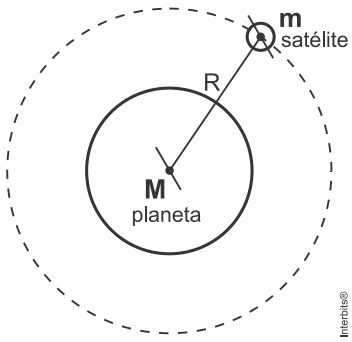
DINÂMICA I

1. (Fmp 2016) Um helicóptero transporta, preso por uma corda, um pacote de massa $100\ \text{kg}$. O helicóptero está subindo com aceleração constante vertical e para cima de $0{,}5\ \text{m/s}^2$. Se a aceleração da gravidade no local vale $10\ \text{m/s}^2$, a tração na corda, em newtons, que sustenta o peso vale

a) 1.500
b) 1.050
c) 500
d) 1.000
e) 950

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



desenho ilustrativo - fora de escala

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

b) $\dfrac{4\pi^2 R^2}{T\,G}$

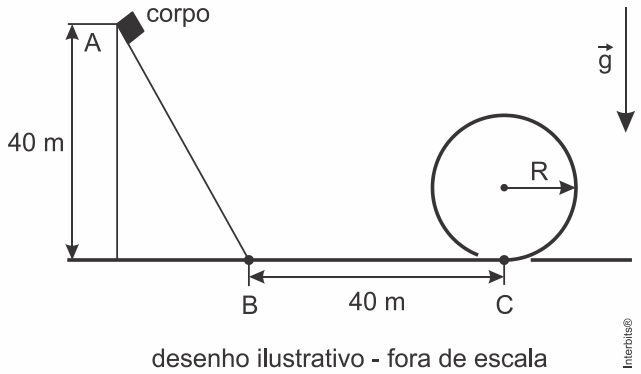
c) $\dfrac{4\pi^2 R^2}{T^2\,G}$

d) $\dfrac{4\pi^2 R}{T^2\,G}$

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

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

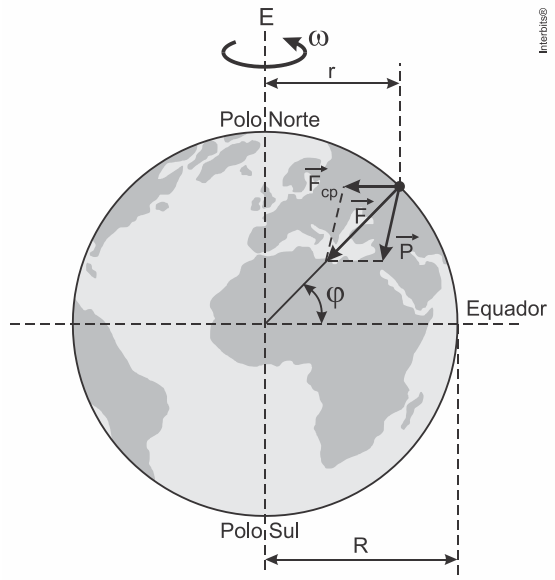
Dado: intensidade da aceleração da gravidade $g = 10\ \text{m/s}^2$



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

TEXTO PARA AS PR:XIMAS 2 QUESTיES:
Se necessário, use
aceleração da gravidade: $g = 10\ m/s^2$
densidade da água: $d = 1{,}0\ kg/L$
calor específico da água: $c = 1\ cal/g\ °C$
$1\ cal = 4\ J$
constante eletrostática: $k = 9{,}0 \cdot 10^9 N \cdot m^2/C^2$
constante universal dos gases perfeitos: $R = 8\ J/mol \cdot K$

4**.** (Epcar (Afa) 2016) Considere a Terra um Planeta esférico, homogêneo, de raio R, massa M concentrada no seu centro de massa e que gira em torno do seu eixo E com velocidade angular constante ω, isolada do resto do universo.
Um corpo de prova colocado sobre a superfície da Terra, em um ponto de latitude φ, descreverá uma trajetória circular de raio r e centro sobre o eixo E da Terra, conforme a figura abaixo. Nessas condições, o corpo de prova ficará sujeito a uma força de atração gravitacional $\vec{F}$, que admite duas componentes, uma centrípeta, $\vec{F}_{cp}$, e outra que traduz o peso aparente do corpo, $\vec{P}$.



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

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

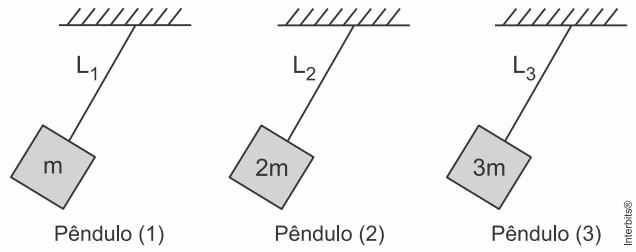
a) $1 - \frac{\omega^2 R^3}{GM}$

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

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

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

5. (Epcar (Afa) 2016) Três pêndulos simples 1, 2 e 3 que oscilam em MHS possuem massas respectivamente iguais a m, $2m$ e $3m$ são mostrados na figura abaixo.



Os fios que sustentam as massas são ideais, inextensíveis e possuem comprimento respectivamente L_1, L_2 e L_3.

Para cada um dos pêndulos registrou-se a posição (x), em metro, em função do tempo (t), em segundo, e os gráficos desses registros são apresentados nas figuras 1, 2 e 3 abaixo.

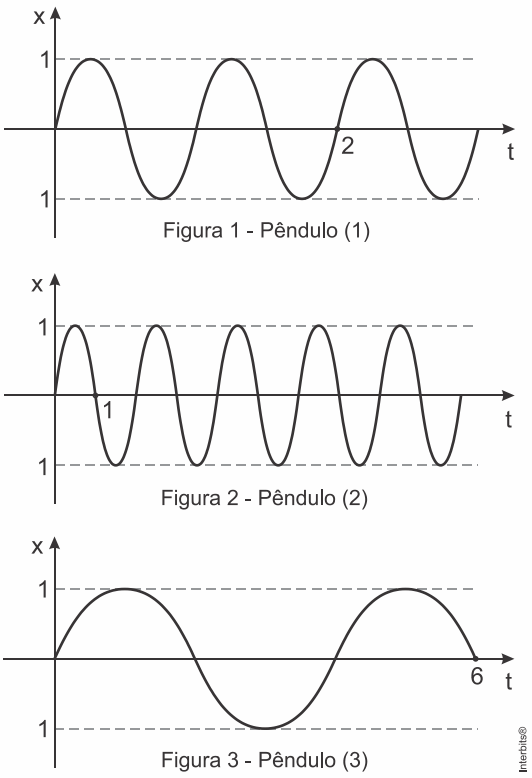


Figura 1 - Pêndulo (1)

Figura 2 - Pêndulo (2)

Figura 3 - Pêndulo (3)

Considerando a inexistência de atritos e que a aceleração da gravidade seja $g = \pi^2 m/s^2$, é correto afirmar que

a) $L_1 = \frac{L_2}{3}$; $L_2 = \frac{2}{3}L_3$ e $L_3 = 3L_1$

b) $L_1 = 2L_2$; $L_2 = \frac{L_3}{2}$ e $L_3 = 4L_1$

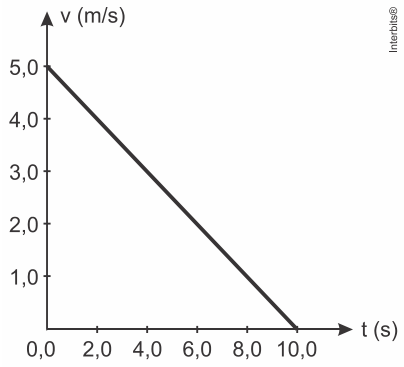
c) $L_1 = \frac{L_2}{4}$; $L_2 = \frac{L_3}{4}$ e $L_3 = 16\,L_1$

d) $L_1 = 2\,L_2$; $L_2 = 3\,L_3$ e $L_3 = 6\,L_1$

6**.** (Upf 2015) A queda de um elevador em um prédio no centro de Porto Alegre no final de 2014 reforçou as ações de fiscalização nesses equipamentos, especialmente em relação à superlotação. A partir desse fato, um professor de Física resolve explorar o tema em sala de aula e apresenta aos alunos a seguinte situação: um homem de massa $70\,kg$ está apoiado numa balança calibrada em newtons no interior de um elevador que desce à razão de $2\,m/s^2$. Considerando $g = 10\,m/s^2$, pode-se afirmar que a intensidade da força indicada pela balança será, em newtons, de:

a) 560
b) 840
c) 700
d) 140
e) 480

7**.** (Mackenzie 2015)



Um corpo de massa $2,0\ kg$ é lançado sobre um plano horizontal rugoso com uma velocidade inicial de $5,0\ m/s$ e sua velocidade varia com o tempo, segundo o gráfico acima.

Considerando a aceleração da gravidade $g = 10,0\ m/s^2$, o coeficiente de atrito cinético entre o corpo e o plano vale

a) $5,0 \cdot 10^{-2}$

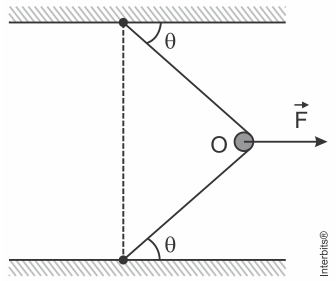
b) $5,0 \cdot 10^{-1}$

c) $1,0 \cdot 10^{-1}$

d) $2,0 \cdot 10^{-1}$

e) $2,0 \cdot 10^{-2}$

8. (Upe 2015) No instante mostrado na figura a seguir, o cabo elástico está tensionado com uma tração de módulo igual a $36,0\,N$, ao passo que o objeto pontual O está submetido a uma força de módulo $16,0\,N$, resultando em uma aceleração de módulo $2,0\,m/s^2$ que aponta para a direita.



Sabendo que a massa do objeto O é igual a $m = 2,0\,kg$ e desprezando efeitos gravitacionais, é CORRETO afirmar que o valor do ângulo θ

a) está entre $10°$ e $20°$

b) é exatamente igual a $30°$

c) está entre $30°$ e $60°$

d) é exatamente igual a $60°$

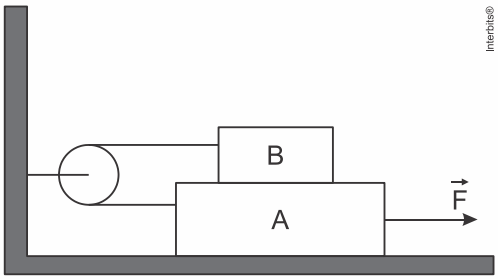
e) está entre $60°$ e $90°$

9. (Pucrj 2015) Uma caixa de massa $m_1 = 1,0\ kg$ está apoiada sobre uma caixa de massa $m_2 = 2,0\ kg$, que se encontra sobre uma superfície horizontal sem atrito. Existe atrito entre as duas caixas. Uma força F horizontal constante é aplicada sobre a caixa de baixo, que entra em movimento com aceleração de $2,0\ m/s^2$. Observa-se que a caixa de cima não se move em relação à caixa de baixo.

