1ªAula do cap 02 - Cinemática

Movimento em Uma Dimensão 1-D

Movimento Uniforme

Introdução

Movimento em 1-D

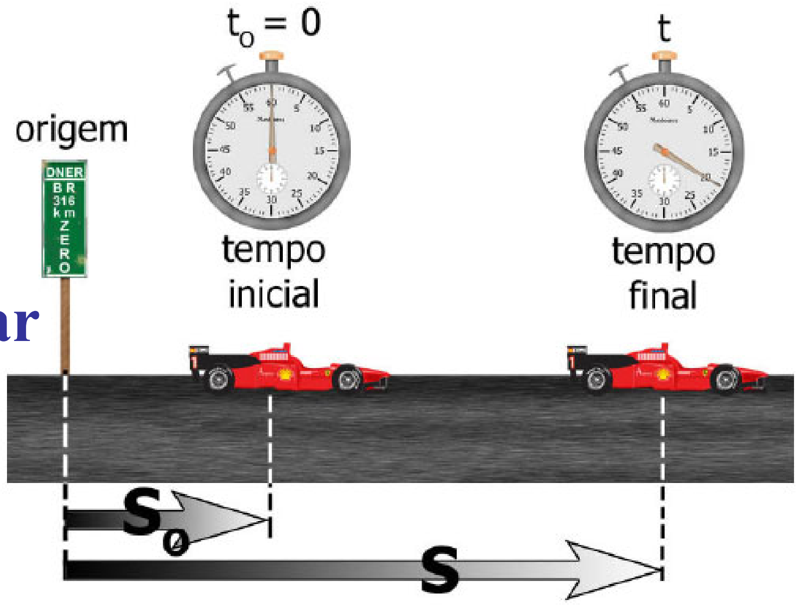
Posição-Deslocamento

Velocidade Média e Velocidade escalar

Movimento Retilíneo e Uniforme

Movimento Acelerado

Queda Livre



Referência:

Halliday, David; Resnick, Robert & Walker, Jearl. Fundamentos de Física, Vol 1. Cap. 02 da 6ª ou 7ª. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1996.

Movimento em 1-D

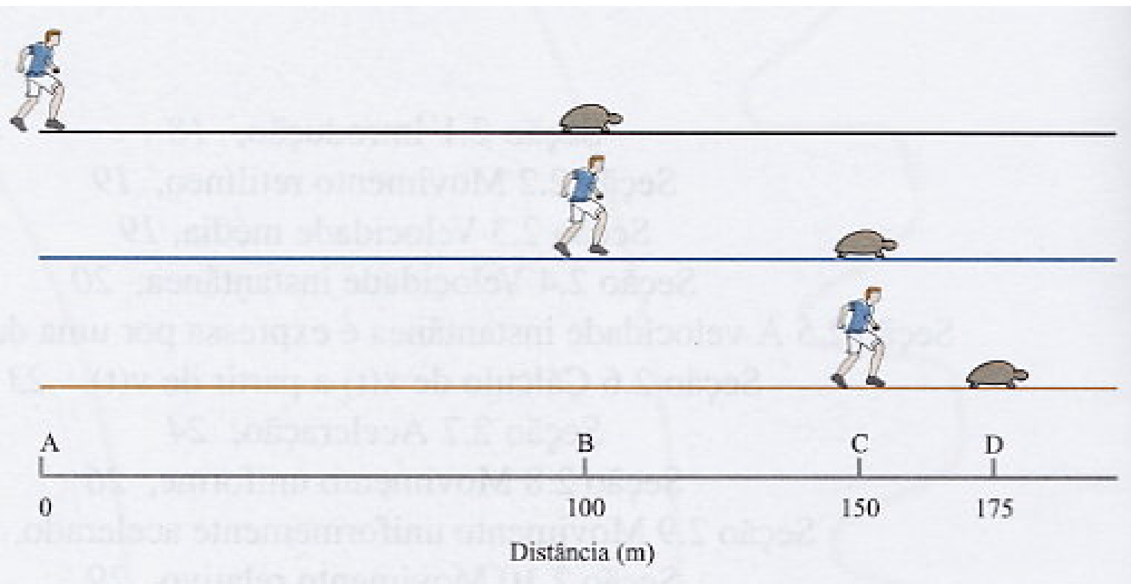
Introdução:

- Entender os movimentos é uma das metas das leis físicas.
- Mecânica estuda o movimento e suas causas.
  - Sua descrição e feita pela **Cinemática**.
  - Suas causas são descritas pela **Dinâmica**.

- Iniciamos com o Movimento em uma dimensão 1-D e velocidade constante.

O Paradoxo de Zenão

Zenão de Eléia, o sofista (490/485 a. C – 430 a.C). propôs o movimento como impossibilidade lógica. Aquiles (A) em A, a tartaruga (T) está em B. Quando A chega em B a T está em C, reduzindo a distância sem jamais alcançá-la.



Para Zenão ***o tempo seria infinito***. Isto é um erro!

O tempo t é a soma

t = T+T/2+T/4+T/8 +..

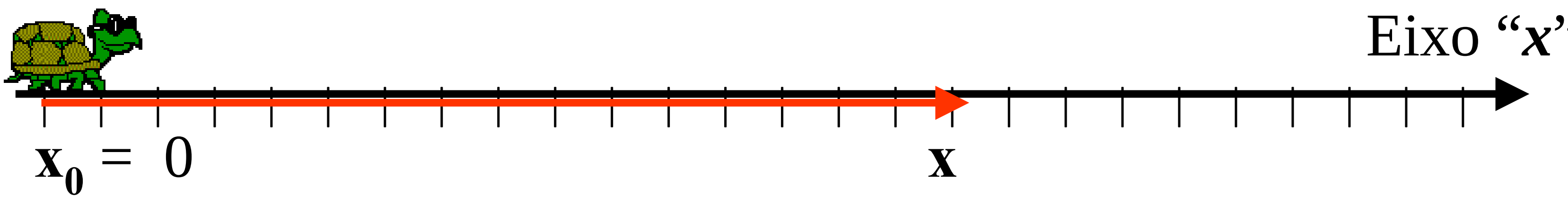
ou

t = T+T(1/2+1/4+1/8+..) que é

t = 2T

Movimento em 1-D

Definições iniciais



posição inicial = $\mathbf{x_0} = 0$ (origem)

posição final = $\mathbf{x}$ ou $\mathbf{x}$ (t) , t: instante final

•Vetor Posição

Vetor Posição é um vetor que descreve onde está localizado o móvel em relação ao referencial.

Movimento em 1-D

Vetor Deslocamento:

É a variação do vetor posição de (x_1,t_1) para (x_2,t_2).

Exemplo: corrida de 100 metros.

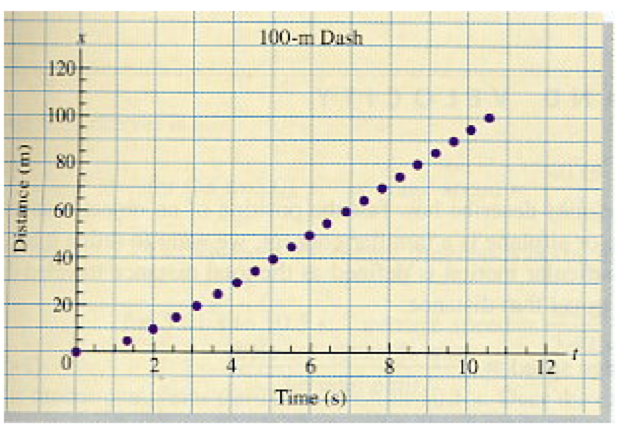
Ouro - Justin Gatlin- 9.85 s

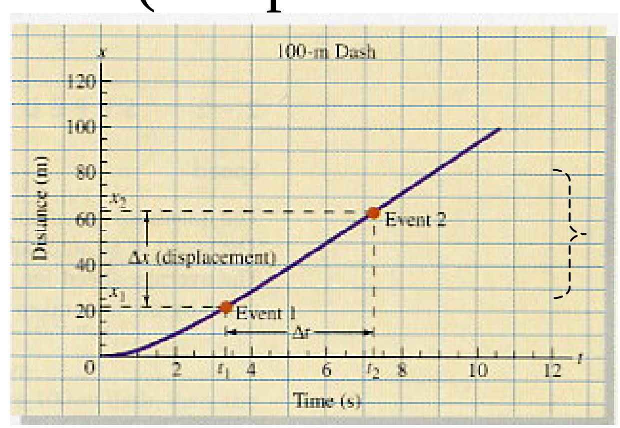
$\overrightarrow{\Delta x} = x_2 - x_1$ (Vetor!!)

