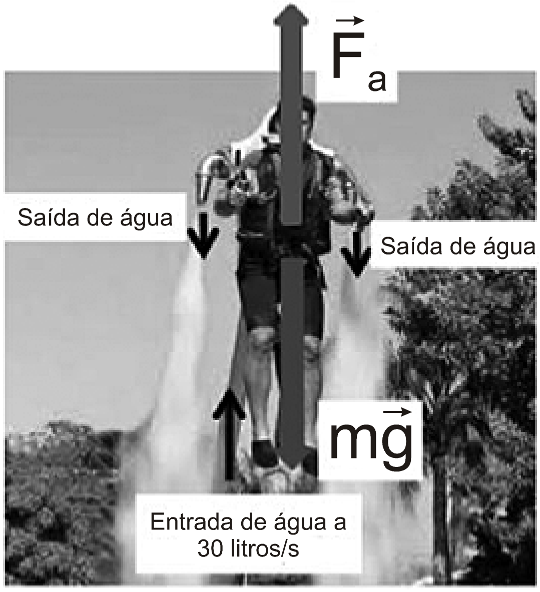
1**.** (Unicamp 2015) Jetlev é um equipamento de diversão movido a água. Consiste em um colete conectado a uma mangueira que, por sua vez, está conectada a uma bomba de água que permanece submersa. O aparelho retira água do mar e a transforma em jatos para a propulsão do piloto, que pode ser elevado a até 10 metros de altura (ver figura abaixo).



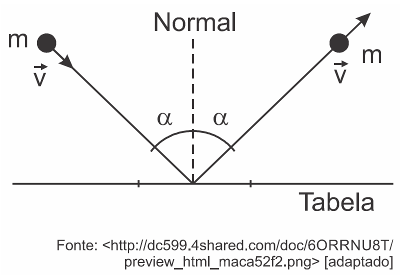
a) Qual é a energia potencial gravitacional, em relação à superfície da água, de um piloto de $60\text{km},$ quando elevado a 10 metros de altura?

b) Considere que o volume de água por unidade de tempo que entra na mangueira na superfície da água é o mesmo que sai nos jatos do colete, e que a bomba retira água do mar a uma taxa de $30\text{ litros / s}.$ Lembre-se que o Impulso $\vec{I}$ de uma força constante $\vec{F},$ dado pelo produto desta força pelo intervalo de tempo Δt de sua aplicação $\vec{I} = \vec{F}\Delta t,$ é igual, em módulo, à variação da quantidade de movimento ΔQ do objeto submetido a esta força. Calcule a diferença de velocidade entre a água que passa pela mangueira e a que sai nos jatos quando o colete propulsor estiver mantendo o piloto de $m = 60\text{kg}$ em repouso acima da superfície da água. Considere somente a massa do piloto e use a densidade da água $\rho = 1\text{kg / litro}.$

2**.** (Uerj 2015) Um esquiador, com 70kg de massa, colide elasticamente contra uma árvore a uma velocidade de $72\text{km / h}.$

Calcule, em unidades do $\text{SI},$ o momento linear e a energia cinética do esquiador no instante da colisão.

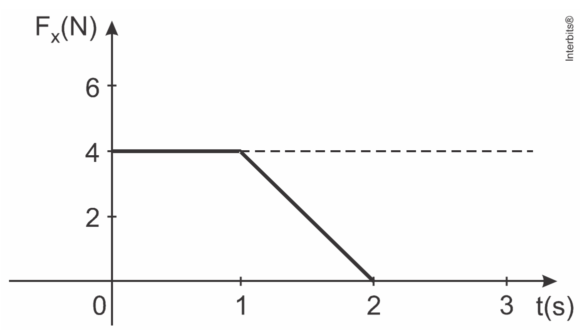
3**.** (Pucpr 2015) A figura a seguir ilustra uma visão superior de uma mesa de sinuca, onde uma bola de massa 400 g atinge a tabela com um ângulo de $60°$ com a normal e ricocheteia formando o mesmo ângulo com a normal. A velocidade da bola, de $9\text{ m / s},$ 9 m/s, altera apenas a direção do movimento durante o choque, que tem uma duração de $10\text{ ms}.$



A partir da situação descrita acima, a bola exerce uma força média na tabela da mesa de:
a) $360\ \text{N}$.
b) $5400\ \text{N}$.
c) $3600\ \text{N}$.
d) $4000\ \text{N}$.
e) $600\ \text{N}$.

