

Área 3 - Lista 2

1. Calcule as coordenadas do centro de massa do sistema formado pelas três esferas caracterizadas na tabela abaixo.

esfera	m (kg)	x (m)	y (m)
1	20	0,50	1,0
2	40	-1,0	1,0
3	60	0	-0,50

Resp.: $x_{CM} = -0,25$ m e $y_{CM} = 0,25$ m.

2. A partir dos dados fornecidos abaixo, calcule a distância entre o da Terra e centro de massa do sistema Terra-Lua. Expresse a sua resposta em função do raio da Terra R_T . Dados:

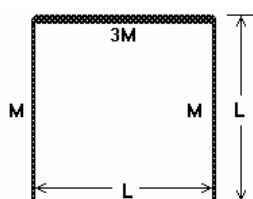
$$R_{Terra} = 6,37 \times 10^6 \text{ m} \quad M_{Terra} = 5,98 \times 10^{24} \text{ kg}$$

$$R_{Lua} = 1,74 \times 10^6 \text{ m} \quad M_{Lua} = 7,36 \times 10^{22} \text{ kg}$$

$$R_{Terra-Lua} = 3,82 \times 10^8 \text{ m}$$

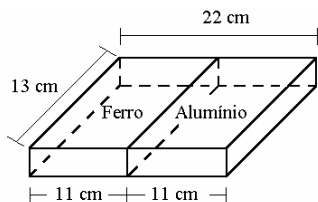
Resp.: $0,73 R_T$.

3. Três barras finas de mesmo comprimento L estão dispostas em forma de um "U" invertido, como mostra a figura. As massas das barras verticais são iguais, enquanto que a terceira barra (horizontal) possui uma massa três vezes maior. Considere a origem localizada no ponto inferior da barra vertical esquerda. Onde está o centro de massa do conjunto?



Resp.: $x_{CM} = L/2$ e $y_{CM} = 4L/5$.

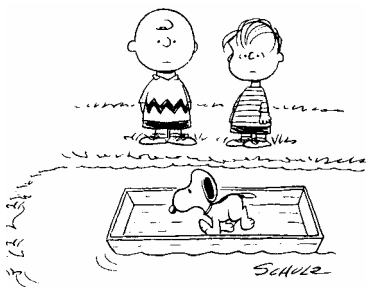
4. A figura ao lado mostra uma lâmina, cujas dimensões são 22 cm x 13 cm x 2,8 cm. Metade da lâmina é feita de alumínio (densidade igual a $2,70 \text{ g/cm}^3$) e a outra metade é de ferro (densidade igual a $7,85 \text{ g/cm}^3$). Onde está o centro de massa da lâmina?



Resp.: No Fe, a 2,68 cm da junção, a 6,5 cm da lateral, e a 1,40 cm abaixo da superfície superior.

5. Mostre que a razão entre as distâncias de duas partículas ao seu centro de massa é igual à razão inversa de suas massas.

6. Um cachorro de 5,0 kg está parado a 6,0 m da margem de um lago, em pé dentro de um barco. Ele anda 2,4 m sobre o barco em direção à margem e depois pára. O barco tem massa de 20 kg e é suposto que não haja atrito entre o barco e a água. A que distância da margem estará o cachorro no final da caminhada? A margem considerada está à esquerda na figura. (Sugestão: O centro de massa do sistema formado por barco + cachorro não se desloca. Por quê?).



Resp. 4,1 m.

7. Ricardo, de 80 kg de massa, e Carmelita, que é mais leve, estão pescando no lago Mercedes, ao pôr-do-sol, numa canoa de 30 kg. Quando a canoa está parada em águas calmas, eles trocam de lugar. Os dois assentos estão separados por uma distância de 3,0 m e localizados simetricamente em relação ao centro da canoa. Ricardo observa que a canoa se moveu 40 cm em relação a um

ponto fixo da margem do lago e calcula a massa de Carmelita. Que valor ele obteve?

Resp.: 58 kg.