O módulo da força F, em newtons, é:

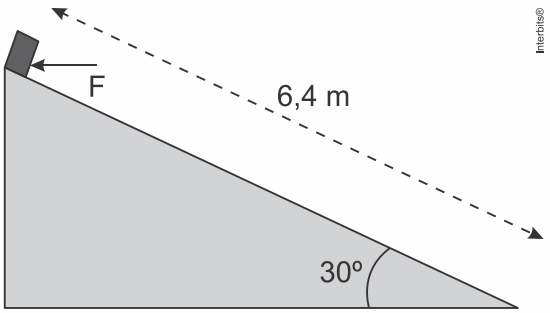
a) $6,0$
b) $2,0$
c) $4,0$
d) $3,0$
e) $1,5$

10. (Ufpr 2015) Um bloco B de massa $400g$ está apoiado sobre um bloco A de massa $800g$, o qual está sobre uma superfície horizontal. Os dois blocos estão unidos por uma corda inextensível e sem massa, que passa por uma polia presa na parede, conforme ilustra abaixo. O coeficiente de atrito cinético entre os dois blocos e entre o bloco A e a superfície horizontal é o mesmo e vale $0,35$. Considerando a aceleração da gravidade igual a $10m/s^2$ e desprezando a massa da polia, assinale a alternativa correta para o módulo da força $\vec{F}$ necessária para que os dois blocos se movam com velocidade constante.



a) $1,4N.$
b) $4,2N.$
c) $7,0N.$
d) $8,5N.$
e) $9,3N.$

11. (Pucrj 2015) Um bloco de gelo se encontra em repouso no alto de uma rampa sem atrito, sendo sustentado por uma força horizontal F de módulo $11,6\ N$, como mostrado na figura.



Dados:

$g = 10m/s^2$

$\text{sen } 30° = 0,50$

$\cos 30° = 0,87$

a) Calcule a massa do bloco de gelo.
b) Considere agora que a força F deixe de atuar. Calcule a velocidade com que o bloco chegaria à base da rampa, após percorrer os $6,4\ m$ de sua extensão.

12. (Uel 2015) Para colocar um pacote de $40\,kg$ sobre a carroceria de seu veículo, um entregador de encomendas utiliza uma rampa inclinada para puxá-lo. A rampa, de $3\,m$ de comprimento, está apoiada no chão e na carroceria e faz um ângulo de $20°$ com o chão, que é plano. O coeficiente de atrito cinético entre a rampa e o pacote é $0,2$. O entregador emprega uma força sobre o pacote que o faz subir pelo plano inclinado com velocidade constante. O entregador não desliza sobre a carroceria quando puxa o pacote. Considerando o enunciado, o $\cos(20°) = 0,94$, o $\text{sen}(20°) = 0,34$ e a $g = 10\dfrac{m}{s^2}$,

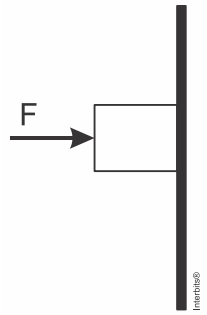
a) faça o diagrama de corpo livre e calcule o trabalho realizado pelo entregador sobre o pacote até este alcançar a carroceria do veículo;

b) calcule a variação da energia potencial do pacote. Justifique sua resposta apresentando todos os cálculos realizados.

13. (Epcar (Afa) 2015) Uma determinada caixa é transportada em um caminhão que percorre, com velocidade escalar constante, uma estrada plana e horizontal. Em um determinado instante, o caminhão entra em uma curva circular de raio igual a $51,2\,m$, mantendo a mesma velocidade escalar. Sabendo-se que os coeficientes de atrito cinético e estático entre a caixa e o assoalho horizontal são, respectivamente, $0,4$ e $0,5$ e considerando que as dimensões do caminhão, em relação ao raio da curva, são desprezíveis e que a caixa esteja apoiada apenas no assoalho da carroceria, pode-se afirmar que a máxima velocidade, em m/s, que o caminhão poderá desenvolver, sem que a caixa escorregue é

a) $14,3$
b) $16,0$
c) $18,0$
d) $21,5$

14. (Ifsul 2015) Na figura abaixo, está representado um bloco de $2,0\,kg$ sendo pressionado contra a parede por uma força $\vec{F}$.



O coeficiente de atrito estático entre as superfícies de contato vale $0,5$, e o cinético vale $0,3$. Considere $g = 10\dfrac{m}{s^2}$.

A força mínima $\vec{F}$ que pode ser aplicada ao bloco para que esta não deslize na parede é

a) $10\,N$.
b) $20\,N$.
c) $30\,N$.
d) $40\,N$.

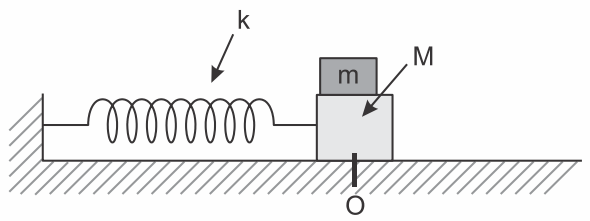
15. (Pucrj 2015) Um carro, deslocando-se em uma pista horizontal à velocidade de $72\,km/h$, freia bruscamente e trava por completo suas rodas. Nessa condição, o coeficiente de atrito das

rodas com o solo é $0,8$.
A que distância do ponto inicial de frenagem o carro para por completo?

Considere: $g = 10\ m/s^2$

a) $13\ m$
b) $25\ m$
c) $50\ m$
d) $100\ m$
e) $225\ m$

16. (Pucpr 2015) Em uma atividade experimental de Física, um dispositivo conhecido como sistema massa-mola foi montado sobre uma superfície sem atrito, conforme ilustra a figura a seguir. Os blocos, M e m, possuem massas respectivamente iguais a $9\ kg$ e $1\ kg$. Ao ser deslocado de sua posição de equilíbrio (O), o sistema comporta- se como um oscilador harmônico simples sem que haja deslizamento do bloco M em relação ao m. Durante essa atividade, um estudante verificou que o sistema realiza 10 oscilações em 20 segundos, com amplitude de $30\ cm$.



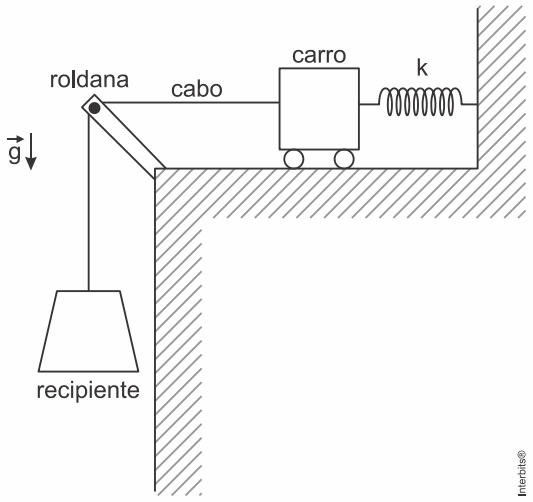
Fonte: <http://instruct.math.lsa.umich.edu/lecturedemos/ma216/docs/3_4/spring.png> [adaptado].

Para efeito de cálculos, considere $\pi = 3$ e $g = 10\ m/s^2$.

Para que não ocorra deslizamento entre os blocos por conta do movimento harmônico simples (MHS), o coeficiente de atrito estático entre as superfícies desses blocos é igual a:

a) $0,11$.
b) $0,24$.
c) $0,30$.
d) $0,27$.
e) $0,90$.

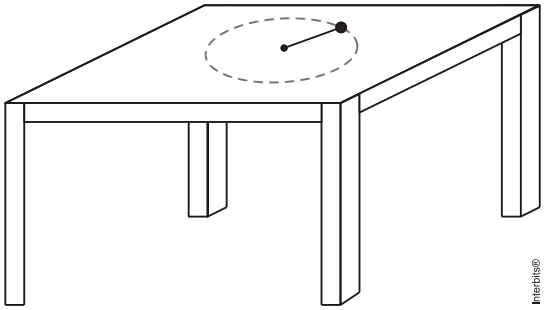
17. (Ime 2015)



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

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

18**.** (Pucrj 2015)



Um bloco de massa $0,50\ \text{kg}$ está preso a um fio ideal de $40\ \text{cm}$ de comprimento cuja extremidade está fixa à mesa, sem atrito, conforme mostrado na figura. Esse bloco se encontra em movimento circular uniforme com velocidade de $2,0\ \text{m/s}$.

Sobre o movimento do bloco, é correto afirmar que:

a) como não há atrito, a força normal da mesa sobre o bloco é nula.
b) o bloco está sofrendo uma força resultante de módulo igual a $5,0\ \text{N}$.
c) a aceleração tangencial do bloco é $10\ \text{m/s}^2$.
d) a aceleração total do bloco é nula pois sua velocidade é constante.
e) ao cortar o fio, o bloco cessa imediatamente o seu movimento.

19**.** (Uece 2015) Considere um carro de passeio de uma tonelada se deslocando a $108\ \text{km/h}$ em uma rodovia. Em um dado instante, o carro se encontra no ponto mais alto de um trecho reto em subida. Para simplificar a descrição mecânica desse sistema, o carro pode ser tratado como uma massa puntiforme e a trajetória em torno do ponto mais alto pode ser aproximada por um arco de círculo de raio $100\ \text{m}$ contido em um plano vertical. Em comparação com a situação em que o carro trafegue por um trecho plano, é correto afirmar que, no ponto mais alto da trajetória, a força de atrito entre a pista e os pneus

a) é menor, pois a força normal da estrada sobre o carro é maior.
b) é maior, pois a força normal da estrada sobre o carro é menor.
c) é menor, pois a força normal da estrada sobre o carro é menor.
d) é maior, pois a força normal da estrada sobre o carro é maior.

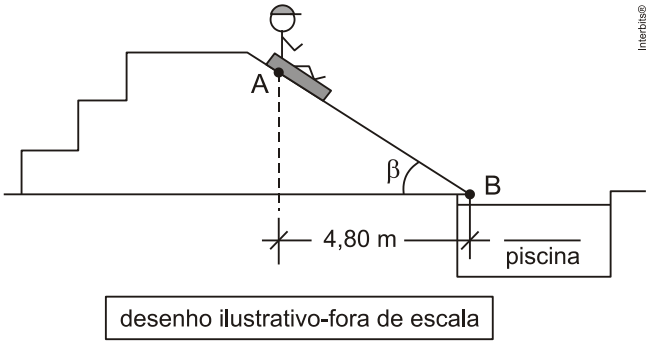
20**.** (Pucrj 2015) Um pêndulo é formado por um fio ideal de $10\ \text{cm}$ de comprimento e uma massa de $20\ \text{g}$ presa em sua extremidade livre. O pêndulo chega ao ponto mais baixo de sua trajetória com uma velocidade escalar de $2,0\ \text{m/s}$.

