Centro de Ciências Naturais e Humanas (CCNH)
Universidade Federal do ABC (UFABC)

Fenômenos Mecânicos

Aula 1

Prof. Marcelo A. Leigui de Oliveira
(leigui@ufabc.edu.br)

08/02/2023

Universidade Federal do ABC

O que veremos hoje...

- Apresentação da disciplina
- Grandezas e unidades
  - Básicas: padrões de distância, massa e tempo
  - Grandezas derivadas
  - Conversão de unidades
- Análise dimensional
- Cinemática escalar
  - Posição e deslocamento
  - Velocidade média e instantânea
  - Movimento retilíneo uniforme
- Noções de derivadas

Grandezas e unidades

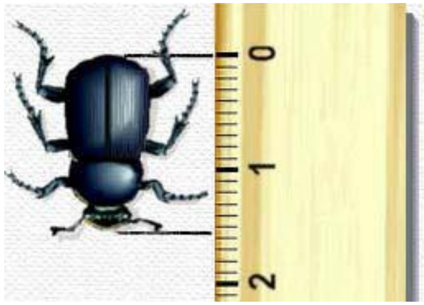
- As leis da física são expressas por relações matemáticas entre quantidades físicas:

1. Quantidades básicas: distância (L), massa (M) e tempo (T)

2. Quantidades derivadas:

   Velocidade (média): $\bar{v} = \dfrac{d}{\Delta t}$; densidade: $\rho = \dfrac{m}{V} \sim \dfrac{m}{L^3}$

3. Um padrão deve ser definido:



Grandezas e unidades

- Em 1960, o Comitê Internacional de Pesos e Medidas (CIPM) estabeleceu um conjunto de padrões:

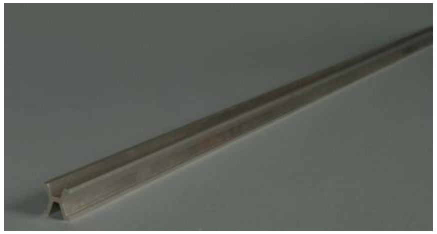
→ Sistema Internacional (SI)

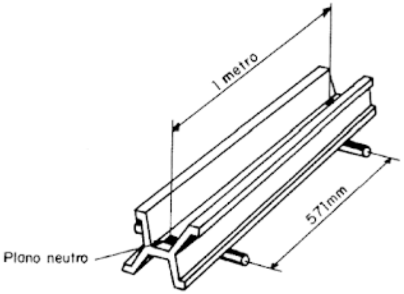
Grandeza	Unidade	Símbolo
Comprimento	metro	m
Massa	quilograma	kg
Tempo	segundo	s
Corrente elétrica	ampère	A
Temperatura	kelvin	K
Intensidade luminosa	candela	cd
Quantidade de matéria	mol	mol

1. Metro (m):

- (1799) $1\,m = \frac{1}{10\,000\,000}$ da distância do polo norte ao equador, no meridiano que passa por Paris

- (até 1960) $1\,m =$ distância entre 2 marcas no metro padrão (Pt-Ir):





- (1960) $1\,m = 1\,650\,763{,}73\,\lambda$ de uma transição específica do ^{86}Kr

- (1983) $1\,m =$ distância percorrida pela luz em c^{-1} segundos, onde c = 299 792 458 m/s (exatamente):

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow c = \frac{1\ m}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{1m}{c} = \frac{1m}{299\,792\,458\,m/s} = (299\,792\,458)^{-1} s$$

2. Quilograma (kg):

Le Grand K

- (1668) filósofo inglês John Wilkins definiu **o** *grama* (g), originalmente, como a massa de 1 centímetro cúbico de água a 0 °C.
- (1799), o químico francês Louis Lefrève-Gineau e o naturalista italiano Giovanni Fabbroni, propuseram uma alteração na definição, mudando a temperatura da água de 0 °C para 4 °C, por ser esta a temperatura onde a água atinge a sua máxima densidade e encontra-se mais estável.
- (1875) decidiu-se por produzir um artefato, *"Le Grand K"*, um cilindro de (Pt-Ir), adotado formalmente como o quilograma-padrão na primeira reunião do CIPM, de 1889.
- (2018) Resolução A do CIPM, onde se lê: "O quilograma, símbolo kg, é a unidade de massa do SI. É definido tomando o valor numérico fixo da constante de Planck h como sendo $6{,}62607015\times10^{-34}$ quando expresso na unidade J·s, que é igual a $kg\cdot m^2\cdot s^{-1}$, onde o metro e o segundo são definidos em termos de c e $\Delta\upsilon_{Cs}$."

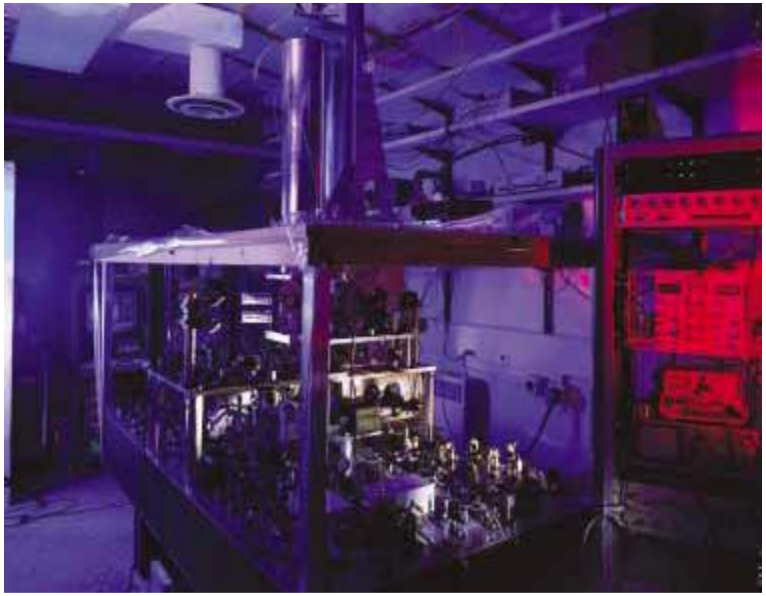
➢ Quantos gramas?

3. Segundo (s):

- (até 1960) *dia solar médio* para o ano de 1900:

$$1\ s = \left(\frac{1}{60}\right)\left(\frac{1}{60}\right)\left(\frac{1}{24}\right) \textit{dia solar médio}$$

- (1960) Relógios atômicos: "1 segundo corresponde a 9 192 631 770 períodos de vibração de uma radiação específica do ^{133}Cs (o inverso disso é a frequência de emissão $\Delta\upsilon_{Cs}$)."



