

Problemas de Movimento relativo

Ricardo Mendes Ribeiro

8 de Maio de 2019

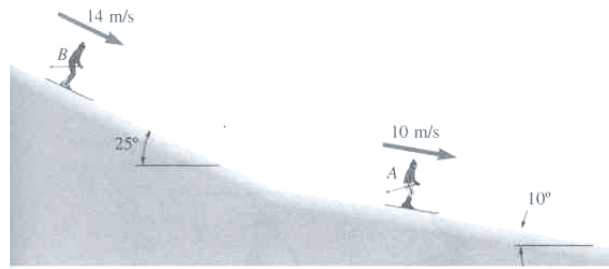
Movimento relativo

1. Um passageiro, sentado numa carruagem de um comboio, que se move com velocidade constante, atira uma bola verticalmente para cima. Onde cairá esta bola? Atrás dele, na frente ou de volta nas suas mãos? O que acontecerá se o comboio acelerar ou fizer uma curva enquanto a bola estiver no ar?
2. Um homem na plataforma de observação de um comboio que se move com velocidade constante, deixa cair uma moeda ao inclinar-se. Descreva a trajetória da moeda do ponto de vista:
 - (a) deste mesmo passageiro.
 - (b) de um observador situado de pé junto ao trilho.
 - (c) de um observador situado num segundo comboio, que se move na via paralela, em sentido contrário ao primeiro.
3. Um autocarro, com um pára-brisas vertical, viaja sob uma tempestade com velocidade v_b . A chuva cai verticalmente com velocidade v_c . Qual o ângulo entre as gotas de chuva e o pára-brisas no momento da colisão?
4. Num dia de chuva bastante intensa, verificou-se que as gotas de chuva caíam verticalmente. Para ir de um local para outro, sob a chuva, de tal forma que se encontre o menor número de gotas, você mover-se-ia com a maior velocidade possível, a menor velocidade possível ou com algum valor de velocidade intermédio?
5. O que está errado na figura (o marinheiro está a viajar a favor do vento)?



6. Um elevador está a descer a uma velocidade constante. Um passageiro tira do bolso uma moeda e deixa-a cair no piso do elevador. Que acelerações seriam observadas no movimento da moeda:

- (a) pelo passageiro.
 (b) por uma pessoa em repouso relativamente ao poço do elevador.
7. Um remador decide, para fazer exercício, remar entre o percurso fluvial da cidade A para a cidade B e regressar. Durante todo o trajecto ele rema a uma velocidade constante em relação à corrente, que flui de A para B . Um amigo acompanha-o a pé ao longo da margem, caminhando no chão à mesma velocidade que a do barco em relação à corrente. Na ida, o barco, levado pela corrente, adquire avanço. O peão consola-se, certo de que no regresso a corrente irá atrasar o remador de maneira a voltarem exactamente ao mesmo tempo a A . Terá ele razão?
8. As velocidades dos esquiadores A e B estão indicadas na figura. Determine a velocidade de A relativamente a B .



R: ¹

9. Uma partícula A desloca-se relativamente a outra partícula B com uma velocidade dada por:

$$\vec{v}_{AB} = 2\vec{e}_x - \vec{e}_y$$

A partícula B desloca-se em relação a uma outra partícula C com uma velocidade dada por:

$$\vec{v}_{BC} = \vec{e}_x - 2\vec{e}_y$$

Determine a velocidade da partícula A relativamente à partícula C .

R: ²

10. Um nadador capaz de nadar a uma velocidade de 0.7 m/s em relação à água quer atravessar um rio de 50 m de largura e com uma corrente de 0.5 m/s .
- (a) Em que direcção deve nadar se quiser atingir a margem em frente ao ponto de partida? Qual a sua velocidade relativamente à margem? Quanto tempo demora a travessia?
- (b) Em que direcção deve nadar para atravessar o rio no menor tempo possível? Qual a sua velocidade relativamente à margem? Quanto tempo demorará a travessia? A que distância a jusante atingirá a outra margem?

