



FÍSICA

MECÂNICA

02

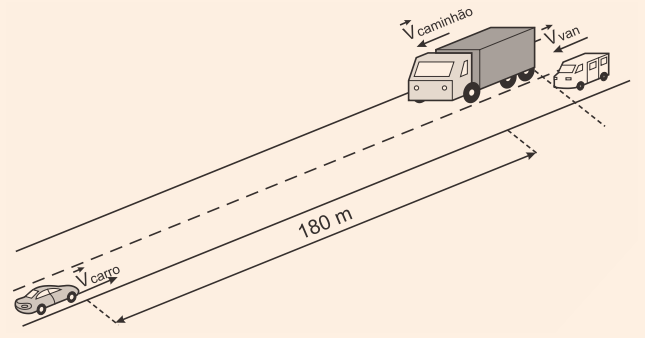
01 | Considere a situação em que um jogador de futebol esteja treinando e, para isso, chute uma bola contra uma parede vertical. Suponha-se que a bola realize um movimento em linha reta de ida e volta (jogador-parede-jogador), com velocidade constante na ida, e que, na volta, a velocidade também seja constante, mas menor do que a da ida. Nessas condições e considerando que o tempo de contato com a parede seja muito pequeno e possa ser desprezado, o gráfico que melhor representa o deslocamento (S) da bola em relação ao tempo de movimento (t) é:

- A**
- B**
- C**

- D**
- E**

02 | O motorista de uma Van quer ultrapassar um caminhão, em uma estrada reta, que está com velocidade constante de módulo 20 m/s. Para isso, aproxima-se com a Van, ficando atrás, quase com a Van encostada no caminhão, com a mesma velocidade desse. Vai para a esquerda do caminhão e começa a ultrapassagem, porém, neste instante avista um carro distante 180 metros do caminhão. O carro vem no sentido contrário com velocidade constante de módulo 25 m/s. O motorista da Van, então, acelera a taxa de 8 m/s².

Os comprimentos dos veículos são: Caminhão = 10 m; Van = 6 m e Carro = 4,5 m.



Analise as afirmações a seguir.

I. O carro demora 4 s para estar na mesma posição, em relação a estrada, do caminhão.

II. A Van levará 4 s para ultrapassar completamente o caminhão e irá colidir com o carro.

III. A Van conseguirá ultrapassar o caminhão sem se chocar com o carro.

IV. A Van percorrerá 56. m da estrada para ultrapassar completamente o caminhão.

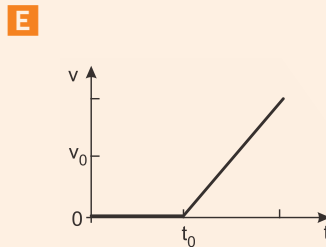
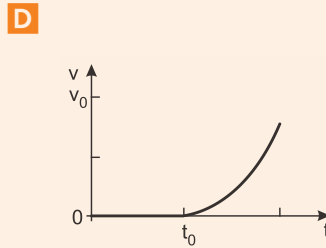
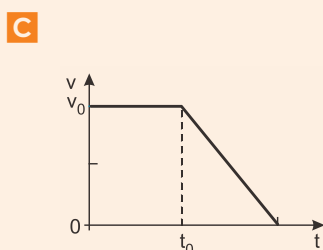
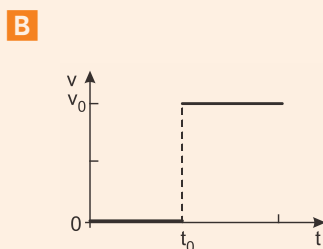
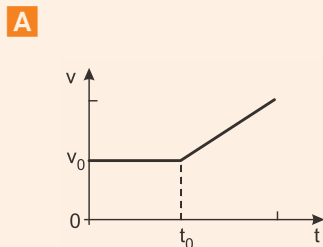
Todas as afirmativas estão corretas em:

- A** II – III **C** I – III – IV
B III – IV **D** I – II – III

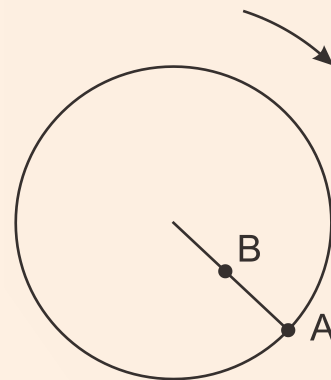
03 | Um elevador sobe verticalmente com velocidade constante v_0 , e, em um dado instante de tempo t_0 , um parafuso desprende-se do teto. O gráfico que melhor representa, em função do tempo t , o módulo da velocidade v desse parafuso em relação ao chão do elevador é

Note e adote:

- Os gráficos se referem ao movimento do parafuso antes que ele atinja o chão do elevador.



04 | Considere uma polia girando em torno de seu eixo central, conforme figura abaixo. A velocidade dos pontos A e B são, respectivamente, 60 cm/s e 0,3 m/s.



A distância AB vale 10 cm. O diâmetro e a velocidade angular da polia, respectivamente, valem:

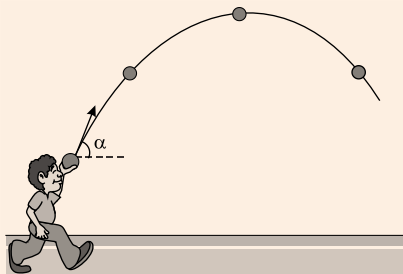
- A** 10 cm e 1,0 rad/s
B 20 cm e 1,5 rad/s
C 40 cm e 3,0 rad/s
D 50 cm e 0,5 rad/s
E 60 cm e 2,0 rad/s

05 | Sobre uma mesa sem atrito, um objeto sofre a ação de duas forças $F_1 = 9 \text{ N}$ e $F_2 = 15 \text{ N}$, que estão dispostas de modo a formar entre si um ângulo de 120° . A intensidade da força resultante, em newtons, será de

- A** $3\sqrt{24}$
B $3\sqrt{19}$
C $\sqrt{306}$
D $\sqrt{24}$



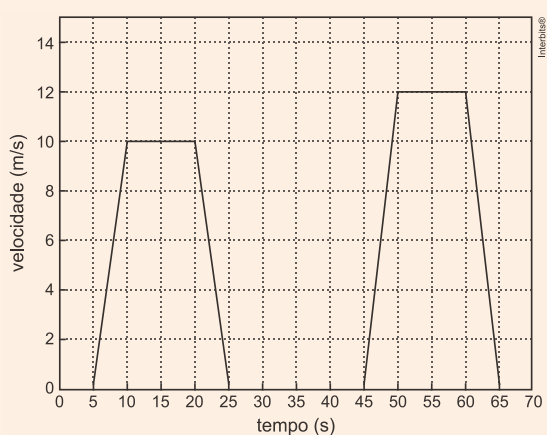
06 Um garoto arremessa uma bola com velocidade inicial inclinada de um ângulo α com a horizontal. A bola abandona a mão do garoto com energia cinética E_0 e percorre uma trajetória parabólica contida em um plano vertical, representada parcialmente na figura.



Desprezando-se a resistência do ar, a energia cinética da bola no ponto mais alto de sua trajetória é

- A** $E_0 \cdot \sin \alpha$
- B** $E_0 \cdot \cos \alpha$
- C** $E_0 \cdot \cos^2 \alpha$
- D** $E_0 \cdot \sin^2 \alpha$
- E** $\frac{E_0 \cdot \sin^2 \alpha}{2}$

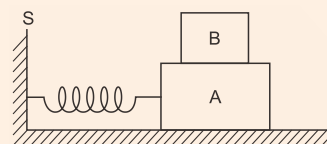
07 O semáforo é um dos recursos utilizados para organizar o tráfego de veículos e de pedestres nas grandes cidades. Considere que um carro trafega em um trecho de uma via retilínea, em que temos 3 semáforos. O gráfico abaixo mostra a velocidade do carro, em função do tempo, ao passar por esse trecho em que o carro teve que parar nos três semáforos.



A distância entre o primeiro e o terceiro semáforo é de

- A** 330 m.
- B** 440 m.
- C** 150 m.
- D** 180 m.

08 Na situação da figura a seguir, os blocos A e B têm massas $m_A = 3,0$ kg e $m_B = 1,0$ 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 $K = 160$ N/m que, por sua vez, está presa ao suporte S.

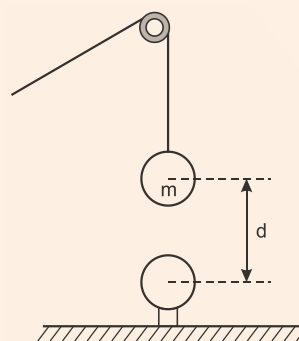


O conjunto formado pelos dois blocos pode ser movimentado produzindo uma deformação na mola e, quando solto, a mola produzirá certa aceleração nesse conjunto. Desconsiderando a resistência do ar, para que B não escorregue sobre A, a deformação máxima que a mola pode experimentar, em cm, vale

- A** 3,0
- B** 4,0
- C** 10
- D** 16

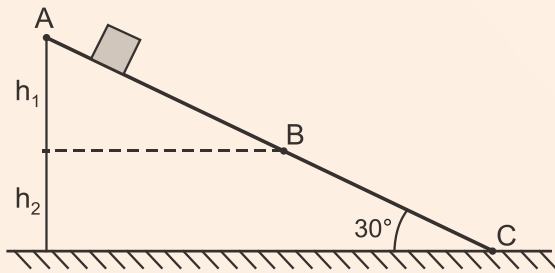
09 Observe a figura abaixo onde duas esferas de massas iguais a m estão eletrizadas com cargas elétricas Q , iguais em módulo, porém de sinais contrários. Estando o sistema em equilíbrio estático, determine a distância d entre os centros das esferas.

Adote o módulo da aceleração da gravidade igual a g , a constante eletrostática do meio igual a k e a tração na corda igual a T .



- A** $d = |Q| \cdot \sqrt{\frac{k}{T - (m \cdot g)}}$
- B** $d = |Q| \cdot \sqrt{\frac{T - (m \cdot g)}{k}}$
- C** $d = \sqrt{\frac{T - (m \cdot g)}{k \cdot |Q|}}$
- D** $d = \frac{1}{|Q|} \cdot \sqrt{\frac{k \cdot T}{m \cdot g}}$

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



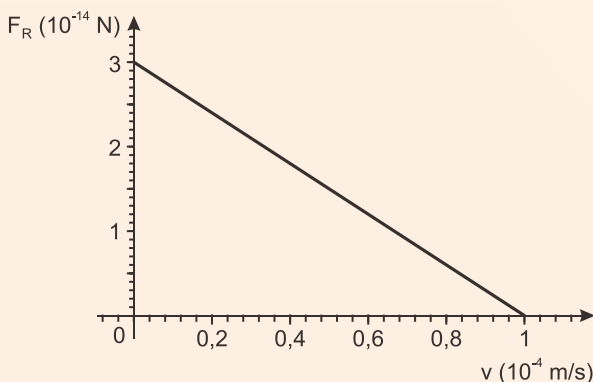
No trecho AB não existe atrito e no trecho BC o coeficiente de atrito vale $\mu = \frac{\sqrt{3}}{2}$.

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

11 Objetos em queda sofrem os efeitos da resistência do ar, a qual exerce uma força que se opõe ao movimento desses objetos, de tal modo que, após um certo tempo, eles passam a se mover com velocidade constante. Para uma partícula de poeira no ar, caindo verticalmente, essa força pode ser aproximada por $\vec{F}_a = -b\vec{v}$ sendo \vec{v} a velocidade da partícula de poeira e b uma constante positiva. O gráfico mostra o comportamento do módulo da força resultante sobre a partícula, F_R , como função de v , o módulo de \vec{v} .



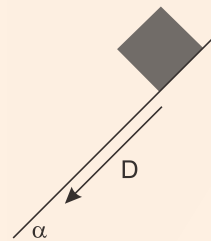
Note e adote:

– O ar está em repouso.

O valor da constante b , em unidades de $N \cdot s/m$, é

- A** $1,0 \times 10^{-14}$
- B** $1,5 \times 10^{-14}$
- C** $3,0 \times 10^{-14}$
- D** $1,0 \times 10^{-10}$
- E** $3,0 \times 10^{-10}$

12 Um objeto é abandonado do repouso sobre um plano inclinado de ângulo $\alpha = 30^\circ$, como mostra a Figura. O coeficiente de atrito cinético entre o objeto e o plano inclinado é $\mu_c = \sqrt{3}/9$.



Calcule a velocidade do objeto, em m/s, após percorrer uma distância $D = 0,15$ m ao longo do plano inclinado.

Dados:

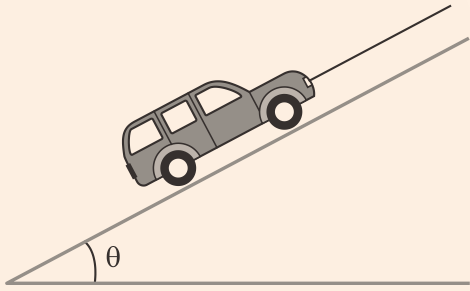
$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$\text{sen } 30^\circ = 1/2$$

$$\text{cos } 30^\circ = \sqrt{3}/2$$

- A** 0,00
- B** 0,15
- C** 1,00
- D** 1,50
- E** 1,73

13 Para manter um carro de massa 1.000 kg sobre uma rampa lisa inclinada que forma um ângulo θ com a horizontal, é preso a ele um cabo. Sabendo que o carro, nessas condições, está em repouso sobre a rampa inclinada, marque a opção que indica a intensidade da força de reação normal da rampa sobre o carro e a tração no cabo que sustenta o carro, respectivamente. Despreze o atrito. Dados: $\text{sen } \theta = 0,6$; $\text{cos } \theta = 0,8$ e $g = 10 \text{ m/s}^2$.



- A** 8.000 N e 6.000 N
- B** 6.000 N e 8.000 N
- C** 800 N e 600 N
- D** 600 N e 800 N
- E** 480 N e 200 N

14 | 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.

Figura 1

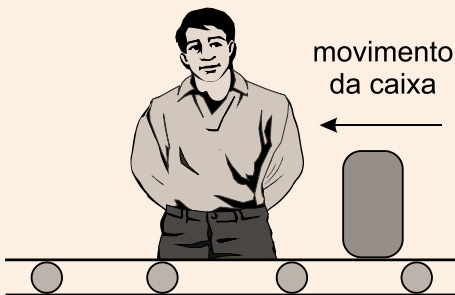
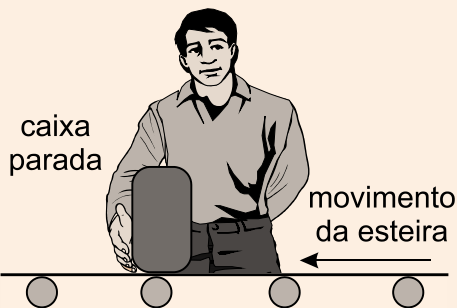


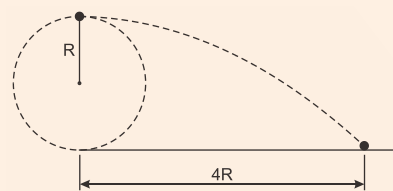
Figura 2



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**

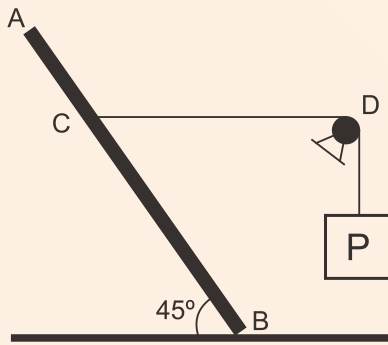
15 | Uma partícula de massa m , presa na extremidade de uma corda ideal, descreve um movimento circular acelerado, de raio R , contido em um plano vertical, conforme figura a seguir.