4. (Ufrgs 2015) Um bloco de massa 1kg move-se retilineamente com velocidade de módulo constante igual a $3\,\text{m/s}$, sobre urna superfície horizontal sem atrito. A partir de dado instante, o bloco recebe o impulso de sua força externa aplicada na mesma direção e sentido de seu movimento. A intensidade dessa força, em função do tempo, é dada pelo gráfico abaixo.

A partir desse gráfico, pode-se afirmar que o módulo da velocidade do bloco após o impulso recebido é, em m/s, de



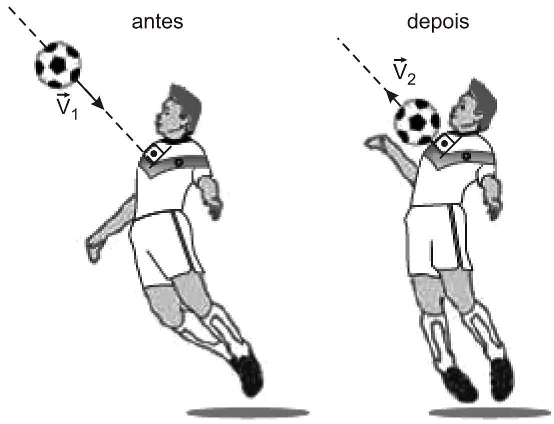
a) -6.
b) 1.
c) 5.
d) 7.
e) 9.

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

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

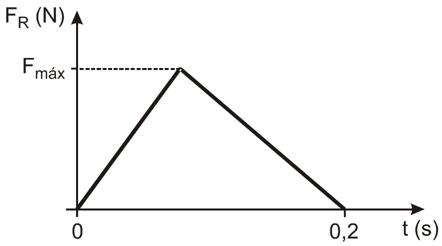
Estime a força média que atua sobre o elevador, quando está com carga máxima, no percurso entre o térreo e o $95º$ andar.

6. (Unesp 2015) O gol da conquista do tetracampeonato pela Alemanha na Copa do Mundo de 2014 foi feito pelo jogador Götze. Nessa jogada, ele recebeu um cruzamento, matou a bola no peito, amortecendo-a, e chutou de esquerda para fazer o gol. Considere que, imediatamente antes de tocar o jogador, a bola tinha velocidade de módulo $V_1 = 8\ m/s$ em uma direção perpendicular ao seu peito e que, imediatamente depois de tocar o jogador, sua velocidade manteve-se perpendicular ao peito do jogador, porém com módulo $V_2 = 0,6\ m/s$ e em sentido contrário.



(www.colorir-e-pintar.com. Adaptado.)

Admita que, nessa jogada, a bola ficou em contato com o peito do jogador por $0,2\ s$ e que, nesse intervalo de tempo, a intensidade da força resultante (F_R), que atuou sobre ela, variou em função do tempo, conforme o gráfico.



Considerando a massa da bola igual a $0,4\ kg$, é correto afirmar que, nessa jogada, o módulo da força resultante máxima que atuou sobre a bola, indicada no gráfico por $F_{máx}$, é igual, em newtons, a
a) $68,8$.
b) $34,4$.
c) $59,2$.
d) $26,4$.
e) $88,8$.

7. (Uerj 2015) Admita uma colisão frontal totalmente inelástica entre um objeto que se move com velocidade inicial v_0 e outro objeto inicialmente em repouso, ambos com mesma massa.

Nessa situação, a velocidade com a qual os dois objetos se movem após a colisão equivale a:
a) $\frac{v_0}{2}$
b) $\frac{v_0}{4}$
c) $2v_0$
d) $4v_0$

8. (Fuvest 2015) Um trabalhador de massa m está em pé, em repouso, sobre uma plataforma de massa M. O conjunto se move, sem atrito, sobre trilhos horizontais e retilíneos, com velocidade de módulo constante v. Num certo instante, o trabalhador começa a caminhar sobre a plataforma e permanece com velocidade de módulo v, em relação a ela, e com sentido oposto ao do movimento dela em relação aos trilhos. Nessa situação, o módulo da velocidade da plataforma em relação aos trilhos é

a) $\left(2m+M\right)v/\left(m+M\right)$

b) $\left(2m+M\right)v/M$

c) $\left(2m+M\right)v/m$

d) $\left(M-m\right)v/M$

e) $\left(m+M\right)v/\left(M-m\right)$

TEXTO PARA AS PRÓXIMAS 2 QUESTÕES:
Se precisar, utilize os valores das constantes aqui relacionadas.