Relógio atômico do NIST: não perde nem ganha 1s em 20 milhões de anos. (Hoje: 30 bilhões de anos.)

➢ Relógios nucleares

Grandezas e unidades

TABELA 1.1 | Valores aproximados de alguns comprimentos medidos

	Comprimento (m)
Distância da Terra ao mais remoto quasar conhecido	$1,4 \times 10^{26}$
Distância da Terra às galáxias normais mais remotas	9×10^{25}
Distância da Terra à grande galáxia mais próxima (M 31, galáxia de Andrômeda)	2×10^{22}
Distância do Sol à estrela mais próxima (*Proxima Centauri*)	4×10^{16}
Um ano-luz	$9,46 \times 10^{15}$
Raio médio da órbita da Terra	$1,50 \times 10^{11}$
Distância média da Terra à Lua	$3,84 \times 10^{8}$
Distância do Equador ao Polo Norte	$1,00 \times 10^{7}$
Raio médio da Terra	$6,37 \times 10^{6}$
Altitude típica (acima da superfície) de um satélite na órbita da Terra	2×10^{5}
Comprimento de um campo de futebol	$9,1 \times 10^{1}$
Comprimento de um livro	$2,8 \times 10^{-1}$
Comprimento de uma mosca doméstica	5×10^{-3}
Tamanho das menores partículas de pó visíveis	$\sim 10^{-4}$
Tamanho das células da maioria dos organismos vivos	$\sim 10^{-5}$
Diâmetro de um átomo de hidrogênio	$\sim 10^{-10}$
Diâmetro de um núcleo de urânio	$\sim 10^{-14}$
Diâmetro de um próton	$\sim 10^{-15}$

TABELA 1.2 | Massas de diversos objetos (valores aproximados)

	Massa (kg)
Universo visível	$\sim 10^{52}$
Via Láctea	$\sim 10^{42}$
Sol	$1,99 \times 10^{30}$
Terra	$5,98 \times 10^{24}$
Lua	$7,36 \times 10^{22}$
Tubarão	$\sim 10^{3}$
Humano	$\sim 10^{2}$
Sapo	$\sim 10^{-1}$
Mosquito	$\sim 10^{-5}$
Bactéria	$\sim 10^{-15}$
Átomo de hidrogênio	$1,67 \times 10^{-27}$
Elétron	$9,11 \times 10^{-31}$

Grandezas e unidades

TABELA 1.3 | Valores aproximados de alguns intervalos de tempo

	Intervalo de Tempo (s)
Idade do Universo	4×10^{17}
Idade da Terra	$1,3 \times 10^{17}$
Intervalo de tempo desde a queda do Império Romano	5×10^{12}
Idade média de um estudante universitário	$6,3 \times 10^{8}$
Um ano	$3,2 \times 10^{7}$
Um dia (intervalo de tempo para uma revolução da Terra sobre seu eixo)	$8,6 \times 10^{4}$
Um período de aula	$3,0 \times 10^{3}$
Intervalo de tempo entre batimentos cardíacos normais	8×10^{-1}
Período de ondas sonoras audíveis	$\sim 10^{-3}$
Período de ondas de rádio normais	$\sim 10^{-6}$
Período de vibração de um átomo em um sólido	$\sim 10^{-13}$
Período de ondas luminosas visíveis	$\sim 10^{-15}$
Duração de uma colisão nuclear	$\sim 10^{-22}$
Intervalo de tempo para a luz cruzar um próton	$\sim 10^{-24}$

TABELA 1.4 | Alguns prefixos para potências de dez

Potência	Prefixo	Abreviação
10^{-24}	iocto	y
10^{-21}	zepto	z
10^{-18}	ato	a
10^{-15}	femto	f
10^{-12}	pico	p
10^{-9}	nano	n
10^{-6}	micro	μ
10^{-3}	mili	m
10^{-2}	centi	c
10^{-1}	deci	d
10^{3}	quilo	k
10^{6}	mega	M
10^{9}	giga	G
10^{12}	tera	T
10^{15}	peta	P
10^{18}	exa	E
10^{21}	zeta	Z
10^{24}	iota	Y

Grandezas derivadas

- Densidade:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

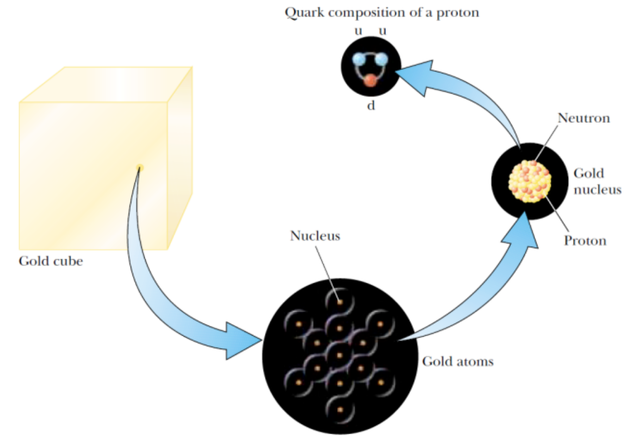


Table 1.5

Densities of Various Substances

Substance	Density ρ (10^3 kg/m^3)
Platinum	21.45
Gold	19.3
Uranium	18.7
Lead	11.3
Copper	8.92
Iron	7.86
Aluminum	2.70
Magnesium	1.75
Water	1.00
Air at atmospheric pressure	0.0012

$$\left.\begin{array}{l} \rho_{Pb} = 11{,}3\ g/cm^3 \\ \\ \rho_{Al} = 2{,}70\ g/cm^3 \end{array}\right\} \frac{\rho_{Pb}}{\rho_{Al}} = 4{,}19$$

$${}^{207}_{82}Pb$$

$${}^{27}_{13}Al$$

$$\frac{m_{Pb}}{m_{Al}} = \frac{207u}{27u} = 7{,}67$$

$$1u = \frac{m(^{12}C)}{12} = 1{,}66054 \times 10^{-27} kg$$

$$\frac{m_{Pb}}{m_{Al}} > \frac{\rho_{Pb}}{\rho_{Al}} = \frac{m_{Pb}}{V_{Pb}}\frac{V_{Al}}{m_{Al}} \Rightarrow V_{Pb} > V_{Al}$$

Mudanças de unidade

- SI x Sistema britânico (+EUA):

1 milha = 1609 m = 1,609 km

1 pé = 0,3048 m = 30,48 cm

1 m = 39,37 polegadas = 3,281 pés

1 polegada = 0,0254 m = 2,54 cm (exato)

➢ Mais (vide Apêndice A) ...

