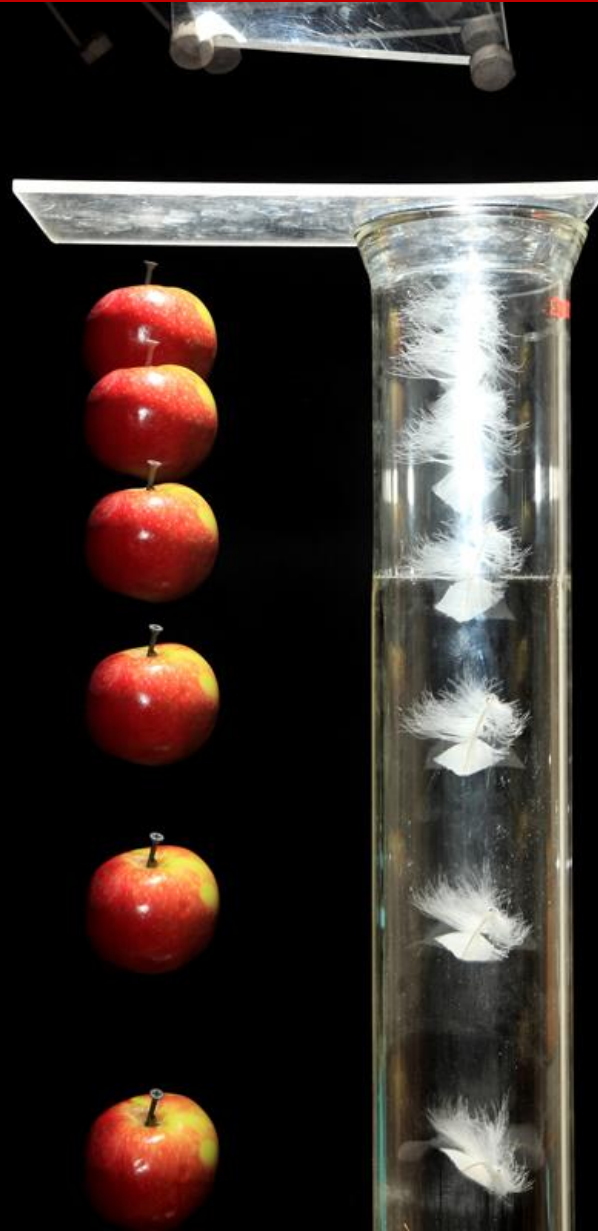


Queda e lançamento vertical sem resistência do ar



Equação das posições / Lei do movimento

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

onde:

$x(t)$ – posição do corpo no instante t (m);

x_0 – posição inicial do corpo (m);

v_0 – velocidade inicial do corpo (m s^{-1});

a – aceleração a que o corpo está sujeito (m s^{-2}).

Pode ser aplicada a qualquer eixo:

$$x(t) = x_0 + v_{0x} t + \frac{1}{2} a_x t^2$$

$$y(t) = y_0 + v_{0y} t + \frac{1}{2} a_y t^2$$

$$z(t) = z_0 + v_{0z} t + \frac{1}{2} a_z t^2$$

Equação das velocidades

$$v(t) = v_0 + a t$$

onde:

$v(t)$ – velocidade do corpo no instante t (m s^{-1});

v_0 – velocidade inicial do corpo (m s^{-1});

a – aceleração a que o corpo está sujeito (m s^{-2}).

Pode ser aplicada a qualquer eixo:

$$v_x(t) = v_{0x} + a_x t$$

$$v_y(t) = v_{0y} + a_y t$$

$$v_z(t) = v_{0z} + a_z t$$

Movimentos ascendentes e descendentes

Dependendo do **sentido inicialmente definido como positivo**, para um determinado referencial, o **sentido** da **aceleração, velocidade e valores de posição** terão que estar de **acordo com essa definição** inicial.

As expressões serão do género:

$$y(t) = y_0 + v_{0y} t + \frac{1}{2} g t^2$$

$$v_y(t) = v_{0y} + g t$$

Queda livre

A **queda livre** é um movimento devido **apenas** à **interação gravítica**.

A resistência do ar é desprezada!

Se não for possível considerar a resistência do ar como desprezável, não se considera o movimento como queda livre.

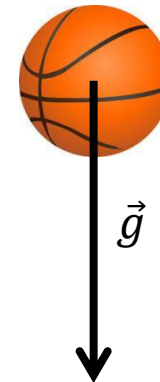
Galileu Galilei verificou que a aceleração de queda dos corpos é igual para todos (considerando a resistência do ar desprezável).

$$g = 9,8 \text{ m s}^{-2}$$

O **sentido do vetor aceleração gravítica, \vec{g}** , é sempre do centro do corpo para o centro da Terra.



[Galileu Galilei](#) (1564-1642).



Queda livre

Vetores **velocidade** e **aceleração** com o **mesmo sentido!**

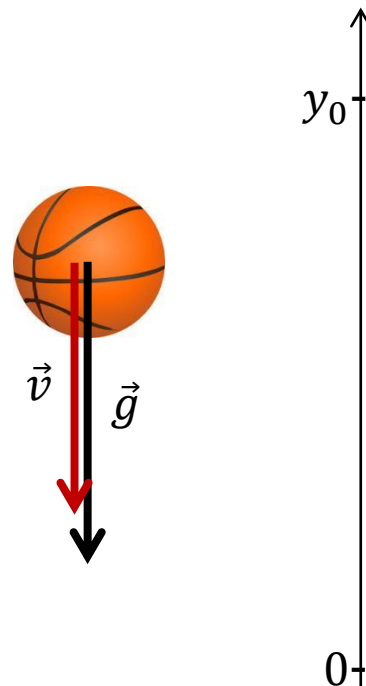
O corpo está animado de um **MRUA!**

[\[APOLLO 15 Hammer and Feather\]](#)