Constante dos gases: $R = 8\,J/(mol \times K)$.

Pressão atmosférica ao nível do mar: $P_0 = 100\text{ kPa}$.

Massa molecular do $CO_2 = 44\text{ u}$.

Calor latente do gelo: $80\,cal/g$.

Calor específico do gelo: $0,5\,cal/(g \times K)$.

$1\,cal = 4 \times 10^7\,erg$.

Aceleração da gravidade: $g = 10,0\,m/s^2$.

9. (Ita 2015) Uma massa puntiforme é abandonada com impulso inicial desprezível do topo de um hemisfério maciço em repouso sobre uma superfície horizontal. Ao descolar-se da superfície do hemisfério, a massa terá percorrido um ângulo θ em relação à vertical. Este experimento é realizado nas três condições seguintes, I, II e III, quando são medidos os respectivos ângulos θ_I, θ_{II} e θ_{III}:

I. O hemisfério é mantido preso à superfície horizontal e não há atrito entre a massa e o hemisfério.
II. O hemisfério é mantido preso à superfície horizontal, mas há atrito entre a massa e o hemisfério.
III. O hemisfério e a massa podem deslisar livremente pelas respectivas superfícies.

Nestas condições, pode-se afirmar que

a) $\theta_{II} < \theta_I$ e $\theta_{III} < \theta_I$.

b) $\theta_{II} < \theta_I$ e $\theta_{III} > \theta_I$.

c) $\theta_{II} > \theta_I$ e $\theta_{III} < \theta_I$.

d) $\theta_{II} > \theta_I$ e $\theta_{III} > \theta_I$.

e) $\theta_I = \theta_{III}$.

10. (Ita 2015) Uma chapa metálica homogênea quadrada de 100 cm^2 de área, situada no plano xy de um sistema de referência, com um dos lados no eixo x, tem o vértice inferior esquerdo na origem. Dela, retira-se uma porção circular de $5,00\text{ cm}$ de diâmetro com o centro posicionado em $x = 2,50\text{ cm}$ e $y = 5,00\text{ cm}$.
Determine as coordenadas do centro de massa da chapa restante.

a) $(x_C, y_C) = (6,51;\ 5,00)\,cm$

b) $(x_C, y_C) = (5,61;\ 5,00)\,cm$

c) $(x_C, y_C) = (5,00;\ 5,61)\,cm$

d) $(x_c, y_c) = (5{,}00,\ \ 6{,}51)\,cm$
e) $(x_c, y_c) = (5{,}00,\ \ 5{,}00)\,cm$

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

Constantes físicas

Aceleração da gravidade: $g = 10\,m / s^2$
Densidade da água: $r = 1{,}0\,g / cm^3$

11. (G1 - cftmg 2015) Uma bola de futebol de massa $m = 0{,}20\,kg$ é chutada contra a parede a uma velocidade de $5{,}0\,m/s.$ Após o choque, ela volta a $4{,}0\,m/s.$ A variação da quantidade de movimento da bola durante o choque, em $kg \times m/s,$ é igual a
a) $0{,}2.$
b) $1{,}0.$
c) $1{,}8.$
d) $2{,}6.$

Gabarito:

Resposta da questão 1:

a) Dados: $m = 60\ \text{kg};\ g = 10\ \text{m/s}^2;\ h = 10\ \text{m}.$

$$E_{pot} = m\,g\,h = 60 \times 10 \times 10 \;\Rightarrow\; \boxed{E_{pot} = 6.000\ \text{J.}}$$

b) $\dfrac{V}{\Delta t} = 30\ \dfrac{L}{s} \;\Rightarrow\; \dfrac{m_a}{\Delta t} = 30\ \dfrac{kg}{s}$; $m = 60\ \text{kg};\ g = 10\ \text{m/s}^2.$