Para converter, a dica é multiplicar por 1:

$$1 \text{ polegada} = 2{,}54 \text{ cm} \Rightarrow 1 = \left(\frac{2{,}54 \text{ cm}}{1 \text{ polegada}}\right)$$

Então:

$$15 \text{ polegadas} = 15 \cancel{\text{polegadas}} \left(\frac{2{,}54 \text{ cm}}{1 \cancel{\text{polegada}}}\right) = 38{,}1 \text{ cm}$$

Análise dimensional

- Dimensão denota o significado físico de uma quantidade:
  - não importa se medimos uma distância em metros, pés, angstroms ou anos-luz, sempre significa distância, ou comprimento.
- Símbolos: comprimento (L), massa (M) e tempo (T).
- Notação: entre colchetes [x] para denotar a dimensão, p.ex.:

Velocidade: $[v] = L/T$ Área: $[A] = L^2$

TABELA 1.5 | Dimensões e unidades de quatro grandezas derivadas

Quantidade	Área (A)	Volume (V)	Velocidade (v)	Aceleração (a)
Dimensões	L^2	L^3	L/T	L/T^2
Unidades SI	m^2	m^3	m/s	m/s^2
Unidades usuais nos EUA	$pé^2$	$pé^3$	pé/s	$pé/s^2$

- Regras:
  1. Somar e subtrair quantidades com a mesma dimensão
  2. Os dois lados de uma equação devem ter a mesma dimensão
     - Verificar a validade

Análise dimensional

- Seja a equação do MUV:

$$x = \frac{1}{2}at^2 \Rightarrow L = \frac{L}{\cancel{T^2}}\cancel{T^2} = L$$

- Método dos expoentes a determinar:

Imagine que sabemos que a posição depende da aceleração e do tempo, mas não sabemos como. Então, propomos 2 expoentes (*m* e *n*) numa equação genérica:

$$x \propto a^n t^m,$$

que deve ter a dimensão de comprimento:

$$[a^n t^m] = L = LT^0.$$

Como a dimensão da aceleração é L/T^2 , vem que:

$$(L/T^2)^n T^m = L^n T^{-2n} T^m = L^n T^{m-2n} = LT^0 \Rightarrow$$
$$n = 1$$
$$m - 2n = 0 \Rightarrow m = 2$$

Ou seja:

$$\boxed{x \propto at^2}$$

Obs.: a análise dimensional não fornece fatores numéricos, neste caso: 1/2.

Movimento em uma dimensão

- Dinâmica é o estudo do movimento de um corpo e da relação deste movimento com conceitos físicos como força e massa.

- A descrição do movimento do corpo, utilizando conceitos de espaço e tempo, mas sem levar em conta as causas do movimento, é chamada de cinemática.

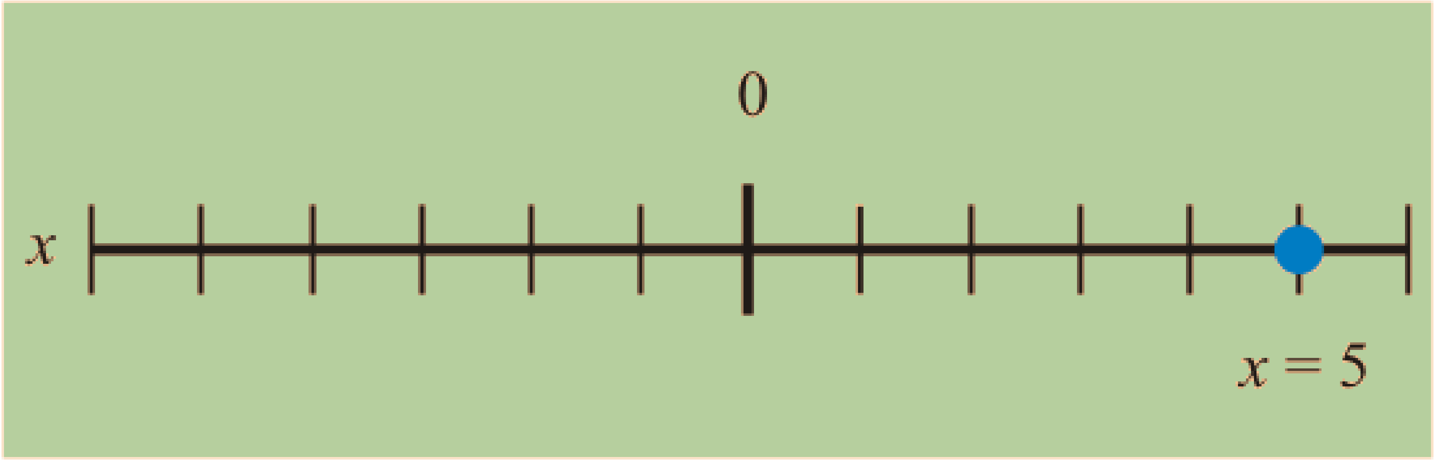
- O movimento de um corpo através do espaço (translação) pode ser acompanhado pela sua rotação ou vibração, os quais podem ser muito complexos.

- Um ***corpo*** pode ser tratado como uma ***partícula (ponto material)*** se o único movimento que está sendo considerado é sua translação através do espaço e quando suas dimensões forem muito menores que o movimento em si.