[\[Brian Cox visits the world's biggest vacuum chamber\]](#)

[\[Free Fall Air Resistance Model\]](#)

[\[Accelerated movement\]](#)



Queda livre

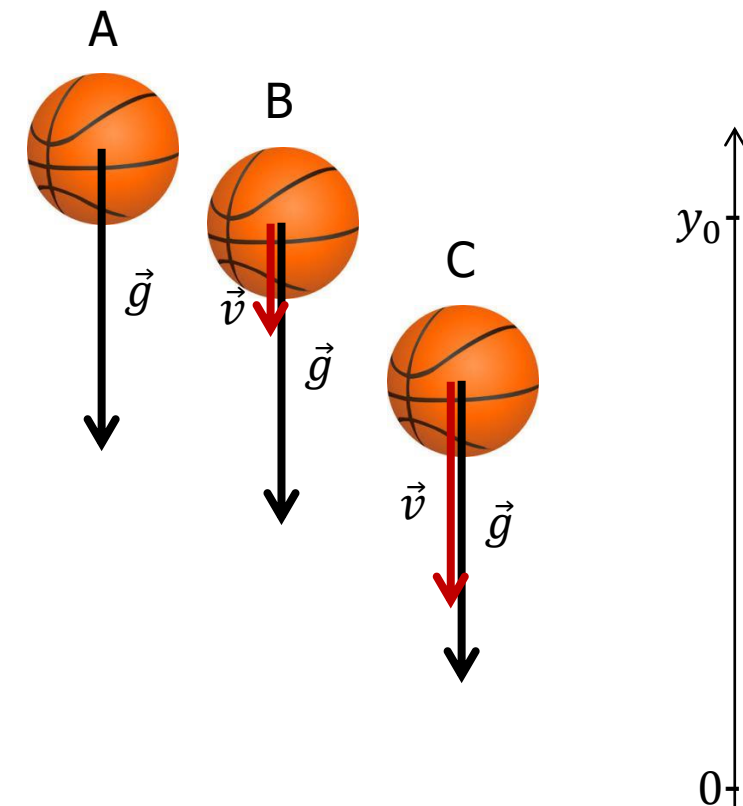
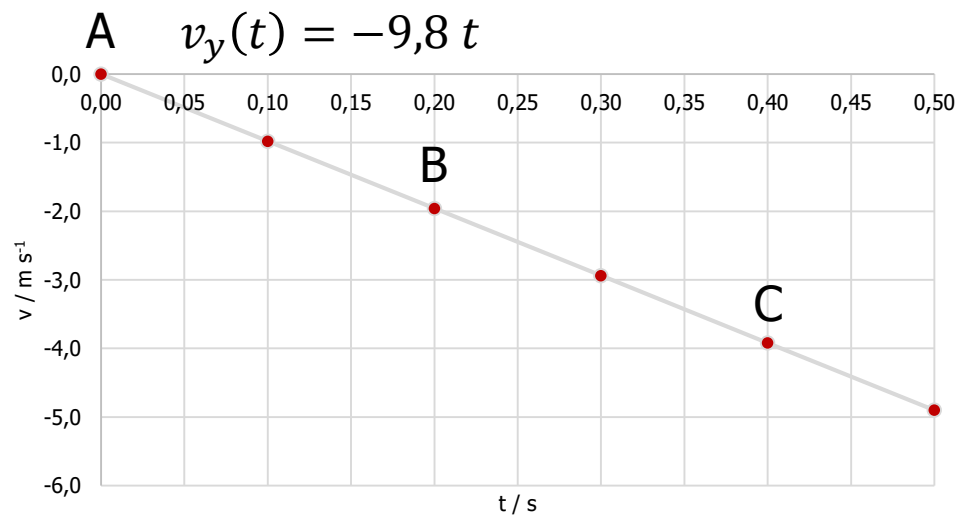
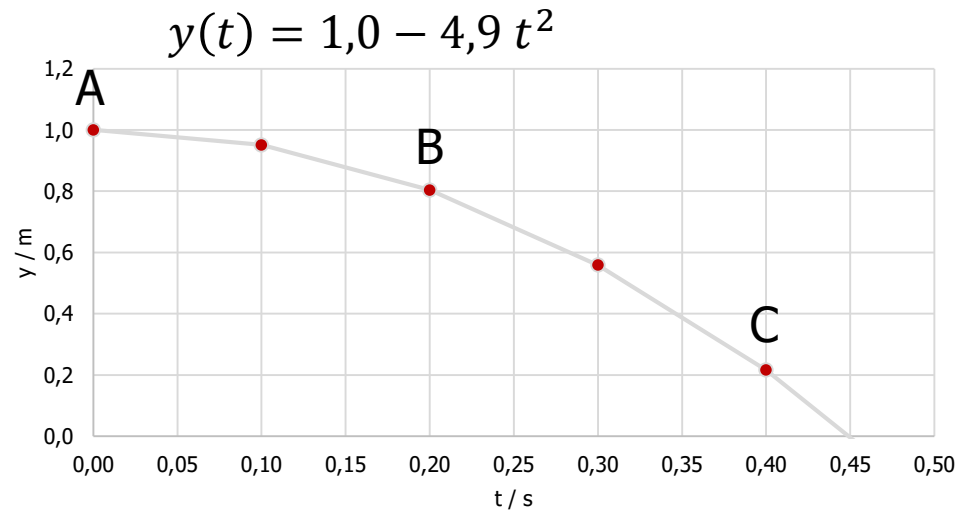
Exemplo

