Física 1 – 4302111
Instituto de Física, Universidade de São Paulo
Prof. Eric C. Andrade
Lista 5 - 17/10/2022

1. Uma barra cilíndrica homogênea de 3m de comprimento é dobrada duas vezes em ângulo reto, a intervalos de 1m, de modo a formar três arestas consecutivas de um cubo (veja a figura). Encontre o vetor posição do centro de massa da barra dobrada $\boldsymbol{R}_{CM}$ no sistema de coordenadas da figura.

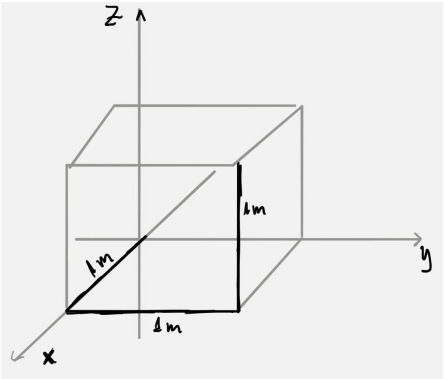

Figure 1: Figura referente ao exercício 1.

2. Calcule a coordenada do CM, x_{CM}, de uma barra de metal de comprimento L e massa M cuja extremidade esquerda está na origem do sistema de coordenadas nas seguintes situações:
   (a) A barra tem densidade linear de massa homogênea, $\lambda = M/L$. (Você pode fazer por argumentos de simetria ou por integração).
   (b) A barra tem densidade linear de massa dada por $\lambda(x) = \bar{\lambda}\, x$. Encontre $\bar{\lambda}$ antes de calcular x_{CM}.
   (c) A barra tem densidade linear de massa dada por $\lambda(x) = \tilde{\lambda}\, x^2$. Encontre $\tilde{\lambda}$ antes de calcular x_{CM}.
   (d) Finalmente, faça o caso geral $\lambda(x) = \lambda_n x^n$ (para $n \geq 0$). Verifique que os casos anteriores estão contemplados.

3. Uma pessoa de 75kg está sentada na popa de uma canoa de 150kg e 3m de comprimento. Na posição inicial, a canoa está perpendicular à margem do rio e a proa da canoa toca a margem. A pessoa se levanta e caminha a até a proa, com o intuito de amarrar a canoa numa estaca que está na margem do rio. Quando à proa, esticando o braço, ela alcança uma distância de 80 cm para fora da canoa. Será possível alcançar a margem quando chegar até a proa? Se não, qual distância faltará? (Considere que o centro de massa da canoa está localizado no seu centro geométrico e que não há resistência da água.)

4. Lulas e polvos se impulsionam expelindo água. Eles armazenam água em uma cavidade que é contraída para expelir a água repentinamente. Um polvo que, junto com a água que armazena, tem massa total de 6,5 kg está em repouso.
   (a) Se ele expelir 1,75kg de água qual deve ser a velocidade escalar da água (em relação a um referencial em repouso) para que ele atinja a velocidade de 2,50m/s? (Despreza a resistência da água.)
   (b) Qual a energia cinética que é criada nesse processo?
   (c) No seu entendimento, desprezar a resistência da água é uma boa aproximação neste caso?

5. Um caminhão de limpeza pública em ponto morto e com velocidade inicial v_i começa a disparar um jato d'água para trás (portanto, no sentido em que a velocidade do caminhão aumenta).
   (a) Supondo que a vazão seja λ litros por segundo e que o caminhão de massa m_C contenha uma massa de água m_A, encontre o tempo t_f que a transcorrerá até que toda a água seja ejetada do caminhão (você precisará também da densidade volumétrica da água, ρ_A).
   (b) Escreva uma expressão para a massa do caminhão em função do tempo (você deve usar também ρ_A, a densidade da água em kg por litro). Faça um gráfico aproximado dessa expressão.
   (c) Encontre a velocidade final do caminhão supondo que a água é ejetada a uma velocidade v_e.