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** $2mg$
- C** $3mg$
- D** $4mg$

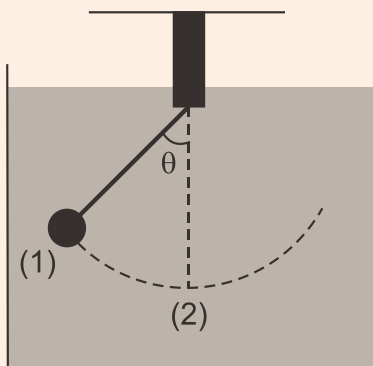
16|



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 CD horizontal, $\overline{BC} = \frac{2}{3} \cdot \overline{AB}$ e $\sin 45^\circ = \cos 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2}$. 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

17| 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 $\theta = 45^\circ$ com a vertical conforme mostra a figura a seguir.

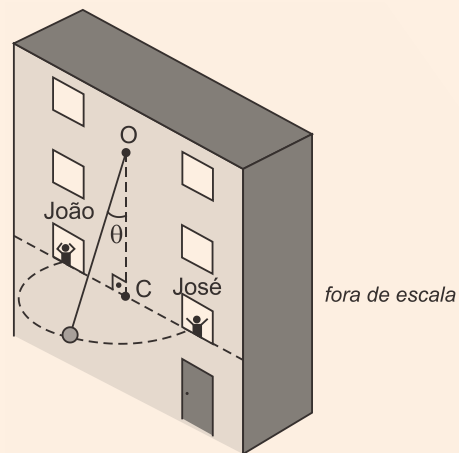


O módulo da tração no fio, quando a bolinha passa pela posição mais baixa (2) a primeira vez, vale 0,25 N. Determine a energia cinética nessa posição anterior.

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

- A 0,0006 J
- B 0,006 J
- C 0,06 J
- D 0,6 J
- E 6,0 J

18| 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.

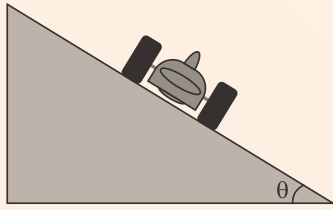


Considerando $\sin \theta = 0,6$, $\cos \theta = 0,8$ e $g = 10 \text{ m/s}^2$ e desprezando a resistência do ar, a velocidade angular do objeto, em seu movimento de João a José, é igual a

- A 1,0 rad/s.
- B 1,5 rad/s.
- C 2,5 rad/s.
- D 2,0 rad/s.
- E 3,0 rad/s.

19| Numa pista de corrida sobrelevada, deseja-se verificar a inclinação da pista numa curva de raio igual $60\sqrt{3} \text{ m}$ sem considerar o atrito, onde o carro possa desenvolver uma velocidade de $72\sqrt{3} \text{ km/h}$.

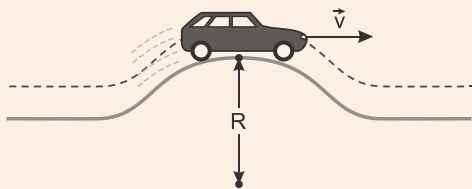
Na figura a seguir, estão representados o carro de corrida e a pista numa perspectiva frontal, em que θ é a inclinação da pista. Considere $g = 10 \text{ m/s}^2$.



Qual a inclinação da pista de corrida para que a segurança do piloto não dependa do atrito entre a pista e os pneus do carro?

- A** 40°.
- B** 30°.
- C** 25°.
- D** 35°.
- E** 45°.

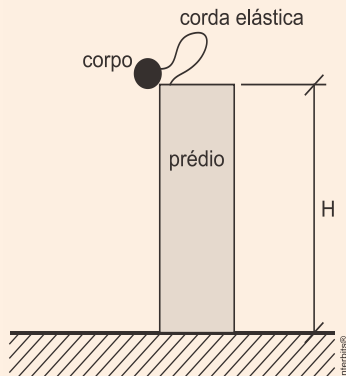
20 |



A figura representa o instante em que um carro de massa M passa por uma lombada existente em uma estrada. Considerando o raio da lombada igual a R , o módulo da velocidade do carro igual a V , e a aceleração da gravidade local g , a força exercida pela pista sobre o carro, nesse ponto, pode ser calculada por

- A** $\frac{MV^2}{R} + Mg$
- B** $Mg - \frac{MV^2}{R}$
- C** $Mg - \frac{MR^2}{V}$
- D** $\frac{MR^2}{V} + mg$

21 |



Um corpo preso a uma corda elástica é abandonado em queda livre do topo de um edifício, conforme apresentado na figura acima. Ao atingir o solo, penetra numa distância x abaixo do nível do solo até atingir o repouso.

Diante do exposto, a força de resistência média que o solo exerce sobre o corpo é:

Dados:

- aceleração gravitacional: g ;
- constante elástica da corda: k ;
- massa do corpo: M ;
- altura do edifício em relação ao solo: H ;
- comprimento da corda: L ;
- distância que o corpo penetra no solo até atingir o repouso: x .

Observação:

- a corda elástica relaxada apresenta comprimento menor que a altura do edifício.

- A** $Mg + \frac{MgH + k(HL + Lx - Hx)}{x} - k \frac{H^2 + x^2 + L^2}{2x}$
- B** $Mg + \frac{MgH + k(HL - Lx - Hx)}{2x} - k \frac{H^2 + x^2 + L^2}{x}$
- C** $Mg + \frac{MgH - k(HL + Lx + Hx)}{2x} + k \frac{H^2 + x^2 + L^2}{x}$
- D** $Mg - \frac{MgH - k(HL - Lx - Hx)}{x} + k \frac{H^2 + x^2 + L^2}{2x}$
- E** $Mg + \frac{MgH - k(HL + Lx - Hx)}{x} - k \frac{H^2 + x^2 + L^2}{2x}$

22 | Um painel coletor de energia solar para aquecimento residencial de água, com 60% de eficiência, tem superfície coletora com área útil de 20 m^2 . A água circula em tubos fixados sob a superfície coletora. Suponha que a intensidade da energia solar incidente seja de $2,0 \times 10^3 \text{ w/m}^2$ e que a vazão de suprimento de água aquecida seja de 6,0 litros por minuto.

Assinale a opção que indica aproximadamente a variação da temperatura da água.

Dados: $c_{\text{água}} = 1,0 \text{ cal/g } ^\circ\text{C}$ e $1 \text{ cal} = 4,2 \text{ J}$.

- A** 12,2 °C
- B** 22,7 °C
- C** 37,3 °C
- D** 45,6 °C
- E** 57,1 °C

23 Um prédio em construção, de 20 m de altura, possui, na parte externa da obra, um elevador de carga com massa total de 6 ton, suspenso por um cabo inextensível e de massa desprezível.

O elevador se desloca, com velocidade constante, do piso térreo até a altura de 20 m, em um intervalo de tempo igual a 10 s. Desprezando as forças dissipativas e considerando a intensidade da aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 , podemos afirmar que a potência média útil desenvolvida por esse elevador é:

- A** 120 kW
- B** 180 kW
- C** 200 kW
- D** 360 kW
- E** 600 kW

24 Uma estrela de nêutrons é o objeto astrofísico mais denso que conhecemos, em que uma massa maior que a massa do Sol ocupa uma região do espaço de apenas alguns quilômetros de raio. Essas estrelas realizam um movimento de rotação, emitindo uma grande quantidade de radiação eletromagnética a uma frequência bem definida. Quando detectamos uma estrela de nêutrons através desse feixe de radiação, damos o nome a esse objeto de Pulsar.

Considere que um Pulsar foi detectado, e que o total de energia cinética relacionada com seu movimento de rotação equivale a $2 \times 10^{42} \text{ J}$. Notou-se que, após um ano, o Pulsar perdeu 0,1% de sua energia cinética, principalmente em forma de radiação eletromagnética. A potência irradiada pelo Pulsar vale

(Se necessário, utilize a aproximação $1 \text{ ano} \sim 3,6 \times 10^7 \text{ s}$.)

- A** $7,2 \cdot 10^{46} \text{ W}$.
- B** $2,0 \cdot 10^{39} \text{ W}$.
- C** $5,6 \cdot 10^{31} \text{ W}$.
- D** $1,8 \cdot 10^{42} \text{ W}$.

25 Helena, cuja massa é 50 kg, pratica o esporte radical *bungee jumping*. Em um treino, ela se solta da beirada de um viaduto, com velocidade inicial nula, presa a uma faixa elástica de comprimento natural $L_0 = 15 \text{ m}$ e constante elástica $k = 250 \text{ N/m}$.

Quando a faixa está esticada 10 m além de seu comprimento natural, o módulo da velocidade de Helena é

Note e adote:

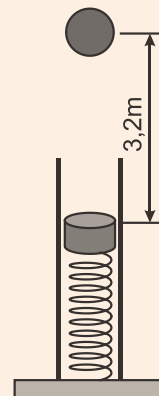
- Aceleração da gravidade: 10 m/s^2 .
- A faixa é perfeitamente elástica; sua massa e efeitos dissipativos devem ser ignorados.

- A** 0 m/s
- B** 5 m/s
- C** 10 m/s
- D** 15 m/s
- E** 20 m/s

26 O custo mensal referente ao uso diário de trinta minutos de um secador de cabelos, ao longo de um mês, é de R\$ 3,60. Sendo o valor do kWh igual a R\$ 0,20 e a tensão de funcionamento do aparelho igual a 110 V, determine o valor aproximado da resistência elétrica de seu resistor, em ohms. Considere desprezíveis as resistências elétricas dos fios de ligação e demais componentes do circuito interno do aparelho.

- A** 10
- B** 15
- C** 34
- D** 73

27 Uma esfera de 5 kg cai de uma altura de 3,2 metros sobre um dispositivo provido de uma mola de constante elástica 40 N/m para amortecer sua queda, como mostra a figura.



Adotando $g = 10 \text{ m/s}^2$ e desprezando o atrito no sistema, pode-se afirmar que a velocidade (v) que a esfera atinge o mecanismo, em m/s e a contração da mola (x), em metros, valem:

- A** $v = 8$; $x = 2$
- B** $v = 16$; $x = 2$
- C** $v = 8$; $x = 2\sqrt{2}$
- D** $v = 16$; $x = 2\sqrt{2}$



28 | Denomina-se energia eólica a energia cinética contida no vento. Seu aproveitamento ocorre por meio da conversão da energia cinética de translação em energia cinética de rotação e, com o emprego de turbinas eólicas, também denominadas aerogeradores, é gerada energia elétrica. Existem atualmente, na região que mais produz energia eólica no Brasil, 306 usinas em operação, com o potencial de geração elétrica de aproximadamente 7.800 MWh

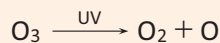
(dados do Banco de Informações de Geração da ANEEL, 2016).

Se nessa região, por razões naturais, a velocidade do vento fosse reduzida, mantendo-se a densidade do ar constante, teríamos uma redução de produção de energia elétrica.

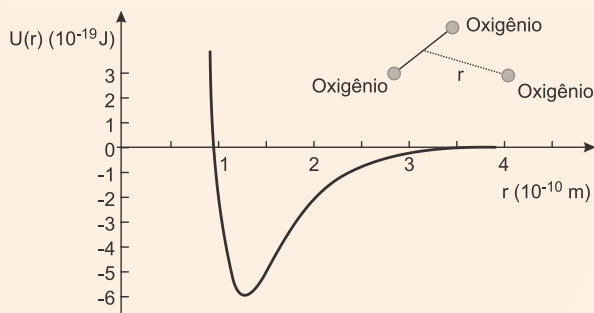
Indique a região em questão e qual seria a quantidade de energia elétrica produzida, se houvesse a redução da velocidade do vento pela metade.

- A** Região Sul; 3.900 MWh.
- B** Região Nordeste; 1.950 MWh.
- C** Região Nordeste; 3.900 MWh.
- D** Região Sul; 1.950 MWh.

29 | Na estratosfera, há um ciclo constante de criação e destruição do ozônio. A equação que representa a destruição do ozônio pela ação da luz ultravioleta solar (UV) é



O gráfico representa a energia potencial de ligação entre um dos átomos de oxigênio que constitui a molécula de O_3 e os outros dois, como função da distância de separação r .



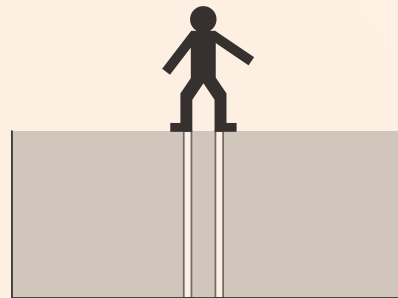
A frequência dos fótons da luz ultravioleta que corresponde à energia de quebra de uma ligação da molécula de ozônio para formar uma molécula de O_2 e um átomo de oxigênio é, aproximadamente,

Note e adote:

- $E = hf$
- E é a energia do fóton.
- f é a frequência da luz.
- Constante de Planck, $h = 6 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$

- A** $1 \times 10^{15} \text{ Hz}$
- B** $2 \times 10^{15} \text{ Hz}$
- C** $3 \times 10^{15} \text{ Hz}$
- D** $4 \times 10^{15} \text{ Hz}$
- E** $5 \times 10^{15} \text{ Hz}$

30 | Um homem de 80 kg entrou em um tanque com água utilizando pernas de alumínio fundido. As pernas de alumínio são cilíndricas, de comprimento 40 cm e massa de 10 kg cada uma e estão totalmente submersas, conforme a figura.



Considere a densidade do alumínio de $2,5 \text{ g/cm}^3$, a densidade da água de 1 g/cm^3 , e a gravidade de 10 m/s^2 .

A pressão, em N/m^2 , que uma das pernas de alumínio aplica na base do tanque é:

- A** $9,2 \cdot 10^4$
- B** $4,6 \cdot 10^4$
- C** $5,0 \cdot 10^4$
- D** $1,0 \cdot 10^4$

31 | Uma pessoa em pé dentro de uma piscina se sente “mais leve” devido à redução de seu peso aparente dentro da água. Uma modalidade esportiva que se beneficia deste efeito é a hidroginástica. A força normal que o piso da piscina exerce sobre os pés de uma pessoa é reduzida produzindo baixo impacto durante o exercício. Considere uma pessoa em pé dentro de uma piscina rasa com 24% do volume de seu corpo sob a água. Se a densidade relativa da



pessoa for 0,96, qual a redução percentual da força normal que o piso horizontal exerce sobre a pessoa dentro da água em relação ao piso fora da água?

- A** – 20%
- B** – 15%
- C** – 25%
- D** – 30%
- E** – 35%

32| No conto “O mistério de Maria Rogêt”, de Edgar Allan Poe, ao procurar esclarecer a verdadeira identidade de um cadáver jogado na água, o detetive Dupin, mediante a análise dos fatos e das informações da imprensa, faz uso do seguinte raciocínio científico:

“(…) a gravidade específica do corpo humano, em sua condição natural, é quase igual à massa de água doce que ele desloca. (...) É evidente, contudo, que as gravidades do corpo e da massa de água deslocada são muito delicadamente equilibradas, e que uma ninharia pode fazer com que uma delas predomine. Um braço, por exemplo, erguido fora d’água e assim privado de seu equivalente é um peso adicional suficiente para imergir toda a cabeça, ao passo que a ajuda casual do menor pedaço de madeira habilitar-nos-á a elevar a cabeça, para olhar em derredor”.

(Edgar Alan Poe, apud João Zanetic, *Física e Literatura: construindo uma ponte entre as duas culturas*. 2006, p. 61. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/hcsm/v13s0/03.pdf>. Acessado em 05/07/2016.)

A partir do raciocínio científico presente no excerto acima, é correto afirmar que:

- A** A densidade de massa de um corpo humano é aproximadamente igual à da água, e retirar o braço para fora da água reduziria a força de empuxo, contrária ao peso do corpo, contribuindo para seu afundamento.
- B** O corpo humano está submetido a uma aceleração gravitacional aproximadamente igual à que atua na porção de água de mesma massa que o corpo, e retirar o braço para fora da água reduziria a força de empuxo, contrária ao peso do corpo, contribuindo para seu afundamento.

C A densidade de massa de um corpo humano é aproximadamente igual à da água, e retirar o braço para fora da água aumentaria a força de empuxo, contrária ao peso do corpo, contribuindo para seu afundamento.

D O corpo humano está submetido a uma aceleração gravitacional aproximadamente igual à que atua na porção de água de mesma massa que o corpo, e retirar o braço para fora da água aumentaria a força de empuxo, contrária ao peso do corpo, contribuindo para seu afundamento.