O piloto está em equilíbrio: $\left|\vec{F}_a\right| = P = m\,g = 60 \times 10 \;\Rightarrow\; \left|\vec{F}_a\right| = 600\ \text{N}.$

$$\Delta Q = \left|\vec{F}_a\right| \Delta t \;\Rightarrow\; m_a\,\Delta v = \left|\vec{F}_a\right| \Delta t \;\Rightarrow\; \frac{m_a}{\Delta t}\,\Delta v = \left|\vec{F}_a\right| \;\Rightarrow\; 30\ \Delta v = 600 \;\Rightarrow$$

$$\boxed{\Delta v = 20\ \text{m/s.}}$$

Resposta da questão 2:

Dados: $m = 70\ \text{kg};\ v = 72\ \text{km/h} = 20\ \text{m/s}.$

$$\begin{cases} p = m\,v = 70 \times 20 \;\Rightarrow\; \boxed{p = 1.400\ \text{kg} \times \text{m/s.}} \\ E_C = \dfrac{m\,v^2}{2} = \dfrac{70\left(20\right)^2}{2} \;\Rightarrow\; \boxed{E_C = 14.000\ \text{J.}} \end{cases}$$

Resposta da questão 3:

[A]

Para a resolução da questão usaremos o teorema do Impulso

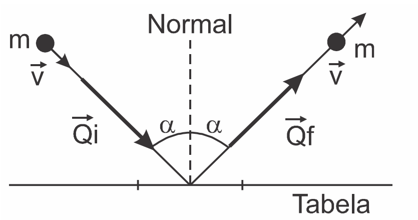
$\vec{I} = \Delta\vec{Q}$ (1)

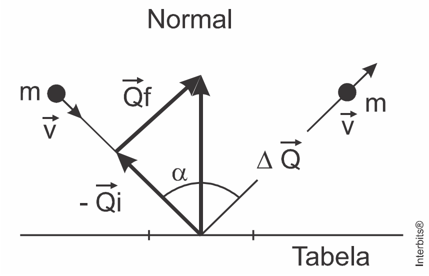
Onde,

$\vec{I} =$ impulso da força média em N/s;

$\Delta\vec{Q} =$ variação da quantidade de movimento em kg m/s que é calculada vetorialmente, como vemos nas figuras:

$\Delta\vec{Q} = \vec{Q}_f - \vec{Q}_i$ (2)





Nota-se que o triangulo formado é equilátero, pois todos os ângulos internos são iguais entre si, sendo assim, a variação da quantidade de movimento $\Delta\vec{Q}$ é exatamente igual à quantidade de movimento inicial $\vec{Q}_i$ e final $\vec{Q}_f$, isto é, em módulo

$$\Delta Q = Q_i = m \cdot v = 0,4\,kg \cdot 9\,\frac{m}{s} = 3,6\,kg\,\frac{m}{s}$$

Sabendo que o módulo do Impulso é dado por:
$I = F_m \cdot \Delta t$ (3)

Juntando as equações (3) e (1), temos:
$F_m \cdot \Delta t = \Delta\vec{Q}$ (4)

Donde sai a força média da colisão da bola com a tabela, em módulo:

$$F_m = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{3,6\,Ns}{10 \times 10^{-3}\,s} = 360\,N$$

Resposta da questão 4:
[E]

O Impulso recebido é numericamente igual à "área" entre a linha do gráfico e o eixo t.

$$I_{\vec{F}} = \frac{2+1}{2} \times 4 \;\Rightarrow\; I_{\vec{F}} = 6\ N \cdot s.$$

Se a referida força é a resultante, podemos aplicar o Teorema do Impulso.

$$I_{\vec{R}} = \Delta Q \;\Rightarrow\; I_{\vec{R}} = m(v - v_0) \;\Rightarrow\; 6 = 1(v - 3) \;\Rightarrow$$

$$\boxed{v = 9\ m/s.}$$

Resposta da questão 5:
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**).

$$\vec{I}_R = \Delta Q \;\Rightarrow\; R\,\Delta t = m\,\Delta v \;\Rightarrow\; R \times 43 = 3.000(0 - 0) \;\Rightarrow\; \boxed{R = 0\text{ N.}}$$

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**).

$$\vec{I}_R = \Delta Q \;\Rightarrow\; R\,\Delta t = m\,\Delta v \;\Rightarrow\; R \times 43 = 3.000(20 - 0) \;\Rightarrow\; \boxed{R \cong 1.395\text{ N.}}$$

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**).