$\Delta t = t_2 - t_1$ (Escalar)

$$\overrightarrow{\mathbf{\Delta x}} = \mathbf{x_2 - x_1}$$

(independe do caminho)



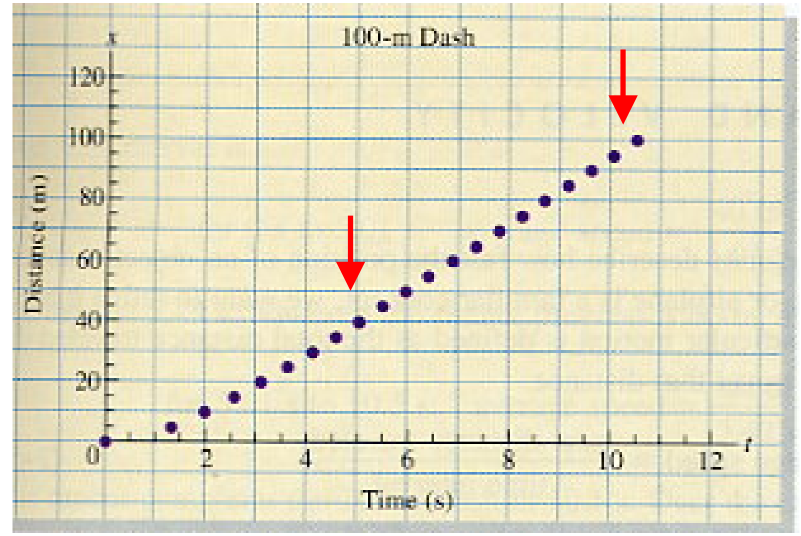


v = constante

Velocidade média

Definição de Velocidade média :

$$v_{med} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t}$$

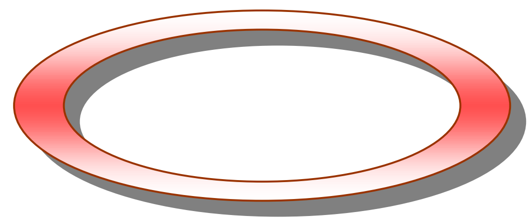


de 0s até 5.01s:

v_{med} = 40m / 5.01s = 8.0 m/s

de 5.01s até 10.5s:

v_{med} = 60m / 5.49s = 10.9 m/s



$\Delta x = x_2 - x_1$ => final = inicial

$x_2 = x_1$, logo $\Delta x = 0$ e $v_{med} = 0$

Em todo o intervalo,

de 0s até 10.5s: v_{med} = 100m / 10.5s = 9.5 m/s

Velocidade Escalar

Velocidade escalar é distância percorrida/intervalo de tempo (Rapidez).

$$\mathrm{v}(\mathrm{t}) = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

No movimento é retilíneo uniforme o móvel percorre uma trajetória retilínea e apresenta velocidade constante. Neste caso a velocidade média é igual à instantânea:

$$\mathbf{v} = \mathrm{v}_{\mathrm{inst}} = \mathrm{v}_{\mathrm{média}} = \Delta\mathbf{x}/\Delta\mathrm{t}$$

Cálculo de x(t)

A equação horária de um movimento MU mostra como a posição varia com o tempo: **" x = f(t) "**

$\mathbf{v} = (x - x_0)/(t - t_0)$ resulta em : $x - x_0 = \mathbf{v}\,(t - t_0)$, para $t_0 = 0$

Resolvendo para x:

$$\mathbf{x(t) = x_0 + v.t}$$

onde: x = posição final, x_0 = posição inicial e t = instante final

Esta equação horária do MU é uma função do 1º grau.

Observe que a posição (x) é a variável dependente e o tempo (t) é a variável independente.

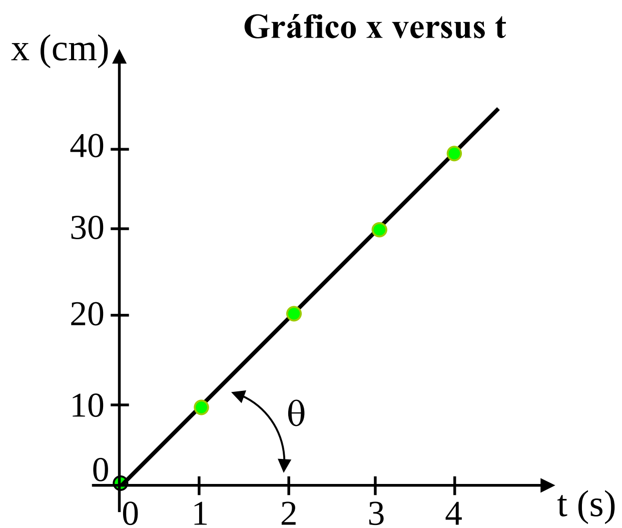
Gráfico de x(t)

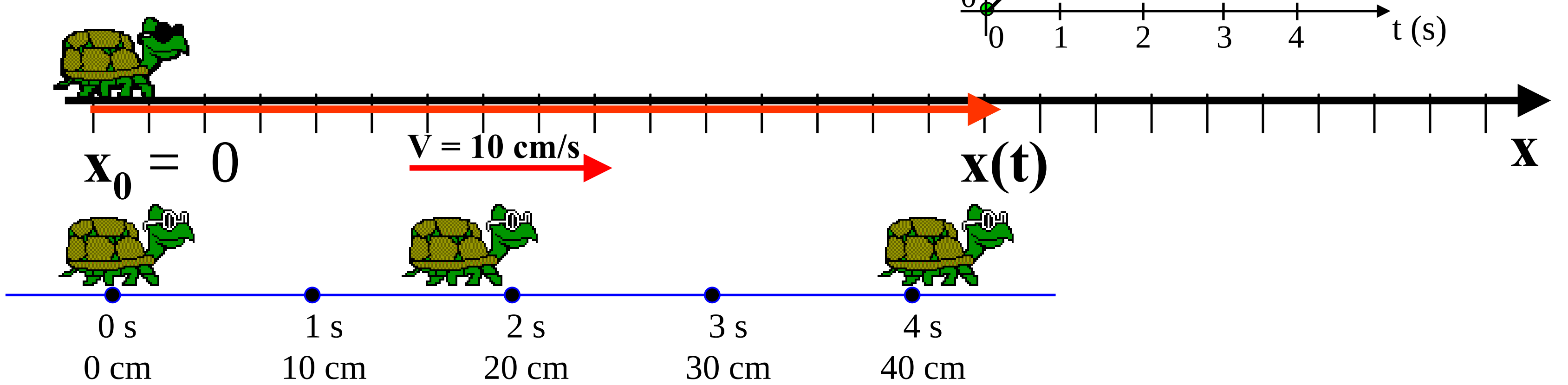
Na equação horária do movimento (MU):

$$\mathbf{x = x_0 + v.t,} \qquad (x = f(t) \text{ é uma função do } 1^{o} \text{ grau})$$

