

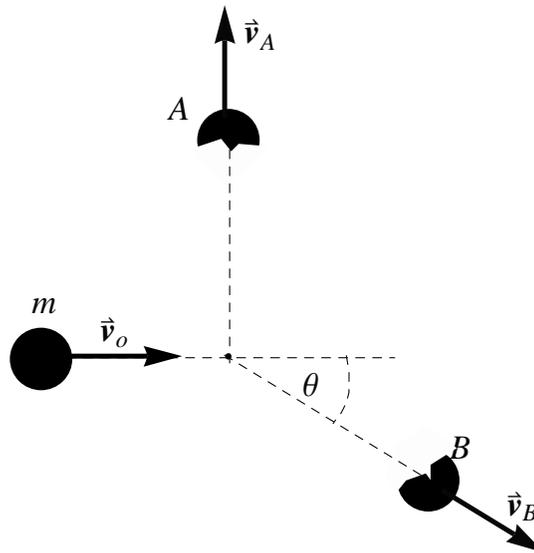
Problemas de Mecânica e Ondas

(LEMat, LQ, MEBiol, MEAmbi, MEQ)

■ Tópicos:

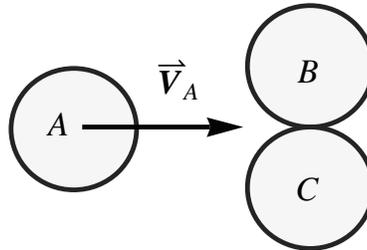
- Colisões: Conservação do momento linear total, conservação de energia cinética nas colisões elásticas. Conservação do momento angular total.
- Equação dos Momentos: Binários de Forças em relação a um ponto e variação do momento angular em relação ao mesmo ponto.
- Sistemas abertos e equação de balanço do momento linear: forças de propulsão.
- Corpos rígidos em rotação e momentos de inércia em relação a um eixo: teorema dos eixos paralelos (Steiner), pêndulo físico e pequenas oscilações.
- Gravitação Universal: Leis de Kepler, órbitas e parâmetros orbitais. Velocidade de escape, conservação da energia mecânica e do momento angular.

1. Uma esfera de massa $m = 5 \text{ Kg}$ move-se com velocidade de $v_o = 60 \frac{m}{s}$ quando explode em dois fragmentos. Imediatamente após a explosão vêem-se os fragmentos tomarem as direcções ilustradas na figura, onde $\theta = 30^\circ$ e a velocidade observada do fragmento A é $v_A = 90 \text{ m/s}$.



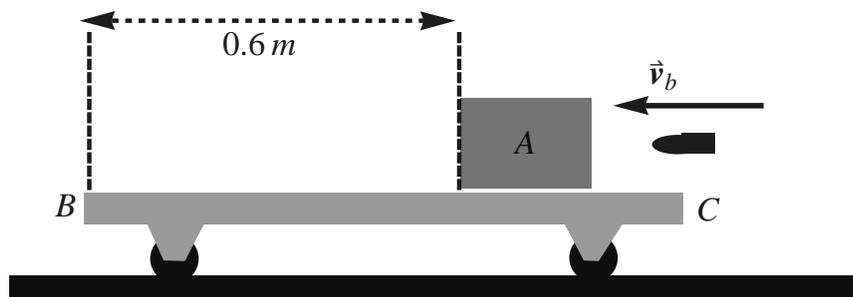
- 1- a) Determine a massa m_A do fragmento A,
- 1- b) Determine a velocidade \vec{v}_B do fragmento B.