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

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

Resposta da questão 6:
[B]

Orientando a trajetória no sentido da velocidade de chegada, $V_1 = 8\text{ m/s}$ e $V_2 = -0{,}6\text{ m/s}$.
Durante a colisão, o impulso da força resultante é numericamente igual à área entre a linha do gráfico e o eixo dos tempos. Assim, aplicando o teorema do impulso:

$$\left|\vec{I}_{\vec{F}}\right| = \left|\Delta\vec{Q}\right| \;\Rightarrow\; \frac{F_{máx}\,\Delta t}{2} = m\left|\Delta\vec{v}\right| \;\Rightarrow\; F_{máx} = \frac{2\,m\left|\Delta\vec{v}\right|}{\Delta t} = \frac{2 \times 0{,}4 \times \left|-0{,}6 - 8\right|}{0{,}2} \;\Rightarrow$$

$$\boxed{F_{máx} = 34{,}4\text{ N.}}$$

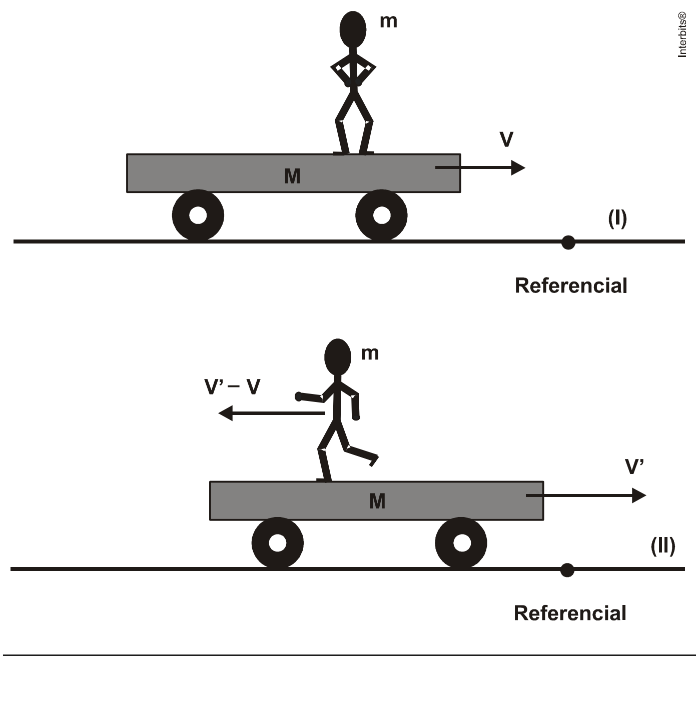
Resposta da questão 7:
[A]

Pela conservação da quantidade de movimento:

$$\cancel{m}\,v_0 = 2\,\cancel{m}\,v \;\Rightarrow\; \boxed{v = \frac{v_0}{2}}$$

Resposta da questão 8:
[A]

A figura ilustra a situação, mostrando as velocidades do trabalhador e da plataforma, em relação ao referencial fixo no solo nas situações (I) e (II).



Pela conservação da Quantidade de Movimento:

$$Q_{(I)} = Q_{(II)} \;\Rightarrow\; (m+M)\,v = M\,v' + m\,(v' - v) \;\Rightarrow\; m\,v + M\,v = M\,v' + m\,v' - m\,v \;\Rightarrow$$

$$2\,m\,v + M\,v = (M + m)\,v' \Rightarrow\; (2\,m + M)\,v = (M + m)\,v' \Rightarrow$$

$$\boxed{v' = \frac{(2\,m + M)\,v}{(M + m)}.}$$

Resposta da questão 9:
[C]

