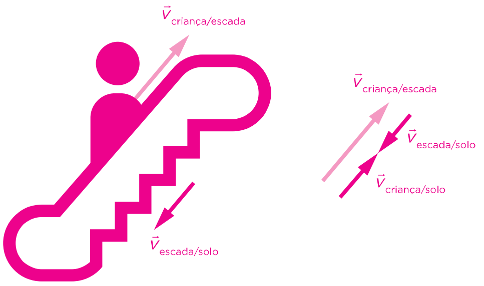
APRIMORANDO HABILIDADES

É possível determinar a velocidade da criança com exatidão? Para auxiliar na análise e ajudá-lo a justificar sua resposta, responda:

a) Supondo que 50 cm/s seja a velocidade da criança em relação à escada, qual é a velocidade da criança em relação ao solo?

Não é possível determinar a velocidade da criança *a priori* sem determinar o referencial. Os itens **a** e **b** propõem dois referenciais diferentes para a velocidade de 50 cm/s da criança que nos levam a duas respostas distintas. Entretanto, a composição vetorial das velocidades é a mesma em ambos os casos:



ac_yotto/Shutterstock

Vetorialmente, a composição de movimentos nos dá:

$\vec{v}_{\text{criança/solo}} = \vec{v}_{\text{criança/escada}} + \vec{v}_{\text{escada/solo}}$

A partir da representação dos vetores, é possível escrever a relação escalar:

$v_{C/S} = v_{C/E} - v_{E/S}$

Aplicando a relação acima, dado que $v_{C/E} = 50$ cm/s, temos:

$v_{C/S} = v_{C/E} - v_{E/S} = 50 - 20$

$\therefore\ v_{C/S} = 30$ cm/s

b) Supondo que 50 cm/s seja a velocidade da criança em relação ao solo, qual é a velocidade da criança em relação à escada?

Aplicando a relação anterior, dado que $v_{C/S} = 50$ cm/s

$v_{C/S} = v_{C/E} - v_{E/S}$

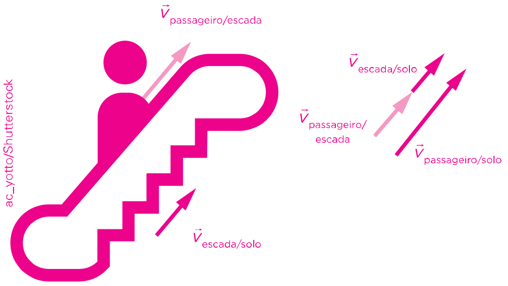
$50 = v_{C/E} - 20 \therefore v_{C/E} = 70$ cm/s

2 Se você já circulou pelo metrô na cidade de São Paulo, já se deparou com este aviso de orientação aos usuários acerca das escadas rolantes.

Aloisio Mauricio/Fotoarena

Ele orienta os usuários sobre duas formas de uso das escadas rolantes: (1) para permanecer em repouso, em relação aos degraus da escada, fique do lado direito, deixando a esquerda livre ou (2) use o lado esquerdo para movimentar-se na mesma direção e no mesmo sentido da escada, andando em relação aos degraus dela.

a) Suponha que a escada se mova para cima com velocidade de 20 cm/s em relação ao solo e que um usuário suba os degraus com velocidade de 50 cm/s em relação à escada. Qual é a velocidade do usuário em relação ao solo?



ac_yotto/Shutterstock

Escrevendo a relação vetorial entre as velocidades:

$\vec{v}_{\text{passageiro/solo}} = \vec{v}_{\text{passageiro/escada}} + \vec{v}_{\text{escada/solo}}$ ou $\vec{v}_{P/S} = \vec{v}_{P/E} + \vec{v}_{E/S}$

A partir da representação dos vetores, é possível escrever a relação escalar:

$v_{P/S} = v_{P/E} + v_{E/S}$

$v_{P/S} = 50 + 20$

$\therefore\ v_{P/S} = 70$ cm/s

b) Se a escada tem 10 metros de comprimento, qual é o intervalo de tempo economizado pelo usuário que faz essa escolha em relação àquele que permanece em repouso em relação à escada?

Se o usuário ficar em repouso em relação à escada, ele subirá com 20 cm/s de velocidade. Entretanto, quando ele se move em relação à escada, sua velocidade em relação ao solo é 70 cm/s. Calculando o tempo gasto em cada situação, tem-se:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta s}{v} \Rightarrow \Delta t = \frac{10\ \text{m}}{0{,}2\ \text{m/s}} \therefore \Delta t = 50\ \text{s}$$

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta s}{v} \Rightarrow \Delta t = \frac{10\ \text{m}}{0{,}7\ \text{m/s}} \therefore \Delta t = \frac{100}{7}\ \text{s}$$

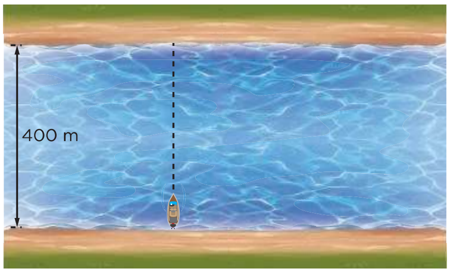
Dessa forma, a diferença de tempo entre uma opção e outra vale:

$$50\ \text{s} - \frac{100}{7}\ \text{s} = \frac{250}{7}\ \text{s} \cong 35{,}7\ \text{s}$$

APRIMORANDO HABILIDADES

Aula 13

3 Um barco de pequenas dimensões, com velocidade de 4 m/s em relação à água, atravessa um rio posicionando-se perpendicularmente em relação as suas margens, que são paralelas entre si e distam 400 m, como mostra a figura.