Sistema de coordenadas

Para descrever a posição de uma partícula devemos definir um sistema de coordenadas:

- Precisamos definir uma origem e um sistema de eixos
- Precisamos definir uma unidade de medida



Posição e deslocamento

Uma mudança da posição x_i para a posição x_f é chamada de **deslocamento** Δx

$$\Delta x = x_f - x_i$$

Deslocamento

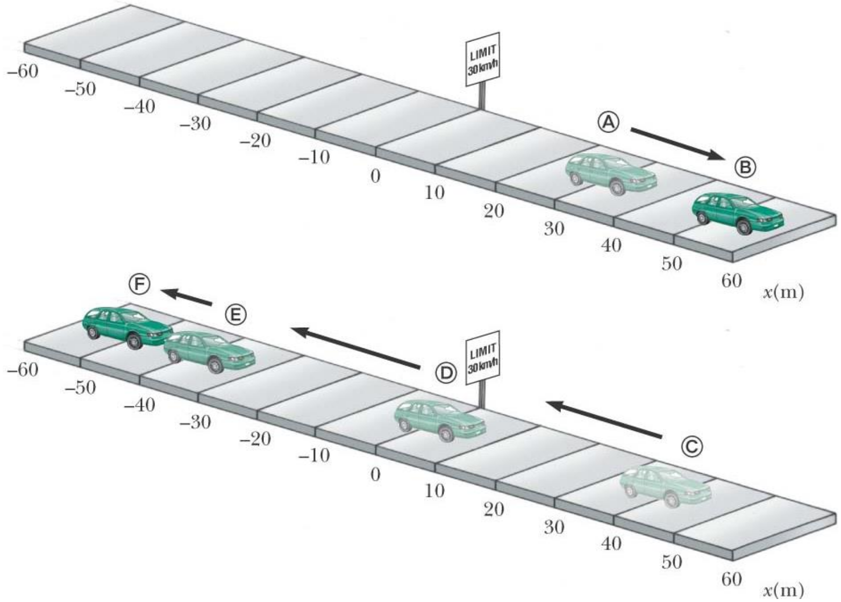
Posição final

Posição inicial

O **deslocamento escalar**, Δx_S, é o quanto ele andou.

$$\Delta x_S = d$$

Posição e deslocamento



Posição	t(s)	x(m)
Ⓐ	0	30
Ⓑ	10	52
Ⓒ	20	38
Ⓓ	30	0
Ⓔ	40	−37
Ⓕ	50	−53

Tabela: Posição do carro em vários tempos

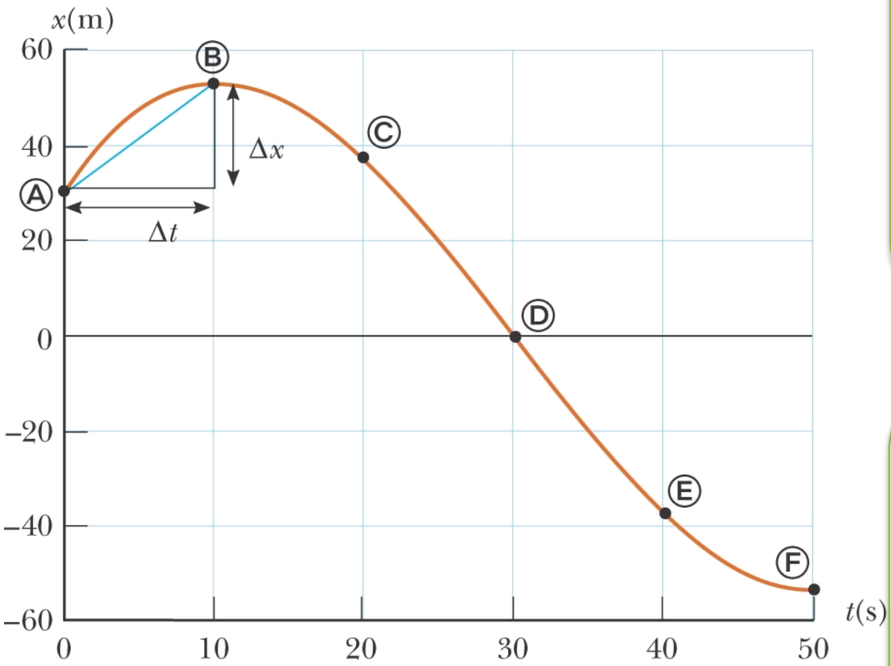
Uma mudança da posição x_i para a posição x_f é chamada de **deslocamento** Δx

$$\Delta x = x_f - x_i =$$
$$= (-53) - 30 = -83 \text{ m}$$

O **deslocamento escalar**, Δx_S, é o quanto ele andou.

$$\Delta x_S = d = |52 - 30| + |-53 - 52| =$$
$$= |22| + |-105| = 22 + 105 = 127 \text{ m}$$

Velocidade média e velocidade escalar média



A **velocidade média** é a razão entre o deslocamento e o tempo que se levou para realizar esse deslocamento

$$\bar{v}_x = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_f - x_i}{t_f - t_i}$$

A **velocidade escalar média** é a razão entre o deslocamento escalar (ou distância percorrida) e o tempo que se levou para realizar esse deslocamento

$$\bar{v} = \frac{\Delta x_S}{\Delta t} = \frac{d}{\Delta t}$$

Exemplo 1

Uma partícula que se desloca ao longo do eixo x encontra-se no ponto x_i = 12 m em t_i = 1 s e no ponto x_f = 4 m em t_f = 3 s. Quanto vale:

(a) seu deslocamento?

(b) sua velocidade média durante este intervalo de tempo?

Exemplo 1

Uma partícula que se desloca ao longo do eixo x encontra-se no ponto $x_i = 12$ m em $t_i = 1$ s e no ponto $x_f = 4$ m em $t_f = 3$ s.
Quanto vale:

(a) seu deslocamento?
(b) sua velocidade média durante este intervalo de tempo?

(a) A partícula se desloca ao longo de eixo x. Portanto, seu deslocamento é dado por:

$$\Delta x = x_f - x_i = 4 - 12 = -8 \text{ m}$$

(b) A velocidade média é dada por:

$$\bar{v}_x = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{4-12}{3-1} = -4 \text{ m/s}$$

Como o deslocamento é negativo, a partícula se moveu para a esquerda, em direção aos valores decrescentes de x.
É possível conhecer o movimento da partícula somente com as informações fornecidas?

Exemplo 2

Uma pessoa corre em linha reta, com um módulo de velocidade média de 5,00 m/s durante 4,00 min, mudando depois para 4,00 m/s durante 3,00 min.

(a) Qual é o módulo de seu deslocamento final desde sua posição inicial?

(b) Qual é o módulo de sua velocidade média durante todo este intervalo de tempo de 7,00 min?

Exemplo 2

Uma pessoa corre em linha reta, com um módulo de velocidade média de 5,00 m/s durante 4,00 min, mudando depois para 4,00 m/s durante 3,00 min.

(a) Qual é o módulo de seu deslocamento final desde sua posição inicial?

(b) Qual é o módulo de sua velocidade média durante todo este intervalo de tempo de 7,00 min?