<u>**Condição I - Hemisfério fixo e a descida é sem atrito.**</u>

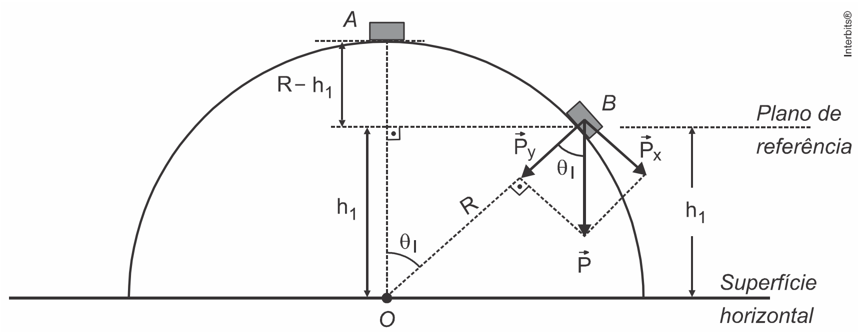


Figura 1

Aplicando a conservação da energia mecânica, considerando o plano de referência mostrado na Figura 1:

$$E_{mec}^{A} = E_{mec}^{B} \;\Rightarrow\; \cancel{m}\,g\,(R - h_1) = \frac{\cancel{m}\,v_B^2}{2} \;\Rightarrow\; v_B^2 = 2\,g\,(R - h_1) \quad (I).$$

No ponto *B*, onde ocorre o descolamento, a normal se anula. Assim, a resultante centrípeta é a componente radial do peso $(\vec{P}_y)$.

$$P_y = R_{cent} \;\Rightarrow\; \cancel{m}\,g\cos\theta_I = \frac{\cancel{m}\,v_B^2}{R} \;\Rightarrow\; v_B^2 = R\,g\cos\theta_I \quad (II).$$

Mas

$$\cos\theta_I = \frac{h_1}{R} \quad (III).$$

Substituindo (III) em (II):

$$v_B^2 = \cancel{R}\,g\,\frac{h_1}{\cancel{R}} \;\Rightarrow\; v_B^2 = g\,h_1 \qquad (IV).$$

Igualando (IV) e (II):

$$\cancel{g}\,h_1 = 2\,\cancel{g}\,(R - h_1) \;\Rightarrow\; h_1 + 2\,h_1 = 2\,R = \;\Rightarrow\; h_1 = \frac{2}{3}R \quad (V).$$

Substituindo (V) em (III):

$$\cos\theta_I = \frac{\left(2/3\right)R}{R} \;\Rightarrow\; \cos\theta_I = \frac{2}{3} \quad (VI).$$

Condição II - Hemisfério fixo e a descida é com atrito.

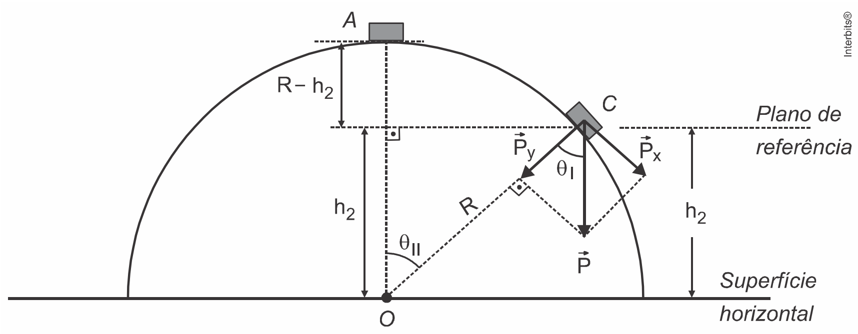


Figura 2

Como o sistema é não conservativo, a energia mecânica dissipada (**E_d**) entre *A* e *C* (ponto de descolamento) é igual à diferença positiva entre energia mecânica inicial e a final.
Considerando o plano de referência indicado na Figura 2, temos:

$$E_d = E_{mec}^{A} - E_{mec}^{C} \Rightarrow E_d = m\,g\,(R - h_2) - \frac{m\,v_C^2}{2} \Rightarrow v_C^2 = \frac{2\,\cancel{m}\,g\,(R - h_2)}{\cancel{m}} - \frac{2\,E_d}{m} \Rightarrow$$

$$v_C^2 = 2\,g\,R - 2\,g\,h_2 - \frac{2\,E_d}{m} \quad (\text{VII}).$$

Repetindo o mesmo procedimento da condição anterior, para o novo ponto de descolamento (*C*), obtemos:

$$P_y = R_{cent} \Rightarrow \cancel{m}\,g\cos\theta_{II} = \frac{\cancel{m}\,v_B^2}{R} \Rightarrow v_B^2 = R\,g\cos\theta_{II} \quad (\text{VIII}).$$