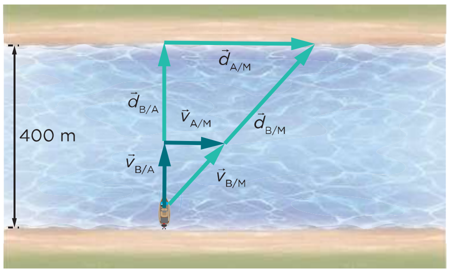
a) Considere (apenas por um instante) que não há correnteza nesse momento da travessia. Em quanto tempo o barco atravessa o rio?

Como as velocidades do barco em relação à água e da água em relação à margem são constantes, a velocidade média é igual à velocidade instantânea. Dessa forma, como o barco desloca-se 400 m, temos

$$\left|\vec{v}_{B/A}\right| = \frac{\left|\vec{d}_{B/A}\right|}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{\left|\vec{d}_{B/A}\right|}{\left|\vec{v}_{B/A}\right|}$$

$$\Delta t = \frac{400\text{ m}}{4\text{ m/s}} \therefore \Delta t = 100\text{ s}$$

b) Se houvesse uma correnteza com velocidade das águas, em relação às margens, de 3 m/s, paralela às margens e para a direita, responda:



O barco atravessaria o rio seguindo a mesma trajetória anterior? Qual seria o deslocamento do barco em relação à margem, tomando como referência o ponto de partida?

Com a ação da correnteza sobre o barco, o deslocamento do barco em relação à margem $\left(\vec{d}_{B/M}\right)$ acontece na diagonal, como mostra a figura anterior.
O barco não atravessa seguindo a mesma trajetória anterior. Para calcular o deslocamento do barco em relação à margem, podemos construir a composição de velocidades e deslocamentos observando que esses triângulos são semelhantes:

$$\frac{\left|\vec{v}_{B/A}\right|}{\left|\vec{d}_{B/A}\right|} = \frac{\left|\vec{v}_{A/M}\right|}{\left|\vec{d}_{A/M}\right|} \Rightarrow \frac{4\text{ m/s}}{400\text{ m}} = \frac{3\text{ m/s}}{\left|\vec{d}_{A/M}\right|} \therefore \left|\vec{d}_{A/M}\right| = 300\text{ m}$$

Dessa forma, o deslocamento do barco em relação à margem é determinado pelo teorema de Pitágoras:

$$\left|\vec{d}_{B/M}\right|^2 = \left|\vec{d}_{B/A}\right|^2 + \left|\vec{d}_{A/M}\right|^2$$

$$\left|\vec{d}_{B/M}\right|^2 = 400^2 + 300^2 \therefore \left|\vec{d}_{B/M}\right| = 500\text{ m}$$

c) Qual seria a velocidade do barco em relação à margem nessas condições?

A velocidade do barco em relação à margem pode ser determinada pelo teorema de Pitágoras aplicado ao triângulo que decorre da composição das velocidades:

$$\left|\vec{v}_{B/M}\right|^2 = \left|\vec{v}_{B/A}\right|^2 + \left|\vec{v}_{A/M}\right|^2$$

$$\left|\vec{v}_{B/M}\right|^2 = 4^2 + 3^2$$

$$\therefore \left|\vec{v}_{B/M}\right| = 5\text{ m/s}$$

d) Em quanto tempo o barco faria a travessia?

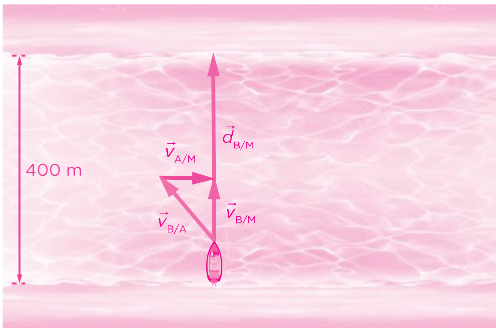
O tempo de travessia vale:

$$\left|\vec{v}_{B/M}\right| = \frac{\left|\vec{d}_{B/M}\right|}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{\left|\vec{d}_{B/M}\right|}{\left|\vec{v}_{B/M}\right|}$$

$$\Delta t = \frac{500\text{ m}}{5\text{ m/s}} \therefore \Delta t = 100\text{ s}$$

e) Se o barco agora, mesmo com a correnteza, atravessasse o rio deslocando-se perpendicularmente à margem, qual seria o tempo de travessia?

Para que o barco atravesse na perpendicular, é preciso direcioná-lo diagonalmente rio acima, isto é, apontando a velocidade do barco em relação à água na diagonal para a esquerda de tal forma que, ao compô-la com a velocidade da água em relação à margem, resulte em uma velocidade do barco em relação à margem perpendicularmente em relação a ela.



A velocidade do barco em relação à margem pode ser determinada pelo teorema de Pitágoras aplicado ao triângulo que decorre da composição das velocidades:

$$\left|\vec{v}_{B/A}\right|^2 = \left|\vec{v}_{B/M}\right|^2 + \left|\vec{v}_{A/M}\right|^2$$

$$\left|\vec{v}_{B/M}\right|^2 = 4^2 - 3^2$$

$$\therefore \left|\vec{v}_{B/M}\right| = \sqrt{7}\text{ m/s} \cong 2{,}65\text{ m/s}$$

O tempo de travessia vale:

$$\left|\vec{v}_{B/M}\right| = \frac{\left|\vec{d}_{B/M}\right|}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{\left|\vec{d}_{B/M}\right|}{\left|\vec{v}_{B/M}\right|}$$

$$\Delta t = \frac{400\text{ m}}{2{,}65\text{ m/s}} \therefore \Delta t \cong 151\text{ s}$$