(a) O deslocamento pode ser encontrado para cada parte de seu movimento:

$$\bar{v}_x = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad \rightarrow \quad \Delta x = \bar{v}_x \Delta t$$

$$\Delta x_{parte\ 1} = (5{,}00\ \ m/s)(4{,}00\ \ \text{min})\left(\frac{60s}{1\,\text{min}}\right)$$

$$= 1{,}20\ \times\ 10^3 m$$

$$\Delta x_{parte\ 2} = (4{,}00\ \ m/s)(3{,}00\ \ \text{min})\left(\frac{60s}{1\,\text{min}}\right)$$

$$= 7{,}20\ \times\ 10^2 m$$

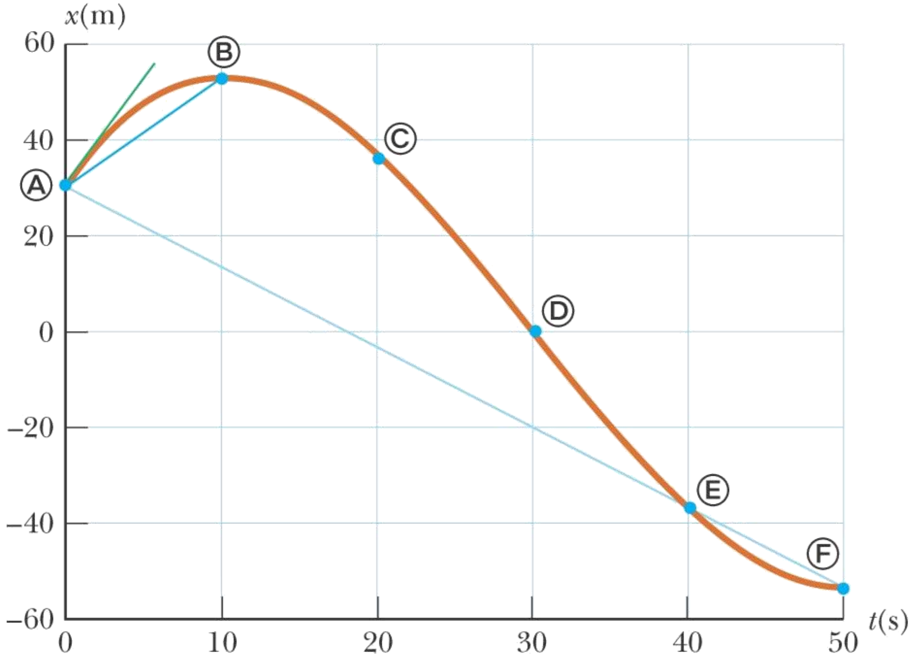
$$\Delta x = \Delta x_{parte\ 1} + \Delta x_{parte\ 2} = 1{,}92\ \times\ 10^3 m$$

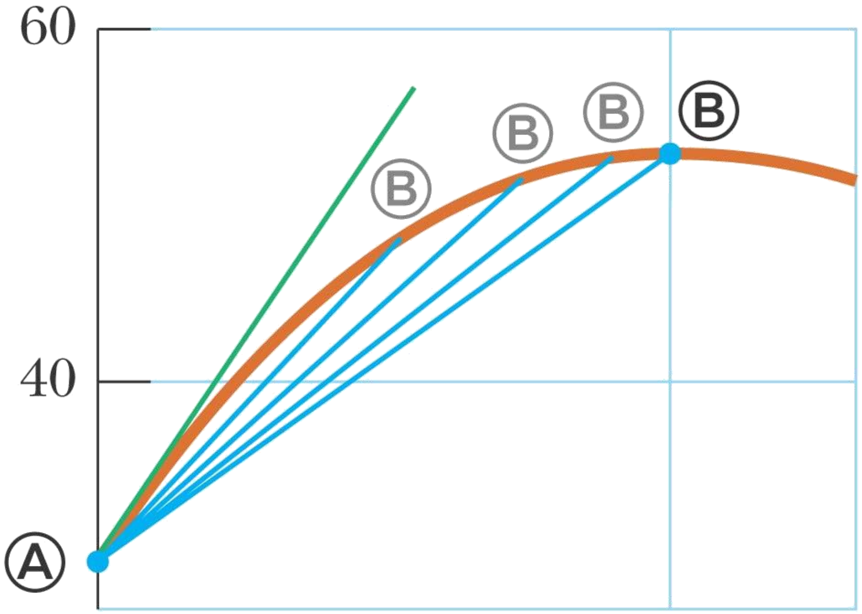
(b) A velocidade média durante todo o intervalo de tempo pode ser encontrada por:

$$\bar{v}_x = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{1{,}92 \times 10^3\ \text{m}}{7{,}00\ \text{min}}\left(\frac{1\ \text{min}}{60\ \text{s}}\right) = 4{,}57\ \text{m/s}$$

A velocidade média *não* é a média das 2 velocidades dadas no problema!

Velocidade instantânea e velocidade escalar





Velocidade instantânea é o valor da **velocidade média** quando o intervalo de tempo tende a zero

$$v_x \equiv \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt}$$

diferencial

diferença

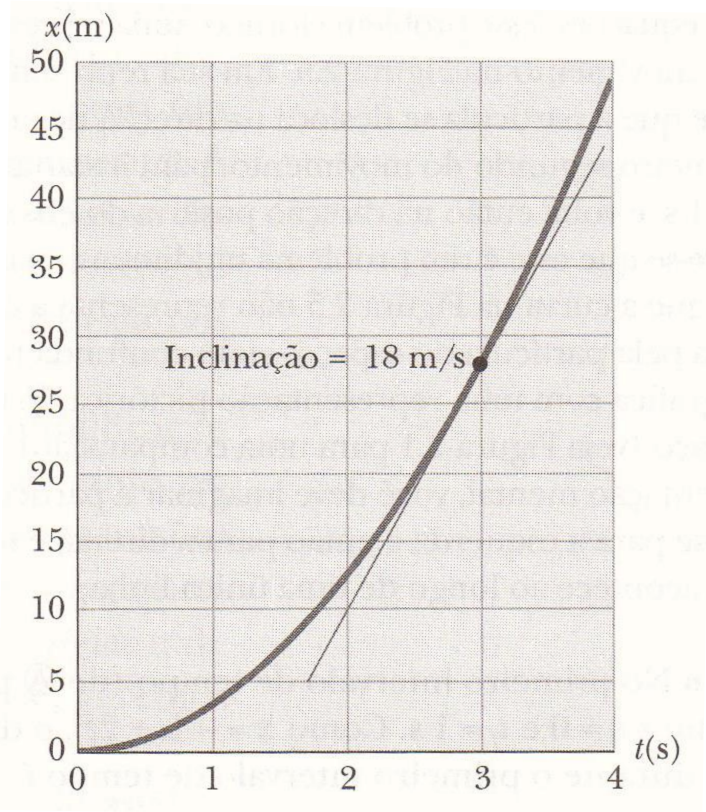
Velocidade escalar instantânea é o módulo da velocidade instantânea