33| Um objeto sólido com massa 600 g e volume 1 litro está parcialmente imerso em um líquido, de maneira que 80% do seu volume estão submersos. Considerando a aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 , assinale a alternativa que apresenta a massa específica do líquido.

- A** $0,48 \text{ g/cm}^3$.
- B** $0,75 \text{ g/cm}^3$.
- C** $0,8 \text{ g/cm}^3$.
- D** $1,33 \text{ g/cm}^3$.
- E** $1,4 \text{ g/cm}^3$.

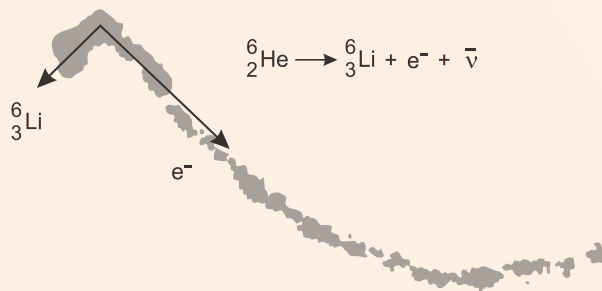
34| Para entender a importância do uso do capacete, considere o exemplo de uma colisão frontal de um motoqueiro, com massa de 80 kg, com um muro. Suponha que ele esteja se deslocando com uma velocidade de 72 km/h quando é arremessado em direção ao muro na colisão. Suponha que o tempo de colisão dure 0,2 s até que ele fique em repouso, e que a força do muro sobre o motoqueiro seja constante.

Qual o valor desta força e quantos sacos de cimento de 50 kg é possível levantar (com velocidade constante) com tal força?

- A** 3.000 N e 6 sacos.
- B** 6.000 N e 240 sacos.
- C** 8.000 N e 16 sacos.
- D** 8.000 N e 160 sacos.
- E** 12.000 N e 160 sacos.



35 | A figura foi obtida em uma câmara de nuvens, equipamento que registra trajetórias deixadas por partículas eletricamente carregadas. Na figura, são mostradas as trajetórias dos produtos do decaimento de um isótopo do hélio (${}^6_2\text{He}$) em repouso: um elétron (e^-) e um isótopo de lítio (${}^6_3\text{Li}$) bem como suas respectivas quantidades de movimento linear, no instante do decaimento, representadas, em escala, pelas setas. Uma terceira partícula, denominada antineutrino ($\bar{\nu}$ carga zero), é também produzida nesse processo.



O vetor que melhor representa a direção e o sentido da quantidade de movimento do antineutrino é

A



B



C



D



E



36 | Dois móveis P e T com massas de 15,0 kg e 13,0 kg, respectivamente, movem-se em sentidos opostos com velocidades $V_p = 5,0$ m/s e $V_T = 3,0$ m/s, até sofrerem uma colisão unidimensional, parcialmente elástica de coeficiente de restituição $e = 3/4$. Determine a intensidade de suas velocidades após o choque.

A $V_T = 5,0$ m/s e $V_p = 3,0$ m/s

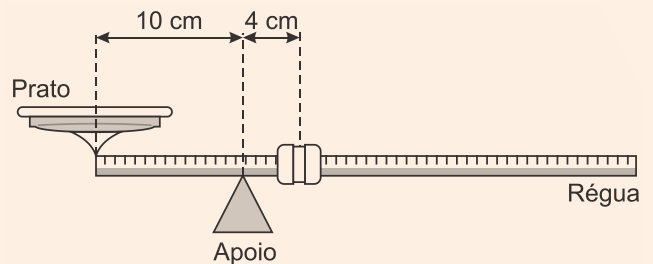
B $V_T = 4,5$ m/s e $V_p = 1,5$ m/s

C $V_T = 3,0$ m/s e $V_p = 1,5$ m/s

D $V_T = 1,5$ m/s e $V_p = 4,5$ m/s

E $V_T = 1,5$ m/s e $V_p = 3,0$ m/s

37 | Em feiras livres ainda é comum encontrar balanças mecânicas, cujo funcionamento é baseado no equilíbrio de corpos extensos. Na figura a seguir tem-se a representação de uma dessas balanças, constituída basicamente de uma régua metálica homogênea de massa desprezível, um ponto de apoio, um prato fixo em uma extremidade da régua e um cursor que pode se movimentar desde o ponto de apoio até a outra extremidade da régua. A distância do centro do prato ao ponto de apoio é de 10 cm. O cursor tem massa igual a 0,5 kg. Quando o prato está vazio, a régua fica em equilíbrio na horizontal com o cursor a 4 cm do apoio.



Colocando 1 kg sobre o prato, a régua ficará em equilíbrio na horizontal se o cursor estiver a uma distância do apoio, em cm, igual a

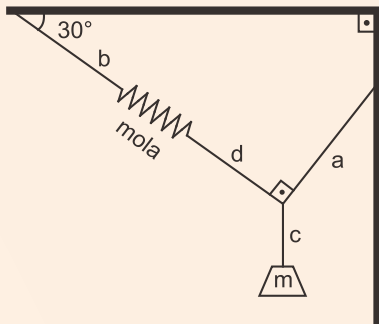
A 18

B 20

C 22

D 24

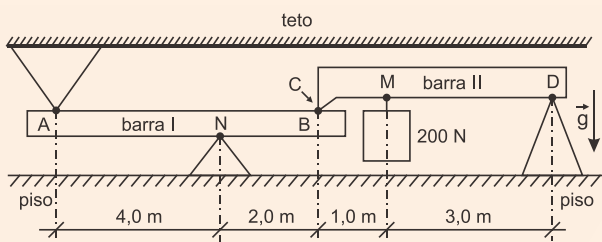
38 | Uma mola de massa desprezível foi presa a uma estrutura por meio da corda "b". Um corpo de massa "m" igual a 2.000 g está suspenso por meio das cordas "a", "c" e "d", de acordo com a figura abaixo, a qual representa a configuração do sistema após ser atingido o equilíbrio. Considerando que a constante elástica da mola é 20 N/cm e a aceleração gravitacional é 10 m/s², assinale a alternativa que apresenta a deformação que a mola sofreu por ação das forças que sobre ela atuaram, em relação à situação em que nenhuma força estivesse atuando sobre ela. Considere ainda que as massas de todas as cordas e da mola são irrelevantes.



- A** 0,5 cm.
- B** 1,2 cm.
- C** 2,5 cm.
- D** 3,5 cm.
- E** 5,2 cm.

39| O desenho abaixo representa um sistema composto por duas barras rígidas I e II, homogêneas e de massas desprezíveis na posição horizontal, dentro de uma sala. O sistema está em equilíbrio estático.

No ponto M da barra II, é colocado um peso de 200 N suspenso por um cabo de massa desprezível. A barra I está apoiada no ponto N no vértice de um cone fixo no piso. O ponto A da barra I toca o vértice de um cone fixo no teto. O ponto B da barra I toca o ponto C, na extremidade da barra II. O ponto D, localizado na outra extremidade da barra II, está apoiado no vértice de um cone fixo no piso.



DESENHO ILUSTRATIVO FORA DE ESCALA

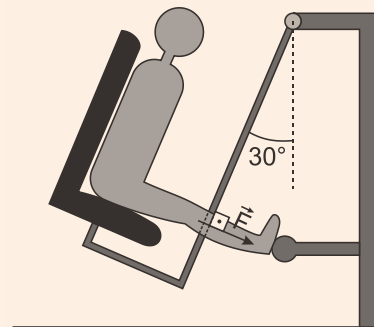
Os módulos das forças de contato sobre a barra I, nos pontos A e N, são respectivamente:

- A** 75 N, 150 N
- B** 150 N, 80 N
- C** 80 N, 175 N
- D** 75 N, 225 N
- E** 75 N, 100 N

40| Hoje é comum encontramos equipamentos de exercício físico em muitas praças públicas do Brasil. Esses equipamentos são voltados para pessoas de todas as idades, mas, em particular, para pessoas da terceira idade. São equipamentos exclusivamente mecânicos, sem uso de partes elétricas, em que o esforço consiste usualmente em levantar o próprio peso do praticante.

Considere o esquema abaixo, em que uma pessoa de massa $m = 65 \text{ kg}$ está parada e com a perna esticada em um equipamento tipicamente encontrado nessas praças. O módulo da força \vec{F} exercida pela perna da pessoa em razão de sua massa m é

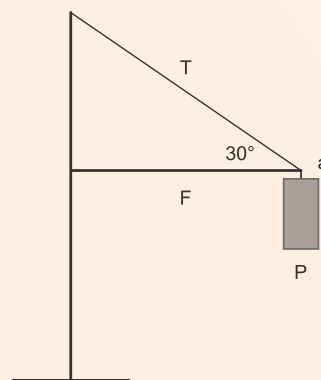
(Se necessário, utilize $g = 10 \text{ m/s}^2$.)



- A** 1.300 N.
- B** 750 N.
- C** 325 N.
- D** 560 N.

41| Analise a figura a seguir, que representa um semáforo suspenso por um sistema constituído de um poste, uma haste horizontal (ideal sem peso) e um cabo. No ponto a, estão atuando três forças: o peso P do semáforo (200 N), a tensão T do cabo e a força F exercida pela haste. Considerando que o sistema está em equilíbrio com essas forças, pode-se dizer que os valores, em newtons (N), da tensão do cabo e da força exercida pela haste, são, respectivamente, de:

(Adote: $\text{sen } 30^\circ = 0,5$ e $\text{cos } 30^\circ = 0,8$)





- A** 500 e 100
- B** 400 e 320
- C** 200 e 200
- D** 320 e 400
- E** 100 e 500

42 | A figura abaixo representa dois planetas, de massas m_1 e m_2 , cujos centros estão separados por uma distância D , muito maior que os raios dos planetas.



Sabendo que é nula a força gravitacional sobre uma terceira massa colocada no ponto P, a uma distância $D/3$ de m_1 , a razão m_1/m_2 entre as massas dos planetas é

- A** 1/4.
- B** 1/3.
- C** 1/2.
- D** 2/3.
- E** 3/2.

43 | Um satélite geoestacionário é um satélite que se move em uma órbita circular acima do Equador da Terra seguindo o movimento de rotação do planeta em uma altitude de 35.786 km. Nesta órbita, o satélite parece parado em relação a um observador na Terra. Satélites de comunicação, como os de TV por assinatura, são geralmente colocados nestas órbitas geoestacionárias. Assim, as antenas colocadas nas casas dos consumidores podem ser apontadas diretamente para o satélite para receber o sinal.

Sobre um satélite geoestacionário é correto afirmar que:

- A** a força resultante sobre ele é nula, pois a força centrípeta é igual à força centrífuga.
- B** como no espaço não existe gravidade, ele permanece em repouso em relação a um ponto fixo na superfície Terra.
- C** o satélite somente permanece em repouso em relação à Terra se mantiver acionados jatos propulsores no sentido oposto ao movimento de queda.

D a força de atração gravitacional da Terra é a responsável por ele estar em repouso em relação a um ponto fixo na superfície da Terra.

E por estar fora da atmosfera terrestre, seu peso é nulo.

44 | Uma partícula de massa m pode ser colocada a oscilar em quatro experimentos diferentes, como mostra a Figura 1 abaixo.

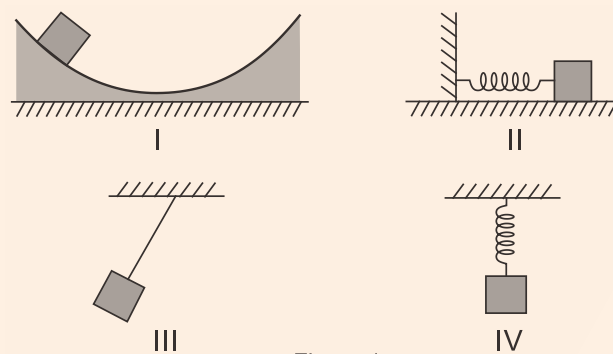


Figura 1

Para apenas duas dessas situações, tem-se o registro do gráfico senoidal da posição da partícula em função do tempo, apresentado na Figura 2.

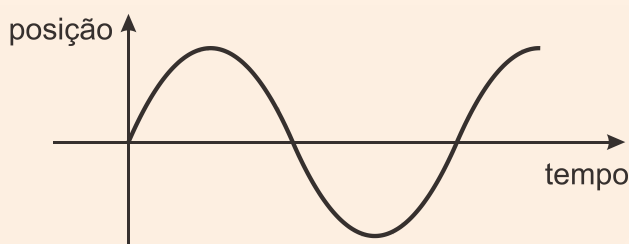


Figura 2

Considere que não existam forças dissipativas nos quatro experimentos; que, nos experimentos II e IV, as molas sejam ideais e que as massas oscilem em trajetórias perfeitamente retilíneas; que no experimento III o fio conectado à massa seja ideal e inextensível; e que nos experimentos I e III a massa descreva uma trajetória que é um arco de circunferência.

Nessas condições, os experimentos em que a partícula oscila certamente em movimento harmônico simples são, apenas

- A** I e III
- B** II e III
- C** III e IV
- D** II e IV

45 Um rapaz colocou no congelador um saco plástico com 1 litro de água. Após certo tempo, retirou o saco com a água congelada e colocou sobre a mesa. Considere o fluxo médio de calor entre a água e o ambiente de 500 cal/s na pressão de 1 atm e que após 225 s a água chegou ao equilíbrio térmico com o ambiente, que tinha uma temperatura de 30 °C.

Dados: $c_{\text{gelo}} = 0,5 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$, $c_{\text{liq.}} = 1 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$ e $L_{\text{fusão}} = 80 \text{ cal/g}$.

Com base no exposto, marque com **V** as afirmações **verdadeiras** e com **F** as **falsas**.

- () A água congelada demora 160 s para fundir.
- () A água congelada estava, inicialmente quando colocada na mesa, com temperatura de 0 °C.
- () O calor total recebido pela água em 225 segundos foi de $112,5 \cdot 10^3 \text{ cal}$.
- () O calor recebido pela água líquida para aquecer até 30 °C é 30.000 cal.

A sequência **correta** é:

- A** V – F – V – V
- B** V – F – V – F
- C** F – F – V – F
- D** F – V – V – V

46 Uma caixa d'água em formato cúbico com um metro de aresta está conectada a uma mangueira pela qual é retirada água para molhar um jardim. Suponha que o nível da caixa d'água diminua à razão de 4 mm por minuto, e que a área da extremidade da mangueira seja de 1 cm^2 aproximadamente.

Determine a vazão e velocidade da água que sai da mangueira, respectivamente:

- A** 1/15 L/s e 2/3 m/s
- B** 1/15 L/s e 20/3 m/s
- C** $(1/15) \times 10^{-3} \text{ L/s}$ e 2/3 m/s
- D** 15 L/s e 4/6 m/s
- E** $(15) \times 10^{-3} \text{ L/s}$ e 40/6 m/s

47 Seja um recipiente de altura h , cheio de um líquido, que em sua base possui um orifício circular de diâmetro d . O tempo para esvaziar completamente o líquido por esse orifício é dado por $t = k \cdot \frac{h}{\sqrt{d}}$, onde k é uma constante. Um segundo recipiente nas mesmas condições do anterior tem 16 orifícios circulares, mas com a condição de que a soma das áreas dos mesmos seja igual a área do único orifício do primeiro recipiente.

O tempo necessário para esvaziar completamente o segundo recipiente por um único de seus 16 orifícios é:

- A** 4t.
- B** 2t.
- C** 16t.
- D** t/16.

48 A microfluídica é uma área de pesquisa que trabalha com a manipulação precisa de líquidos em canais com dimensões submilimétricas, chamados de microcanais, possibilitando o desenvolvimento de sistemas miniaturizados de análises químicas e biológicas.

Considere que uma seringa com êmbolo cilíndrico de diâmetro $D = 4 \text{ mm}$ seja usada para injetar um líquido em um microcanal cilíndrico com diâmetro de $d = 500 \mu\text{m}$. Se o êmbolo for movido com uma velocidade de $V = 4 \text{ mm/s}$, a velocidade v do líquido no microcanal será de

- A** 256,0 mm/s.
- B** 32,0 mm/s.
- C** 62,5 $\mu\text{m/s}$.
- D** 500,0 $\mu\text{m/s}$.

