

## Sumário

Movimento relativo em uma dimensão.....	1
1) Um quebra-cabeça .....	1
Movimento relativo em duas dimensões.....	1
2) Velocidades conhecidas.....	1
3) Avião no ar e velocidade do vento desconhecida.....	2
4) Avião no ar com direções da sua velocidade e do vento desconhecidas .....	2
5) Lançamento da bolinha no metrô. ....	2
Em duas dimensões e acelerado.....	2
6) Barco a vela atravessando o rio .....	2
Movimento de rotação e o referencial inercial.....	3
7) Satélite em órbita geoestacionária .....	3
8) Satélite com período de rotação conhecido .....	3
*9) Satélite com altitude conhecida. ....	3
*10) Dia sideral vs. dia solar (ou simplesmente dia, na linguagem corrente) .....	3

## Transformação de Galileu e mudança de referencial

### Movimento relativo em uma dimensão

#### 1) Um quebra-cabeça

Um homem remava rio acima a uma velocidade de 1 km/h em relação à margem do rio, que corria a 2 km/h. Em certo momento, o chapéu do remador caiu na água, mas ele só percebeu isso 15 min depois, quando passa a remar rio abaixo, fazendo o mesmo esforço que vinha fazendo.

Determine:

- quanto tempo o remador precisa remar rio abaixo, até encontrar seu chapéu.
- que distância o barco se desloca em relação ao rio na subida
- mesmo que em b), mas na descida.
- que distância o barco se desloca em relação à margem do rio na subida
- mesmo que em d), mas na descida.

*Adaptado de Matemática Recreativa, Otaviano Helene, Livraria da Física (2018); vale a pena ver a versão quebra-cabeça deste problema.*

### Movimento relativo em duas dimensões

#### 2) Velocidades conhecidas

O piloto de um avião deseja voar para de leste para oeste. Um vento de 80 km/h sopra do norte para o sul e a velocidade do avião em relação ao ar (sua velocidade se o ar estivesse em repouso) é igual a 320 km/h.

Determine:

- a direção que o piloto deve escolher.
- a velocidade do avião em relação ao solo.

3) Avião no ar e velocidade do vento desconhecida

Um avião leve alcança uma velocidade no ar de intensidade 480 km/h. O piloto estabelece uma rota de vôo para um destino 810 km ao norte, mas descobre que o avião deve ser orientado  $21^\circ$  a nordeste para voar lá diretamente. O avião chega em 1,9 h.

Determine a velocidade do vento.

4) Avião no ar com direções da sua velocidade e do vento desconhecidas

Você está voando em um avião leve, relatando as condições do tráfego para uma emissora de rádio. Seu vôo se dirige de oeste para leste sobre uma estrada. As marcas da estrada abaixo indicam que sua velocidade é igual a 50,0 m/s em relação ao solo e seu indicador de velocidade do ar também mostra 50,0 m/s. Contudo, a frente de seu avião aponta ligeiramente para uma direção sudeste e um funcionário do serviço de meteorologia informa a você que está soprando um vento de 20 m/s.

Determine a direção do vento.

5) Lançamento da bolinha no metrô.

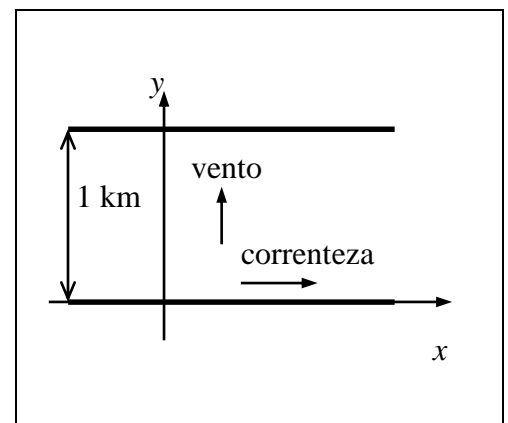
Um passageiro do metrô, viajando à velocidade constante de 20 m/s, lança para cima uma bolinha com velocidade inicial de 10 m/s, na direção vertical em relação a um referencial preso ao vagão.

Determine o ângulo de lançamento observado da plataforma, em relação a um referencial fixo ao solo.

### Em duas dimensões e acelerado

6) Barco a vela atravessando o rio

Um pequeno barco à vela desliza ao longo da margem de um rio sendo arrastado pela correnteza da água com velocidade igual a 5,0 m/s para leste, como mostra a figura ao lado. Em um determinado momento, as velas são içadas e o vento que está soprando para norte imprime ao barco uma aceleração constante, para norte e com módulo igual a  $0,080 \text{ m/s}^2$ . A distância entre as margens do rio é 1,00 km. Adote o referencial da figura ao lado considerando  $t = 0 \text{ s}$  o instante em que as velas são içadas e que isto ocorre no ponto de coordenadas  $(x,y)=(0,0)$ .



Determine:

- a equação horária  $\vec{r}(t) = x(t)\vec{i} + y(t)\vec{j}$ .
- o tempo que o barco leva para atingir a margem esquerda do rio.
- a distância entre o ponto de partida e o de chegada na margem oposta, medida ao longo do eixo Ox.
- a velocidade do barco quando alcança a margem oposta
- gráfico de  $y(t)$ .

## Movimento de rotação e o referencial inercial

7) Satélite em órbita geoestacionária

Um satélite pode permanecer parado em relação à Terra somente quando está em uma órbita circular no plano equatorial. Essa órbita é chamada geoestacionária.

Determine a altitude para um satélite em órbita geoestacionária.

Adote para a Terra:

- raio = 6400 km.
- aceleração na superfície  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ .

Forneça as respostas com dois dígitos de precisão, assim ignore a diferença entre o dia solar e o sideral.

8) Satélite com período de rotação conhecido

Um satélite está em uma órbita circular no plano equatorial. O período de rotação, visto de um referencial inercial, é 12 hs. Determine:

- a) a altitude do satélite.
- b) o período de rotação, visto de um referencial fixo à superfície da Terra.

Um sistema de referência preso ao centro do Sol com uma orientação fixa em relação às estrelas é um referencial inercial conveniente neste problema.

\*9) Satélite com altitude conhecida.

Um satélite com 300 kg de massa está em uma órbita circular em torno da Terra, numa órbita equatorial, a 3.000 km de altitude. Encontre: **a)** a velocidade orbital do satélite, **b)** o período de revolução e **c)** a força gravitacional atuando nele.

\*10) Dia sideral vs. dia solar (ou simplesmente dia, na linguagem corrente)

A duração de um dia usual pode ser medida em qualquer ponto da Terra e corresponde ao intervalo de tempo em que o Sol passa sucessivamente pelo seu ponto mais alto em relação ao horizonte, observado da mesma localidade. Já o dia sideral usa como referência as estrelas fixas – o dia sideral é o intervalo de tempo entre duas observações sucessivas das estrelas no mesmo lugar do céu.

Determine a duração de um dia sideral.