2. Três bolas idênticas A, B e C podem rolar livremente sobre uma superfície horizontal. As bolas B e C estão em repouso e em contato quando são atingidas pela bola A, que se movia para a direita com velocidade v_0 . Supondo que as colisões são elásticas e na ausência de atrito, determine a velocidade final da bola A se:



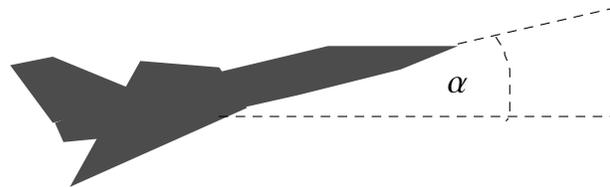
- 2- a) a trajetória de A é perfeitamente centrada e A atinge simultaneamente B e C,
 2- b) a trajetória de A é ligeiramente descentrada e A atinge B imediatamente antes de atingir C.

3. Uma bala de $m_b = 0.3 \text{ N}$ é disparada com velocidade de $v_b = 480 \text{ m/s}$ num bloco A que pesa 50 N . O coeficiente de atrito entre o bloco A e o carro BC é $\mu = 0.50$. Sabendo que o carro pesa $M_{BC} = 40 \text{ N}$ e pode rolar livremente, determine, assumindo que a bala fica presa no bloco A,

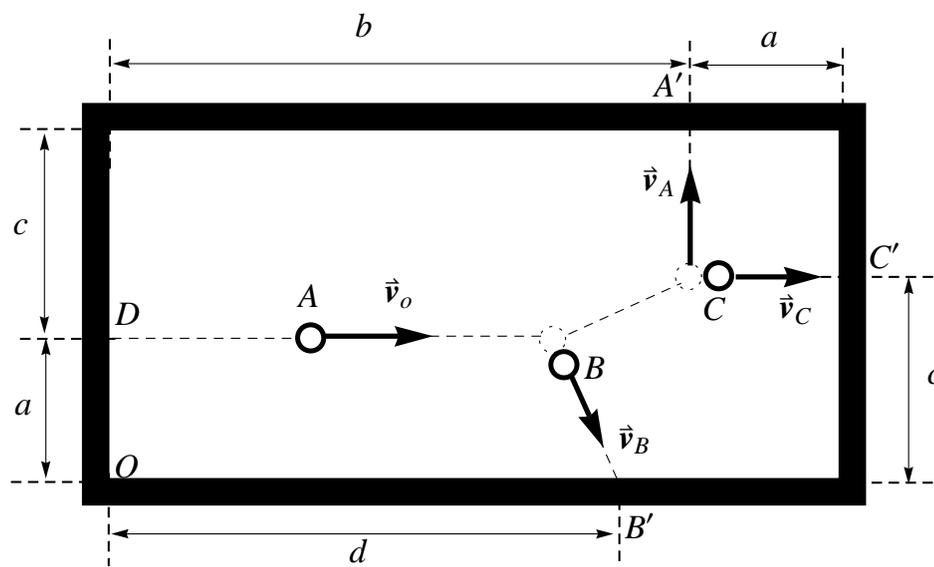


- 3- a) a velocidade final do carro BC e do bloco A,
 3- b) a posição final do bloco A sobre o carro.

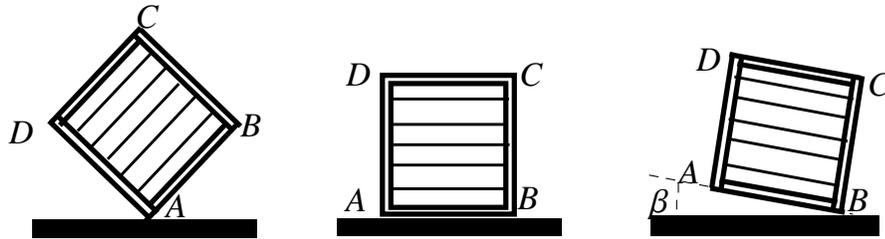
4. Um avião a jacto de massa $M = 9000 \text{ kg}$ mantém uma velocidade constante de $v_c = 900 \text{ km/h}$, enquanto está subindo com um ângulo de $\alpha = 5^\circ$. O avião consome ar à razão de $\sigma_+ = 80 \text{ kg/s}$ e ejecta-o com velocidade de $v_e = 700 \text{ m/s}$ em relação ao avião. Se o piloto mudar para um vôo horizontal e as mesmas condições do motor forem mantidas, determine:



- 4- a) a aceleração inicial do avião,
- 4- b) a máxima velocidade horizontal alcançada assumindo que a resistência devida ao atrito do ar é proporcional ao quadrado da sua velocidade.
5. Num jogo de bilhar foi dada à bola A uma velocidade inicial de módulo v_o com direcção DA paralela ao eixo da mesa. Ela bateu na bola B e em seguida na bola C, que estavam paradas. Sabendo-se que A e C batem perpendicularmente nos lados da mesa e respectivamente nos pontos A' e C', que B bate no lado em B' oblíquamente e supondo-se superfícies sem atrito e impactos perfeitamente elásticos entre as bolas, determine as velocidades \vec{v}_A , \vec{v}_B e \vec{v}_C com que as bolas batem nos lados da mesa. (Observação. Neste problema supõe-se que as bolas de bilhar são pontos materiais que se movem livremente num plano horizontal.)

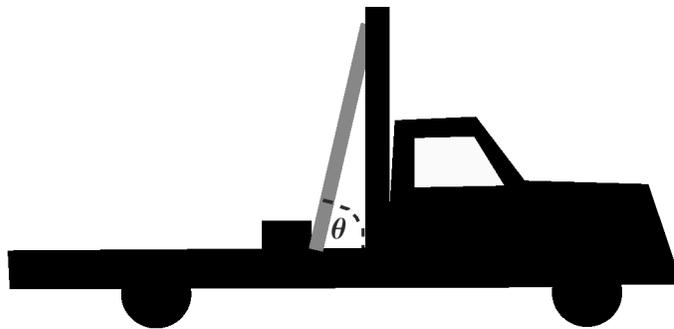


6. Um caixote quadrado com carga uniformemente distribuída é largado do repouso com seu canto C directamente acima de A; ele gira em torno de A no sentido horário. O piso é suficientemente áspero para impedir o deslizamento e o impacto em B é inelástico. Designando por ω_0 a velocidade angular do caixote imediatamente antes de B bater no piso, determine

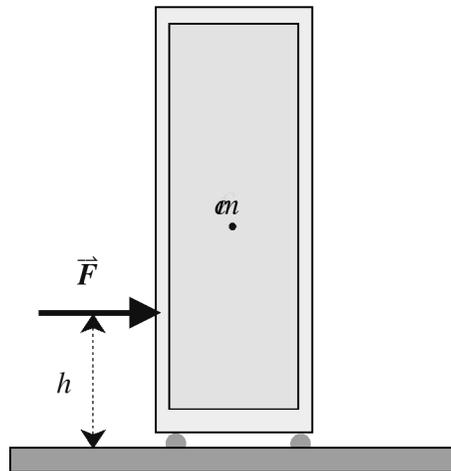


- 6- a) a velocidade angular do caixote imediatamente após B bater no piso,
 6- b) a fracção de energia cinética do caixote perdida durante o impacto,
 6- c) o ângulo β máximo que o caixote roda após B bater no piso.

7. Uma tábua com $L = 1.8 \text{ m}$ de comprimento está colocada sobre uma carrinha de caixa aberta, tendo uma das extremidades encostada num bloco sobre o piso e a outra num suporte vertical, fazendo um ângulo $\theta = 75^\circ$ com a horizontal. Determine a aceleração uniforme máxima permissível da carrinha para que a tábua permaneça na posição em que estava.