A tração no fio, em N, quando o pêndulo se encontra nesse ponto da trajetória é:

Considere: $g = 10\ m/s^2$

a) $0,2$
b) $0,5$
c) $0,6$
d) $0,8$
e) $1,0$

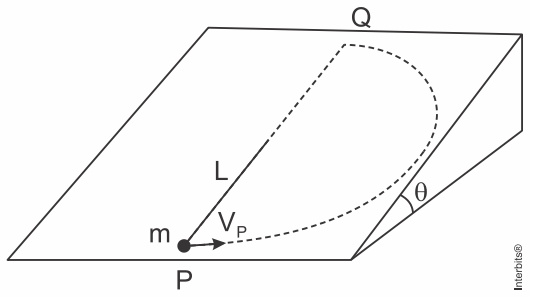
21**.** (Espcex (Aman) 2015) Em um parque aquático, um menino encontra-se sentado sobre uma prancha e desce uma rampa plana inclinada que termina em uma piscina no ponto B, conforme figura abaixo. O conjunto menino-prancha possui massa de $60\ kg$, e parte do repouso do ponto A da rampa. O coeficiente de atrito cinético entre a prancha e a rampa vale $0,25$ e β é o ângulo entre a horizontal e o plano da rampa. Desprezando a resistência do ar, a variação da quantidade de movimento do conjunto menino-prancha entre os pontos A e B é de



Dados: intensidade da aceleração da gravidade g=10 m/s2
considere o conjunto menino-prancha uma partícula
$\cos\beta = 0,8$
$\text{sen}\,\beta = 0,6$

a) $40\sqrt{3}\ N \cdot s$
b) $60\sqrt{3}\ N \cdot s$
c) $70\sqrt{3}\ N \cdot s$
d) $180\sqrt{3}\ N \cdot s$
e) $240\sqrt{3}\ N \cdot s$

22**.** (Ufpr 2015) Um objeto de massa m está em movimento circular, deslizando sobre um plano inclinado. O objeto está preso em uma das extremidades de uma corda de comprimento L, cuja massa e elasticidade são desprezíveis. A outra extremidade da corda está fixada na superfície de um plano inclinado, conforme indicado na figura a seguir. O plano inclinado faz um ângulo $\theta = 30°$ em relação ao plano horizontal. Considerando g a aceleração da gravidade e $\mu = \dfrac{1}{\pi\sqrt{3}}$ o coeficiente de atrito cinético entre a superfície do plano inclinado e o objeto, assinale a alternativa correta para a variação da energia cinética do objeto, em módulo, ao se mover do ponto P, cuja velocidade em módulo é v_P, ao ponto Q, onde sua velocidade tem módulo v_Q.



Na resolução desse problema considere $\text{sen}\,30° = \frac{1}{2}$ e $\cos 30° = \frac{\sqrt{3}}{2}$.

a) mgL.

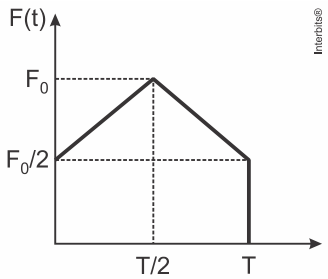
b) $\frac{1}{2}$mgL.

c) $\frac{2}{3}$mgL.

d) $\frac{3}{2}$mgL.

e) 2mgL.

23**.** (Upe 2015) Uma partícula de massa m se move com velocidade de módulo v imediatamente antes de colidir elasticamente com uma partícula idêntica, porém em repouso. A força de contato entre as partículas que atua durante um breve período de tempo T está mostrada no gráfico a seguir.



Desprezando os atritos, determine o valor máximo assumido pela força de contato F_0

a) $4mv / 3T$

b) $2mv / 3T$

c) mv / T

d) $mv / 3T$

e) $mv / 4T$

24**.** (Uece 2015) No instante em que uma bola de $0{,}5\,\text{kg}$ atinge o ponto mais alto, após ter sido lançada verticalmente para cima com velocidade inicial de $10\,\text{m/s}$, seu momento linear tem módulo

a) 0,5.

b) 10.

c) 0.

d) 5.

25**.** (Fgv 2015) Dois estudantes da FGV divertem-se jogando sinuca, após uma exaustiva jornada de estudos. Um deles impulsiona a bola branca sobre a bola vermelha, idênticas exceto pela cor, inicialmente em repouso. Eles observam que, imediatamente após a colisão

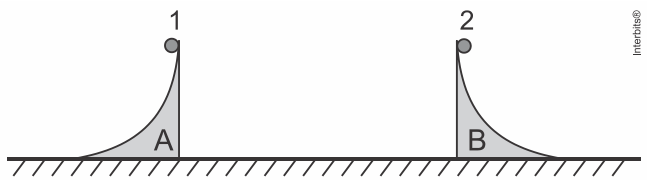
frontal, a bola branca para e a vermelha passa a se deslocar na mesma direção e no mesmo sentido da velocidade anterior da bola branca, mas de valor 10% menor que a referida velocidade. Sobre esse evento, é correto afirmar que houve conservação de momento linear do sistema de bolas, mas sua energia mecânica diminuiu em

a) $1{,}9\%$.
b) $8{,}1\%$.
c) 10%.
d) $11{,}9\%$.
e) 19%.

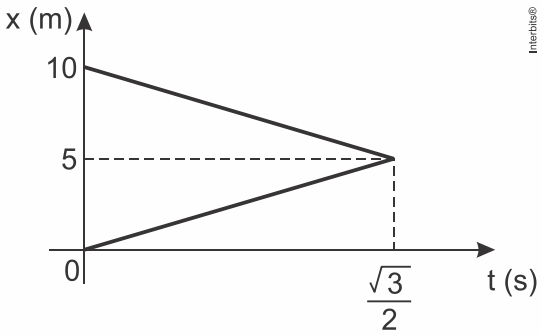
26**.** (Pucrj 2015) Uma massa de $10\ g$ e velocidade inicial de $5{,}0\ m/s$ colide, de modo totalmente inelástico, com outra massa de $15\ g$ que se encontra inicialmente em repouso. O módulo da velocidade das massas, em m/s, após a colisão é:

a) $0{,}20$
b) $1{,}5$
c) $3{,}3$
d) $2{,}0$
e) $5{,}0$

27**.** (Epcar (Afa) 2015) Considere duas rampas A e B, respectivamente de massas $1\,kg$ e $2\,kg$, em forma de quadrantes de circunferência de raios iguais a $10\ m$, apoiadas em um plano horizontal e sem atrito. Duas esferas 1 e 2 se encontram, respectivamente, no topo das rampas A e B e são abandonadas, do repouso, em um dado instante, conforme figura abaixo.



Quando as esferas perdem contato com as rampas, estas se movimentam conforme os gráficos de suas posições x, em metros, em função do tempo t, em segundos, abaixo representados.



Desprezando qualquer tipo de atrito, a razão $\frac{m_1}{m_2}$ das massas m_1 e m_2 das esferas 1 e 2, respectivamente, é

a) $\frac{1}{2}$
b) 1
c) 2

d) $\frac{3}{2}$

28. (Uerj 2015) Uma empresa japonesa anunciou que pretende construir o elevador mais rápido do mundo. Ele alcançaria a velocidade de $72\ km/h$, demorando apenas 43 segundos para chegar do térreo ao 95° andar de um determinado prédio.

Considere os seguintes dados:
- aceleração constante do elevador;
- altura de cada andar do prédio igual a $4\ m$;
- massa do elevador, mais sua carga máxima, igual a $3000\ kg$.

Estime a força média que atua sobre o elevador, quando está com carga máxima, no percurso entre o térreo e o 95° andar.

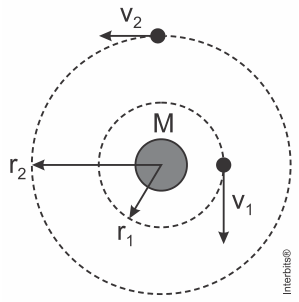
29. (Imed 2015) Dois carros de mesma massa sofrem uma colisão frontal. Imediatamente, antes da colisão, o primeiro carro viajava a $72\ km/h$ no sentido norte de uma estrada retilínea, enquanto o segundo carro viajava na contramão da mesma estrada com velocidade igual a $36\ km/h$, no sentido sul. Considere que a colisão foi perfeitamente inelástica. Qual é a velocidade final dos carros imediatamente após essa colisão?
a) $5\ m/s$ para o norte.
b) $5\ m/s$ para o sul.
c) $10\ m/s$ para o norte.
d) $10\ m/s$ para o sul.
e) $30\ m/s$ para o norte.

30. (Uece 2015) Um projétil disparado horizontalmente de uma arma de fogo atinge um pedaço de madeira e fica encravado nele de modo que após o choque os dois se deslocam com mesma velocidade. Suponha que essa madeira tenha a mesma massa do projétil e esteja inicialmente em repouso sobre uma mesa sem atrito. A soma do momento linear do projétil e da madeira imediatamente antes da colisão é igual à soma imediatamente depois do choque. Qual a velocidade do projétil encravado imediatamente após a colisão em relação à sua velocidade inicial?
a) O dobro.
b) A metade.
c) A mesma.
d) O triplo.

31. (Ufu 2015) Uma pessoa arremessa um corpo de material deformável de massa m_1, com velocidade v_1 em sentido oposto a um outro corpo, também de mesmo material, porém com massa m_2, que possuía velocidade v_2 diferente de zero. Considere que $m_2 = m_1/4$. Os dois corpos se chocam frontalmente numa colisão perfeitamente inelástica, parando imediatamente após o choque.

Na situação descrita, a relação entre os módulos das velocidades iniciais dos dois corpos, antes do choque, é:
a) $v_1 = 4 \cdot v_2$
b) $v_1 = v_2/4$
c) $v_1 = 5 - v_2$
d) $v_1 = v_2$

32. (Upe 2015) A figura a seguir ilustra dois satélites, 1 e 2, que orbitam um planeta de massa M em trajetórias circulares e concêntricas, de raios r_1 e r_2, respectivamente.



Sabendo que o planeta ocupa o centro das trajetórias e que a distância mínima e máxima entre os satélites durante seu movimento é proporcional à razão $4/5$, é CORRETO afirmar que a razão entre os módulos de suas velocidades tangenciais v_1 / v_2 é igual a

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

33. (Upf 2015) Atualmente, um grande número de satélites artificiais gira ao redor da Terra. Alguns são usados para pesquisa científica ou observações dos astros, outros são meteorológicos ou são utilizados nas comunicações, dentre outras finalidades. Esses satélites quegiram ao redor da Terra apresentam velocidades orbitais que dependem da(s)seguinte(s)grandeza(s):
a) Massa do Sol e raio da órbita.
b) Massa do satélite e massa da Terra.
c) Massa da Terra e raio da órbita.
d) Massa do satélite e raio da órbita.
e) Apenas o raio da órbita.

