
INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO
Departamento de Física
Mecânica e Ondas - LMAC
4º Período de 2021-2022

Série 5

Nota: Justifique os seus cálculos.

5.1 - Uma bola de massa m e velocidade de módulo v , colide com uma parede fazendo um ângulo θ . A parede reflecte a bola com o mesmo módulo da velocidade como mostra a Fig.5.1. Sabendo que a bola esteve em contacto com a parede durante um intervalo de tempo Δt , determine a força média que a parede exerce sobre a bola. Dados: $m = 3.0$ kg; $v = 10$ m/s ; $\theta = 60^\circ$; $\Delta t = 0.2$ s.

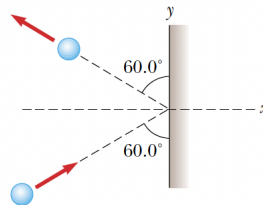


Fig.5.1

5.2 - Uma partícula colide elasticamente com outra de igual massa que se encontra em repouso. Mostre que depois da colisão as partículas se afastam uma da outra de tal forma que as suas velocidades são ortogonais.

5.3 - Um corpo A de massa m e velocidade $v_0\vec{i}$ colide com outro corpo de massa $2m$, cuja velocidade é $\frac{1}{2}v_0\vec{j}$. Depois da colisão a velocidade do corpo B é, $\frac{1}{4}v_0\vec{j}$.

a) Determine a velocidade do corpo A depois da colisão.

b) Terá a colisão sido elástica? Em caso negativo determine qual foi a variação de energia cinética do sistema formado pelos dois corpos.

5.4 - Uma granada de massa $m = 3.0$ kg é lançada com uma velocidade $v_0 = 120$ m/s fazendo um ângulo $\theta_0 = \pi/6$ rad com a horizontal. No ponto mais alto da trajetória a granada explode em dois fragmentos de massas $m_1 = 1.0$ kg e $m_2 = 2.0$ kg. O segundo fragmento cai verticalmente e atinge o solo 3.6 s, depois da explosão. Determine:

- A velocidade do fragmento (1) imediatamente após a explosão.
- A distância entre o ponto de lançamento e o ponto de queda do fragmento (1).
- A energia libertada na explosão.

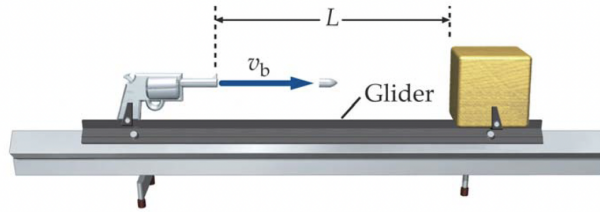


Fig.5.2

5.5 - Um bloco de madeira e uma pistola estão firmemente ligados às extremidades de uma barra móvel que pode deslizar sobre uma superfície horizontal sem atrito, Fig.5.2. A distância entre a pistola e o bloco é L . O sistema está inicialmente em repouso. A pistola dispara uma bala com velocidade v_b em relação ao referencial de laboratório. A bala bate no bloco e penetra nele ficando aí alojada. A massa da bala é m_b e a do sistema pistola-barra-bloco é m_p .

- Qual a velocidade da barra imediatamente a seguir ao disparo?
- Qual a velocidade da barra imediatamente a seguir à bala ser absorvida pelo bloco?
- Determine o intervalo de tempo Δt entre o instante em que a bala é disparada e aquele em que é absorvida. De quanto se deslocou a barra neste intervalo de tempo?

5.6 - Uma mulher de massa $m_m = 60$ kg está em pé na parte traseira de uma jangada de comprimento $l = 6.0$ m e massa $m_j = 120$ kg. A jangada flutua em repouso sobre a água de um lago e está à distância $d_0 = 0.5$ m do cais, como se mostra na Fig.5.3. Despreze o atrito entre a jangada e a água.

- A mulher desloca-se para a parte da frente da jangada e pára. Qual a distância a que a jangada fica do cais depois do deslocamento da mulher?