Mas

$$\cos\theta_{II} = \frac{h_2}{R} \quad (\text{IX}).$$

Substituindo (IX) em (VIII):

$$v_B^2 = \cancel{R}\,g\,\frac{h_2}{\cancel{R}} \Rightarrow v_B^2 = g\,h_2 \quad (\text{X}).$$

Igualando (X) e (VII):

$$g\,h_2 = 2\,g\,R - 2\,g\,h_2 - \frac{2\,E_d}{m} \Rightarrow 3\,g\,h_2 = 2\,g\,R - \frac{2\,E_d}{m} \Rightarrow h_2 = \frac{2\,\cancel{g}\,R}{3\,\cancel{g}} - \frac{2\,E_d}{3\,m\,g} \Rightarrow$$

$$h_2 = \frac{2}{3}\left(R - \frac{2\,E_d}{3\,m\,g}\right) \quad (\text{XI}).$$

• ***Nota**: como era de se esperar, a condição I é um caso particular da condição II, para quando não há atrito (**E_d = 0**).*

Comparando (V) e (XI) $\Rightarrow h_2 < h_1 \Rightarrow \cos\theta_{II} < \cos\theta_I \Rightarrow \boxed{\theta_{II} > \theta_I.}$

Condição III - Hemisfério livre e a descida é sem atrito.
Nessa condição, na direção horizontal, o sistema é mecanicamente isolado. Assim, durante a descida, nessa direção, o hemisfério ganha velocidade para a esquerda e a massa ganha um adicional de velocidade para a direita. Então, ao passar por um mesmo ponto do hemisfério, antes do descolamento, a velocidade na condição III é maior do que na condição I.
De acordo com a equação (IV), a velocidade e a altura no ponto de descolamento seguem a expressão:

$v^2 = gh \Rightarrow h = \dfrac{v^2}{g} \Rightarrow$ Quanto maior a velocidade, mais alto é o ponto de descolamento.

Sendo h_3 a altura do ponto de descolamento na condição III, esse raciocínio nos leva a concluir que: $h_3 > h_1 \Rightarrow \cos\theta_{III} > \cos\theta_I \Rightarrow \boxed{\theta_{III} < \theta_I.}$

Resposta da questão 10:
[B]

Sejam:
A: área da chapa quadrada, inteiriça $\rightarrow A = 100 cm^2$;
A_D: área da porção circular retirada (disco) $\rightarrow A_D = \pi r^2$;
A_C: área da chapa sem o disco $\rightarrow A_C = A - A_D$;
σ: densidade superficial da chapa (e do disco).

Antes da retirada da porção circular (disco), o centro de massa (CM) da chapa inteiriça estava localizado no seu centro geométrico, pois ela é homogênea, suposta de espessura constante. Assim, as coordenadas do centro de massa eram $(x_{CM}, y_{CM}) = (5,00; 5,00) cm$, conforme mostra a figura 1.

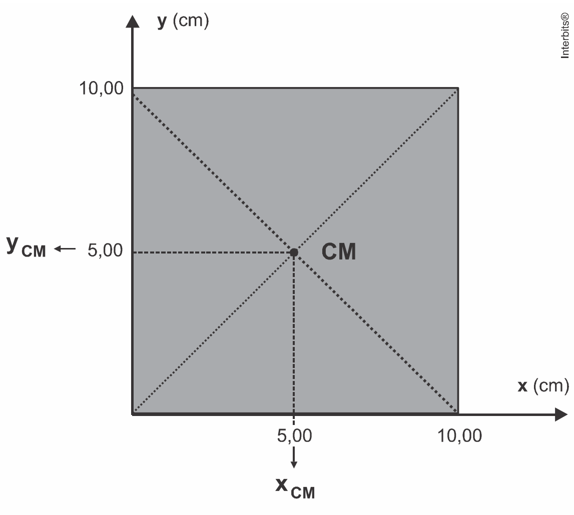


Fig 1 - Chapa inteiriça

Com o disco retirado, o centro de massa da chapa passa a ser (x_C, y_C), como ilustrado na figura 2.

