

Pré-UFSC

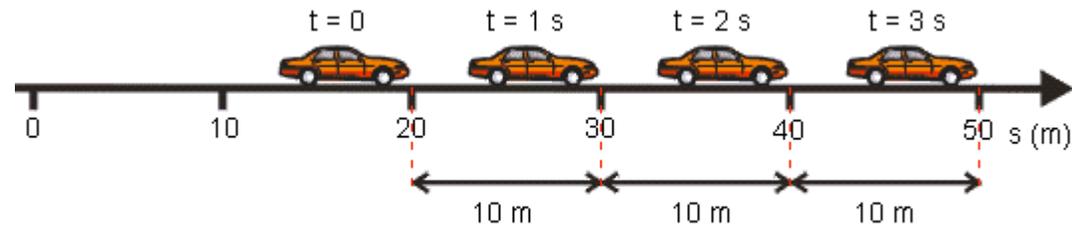
Movimento Retilíneo Uniforme e Variado

Esley Scatena

Movimento Retilíneo

O movimento retilíneo é aquele que acontece ao longo de uma reta, em uma única dimensão. É importante definirmos uma **origem de um sistema de coordenadas** para descrever o movimento, que indica a partir de *onde* e *quando* o movimento começa a ser medido.

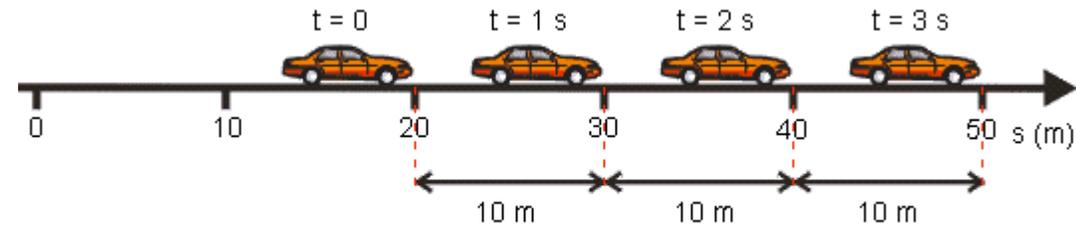
- A posição inicial de um corpo é geralmente escrita como s_0 e é a posição na qual o corpo está quando $t = 0$.
- Se o corpo se move de uma posição a outra, ele sofre um *deslocamento*. O deslocamento de um corpo é definido como a diferença entre a posição final e a posição inicial do corpo.



(Fig. 1)

1. Considerando o sistema de coordenadas da figura, qual é a posição inicial do carro? (Considere a frente do carro como a posição dele em cada instante.)
 - $s_0 = 20$ metros, pois esta é a posição quando $t = 0$ s.
2. Qual o deslocamento do carro entre os instantes $t = 1$ s e $t = 3$ s?
 - Entre $t = 1$ s e $t = 3$ s $\Rightarrow \Delta s = s_3 - s_1 = 50 \text{ m} - 30 \text{ m} = 20 \text{ m}$.

Velocidade Média



(Fig. 1)

Ao sofrer um deslocamento durante um intervalo de tempo, o carro possuirá uma *velocidade média* definida como

$$v_{\text{média}} = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{s_2 - s_1}{t_2 - t_1}.$$

1. Qual a velocidade média do carro entre $t = 0$ s e $t = 3$ s?

$$\circ v_{\text{média}} = \frac{(50 \text{ m}) - (20 \text{ m})}{(3 \text{ s}) - (0 \text{ s})} = \frac{30 \text{ m}}{3 \text{ s}} = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

2. Qual a velocidade média do carro entre $t = 1$ s e $t = 2$ s?

$$\circ v_{\text{média}} = \frac{(40 \text{ m}) - (30 \text{ m})}{(2 \text{ s}) - (1 \text{ s})} = \frac{10 \text{ m}}{1 \text{ s}} = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Movimento Retilíneo Uniforme