$$v_s = |v|$$

nunca pode ser negativa

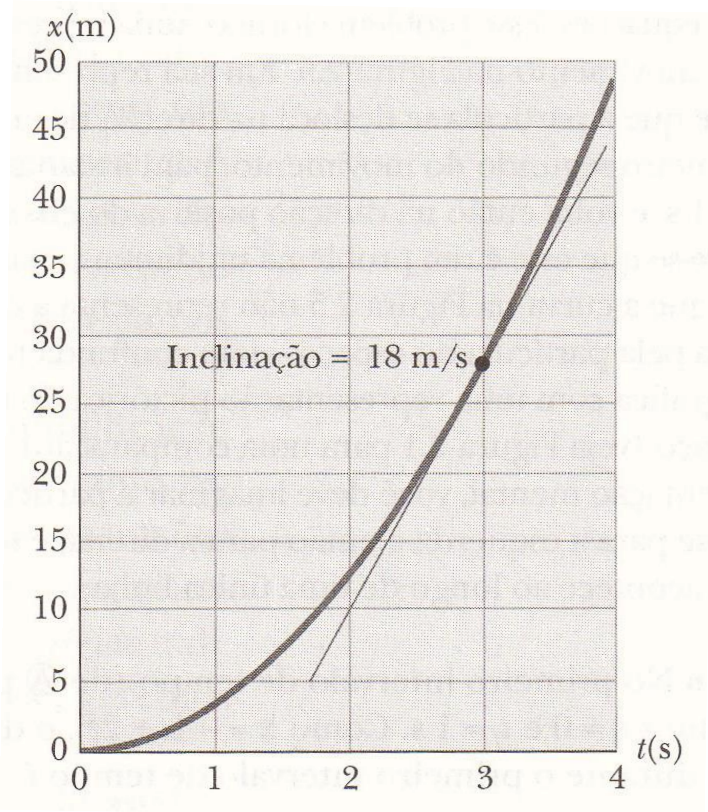
Exemplo 3

A posição de uma partícula em movimento ao longo do eixo x varia no tempo de acordo com a expressão $x = 3t^2$, onde x está em metros e t em segundos. Encontre a velocidade em função de t para qualquer tempo.



Exemplo 3

A posição de uma partícula em movimento ao longo do eixo x varia no tempo de acordo com a expressão $x = 3t^2$, onde x está em metros e t em segundos. Encontre a velocidade em função de t para qualquer tempo.



A velocidade em qualquer instante pode ser calculada a partir da definição de velocidade instantânea. Se a coordenada inicial da partícula é $x_i = 3t^2$, num instante de tempo posterior $t + \Delta t$, teremos:

$$x_f = 3(t+\Delta t)^2 = 3\left[t^2 + 2t\ \Delta t + (\Delta t)^2\right]$$

$$x_f = 3t^2 + 6t\ \Delta t + 3(\Delta t)^2$$

Portanto, o deslocamento no intervalo Δt é

$$\Delta x = x_f - x_i = \left(3t^2 + 6t\ \Delta t + 3(\Delta t)^2\right) - \left(3t^2\right)$$

$$\Delta x = 6t\ \Delta t + 3(\Delta t)^2$$

A velocidade média nesse intervalo de tempo é

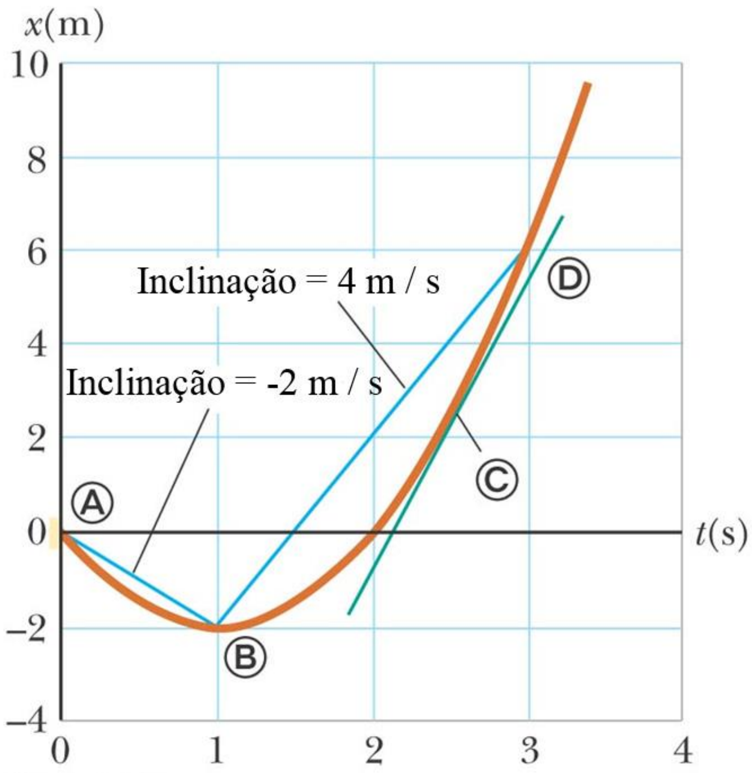
$$\bar{v}_x = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{6t\ \Delta t + 3(\Delta t)^2}{\Delta t} = 6t + 3\Delta t$$

