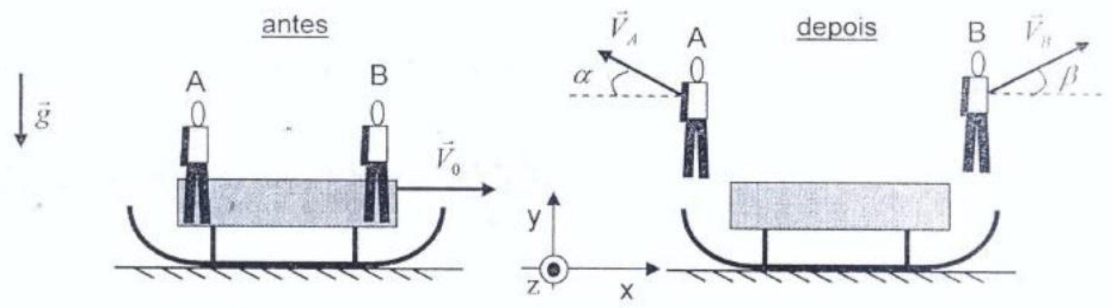
UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – DEPARTAMENTO DE FÍSICA – FIS 201 – FÍSICA I

LISTA DE EXERCÍCIOS – Capítulo 8 – Impulso, Momento Linear e Colisões

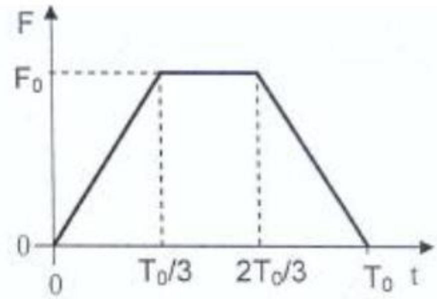
1) Duas pessoas (A e B) estão inicialmente sentadas em um trenó (de massa M_T) que está deslizando em uma superfície rígida de gelo sem atrito com velocidade horizontal constante de módulo V_0. Em um dado instante, essas duas pessoas pulam do trenó: a pessoa A (de massa M_A) pula para a esquerda com velocidade $\vec{V}_A$ e a pessoa B (de massa M_B) pula para a direita com velocidade $\vec{V}_B$ (veja a figura abaixo. O trenó e os vetores velocidade estão no plano da página).



Dados: M_A, M_B, M_T, V_0, V_A, V_B, α, β e g.

Calcule o vetor velocidade do trenó logo após as pessoas terem saltado (use vetores unitários conforme o referencial fornecido na figura).

2) Uma bola (de massa M) que estava inicialmente parada em uma superfície horizontal sem atrito é atingida por um taco. O taco imprime na bola uma força horizontal $\vec{F}$ cujo módulo varia com o tempo t de acordo com o gráfico ao lado:

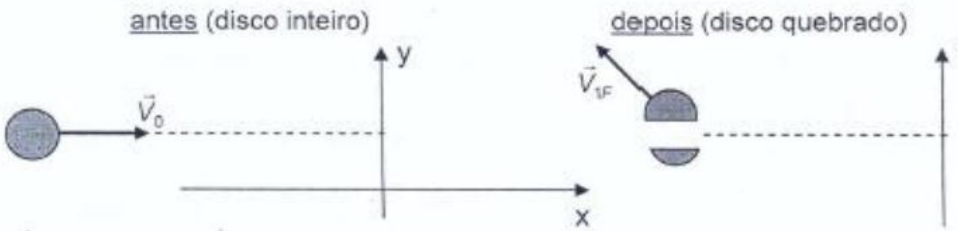


Dados: M, F_0 e T_0.

a) Calcule a velocidade da bola logo após ela perder contato com o taco.

b) Calcule a força média que o taco imprimiu na bola.

3) Um disco pequeno de massa M está inicialmente deslizando em uma superfície horizontal (sem atrito) com velocidade $\vec{V}_0 = V_0\hat{x}$ (veja o referencial na figura abaixo, que é uma visão de cima). Em um certo instante, este disco se quebra espontaneamente e se divide em dois pedaços, o pedaço 1 com massa $M_1 = 2M/3$ e o pedaço 2 com massa $M_2 = M/3$. Logo após a quebra o pedaço 1 adquire uma velocidade $\vec{V}_{1F} = -V_0\hat{x} + V_0\hat{y}$.