49 Uma minúscula bolha de ar sobe até a superfície de um lago. O volume dessa bolha, ao atingir a superfície do lago, corresponde a uma variação de 50% do seu volume em relação ao volume que tinha quando do início do movimento de subida. Considerando a pressão atmosférica como sendo de 10^5 Pa , a aceleração gravitacional de 10 m/s^2 e a densidade da água de 1 g/cm^3 , assinale a alternativa que apresenta a distância percorrida pela bolha durante esse movimento se não houve variação de temperatura significativa durante a subida da bolha.

- A** 2 m.
- B** 3,6 m.
- C** 5 m.
- D** 6,2 m.
- E** 8,4 m.



50 Ondas gravitacionais foram previstas por Einstein em 1916 e diretamente detectadas pela primeira vez em 2015. Sob determinadas condições, um sistema girando com velocidade angular ω irradia tais ondas com potência proporcional a $Gc^\beta Q^\gamma \omega^\delta$ em que G é a constante de gravitação universal; c , a velocidade da luz e Q , uma grandeza que tem unidade em $\text{kg} \cdot \text{m}^2$. Assinale a opção correta.

- A** $\beta = -5, \gamma = 2$ e $\delta = 6$
- B** $\beta = -3/5, \gamma = 4/3$ e $\delta = 4$
- C** $\beta = -10/3, \gamma = 5/3$ e $\delta = 5$
- D** $\beta = 0, \gamma = 1$ e $\delta = 3$
- E** $\beta = -10, \gamma = 3$ e $\delta = 9$

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

Um peixe ósseo com bexiga natatória, órgão responsável por seu deslocamento vertical, encontra-se a 20 m de profundidade no tanque de um oceanário. Para buscar alimento, esse peixe se desloca em direção à superfície; ao atingi-la, sua bexiga natatória encontra-se preenchida por 112 mL de oxigênio molecular.

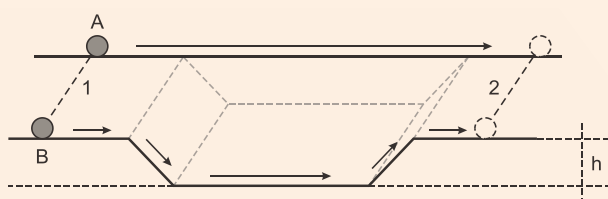
51 O deslocamento vertical do peixe, para cima, ocorre por conta da variação do seguinte fator:

- A** densidade
- B** viscosidade
- C** resistividade
- D** osmolaridade

TEXTO PARA AS PRÓXIMAS 3 QUESTÕES:

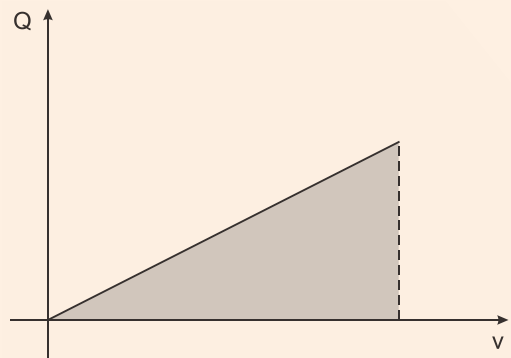
Considere o campo gravitacional uniforme.

52 Na figura abaixo, são representadas, em perspectiva, duas esferas, A e B, que deslizam livres de quaisquer atritos sobre dois trilhos. Em um mesmo instante, as duas esferas passam pela posição (1) com velocidades iguais, medidas em relação a um mesmo referencial inercial. Ao passarem pela posição (2), qual será a relação entre os módulos das velocidades das esferas A e B e entre os intervalos de tempo necessários para elas percorrerem as distâncias entre (1) e (2)?



- A** $v_A > v_B$ e $\Delta t_A = \Delta t_B$
- B** $v_A > v_B$ e $\Delta t_A < \Delta t_B$
- C** $v_A = v_B$ e $\Delta t_A < \Delta t_B$
- D** $v_A = v_B$ e $\Delta t_A = \Delta t_B$
- E** $v_A < v_B$ e $\Delta t_A > \Delta t_B$

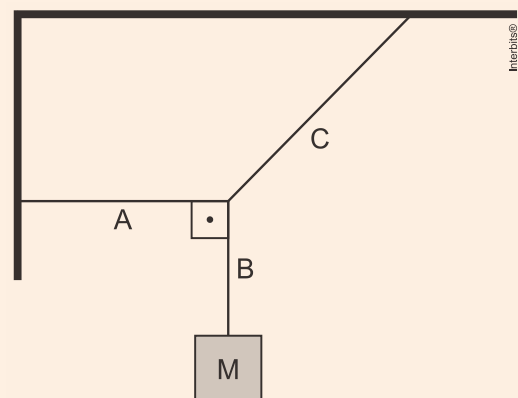
53 O gráfico abaixo representa a quantidade de movimento Q em função da velocidade v para uma partícula de massa m .



A área hachurada no gráfico é numericamente igual a qual grandeza física?

- A** Impulso
- B** Deslocamento
- C** Energia cinética
- D** Força resultante
- E** Torque

54 No sistema apresentado na figura abaixo, o bloco M está em equilíbrio mecânico em relação a um referencial inercial. Os três cabos, A, B e C, estão submetidos, cada um, a tensões respectivamente iguais a \vec{T}_A, \vec{T}_B e \vec{T}_C . Qual das alternativas abaixo representa corretamente a relação entre os módulos dessas forças tensoras?



- A** $T_A > T_C$
- B** $T_A < T_C$
- C** $T_A = T_C$
- D** $T_B = T_C$
- E** $T_B > T_C$

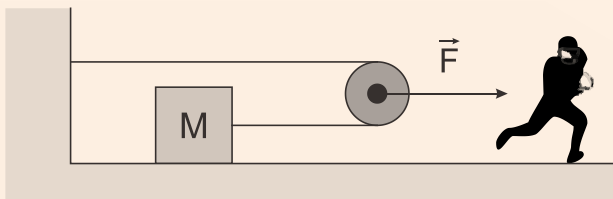
TEXTO PARA AS PRÓXIMAS 6 QUESTÕES:

Considere o módulo da aceleração da gravidade como $g = 10,0 \text{ m/s}^2$ e a constante da gravitação universal como $G = 6,7 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$ e utilize $\pi = 3$.

55 | Achar modalidades mais criativas é uma preocupação constante na vida de quem está acostumado a malhar e precisa se manter motivado. Em algum momento, a atividade escolhida perde a graça, sendo preciso encontrar algo diferente. A mais recente inovação nessa área é o *CrossFit*, uma ginástica elaborada com base nos treinamentos do Exército e da Marinha dos Estados Unidos e de atletas olímpicos. No Brasil, o número de adeptos cresce, e surgem academias especializadas na modalidade.

Fonte: http://istoe.com.br/188465_TREINAMENTO+ANTIMONOTONIA/, acessado em 14 de julho de 2016.

Em uma sessão de treino *CrossFit*, um atleta de Rugby segura uma pequena bola e puxa uma polia que está presa a uma parede e a um bloco por um fio ideal, com uma força de módulo F horizontal, conforme mostra a figura a seguir.



Supondo que a polia tenha massa desprezível e que o atrito entre o bloco e a superfície horizontal seja desprezível, assinale a alternativa CORRETA.

- A** A aceleração do bloco é o dobro da aceleração da polia.
- B** A aceleração da polia é o dobro da aceleração do bloco.
- C** A aceleração do bloco tem intensidade igual a $F/(4M)$.

- D** Se a polia for movida por uma distância horizontal d , para a direita, o bloco se move $d/2$ também para a direita.
- E** A variação de energia cinética do bloco, quando a polia se move por uma distância horizontal d , para a direita, é igual a Fd .

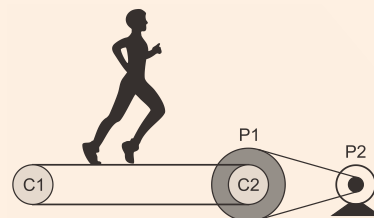
56 | Como um velocista, Bolt passa muito pouco tempo correndo. Em todas as finais olímpicas das quais participou, nos últimos três jogos (Pequim, Londres e Rio), ele correu um total de “apenas” 114 segundos, ou seja, nem dois minutos.

	Pequim 2008	Londres 2012	Rio 2016
100 m	9,69	9,63	9,81
200 m	19,3	19,32	19,78
4 x 100 m	8,98	8,7	9*

*O tempo individual de Bolt ainda não foi publicado. Medimos o tempo dele pela TV.

Fonte: <http://www.bbc.com/portuguese/brasil-37144726>, acessado em 20 de agosto de 2016.

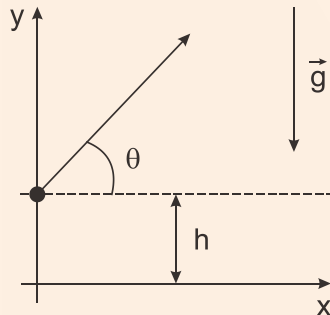
Esteiras ergométricas são dispositivos que auxiliam no treino e na execução de atividades físicas, como caminhada e corrida. Uma esteira é formada por uma lona, que envolve dois cilindros idênticos, $C1$ e $C2$, de 2 cm de raio, conforme indicado na figura a seguir. No eixo do cilindro frontal, está montada uma polia $P1$ de 4 cm de raio que, através de uma correia, está acoplada ao eixo de um motor elétrico. O motor gira a correia em uma polia $P2$, que possui 1 cm de raio. Supondo que Usain Bolt desenvolvesse a velocidade média da prova 4 x 100 m dos Jogos Olímpicos Rio 2016, utilizando a esteira ergométrica descrita anteriormente, qual seria a velocidade aproximada de rotação da polia $P1$ em r.p.m.?



- A** 40.000
- B** 20.000
- C** 10.000
- D** 5.000
- E** 1.000



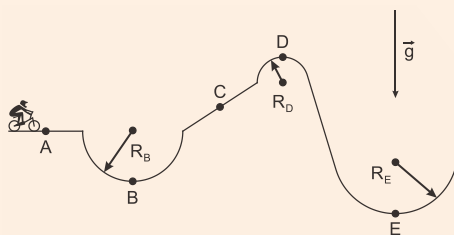
57 Em uma prova olímpica de arremesso de peso, o atleta atira, sob um ângulo θ em relação à horizontal, um objeto esférico de massa m , com energia cinética E , de maneira a obter maior alcance possível. Veja a representação esquemática a seguir.



Em um arremesso desse tipo, h é aproximadamente igual a 2,0 m, e o ângulo de lançamento está entre 31° e 43° , quando considerada a resistência do ar. Não havendo resistência do ar, a energia cinética do projétil no ponto mais alto dessa prova seria

- A** $E(\cos 31^\circ)^2$
- B** $E(\sin 43^\circ)^2$
- C** $E(\tan 43^\circ)^2$
- D** $E/2$
- E** $E/4$

58 Suponha que, em uma prova olímpica de ciclismo BMX, presente nos Jogos Olímpicos desde a Olimpíada de Pequim 2008, um atleta percorre um trecho de pista de corrida cujo corte lateral é mostrado na figura a seguir.



A partir desse corte, percebe-se que o atleta viaja por segmentos de pista retos e por semicírculos onde $R_D < R_B < R_E$. Se o atleta pedala e utiliza os freios de forma a ter velocidade constante no trecho mostrado, o ponto de maior intensidade da reação normal da pista sobre a bicicleta é

- A** A
- B** B
- C** C

D D

E E

59 Os campeões olímpicos e paralímpicos, Cesar Cielo e Guizni Li, possuem os records na prova de natação nos 50 m livres, fazendo a prova em 21, 30 s e 30, 73 s, respectivamente.

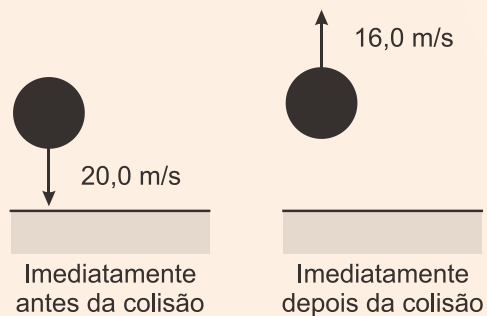
Fontes: <http://agenciabrasil.ebc.com.br/rio-2016/noticia/2016-09/noite-de-natacao-paralimpica-tem-quebra-de-records-e-3-medalhas-para-o>

http://www.ipt.br/olimpiada_e_metrologia/velocidade-na-olimpiada/. Acessados em: 23 de setembro de 2016.

Baseado nesses fatos, assinale a alternativa CORRETA.

- A** Os dois atletas percorreram distâncias diferentes.
- B** A velocidade média de Cesar Cielo é igual à de Guizni Li.
- C** A velocidade final dos atletas na prova de natação de 50 metros livres é zero.
- D** A velocidade instantânea é proporcional à distância total percorrida.
- E** Durante a prova, a energia mecânica dos atletas não é conservada.

60 Em uma aula de educação física, o professor convida os estudantes para observar o movimento de uma bola de basquete de 500 g, arremessada contra o solo. Nesse experimento, as velocidades da bola imediatamente antes e depois da colisão foram determinadas e estão mostradas na figura a seguir.



Três afirmações propostas pelo professor acerca da colisão da bola com o chão devem ser analisadas pelos estudantes como verdadeiras (V) ou falsas (F). São elas:

- () O impulso sobre a bola possui direção vertical e para baixo.
- () O módulo da variação da quantidade de movimento da bola é igual a 18 kg m/s.
- () A Terceira Lei de Newton não se aplica nesse caso.

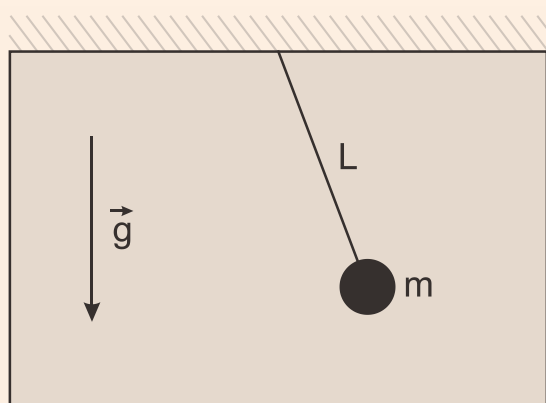
A sequência CORRETA encontra-se na alternativa

- A** F – V – V
- B** V – V – F
- C** F – F – V
- D** V – F – V
- E** F – V – F

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

Nas questões com respostas numéricas, considere o módulo da aceleração da gravidade como $g = 10,0 \text{ m/s}^2$, o módulo da carga do elétron como $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$, o módulo da velocidade da luz como $c = 3,0 \times 10^8 \text{ m/s}$ e utilize $\pi = 3$.

61 |



Um pêndulo simples de massa m e comprimento L está imerso em um fluido viscoso, num local onde a aceleração da gravidade tem módulo g que aponta verticalmente para baixo. Considerando-se que a força de arrasto, que atua sobre o pêndulo, devido ao fluido, seja proporcional à sua velocidade e que ela não possua efeitos significativos sobre o fio, assinale a alternativa CORRETA.

- A** A energia mecânica é conservada.
- B** A amplitude de oscilação é constante.
- C** O pêndulo tenderá ao repouso mais rapidamente, se a sua massa aumentar.
- D** A força de tração na corda aumenta, se a massa do pêndulo aumentar.
- E** A força de tração na corda diminui, se o comprimento do pêndulo diminuir.

GABARITO

01 | A

Orientando a trajetória no sentido do jogador para a parede, na ida o movimento é progressivo, portanto a velocidade escalar é positiva e, na volta, o movimento é retrógrado, sendo a velocidade escalar negativa. Como essas velocidades são constantes, os gráficos dos deslocamentos são segmentos de reta. O módulo da velocidade está associado à declividade do segmento de reta: maior velocidade \rightarrow maior declividade. Assim, como o módulo da velocidade é menor na volta, nesse trecho a declividade do segmento de reta também é menor.