A velocidade instantânea será então

$$v_x = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = 6t$$

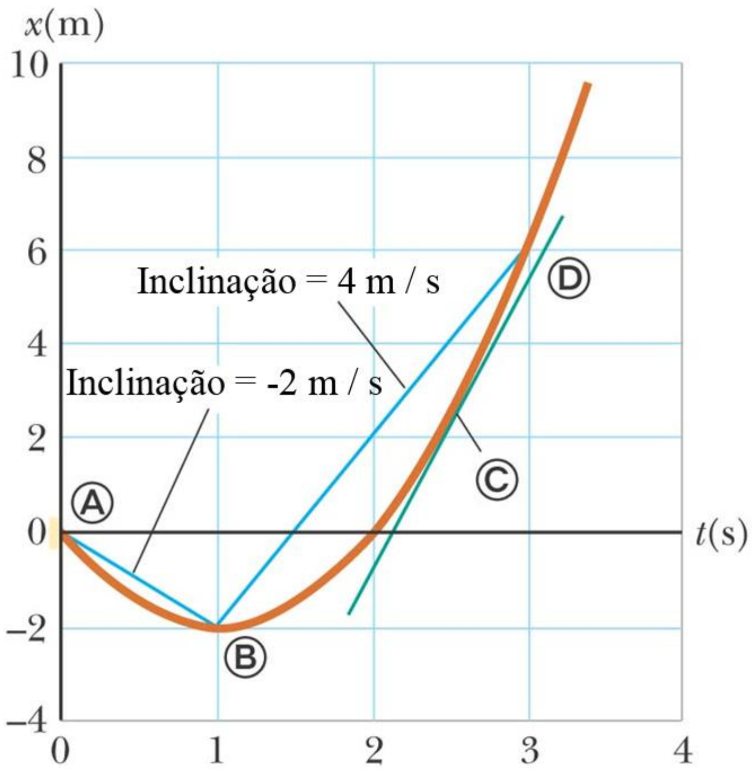
Exemplo 4

Uma partícula se move ao longo do eixo *x*. Sua coordenada *x* varia com o tempo de acordo com a expressão $x = -4t + 2t^2$, na qual *x* está em metros e *t* em segundos.
(a) Determine o deslocamento da partícula nos intervalos de tempo de $t = 0$ até $t = 1$ s e de $t = 1$ s até $t = 3$ s.



Exemplo 4

Uma partícula se move ao longo do eixo *x*. Sua coordenada *x* varia com o tempo de acordo com a expressão $x = -4t + 2t^2$, na qual *x* está em metros e *t* em segundos.
(a) Determine o deslocamento da partícula nos intervalos de tempo de $t = 0$ até $t = 1$ s e de $t = 1$ s até $t = 3$ s.



(a) No primeiro intervalo de tempo, de A para B), colocamos $t_i = 0$ e $t_f = 1$ s. Como $x = -4t + 2t^2$, o deslocamento durante o primeiro intervalo de tempo é

$$\Delta x_{AB} = x_f - x_i = -4(1) + 2(1)^2 - \left[-4(0) + 2(0)^2\right]$$

$$= -2\ \text{m}$$

Da mesma forma, no segundo intervalo de tempo (de B para D) podemos colocar $t_i = 1$ s e $t_f = 3$ s. Assim, o deslocamento neste intervalo é

$$\Delta x_{BD} = x_f - x_i = -4(3) + 2(3)^2 - \left[-4(1) + 2(1)^2\right]$$

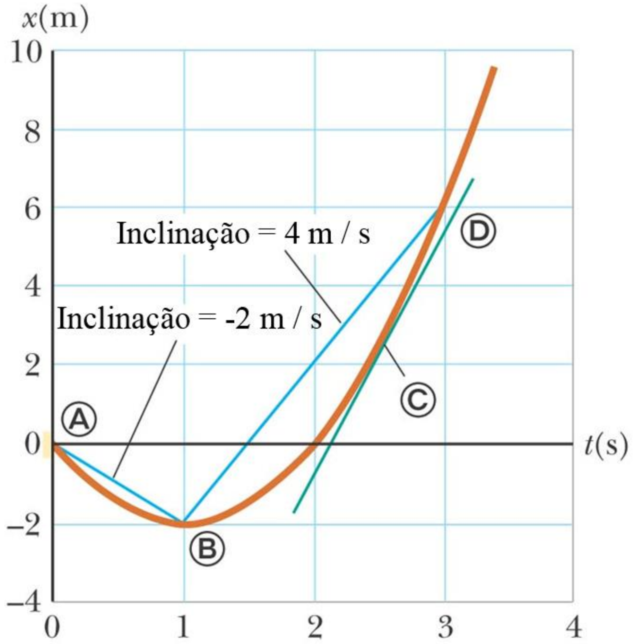
$$= 8\ \text{m}$$

Exemplo 4

Uma partícula se move ao longo do eixo x. Sua coordenada x varia com o tempo de acordo com a expressão $x = -4t + 2t^2$, na qual x está em metros e t em segundos.

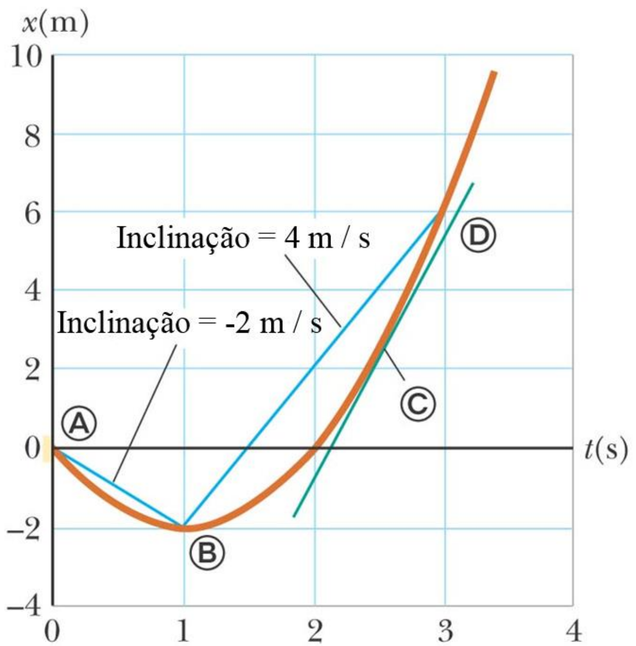
(b) Calcule a velocidade média no intervalo de tempo de $t = 0$ até $t = 1$ s e de $t = 1$ s até $t = 3$ s.

(c) Encontre a velocidade instantânea da partícula em t =2,5 s (ponto Ⓒ).



Exemplo 4

Uma partícula se move ao longo do eixo *x*. Sua coordenada *x* varia com o tempo de acordo com a expressão $x = -4t + 2t^2$, na qual *x* está em metros e *t* em segundos.
(b) Calcule a velocidade média no intervalo de tempo de $t = 0$ até $t = 1$ s e de $t = 1$ s até $t = 3$ s.
(c) Encontre a velocidade instantânea da partícula em t =2,5 s (ponto C).