34. (Epcar (Afa) 2015) Na cidade de Macap?, no Amap?, Fernando envia uma mensagem via sat閘ite para Maria na mesma cidade. A mensagem ? intermediada por um sat閘ite geoestacion醨io, em 髒bita circular cujo centro coincide com o centro geom閏rico da Terra, e por uma operadora local de telecomunica玢o da seguinte forma: o sinal de informa玢o parte do celular de Fernando direto para o sat閘ite que instantaneamente retransmite para a operadora, que, da mesma forma, transmite para o sat閘ite mais uma vez e, por fim, ? retransmitido para o celular de Maria.
Considere que esse sinal percorra todo trajeto em linha reta e na velocidade da luz, c; que as dimens鮡s da cidade sejam desprez韝eis em rela玢o ? dist鈔cia que separa o sat閘ite da Terra, que este sat閘ite esteja alinhado perpendicularmente ? cidade que se encontra ao n韝el do mar e na linha do equador. Sendo, M, massa da Terra, T, per韔do de rota玢o da Terra, R_T, raio da Terra e G, a constante de gravita玢o universal, o intervalo de tempo entre a emiss鉶 do sinal no celular de Fernando e a recep玢o no celular de Maria, em fun玢o de c, M, T, G e R_T ?

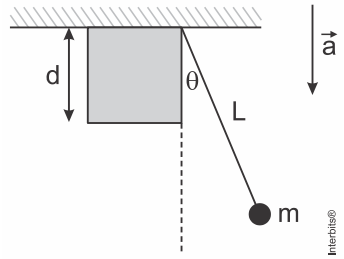
a) $\frac{4}{c}\left(\sqrt[3]{\frac{T^2GM}{4\pi^2}} - R_T\right)$

b) $\frac{2}{c}\left(\sqrt{\frac{2TGM}{4\pi}} + R_T\right)$

c) $\frac{4}{c}\left(\sqrt[3]{\frac{TGM}{4\pi^2}} - R_T\right)$

d) $\frac{1}{c}\left(\sqrt{\frac{TGM}{2\pi}}+R_T\right)$

35. (Upe 2015) Um pêndulo ideal de massa $m = 0,5\,kg$ e comprimento $L = 1,0\,m$ é liberado do repouso a partir de um ângulo θ muito pequeno. Ao oscilar, ele interage com um obstáculo em forma de cubo, de aresta d, que está fixado ao teto.



Sabendo que o período de oscilação do pêndulo é igual a $T = 1,5\,s$ e que a aceleração da gravidade no local do experimento tem módulo $a = \pi^2 m/s^2$, determine o valor de d em metros.

a) $0,25\,m$
b) $0,50\,m$
c) $0,75\,m$
d) $1,00\,m$
e) $1,50\,m$

TEXTO PARA AS PRÓXIMAS 2 QUESTÕES:
A(s) questão(ões) a seguir refere(m)-se ao texto abaixo.

Em seu livro *O pequeno príncipe*, Antoine de Saint-Exupéry imaginou haver vida em certo planeta ideal. Tal planeta teria dimensões curiosas e grandezas gravitacionais inimagináveis na prática. Pesquisas científicas, entretanto, continuam sendo realizadas e não se descarta a possibilidade de haver mais planetas no sistema solar, além dos já conhecidos.

Imagine um hipotético planeta, distante do Sol 10 vezes mais longe do que a Terra se encontra desse astro, com massa 4 vezes maior que a terrestre e raio superficial igual à metade do raio da Terra. Considere a aceleração da gravidade na superfície da Terra expressa por g.

36. (Fgv 2015) Esse planeta completaria uma volta em torno do Sol em um tempo, expresso em anos terrestres, mais próximo de

a) 10.
b) 14.
c) 17.
d) 28.
e) 32.

37. (Fgv 2015) Um objeto, de massa m, a uma altura h acima do solo desse planeta, com h muito menor do que o raio superficial do planeta, teria uma energia potencial dada por $m \cdot g \cdot h$ multiplicada pelo fator

a) 10.
b) 16.
c) 32.
d) 36.

e) 54.

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:
Considere os dados abaixo para resolver a(s) questão(ões), quando for necessário.

Constantes físicas

Aceleração da gravidade próximo à superfície da Terra: $g = 10\,m/s^2$

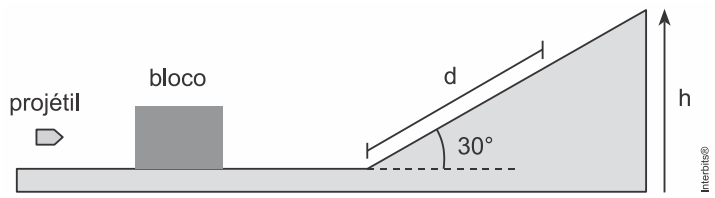
Aceleração da gravidade próximo à superfície da Lua: $g = 1{,}6\,m/s^2$

Densidade da água: $\rho = 1{,}0\,g/cm^3$

Velocidade da luz no vácuo: $c = 3{,}0 \times 108\,m/s$

Constante da lei de Coulomb: $k_0 = 9{,}0 \times 10^9\ N \cdot m^2/C^2$

38. (Cefet MG 2015) Um projétil de massa $m = 10{,}0\ g$ viaja a uma velocidade de $1{,}00\ km/s$ e atinge um bloco de madeira de massa $M = 2{,}00\,kg$, em repouso, sobre uma superfície sem atrito, conforme mostra a figura.



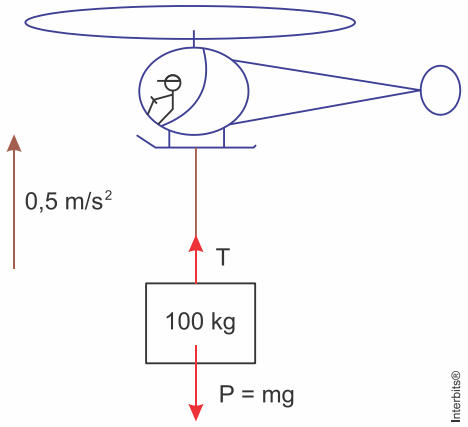
Considerando-se que a colisão entre o projétil e o bloco seja perfeitamente inelástica e desprezando-se todas as forças resistivas, o valor aproximado da distância d percorrida pelo bloco sobre a rampa, em metros, é

a) 1,25.
b) 1,50.
c) 2,00.
d) 2,50.
e) 3,00.

Gabarito:

Resposta da questão 1:
[B]

Observando o diagrama de corpo livre para o sistema de corpos:



Aplicando a segunda lei de Newton sobre o pacote:

$$F_R = m \cdot a$$

$$T - m \cdot g = m \cdot a$$

$$T = m \cdot (g + a) \Rightarrow T = 100\ kg \cdot (10 + 0{,}5)\ m/s^2 \therefore T = 1050\ N$$

Resposta da questão 2:
[E]

Para a situação descrita, pode-se dizer que a Força Centrípeta será igual a Força gravitacional. Assim,

$$F_c = F_g$$

$$\frac{m \cdot v^2}{R} = \frac{G \cdot M \cdot m}{R^2}$$

$$\frac{m \cdot (\omega^2 \cdot R^2)}{R} = \frac{G \cdot M \cdot m}{R^2}$$

$$M = \frac{\omega^2 \cdot R^3}{G}$$

Como, $\omega = \frac{2\pi}{T}$

$$M = \frac{4\pi^2 \cdot R^3}{T^2 \cdot G}$$

Resposta da questão 3:
[C]

Analisando o movimento durante a descida (do ponto A para o ponto B), temos que:

$$E_{M_A} = E_{M_B}$$
$$E_{pg_A} = E_{c_B}$$
$$m \cdot g \cdot h = \frac{m \cdot v_B^2}{2}$$
$$v_B^2 = 800$$

Analisando o movimento durante o movimento retilíneo no qual existe uma força de atrito atuando, podemos encontrar a aceleração que atua no corpo.

$$F_R = -F_{at}$$
$$m \cdot a = -(\mu \cdot m \cdot g)$$
$$a = -(0{,}25 \cdot 10)$$
$$a = -2{,}5 \text{ m/s}^2$$

Assim, usando a equação de Torricelli, podemos encontrar a velocidade do corpo no ponto C.

$$v_c^2 = v_B^2 + 2a \cdot \Delta S$$
$$v_c^2 = 800 + 2 \cdot (-2{,}5) \cdot 40$$
$$v_c^2 = 800 - 200$$
$$v_c^2 = 600$$

Para que um corpo consiga efetuar um loop sem que perca o contato com a pista, este deve ter uma velocidade mínima no ponto mais alto na trajetória, cujo o módulo deve ser

$$v_{mín} = \sqrt{R \cdot g}$$

Desta forma, chamando de D o ponto mais alto do *loop* e sabendo que a altura neste ponto é igual a 2 vezes o raio da trajetória, temos que:

$$E_{M_C} = E_{M_D}$$
$$E_{c_C} = E_{c_D} + E_{pg_D}$$
$$\frac{m \cdot v_C^2}{2} = \frac{m \cdot v_D^2}{2} + m \cdot g \cdot h$$
$$\frac{600}{2} = \frac{R \cdot g}{2} + 10 \cdot 2R$$
$$300 = 40R + 10R$$
$$50R = 600$$
$$R = 12 \text{ m}$$

Resposta da questão 4:
[A]

A força resultante centrípeta representa a diferença entre a força gravitacional e o peso aparente em cada localização no globo terrestre.

$$F_c = F_g - P$$

Sendo,

$$F_g = \frac{G \cdot M \cdot m}{R^2}$$

$$P = m \cdot g$$

Então:

$$m \cdot \omega^2 \cdot r = \frac{G \cdot M \cdot m}{R^2} - m \cdot g$$

Para o corpo no equador, temos $r = R$

$$m \cdot \omega^2 \cdot R = \frac{G \cdot M \cdot m}{R^2} - m \cdot g_e$$

Isolando g_e e simplificando:

$$g_e = \frac{G \cdot M}{R^2} - \omega^2 \cdot R \ \ (1)$$

Para o corpo localizado em um dos polos: $r = 0,$ e:

$$0 = \frac{G \cdot M \cdot m}{R^2} - m \cdot g_p$$

Isolando g_p e simplificando:

$$g_p = \frac{G \cdot M}{R^2} \ \ (2)$$

Fazendo a razão $\frac{(1)}{(2)}$:

$$\frac{g_e}{g_p} = \frac{\frac{G \cdot M}{R^2} - \omega^2 \cdot R}{\frac{G \cdot M}{R^2}} \Rightarrow \frac{g_e}{g_p} = 1 - \frac{\omega^2 \cdot R^3}{G \cdot M}$$

Resposta da questão 5:
[C]

Para a situação-problema, devemos explorar a relação entre o período de oscilação T de um pêndulo simples em relação ao comprimento $L,$ que é dado por:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

De acordo com o dado: $g = \pi^2 m / s^2,$ temos então

$$T = 2\sqrt{L}$$

E isolando L:

$$L = \frac{T^2}{4}$$

Através dos gráficos, retiramos os períodos de oscilação de cada pêndulo:
$T_1 = 1\,s;\ T_2 = 2\ s;\ T_3 = 4\ s$