02 | C

Dados: Distância inicial: $d = 180 \text{ m}$; velocidade do caminhão: $V_c = 20 \text{ m/s}$; velocidade do carro: $v_a = 25 \text{ m/s}$. aceleração da Van: $a_v = 8 \text{ m/s}^2$; comprimento dos veículos:

[I] Correta. O carro demora 4 s para estar na mesma posição, em relação a estrada, do caminhão.

Usando a velocidade relativa entre o carro e o caminhão:

$$v_{a/c} = \frac{d}{\Delta t} \Rightarrow 20 + 25 = \frac{180}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{180}{45} \Rightarrow \Delta t = 4 \text{ s.}$$

[II] Incorreta. A Van levará 4 s para ultrapassar completamente o caminhão e irá colidir com o carro.

Em relação ao caminhão, a velocidade inicial da Van é nula e o espaço relativo percorrido na ultrapassagem é $L_c + L_v = 10 + 6 = 16 \text{ m}$.

$$\Delta S = \frac{a}{2} t^2 \Rightarrow 16 = \frac{8}{2} t^2 \Rightarrow t = 2 \text{ s.}$$

[III] Correta. A Van conseguirá ultrapassar o caminhão sem se chocar com o carro.

Em 2 segundos a Van e o carro percorrem:

$$\begin{cases} \Delta S_v = v_0 t + \frac{a}{2} t^2 \Rightarrow \Delta S_v = 20(2) + \frac{8}{2} 2^2 \Rightarrow \Delta S_v = 56 \text{ m.} \\ \Delta S_a = v_a t = 25(2) = 50 \text{ m.} \end{cases}$$

Ao final da ultrapassagem a distância entre o carro e a Van é: $d = 180 - (56 + 60) \text{ m} = 64 \text{ m}$.

[IV] Correta. A Van percorrerá 56 m da estrada para ultrapassar completamente o caminhão.

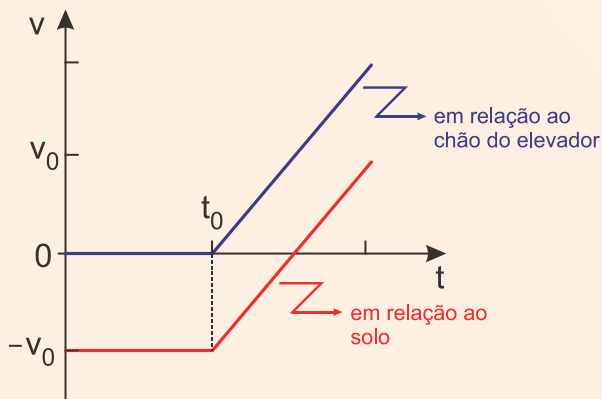
Cálculo na afirmativa anterior.



03 | E

Tomando como referencial o chão do elevador, o parafuso está em repouso até o instante t_0 . Assim, $v'_0 = 0$. A partir desse instante, ele entra em queda livre, aumentando sua velocidade linearmente com o tempo.

O gráfico mostra a variação da velocidade escalar do parafuso em relação ao chão do elevador e em relação ao solo, ambos considerando a trajetória orientada para baixo.



04 | C

Dados:

$$v_A = 60 \text{ cm/s}; v_B = 0,3 \text{ m/s} = 30 \text{ cm/s}; AB = 10 \text{ cm.}$$

Da figura dada:

$$R_A = R_B + AB \Rightarrow R_B = R_A - 10.$$

Os dois pontos têm mesma velocidade angular.

$$\omega_A = \omega_B \Rightarrow \frac{v_A}{R_A} = \frac{v_B}{R_B} \Rightarrow \frac{60}{R_A} = \frac{30}{R_A - 10} \Rightarrow 2(R_A - 10) = R_A \Rightarrow R_A = 20 \text{ cm.}$$

O diâmetro da polia é igual ao dobro do raio do ponto A.

$$D = 2 R_A \Rightarrow \boxed{D = 40 \text{ cm.}}$$

A velocidade angular da polia é igual à do ponto A.

$$\omega = \omega_A = \frac{v_A}{R_A} = \frac{60}{20} \Rightarrow \boxed{\omega = 3 \text{ rad/s.}}$$

05 | B

Utilizando a lei dos cossenos, temos:

$$\begin{aligned} F_r^2 &= F_1^2 + F_2^2 + 2 \cdot F_1 \cdot F_2 \cdot \cos \theta \\ F_r^2 &= 9^2 + 15^2 + 2 \cdot 9 \cdot 15 \cdot \cos 120 \\ F_r^2 &= 81 + 225 + 270 \cdot \cos 120 \\ F_r^2 &= 81 + 225 + 270 \cdot \left(-\frac{1}{2}\right) \\ F_r &= \sqrt{171} \Rightarrow F_r = \sqrt{9 \cdot 19} \Rightarrow F_r = 3\sqrt{19} \text{ N} \end{aligned}$$

06 | C

A energia cinética ao abandonar a mão do garoto é:

$$E_0 = \frac{m v_0^2}{2}. \quad (I)$$

No ponto mais alto da trajetória a velocidade é: $V_x = V_0 \cos \alpha$.

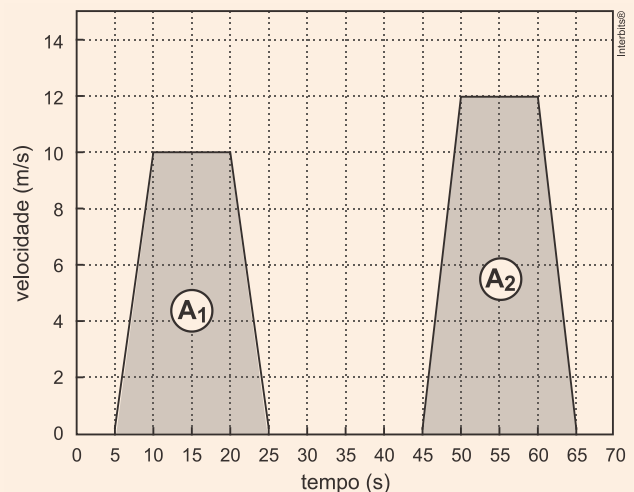
A energia cinética nesse ponto mais alto é:

$$E = \frac{m v_x^2}{2} = \frac{m (v_0 \cos \alpha)^2}{2} = \frac{m v_0^2}{2} \cdot \cos^2 \alpha. \quad (II)$$

Substituindo (I) em (II): $\boxed{E = E_0 \cdot \cos^2 \alpha}$

07 | A

A distância pedida (d) é numericamente igual à soma das áreas dos dois trapézios, destacados no gráfico.



$$\begin{aligned} d &= A_1 + A_2 = \frac{[(25-5) + (20-10)] \times 10}{2} + \frac{[(25-5) + (20-10)] \times 12}{2} \\ d &= (20+10) \times 5 + (20+10) \times 6 = 150 + 180 \Rightarrow \boxed{d = 330 \text{ m.}} \end{aligned}$$

08 | 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:

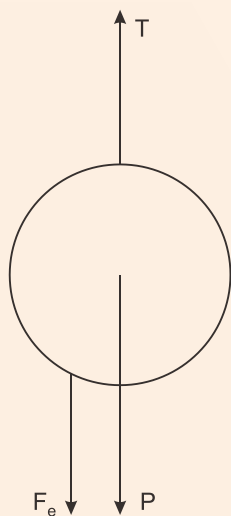
$$F_{\text{res}} = F_{\text{at máx}} \Rightarrow m_B a = \mu_e N \Rightarrow m_B a = \mu_e m_B g \Rightarrow a = \mu_e g \quad (I)$$

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

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

$$x = 10 \text{ cm.}$$

09| A



$$T - F_e - P = m \cdot a$$

$$T - F_e - P = 0$$

$$F_e = T - P$$

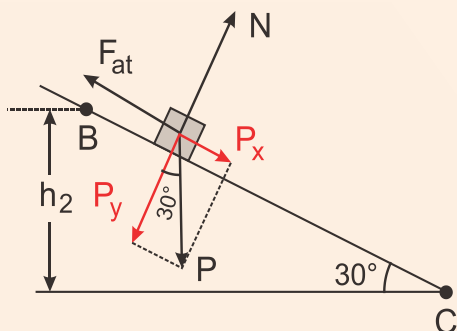
$$\frac{kQ^2}{d^2} = T - mg$$

$$d = \sqrt{\frac{kQ^2}{T - mg}}$$

$$d = Q \sqrt{\frac{k}{T - mg}}$$

10| A

A figura a seguir destaca apenas o trecho BC.



Analisando-a:

$$\left\{ \begin{aligned} \text{sen} 30^\circ = \frac{h_2}{\Delta S_{BC}} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{h_2}{\Delta S_{BC}} \Rightarrow \Delta S_{BC} = 2h_2 \end{aligned} \right. \quad (I)$$

$$\left\{ \begin{aligned} N = P_y \Rightarrow N = P \cos 30^\circ \Rightarrow N = mg \frac{\sqrt{3}}{2} \end{aligned} \right. \quad (II)$$

A intensidade da força de atrito cinética é:

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

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:

$$W_{\text{res}}^{ABC} = \Delta E_{\text{cin}}^{ABC} \Rightarrow W_p + W_{F_{\text{at}}} + W_N = 0 \Rightarrow mg(h_1 + h_2) - F_{\text{at}} \Delta S_{BC} = 0.$$

Utilizando (I) e (III), vem:

$$mg(h_1 + h_2) - \frac{3}{4} mg(2h_2) = 0 \Rightarrow \frac{h_1}{h_2} = \frac{1}{2}.$$

11| E

No instante em que a partícula é abandonada, sua velocidade é nula. A força que se opõe ao movimento é, então, também nula, sendo a força resultante igual ao próprio peso.

Da leitura direta do gráfico:

$$v = 0 \Rightarrow F_a = 0 \Rightarrow F_R = P = 3 \times 10^{-14} \text{ N.}$$

Iniciada a queda, o módulo da força resultante é dado pelo Princípio Fundamental da Dinâmica:

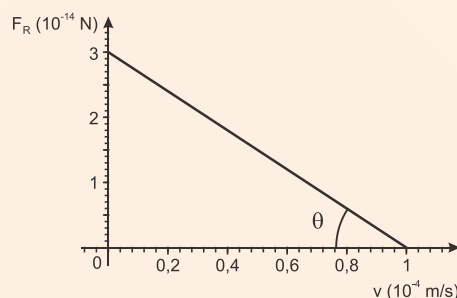
$$F_R = P - F_a \Rightarrow F_R = P - bv.$$

Também do gráfico: $v = 1 \times 10^{-4} \text{ m/s} \Rightarrow F_R = 0.$

Assim, substituindo valores:

$$0 = 3 \times 10^{-14} - b(1 \times 10^{-4}) \Rightarrow b = \frac{3 \times 10^{-14}}{1 \times 10^{-4}} \left[\frac{\text{N}}{\text{m/s}} \right] \Rightarrow b = 3 \times 10^{-10} \text{ N} \cdot \text{s/m.}$$

Nota: Ao se concluir que $F_R = P - bv$ pode-se notar que b é o coeficiente angular da reta mostrada no gráfico.

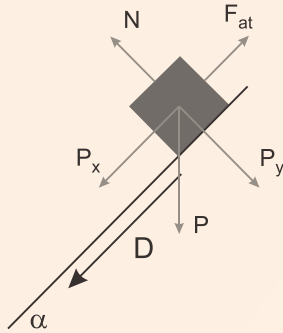




Assim, de uma maneira matemática mais direta:

$$b = \operatorname{tg} \theta \Rightarrow b = \frac{3 \times 10^{-14}}{1 \times 10^{-4}} \Rightarrow \boxed{b = 3 \times 10^{-10} \frac{\text{N} \cdot \text{s}}{\text{m}}}$$

12| C



$$\Delta E_c = W$$

$$\frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = F_r \cdot d$$

$$\frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = (P_x - F_{at}) \cdot d$$

$$\frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = (P \cdot \operatorname{sen} \theta - \mu \cdot P \cdot \operatorname{cos} \theta) \cdot d$$

$$\frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = (m \cdot g \cdot \operatorname{sen} \theta - \mu \cdot m \cdot g \cdot \operatorname{cos} \theta) \cdot d$$

$$\frac{1}{2} v^2 = (g \cdot \operatorname{sen} \theta - \mu \cdot g \cdot \operatorname{cos} \theta) \cdot d$$

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot d \cdot (\operatorname{sen} \theta - \mu \operatorname{cos} \theta)}$$

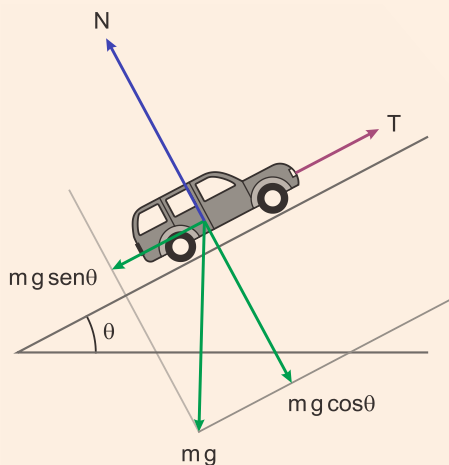
$$v = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0,15 \cdot (\operatorname{sen}(30) - \mu \cdot \operatorname{cos}(30))}$$

$$v = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0,15 \cdot \left(\frac{1}{2} - \frac{\sqrt{3}}{9} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \right)} \Rightarrow v = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0,15 \cdot \left(\frac{1}{2} - \frac{3}{18} \right)} \Rightarrow$$

$$v = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0,15 \cdot \left(\frac{6}{18} \right)} \Rightarrow v = \sqrt{1} \Rightarrow v = 1 \text{ m/s}$$

13| 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:

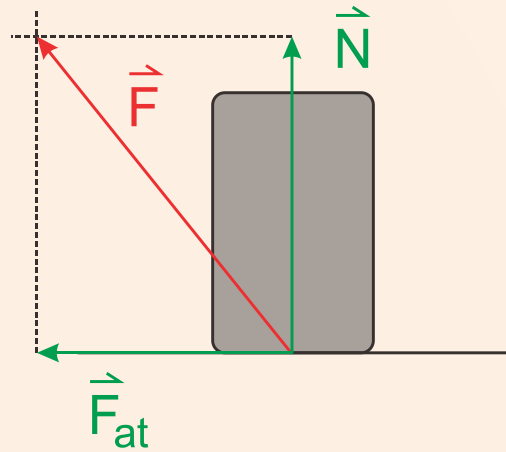
$$N = P_y \Rightarrow N = m g \operatorname{cos} \theta \Rightarrow N = 1000 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 0,8 \therefore N = 8000 \text{ N}$$

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

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

14| 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.



15| 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.

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

16| C

$$F_r = 0$$

$$P - N = 0$$

$$P = N$$

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

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

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

$$A \cdot 2 + P \cdot \frac{1}{2} = N \cdot 2$$

$$A \cdot 2 + \frac{P}{2} = N \cdot 2$$

$$P = N$$

$$A \cdot 2 + \frac{N}{2} = N \cdot 2$$

$$\frac{A}{N} = \frac{3}{4}$$

$$A = \mu \cdot N$$

$$\mu = \frac{A}{N}$$

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

$$\mu = 0,75$$

17| B

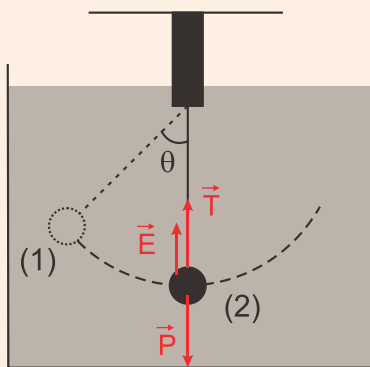
Dados:

$$T = 0,25 \text{ N}; \quad \tilde{n}_{\text{água}} = 1.000 \text{ kg/m}^3;$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2; \quad \rho_b = 2,5 \text{ g/cm}^3 = 2.500 \text{ kg/m}^3;$$

$$V = 10 \text{ cm}^3 = 10^{-5} \text{ m}^3; \quad R = L = 12 \text{ cm} = 0,12 \text{ m}$$

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



A resultante dessas forças é centrípeta.