Condições iniciais

$$y_0 = 1,0 \text{ m}$$
$$v_0 = 0,0 \text{ m s}^{-1}$$
$$g = -9,8 \text{ m s}^{-2}$$

$$y(t) = y_0 + v_{0y} t + \frac{1}{2} g t^2$$

$$v_y(t) = v_{0y} + g t$$



Queda livre

Tempo de queda

Corresponde ao momento em que o corpo atinge o chão:

$$y(t_{\text{queda}}) = 0$$

A expressão geral é:

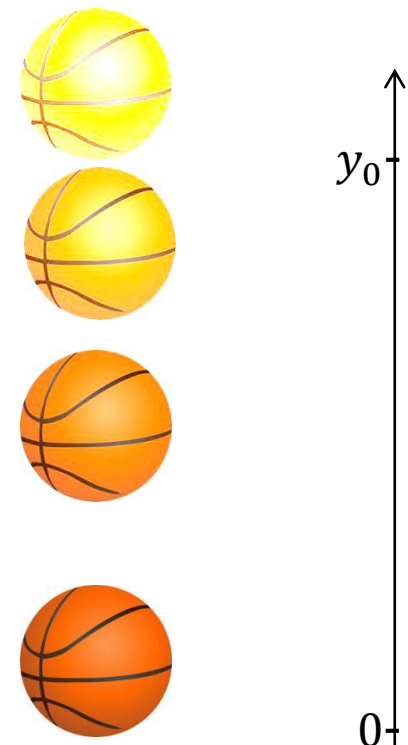
$$y_f = y_i + \frac{1}{2} g t_{\text{queda}}^2$$

$$t_{\text{queda}} = \sqrt{\frac{2 \Delta y}{g}}$$

Não depende da massa nem da forma do objeto!

$$y(t) = y_0 + v_{0y} t + \frac{1}{2} g t^2$$

$$v_y(t) = v_{0y} + g t$$



Queda livre

Velocidade de chegada ao solo

Corresponde à velocidade do corpo no instante em que atinge o solo!

No caso da queda livre é no instante (já calculado)

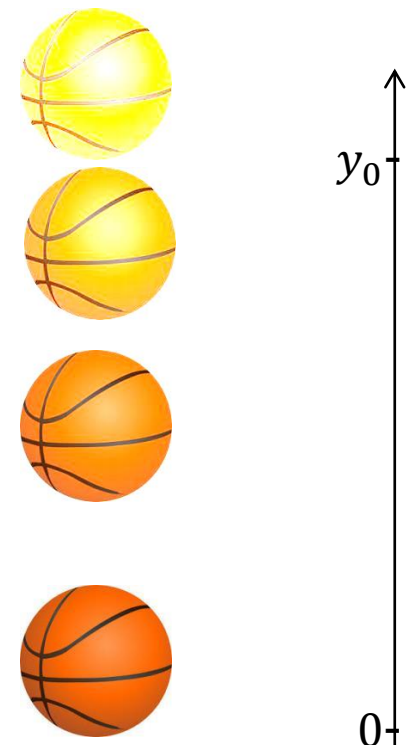
$$t = \sqrt{\frac{2 \Delta y}{g}}$$

Pelo que a velocidade de chegada ao solo é

$$v_y(t) = g \sqrt{\frac{2 \Delta y}{g}}$$

$$y(t) = y_0 + v_{0y} t + \frac{1}{2} g t^2$$

$$v_y(t) = v_{0y} + g t$$



Queda livre

Exemplo

Condições iniciais

$$y_0 = 1,0 \text{ m}$$

$$v_0 = 0,0 \text{ m s}^{-1}$$

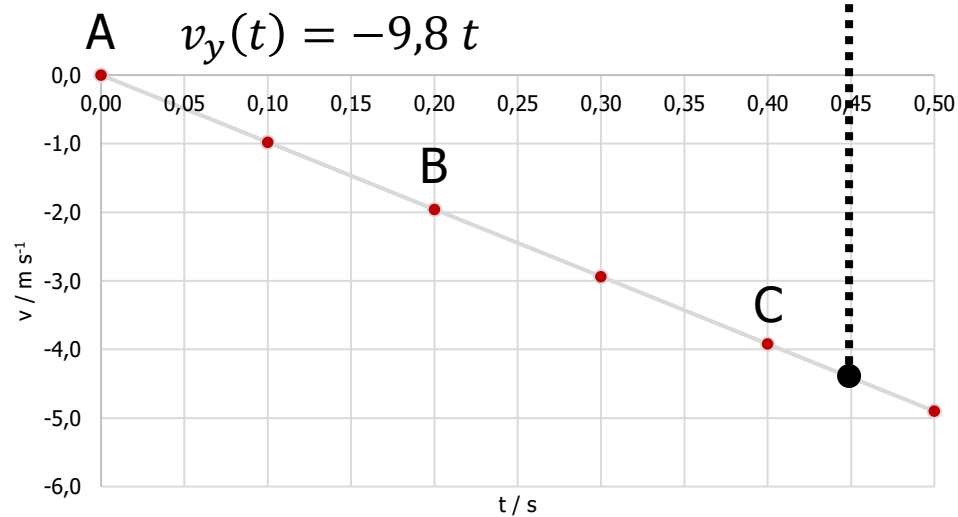
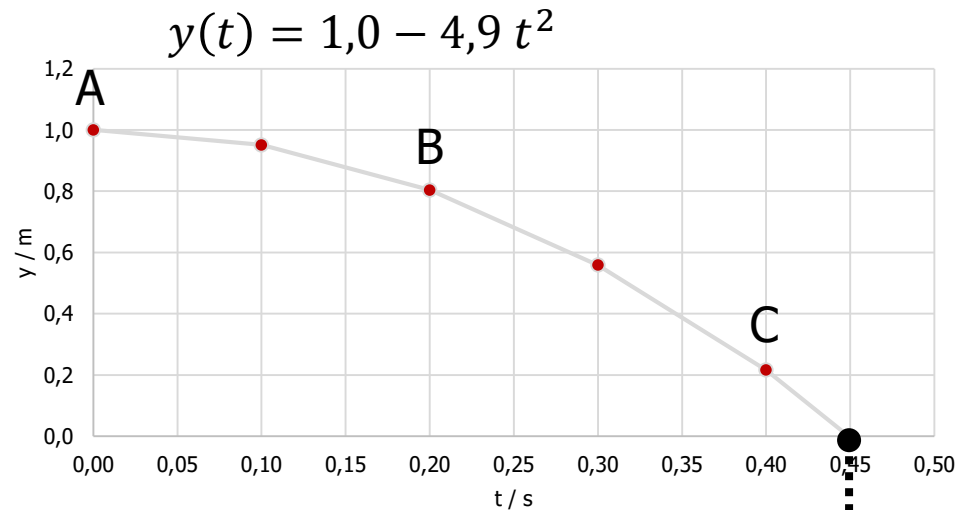
$$g = -9,8 \text{ m s}^{-2}$$