Finalmente:

$$L_1 = \frac{T_1^2}{4} = \frac{1}{4}\ m$$

$$L_2 = \frac{T_2^2}{4} = 1\,m$$

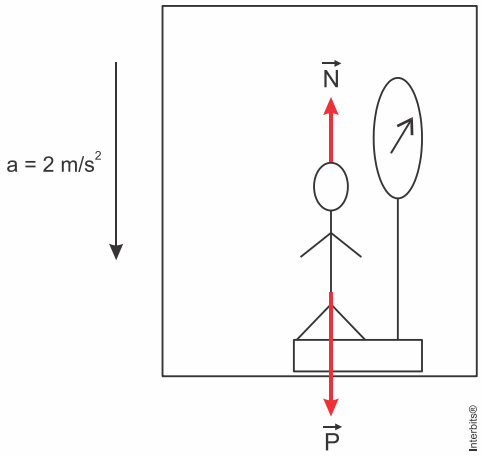
$$L_3 = \frac{T_3^{\,2}}{4} = 4\ \text{m}$$

Relacionando os comprimentos, ficamos com:

$$L_1 = \frac{L_2}{4};\ L_2 = \frac{L_3}{4}\ \text{ e }\ L_3 = 16\,L_1$$

Resposta da questão 6:
[A]

A figura abaixo ilustra a situação física:



Como o diagrama de corpo livre nos mostra, a força resultante a pessoa é:

$$F_R = P - N$$

Usando o Princípio Fundamental da Dinâmica (2ª lei de Newton):

$$F_R = m \cdot a$$

Igualando as duas equações e isolando a força normal, temos:

$$P - N = m \cdot a$$

$$N = m(g - a)$$

$$N = 70\ \text{kg}\left(10\ \text{m/s}^2 - 2\ \text{m/s}^2\right) = 560\ \text{N}$$

Resposta da questão 7:
[A]

<u>1ª Solução:</u>
Do gráfico, calculamos o módulo da aceleração:

$$|a| = \frac{|\Delta v|}{\Delta t} = \frac{|0-5|}{10-0} \Rightarrow |a| = 0{,}5\ \text{m/s}^2.$$

A resultante das forças sobre o corpo é a força de atrito:

$$F_{at} = R \Rightarrow \mu\, \cancel{m}\, g = \cancel{m}\, |a| \Rightarrow \mu = \frac{|a|}{g} = \frac{0{,}5}{10} = 0{,}05 \Rightarrow \boxed{\mu = 5 \times 10^{-2}.}$$

<u>2ª Solução:</u>
Do gráfico, calculamos o deslocamento:

$$\Delta S = \text{"área"} = \frac{5 \times 10}{2} = 25 \text{ m}.$$

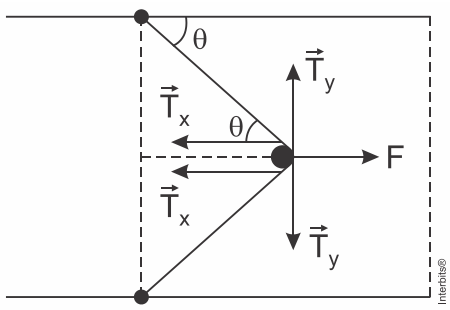
A resultante das forças sobre o corpo é a força de atrito. Pelo teorema da energia cinética:

$$W_{\vec{F}at} = W_{\vec{R}} \Rightarrow -F_{at}\,\Delta S = \frac{m\,v^2}{2} - \frac{m\,v_0^2}{2} \Rightarrow -\mu\,\cancel{m}g\,\Delta S = 0 - \frac{\cancel{m}v_0^2}{2} \Rightarrow$$

$$\mu = \frac{v_0^2}{2\,g\,\Delta S} = \frac{5^2}{2 \times 10 \times 25} = \frac{1}{20} \Rightarrow \boxed{\mu = 5 \times 10^{-2}.}$$

Resposta da questão 8:
[E]

Decompondo as forças nas direções horizontais e vertical, obtemos a representação abaixo:



Aplicando a 2ª lei de Newton, para o sistema, no eixo x, temos:

$$F - 2T \cdot \cos\theta = m \cdot a$$

$$16 - 2 \cdot 36 \cdot \cos\theta = 2 \cdot 2$$

$$\cos\theta = \frac{16-4}{72} = \frac{12}{72} \Rightarrow \cos\theta = \frac{1}{6}$$

Para o cosseno de ângulos do primeiro quadrante:

ângulo	0°	30°	45°	60°	90°
cosseno	1,0	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{1}{2}$	0

Como $\frac{1}{6}$ está entre $\frac{1}{2}$ e 0, conclui-se que $60° < \theta < 90°$.

Resposta da questão 9:
[A]

Como a caixa superior se move junto com a caixa inferior, não há aceleração diferente entre elas e podemos considerar como sendo um corpo único.

E pela 2ª lei de Newton:

$$F = m \cdot a$$

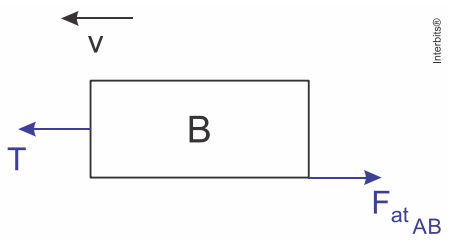
$$F = (2\text{ kg} + 1\text{ kg}) \cdot 2\text{ m/s}^2$$

$$F = 6\text{ N}$$

Resposta da questão 10:
[C]

Para que os dois blocos se movam com velocidade constante, basta que a força resultante em cada um deles separadamente seja nula.

Analisando o Bloco B, temos que:



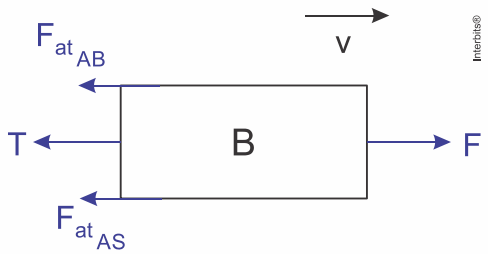
Disto, para que a força resultante seja nula,

$$T = F_{at_{BA}} = \mu \cdot m_B \cdot g$$

$$T = 0{,}35 \cdot 0{,}4 \cdot 10$$

$$T = 1{,}4\ N$$

Analisando o Bloco A, temos que:



Note que a força de atrito entre o bloco A e o bloco B também deve ser considerada neste caso.
Disto, para que a força resultante seja nula,

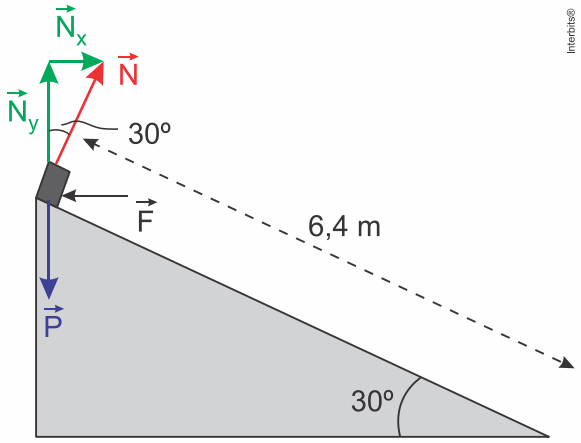
$$F = T + F_{at_{AS}} + F_{at_{BA}}$$

$$F = 1{,}4 + 0{,}35 \cdot (m_A + m_B) \cdot g + 1{,}4$$

$$F = 1{,}4 + 0{,}35 \cdot 1{,}2 \cdot 10 + 1{,}4$$

$$F = 7{,}0\ N$$

Resposta da questão 11:
a) De acordo com o diagrama de forças abaixo representado:



Para o eixo horizontal:

$F = N_x = N \cdot \text{sen } 30°$ (1)

Para o eixo vertical:
$N_y = P \Rightarrow N \cdot \cos 30° = m \cdot g$

$N = \dfrac{m \cdot g}{\cos 30°}$ (2)

Substituindo (2) em (1):
$F = \dfrac{m \cdot g}{\cos 30°} \cdot \text{sen } 30°$

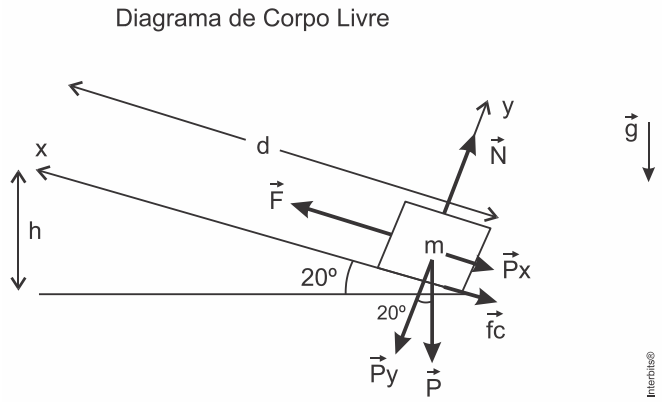
Explicitando a massa:
$m = \dfrac{F}{g \cdot \tan 30°} = \dfrac{11{,}6 \text{ N}}{10 \text{ m/s}^2 \cdot \dfrac{\sqrt{3}}{3}} \therefore m = 2 \text{ kg}$

b) A velocidade na base da rampa é calculada pela equação de Torricelli após determinarmos a aceleração devida à componente do peso $\vec{P}_z$ decomposta na direção do plano inclinado.
$P_z = m \cdot g \cdot \text{sen } 30°$
$a = \dfrac{P_z}{m} = g \cdot \text{sen } 30° = 10 \text{ m/s}^2 \cdot 0{,}5 = 5 \text{ m/s}^2$

Pro Torricelli:
$v^2 = v_0{}^2 + 2a\Delta s \Rightarrow v = \sqrt{v_0{}^2 + 2a\Delta s}$
$v = \sqrt{0 + 2 \cdot 5 \text{ m/s}^2 \cdot 6{,}4 \text{ m}} \therefore v = 8 \text{ m/s}$

Resposta da questão 12:
a) Para o diagrama de corpo livre abaixo ilustrado, temos as forças:
$F =$ força aplicada;
$P =$ força peso;
$N =$ força normal;
$f_c =$ força de atrito cinético;

Obs.: As forças P_x e P_y são decorrentes da decomposição da força peso na direção do plano inclinado (eixo x) e na direção perpendicular à superfície (eixo y).