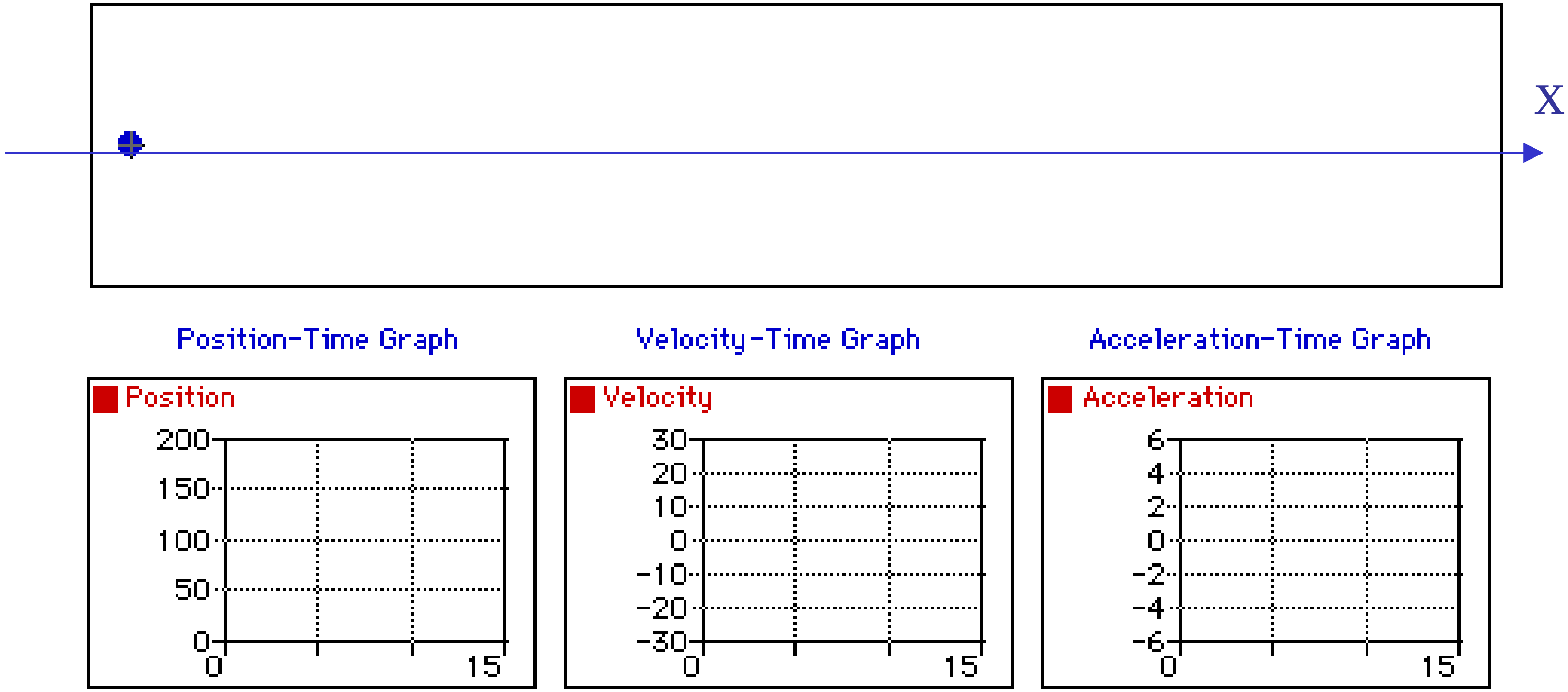
Identifica-se:

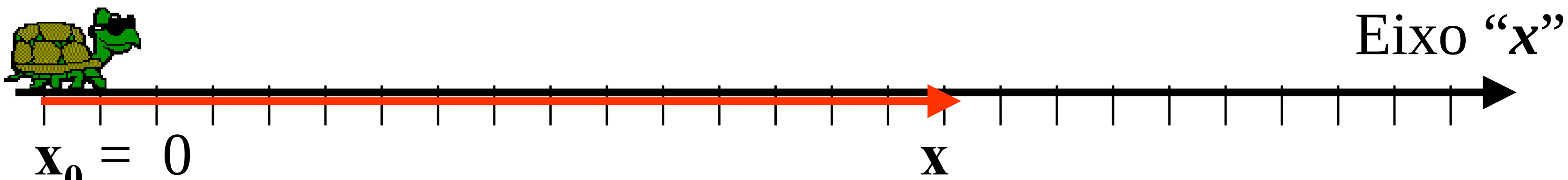
- x_0: coeficiente linear da reta, no gráfico ao lado $x_0 = 0$
- **v**: coeficiente angular da reta ou inclinação da reta





Exemplos Gráficos – V > 0 (constante)



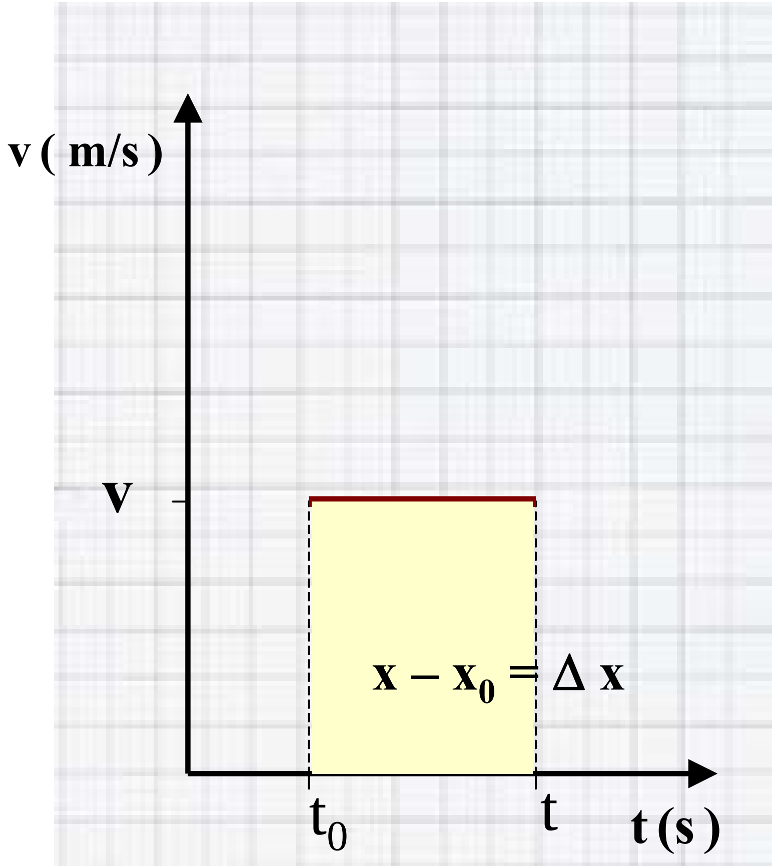


O cálculo de x(t) a partir de v(t)

Considere o caso de velocidade constante

$$\mathbf{x - x_0 = v\,(\,t - t_0\,)}$$

Note que $v(\,t - t_0\,)$ é a área sob a curva da velocidade **v** em função do tempo.



Movimento em Uma Dimensão 1-D

Movimento com aceleração constante

Aceleração Média

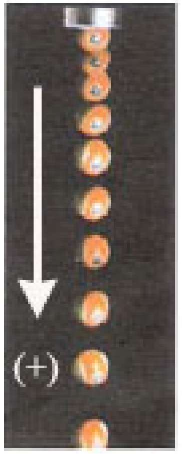
Movimento Retilíneo com aceleração constante

O cálculo de x(t) a partir de v(t)

Relações gráficas

Resumo das equações do MUV.

Queda Livre



$$a = +g$$

$$v = v_o + at$$

$$h = h_0 + v_0 t + \frac{gt^2}{2}$$

$$v^2 = v_0^2 + 2.a.\Delta s$$

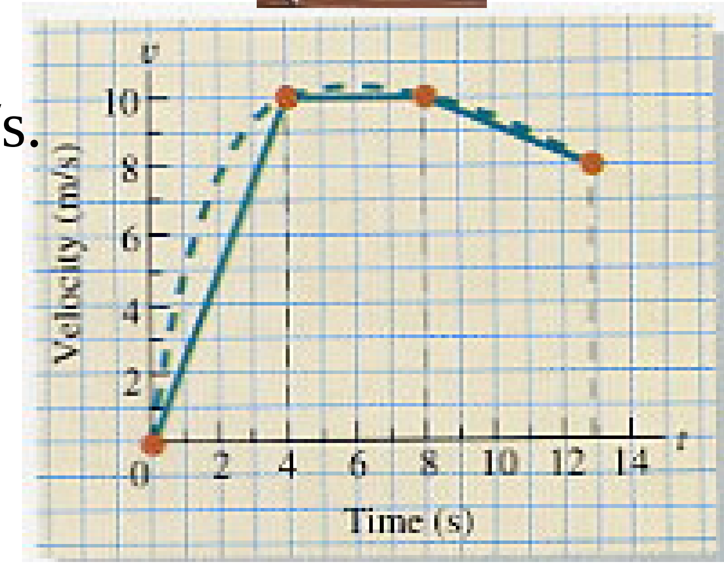
Referência:

Halliday, David; Resnick, Robert & Walker, Jearl. Fundamentos de Física, Vol 1. Cap. 02 da 6ª. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1996.