Tempo de queda

$$t = 0,45 \text{ s}$$

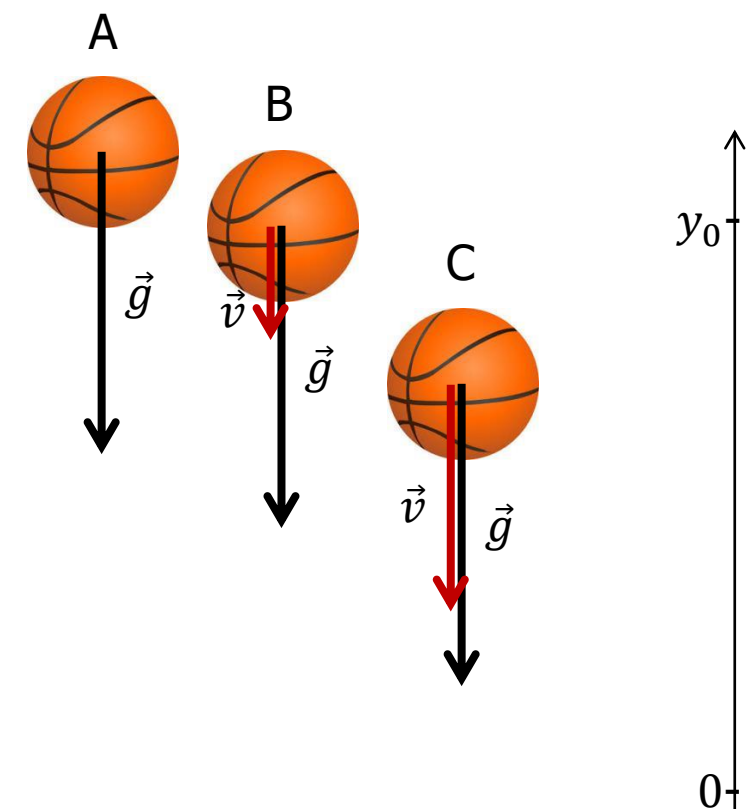
Velocidade de queda

$$v_y(0,45) = -4,43 \text{ m s}^{-1}$$



$$t = \sqrt{\frac{2 \Delta y}{g}}$$

$$v_y(t) = g \sqrt{\frac{2 \Delta y}{g}}$$



Lançamento vertical para cima

Os vetores **aceleração** e **velocidade** têm **sentidos opostos**!

O corpo está animado de um **MRUR**!

O módulo da velocidade vai diminuir...

...**até que atinja o valor zero**, ocorrendo depois uma queda livre (situação anterior)!