O trabalho realizado pelo homem para arrastar o pacote pela rampa é dado pela equação
$W = F \cdot d$

Onde,
$W =$ trabalho em joules (J)
$F =$ força em newtons (N)
$d =$ distância da rampa em metros (m)

Como a operação se realiza em velocidade constante, temos que a Força Resultante é nula, e, portanto através do diagrama de corpo livre verificamos que no eixo x, temos
$F = P_x + f_c$

E no eixo y
$N = P_y$

Como $P_x = P\text{sen}\theta = mg\text{sen}\theta$ e $P_y = P\cos\theta = mg\cos\theta$

A força de atrito cinético é dada por $f_c = \mu_c N = \mu_c mg\cos\theta$

Finalmente ficamos com a expressão final para a força F
$F = mg\text{sen}\theta + \mu_c mg\cos\theta = mg(\text{sen}\theta + \mu_c \cos\theta)$

E o trabalho será o produto da força F pela distância d
$W = mgd(\text{sen}\theta + \mu_c \cos\theta)$

Substituindo os valores
$$W = 40\text{kg} \cdot 10\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 3\text{m}(0,34 + 0,20 \cdot 0,94) = 633,6\text{J}$$

b) A variação da Energia Potencial Gravitacional (U) é dada pela expressão
$U = mgh$

Em que $h = d\text{sen}\theta$ usando a trigonometria
Logo,
$$U = 40\text{kg} \cdot 10\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 3\text{m} \cdot 0,34 = 408\text{J}$$

Resposta da questão 13:
[B]

No movimento circular uniforme, a resultante das forças radiais é a força centrípeta:
$$F_r = F_c = \frac{m \cdot v^2}{R}$$

A única força radial é a força de atrito que, dependendo da velocidade, impede que a caixa seja deslocada dentro do caminhão, sendo a resultante centrípeta.
$$F_r = F_{at} = \mu \cdot N \xrightarrow{\text{horizontal}} F_{at} = \mu \cdot m \cdot g$$

Igualando as duas equações:
$$\frac{m \cdot v^2}{R} = \mu \cdot m \cdot g$$

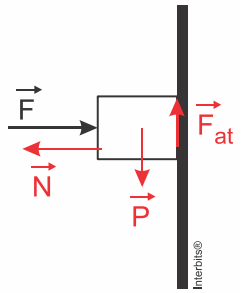
Isolando v:
$$v = \sqrt{\mu \cdot R \cdot g}$$

Substituindo os valores, temos a velocidade máxima para a caixa não escorregar na carroceria:

$$v = \sqrt{0,5 \cdot 51,2 \cdot 10} = \sqrt{256} = 16 \text{ m/s}$$

Resposta da questão 14:
[D]

De acordo com o diagrama de corpo livre abaixo representado:



Para o equilíbrio estático, temos:

$$\begin{cases} F = N \\ F_{at} = P \end{cases}$$

Pela definição da força de atrito:

$$F_{at} = \mu_e \cdot N \Rightarrow F_{at} = \mu_e \cdot F$$

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

Então:

$$\mu_e \cdot F = m \cdot g \Rightarrow F = \frac{m \cdot g}{\mu_e}$$

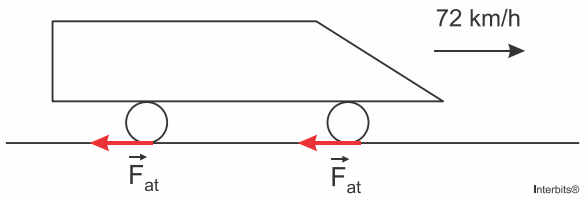
Assim:

$$F = \frac{2 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2}{0,5} \therefore F = 40 \text{ N}$$

Resposta da questão 15:
[B]

A força resultante sobre o veículo é a força de atrito e seu módulo é dado por:

$$F_{at} = \mu \cdot N \xrightarrow{\text{horizontal}} F_{at} = \mu \cdot m \cdot g$$



Sendo assim, a aceleração em módulo será:

$$\mu \cdot g \; a = \frac{F_{at}}{m} = \frac{\mu \cdot m \cdot g}{m} = \mu \cdot g$$

Usando a equação de Torricelli: $v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta s$

Então, a distância percorrida Δs fica:

$$\Delta s = \frac{v^2 - v_0{}^2}{2 \cdot a} = \frac{v^2 - v_0{}^2}{2 \cdot (-\mu \cdot g)}$$

$$\Delta s = \frac{0^2 - \left(\frac{72\,km/h}{3,6\frac{km/h}{m/s}}\right)^2}{2 \cdot \left(-0,8 \cdot 10\,m/s^2\right)} = \frac{-400\ m^2/s^2}{-16\ m/s^2} = 25\ m$$

Resposta da questão 16:
[D]

Para o movimento harmônico simples (MHS), o período de oscilação (T) de um sistema massa-mola sem atrito com a superfície é dado por:

$$\boxed{T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}} \quad (1)$$

Onde:
$m =$ massa do conjunto em quilogramas (kg);
$T =$ período da oscilação em segundos (s);
$k =$ constante elástica da mola em $\left(\frac{N}{m}\right)$

Foi dado que o tempo para 10 oscilações foi de 20 segundos, então o tempo de cada oscilação é de 2 s, que justamente é o período (T): $T = 2\,s$

Tendo o período de oscilação, calculamos o valor da constante elástica k a partir da equação (1) elevada ao quadrado e isolando k:

$$k = \frac{4\pi^2 m}{T^2} \Rightarrow k = \frac{4 \cdot 3^2 \cdot 1\,kg}{2^2\,s^2} = 9\frac{N}{m}$$

A Força resultante é dada pela soma vetorial entre a força elástica e a força de atrito entre o bloco pequeno e o bloco maior e, portanto no plano horizontal, para os módulos das forças, temos:

$$\left|\vec{F}_e\right| = \left|\vec{F}_{at}\right| \quad (2)$$

Onde,
$F_e =$ força elástica em newtons (N) dada pela Lei de Hooke $\vec{F}_e = -k \cdot \vec{x}$ (3)
$F_{at} =$ força de atrito estático entre o bloco maior e o bloco menor em newtons (N): $\vec{F}_{at} = \mu_e \cdot \vec{N}$ (4)

Como o movimento é dado no plano horizontal, o módulo da força normal $|\vec{N}|$ é igual ao módulo da força peso.

$$|\vec{N}| = |\vec{P}| = m \cdot |\vec{g}| = m \cdot g \quad (5)$$

Substituindo o valor do módulo da força normal em (5) na equação (4), temos:

$$\left|\vec{F}_{at}\right| = \mu_e \cdot m \cdot g \quad (6)$$

Compondo as equações (3) e (6) na equação (2)

$$k \cdot x = \mu_e \cdot m \cdot g \quad (7)$$

Em que o alongamento da mola (x) é dado pela amplitude de 0,30 m.

Sendo assim, o coeficiente de atrito estático μ_e será:

$$\mu_e = \frac{k \cdot x}{m \cdot g} = \frac{9\frac{N}{m} \cdot 0{,}3m}{1kg \cdot 10\frac{m}{s^2}} = \frac{2{,}7N}{10N} = 0{,}27$$

Resposta da questão 17:
[C]

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

Volume do tronco de cone:

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

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

Peso de líquido no recipiente cheio:

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

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

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

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

Resposta da questão 18:
[B]

Avaliação das alternativas:

[A] (Falsa) A força normal não é nula, pois o bloco está apoiado sobre ela.

[B] (Verdadeira) No movimento circular uniforme a força resultante é a força centrípeta, então:

$$F_r = F_c \Rightarrow F_r = \frac{m \cdot v^2}{R} \Rightarrow F_r = \frac{0{,}5\ kg \cdot (2\ m/s)^2}{0{,}4\ m} \Rightarrow F_r = 5\ N$$

[C] (Falsa) A aceleração tangencial é igual a zero, pois a única aceleração é a centrípeta no MCU.

[D] (Falsa) A aceleração total do bloco é igual à centrípeta que é $a_c = \frac{v^2}{R} = \frac{2^2}{0{,}4} = 10\ m/s^2$.

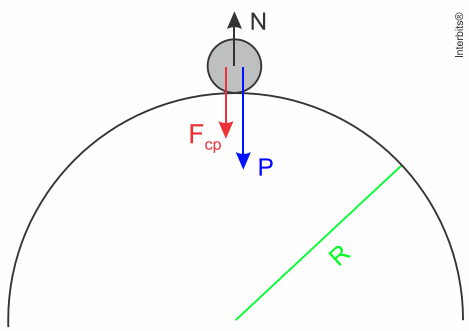
[E] (Falsa) Ao cortar o fio, o bloco sai pela tangente da curva devido à inércia de movimento.

Resposta da questão 19:
[C]

Em uma trajetória plana,

$$\vec{N} = \vec{P}$$

A força normal é igual a força peso exercida pelo carro.
Já na situação proposta na questão, no ponto mais alto a força normal tem que ser menor que o peso.
Isto se deve ao fato que a força resultante deve, necessariamente, apontar para o centro da trajetória, visto que se trata de um movimento circular e esta resultante é a força centrípeta.

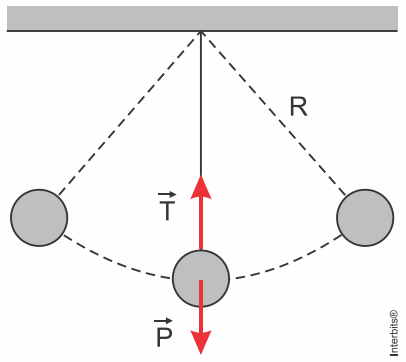


Desta forma, pode-se afirmar que a força normal é menor nesta situação que na situação de uma trajetória plana.
Como a força de atrito é proporcional a força Normal,
$F_{AT} = \mu \cdot N$

A força de atrito no ponto mais alto também será menor que em uma trajetória plana.

Resposta da questão 20:
[E]

A força resultante no movimento circular é igual à força centrípeta:
$F_R = F_C$ (1)



No ponto mais baixo da trajetória do pêndulo, a força resultante é:
$F_R = T - P$ (2)

Sendo a força centrípeta dada por:

$$F_C = \frac{m \cdot v^2}{R} \quad (3)$$

Substituindo (2) e (3) na equação (1):

$$T - P = \frac{m \cdot v^2}{R}$$

$$T = \frac{m \cdot v^2}{R} + P$$

Resolvendo com os valores numéricos:

$$T = \frac{0{,}020\ \text{kg} \cdot (2\ \text{m/s})^2}{0{,}10\ \text{m}} + 0{,}020\ \text{kg} \cdot 10\ \text{m/s}^2$$
$$T = 1{,}0\ \text{N}$$

Resposta da questão 21:
[E]

Na Figura 1, calculamos a altura (**h**) e a distância percorrida (ΔS) percorrida pelo menino.