Aceleração média

$$a_{med} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

Uma corredora acelera uniformemente
até 10m/s em t = 4s.
Mantêm a velocidade nos próximos 4s.
De 8s até 12.7s reduz a velocidade para 8m/s.



de 0s até 4s: $a_m = 10\text{m/s} / 4\text{s} = 2.5\ \text{m/s}^2$

de 4s até 8s: $a_m = 0\text{m/s} / 4\text{s} = 0\ \text{m/s}^2$

de 8s até 12.7s: $a_m = 2\text{m/s} / 4.7\text{s} = -0.42\ \text{m/s}^2$

Aceleração constante

Aceleração constante → $$\mathbf{a_{inst} = a_{med} = \frac{v(t) - v(t_0)}{t - t_0}}$$

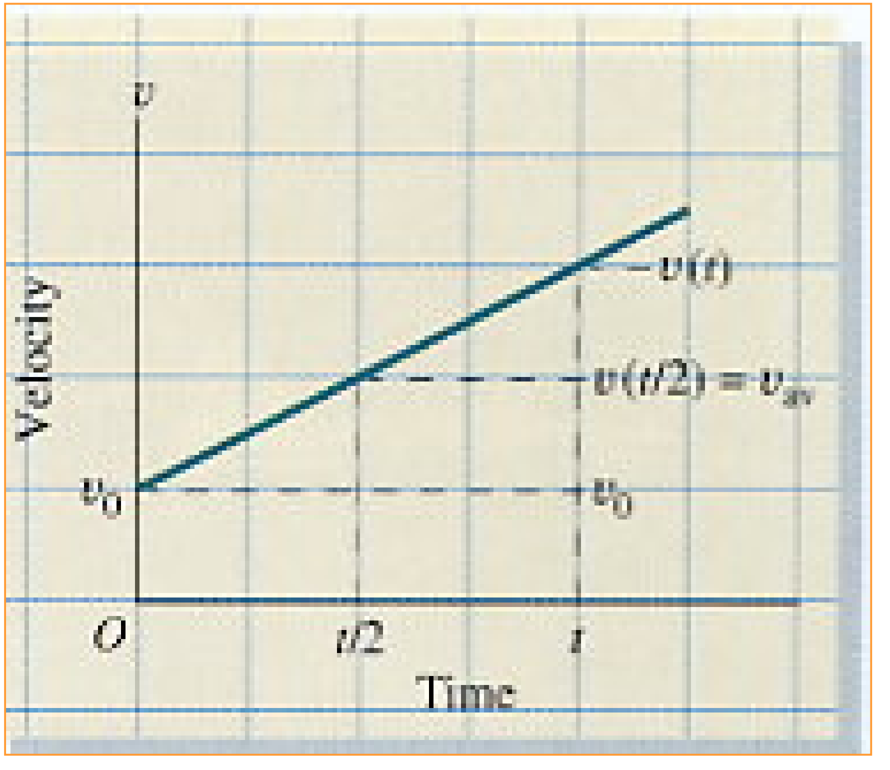
Se $t_0 = 0$, e $v(t_0) = v_0$, temos que a velocidade fica

$$\mathbf{v(t) = v_0 + at}$$

Note que neste (MRUV) movimento a velocidade média é dada por

$$\mathbf{v_{med} = \frac{x - x_0}{t} = \frac{v_0 + v}{2}}$$

Daí temos $$x = x_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2}$$

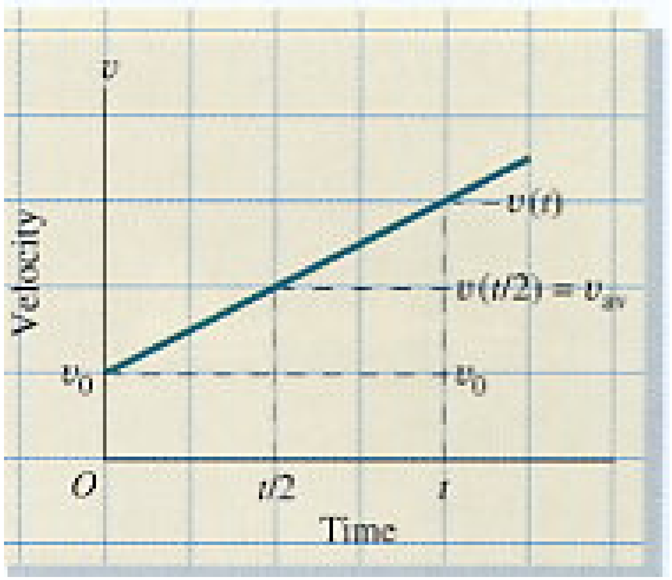


Cálculo de x(t) a partir de v(t)

Considere um movimento com aceleração constante.

$\Delta \mathbf{x} = x - x_0 = \text{Área}$

$\mathbf{x - x_0 = v_0\, t + (v - v_0)t/2}$

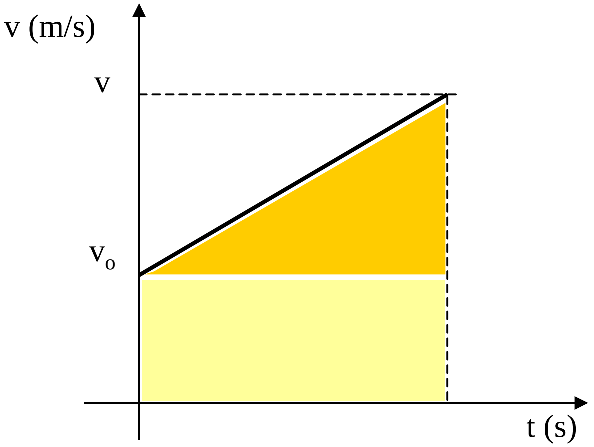


$x\text{-}x_0 = v_0\, t + (1/2)\, a\, t^2$

Substituindo
$v = v_0 + a\, t$

temos a função horária:

$$\mathbf{x(t) = x_0 + v_0\, t + (1/2)\, a\, t^2}$$

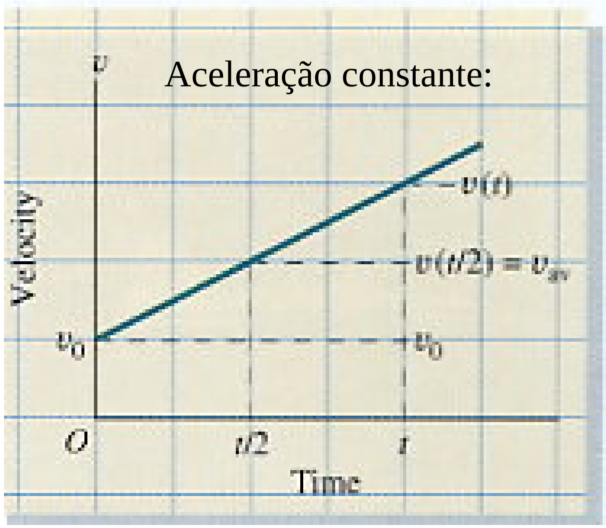


Equação de Torricelli

Isolando o tempo da eq. v(t) $$t = \frac{v - v_0}{a}$$

Se substituirmos o tempo na equação x(t)

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2}$$



$$x - x_0 = v_0\, t + \frac{a(v - v_0)^2}{2\, a^2}$$

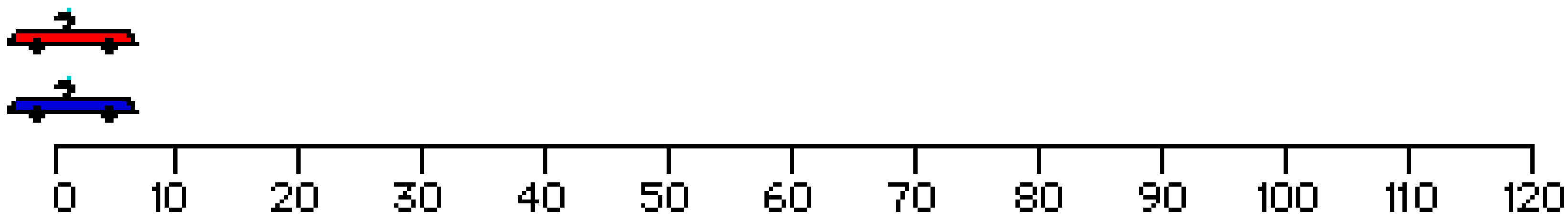
$$x - x_0 = v_0 \frac{(v - v_0)}{a} + \frac{a(v - v_0)^2}{2\, a^2} \Rightarrow x = x_0 + \frac{v^2 - v_0^2}{2a}$$

