,5\ \text{kg}$$

Dentre as opções, o de maior massa que não desequilibrará a barra é o de $10\ \text{kg}$.

Resposta da questão 75:
[C]

1ª Solução: As duas forças de tração formam entre si $60°$. A resultante delas tem a mesma intensidade do peso do balde.



Aplicando a lei dos cossenos para o paralelogramo:
$$R^2 = F_1^2 + F_2^2 + 2\ F_1\ F_2 \cos\alpha \Rightarrow R^2 = T^2 + T^2 + 2\ T\ T \cos 60° \Rightarrow R^2 = 3\ T^2 \Rightarrow R = T\sqrt{3}.$$

Como $R = P = 50N,$ vem:

$$T = \frac{50}{\sqrt{3}} N.$$

2ª Solução: A resultante das componentes verticais (T_y) das forças de tração equilibram o peso. Então:

$$2T_y = P \Rightarrow 2\,T\cos 30° = P \Rightarrow 2\,T\,\frac{\sqrt{3}}{2} = 50 \Rightarrow T = \frac{50}{\sqrt{3}} N.$$

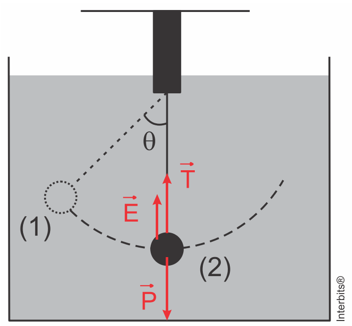
Resposta da questão 76:
[B]

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:

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

Resposta da questão 77:
[D]

O equilíbrio de forças nos fornece o empuxo:

$E = P - T \Rightarrow E = 500\ N - 300\ N \therefore E = 200\ N$

Com o empuxo, podemos descobrir o volume da pedra:

$$E = \mu_{liq} \cdot V \cdot g \Rightarrow V = \frac{E}{\mu_{liq} \cdot g} \Rightarrow V = \frac{200\ N}{1000\ \frac{kg}{m^3} \cdot 10\ \frac{m}{s^2}} \therefore V = 0{,}02\ m^3$$

Logo, a massa específica da pedra será:

$$\mu = \frac{m}{V} \Rightarrow \mu = \frac{50\ kg}{0,02\ m^3} \therefore \mu = 2500\ \frac{kg}{m^3}$$

Resposta da questão 78:
[D]

$$P_1 = P_2$$
$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$
$$\frac{F_1}{\pi R_1^2} = \frac{m_2 g}{\pi R_2^2}$$
$$F_1 = \frac{m_2 g \cdot \pi R_1^2}{\pi R_2^2}$$
$$F_1 = \frac{4.000 \cdot 10 \cdot (0,02)^2}{0,1^2}$$
$$F_1 = 1.600\ N$$

Resposta da questão 79:
[B]

Sabendo que a pressão manométrica do gás é dada por $p_m = p_{int} - p_{atm,}$ pelo Teorema de Stevin, temos que:

$$p_m = \rho_{Hg} \cdot g \cdot (h_2 - h_1)$$
$$p_m = 13,6 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot (8-5) \cdot 10^{-2}$$
$$\therefore p_m = 4,08 \cdot 10^3\ Pa$$

Resposta da questão 80:
[B]

A pressão sobre o mergulhador é dada a partir do teorema de Stevin onde $P_{mergulhador} = P_{atmosférica} + P_{hidrostática}$, do enunciado foi dado que a pressão atmosférica é de $1\,atm,$ se a pressão sobre o mergulhador é de $5\ atm,$ logo

$$P_{mergulhador} = P_{atmosférica} + P_{hidrostática}$$
$$5 = 1 + P_{hidrostática}$$
$$P_{hidrostática} = 4\ atm$$

Se em um $1\,atm$ é equivalente a $10\,m$ de profundidade, logo $4\ atm$ será 40 metros de profundidade.

Resposta da questão 81:
[B]

A pressão total em função da profundidade de um determinado ponto imerso num determinado líquido é dada pela equação: $P = P_0 + \rho gh$ como mostrado para cada líquido no gráfico fornecido.