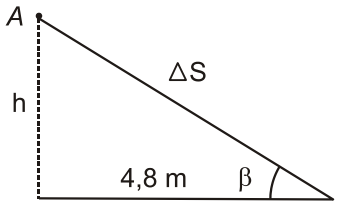


Figura 1

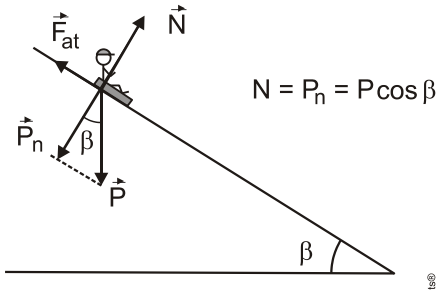


Figura 2

Interbits®

$$\begin{cases} \text{tg}\,\theta = \dfrac{h}{4{,}8} \Rightarrow \dfrac{0{,}6}{0{,}8} = \dfrac{h}{4{,}8} \Rightarrow h = \dfrac{3 \times 4{,}8}{4} \Rightarrow h = 3{,}6\ \text{m.} \\ \text{sen}\,\theta = \dfrac{h}{\Delta S} \Rightarrow 0{,}6 = \dfrac{3{,}6}{\Delta S} \Rightarrow \Delta S = \dfrac{3{,}6}{0{,}6} \Rightarrow \Delta S = 6\ \text{m.} \end{cases}$$

Aplicando o Teorema da Energia Cinética na Figura 2.

$$W_{\vec{R}} = \Delta E_C \Rightarrow W_{\vec{P}} + W_{\vec{N}} + W_{\vec{F}at} = \frac{m\,v^2}{2} - \frac{m\,v_0^2}{2} \Rightarrow$$

$$m\,g\,h + 0 + F_{at}\ \Delta S = \frac{m\,v^2}{2} - 0 \Rightarrow \cancel{m}\,g\,h - \mu\,\cancel{m}\,g\cos\beta\ \Delta S = \frac{\cancel{m}\,v^2}{2} \Rightarrow$$

$$\cancel{m}\,g\,h - \mu\,\cancel{m}\,g\cos\beta\ \Delta S = \frac{\cancel{m}\,v^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{2\left(g\,h - \mu\ g\ \Delta S\ \cos\beta\right)} \Rightarrow$$

$$v = \sqrt{2\left[(10 \times 3{,}6) - (0{,}25 \times 10 \times 6 \times 0{,}8)\right]} = \sqrt{48} \Rightarrow v = 4\sqrt{3}\ \text{m/s.}$$

Calculando o módulo da variação da Quantidade de Movimento:

$$\Delta Q = m(v - v_0) = 60\left(4\sqrt{3} - 0\right) \Rightarrow \boxed{\Delta Q = 240\sqrt{3}\ \text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}.}$$

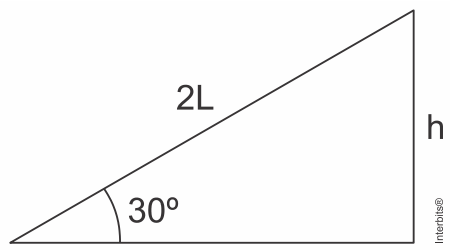
Resposta da questão 22:
[D]

Pelo Teorema da Energia Cinética, tem-se que:
$W = \Delta E_c$

Analisando a questão, verifica-se que existem 3 forças atuando no sistema: tração, peso e atrito.
A tração faz a função da Força Centrípeta, portanto não executa trabalho.
O peso realiza trabalho e o seu módulo é exatamente a variação da Energia Potencial do movimento.
O atrito também realiza trabalho.
Desta forma,

$$\Delta E_c = -\left(W_{peso} + W_{atrito}\right)$$

Visualizando o plano inclinado de lado, temos:



Do triangulo,

$$\text{sen}\left(30°\right) = \frac{h}{2L} = \frac{1}{2}$$

$$h = L$$

Assim,

$$W_{peso} = m \cdot g \cdot h$$

$$W_{peso} = m \cdot g \cdot L$$

e

$$W_{atrito} = F_{at} \cdot d = \mu \cdot N \cdot d$$

Por ser um plano inclinado $\rightarrow N = P \cdot \cos\left(30°\right) = m \cdot g \cdot \cos\left(30°\right)$

Por ser uma trajetória circular (meia volta) $\rightarrow d = \pi \cdot L$

Assim,

$$W_{atrito} = \frac{1}{\pi\sqrt{3}} \cdot m \cdot g \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \pi \cdot L$$

$$W_{atrito} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot g \cdot L$$

Por fim,

$$\Delta E_c = -\left(m \cdot g \cdot L + \frac{1}{2} m \cdot g \cdot L\right)$$

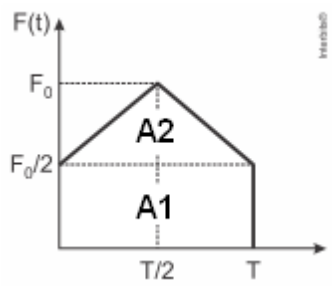
$$\Delta E_c = -\frac{3}{2} m \cdot g \cdot L$$

Como a questão pede somente a variação, podemos assumir o módulo do valor encontrado.

Resposta da questão 23:
[A]

Como o choque é elástico entre partículas de mesma massa, se as duas partículas se encontrarem no alinhamento do centro de massa de ambas, elas trocam de velocidades.

Através do cálculo da área sob a curva do gráfico, temos o Impulso:



$$I = A_1 + A_2 = T \cdot \frac{F_0}{2} + \frac{T}{2} \cdot \frac{F_0}{2} = \frac{3}{4} \cdot T \cdot F_0$$

Pelo teorema do Impulso sabemos que $I = \Delta Q$.

Para a partícula que se move durante o pequeno intervalo de tempo em que ocorre a interação entre as duas partículas, a variação da quantidade de movimento é dada por:
$\Delta Q = m \cdot v$

Ficamos então com
$$mv = \frac{3}{4} \cdot T \cdot F_0$$

E, finalmente:
$$F_0 = \frac{4}{3} \frac{mv}{T}$$

Resposta da questão 24:
[C]

No instante em que a bola atinge o ponto mais alto, sua velocidade é nula, pois é o exato ponto onde ela para e muda de direção (começa a cair).

Tendo que o momento linear é dado por:
$Q = m \cdot v$
$Q = 0{,}5 \cdot 0$
$Q = 0$

Se a velocidade da bola é nula, seu momento linear também é nulo.

Resposta da questão 25:
[E]

Calculando-se as energias cinéticas no momento antes e depois da colisão teremos:
$$E_{c_i} = \frac{m \cdot v_0^2}{2}$$

e

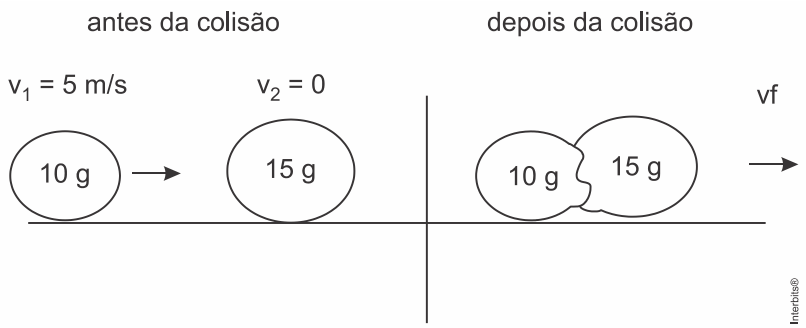
$$E_{c_f} = \frac{m \cdot (0{,}9 \cdot v_0)^2}{2} = 0{,}81 \cdot \frac{m \cdot v_0^2}{2} = 0{,}81 \cdot E_{c_i}$$

Assim, a perda de energia percentual pode ser calculada.

$$\text{Perda} = \left(1 - \frac{E_{c_f}}{E_{c_i}}\right) \cdot 100\% = \left(1 - \frac{0{,}81 \cdot E_{c_i}}{E_{c_i}}\right) \cdot 100\%$$
$$\text{Perda} = (1 - 0{,}81) \cdot 100\%$$
$$\text{Perda} = 19\%$$

Resposta da questão 26:
[D]

As colisões totalmente inelásticas ocorrem quando os corpos após colidirem ficam unidos como se fosse um só corpo e suas velocidades finais são iguais entre si.



A quantidade de movimento Q se conserva, portanto a quantidade de movimento antes da colisão é a mesma após a colisão.

$$Q_{inicial} = Q_{final}$$
$$m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 = (m_1 + m_2) \cdot v_f$$
$$v_f = \frac{m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2}{m_1 + m_2}$$

Substituindo os valores:
$$v_f = \frac{10g \cdot 5m/s + 15g \cdot 0m/s}{10g + 15g} = \frac{50g \cdot m/s}{25g} = 2\ m/s$$

Resposta da questão 27:
[A]

Da figura, notamos que as duas esferas (1 e 2) possuem a mesma velocidade em módulo ao final do trajeto curvilíneo, pois são lançadas de mesma altura.

Por conservação de energia em cada esfera:
$$v_1 = v_2 = \sqrt{2Rg}$$

Por conservação da quantidade de movimento nos conjuntos rampa e esfera:
$$m_1 v_1 = m_A v_A = 1 \cdot v_A \quad (1)$$

$$m_2 v_2 = m_B v_B = 2 \cdot v_B \quad (2)$$

Nota-se através do gráfico apresentado, que as duas rampas têm a mesma velocidade em módulo, portanto $v_A = v_B$.

Sendo assim, a razão entre as massas das esferas 1 e 2 é dada por (1) dividido por (2):

$$\frac{m_1 \cancel{v_1}}{m_2 \cancel{v_2}} = \frac{1 \cdot \cancel{v_A}}{2 \cdot \cancel{v_B}}$$

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{1}{2}$$

Resposta da questão 28:
A questão está muito mal formulada, pois ela não especifica:
- se o elevador para ao atingir o 95º andar (caso esse não seja o último andar), ou se passa por ele com velocidade de $72\ km/h$;
- se essa força média é a resultante, ou a tração no cabo que puxa o elevador.

Vamos considerar três situações, aplicando o teorema do impulso em cada uma delas.
1ª) O elevador para no 95º andar e a força média pedida é a resultante (**R**).

$$I_{\vec{R}} = \Delta Q \Rightarrow R\,\Delta t = m\,\Delta v \Rightarrow R \cdot 43 = 3.000(0-0) \Rightarrow \boxed{R = 0\ N.}$$

2ª) O elevador passa pelo 95º andar com velocidade de 72 km/h (20 m/s) e a força média pedida é a resultante (**R**).

$$I_{\vec{R}} = \Delta Q \Rightarrow R\,\Delta t = m\,\Delta v \Rightarrow R \cdot 43 = 3.000(20-0) \Rightarrow \boxed{R \cong 1.395\ N.}$$

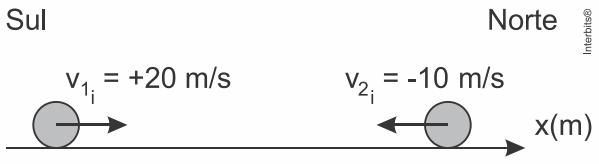
3ª) O elevador passa pelo 95º andar com velocidade de 72 km/h (20 m/s) e a força média pedida é a força de tração no cabo (**F**).

$$I_{\vec{R}} = \Delta Q \Rightarrow (F-P)\Delta t = m\,\Delta v \Rightarrow (F-30.000)43 = 3.000(20-0) \Rightarrow$$

$$F = \frac{60.000}{43} + 30.000 \Rightarrow \boxed{F \cong 31.400\ N.}$$

Resposta da questão 29:
[A]

Tem-se a seguinte situação.