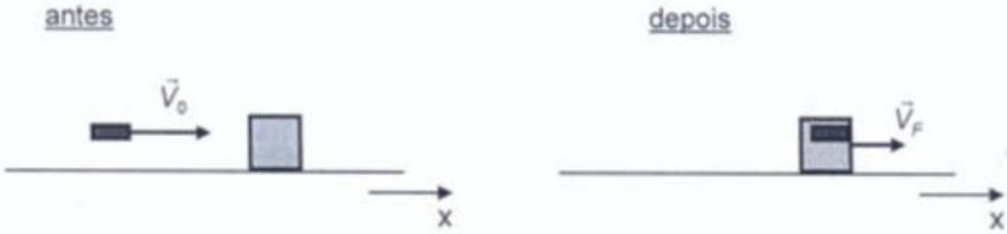
Considere que o disco e os pedaços são partículas e despreze os atritos.

Dados: M, $\vec{V}_0$ e $\vec{V}_{1F}$.

a) Calcule o vetor velocidade final do pedaço 2, $\vec{V}_{2F}$.

b) Calcule o vetor velocidade do centro de massa dos pedaços logo após a quebra.

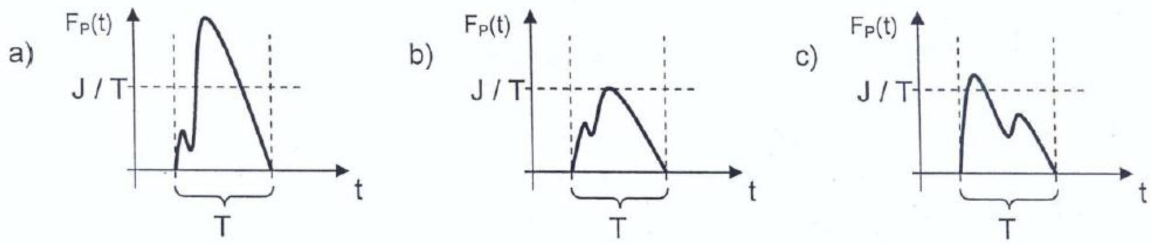
4) Um projétil de massa m com velocidade inicial horizontal $\vec{V}_0 = V_0\,\hat{x}$ colide e fica incrustado em um bloco de madeira de massa 5m que estava inicialmente parado, apoiado em uma superfície horizontal sem atrito. Após a colisão, o bloco e o projétil se movem juntos com velocidade $\vec{V}_F = V_F\,\hat{x}$. Suponha que o impulso $\vec{J}_P$ da força resultante que atuou no projétil durante a colisão seja dado por: $\vec{J}_P = -J\,\hat{x}$, com J uma constante positiva.



Dados: m e J.

a) Desprezando os atritos com o ar e entre o bloco e o piso, calcule V_0 e V_F.

b) Considere as três possibilidades mostradas abaixo para o gráfico da força resultante (em módulo) que atua nesse projétil durante a colisão $F_P(t)$ em função do tempo t. T é a duração da colisão. Qual desses gráficos abaixo ((a), (b) ou (c)) poderia representar corretamente o comportamento dessa força, tendo em vista os dados do problema. Explique sucintamente.



5) Uma partícula A (de massa M_A), de velocidade inicial $\vec{V}_{Ai} = a\,\hat{x} + b\,\hat{y}$ colide com outra partícula B (de massa M_B) de velocidade inicial $\vec{V}_{Bi} = c\,\hat{x} + d\,\hat{y}$. Após a colisão as duas partículas continuam se movendo: A com a velocidade $\vec{V}_{AF} = d\,\hat{x} + a\,\hat{y}$ e B com a velocidade $\vec{V}_{BF} = b\,\hat{x} - a\,\hat{y}$. Considere que a, b, c e d são constantes arbitrárias e que a colisão durou um tempo T.

Dados: M_A, M_B, T, a, b, c e d.

a) Calcule a força média que atuou na partícula A durante a colisão.
b) Calcule a força média que atuou no sistema formado pelas duas partículas durante a colisão.

6) Uma pessoa cai do alto de um prédio de altura h. Se T é o tempo em que a pessoa fica em contato com o solo até finalmente atingir o repouso, faça uma estimativa algébrica (não numérica) da força média (módulo) que o solo faz na pessoa. Especifique claramente os parâmetros que fazem parte da sua resposta (além de T e h).