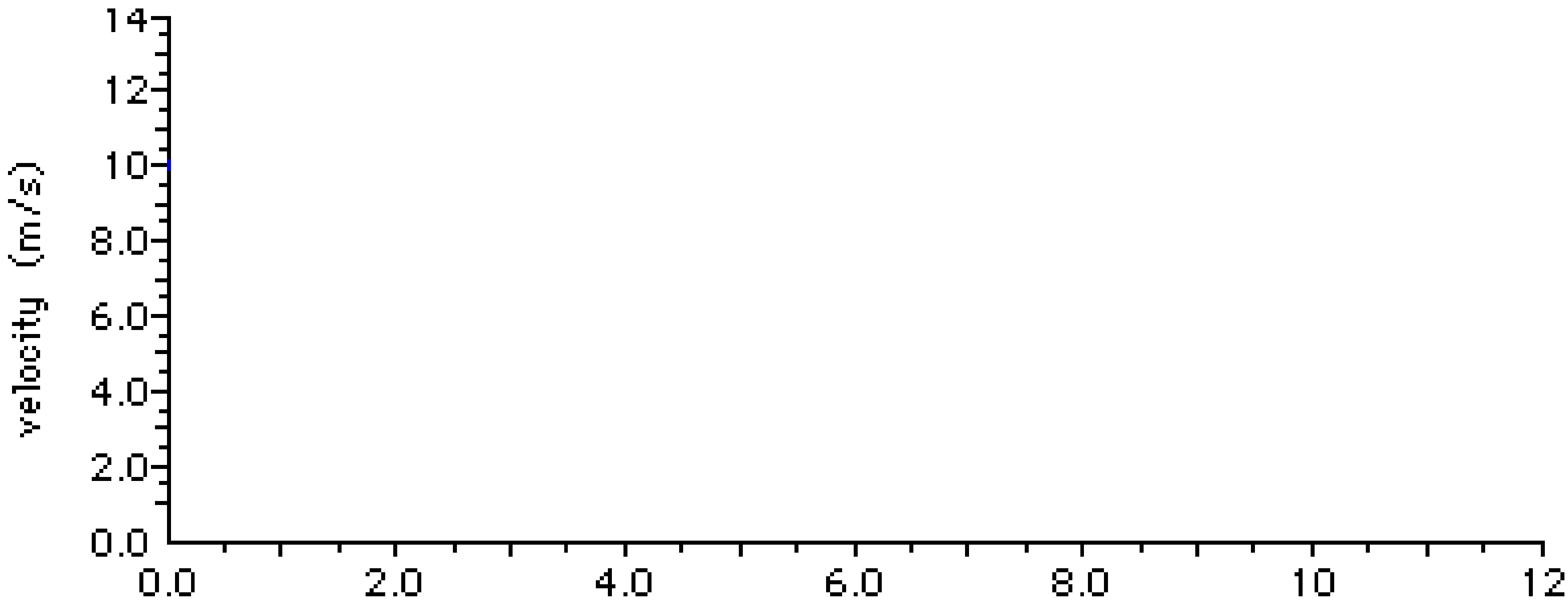
Daí temos:

$$\boxed{v^2 = v_0^2 + 2a(x - x_0)}$$ **Equação de Torricelli**

Ficamos com uma Eq. relacionando v e x

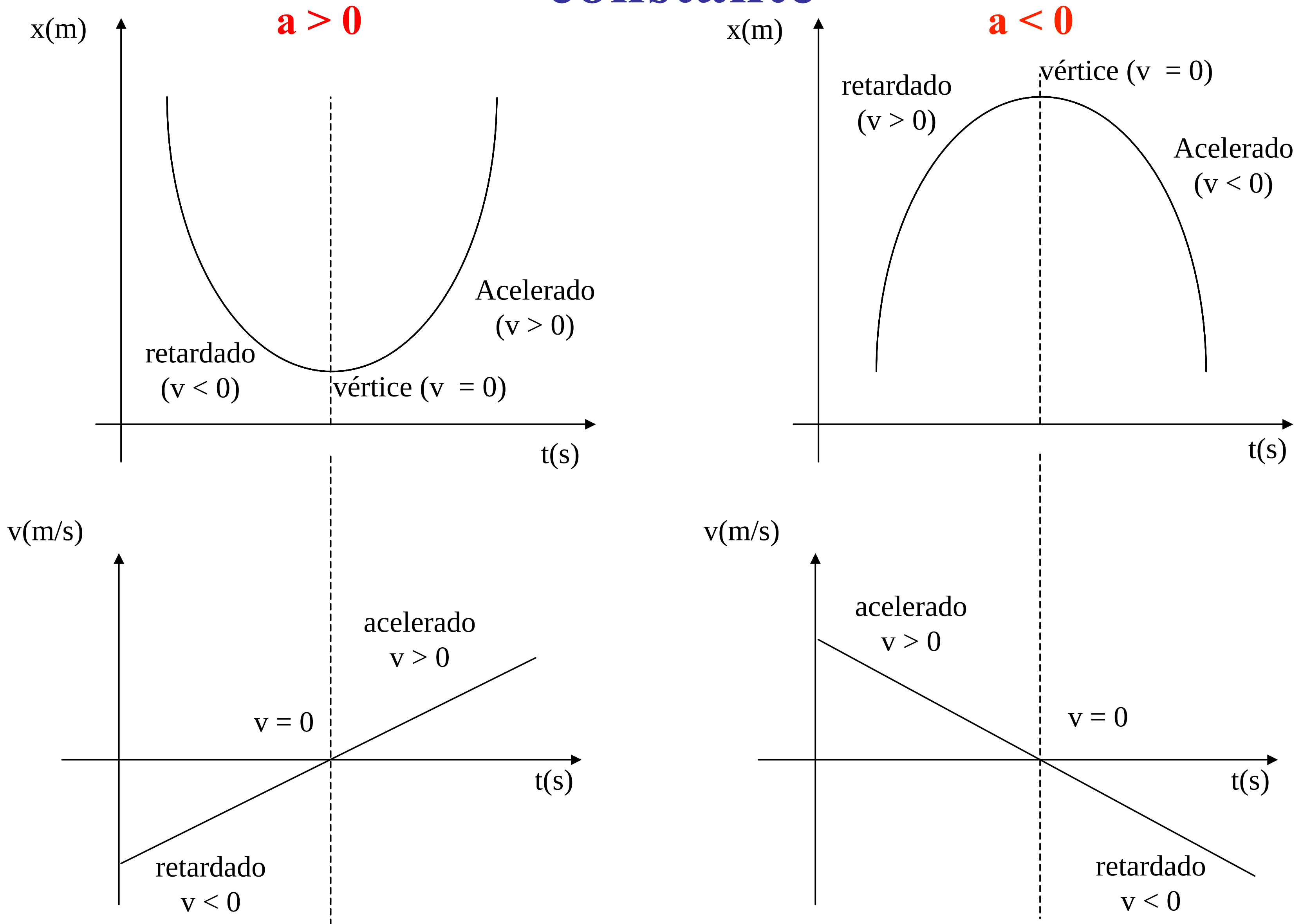
Movimento com aceleração constante





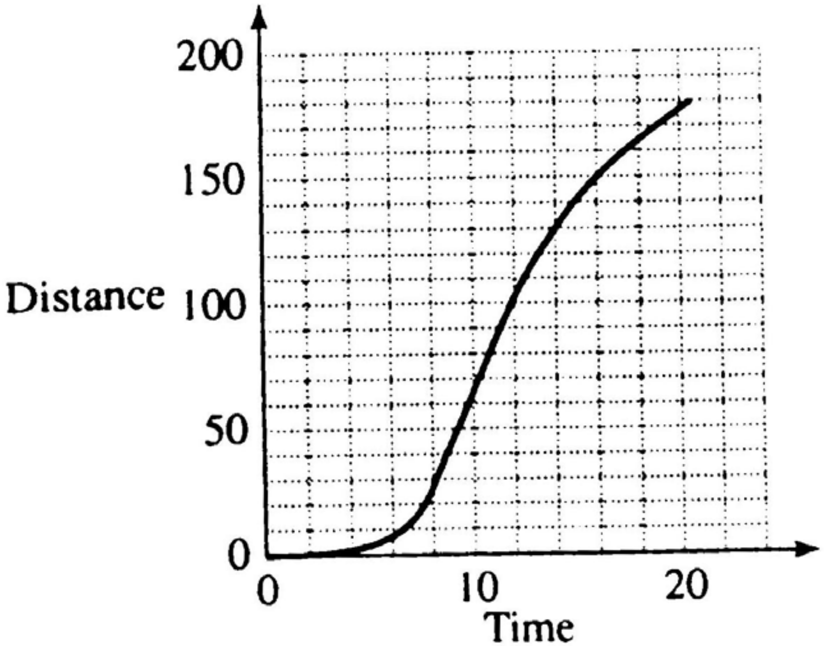
$a = 12/3 = 4\ m/s^2$ (0 a 3 s)