Isolando a densidade da equação, temos: $\rho = \frac{P - P_0}{g\,h}$

Usando os dados do gráfico para os líquidos A e B, transformando as unidades de pressão para Pascal, temos:

Para o líquido A:

$$\rho_A = \frac{P_A - P_0}{g \cdot h_A} \Rightarrow \rho_A = \frac{(2-1)\ \cancel{atm} \cdot \frac{1 \cdot 10^5\ Pa}{1\ \cancel{atm}}}{10\ \frac{m}{s^2} \cdot 4\ m} \therefore \rho_A = 2{,}5 \cdot 10^3\ \frac{kg}{m^3}$$

Para o líquido B:

$$\rho_B = \frac{P_B - P_0}{g \cdot h_B} \Rightarrow \rho_A = \frac{(3-1)\ \cancel{atm} \cdot \frac{1 \cdot 10^5\ Pa}{1\ \cancel{atm}}}{10\ \frac{m}{s^2} \cdot 4\ m} \therefore \rho_B = 5{,}0 \cdot 10^3\ \frac{kg}{m^3}$$

Resposta da questão 82:
[C]

O iceberg está em repouso sobre a ação exclusiva de duas forças de sentidos opostos: o peso e o empuxo. Então essas duas forças têm a mesma intensidade. Assim:

$$P = E \Rightarrow m\ \cancel{g} = d_{ag}\ \cancel{g}\ V_{im} \Rightarrow d_{gelo}\ \cancel{V} = d_{ag}\ \frac{9}{10}\ \cancel{V} \Rightarrow d_{gelo} = 1 \times \frac{9}{10} \Rightarrow d_{gelo} = \boxed{0{,}9\ g/cm^3.}$$

Resposta da questão 83:
[C]

Um navio flutua porque o peso do volume do líquido deslocado é igual ao peso do navio.
Esse exemplo é uma aplicação do conceito de empuxo.

Resposta da questão 84:
[C]

Considerando o gás da bolha como gás ideal e sendo o processo isotérmico, pela equação geral dos gases:

$$\frac{p_0 V_0}{\cancel{T_0}} = \frac{pV}{\cancel{T}} \Rightarrow p_0 V_0 = 10^5\ Pa \cdot (V_0 + 0{,}5 V_0)$$

Achamos a pressão do ponto onde a bolha se formou.

$$p_0\ \cancel{V_0} = 10^5\ Pa \cdot 1{,}5\ \cancel{V_0} \therefore p_0 = 1{,}5 \cdot 10^5\ Pa$$

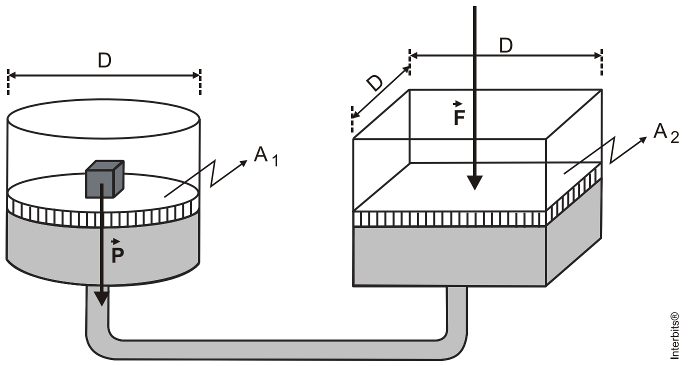
Usando A Lei de Stevin, que relaciona a pressão à profundidade, tem-se:

$$p_0 = \mu g h + p_{atm} \Rightarrow h = \frac{p_0 - p_{atm}}{\mu g}$$

$$h = \frac{1{,}5 \cdot 10^5\ Pa - 1{,}0 \cdot 10^5\ Pa}{10^3\ kg/m^3 \cdot 10\ m/s^2} \therefore h = 5\ m$$

Resposta da questão 85:
[C]

A figura mostra as forças agindo sobre os êmbolos de áreas A_1 e A_2.