7) Considere as afirmativas abaixo. Marque **V** para as afirmativas **V**erdadeiras e **F** para as **F**alsas. Cada item marcado corretamente vale +1 ponto e cada item marcado incorretamente vale -1 ponto. Dessa forma, caso você não saiba se algum item é V ou F, talvez seja melhor deixá-lo em branco. A nota mínima é zero.

a) ( ) A força resultante em um corpo rígido é nula. Mesmo assim, o torque resultante nesse corpo pode não ser nulo.

b) ( ) Em uma colisão entre duas partículas (livres de forças externas), a variação do momento linear de uma partícula é sempre igual (em módulo) à variação do momento linear da outra partícula.

c) ( ) O momento de inércia de um corpo rígido não é uma característica intrínseca desse corpo, como é, por exemplo, sua massa.

d) ( ) Em uma colisão em que o momento angular é conservado, a energia cinética também é conservada.

e) ( ) Um jogador de futebol chuta uma bola em direção ao gol. Durante o chute (que é uma colisão pé-bola), o momento linear da bola varia.

f) ( ) Uma bolinha bate na parede com velocidade $\vec{V}$ e rebate com velocidade $-\vec{V}$. O momento linear da bolinha não variou durante a colisão bolinha-parede.

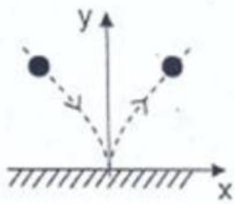
g) ( ) Uma bola colide com outra bola (livres de forças externas). Se a energia cinética do sistema (duas bolas) não é conservada (colisão inelástica), então o momento linear do sistema também não é conservado.

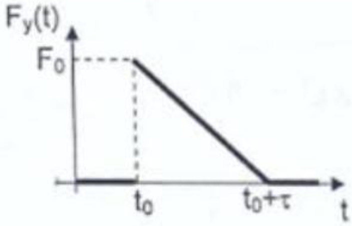
h) ( ) Duas bolas de metal colidem entre si (livres de forças externas) e após a colisão as bolas possuem temperaturas maiores do que antes da colisão. Então o momento linear do sistema (as duas bolas) não se conservou na colisão.

i) ( ) Uma bailarina que rodopia em torno de um eixo vertical (livre de atritos) abre os braços. Ao abrir os braços a energia cinética da bailarina muda.

j) ( ) Uma bola de sinuca colide com outra bola idêntica que estava inicialmente parada. Antes da colisão o centro de massa das duas bolas estava parado em relação ao solo.

8) Uma bolinha de massa m quica em um piso horizontal sem atrito. A velocidade inicial da bolinha imediatamente antes dela tocar o piso era $\vec{V}_0 = V\,\hat{x} - w\,\hat{y}$ (sendo V e w constantes positivas, $\hat{x}$ e $\hat{y}$ vetores unitários ao longo dos eixos mostrados na figura). A figura abaixo mostra o gráfico do módulo da força vertical $F_y(t)$ que o piso fez na bolinha durante o contato em função do tempo t:





O contato da bolinha com o piso inicia-se no instante t_0 e dura um tempo τ.

Dados: m, V, w, F_0, τ e o gráfico de $F_y(t)$.

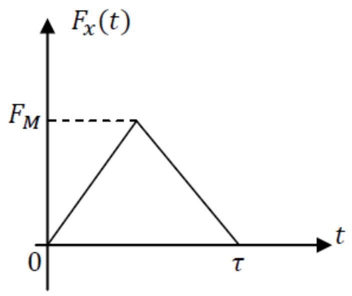
Considerando que somente a força que o piso faz na bolinha é importante nesse evento, calcule o vetor velocidade da bolinha logo após a colisão. Expresse esse vetor em termos de vetores unitários conforme o referencial da figura.

9) Uma bola de massa m desliza por uma superfície <u>horizontal sem atrito</u> com uma velocidade inicial $\vec{V}_0$. A bola então colide com uma barreira e é rebatida com uma velocidade final $\vec{V}_F$. As direções das velocidades inicial e final da bola são mostradas na figura abaixo (visão de cima da colisão).