Lançamento vertical para cima

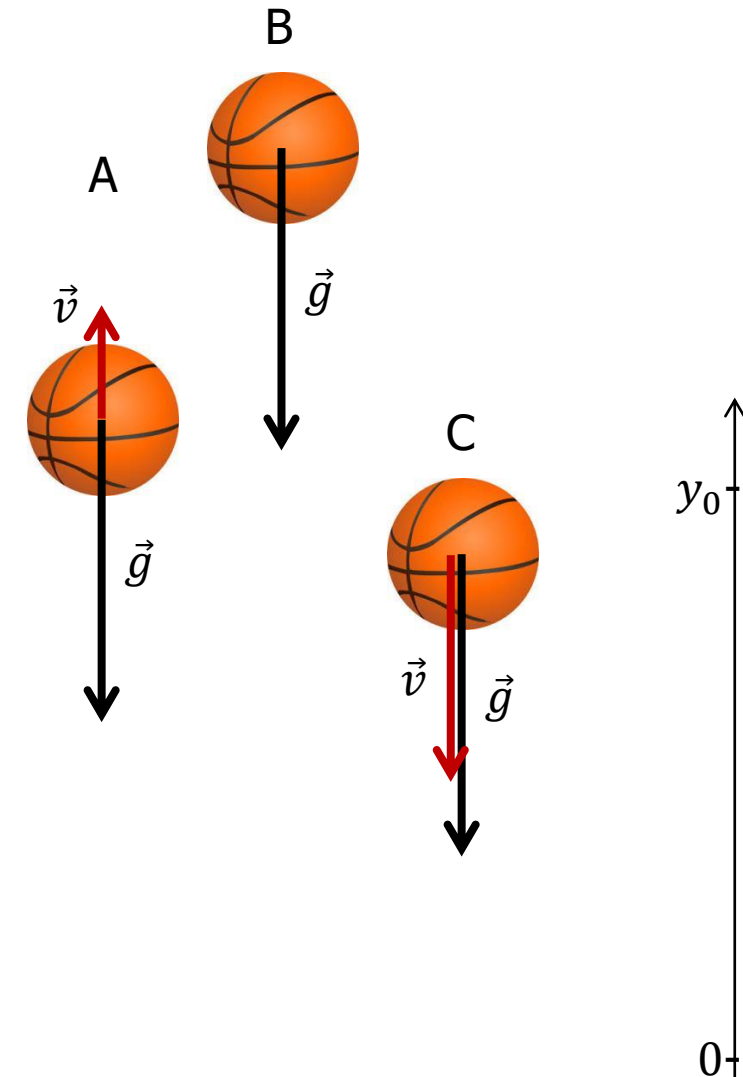
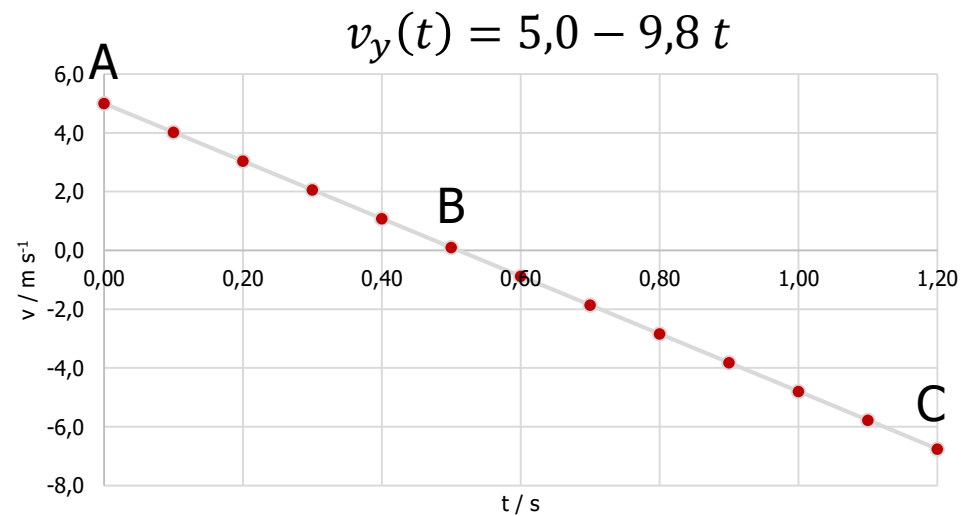
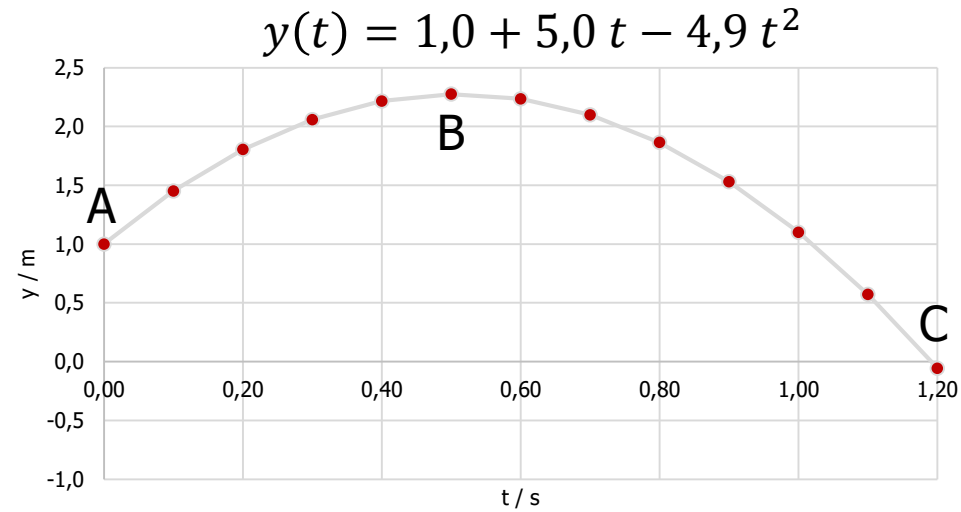
Exemplo