R: ³

11. Um barco a motor viaja num rio cuja corrente pode supor-se constante. O motor do barco comunica-lhe uma velocidade constante e tal que as velocidades do barco, em relação à margem, são respectivamente de 45 km.h^{-1} e 63 km.h^{-1} na subida e na descida do rio.

- (a) Calcule as velocidades da corrente e comunicada ao barco pelo motor.
- (b) Mantendo-se as condições de funcionamento e a velocidade da corrente, o barco atravessa o rio, cuja largura são 5 km, apontando perpendicularmente às margens.
 - i. Represente esquematicamente os vectores velocidade do barco e velocidade da corrente.
 - ii. Calcule a que distância da perpendicular do ponto de partida, o barco alcança a outra margem.

R: ⁴

12. Um comboio viaja à velocidade de 25 m/s, num dia em que a chuva, soprada pelo vento, cai de tal modo que a trajectória das gotas de água forma com a vertical um ângulo de 40° , quando vista por um observador parado na plataforma da estação. Um passageiro, viajando sentado no interior de uma carruagem, vê as gotas de água caírem segundo a vertical. Determine a velocidade das gotas de chuva em relação à Terra.

R: ⁵

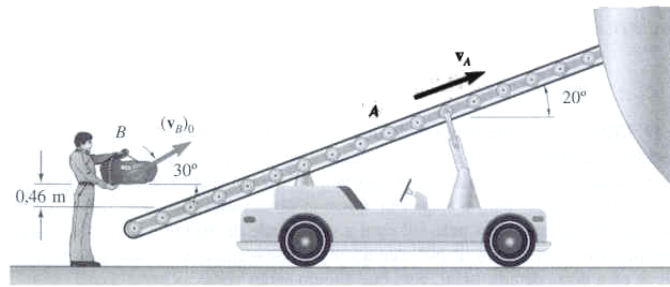
13. Um avião desloca-se em linha recta à velocidade de 358 m/s. Determine a velocidade do avião em relação a um observador que se move à mesma altitude a 90 km/h:
- (a) na mesma direcção e mesmo sentido.
 - (b) na mesma direcção e sentidos opostos.
 - (c) perpendicularmente à trajectória do avião.
 - (d) segundo uma direcção tal que o avião pareça deslocar-se transversalmente em relação ao observador móvel.

R: ⁶

14. Um tubo está montado sobre uma plataforma que se move horizontalmente com $v = 2$ m/s. Qual deve ser o ângulo de inclinação do tubo relativamente à horizontal para que as gotas de chuva, que caem verticalmente à velocidade de 6 m/s, alcancem o fundo do tubo sem tocar nas paredes? (Nota: a velocidade das gotas de chuva é aproximadamente constante devido à resistência do ar).

R: ⁷

15. A correia transportadora A , que faz um ângulo de 20° com a horizontal, move-se com uma velocidade constante de 1.22 m/s e destina-se ao carregamento de um avião. Sabendo que o operário atira o saco B com uma velocidade inicial de 0.76 m/s e com um ângulo de 30° com a horizontal, determine a velocidade do saco relativamente à correia, quando este toca na correia.



R: 8

16. Um helicóptero está sobrevoando, em linha recta, uma planície com uma velocidade constante de 6 m/s a uma altitude constante de 8 m. Um fardo é atirado para fora (horizontalmente) com uma velocidade de 10 m/s relativamente ao helicóptero e numa direcção perpendicular ao seu movimento. Determine:

- a velocidade inicial do fardo relativamente ao solo.
- a distância horizontal entre o helicóptero e o fardo no instante em que este cai ao solo.
- o ângulo que o vector velocidade do fardo faz com o solo no instante imediatamente anterior ao impacto.

R: 9

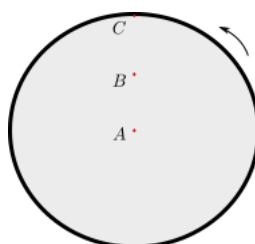
17. Um homem quer atravessar um rio de 700 m de largura. O barco, no qual ele rema, possui uma velocidade relativamente à água de 4 km/h. A velocidade da corrente é de 2 km/h. Quando o homem caminha em terra firme a sua velocidade é de 4.8 km/h. Ao atravessar o rio a remo, ele atinge um ponto a jusante do local inicial; a seguir ele retorna a pé até ao ponto oposto ao ponto onde ele se encontrava na outra margem do rio. Determine:

- a direcção seguida pelo barco e a distância total percorrida (entre atravessar o rio e andar), para que o tempo do percurso seja mínimo (para atingir o ponto considerado).
- o valor desse tempo.