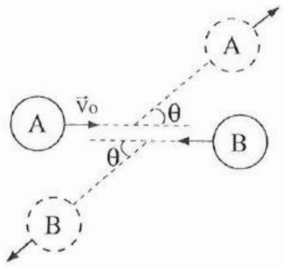
Dados: $|\vec{V}_0|=V_0$, $|\vec{V}_F|=V_F$, m, α, β

a) Calcule o <u>impulso</u> da força resultante que atuou sobre a bola durante a colisão. A sua resposta deve estar em termos dos vetores unitários conforme o sistema de coordenadas dado.

b) A figura abaixo mostra a <u>componente x</u> ($F_x(t)$) da força resultante que a barreira fez na bola durante o contato em função do tempo t. Calcule o valor máximo F_M sabendo que a bola permanece em contato com a barreira por um tempo τ.



10) Um disco A de massa m colide com um disco B de massa m/4 (veja a Figura abaixo) em uma superfície horizontal sem atrito. Antes de colidirem, os discos se aproximam um do outro com momentos lineares de mesmo módulo, mesma direção, mas de sentidos opostos, e o disco A tem uma velocidade inicial de módulo Vo.

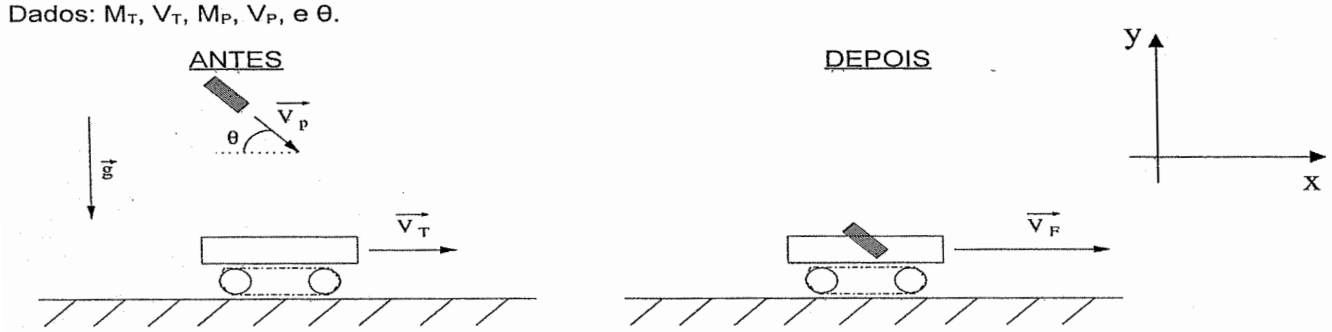


<u>Dados</u>: m, Vo e θ.

a) Calcule a energia cinética do sistema formado pelos dois discos A e B antes da colisão.

b) Sabendo que a energia cinética do sistema cai pela metade após a colisão (colisão inelástica), calcule os módulos das velocidades finais dos discos A e B.

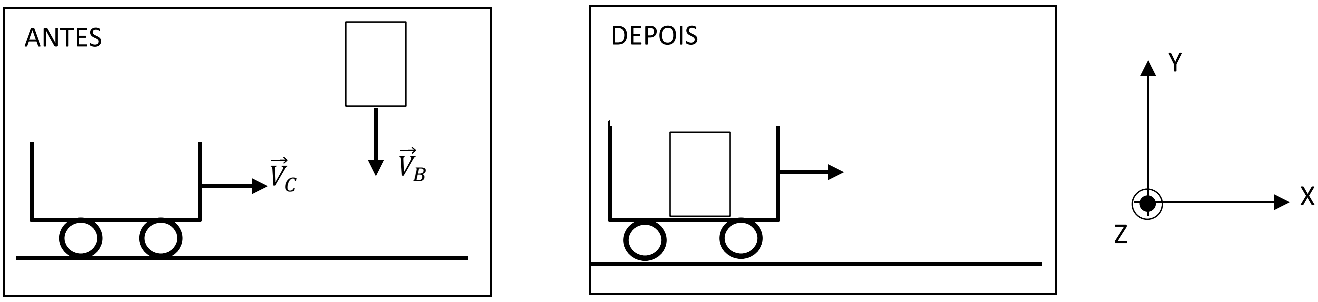
11) Um tanque de guerra (de massa M_T), que estava se movendo com velocidade $\vec{V}_T$ em uma estrada reta horizontal é atingido por um projétil (de massa M_P) que se movia com uma velocidade $\vec{V}_P$. As velocidades são mostradas na figura abaixo. Após a colisão o tanque e o projétil se movem juntos com a mesma velocidade horizontal de módulo V_F.
Dados: M_T, V_T, M_P, V_P, e θ.



b) Calcule o vetor velocidade do centro de massa do sistema formado pelo projétil + tanque de guerra antes da colisão (a sua resposta deve vir em termos dos vetores unitários).