6. Um sistema binário é composto por duas estrelas de massas m e M que se movem em órbitas circulares ao redor do centro de massa do sistema sob a ação da atração gravitacional mútua. Faça um esboço do sistema indicando a direção da velocidade de cada uma das estrelas. Calcule o período do sistema e a razão entre os raios das órbitas circulares.

7. Durante um prova olímpica, uma atelta dispara um rifle de 2 kg apoiado em seu ombro. O projétil pesa 15 g e sai do cano da arma com uma velocidade de 800 m/s.
   (a) Qual é a velocidade de recuo do rifle?
   (b) Qual impulso é transmitido ao ombro da competidora?
   (c) Se o recuo for absorvido em 0,05 s, qual a força média exercida sobre o ombra da atleta?

(d) Se 10% da energia química contida na pólvora antes do disparo é perdida na forma de som, luz e calor, qual a energia química total contida no projétil antes do disparo?

8. Um projétil de 5 g incide com uma velocidade de 400 m/s em um pêndulo balístico de massa 2 kg. O projétil atravessa quase que instantaneamente o pêndulo e emerge em sua outra extremidade com uma velocidade de 100 m/s. Calcule a altura da elevação do pêndulo.

9. Um carro pesando 2,4 toneladas acerta em cheio a traseira de um segundo carro de massa total de 1,2 toneladas que estava parado em um sinal vermelho. Se o dois carros foram arrastados por uma distância de 10,5 m e considerando que o coeficiente de atrito cinético da via é de 0,6, calcule a velocidade com a qual o primeiro carro movia-se no instante da colisão.

10. Uma bola de sinuca move-se com velocidade $\boldsymbol{v} = 2.50\,\hat{\boldsymbol{i}}$. Ela acerta uma outra bola, de mesma massa, que está em repouso. Após a colisão, a velocidade da primeira bola é $\boldsymbol{v} = 0.50\,\hat{\boldsymbol{i}} - 1.00\,\hat{\boldsymbol{j}}$. Qual é a velocidade da segunda bola? A colisão é elástica? Todas as velocidades estão medidas em m/s.

11. Um caminhão carregado, com massa total de 3 toneladas, move-se a 60 km/h quando colide perpendicularmente com um carro em um cruzamento. A massa do carro é de uma tonelada e ele movia-se a 90 km/h. Calcule em que direção e de que distância o carro é arrastado pelo caminhão se o coeficiente de atrito cinético no local do acidente é de 0,5.

12. Uma patinadora e um patinador se aproximam deslizando sem atrito sobre um lago congelado. As velocidades têm a mesma magnitude, 0,5 m/s. Ela tem massa de 50 kg, carrega uma bola de 1 kg, e patina em linha reta segundo um ângulo de 10° a leste da direção norte. Ele tem 51 kg e dirige-se para 10° a oeste da direção norte.

    Antes da colisão ela lança a bola para ele, que a apanha. Ela agora se move com velocidade de 0,51 m/s, numa direção 10° a oeste da direção norte.

    (a) Calcule o momento trocado entre os dois nesse processo.

    (b) Qual a velocidade final do patinador? Qual o ângulo ela faz com a direção norte?

13. Reatores nucleares utilizam água pesada como moderador da reação. (Água pesada são moléculas de água feitas de átomos de hidrogênio em cujo núcleo existe um par próton+nêutron, em vez de somente um próton.O par próton-nêutron recebe o nome de dêuteron). As colisões dos nêutrons (de massa 1u) livres no reator com os dêuterons (de massa 2u) podem ser consideradas como elásticas.

    (a) Qual a velocidade de um nêutron, expressa em função de sua velocidade inicial, depois de uma colisão frontal com um dêuteron que estava em repouso?

    (b) Qual é sua energia cinética expressa como uma fração de sua energia cinética inicial?

    (c) Quantas colisões serão necessárias para reduzir a velocidade de um nêutron para 1/59000 do seu valor inicial?