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

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

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

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

18| A

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

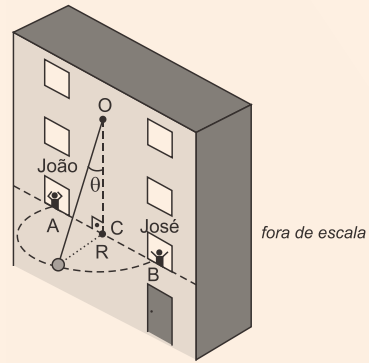


Figura 1

$$AB = 15 \text{ m}$$

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

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

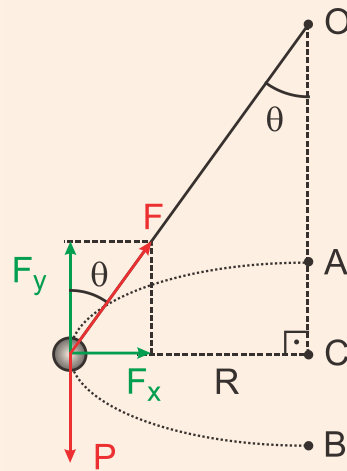


Figura 2

Equacionando o movimento:

$$\left\{ \begin{array}{l} F_x = F_{\text{cp}} \Rightarrow F \text{ sen } \theta = m \omega^2 R \\ F_y = P \Rightarrow F \text{ cos } \theta = m g \end{array} \right\} \div \frac{\text{sen } \theta}{\text{cos } \theta} = \frac{\omega^2 R}{g} \Rightarrow$$

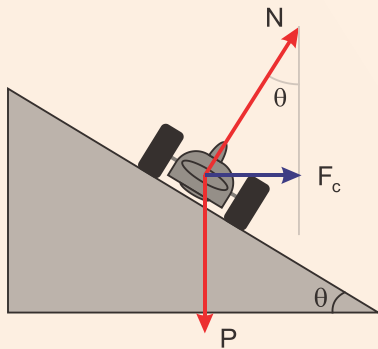
$$\omega = 1 \text{ rad/s.}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{g \text{ sen } \theta}{R \text{ cos } \theta}} = \sqrt{\frac{10(0,6)}{7,5(0,8)}} = \sqrt{\frac{6}{6}} \Rightarrow$$



19 | ANULADA

Para a resolução do problema vamos analisar o diagrama de forças da pista inclinada:



Desconsiderando o atrito entre a pista e os pneus:

$$\tan \theta = \frac{F_c}{P} \Rightarrow \tan \theta = \frac{m \frac{v^2}{R}}{mg} \therefore \tan \theta = \frac{v^2}{Rg}$$

Substituindo os valores e transformando as unidades da velocidade para o Sistema Internacional (S.I.), temos:

$$\tan \theta = \frac{v^2}{Rg} = \frac{\left(\frac{72\sqrt{3} \text{ km/h} \cdot \frac{1\text{m/s}}{3,6 \text{ km/h}} \right)^2}{60\sqrt{3} \text{ m} \cdot 10\text{m/s}^2} \therefore \tan \theta = \frac{2}{3}\sqrt{3}$$

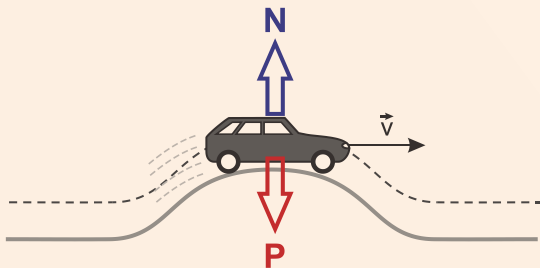
E, finalmente calculando o arco tangente deste valor, temos o ângulo da pista:

$$\theta = \arctan \frac{2}{3}\sqrt{3} \therefore \theta = 49,1^\circ$$

Questão anulada pela banca por não fornecer nenhuma alternativa com a resposta correta.

20 | 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:



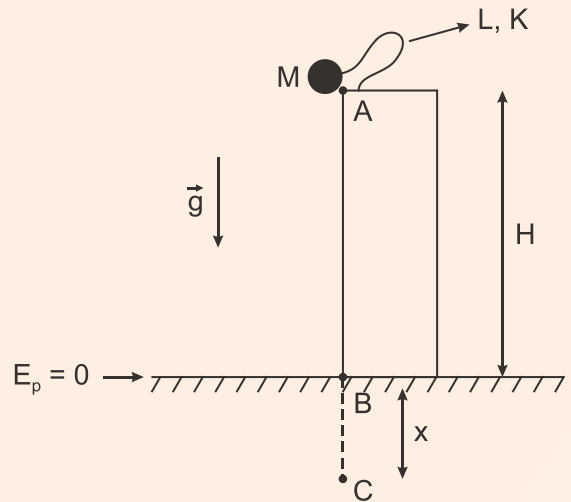
A resultante das forças é a força centrípeta:

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

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

21 | A

Considere a figura a seguir:



A massa do corpo é M, o comprimento natural da corda e sua constante elástica são L e k, respectivamente.

H é a altura do prédio em relação ao solo, e x é a distância percorrida pelo corpo enquanto penetra no solo.

Considerando que não há perdas de energia no deslocamento do corpo do ponto A ao ponto B, pode-se afirmar que: $E_{M_A} = E_{M_B}$

sendo E_{M_x} a energia mecânica total do corpo num ponto X genérico.

Adotou-se o solo como nível de referência para a energia potencial gravitacional, de modo que: $E_{P_B} = 0 \text{ [J]}$

sendo E_{P_x} a energia potencial do corpo numa posição genérica x.

Conclui-se que:

(i) $E_{M_B} = E_{M_A} = MgH$

(ii) $E_{M_C} = Mg(-x) + \frac{k}{2}(H - L + x)^2$

sendo $\Delta L = H - L + x$ a distensão da corda quando o corpo se encontra na posição C.

A variação da energia mecânica total do corpo em seu deslocamento entre os pontos B e C é dada pelo trabalho da força de resistência à penetração no solo, de modo que: $-\bar{F}_{R_X} = \Delta E_{M_{BC}} = E_{M_C} - E_{M_B}$

sendo \bar{F}_R o módulo da força de referência média.

Conclui-se que:

$$F_R = \frac{-1}{x}(E_{M_C} - E_{M_B})$$

$$F_R = \frac{-1}{x} \left(-Mgx + \frac{k}{2}(H-L+x)^2 - MgH \right)$$

$$F_R = Mg + \frac{MgH}{x} - \frac{k(H-L+x)^2}{2x}$$

$$F_R = Mg + \frac{MgH}{x} - \frac{k}{2x} [H^2 + L^2 + x^2 + 2Hx - 2HL - 2Lx]$$

$$F_R = Mg + \frac{MgH}{x} + \frac{k}{2x} (2HL - 2Lx - 2Hx) - \frac{k}{2x} (H^2 + L^2 + x^2)$$

$$F_R = Mg + \frac{MgH + k(HL - Lx - Hx)}{x} - \frac{k}{2x} (H^2 + L^2 + x^2)$$

22 | E

Cálculo da potência útil:

$$P = 2 \cdot 10^3 \frac{W}{m^2} \cdot 20 m^2 \cdot 0,6 = 24000 W$$

A quantidade de calor trocada é dada por:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta = m \cdot 1,4 \cdot 2 \cdot \Delta\theta$$

Substituindo esse resultado na equação abaixo, vem:

$$P = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{m}{\Delta t} \cdot 4 \cdot 2 \cdot \Delta\theta$$

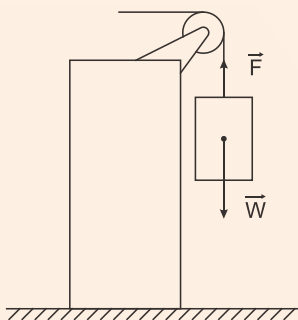
$$\text{Como: } \frac{m}{\Delta t} = 6 \frac{\text{kg}}{\text{min}} = \frac{6}{60} \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

Temos que:

$$24000 = \frac{6}{60} \cdot 4 \cdot 2 \cdot \Delta\theta$$

$$\therefore \Delta\theta \cong 57,1^\circ C$$

23 | 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:

$$\tau_R = \tau_F + \tau_W \quad (I)$$

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,

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

Como o elevador subiu a uma velocidade v_0 constante, da equação (II) tem-se que:

$$\tau_R = E_{C_f} - E_{C_o} = \frac{m_{\text{elev}} v_0^2}{2} - \frac{m_{\text{elev}} v_0^2}{2} = 0$$

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

Aplicando-se esse resultado na equação (I), tem-se que:

$$\tau_F + \tau_W = \tau_R = 0 \Rightarrow \tau_F = -\tau_W \quad (III)$$

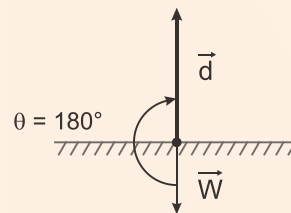
Como \vec{W} é uma força conservativa (a única força conservativa), então:

$$\tau_W = E_{P_o} - E_{P_f} = 0 - m_{\text{elev}}gh = -m_{\text{elev}}gh \quad (IV)$$

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

que foi o mesmo resultado em (IV).

Das equações (III) e (IV), conclui-se que:

$$\tau_F = -\tau_W = -(-m_{\text{elev}}gh) = m_{\text{elev}}gh$$

$$\tau_F = 6 \times 10^3 [\text{kg}] \times 10 [\text{m/s}^2] \times 20 [\text{m}]$$

$$\tau_F = 1,2 \times 10^6 \text{ J}$$

A potência média útil desenvolvida pelo elevador é:

$$P_{\text{útil}} = \frac{\tau_F}{\Delta t} = \frac{1,2 \times 10^6 [\text{J}]}{10 [\text{s}]} = 1,2 \times 10^5 \text{ N}$$



ou seja, $P_{\text{útil}} = 120 \text{ kW}$

24 | C

Observação: Fazendo as contas, de acordo com a aproximação sugerida, o ano teria 417 dias!

A energia perdida na forma de radiação (E_r) é:

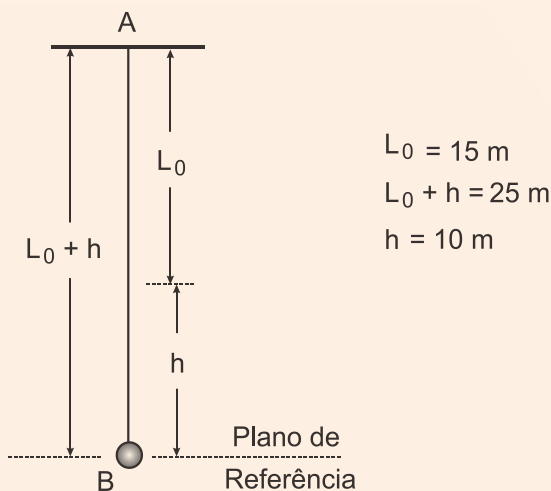
$$E_r = 0,1\% E = \frac{0,1}{100} \cdot 2 \times 10^{42} \Rightarrow E_r = 2 \times 10^{39} \text{ J.}$$

Calculando a potência irradiada:

$$P_r = \frac{2 \times 10^{39}}{3,6 \times 10^7} \Rightarrow \boxed{P_r = 5,6 \times 10^{31} \text{ W.}}$$

25 | A

O plano de referência para energia potencial será adotado no ponto 25 m abaixo do ponto (A) de onde Helena se solta.



Sendo a velocidade inicial nula, pela conservação da energia mecânica, tem-se:

$$E_{\text{mec}}^A = E_{\text{mec}}^B \Rightarrow mg(L_0 + h) = \frac{mv^2}{2} + \frac{kh^2}{2} \Rightarrow 50 \cdot 10 \cdot 25^2 = \frac{50v^2}{2} + \frac{250 \cdot 10^2}{2} \Rightarrow 12.500 = v^2 + 12.500 \Rightarrow \boxed{v = 0.}$$

26 | A

0,20 — 1 kWh

3,60 — x

$$x = 18 \text{ kWh} \Rightarrow x = 18 \cdot 10^3 \text{ Wh}$$

$$E = P \cdot \Delta t$$

$$E = \frac{U^2}{R} \cdot \Delta t \Rightarrow E \cdot R = U^2 \cdot \Delta t \Rightarrow E \cdot R = U^2 \cdot \Delta t \Rightarrow R = \frac{U^2 \cdot \Delta t}{E}$$

$$R = \frac{110^2 \cdot 30 \cdot 0,5}{18 \cdot 10^3} \Rightarrow R = 10 \ \Omega$$

27 | C

$$E_c = E_{p_{\text{gravitacional}}}$$

$$\frac{1}{2} m \cdot v^2 = m \cdot g \cdot h$$

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

$$v = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 3,2}$$

$$v = 8 \text{ m/s}$$

$$E_c = E_{p_{\text{elástica}}}$$

$$\frac{1}{2} m \cdot v^2 = \frac{1}{2} k \cdot x^2$$

$$m \cdot v^2 = k \cdot x^2$$

$$x = \sqrt{\frac{m \cdot v^2}{k}} \Rightarrow x = \sqrt{\frac{5 \cdot 64}{40}} \Rightarrow x = \sqrt{8} \Rightarrow x = 2\sqrt{2}$$

28 | B

Observação: De acordo com estudos mais avançados, sabe-se que a potência de um aerogerador é dada por:

$$P = \frac{1}{2} C_p \rho A v^3.$$

Sendo:

C_p o coeficiente de potência; ρ a densidade do ar e A a área varrida pelas pás do rotor.

Ou seja, a potência é diretamente proporcional ao cubo da velocidade do vento.

Assim, se a velocidade caísse pela metade, a potência cairia para um oitavo, resultando 975 MWh, e não há resposta para tal valor.

Assim, a resolução será baseada apenas nos dados do enunciado.

A região que produz mais energia elétrica a partir de energia eólica é a região nordeste.

Considerando apenas a energia cinética, têm-se:

$$E_1 = \frac{1}{2} m v_1^2 = 7.800 \text{ MWh.}$$

$$E_2 = \frac{1}{2} m \left(\frac{v_1}{2}\right)^2 \Rightarrow E_2 = \frac{1}{2} m \frac{v_1^2}{4} = \frac{E_1}{4} = \frac{7.800}{4} \Rightarrow \boxed{E_2 = 1.950 \text{ MWh.}}$$

29 | A

[Resposta do ponto de vista da disciplina de Física]

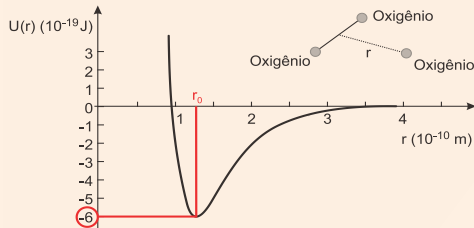
O gráfico mostra que a energia potencial de ligação tem valor mínimo, $E_{\text{mín}} = -6 \times 10^{-19} \text{ J.}$

Para quebrar a ligação, a energia potencial deve se tornar nula.

$$E_{\min} + hf = 0 \Rightarrow f = \frac{-E_{\min}}{h} = \frac{-(-6 \times 10^{-19})}{6 \times 10^{-34}} \Rightarrow \boxed{f = 1 \times 10^{15} \text{ Hz}}$$

[Resposta do ponto de vista da disciplina de Química]

A energia de ligação ou dissociação da molécula é igual ao módulo da energia potencial na separação de equilíbrio r_0 :



$$E = |U|$$

$$h \times f = |U|$$

$$6 \times 10^{-34} \times f = 6 \times 10^{-19}$$

$$f = \frac{6 \times 10^{-19}}{6 \times 10^{-34}} = 1 \times 10^{15} \text{ Hz}$$

30| B

Gabarito Oficial: C

Gabarito SuperPro®: B

- Volume de cada barra.