Aplicando o Teorema de Pascal:

$$\frac{F}{A_2} > \frac{P}{A_1} \Rightarrow \frac{F}{D^2} > \frac{P}{\frac{\pi D^2}{4}} \Rightarrow \boxed{F > \frac{4\,P}{\pi}.}$$

Resposta da questão 86:
[C]

O volume é o mesmo nas duas situações.

$$V_2 = V_1 \Rightarrow 4 \times 3 \times h_2 = 2 \times 3 \times 2 \Rightarrow h_2 = 1\ \text{m}.$$

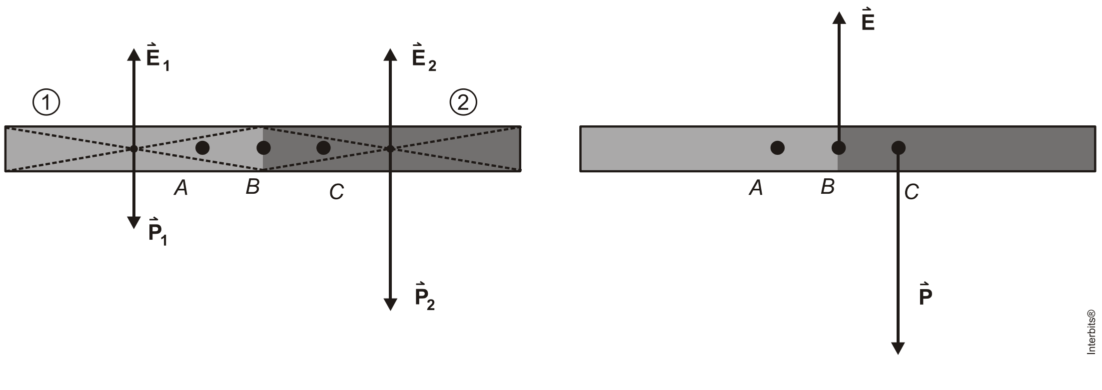
$$\begin{cases} P_2 = d\,g\,h_2 \\ P_1 = d\,g\,h_1 \end{cases} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{d\,g\,h_2}{d\,g\,h_1} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{1}{2} \Rightarrow \boxed{P_2 = \frac{P_1}{2}.}$$

Resposta da questão 87:
[A]

Lembrando as expressões das forças mencionadas:

$$\begin{cases} P = m\ g \Rightarrow P = d_{corpo}\ V\ g \\ E = d_{líq}\ V_{im}\ g \end{cases}$$

Considerando os cilindros homogêneos, o Peso e o Empuxo são aplicados no centro de gravidade de cada um. O empuxo tem a mesma densidade nos dois casos, pois os volumes imersos são iguais, mas o Peso do cilindro mais denso é maior. Assim, o Empuxo no conjunto é aplicado no ponto médio (B) e o Peso do conjunto fica deslocado para direita. As figuras ilustram a situação.



Comentário: Essa posição horizontal não é a de equilíbrio do conjunto. Assim que abandonado, ele sofrerá um giro no sentido horário, ficando em equilíbrio estável na vertical, com o cilindro mais denso totalmente imerso e o menos denso parcialmente imerso, pois, para que o conjunto funcione como boia, sua densidade deve ser menor que a da água.

Resposta da questão 88:
[C]

No equilíbrio, o empuxo sobre o bloco tem a mesma intensidade do peso do bloco.
A água que extravasa cai no copo, portanto o volume deslocado de água é igual ao volume que está no copo.

$$\left\{\begin{array}{l} m = d_{água}\ V_{desloc} \\ E = d_{água}\ V_{desloc}\ g \\ P = M\ g \end{array}\right\rangle \Rightarrow E = P \Rightarrow d_{água}\ V_{desloc}\ \cancel{g} = M\ \cancel{g} \Rightarrow d_{água}\ V_{desloc} = M \Rightarrow$$

$m = M.$

Resposta da questão 89:
[D]

O maior valor da coluna de mercúrio foi encontrado no local onde a pressão atmosférica é maior, ou seja, ao nível do mar.