Gráficos do movimento com aceleração constante

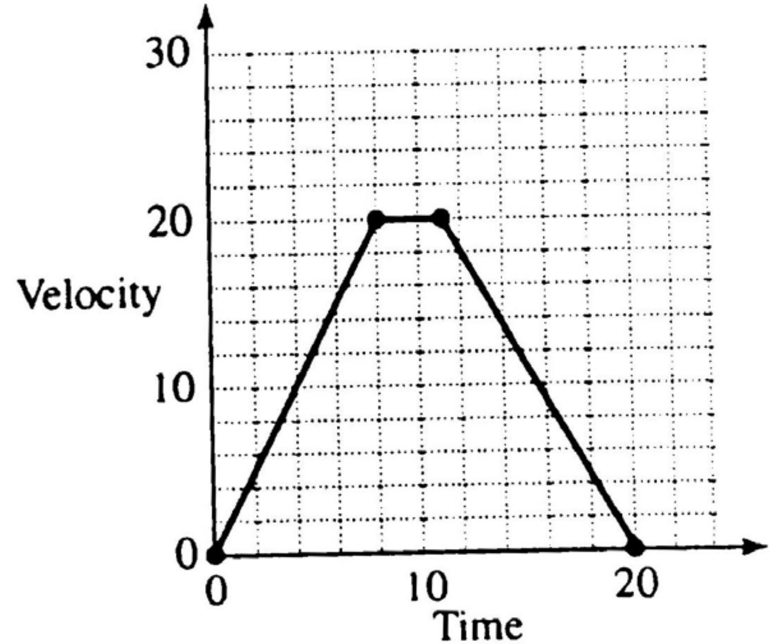


Exemplo

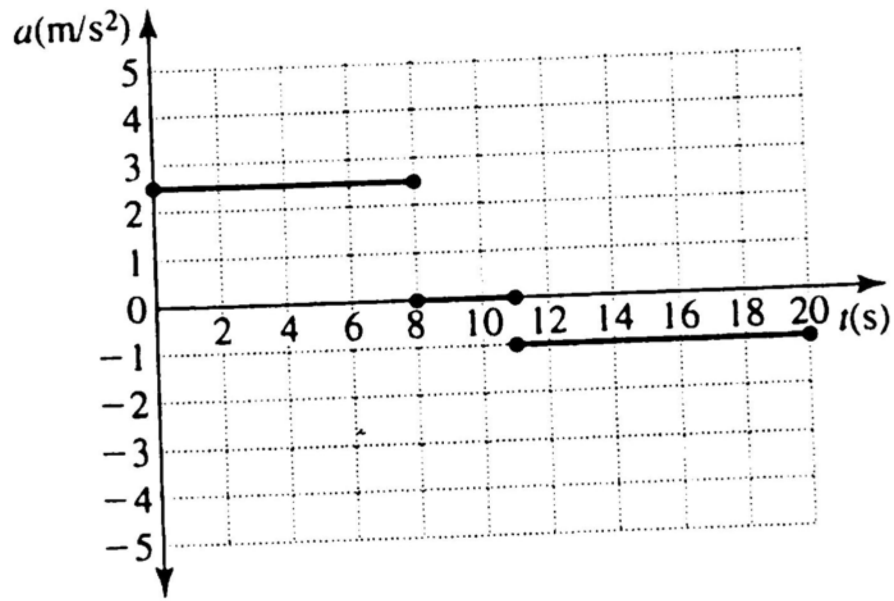
Para t = 0 um carro pára num semáforo. Quando a luz fica verde, o carro começa a acelerar com uma taxa constante, elevando sua velocidade para 20 m/s, 8 s depois de a luz ficar verde. Ele se move com esta velocidade por uma distância de 60 m. A seguir, o motorista avista uma luz vermelha no cruzamento seguinte e começa a diminuir a velocidade com uma taxa constante. O carro pára no sinal vermelho a 180 m da posição t = 0. Desenhe os gráficos: x-t, v-t e a-t



Distance
200
150
100
50
0
0
10
20
Time



Velocity
30
20
10
0
0
10
20
Time



$a(\mathrm{m/s^2})$
5
4
3
2
1
0
−1
−2
−3
−4
−5
2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 t(s)

Resumo, aceleração constante

As equações de movimento para o caso de aceleração constante são:

$$v = v_0 + at$$

$$\mathbf{v_{med} = \frac{x - x_0}{t} = \frac{v_0 + v}{2}}$$

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$v^2 = v_0^2 + 2a(x - x_0)$$

ACELERADO $\Rightarrow$ **a e v** $\Rightarrow$ **mesmo sinal**

$\mathbf{v > 0 \quad e \quad a > 0}$

$\mathbf{v < 0 \quad e \quad a < 0}$

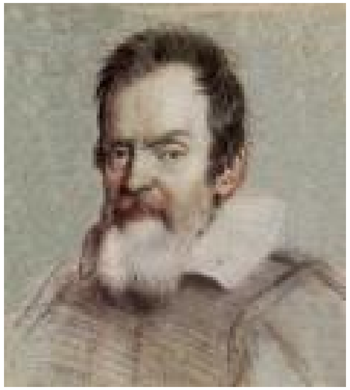
RETARDADO $\Rightarrow$ **a e v** $\Rightarrow$ **sinais opostos**

$\mathbf{v > 0 \quad e \quad a < 0}$

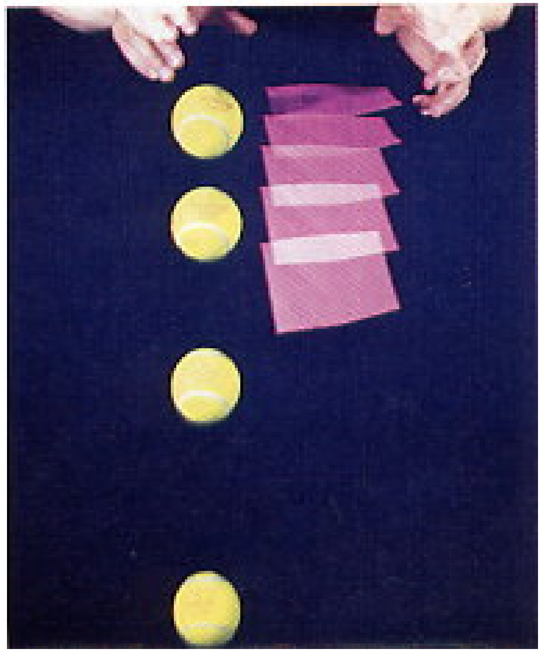
$\mathbf{v < 0 \quad e \quad a > 0}$

Queda Livre

Aceleração da Gravidade



Ups, a resistência do ar!!