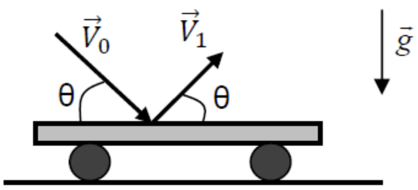
c) Calcule o impulso (vetor) no tanque de guerra durante a colisão (a sua resposta deve vir em termos dos vetores unitários).

12) Um carrinho, de massa m_C, está em movimento por uma superfície rígida, horizontal, sem atrito com uma velocidade constante $\vec{V}_C = V_C\hat{\imath}$. Em um determinado instante um bloco, de massa m_B, o atinge com uma velocidade $\vec{V}_B = -V_B\hat{\jmath}$ e os dois passam, então, a se moverem juntos pela superfície horizontal, veja a figura abaixo. Dados: m_C, m_B, V_C e V_B.



(a) Calcule o módulo da velocidade do carrinho após a colisão e (b) calcule o vetor impulso da força resultante que atuou no bloco durante a colisão. Deixe sua resposta em termos dos vetores unitários conforme sistema de referência adotado.

13) Uma bolinha de massa M cai e rebate sobre um skate de massa N que estava inicialmente parado, apoiado em um piso liso, horizontal e rígido. A velocidade com que a bolinha bate no skate tem módulo V_0 e a velocidade com que a bolinha é rebatida pelo skate tem módulo V_1 (veja a figura).



<u>Dados</u>: M, N, V_0, V_1, θ e g.

Calcule o módulo da velocidade do skate logo após a bolinha ser rebatida.

RESPOSTAS

1) $\vec{V}_T = \frac{(M_A+M_B+M_T)V_0+M_AV_Acos\alpha-M_BV_Bcos\beta}{M_T}\ \hat{\imath}$

2) a) $V_F = \frac{2T_0F_0}{3M}$ b) $F_M = \frac{2F_0}{3}$

3) a) $\vec{V}_{2F} = 5V_0\hat{\imath} - 2V_0\hat{\jmath}$ b) $\vec{V}_{CM} = \vec{V}_0$

4) a) $V_F = \frac{J}{5m}$; $V_0 = \frac{6J}{5m}$ b) (a)

5) a) $\vec{\overline{F}}_A = \frac{M_A}{T}[(d-a)\hat{x} + (\quad)a - b]\hat{y}$

b) $\vec{\overline{F}}_B = \left[\frac{M_A}{T}(d-a) + \frac{M_B}{T}(b-c)\right]\hat{x} + \left[\frac{M_A}{T}(a-b) - \frac{M_B}{T}(a+d)\right]\hat{y}$

6) $F = \left(\frac{m\sqrt{2gh}}{T}\right)$

7) V, V, V, F, V, F, F, F, V, F

8) $\vec{V}_F = V\hat{x} + \left(\frac{F_0\tau}{2m} - w\right)\hat{y}$

9) $F_M = \frac{2m}{\tau}(V_F sen\beta + V_0 sen\alpha)$

10) a) $K = \frac{5}{2}mV_0^2$ b) $V_{f(A)} = \frac{\sqrt{2}}{2}V_0$ $V_{f(B)} = 2\sqrt{2}V_0$

11) a) $V_F = \frac{M_PV_Pcos\theta+M_TV_T}{M_P+M_T}$ b) $\vec{V}_{CM} = \frac{(M_PV_Pcos\theta)\hat{\imath}-M_PV_Psen\theta\hat{\jmath}}{M_P+M_T}$

c) $\vec{J} = \Delta\vec{P}_T = \left[M_T\left(\frac{M_PV_Pcos\theta+M_TV_T}{M_P+M_T}\right) - M_TV_T\right]\hat{\imath}$

12) a) $V_f = \frac{m_C}{m_B+m_C}V_C$

b) $\vec{J}_B = m_B\left(\frac{m_C}{m_B+m_C}V_C\hat{\imath} + V_B\hat{\jmath}\right)$

13) $V_{skate} = \frac{M}{N}(V_0 - V_1)cos\theta$