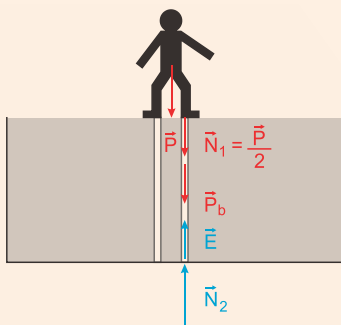
Dados: $d_{Al} = 2,5 \text{ g/cm}^3 = 2.500 \text{ kg/m}^3$; $m = 10 \text{ kg}$.

$$d_{Al} = \frac{m}{V} \Rightarrow V = \frac{m}{d_{Al}} = \frac{10}{2.500} = \frac{1}{250} \text{ m}^3 \Rightarrow V = 4 \times 10^{-3} \text{ m}^3.$$

- Área de apoio na base de cada barra.

$$V = Ah \Rightarrow A = \frac{V}{h} = \frac{4 \times 10^{-3}}{0,4} \Rightarrow A = 10^{-2} \text{ m}^2.$$

- Intensidade da força normal de contato entre a base da barra e o fundo do tanque.



Sendo E a intensidade do empuxo sobre a barra, da figura:

$$N_2 + E = N_1 + P_b \Rightarrow N_2 + d_{H_2O} g V = \frac{P}{2} + m g \Rightarrow$$

$$N_2 + 10^3 \times 4 \times 10^{-3} \times 10 = \frac{800}{2} + 100 \Rightarrow N_2 + 40 = 500 \text{ N} \Rightarrow N_2 = 460 \text{ N}.$$

- Pressão.

A pressão exercida por cada barra no fundo do tanque é:

$$p = \frac{N_2}{A} = \frac{460}{10^{-2}} \Rightarrow \boxed{p = 4,6 \times 10^4 \text{ N/m}^2}.$$

31| C

Para a pessoa fora da piscina, sua força normal, em módulo, será: $N = m \cdot g$

Para a pessoa na piscina, com 24% de seu volume submerso, temos a presença do Empuxo, de acordo com o Princípio de Arquimedes: $E = d_{liq} \cdot V_{corpo} \cdot g$

Mas considerando que somente parte do volume está submerso e que o volume é a razão entre a massa e a densidade do corpo,

$$E = d_{liq} \cdot 0,24 \cdot \frac{m}{d_{corpo}} \cdot g \Rightarrow E = 1 \text{ g/cm}^3 \cdot \frac{0,24}{0,96} \cdot m \cdot g \therefore E = 0,25 \cdot m \cdot g$$

Portanto, com o Empuxo, há uma redução de 25% da força normal em relação ao corpo fora da piscina.

32| A

Lembrando que a intensidade do empuxo é igual à do peso de líquido deslocado, ao retirar o braço para fora da água, o volume de líquido deslocado diminui, diminuindo a intensidade do empuxo. Como o peso não se altera, a tendência do corpo é afundar.

33| B

Neste caso, peso do corpo P e empuxo E estão em equilíbrio: $E = P \Rightarrow \mu_{liq} \cdot g \cdot V_{sub} = m \cdot g$

Substituindo os valores sabendo que 1L = 1.000 cm³

$$\mu_{liq} = \frac{m}{V_{sub}} \Rightarrow \mu_{liq} = \frac{600 \text{ g}}{0,8 \cdot 1000 \text{ cm}^3} \therefore \mu_{liq} = 0,75 \text{ g/cm}^3$$

34| C

Aplicando o teorema do impulso:



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

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

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

35 | D

A figura 1 mostra os vetores quantidade de movimento do elétron e do isótopo de lítio, bem como a soma desses vetores.

$$\vec{Q}_e + \vec{Q}_{Li} = \vec{Q}_1$$

Como o isótopo de hélio estava inicialmente em repouso, a quantidade de movimento do sistema era inicialmente nula. Como as forças trocadas entre as partículas emitidas no decaimento são internas, trata-se de um sistema mecanicamente isolado, ocorrendo, então, conservação da quantidade de movimento do sistema, que deve ser nula também no final. Para satisfazer essa condição, o vetor quantidade de movimento do antineutrino (\vec{Q}_v) deve ter mesma intensidade e sentido oposto à do vetor \vec{Q}_1 , como também mostra a figura 1.

A figura 2 mostra a resolução usando a regra da poligonal, sendo: $\vec{Q}_e + \vec{Q}_{Li} + \vec{Q}_v = \vec{0}$.

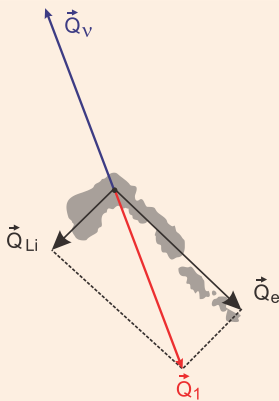


Figura 1

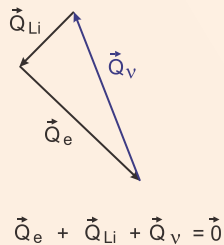


Figura 2

36 | B

Orientando a trajetória no mesmo sentido do movimento do móvel p os dados são: $m_p = 15 \text{ kg}$; $m_T = 13 \text{ kg}$; $v_p = 5 \text{ m/s}$; $v_T = -3 \text{ m/s}$.

Considerando o sistema mecanicamente isolado, pela conservação da quantidade de movimento:

$$Q_{\text{sist}}^{\text{antes}} = Q_{\text{sist}}^{\text{depois}} \Rightarrow m_p v_p + m_T v_T = m_p v'_p + m_T v'_T \Rightarrow$$

$$15(5) + 13(-3) = 15v'_p + 13v'_T \Rightarrow$$

$$15v'_p + 13v'_T = 36 \quad (I)$$

Usando a definição de coeficiente de restituição (e):

$$e = \frac{v'_T - v'_p}{v_p - v_T} \Rightarrow \frac{3}{4} = \frac{v'_T - v'_p}{5 - (-3)} \Rightarrow \frac{3}{4} = \frac{v'_T - v'_p}{8} \Rightarrow$$

$$\frac{3}{4} = \frac{v'_T - v'_p}{8} \Rightarrow$$

Montando o sistema e resolvendo:

$$\begin{cases} 15v'_p + 13v'_T = 36 \\ v'_T - v'_p = 6 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 15v'_p + 13v'_T = 36 \\ -v'_p + v'_T = 6 \end{cases} \Rightarrow$$

$$\begin{cases} 15v'_p + 13v'_T = 36 \\ -15v'_p + 15v'_T = 90 \\ \hline 0 + 28v'_T = 126 \end{cases} \Rightarrow$$

$$v'_T = \frac{126}{28} \Rightarrow v'_T = 4,5 \text{ m/s.}$$

Voltando em (II):

$$v'_T - v'_p = 6 \Rightarrow 4,5 - v'_p = 6 \Rightarrow 4,5 - 6 = v'_p \Rightarrow$$

$$v'_p = -1,5 \text{ m/s} \Rightarrow |v'_p| = 1,5 \text{ m/s.}$$

37 | D

Dados: $m_c = 0,5 \text{ kg}$; $b_c = 4 \text{ cm}$; $b_p = 10 \text{ cm}$.

Sendo g a aceleração da gravidade local, estando a régua em equilíbrio estático, o somatório dos momentos é igual a zero. Calculando a massa do prato:

$$m_p g b_p = m_c g b_c \Rightarrow m_p = \frac{m_c b_c}{b_p} = \frac{0,5 \cdot 4}{10} \Rightarrow m_p = 0,2 \text{ kg.}$$

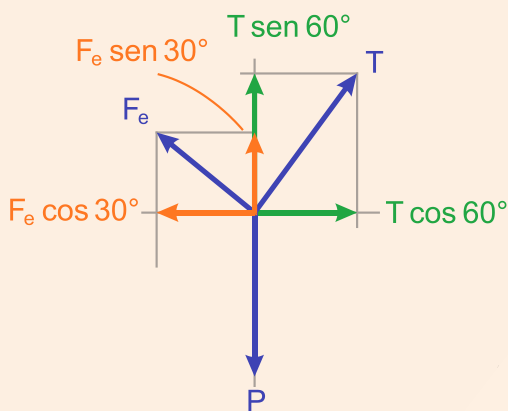
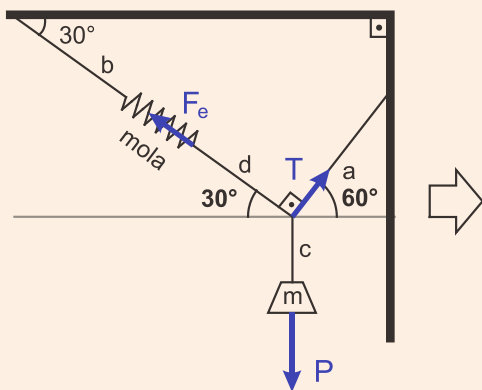
Colocando a massa $m = 1 \text{ kg}$ sobre o prato, aplicando novamente a condição de o somatório dos momentos ser nulo, calculamos a nova distância b'_c do curso ao apoio.

$$(m_p + m) g b_p = m_c g b'_c \Rightarrow$$

$$b'_c = \frac{(m_p + m) b_p}{m_c} = \frac{(0,2 + 1) \cdot 10}{0,5} \Rightarrow \boxed{b'_c = 24 \text{ cm.}}$$

38 | 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:

$$F_e \cdot \cos 30^\circ = T \cdot \cos 60^\circ$$

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

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

O equilíbrio na vertical fica:

$$F_e \cdot \sin 30^\circ + T \cdot \sin 60^\circ = P$$

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

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

Isolando a deformação da mola, temos:

$$x \cdot \left(\frac{k}{2} + \frac{3k}{2} \right) = m \cdot g \Rightarrow x = \frac{m \cdot g}{2k} \Rightarrow$$

$$x = \frac{2 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2}{2 \cdot 20 \text{ N/cm}} \therefore x = 0,5 \text{ cm}$$

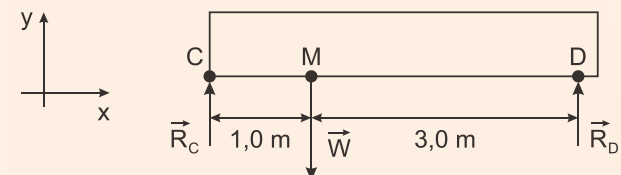
39 | D

Hipóteses do problema:

1. Barras rígidas e homogêneas
2. Barras com massas desprezíveis

Para se obter as forças pedidas é necessário traçar o diagrama de corpo rígido para a barra I e para a barra II, isoladamente:

Considere primeiramente a barra II:



Seja \vec{R}_C e \vec{R}_D as forças normais sobre os pontos C e D, e \vec{W} a força peso do bloco suspenso. Note que a força peso da barra foi desconsiderada já que a massa é desprezível.

Considerando o equilíbrio de forças no eixo YY, tem-se que:

$$R_C + R_D - W = 0 \Rightarrow R_C + R_D = 200 \quad (I)$$

Considerando o equilíbrio de momentos em relação ao ponto C, tem-se que:

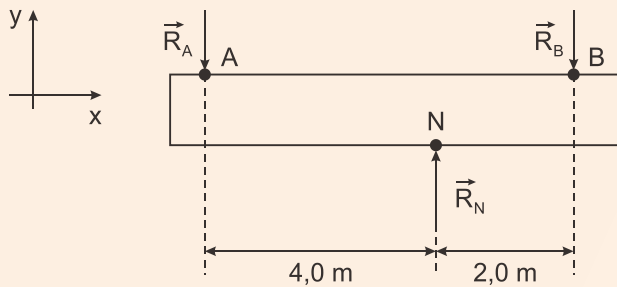
$$4 R_D - 1 W = 0 \Rightarrow R_D = \frac{W}{4} = \frac{200}{4} = 50 \text{ N}$$

Substituindo esse resultado na equação (I):



$$R_C + 50 = 200 \Rightarrow R_C = 150 \text{ N} \quad (\text{II})$$

Considere agora o equilíbrio da barra I:



Do equilíbrio das forças no eixo YY, tem-se que:

$$-R_A - R_B + R_N = 0 \Rightarrow R_N = R_A + R_B \quad (\text{III})$$

Note que $\vec{R}_B = -\vec{R}_C$. Logo, os módulos de \vec{R}_B e \vec{R}_C são iguais: $R_B = R_C = 150 \text{ N}$

Do equilíbrio de momentos em relação ao ponto N, tem-se que:

$$4 R_A - 2 R_B = 0 \Rightarrow R_A = \frac{R_B}{2} = \frac{150}{2} = \boxed{75 \text{ N}}$$

Substituindo esse resultado na equação (III), tem-se:

$$R_N = R_A + R_B = 75 + 150 = \boxed{225 \text{ N}}$$

40 | 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).

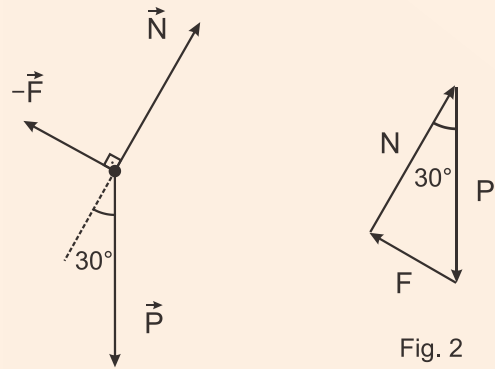


Fig. 1

Fig. 2

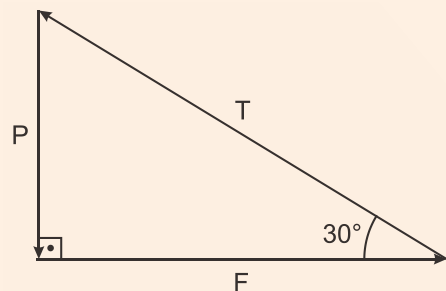
Na Fig. 2:

$$\text{sen}30^\circ = \frac{F}{P} \Rightarrow F = mg \text{sen}30^\circ = 65 \cdot 10 \cdot \frac{1}{2} \Rightarrow$$

$$\boxed{F = 325 \text{ N.}}$$

41 | B

Como as três forças estão em equilíbrio, pela regra da poligonal, elas devem fechar um triângulo.



$$\left\{ \begin{aligned} \text{sen}30^\circ = \frac{P}{T} \Rightarrow T = \frac{P}{\text{sen}30^\circ} = \frac{200}{0,5} \Rightarrow \boxed{T = 400 \text{ N.}} \\ \cos30^\circ = \frac{F}{T} \Rightarrow F = T \cos30^\circ = 400 \times 0,8 \Rightarrow \boxed{F = 320 \text{ N.}} \end{aligned} \right.$$

42 | 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:

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

43 | 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.

44 | D

O movimento harmônico simples é um movimento oscilatório sobre trajetória retilínea, em que a aceleração é diretamente proporcional à elongação. Isso ocorre apenas nas situações [II] e [IV].

45 | A

Dados: $c_{\text{gelo}} = 0,5 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$, $c_{\text{liq.}} = 1 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$ e $L_{\text{fusão}} = 80 \text{ cal/g}$; $P = 500 \text{ cal/s}$.

Considerando a densidade da água igual a 1 kg/L a massa de água em questão é $m = 1 \text{ kg} = 1.000 \text{ g}$.

[V] Calculando o tempo de fusão do gelo (Δt_f):

$$\left\{ \begin{array}{l} Q = mL \\ P = \frac{Q}{\Delta t_f} \end{array} \right\} \Rightarrow P = \frac{mL}{\Delta t_f} \Rightarrow \Delta t_f = \frac{mL}{P} = \frac{1000 \times 80}{500} \Rightarrow$$

$$\Delta t_f = 160 \text{ s.}$$

[F] O somatório dos tempos de aquecimento do gelo, de fusão do gelo e de aquecimento da água é igual a 225 s. Usando a expressão da afirmativa anterior:

$$\Delta t_g + \Delta t_f + \Delta t_a = 225 \Rightarrow \frac{m c_g \Delta \theta_g}{P} + 160 + \frac{m c_a \Delta \theta_a}{P} = 225 \Rightarrow$$

$$\frac{1.000 \times 0,5 \times (0 - \theta)}{500} + 160 + \frac{1.000 \times 1 \times (30 - 0)}{500} = 225 \Rightarrow -\theta + 160 + 60 = 225 \Rightarrow$$

$$\theta = -5 ^\circ\text{C.}$$

$$[V] Q = P \Delta t = 500 \times 225 \Rightarrow Q = 112,5 \times 10^3 \text{ cal.}$$

$$[V] Q = m c_a \Delta \theta = 1.000 \times 1 \times (30 - 0) \Rightarrow$$

$$Q = 30.000 \text{ cal}$$

46 | A

Sendo a vazão Q constante e igual à variação do nível da caixa d'água de 4 mm por minuto e calculada pela razão entre o volume V e o tempo T , então:

$$Q = \frac{V}{t} = \frac{4 \text{ mm} \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot 1 \text{ m}^2}{1 \text{ mm} \cdot \text{min}} \Rightarrow$$

$$Q = 4 \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{min}} \cdot \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = \frac{1}{15} \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Transformando para litros, temos:

$$Q = \frac{1}{15} \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cdot \frac{10^3 \text{ L}}{1 \text{ m}^3} \therefore Q = \frac{1 \text{ L}}{15 \text{ s}}$$

A velocidade que sai da mangueira é calculada com a equação: $Q = v \cdot A$, onde A é a área transversal da mangueira.