Condições iniciais

$$y_0 = 1,0 \text{ m}$$

$$v_0 = 5,0 \text{ m s}^{-1}$$

$$g = -9,8 \text{ m s}^{-2}$$

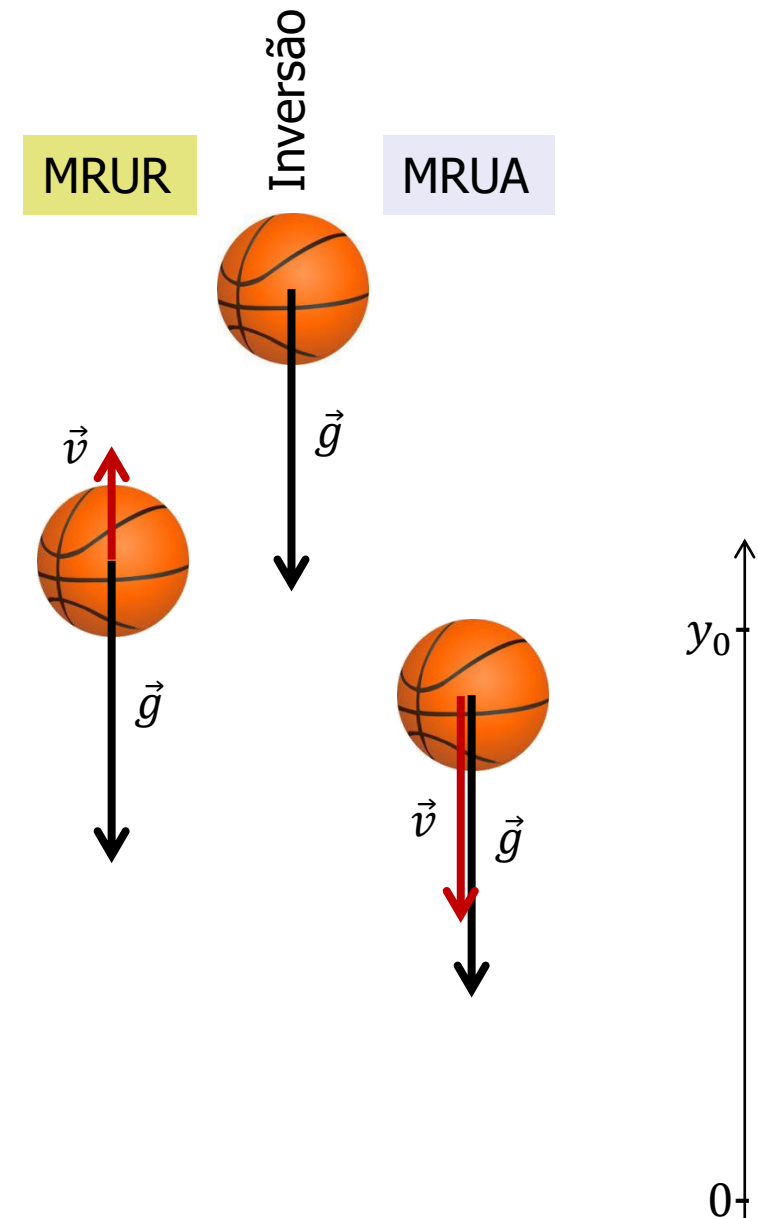
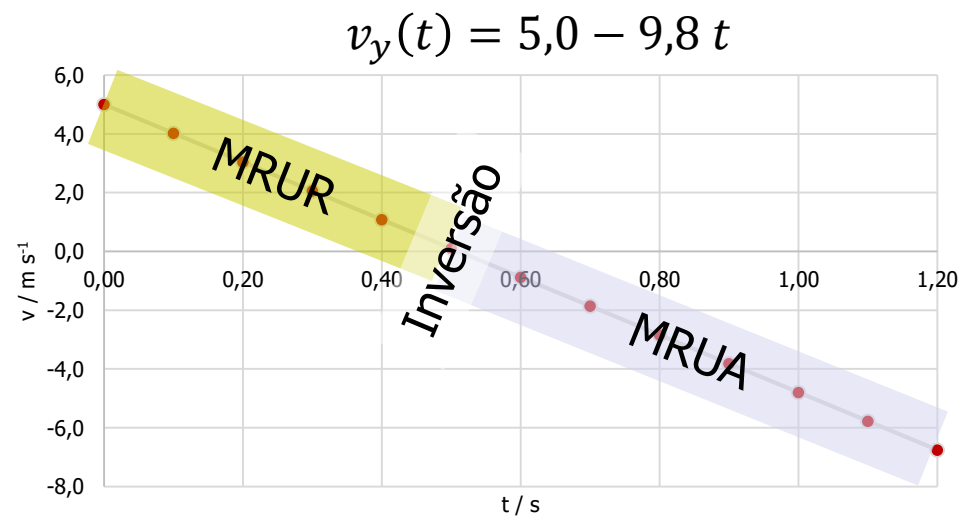
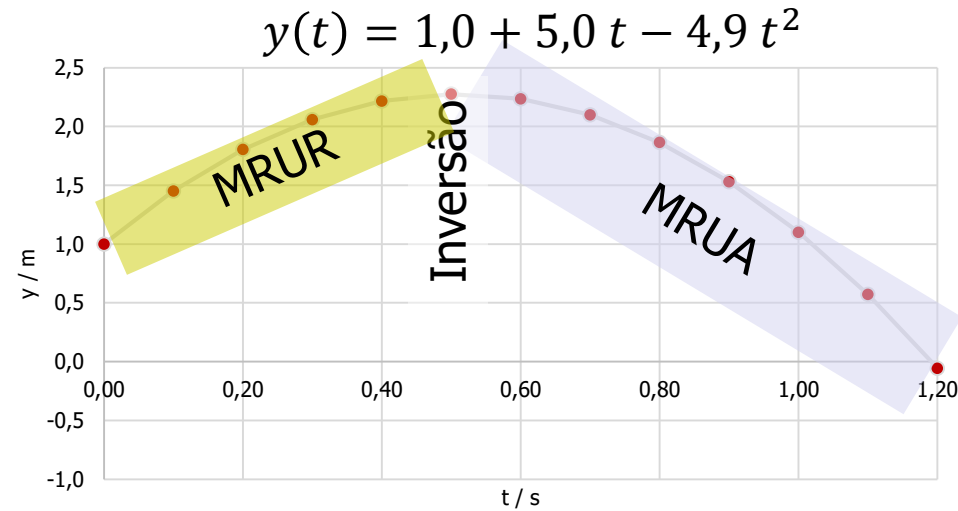


Lançamento vertical para cima

Exemplo

Condições iniciais

$$y_0 = 1,0 \text{ m}$$
$$v_0 = 5,0 \text{ m s}^{-1}$$
$$g = -9,8 \text{ m s}^{-2}$$