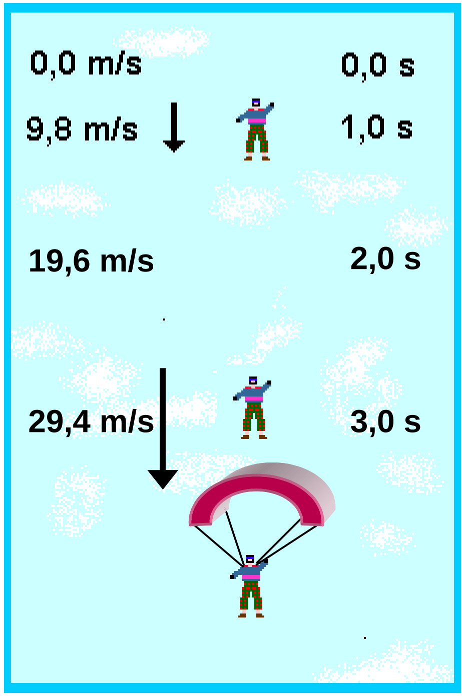
Galileo, o primeiro físico Moderno, estudou a queda dos corpos. Refutou Aristoteles. Usando experimentos mostrou que os corpos caem com a mesma velocidade e independente de sua massa. $y \sim t^2$, $v \sim t$, consequências de uma aceleração constante!

Aceleração da gravidade

•Corpos em queda nas proximidades com a Terra:

Quando desprezamos a resistência do ar, ou seja, quando desprezamos a força de atrito causada pelo ar nos objetos em queda, todos os corpos, independente da sua massa ou forma, realizam o movimento de queda com a mesma aceleração. O valor desta aceleração é de aproximadamente

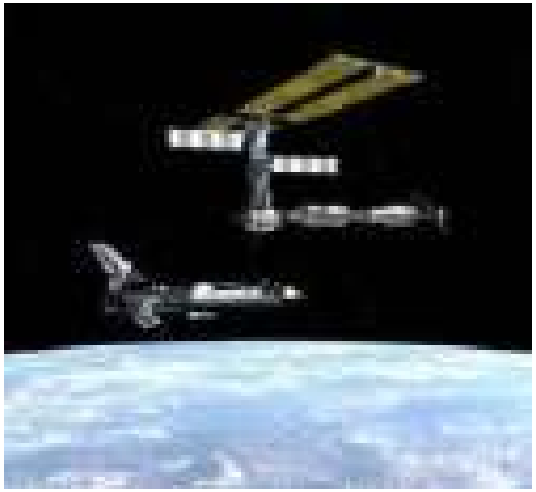
$g = -9{,}8\ m/s^2\ j$.

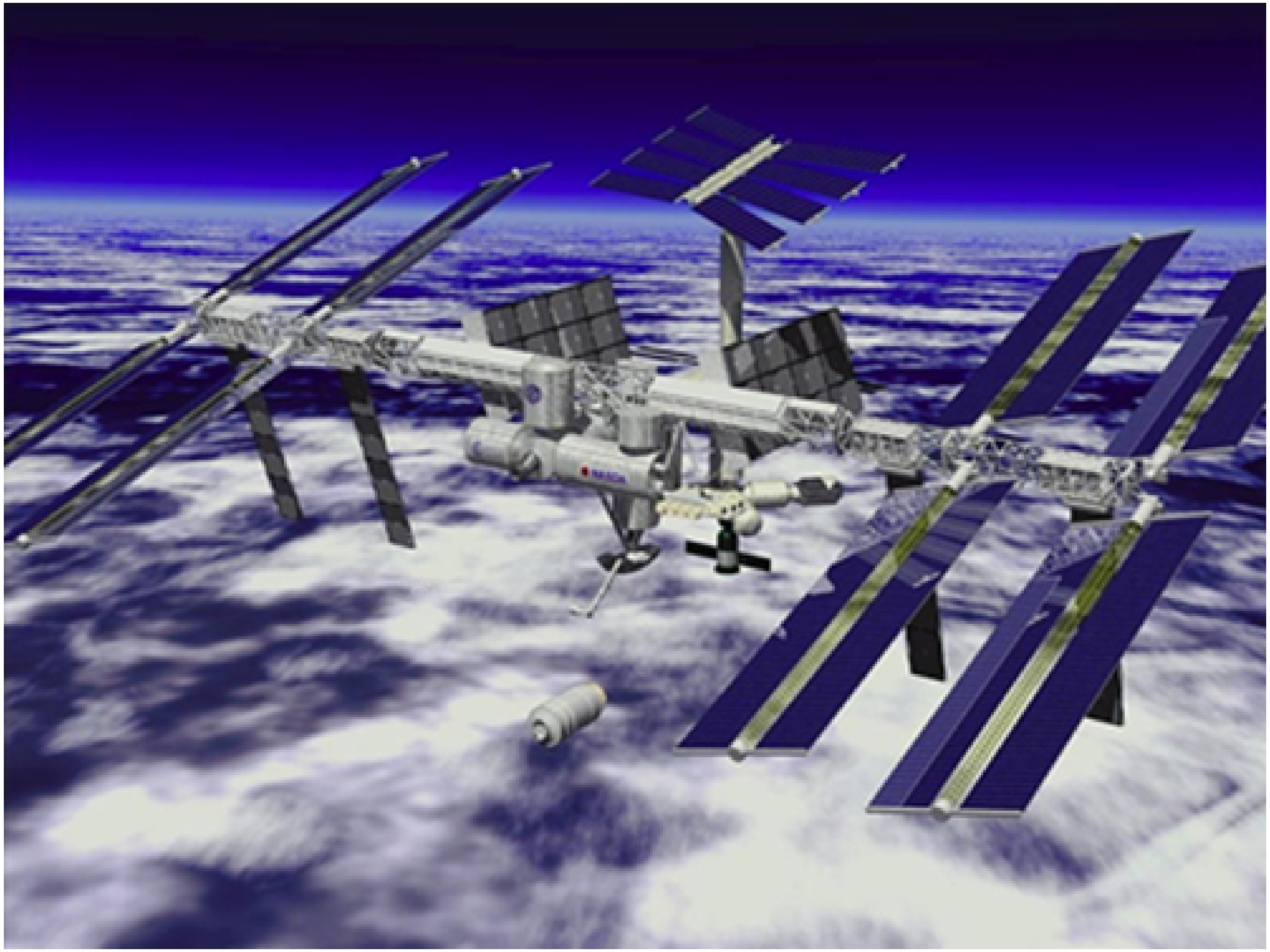


A aceleração da gravidade varia com a latitude e com a altitude.
No equador ($g = -9{,}78039\ m/s^2$).
No pólo Norte ($g = -9{,}83217\ m/s^2$) .
Aceleração normal da gravidade:
$g = -9{,}80665\ m/s^2$