(b) No primeiro intervalo de tempo,

$\Delta t = t_f - t_i = 1$ s.

$$\bar{v}_x = \frac{\Delta x_{AB}}{\Delta t} = \frac{-2\text{ m}}{1\text{ s}} = -2\text{ m/s}$$

Da mesma forma, no segundo intervalo de tempo $\Delta t = 2$ s, portanto

$$\bar{v}_x = \frac{\Delta x_{BD}}{\Delta t} = \frac{8\text{ m}}{2\text{ s}} = 4\text{ m/s}$$

(c) A velocidade instantânea, em qualquer ponto, pode ser encontrada fazendo a primeira derivada de *x* com relação a *t*

$$v_x = \frac{dx}{dt} = \frac{d}{dt}\left(-4t + 2t^2\right) = -4 + 4t$$

Assim, em t = 2,5 s, temos

$$v_x = -4 + 4(2,5) = 6\text{ m/s}$$

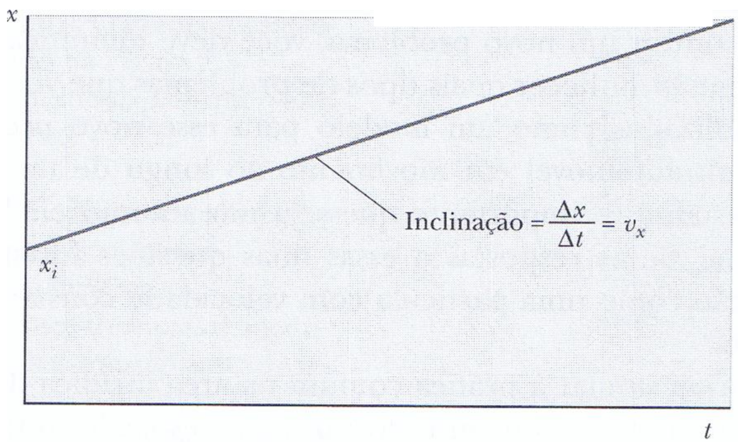
Modelos de análise - a partícula com velocidade constante

O **modelo de análise** pode ser utilizado para nos auxiliar a analisar a situação em um problema físico, de modo a encontrarmos a sua solução. Ele pode descrever o comportamento de alguma entidade física ou a interação entre essa entidade e o ambiente ao seu redor.

Exemplo: partícula com **velocidade constante**

$$v_x = \bar{v}_x = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad \rightarrow \quad \Delta x = x_f - x_i = v_x \Delta t$$

$$\rightarrow \quad x_f = x_i + v_x \Delta t$$



$$\boxed{x_f = x_i + v_x t \qquad \text{(para } v_x \text{ constante)}}$$

Representação gráfica de uma partícula com velocidade constante.
<u>Equação da reta</u>

Exemplo 5

A velocidade de uma corredora é determinada por seu treinador enquanto ela corre a uma taxa constante. O cronômetro é iniciado no momento em que ela passa por ele e para depois que ela passou por um ponto localizado a 20 m de distância. O intervalo de tempo registrado no cronômetro é de 4,4 s.

(a) Qual é a velocidade da corredora?

(b) Qual e a posição da corredora 10 s após ter passado pelo treinador?

Exemplo 5

A velocidade de uma corredora é determinada por seu treinador enquanto ela corre a uma taxa constante. O cronômetro é iniciado no momento em que ela passa por ele e para depois que ela passou por um ponto localizado a 20 m de distância. O intervalo de tempo registrado no cronômetro é de 4,4 s.

(a) Qual é a velocidade da corredora?

(b) Qual e a posição da corredora 10 s após ter passado pelo treinador?

(a) Assumindo a corredora como uma partícula, e levando em conta que sua velocidade é constante, temos:

$$v_x = \frac{x_f - x_i}{\Delta t} = \frac{20\ \text{m} - 0}{4{,}4\ \text{s}} = 4{,}5\ \text{m/s}$$

(b) Aqui, podemos nos valer da equação que descreve a partícula com velocidade constante

$$x_f = x_i + v_x t = 0 + (4{,}5\ \text{m/s})(10\ \text{s}) = 45\ \text{m}$$

Exemplo 5

A velocidade de uma corredora é determinada por seu treinador enquanto ela corre a uma taxa constante. O cronômetro é iniciado no momento em que ela passa por ele e para depois que ela passou por um ponto localizado a 20 m de distância. O intervalo de tempo registrado no cronômetro é de 4,4 s.

(a) Qual é a velocidade da corredora?

(b) Qual e a posição da corredora 10 s após ter passado pelo treinador?

(a) Assumindo a corredora como uma partícula, e levando em conta que sua velocidade é constante, temos:

$$v_x = \frac{x_f - x_i}{\Delta t} = \frac{20\text{ m} - 0}{4{,}4\text{ s}} = 4{,}5\text{ m/s}$$

(b) Aqui, podemos nos valer da equação que descreve a partícula com velocidade constante

$$x_f = x_i + v_x t = 0 + (4{,}5\text{ m/s})(10\text{ s}) = 45\text{ m}$$

E se a trajetória fosse circular? Vamos assumir que a velocidade escalar é de 5,00 m/s e o raio da trajetória é de 10,0 m. Assim, o tempo necessário para completar uma volta ao redor do círculo:

Exemplo 5

A velocidade de uma corredora é determinada por seu treinador enquanto ela corre a uma taxa constante. O cronômetro é iniciado no momento em que ela passa por ele e para depois que ela passou por um ponto localizado a 20 m de distância. O intervalo de tempo registrado no cronômetro é de 4,4 s.

(a) Qual é a velocidade da corredora?
(b) Qual e a posição da corredora 10 s após ter passado pelo treinador?

(a) Assumindo a corredora como uma partícula, e levando em conta que sua velocidade é constante, temos:

$$v_x = \frac{x_f - x_i}{\Delta t} = \frac{20\text{ m} - 0}{4{,}4\text{ s}} = 4{,}5\text{ m/s}$$

(b) Aqui, podemos nos valer da equação que descreve a partícula com velocidade constante

$$x_f = x_i + v_x t = 0 + (4{,}5\text{ m/s})(10\text{ s}) = 45\text{ m}$$

E se a trajetória fosse circular? Vamos assumir que a velocidade escalar é de 5,00 m/s e o raio da trajetória é de 10,0 m. Assim, o tempo necessário para completar uma volta ao redor do círculo:

$$v = \bar{v} = \frac{d}{\Delta t} \rightarrow \Delta t = \frac{d}{v} = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi(10{,}0\text{ m})}{5{,}00\text{ m/s}} = 12{,}6\text{ s}$$

Bibliografia

Serway, R. A.; Jewett Jr., J. W. *Princípios de Física - Mecânica Clássica*, Vol. 1, cap. 2, Cengage Learning, 2004.