8. Um vagão-prancha de estrada de ferro, de 2000 kg, que pode se deslocar sem atrito sobre trilhos, está parado próximo a uma plataforma de estação. Um jogador de futebol americano, de 100 kg, corre ao longo da plataforma, paralelamente aos trilhos, a 10 m/s. Ele salta sobre a parte traseira do vagão. (a) Qual é a velocidade do vagão depois que o jogador entra no vagão e fica em repouso em relação a este? (b) A seguir, o jogador começa a andar com velocidade de 0,5 m/s relativa ao vagão, dirigindo-se para a frente do mesmo. Qual é a nova velocidade do vagão? (c) Calcule a velocidade do centro de massa do sistema (jogador + vagão) antes do jogador saltar para o vagão. (d) Calcule a velocidade do centro de massa enquanto o jogador anda sobre o vagão.

Resp.: (a) 0,476 m/s; (b) 0,452 m/s; (c) 0,476 m/s; (d) 0,476 m/s.

9. Um homem de 70 kg está parado sobre a extremidade de uma jangada de 200 kg de massa e 5,0 m de comprimento, que se desloca com velocidade constante num lago. A velocidade da jangada em relação à margem é de 3,0 m/s. Despreze o atrito. Em um certo momento, o homem começa a andar em direção à outra extremidade da jangada, com uma velocidade constante de 1,5 m/s em relação a esta, e no mesmo sentido do movimento da jangada. (a) Qual é a velocidade do centro de massa do sistema antes, durante, e depois do deslocamento do homem sobre a jangada? (b) Calcule a distância percorrida pelo centro de massa do sistema e pelo centro da jangada durante o tempo em que o homem passa de uma extremidade para a outra da jangada. (c) Calcule a velocidade do homem em relação à margem durante a sua caminhada.

Resp.: (a) 3,0 m/s; (b) $\Delta x_{CM} = 10,0$ m, $\Delta x_J = 8,7$ m; (c) 4,1 m/s.

10. Uma arma atira um projétil, com velocidade de 450 m/s, formando um ângulo de 60° com a horizontal. No ponto mais alto da trajetória, o projétil explode em dois fragmentos de massas iguais. Um fragmento, cuja velocidade imediatamente após a explosão é zero, cai verticalmente. Supondo que o terreno seja plano, a que distância da arma cairá o outro fragmento?

Resp.: 27 km.

11. Duas massas, **A** e **B**, ambas de 2,0 kg, colidem. As velocidades antes da colisão são: $\mathbf{V}_A = 15 \mathbf{i} + 30 \mathbf{j}$ e $\mathbf{V}_B = -10 \mathbf{i} + 5 \mathbf{j}$. Após a colisão, sabemos que $\mathbf{V}'_A = -5 \mathbf{i} + 20 \mathbf{j}$. Todas as velocidades são em metros por segundo. (a) Qual é a velocidade final de **B**? (b) Que quantidade de energia cinética foi ganha ou perdida na colisão?

Resp.: (a) $(10 \mathbf{i} + 15 \mathbf{j})$ m/s; (b) Energia perdida de 500 J.

12. Um navio em repouso explode, partindo-se em três pedaços. Dois pedaços, que têm a mesma massa, voam horizontalmente em direções perpendiculares entre si, com velocidade de 30 m/s. O terceiro pedaço tem massa três vezes maior que qualquer um dos outros. Calcule a velocidade, em módulo e direção, adquirida pelo terceiro pedaço, imediatamente após a explosão.

Resp.: 14 m/s, a 135° com cada um dos outros.

13. Um homem de 75 kg está sobre um carrinho que se move a 2,3 m/s. A massa do carrinho é de 39 kg. Ele pula para fora do carrinho de tal maneira que chega ao solo com velocidade horizontal zero. Qual foi a variação da velocidade do carrinho, supondo que o atrito sobre os eixos pode ser desprezado?

Resp.: Aumenta de 4,42 m/s.

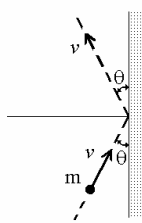
14. A força sobre um objeto de 10 kg aumenta uniformemente de zero até 50N em 4,0 s. Qual é a velocidade final do objeto se ele estava inicialmente em repouso?

Resp.: 10 m/s.

15. Um perito em caratê quebra uma tábua de pinho de 2,2 cm de espessura, com um golpe rápido de mão. Uma fotografia estroboscópica mostra que a mão, cuja massa pode ser considerada igual a 580 g, atinge a parte superior da tábua com velocidade de 9,5 m/s, e alcança o repouso 2,8 cm abaixo deste nível. (a) Qual o valor médio da força aplicada? (Suponha uma força constante.) (b) Quanto tempo durou o golpe?