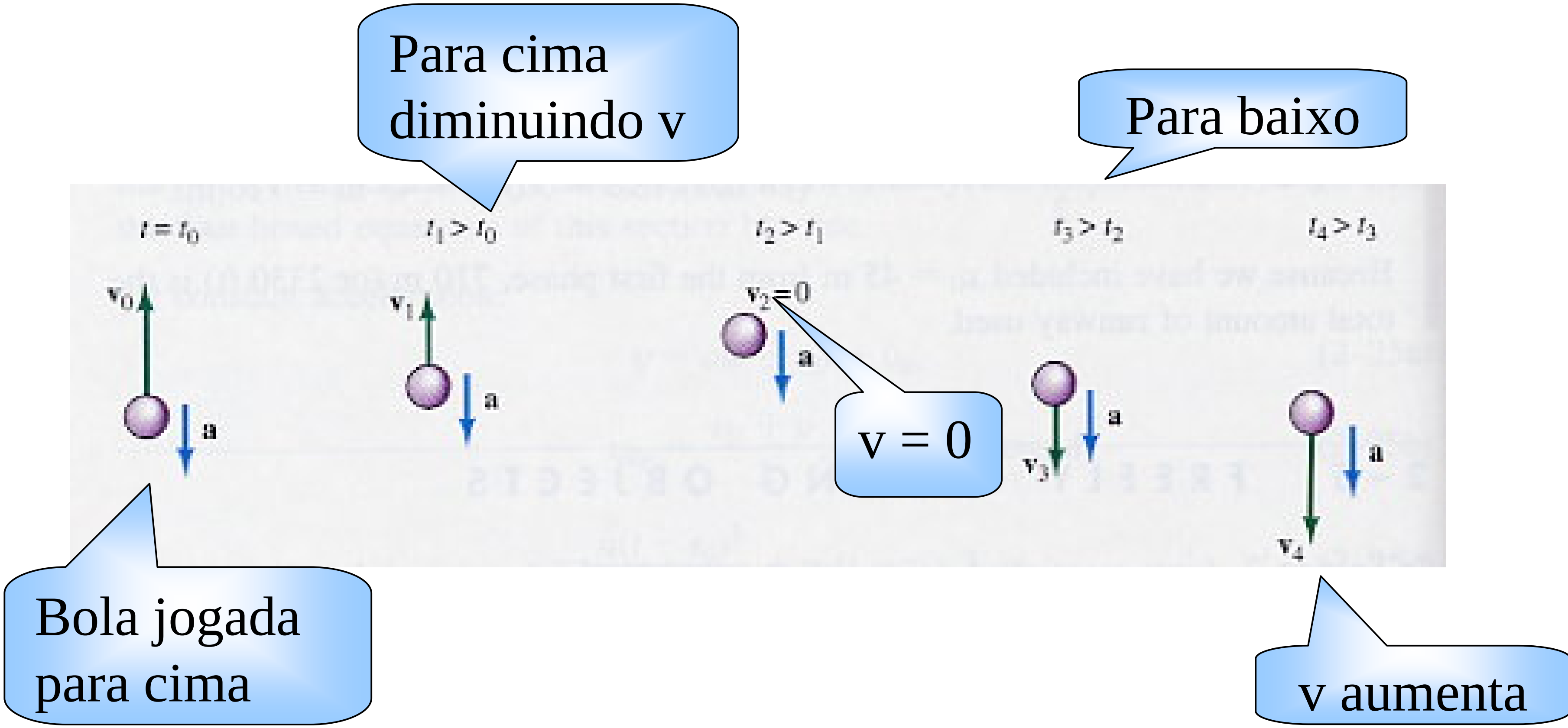
Aceleração da gravidade

Localização	g aproximado (m/s^2)
equador	9,78
pólos	9,83
10km de altitude	9,78
100km de altitude	9,57
300km de altitude	8,80
1 000km de altitude	7, 75
5 000km de altitude	3,71
10 000km de altitude	1,94



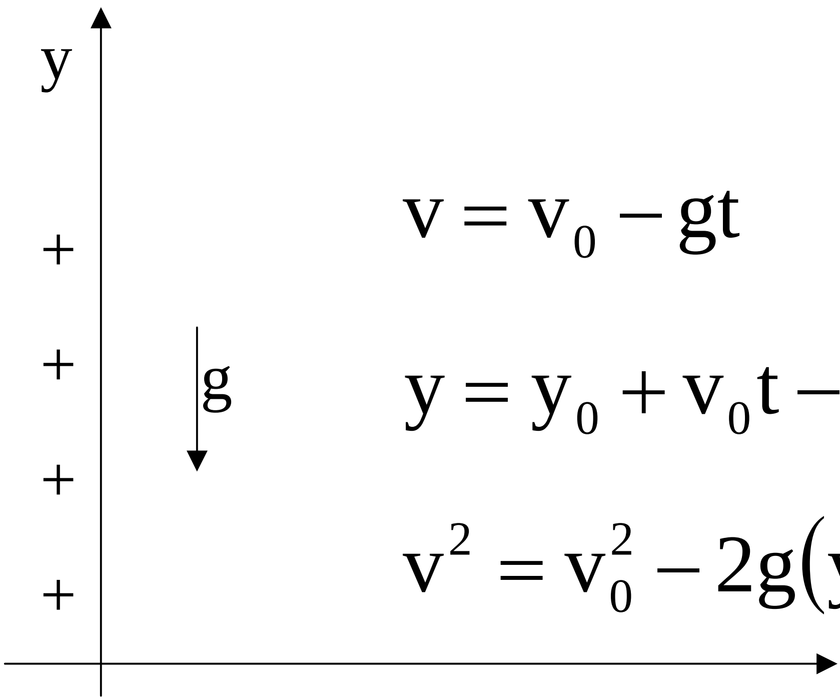


Corpos em queda livre



Corpos em queda livre

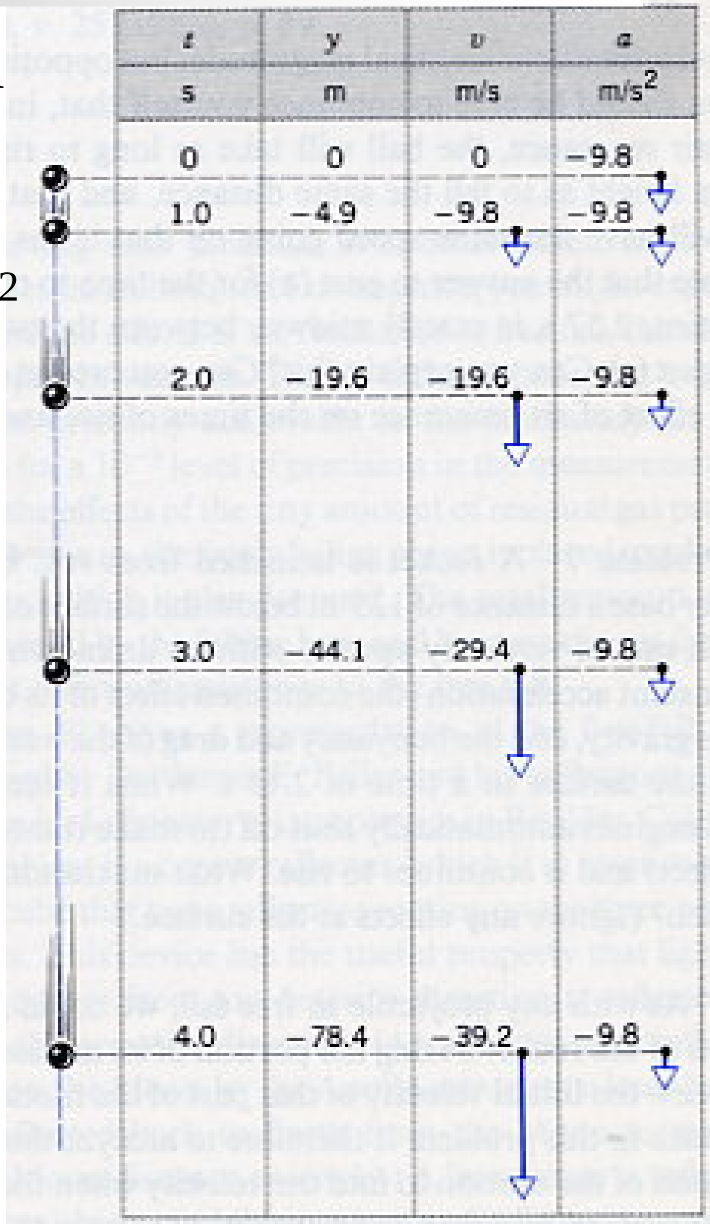
Nas equações de movimento MUV é comum substituirmos a aceleração pela aceleração da gravidade -g são (ao longo do eixo y). Aqui g = |g| = 9,8 m/s²



$$v = v_0 - gt$$

$$y = y_0 + v_0 t - \frac{1}{2} g t^2$$

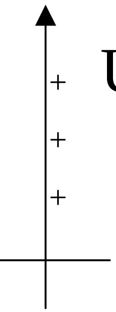
$$v^2 = v_0^2 - 2g\left(y - y_0\right)$$



t	y	v	a
s	m	m/s	m/s²
0	0	0	−9.8
1.0	−4.9	−9.8	−9.8
2.0	−19.6	−19.6	−9.8
3.0	−44.1	−29.4	−9.8
4.0	−78.4	−39.2	−9.8

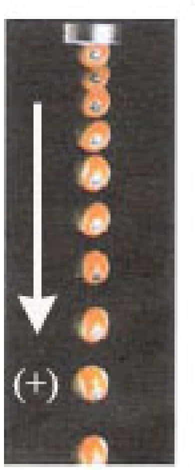
Queda livre

Exemplo



Um corpo cai livremente:

$$\mathbf{y = \frac{1}{2} g t^2 \ e \quad v = gt}$$



$$a = +g$$

$$v = v_o + at$$

$$h = h_0 + v_0 t + \frac{gt^2}{2}$$

$$v^2 = v_0^2 + 2.a.\Delta s$$

Gráficos y(t) e v(t)