Transformação da unidade de área para o Sistema Internacional:

$$A = 1 \text{ cm}^2 \cdot \frac{10^{-4} \text{ m}^2}{1 \text{ cm}^2} \therefore A = 10^{-4} \text{ m}^2$$

Cálculo da velocidade de saída da água da mangueira:

$$Q = v \cdot A \Rightarrow v = \frac{Q}{A} \Rightarrow v = \frac{\frac{1}{15} \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{10^{-4} \text{ m}^2} \therefore v = \frac{2 \text{ m}}{3 \text{ s}}$$

47 | B

Sejam A_1 a soma das áreas dos orifícios do segundo recipiente e d_1 o diâmetro de cada orifício. Seja t_1 o tempo para esvaziar esse segundo recipiente.

$$A_1 = A \Rightarrow 16 \frac{\pi d_1^2}{4} = \frac{\pi d^2}{4} \Rightarrow d_1 = \sqrt{\frac{d}{16}} \Rightarrow d_1 = \frac{d}{4}$$

Aplicando a expressão fornecida no enunciado:

$$\left\{ \begin{array}{l} t = k \cdot \frac{h}{\sqrt{d}} \\ t_1 = k \cdot \frac{h}{\sqrt{d_1}} \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{t}{t_1} = \sqrt{\frac{d_1}{d}} = \sqrt{\frac{d/4}{d}} \Rightarrow$$

$$\frac{t}{t_1} = \frac{1}{2} \Rightarrow t_1 = 2 t.$$



48 | A

Dados: $V_1 = V = 4 \text{ mm}^3$; $D_1 = D = 4 \text{ mm}$; $D_2 = d = 500 \mu\text{m} = 0,5 \text{ mm}$.

Pela equação da continuidade:

$$v_1 A_1 = v_2 A_2 \Rightarrow v_1 \frac{\pi D_1^2}{4} = v_2 \frac{\pi D_2^2}{4} \Rightarrow$$

$$v_1 D_1^2 = v_2 D_2^2 \Rightarrow v_2 = \frac{v_1 D_1^2}{D_2^2} \Rightarrow$$

$$v_2 = \frac{4 \cdot 4^2}{0,5^2} = \frac{64}{0,25} \Rightarrow \boxed{v = v_2 = 256,0 \text{ mm/s.}}$$

49 | C

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

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

Achamos a pressão do ponto onde a bolha se formou.

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

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

$$p_0 = \rho gh + p_{\text{atm}} \Rightarrow h = \frac{p_0 - p_{\text{atm}}}{\rho g}$$

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

50 | A

Será adotada a seguinte notação: dada uma grandeza X, então [X] corresponderá à sua dimensão em unidades do S.I.

Seja P_g a potência gravitacional; G a constante de gravitação universal; c a velocidade da luz e Q uma grandeza com unidade $\text{kg} \cdot \text{m}^2$, conforme o enunciado.

Sabe-se por hipótese que:

$$[P_g] = [Gc^\beta Q^\gamma \omega^\delta] = [G][c]^\beta [Q]^\gamma [\omega]^\delta \quad (I)$$

Da equação geral da gravitação universal, tem-se que:

$$F = G \frac{Mm}{r^2} \Rightarrow [G] = \left[\frac{F \cdot r^2}{M \cdot m} \right] = \frac{\text{kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times \text{m}^2}{\text{kg}^2}$$

$$G = \text{m}^3 \text{kg}^{-1} \text{s}^{-2} \quad (II)$$

Sabe-se também que:

$$[c] = \text{ms}^{-1}$$

$$[Q] = \text{kgm}^2$$

$$[\omega] = \frac{\text{rad}}{\text{s}} = \text{s}^{-1} \quad (III)$$

$$[P_g] = \frac{\text{Nm}}{\text{s}} = \frac{\text{kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \text{m}}{\text{s}} = \text{kgm}^2 \text{s}^{-3}$$

Substituindo-se as equações (II) e (III) na equação (I), tem-se:

$$\text{kgm}^2 \text{s}^{-3} = \text{kg}^{-1} \text{m}^3 \text{s}^{-2} [\text{ms}^{-1}]^\beta [\text{kgm}^2]^\gamma [\text{s}^{-1}]^\delta \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \text{kgm}^2 \text{s}^{-3} = \text{kg}^{\gamma-1} \text{m}^{3+\beta+2\gamma} \text{s}^{-2-\beta-\delta} \quad (IV)$$

Da equação (IV) tem-se, igualando-se os expoentes correspondentes:

$$\gamma - 1 = 1 \Rightarrow \gamma = 2$$

$$3 + \beta + 2\gamma = 2 \Rightarrow \beta = 2 - 3 - 2\gamma = -5$$

$$-2 - \beta - \delta = -3 \Rightarrow \delta = -2 - \beta + 3 = 6$$

51 | A

[Resposta do ponto de vista da disciplina de Biologia]

O peixe ósseo consegue sofrer o deslocamento vertical na coluna d'água quando aumenta o volume do gás oxigênio no interior de sua bexiga natatória e, conseqüentemente, diminui a sua densidade em relação à água que o envolve.

[Resposta do ponto de vista da disciplina de Física]

A fórmula da densidade é definida como: $d = \frac{m}{V}$.

Para um peixe atingir a superfície, ele varia a quantidade de ar dentro de sua bexiga natatória. Se ele varia a quantidade de ar, então varia o volume; e, pela equação, percebemos que irá variar também a densidade.

Em outras palavras, o peixe flutuará na superfície se ele pesar menos que o fluido no qual se desloca, ou seja, se sua densidade média for menor do que a densidade do fluido.

52 | ANULADA

Questão anulada pelo gabarito oficial.

Ao propor uma pista com cantos vivos, supõe-se perda de energia mecânica pelo choque nestes locais e, assim, fica impossível definir com certeza a resposta correta. Para evitar essa possibilidade, poderia se fa-

zer o trecho da bola B em curva ou ainda informar que não haveria perda de energia mecânica.

53 | C

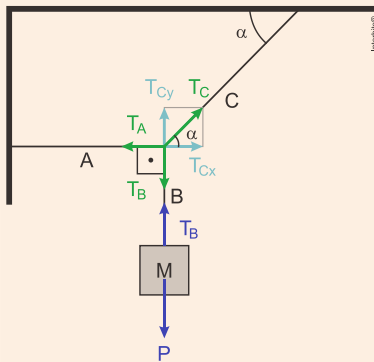
A área hachurada A no gráfico é de um triângulo re-tângulo, sendo calculada como:

$$A = \frac{\text{base} \cdot \text{altura}}{2} \Rightarrow A = \frac{v \cdot Q}{2} = A = \frac{v \cdot mv}{2} \therefore A = \frac{mv^2}{2}$$

Então, a área equivale à Energia cinética.

54 | B

De acordo com o diagrama de corpo livre na figura abaixo, temos as forças envolvidas e a decomposição da tração em C nas direções horizontal (x) e vertical (y):



Considerando o equilíbrio nos eixos horizontal e vertical, temos:

Eixo horizontal: $T_A = T_{Cx} \therefore T_A < T_C$

Eixo vertical: $T_B = T_{Cy} \therefore T_B < T_C$

55 | ANULADA

Questão anulada no gabarito oficial.

Questão apresentou a alternativa [A] como resposta oficial, mas possui também a alternativa [E] correta, de acordo com o exposto abaixo:

A polia desloca exatamente a metade do deslocamento do bloco, pois a corda faz a volta na polia, sendo assim, um deslocamento d na polia significa um deslocamento 2d no bloco.

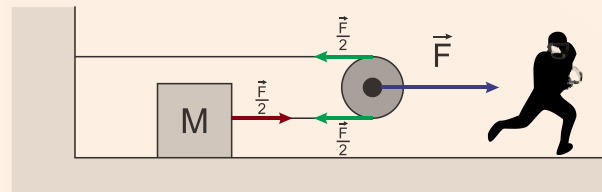
$$\Delta S_{\text{bloco}} = 2\Delta S_{\text{polia}}$$

Usando a equação do movimento uniformemente variado para o deslocamento em função da aceleração, para o caso de velocidade inicial nula:

$$\Delta S = \frac{a \cdot t^2}{2},$$

$$\text{então: } \frac{a_{\text{bloco}} \cdot t^2}{2} = 2 \cdot \frac{a_{\text{polia}} \cdot t^2}{2} \therefore a_{\text{bloco}} = 2 \cdot a_{\text{polia}}$$

Mas, observando o diagrama de forças abaixo, temos:



O trabalho realizado para mover o bloco pode ser relacionado com o trabalho realizado para mover a polia:

Na polia, para um deslocamento d:

$$\tau_{\text{polia}} = F \cdot d$$

No bloco para um deslocamento 2d:

$$\tau_{\text{bloco}} = \frac{F}{2} \cdot 2d \Rightarrow \tau_{\text{bloco}} = F \cdot d$$

Com isso, $\tau_{\text{polia}} = \tau_{\text{bloco}} = F \cdot d$

Logo, justifica-se a anulação da questão por apresentar mais de uma resposta correta.

56 | D

A velocidade de rotação, mais comumente conhecida como frequência f está relacionada com a velocidade linear das correias com a seguinte equação: $v = 2 \pi Rf$

onde:

v = velocidade linear das correias em m/s;

R = raio da polia em m;

f = frequência em Hz.

Para transformar a frequência em rotações por minutos, basta multiplicar o resultado em hertz por 60.

Para efetuar o cálculo, devemos obter a velocidade linear na lona que envolve os cilindros idênticos, C1 e C2, sabendo que o corredor Bolt faz 100 m em 9 s:

$$v = \frac{100 \text{ m}}{9 \text{ s}} \therefore v = 11,11 \text{ m/s}$$

Para o acoplamento das polias C2 e P1 temos que as frequências em cada uma delas são iguais entre si, portanto:

$$v = 2 \pi Rf \Rightarrow f = \frac{v}{2 \pi R} \Rightarrow f = \frac{11,11 \text{ m/s}}{2 \cdot 3 \cdot 0,02 \text{ m}} \therefore f = 92,6 \text{ Hz}$$



Passando para r.p.m:

$$f = 92,6 \text{ Hz} \cdot 60 \therefore f = 5.555,5 \text{ rpm}$$

Correspondendo então, de forma aproximada, à alternativa [D].

57 | D

Para o caso de não haver resistência do ar, devemos considerar o ângulo de lançamento teórico para o maior alcance possível de 45°. Então a componente horizontal da velocidade, eixo x, que é constante, é dada por:

$$v_x = v_0 \cdot \cos \theta \Rightarrow v_x = v_0 \cdot \cos 45^\circ = v_0 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}$$

No ponto mais alto da trajetória, a velocidade no eixo vertical y é nula e, conseqüentemente, a energia cinética associada a esse eixo.

$$v_y = 0 \text{ e } E_y = 0$$

Usando a expressão para a energia cinética do lançamento E e a componente horizontal E_x :

$$E = \frac{m \cdot v_0^2}{2} \text{ e } E_x = \frac{m \cdot v_x^2}{2}$$

Substituindo o valor da velocidade na equação da componente horizontal e comparando com a energia cinética inicial:

$$E_x = \frac{m \cdot v_x^2}{2} = \frac{m}{2} \cdot \left(v_0 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \right)^2 = \underbrace{\frac{m \cdot v_0^2}{2}}_E \cdot \frac{1}{2} \therefore E_x = \frac{E}{2}$$

58 | 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.

59 | E

[A] Falsa. As distâncias percorridas são iguais, mas os tempos são diferentes.

[B] Falsa. A velocidade média maior é daquele nadador com menor tempo, no caso, Cielo.

[C] Falsa. Quando o cronômetro encerra a prova os nadadores ainda possuem inércia de movimento.

[D] Falsa. A velocidade instantânea é proporcional à razão entre a distância percorrida e o tempo gasto em percorrê-la.

[E] Verdadeira. O sistema não é considerado conservativo, pois existe atrito entre o nadador e a água, portanto a energia mecânica não é conservada.

60 | E

[I] Falsa. A bola se move para cima depois da colisão indicando que o impulso teve o mesmo sentido.

[II] Verdadeira. O módulo da variação da quantidade de movimento é calculado por:

$$\Delta Q = Q_f - Q_i \Rightarrow \Delta Q = m \cdot (v_f - v_i) \Rightarrow \Delta Q = 0,5 \text{ kg} \cdot (16 - (-20)) \text{ m/s} \\ \Delta Q = 18 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

[III] Falsa. A 3ª lei de Newton (ação e reação) surge na mudança de sentido de deslocamento quando a bola aplica uma força no solo e este aplica a mesma força em sentido contrário na bola.

61 | D

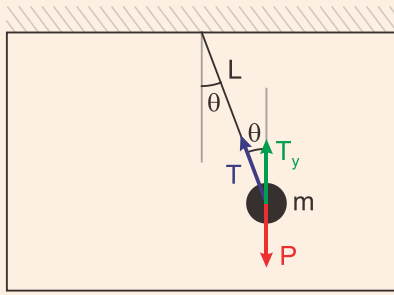
Análise das alternativas:

[A] Falsa. Como existe a força de arrasto impondo uma resistência ao movimento do pêndulo, a energia mecânica não se conserva, pois parte dessa energia é dissipada com o atrito da massa ao se mover no fluido viscoso.

[B] Falsa. A amplitude seria constante se não houvesse atrito.

[C] Falsa. Massas maiores sofrem menos resistência, pois a força restauradora do movimento é dependente da sua componente tangencial, que depende da massa.

[D] Verdadeira. De acordo com o diagrama de corpo livre abaixo, podemos estimar a relação entre a massa e a tração na corda.

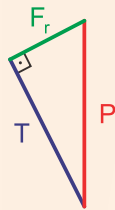


O equilíbrio de força no eixo vertical é:

$$T_y = P \Rightarrow T \cdot \cos\theta = m \cdot g \therefore T = \frac{m \cdot g}{\cos\theta}$$

Portanto, a tração na corda será maior quanto maior for a massa do corpo, pois ambas as variáveis são diretamente proporcionais.

[E] Falsa. Para o pêndulo simples, a tração na corda pode ser relacionada com o seu comprimento, para ângulos de oscilações pequenas com a seguinte equação, obtida pelo Teorema de Pitágoras para a força resultante no sistema:



$$P^2 = T^2 + F_r^2 \therefore T = \sqrt{P^2 - F_r^2} \quad (1)$$

Mas, para oscilações pequenas, o módulo da força resultante é a diferença entre a força restauradora F_x e a força de arrasto F_d .

$$F_x = m \cdot g \cdot \sin\theta$$

Fazendo $\sin\theta \approx \theta$ e $\theta = \frac{x}{L}$:

$$F_x = \frac{m \cdot g \cdot x}{L}$$

Então, a força resultante será:

$$F_r = \frac{m \cdot g \cdot x}{L} - F_d$$

Substituindo a força resultante e o peso em (1), temos:

$$T = \sqrt{(mg)^2 - \left(\frac{m \cdot g \cdot x}{L} - F_d\right)^2}$$

Com isso, notamos que a tração na corda é inversamente proporcional à raiz quadrada do seu comprimento, tornando falsa a afirmativa.