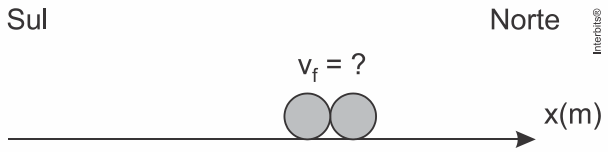
Em uma colisão perfeitamente inelástica, os corpos permanecem juntos após a colisão.
Desta forma:

$$m_1 \cdot v_{1_i} + m_2 \cdot v_{2_i} = m_1 \cdot v_{1_f} + m_2 \cdot v_{2_f}$$

Como,

$$v_{1_f} = v_{2_f}$$

$$m_1 \cdot v_{1_i} + m_2 \cdot v_{2_i} = (m_1 + m_2) \cdot v_f$$

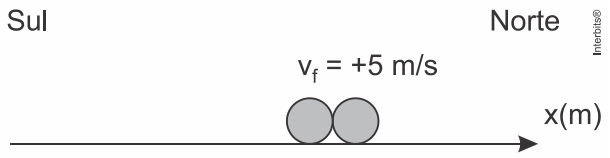


$$m \cdot (+20) + m \cdot (-10) = 2 \cdot m \cdot v_f$$

$$2v = 10$$

$$v = +5\,m/s$$

Assim,

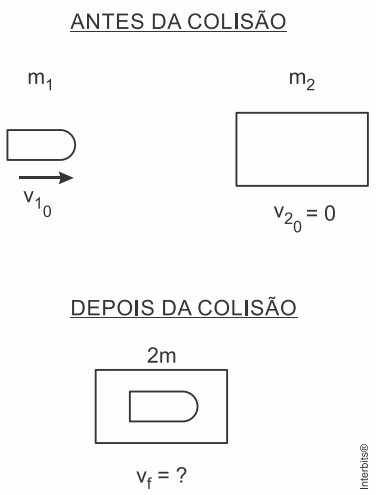


Resposta da questão 30:
[B]

Do descrito no enunciado, sabe-se que:

$m_1 = m_2 = m$

$v_{1f} = v_{2f} = v_f$



Logo,

$Qi = Qf$

$m_1 \cdot v_{1_0} + m_2 \cdot v_{2_0} = (m_1 + m_2) \cdot v_f$

$m \cdot v_{1_0} = 2 \cdot m \cdot v_f$

$v_f = \dfrac{v_{1_0}}{2}$

Assim, a velocidade após a colisão é a metade da velocidade inicial do projétil.

Resposta da questão 31:
[B]

Na colisão temos que as quantidades de movimento linear inicial e final são iguais:

$Q_i = Q_f$

Como $Q_f = 0$ e $Q_i = m_1 v_1 + m_2(-v_2)$

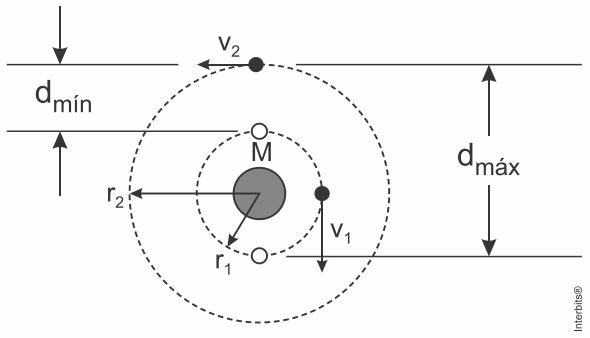
Ficamos com $m_1 v_1 = m_2 v_2$

E usando a informação $m_2 = \dfrac{m_1}{4}$ e substituindo na equação anterior, resulta:

$$v_1 = \frac{v_2}{4}$$

Resposta da questão 32:
[B]

A partir da figura abaixo, temos:



$$\frac{d_{mín}}{d_{máx}} = \frac{r_2 - r_1}{r_2 + r_1} = \frac{4}{5}$$

De onde vem:
$5 \cdot (r_2 - r_1) = 4 \cdot (r_2 + r_1)$

$r_2 = 9 \cdot r_1$ (1)

Como a força resultante em movimentos curvilíneos é igual á força centrípeta e esta representa a força gravitacional:

$F_c = F_g$

$$\frac{m \cdot v^2}{r} = \frac{G \cdot M \cdot m}{r^2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{G \cdot M}{r}} \quad (2)$$

Fazendo a razão v_1 / v_2 :

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\sqrt{\frac{G \cdot M}{r_1}}}{\sqrt{\frac{G \cdot M}{r_2}}} = \sqrt{\frac{r_2}{r_1}}$$

Substituindo a equação (1)

$$\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{9 \cdot r_1}{r_1}} \Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \sqrt{9} = 3$$

Resposta da questão 33:
[C]

O movimento de satélites pode ser considerado um movimento circular uniforme e a velocidade orbital desses objetos pode ser obtida igualando as forças existentes. No caso, a força centrípeta e a força gravitacional.

$$F_c = F_g$$

$$\frac{m \cdot v^2}{R} = G\frac{M \cdot m}{R^2}$$

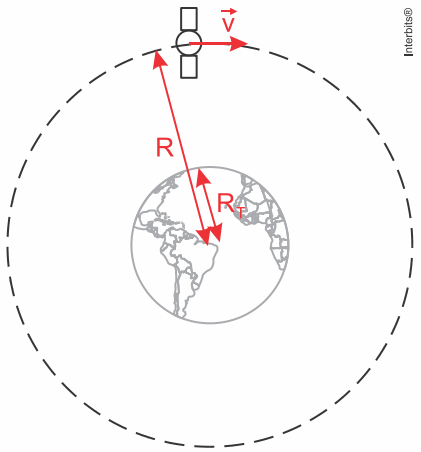
Explicitando a velocidade e fazendo as simplificações:

$$v = \sqrt{G\frac{M}{R}}$$

Então a velocidade depende da massa da Terra e do raio da órbita.

Resposta da questão 34:
[A]

A figura abaixo ilustra a situação do problema:



Neste caso, a força gravitacional é a força resultante centrípeta, então:
$F_g = F_c$

$$G\frac{M \cdot m}{R^2} = \frac{m \cdot v^2}{R}$$

Isolando v temos a equação para a velocidade orbital do satélite:

$$v = \sqrt{\frac{GM}{R}} \quad (1)$$

Sabendo que a distância percorrida pela onda eletromagnética é $R - R_T$ e a sua velocidade é c, temos:

$$c = \frac{4(R - R_T)}{t} \Rightarrow t = \frac{4}{c}(R - R_T) \quad (2)$$

Como o satélite é geoestacionário, executa um movimento circular uniforme com período igual ao tempo de rotação da Terra.

$$v = \frac{2\pi R}{T} \quad (3)$$

Fazendo (3) = (1), obtemos uma expressão para R:

$$\frac{2\pi R}{T} = \sqrt{\frac{GM}{R}}$$

Isolando R fica:

$$R = \sqrt[3]{\frac{T^2GM}{4\pi^2}} \quad (4)$$

Substituindo-se (4) em (2):

$$t = \frac{4}{c}\left(\sqrt[3]{\frac{T^2GM}{4\pi^2}} - R_T\right)$$

Resposta da questão 35:
[C]

Neste caso, temos dois pêndulos de períodos e comprimentos diferentes. Seus comprimentos são: L e $L-d$

As expressões dos períodos de cada pêndulo são:

$$T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \text{ e } T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{L-d}{g}}$$

O período total do pêndulo misto é formado pela soma das duas metades de cada pêndulo

$$\frac{T_1}{2} + \frac{T_2}{2} = T_{tot}$$

Então,

$$T_1 + T_2 = 2 \cdot T_{tot}$$

$$2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} + 2\pi\sqrt{\frac{L-d}{g}} = 2 \cdot T_{tot}$$

Usando os valores de $T_{tot} = 1{,}5\text{ s}$, $L = 1\text{ m}$ e $g = \pi^2\text{ m/s}^2$

$$\pi\sqrt{\frac{1}{\pi^2}} + \pi\sqrt{\frac{1-d}{\pi^2}} = 1{,}5$$

$$\sqrt{1} + \sqrt{1-d} = 1{,}5$$

$$\sqrt{1-d} = 1{,}5 - 1$$

$$1 - d = (0{,}5)^2$$

$$d = 0{,}75\text{ m}$$

Resposta da questão 36:
[E]

Sabendo que:

$$\begin{cases} Rx = 10 \cdot R_T \\ T_T = 1\text{ ano} \\ T_x = ? \end{cases}$$

Utilizando a 3ª Lei de Kepler:

$$\frac{R_x^3}{T_x^2} = \frac{R_T^3}{T_T^2}$$
$$\frac{(10 \cdot R_T)^3}{T_x^2} = \frac{R_T^3}{1^2}$$
$$\frac{1000}{T_x^2} = 1$$
$$T_x^2 = 1000$$
$$T_x = \sqrt{1000}$$
$$T_x \ \square \ 32 \text{ anos}$$

Resposta da questão 37:
[B]

Sabendo que,
$$g_p = \frac{G \cdot M_p}{R_p^2} \quad (1)$$

E que do enunciado tem-se que,
$$\begin{cases} M_p = 4 \cdot M_T \\ R_p = \frac{1}{2} \cdot R_T \end{cases} \quad (2)$$

Logo, fazendo a substituição de (2) em (1),
$$g_p = \frac{G \cdot (4 \cdot M_T)}{\left(\frac{1}{2} \cdot R_T\right)^2} = \frac{4 \cdot G \cdot M_T}{\frac{1}{4} \cdot R_T^2} = 16 \cdot \frac{G \cdot M_T}{R_T^2}$$
Assim,
$$g_p = 16 \cdot g$$

Calculando a energia potencial do planeta,
$$E_{p_{planeta}} = m \cdot g_p \cdot h = m \cdot (16 \cdot g) \cdot h$$
$$E_{p_{planeta}} = 16 \cdot m \cdot g \cdot h$$

Assim, o fator pedido na questão é 16.

Resposta da questão 38:
[D]

Em um sistema isolado, pode-se dizer que:
$$Q_i = Q_f$$

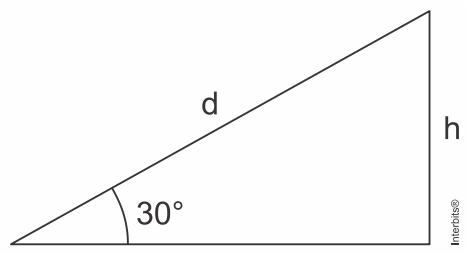
Desta forma, pode-se afirmar que a quantidade de movimento inicial é a soma da quantidade de movimento do projétil mais a quantidade de movimento do bloco e a quantidade de movimento final é o sistema projétil-bloco. Assim,

$$Q_m + Q_M = Q_{m+M}$$
$$m \cdot v_{projétil} + M \cdot v_{bloco} = m_{TOTAL} \cdot v_{final}$$
$$10 \cdot 10^{-3} + 0 = (2 + 0{,}01) \cdot v_{final}$$
$$v_{final} = \frac{10}{2{,}01}$$
$$v_{final} \approx 5\,m/s$$

Como não existem forças dissipativas, pode-se afirmar que a energia mecânica é conservada durante o movimento. Desta forma,

$$E_{m_i} = E_{m_f}$$
$$\frac{m_{TOTAL} \cdot v_i^2}{2} = m_{TOTAL} \cdot g \cdot h$$
$$\frac{25}{2} = 10 \cdot h$$
$$h = 1{,}25m$$

Assim, do triângulo, pode-se calcular a distância d percorrida:



$$\text{sen}(30°) = \frac{h}{d} = \frac{1}{2}$$
$$d = 2h$$
$$d = 2{,}5m$$