

Sumário

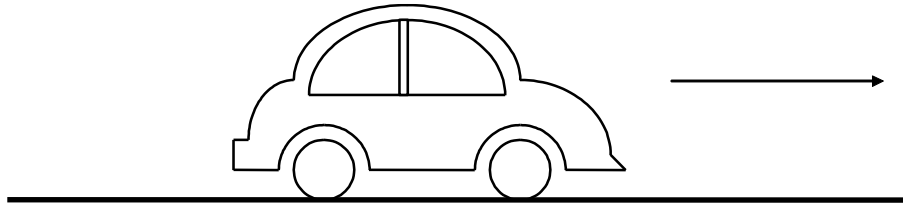
A arbitrariedade na escolha do referencial. Transformação de Galileu.....	2
Sistemas de referência.....	2
1) Um movimento uniforme descrito em vários sistemas de referência.....	2
2) Uma equação horária, vários movimentos (situação inversa à do exercício anterior).	2
3) Efeito da escolha do ponto de referência em um corpo extenso.....	3
A lei da Inércia, 1ª lei de Newton	3
4) Inércia em um movimento no espaço livre.....	3
5) Inércia no movimento de um projétil.....	4
Movimento relativo em uma dimensão.....	4
6) Dois veículos numa estrada retilínea	4
7) A esteira rolante horizontal.....	5
8) RHK E4.6 39 – Redução do tempo de deslocamento quando se usa uma escala rolante	5
9) Movimento acelerado visto de dois referenciais inerciais diferentes	5

A arbitrariedade na escolha do referencial. Transformação de Galileu.

Sistemas de referência

1) Um movimento uniforme descrito em vários sistemas de referência

Considere o movimento de um carro em uma estrada. Suponha que o carro se mova **SEMPRE** com velocidade constante $v = 60 \text{ km/h}$, na direção indicada no desenho (para a direita).



Escreva a equação horária que descreve o movimento do carro (que é sempre o mesmo!) em cada um dos sistemas de referência descritos nos itens a seguir. Para isso, primeiro desenhe uma reta representando o eixo com a sua orientação, marque nele a origem (marco 0 km da estrada) e só então localize a posição do carro no instante indicado.

- a) No instante $t = 0 \text{ h}$ o carro se encontra no km 10 da estrada; o eixo está orientado para a direita.
- b) No instante $t = 0 \text{ h}$ o carro se encontra 5 km ANTES da origem (marco km 0); eixo orientado para a direita.
- c) O carro passa pela origem (marco km 0) quando o relógio marca 2 h; eixo orientado para a esquerda.
- d) No instante $t = 0 \text{ h}$ o carro se encontra a 10 km à direita da origem; eixo orientado para a esquerda.
- e) No instante $t = 0 \text{ h}$ o carro se encontra a 5 km à esquerda da origem; o eixo está orientado para a esquerda.

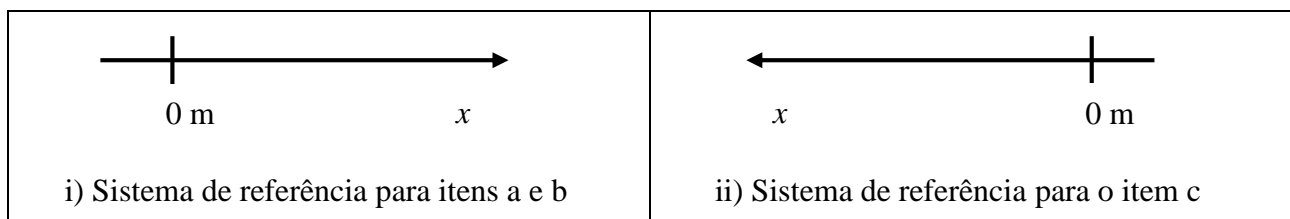
Note que o que faz com que a equação que descreve o movimento seja diferente em cada caso é o conjunto das escolhas de: (a) a orientação do eixo; (b) o ponto da estrada adotado como origem; (c) o momento que é usado como origem da contagem do tempo.

2) Uma equação horária, vários movimentos (situação inversa à do exercício anterior).

Os movimentos de dois corpos diferentes são descritos por uma mesma equação,

$$x = 4 - 2t \quad \text{em m para } t \text{ em s}$$

em dois sistemas de referência distintos, representados nas figuras i) e ii) abaixo



- a) Indique graficamente a posição do corpo cujo movimento se descreve no referencial da figura i), nos instantes $t = -2; 0; 2$ e 10 s .
- b) Determine em que instantes esse corpo estará nas posições $x = 10 \text{ m}$ e $x = -8 \text{ m}$.

- c) Repita os itens a) e b) para o movimento do outro corpo, cujo movimento é descrito no sistema de referência representado pela figura ii).

Não deixe de refletir nas diferenças e semelhanças de interpretação de um sinal negativo quando ele se refere a uma coordenada de posição ou de tempo.