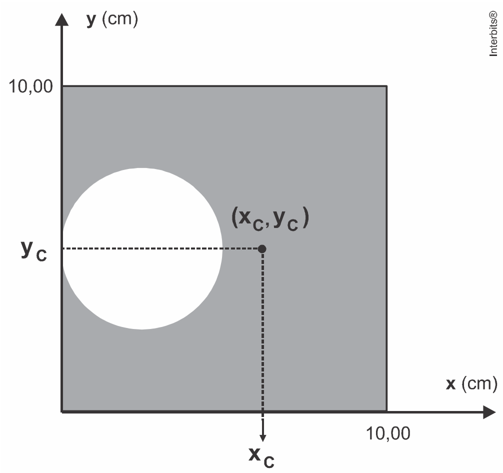


Fig 2 - Chapa sem o disco

Imaginemos que o disco seja recolocado no mesmo lugar de onde retirado, preenchendo o furo. O centro de massa do sistema chapa-disco volta a ser no mesmo ponto, $(x_{CM}, y_{CM}) = (5{,}00; 5{,}00)\,\text{cm}$.

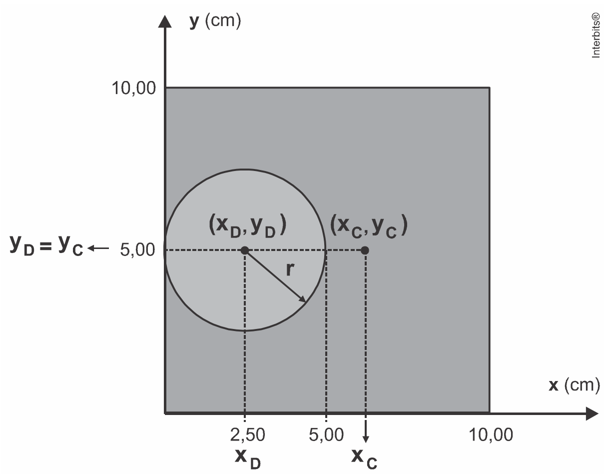


Fig 3 - Chapa com o disco recolocado

Assim, usando a definição de centro de massa:

$$x_{CM} = \frac{m_D\,x_D + m_C\,x_C}{m_D + m_C} \;\Rightarrow\; x_{CM} = \frac{\cancel{\sigma} A_D\,x_D + \cancel{\sigma} A_C\,x_C}{\cancel{\sigma}\left(A_D + A_C\right)} \;\Rightarrow$$

$$x_{CM} = \frac{A_D\,x_D + A_C\,x_C}{A} \;\Rightarrow x_{CM} = \frac{\pi\,r^2 x_D + \left(A - \pi\,r^2\right) x_C}{A} \;\Rightarrow$$

$$5{,}00 = \frac{\pi \times 2{,}50^2 \times 2{,}50 + \left(100 - \pi \times 2{,}50^2\right) x_C}{100} \;\Rightarrow$$

$$5{,}00 = \frac{\pi \times 2{,}50^2 \times 2{,}50 + \left(100 - \pi \times 2{,}50^2\right) x_C}{100} \;\Rightarrow$$

$$\Rightarrow\; 500 = 49 + 80{,}4\,x_C \;\Rightarrow\; 500 - 49 = 80{,}4\,x_C \;\Rightarrow\; x_C = \frac{451}{80{,}4} \;\Rightarrow$$

$$\boxed{x_C = 5{,}61\ \text{cm.}}$$

Por simetria, como mostra a figura 3, não ocorre variação na ordenada (y_C) do centro de massa. Assim, $y_C = 5{,}00\text{cm}$.

Portanto,

$\boxed{(x_c, y_c) = (5{,}61\ ;\ 5{,}00)\ \text{cm}.}$

Resposta da questão 11:
[C]

Nota: A questão poderia ser melhor se pedisse o **<u>módulo</u>** da variação da quantidade de movimento.

Considerando que ela volte em sentido oposto, temos:
$v_1 = 5$ m/s; $v_2 = -4$ m/s.

O módulo da variação da quantidade de movimento (ΔQ) é:
$\Delta Q = m|\Delta v| = 0{,}2|-4 - 5| = 0{,}2(9) \quad \Rightarrow \quad \Delta Q = 1{,}8\ \text{kg} \times \text{m/s}.$