R: 10

Força de Coriolis

18. Considere a plataforma giratória da figura, a rodar com velocidade angular ω , no sentido indicado (a plataforma está horizontal):



No instante $t = 0$ é lançado um corpo a partir do ponto A na direcção do ponto B (posição que tem nesse instante). O corpo desliza sem atrito.

Desenhe a trajectória do corpo como vista no referencial em rotação e no referencial do laboratório.

19. Quais são as direcções das forças centrífugas e de Coriolis num objecto que se move:

- (a) para sul perto do Pólo Norte?
- (b) para este no equador?
- (c) para sul no equador?

20. Uma bala de massa m é disparada com uma velocidade v_0 horizontal e em direcção ao norte a partir de uma posição de colatitude θ (colatitude é a latitude medida a partir do pólo em vez de a partir do equador). Determine a direcção e valor da força de Coriolis em função de m , v_0 , θ e da velocidade angular da Terra Ω . Compare o peso da bala com a força de Coriolis se $v_0 = 1000$ m/s e $\theta = 40^\circ$.

21. Considere umas partículas com velocidade de 50m/s relativa à Terra a moverem-se:

- para Sul na latitude de 45° Norte;
- para Sul na latitude de 45° Sul;
- para Leste no equador.

Calcule para cada um dos casos:

- (a) a aceleração centrífuga da partícula;
- (b) a aceleração de Coriolis da partícula.

(Dados: velocidade angular da Terra: 7.292×10^{-5} rad/s; raio da Terra: 6.37×10^6 m)

R: ¹¹

22. Calcule para um corpo que cai de um prédio de 100 m, o desvio devido à aceleração de Coriolis se o prédio estiver no Equador.

R: ¹²

23. Um corpo na latitude de 41° N cai de uma altura de 200 m. Calcule o desvio para Leste em relação ao ponto sobre a Terra directamente abaixo do corpo.

R: ¹³

Soluções

Notes

$$^1 5.05 \text{ m/s}; \alpha = 124.2^\circ$$

$$^2 \vec{v}_{AC} = 3\vec{e}_x - 3\vec{e}_y$$

$$^3 \text{a) } 45.6^\circ; 0.49 \text{ m/s}; 102 \text{ s b) } 0.86 \text{ m/s}; 71.4 \text{ s}; 35.7 \text{ m}$$

$$^4 \text{a) } 54 \text{ km/h}; 9 \text{ km/h}; \text{b2) } 833.3 \text{ m}$$

$$^5 38.9 \text{ m/s}$$

$$^6 \text{a) } 333 \text{ m/s}; \text{b) } 383 \text{ m/s}$$

$$^7 71.6^\circ$$

$$^8 3.2 \text{ m/s}; \alpha = -98.7^\circ$$

$$^9 \text{a) } v_0 = \sqrt{136} \text{ m/s} \simeq 11.7 \text{ m/s}; \text{b) } 12.8 \text{ m}; \text{c) } 42.96^\circ$$

$$^{10} \text{a) } -36^\circ, 780.5 \text{ m}; \text{b) } 200.5 \text{ s}$$

$$^{11} \text{a) } 2.4 \times 10^{-2}, 2.4 \times 10^{-2}, 3.4 \times 10^{-2} \text{ m/s}^2 \text{ b) } 5.2 \times 10^{-3} \text{ m/s}^2, \text{ leste}; 5.2 \times 10^{-3} \text{ m/s}^2, \text{ leste}; 7.3 \times 10^{-3} \text{ m/s}^2, \text{ radial}$$

$$^{12} 2.2 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$^{13} 4.7 \times 10^{-2} \text{ m}$$