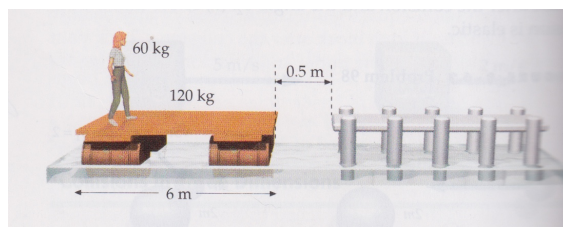


Fig.5.3

b) A mulher deslocou-se em a) com velocidade constante de $3\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ em relação à jangada. Determine a energia cinética total do sistema mulher mais jangada em relação a um observador sentado no cais e compare com a energia cinética do mesmo sistema no caso da jangada estar firmemente amarrada ao cais. Explique a que se deve esta variação.

5.7 - Mostre que o momento angular de duas partículas de massas m_1 e m_2 relativo à origem O de um referencial S fixo no laboratório é dado por

$$\vec{L} = \vec{L}_{CM} + M\vec{r}_{CM} \wedge \vec{v}_{CM}$$

onde $M = m_1 + m_2$ é a massa total do sistema e \vec{r}_{CM} e \vec{v}_{CM} são a posição e velocidade do CM, respectivamente. A grandeza

$$M\vec{r}_{CM} \wedge \vec{v}_{CM}$$

corresponde ao momento angular de uma partícula de massa igual à massa total M do sistema, localizada no CM e deslocando-se com a velocidade do CM em relação ao referencial S , é designada por *momento angular externo* do sistema de partículas. O termo

$$\vec{L}_{CM} = \vec{r}'_1 \wedge \vec{p}'_1 + \vec{r}'_2 \wedge \vec{p}'_2$$

onde \vec{r}'_i e \vec{p}'_i ($i = 1, 2$) são a posição e o momento linear da partícula i em relação ao CM, é designado por *momento angular interno*.

b) Suponha que as partículas (1) e (2) interagem entre si através das forças \vec{F}_{ij} ($i, j=1, 2$) e estão submetidas a uma força exterior \vec{F}_{ei} ($i=1, 2$). Determine o torque ou momento da força do sistema das duas partículas relativo a O e relacione-o com a derivada temporal do momento angular calculado em a).

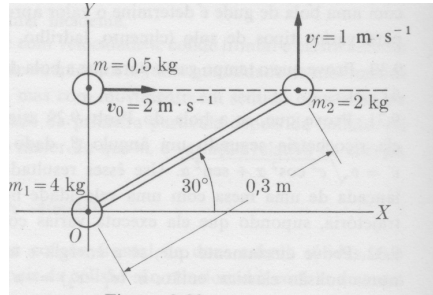


Fig.5.4

5.8 - Duas partículas de massas $m_1 = 4 \text{ kg}$ e $m_2 = 2 \text{ kg}$ estão ligadas às extremidades de uma haste rígida de comprimento $l = 0.3 \text{ m}$ e massa desprezável, formando um haltere, que repousa sobre uma superfície horizontal de atrito desprezável, como se mostra na Fig. 5.4. Uma terceira partícula de massa $m_3 = 0.5 \text{ kg}$ aproxima-se do sistema com velocidade $\vec{v}_0 = 2\vec{i} \text{ m.s}^{-1}$ e colide com a partícula (2).

a) Qual a velocidade do CM do haltere depois da colisão sabendo que a partícula (3) se afasta deste com velocidade $\vec{v}_f = \vec{j} \text{ m.s}^{-1}$.

b) Determine o momento angular do CM do haltere com relação a O , depois da colisão?

c) Qual o momento *angular interno* do sistema de partículas (1) e (2), depois da colisão?

d) Mostre que, depois da colisão, o haltere descreve um movimento de rotação em torno do seu CM, caracterizado por uma velocidade angular ω , constante. Determine ω .