Lançamento vertical para cima

Instante em que se atinge a altura máxima

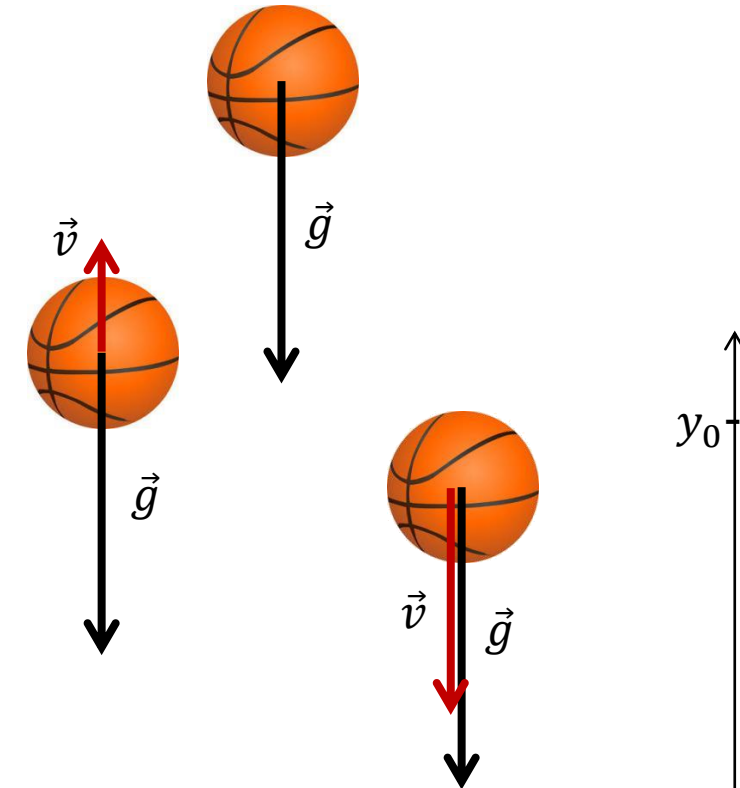
Corresponde ao instante em que a velocidade é zero!

[no exemplo dado v é positiva e $a (=g)$ é negativa]

$$0 = v_{0y} - g t$$

$$t = \frac{v_{0y}}{g}$$

$$v_y(t) = v_{0y} + g t$$



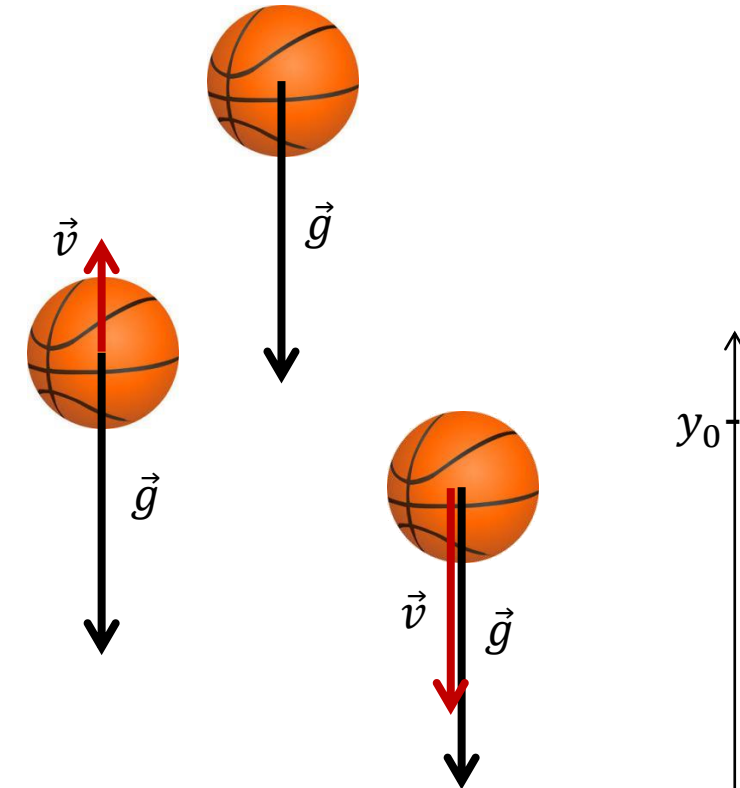
Lançamento vertical para cima

Altura máxima

Corresponde à coordenada no instante em que a velocidade é zero!

$$t = \frac{v_{0y}}{g}$$

$$y\left(\frac{v_{0y}}{g}\right) = y_0 + v_{0y} \left(\frac{v_{0y}}{g}\right) + \frac{1}{2} g \left(\frac{v_{0y}}{g}\right)^2$$