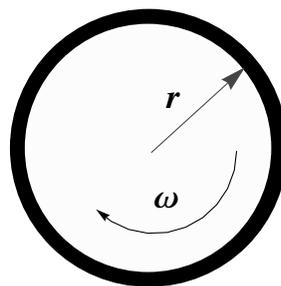


8. Um armário de massa $M = 20 \text{ Kg}$, altura $L = 1.80 \text{ m}$ e largura $\ell = 60 \text{ cm}$ está montado sobre rodízios que permitem movê-lo livremente sobre o piso. Se uma força \vec{F} de 100 N é aplicada como indicado na figura, determine



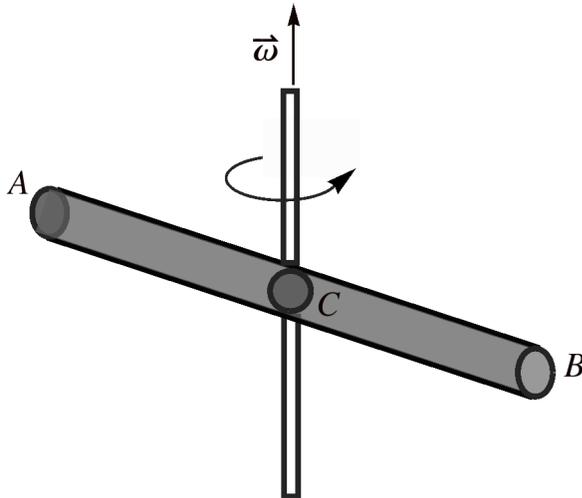
- 8- a) a aceleração do armário,
 8- b) o conjunto dos valores de h para os quais o armário não tomba.
 8- c) Resolva as alíneas anteriores supondo que os rodízios estão travados e deslizam sobre um piso áspero ($\mu = 0.25$).

9. Um anel de raio r e massa m é colocado sobre uma superfície horizontal sem velocidade linear mas com uma velocidade angular ω no sentido horário. Se μ_d designar o coeficiente de atrito dinâmico entre o anel e a superfície, determine



- 9- a) o instante t_1 no qual o anel começará a rolar sem escorregar,
 9- b) as velocidades linear v_1 e angular ω_1 do anel nesse instante.

10. Uma pequena bola de 250 g pode deslizar no interior de um tubo delgado com 1 cm de comprimento e 1 kg de massa, que gira livremente em torno de um eixo vertical que passa pelo seu centro C . Se a velocidade angular do tubo é 10 rad/s quando a bola passa por C , determine a velocidade angular do tubo,



10- a) imediatamente antes de a bola deixar o tubo,

10- b) imediatamente após a bola ter deixado o tubo.

11. (Problema 5.6) Determine a velocidade de escape de um objecto lançado da superfície da Terra. Mostre que o resultado é independente do ângulo de lançamento. Que energia por kg é necessária para colocá-lo numa órbita circular a uma altitude de (a) 500 Km ou (b) 5000 Km

12. (Problema 5.7) Considere um planeta de raio R , massa M e sem rotação em torno do seu eixo e sem atmosfera.

12- a) Determine a velocidade de escape de um satélite.

12- b) Suponha que o satélite descreve uma órbita circular de raio R_1 . Qual o acréscimo de velocidade que se deve comunicar ao satélite para que este se liberte da atracção do planeta?

13. (Problema 10.2) No caso particular de órbitas circulares, a terceira lei de Kepler para o movimento planetário diz que o quadrado do período é directamente proporcional ao cubo do raio da órbita do planeta, $T^2 = \frac{4\pi^2}{GM} R^3$ ($G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2 / \text{Kg}^2$)
- 13- a) Supondo que o raio da órbita da Terra é 150 milhões de quilómetros (Km), calcule a massa do Sol.
- 13- b) A distância média de Marte ao Sol é de 1.52 vezes a da Terra ao Sol. Determine o número de anos necessários a Marte para completar um revolução à volta do Sol.
- 13- c) Sabendo que o raio do Sol é igual 696 mil Km , calcule agora a aceleração da gravidade g na superfície do Sol.
- 13- d) A que altura da superfície do Sol (em Km) a aceleração da gravidade é de 250 m/s^2 ?
- 13- e) Lembrando que o período T de um pêndulo é $T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}}$ qual o período na superfície do Sol de um pêndulo cujo período na Terra é $T = 2 \text{ s}$?