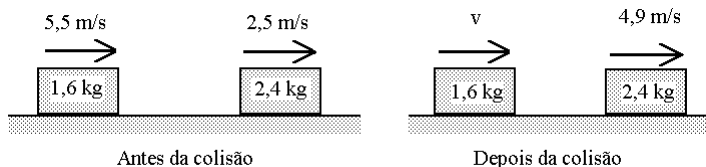
Resp.: (a) 935 N; (b) 5,89 ms.

16. Uma bola de 300 g se move com uma velocidade v de 6,0 m/s numa direção que faz um ângulo θ de 30° com uma parede. Após chocar-se com a parede, ela prossegue com a mesma velocidade escalar numa direção que faz o mesmo ângulo com a parede (veja a figura). Ela fica em contato com a parede durante 10 ms. (a) Que impulso foi comunicado à bola? (b) Qual foi a força média exercida pela bola sobre a parede?



Resp.: (a) 1,8 kg m/s; (b) $1,8 \times 10^2$ N.

17. Os blocos na figura abaixo deslizam sem atrito. (a) Qual é a velocidade v do bloco de 1,6 kg após a colisão? (b) A colisão é elástica?

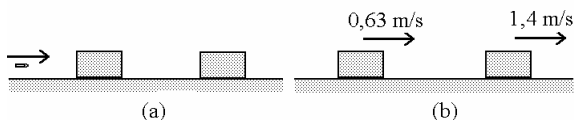


Resp.: (a) 1,90 m/s, para a direita; (b) Sim.

18. Reporte-se à figura do problema anterior. Suponha que a velocidade inicial do bloco de 2,4 kg fosse invertida; ele iria diretamente na direção do bloco de 1,6 kg. (a) Qual seria a velocidade v do bloco de 1,6 kg após a colisão? (b) Esta colisão seria elástica? (c) Sugira um mecanismo pelo qual seria possível o aumento de energia cinética verificado no item (b).

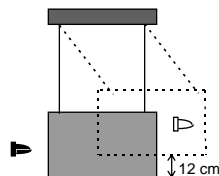
Resp.: (a) 5,6 m/s, para a esquerda; (b) É inelástica.

19. Uma bala de 3,5 g é atirada contra dois blocos, em repouso, sobre uma mesa lisa, como é mostrado na figura (a). A bala passa através do primeiro bloco, de 1,2 kg de massa, e incrusta-se no segundo, cuja massa é de 1,8 kg. Os blocos adquirem velocidades iguais a 0,63 m/s e 1,4 m/s, respectivamente, como nos mostra a figura (b). Desprezando a massa removida do primeiro bloco, determine: (a) a velocidade da bala imediatamente após sair do primeiro bloco, e (b) a velocidade inicial da bala.



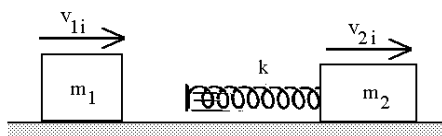
Resp.: (a) 721 m/s; (b) 937 m/s.

20. Uma bala de 10 g de massa colide com um pêndulo balístico de massa igual a 2 kg. O centro de massa do pêndulo sofre uma elevação de 12 cm. Supondo que a bala fique retida no interior do pêndulo, determine sua velocidade inicial.



Resp.: 308 m/s.

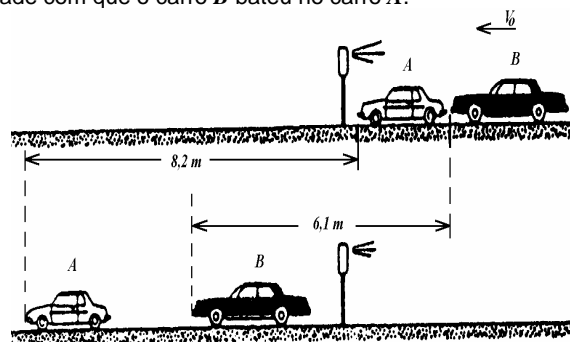
21. Um bloco de massa $m_1 = 2,0$ kg desliza ao longo de uma mesa sem atrito com velocidade de 10 m/s. Na frente dele, e movendo-se na mesma direção e sentido, existe um bloco de massa $m_2 = 5,0$ kg, que se move com velocidade de 3,0 m/s. Uma mola sem massa e de constante $k = 1120$ N/m está presa à traseira de m_2 , como é mostrado na figura. Quando os dois blocos colidem, qual é a máxima compressão da mola? (Sugestão: No momento de máxima compressão da mola, os dois blocos movem-se como se fosse um só bloco.)



