

Notas de física básica 1

Max Jauregui

12 de Março de 2019

1 Cinemática em uma dimensão

1.1 Sistemas de referência

Vamos estudar o movimento de um objeto que só pode se mover ao longo de uma reta. Vamos assumir que as dimensões do objeto não são importantes para o seu movimento. Assim, vamos considerar que todo objeto é uma partícula, a qual é representada por um ponto.

Para estudarmos o movimento de uma partícula, é necessário definir primeiro um *sistema de referência* ou *referencial*, o qual é constituído por um sistema de coordenadas para determinar posições e um relógio para medir tempos. No caso particular no qual a partícula se move ao longo de uma reta, o sistema de coordenadas é composto simplesmente por um ponto, chamado de *origem* do sistema de coordenadas, e um eixo, usualmente chamado de *eixo* x .

Fixado um referencial, a posição da partícula em um instante $t \geq 0$ é dada por um número real $x(t)$. Isso define uma função $x : [0, +\infty) \rightarrow \mathbb{R}$, a qual, assim como a maioria de funções em física, assumiremos que tenha derivadas de qualquer ordem.

O sistema internacional de unidades (SI) estabelece o segundo (s) como a unidade de tempo e o metro (m) como a unidade de comprimento. Nessa direção, vamos considerar sempre que $x(t)$ é a posição da partícula medida em metros no instante t , medido em segundos.

1.2 Velocidade média e velocidade escalar média

Consideremos uma partícula que se move ao longo de uma linha reta e suponhamos que conheçamos a posição da partícula em dois instantes diferentes t_1 e t_2 . A velocidade média da partícula no intervalo de tempo entre t_1 e t_2 é definida por

$$\bar{v} = \frac{x(t_2) - x(t_1)}{t_2 - t_1}.$$

Introduzindo a notação $\Delta t = t_2 - t_1$, podemos escrever

$$\bar{v} = \frac{x(t_1 + \Delta t) - x(t_1)}{\Delta t}.$$

A unidade de velocidade média no SI é metros por segundo (m/s).

A velocidade média de uma partícula pode ser positiva, negativa ou nula. Por exemplo, se $x(t_2) = x(t_1)$ (a partícula volta para a mesma posição), $\bar{v} = 0$ m/s. Nesse caso, a

partícula não necessariamente ficou parada entre os instantes t_1 e t_2 . De fato, ela pode ter percorrido uma distância $d \neq 0$ e retornado finalmente na sua posição de partida. Definimos a *velocidade escalar média* da partícula no intervalo de tempo entre t_1 e t_2 por

$$v_s = \frac{d}{|\Delta t|},$$

onde d é a distância percorrida pela partícula entre os instantes t_1 e t_2 .

A velocidade escalar média de uma partícula é sempre não-negativa. A definição de velocidade escalar média fica inalterada no caso geral do movimento de uma partícula em três dimensões.

Exercício 1.1. Um cachorro está inicialmente (instante 0s) na posição 0 m. Logo, o cachorro corre para a direita 40 m e depois anda 20 m para a esquerda, chegando na sua posição final no instante 12s. Encontre a velocidade média e a velocidade escalar média do cachorro entre os instantes 0s e 12s. *Resposta:* $\bar{v} = 1,7 \text{ m/s}$ e $\bar{v}_s = 5 \text{ m/s}$.

1.3 Velocidade instantânea

Começemos com um exemplo.

Exercício 1.2. Uma partícula se move ao longo de uma linha reta e se encontra na posição 1,0 m no instante 1,0 s. (i) Se a partícula está na posição 4,0 m no instante 2,0 s, encontre a velocidade média da partícula entre os instantes 1,0 s e 2,0 s. (ii) Suponha que a partícula se encontre nas posições 2,3 m e 1,7 m nos instantes 1,5 s e 1,3 s respectivamente. Determine a velocidade média da partícula entre os instantes 1,0 s e 1,5 s e entre os instantes 1,0 s e 1,3 s. *Resposta:* (i) 3,0 m/s (ii) 2,6 mm/s e 2,3 m/s.

O exercício anterior ilustra que a velocidade instantânea da partícula entre os instantes 1,0 s e t se aproxima de 2 m/s quando t se aproxima de 1,0 m/s. Isso motiva a dizer que a velocidade da partícula no instante 1,0 s é 2 m/s. Essa velocidade é chamada de *velocidade instantânea* e é definida matematicamente para um instante arbitrário t por

$$v(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{x(t + \Delta t) - x(t)}{\Delta t}.$$

O limite do lado direito é muito importante e é chamado em cálculo de derivada da função x no ponto t , denotado por dx/dt . Logo, temos que

$$v(t) = \frac{dx}{dt}.$$

O valor absoluto da velocidade instantânea é chamado de *velocidade escalar instantânea*.