3) Efeito da escolha do ponto de referência em um corpo extenso

Considere o movimento de um trem de 150 m de comprimento, que se move com velocidade constante de 72 km/h ao atravessar um túnel de 300 m de comprimento. O exercício consiste em entender que o ponto de referência para o movimento do trem pode ser escolhido em qualquer lugar dos seus 150 m de comprimento bem como a origem do tempo em qualquer instante, ao mesmo tempo que é imprescindível escolher um ponto do trem e um evento para origem do tempo, a fim de construir uma equação horária sem ambiguidade. Considere as alternativas de representação da posição do trem e escolha do instante $t = 0$ s:

- i) extremidade da frente da locomotiva e momento em que o trem inicia a entrada no túnel;
- ii) extremidade da frente da locomotiva e instante em que o fim do *último* vagão passa pela *entrada* do túnel;
- iii) extremidade da frente da locomotiva e instante em que a extremidade da frente da locomotiva alcança a saída do túnel;
- iv) ponto médio do trem e momento em que o trem inicia a entrada no túnel.

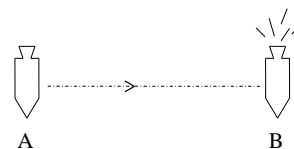
Para cada uma das escolhas i a iv acima, determine:

- a) a equação horária que descreve o movimento do ponto escolhido do trem.
- b) o instante em que a locomotiva ingressa no túnel.
- c) o instante em que o fim do último vagão termina de sair do túnel.
- d) o tempo que o trem demora para atravessar completamente o túnel, a partir dos resultados dos dois itens anteriores.

A lei da Inércia, 1ª lei de Newton

4) Inércia em um movimento no espaço livre

Um foguete está se movimentando com o motor desligado, no espaço, indo da posição A à posição B. O foguete não sente efeito de nenhum planeta nem de qualquer outra causa de força externa. Na posição B os motores são ligados e **permanecem ligados** até que o foguete chega na posição C.



- a) Desenhe na figura ao lado a trajetória do foguete para ir de B até C.
- b) Em C os motores são desligados. Desenhe na figura a trajetória do foguete após C. Justifique suas respostas.

Você nunca esteve no espaço, assim não use sua intuição para responder.

5) Inércia no movimento de um projétil

A figura abaixo representa as posições em instantes sucessivos, a cada 4 segundos, de um avião que se desloca paralelamente ao solo e a uma altura de 2000 m, com velocidade constante de 100 m/s. Em cada uma das posições, o avião larga uma bomba.

- Complete o desenho com as posições das bombas em cada um dos instantes assinalados.
- Represente as velocidades em cada instante.
- Represente as acelerações em cada instante.
- Faça b) e c) para o avião.
- Quais os aspectos fundamentais da lei da Inércia que estão envolvidos na questão? *Justifique suas respostas.*

Você provavelmente nunca viu um corpo em movimento largar alguma coisa no ar, assim não use sua intuição para responder.

**Movimento relativo em uma dimensão**

6) Dois veículos numa estrada retilínea

Você está dirigindo do sul para o norte por uma estrada retilínea de duas pistas com velocidade constante de 88 km/h. Um caminhão se aproxima de você em sentido contrário com velocidade constante de 104 km/h (na outra pista).

- Qual a velocidade do caminhão em relação a você?
- Qual sua velocidade em relação ao caminhão?
- Como as velocidades relativas variam depois que o caminhão cruzar você?

7) A esteira rolante horizontal

A “esteira rolante horizontal” do terminal de um aeroporto possui comprimento igual a 35 m e se desloca a 1,0 m/s. Suponha uma pessoa se deslocando a 1,5 m/s em relação à esteira e partindo de uma extremidade da esteira. Quanto tempo leva para atingir a outra extremidade se a pessoa se move:

- no mesmo sentido da esteira?
- em sentido contrário ao da esteira?

8) RHK E4.6 39 – Redução do tempo de deslocamento quando se usa uma escada rolante

Uma pessoa percorre uma escada rolante de 15 m de comprimento em 90 s quando a escada está parada. Quando a pessoa está parada na mesma escada, que agora se encontra em movimento, a pessoa é transportada em 60 s. Determine:

- o tempo que a pessoa levaria para fazer o mesmo percurso se caminhasse sobre a escada rolante em movimento.
- se a resposta anterior depende do comprimento da escada, quando o tempo para subir a escada parada permanece em 90 s.

9) Movimento acelerado visto de dois referenciais inerciais diferentes

Dois discos A e B estão sobre uma mesa de ar M, cuja superfície é perfeitamente lisa e horizontal, de modo que o atrito pode ser ignorado e a força peso é compensada pela normal e não produz nenhuma alteração no movimento dos discos. Um deles carrega uma câmara de vídeo e pode mover-se livremente, enquanto o outro está preso a um sistema que faz uma força constante sobre ele. Quando se adota um sistema de referência preso à mesa, os movimentos dos discos são dados pelas equações

$$x_{A(M)}(t) = 10 t \quad \text{e} \quad x_{B(M)}(t) = 10 t - \frac{1}{2} t^2$$

ambas em cm para t em s.

- Esboce os gráficos de $x_{A(M)}$ e $x_{B(M)}$ no intervalo de tempo $0 < t < 20$ s.
- Descreva o movimento de B quando visto pela câmara de vídeo presa em A.
- Escreva a equação horária de B em um referencial com origem no disco A e que se move com A, $x_{B(A)}$.
- Esboce o gráfico da posição de B em relação a A, no intervalo de tempo $0 < t < 20$ s.
- O disco A está parado em seu próprio referencial; torne evidente esse fato realçando a reta que dá a posição de A ao longo do tempo no gráfico do item anterior.