Resp.: 25 cm.

22. Dois carros, A e B, deslizam numa estrada coberta de gelo quando o sinal luminoso de parar acende-se. A massa de A é de 1100 kg e a de B é de 1400 kg. O coeficiente de atrito cinético entre os pneus de ambos os carros e a estrada vale 0,13. O carro A consegue parar, mas o B não, de modo que bate na traseira de A. Após a colisão, A pára a 8,2 m do local do impacto, e B percorre

ainda uma distância de 6,1 m antes de parar. (Veja a figura abaixo) (a) A partir das distâncias que cada carro percorre após a colisão, determine a velocidade de cada carro imediatamente após o impacto. (b) Use a conservação do momento linear para determinar a velocidade com que o carro B bateu no carro A.



Resp.: (a) $V_A = 4,57$ m/s, $V_B = 3,94$ m/s; (b) $V_\theta = 7,53$ m/s.

23. Um próton (massa atômica 1 uma) com velocidade de 500 m/s colide elasticamente com outro próton em repouso. O próton projétil espalha-se fazendo um ângulo de 60° em relação à sua direção inicial. (a) Mostre que, após a colisão, o próton alvo é espalhado em uma direção que forma 90° com a direção de espalhamento do próton projétil. (b) Quais são as velocidades dos dois prótons depois da colisão?

Resp.: (b) 250 m/s para o próton projétil e 433 m/s para o próton alvo.

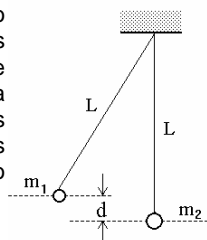
24. Dois veículos A e B deslocam-se, respectivamente, para oeste e para sul, em direção ao cruzamento destas direções, onde eles devem colidir e engavetar. Antes da colisão, A (massa igual a 1200 kg) move-se a 64,4 km/h e B (massa igual a 1600 kg) a 96,5 km/h. Ache o módulo, a direção e o sentido da velocidade de cada veículo após a colisão.

Resp.: 17,13 m/s, a $63,4^\circ$ com a direção do movimento original de A.

25. Um corpo de 20 kg move-se na direção positiva do eixo x com velocidade de 200 m/s, quando uma explosão interna divide-o em três partes. Uma parte, cuja massa é de 10 kg, afasta-se do local da explosão com velocidade de 100 m/s ao longo do eixo y positivo. Um segundo fragmento, de massa 4 kg, move-se ao longo do eixo x negativo com velocidade de 500 m/s. (a) Qual é a velocidade do terceiro fragmento, cuja massa vale 6 kg? (b) Que quantidade de energia foi liberada na explosão? Ignore os efeitos da gravidade.

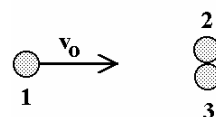
Resp.: (a) 1014 m/s; $9,5^\circ$ no sentido horário a partir do eixo x positivo; (b) 3,23 MJ.

26. Dois pêndulos, cada um de comprimento L, estão inicialmente posicionados como nos mostra a figura. O primeiro pêndulo é solto e atinge o segundo. Suponha que a colisão seja completamente inelástica, e despreze as massas dos fios e quaisquer efeitos resultantes do atrito. Até que altura o centro de massa sobe após a colisão?



Resp.: $H = d \left[\frac{m_1}{(m_1 + m_2)} \right]^2$.

27. Uma bola com velocidade inicial de 10 m/s colide elasticamente com duas outras idênticas, que estão inicialmente em contato. Os centros de massa das duas bolas estão em uma direção perpendicular à velocidade inicial, como mostra a figura. A primeira bola movimentada na direção do ponto de contato das outras duas, e não há atrito entre elas. Determine a velocidade das três bolas após a colisão. (Sugestão: Na ausência de atrito, cada impulso está dirigido ao longo da linha dos centros das bolas, normal às superfícies.)



Resp.: v_2 e v_3 tem módulo 6,9 m/s, e fazem ângulos de 30° com v_0 ; v_1 é oposto a v_0 , e possui módulo 2,0 m/s.