Lançamento vertical para cima

Exemplo

Condições iniciais

$$y_0 = 1,0 \text{ m}$$

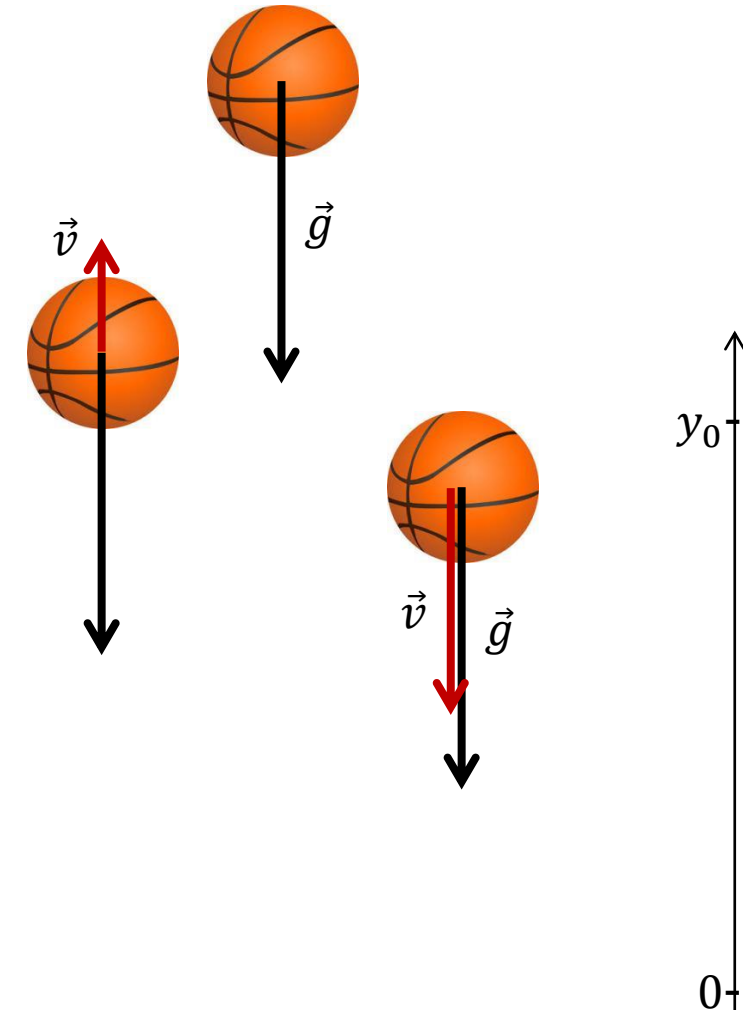
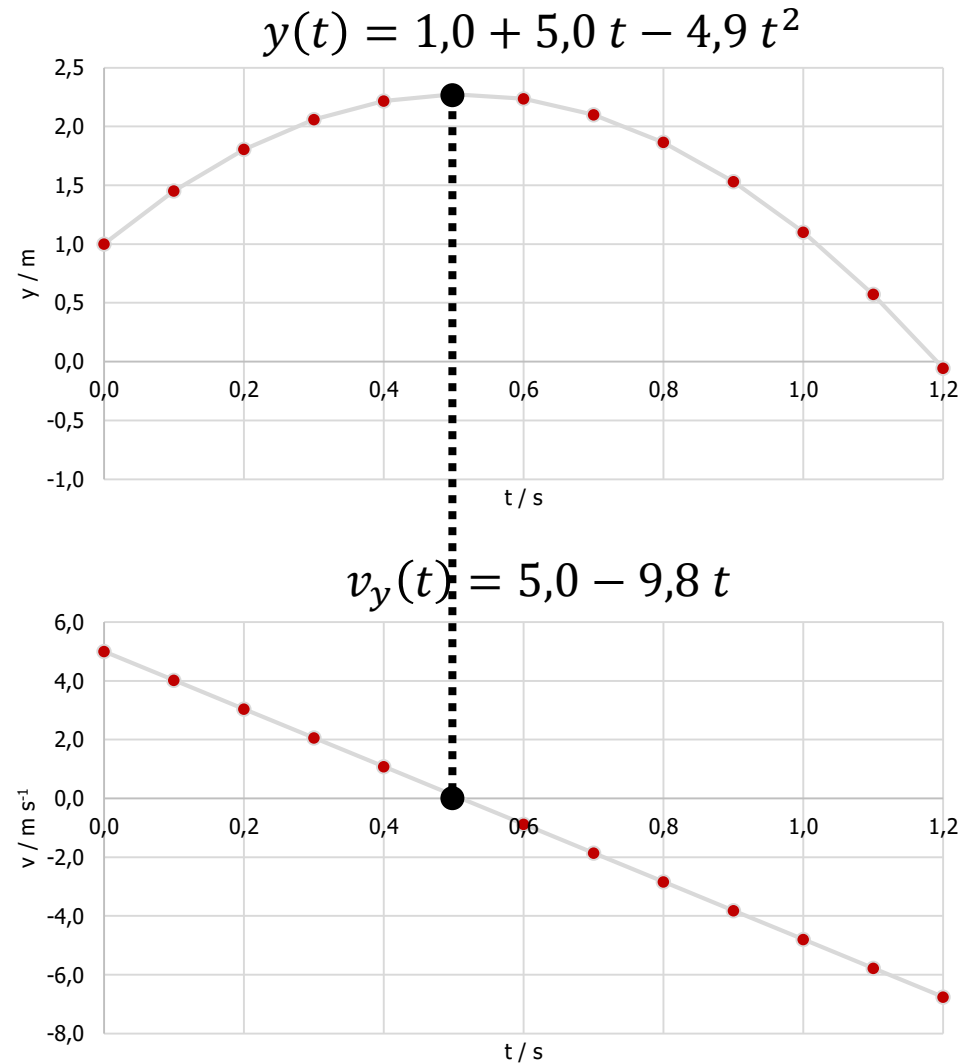
$$v_0 = 5,0 \text{ m s}^{-1}$$

$$g = -9,8 \text{ m s}^{-2}$$

Altura máxima

$$t = \frac{v_{0y}}{g} = 0,51 \text{ s}$$

$$y\left(\frac{v_{0y}}{g}\right) = 2,27 \text{ m}$$



Bibliografia

- C. Rodrigues, C. Santos, L. Miguelote, P. Santos, S. Machado, "Física 11 A", Areal Editores, Porto, 2016.
- M. Alonso, E. J. Finn, "Física", Escolar Editora, 2012, Lisboa.

Ligações

- [APOLLO 15 Hammer and Feather](#), 01/11/2017.
- [Brian Cox visits the world's biggest vacuum chamber](#), 01/11/2017.
- [Free Fall Air Resistance Model](#), 01/11/2017.
- [Accelerated movement](#), 01/11/2017.