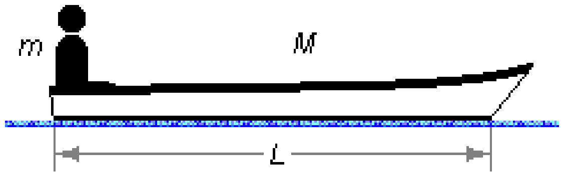
Um homem de massa *m* está sentado na popa de um barco em repouso, num lago. A massa do barco é *M* = *3m* e seu comprimento é *L*. O homem levanta-se e anda em direção à proa. Desprezando a resistência da água, determine a distância *D* que o bote percorre durante o percurso do homem da popa a proa.



Dados do problema

- massa do homem: *m*;
- massa do barco: *M* = 3*m*;
- comprimento do barco: *L*.

Solução

A equação do centro de massa de duas partículas é

$$x_{CM} = \frac{m_1 \,.\, x_1 + m_2 \,.\, x_2}{m_1 + m_2} \qquad \text{(I)}$$

Na primeira situação da figura 1, a seguir, temos um sistema de referência orientado para a direita com origem na parte de trás do barco onde está sentado o homem. “Esquecendo” o barco e o homem e considerando apenas os seus centros de massa, *ch* para o centro de massa do homem e *CB* para o centro de massa do barco, o centro de massa do homem está na posição de origem do sistema x_h=0 e o centro de massa do barco, de comprimento *L*, está na metade do seu comprimento $x_B = \frac{L}{2}$. Assim substituindo esses valores e as massas dadas no problema na equação (I), temos para o centro de massa do conjunto homem-barco na situação inicial

$$x_A = \frac{m.x_h + M.x_B}{m + M}$$

$$x_i = \frac{m.0 + 3m.{}^{L}\!/_{2}}{m + 3m}$$

$$x_i = \frac{3m.{}^{L}\!/_{2}}{4m}$$

$$x_i = \frac{3\,{}^{L}\!/_{2}}{4} \qquad \text{(II)}$$

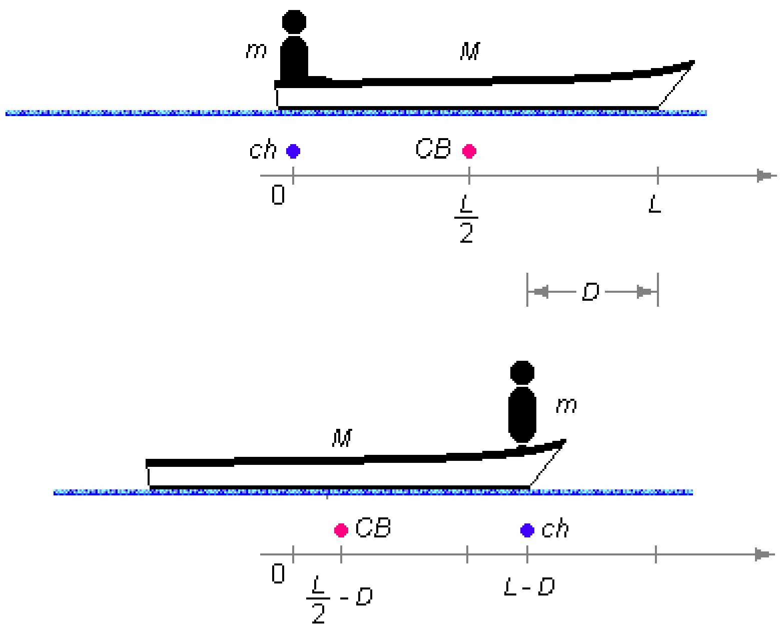


figura 1

Na segunda parte da figura 1 temos a situação final, o homem andou para frente o comprimento *L* do barco, enquanto isso o barco andou uma certa distância *D* para trás. Assim o centro de massa do homem está agora na posição $x_h = L - D$ e o centro de massa do barco está em $x_B = \frac{L}{2} - D$, novamente substituindo esses valores na equação (I) para a situação final obtemos

$$x_f = \frac{m.x_h + M.x_B}{m + M}$$

$$x_f = \frac{m.(L - D) + 3m.\left(\cancel{L}\!\!/\!_2 - D\right)}{m + 3m}$$

$$x_f = \frac{m.L - m.D + 3m.\cancel{L}\!\!/\!_2 - 3m.D}{4m}$$

calculando o *Mínimo Múltiplo Comum* (*M.M.C.*) entre os dois termos que dependem de *m.L* no numerador da expressão acima temos

$$m.L + 3m.\frac{L}{2} = \frac{2m.L + 3m.L}{2} = \frac{5m.L}{2}$$

$$x_f = \frac{5m.\cancel{L}\!\!/\!_2 - 4m.D}{4m}$$

$$x_f = \frac{5m.\cancel{L}\!\!/\!_2 - 4m.D}{4m} \qquad \text{(III)}$$

O problema nos diz que o barco está em repouso na situação inicial então pela *conservação do centro de massa* este continua no mesmo lugar na situação final, igualando as expressões (II) e (III) temos

$$x_i = x_f$$

$$\frac{3\cancel{L}\!\!/\!_2}{4} = \frac{5\cancel{L}\!\!/\!_2 - 4D}{4}$$

$$\frac{3L}{2} = \frac{5L}{2} - 4D$$

$$4D = \frac{5L}{2} - \frac{3L}{2}$$

$$4D = \frac{2L}{2}$$

$$4D = L$$

$$\boxed{D = \frac{L}{4}}$$