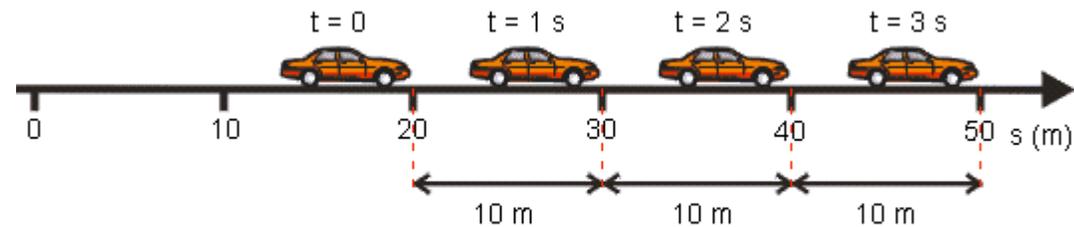
Se a velocidade não se altera ao longo do movimento, dizemos que a velocidade é *uniforme* e o movimento é chamado de **movimento retilíneo uniforme**.

Neste caso, podemos conhecer a posição do objeto para qualquer instante de tempo:

$$v = \frac{s - s_0}{t - t_0} \Rightarrow v(t - t_0) = s - s_0 \Rightarrow s = s_0 + v(t - t_0).$$

Se escolhermos (como é costume) o tempo inicial $t_0 = 0$, encontramos a **equação horária do MRU**:

$$s = s_0 + vt.$$



(Fig. 1)

1. Qual a posição do carro em $t = 2$ s?

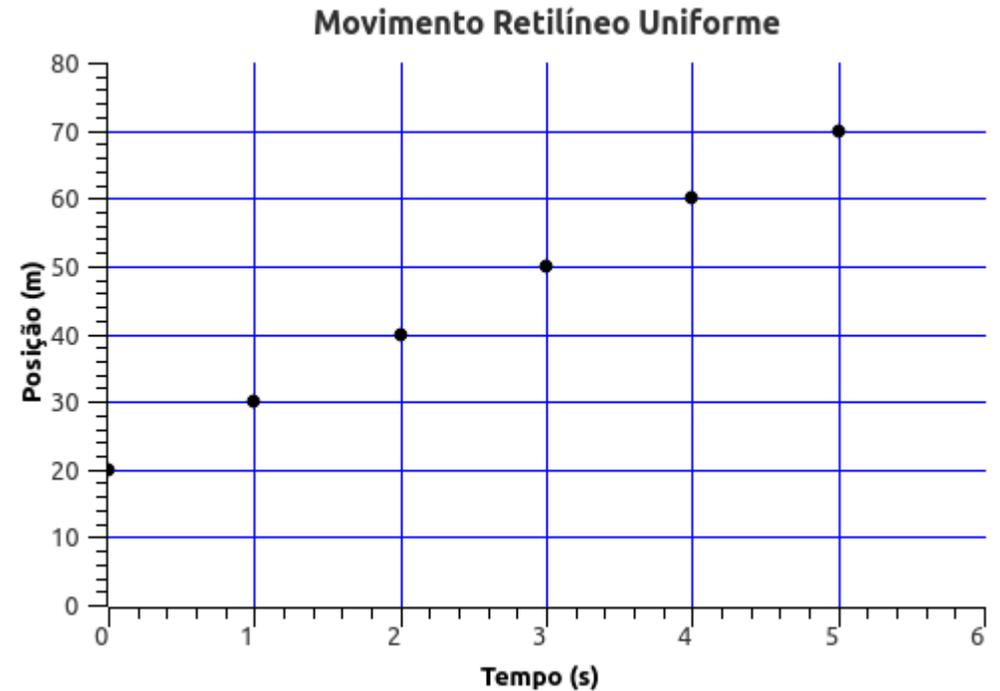
- $s = s_0 + vt = (20 \text{ m}) + (10 \text{ m/s}) \times (2 \text{ s}) = (20 \text{ m}) + (20 \text{ m}) = 40 \text{ m}.$

Gráficos do MRU

Uma forma de se analisar o movimento de um corpo é anotarmos sua posição em cada instante do tempo, em uma tabela:

Tempo (s)	Posição (m)
0	20
1,0	30
2,0	40
3,0	50
4,0	60

$$s = s_0 + vt$$



Gráficos do MRU

Uma forma de se analisar o movimento de um corpo é anotarmos sua posição em cada instante do tempo, em uma tabela:

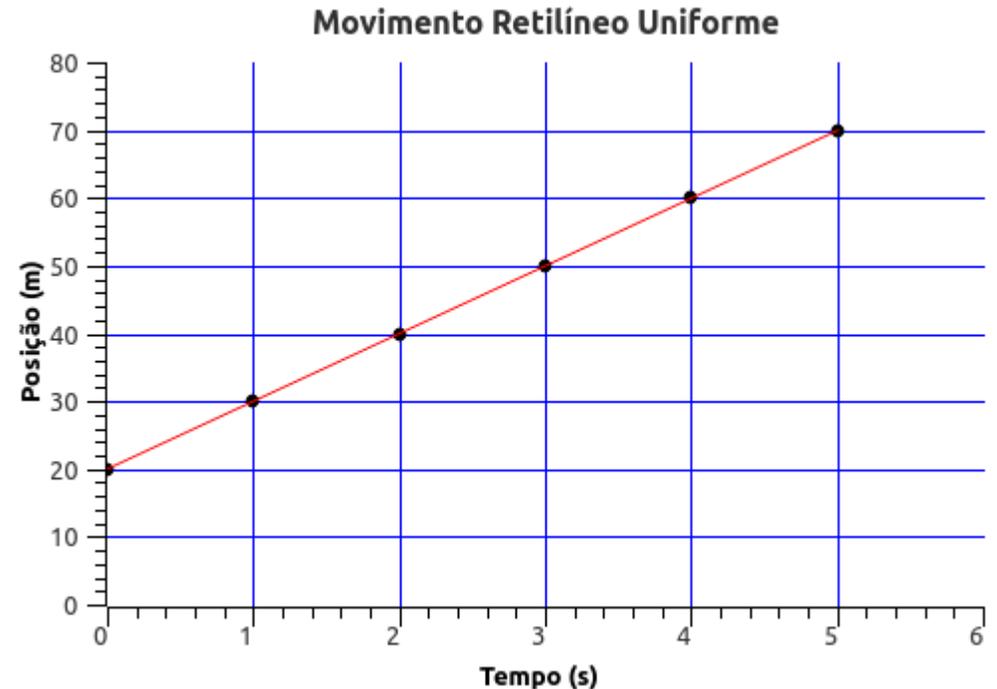
Tempo (s)	Posição (m)
0	20
1,0	30
2,0	40
3,0	50
4,0	60

$$s = s_0 + vt$$

$$y(x) = b + ax$$

Quando $t = 0$, $s = s_0$

Quando $x = 0$, $y = b$



Então, a *posição inicial* é igual ao *coeficiente linear*

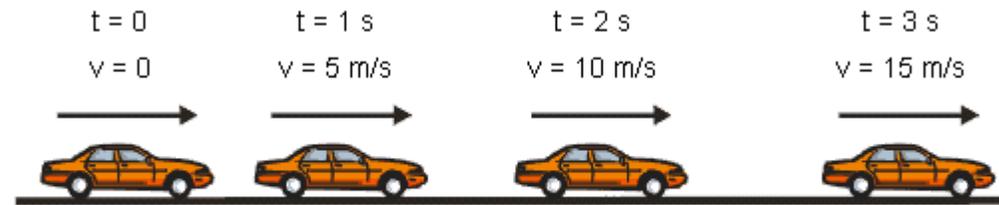
A *velocidade* é igual ao *coeficiente angular*

Exemplo

(PUC-PR) Uma família faz uma viagem de carro entre duas cidades, distantes 250 km. Os primeiros 90 km levam uma hora e 30 minutos. Após esse primeiro trecho, a família para em um posto por 30 minutos. No trecho restante, percorre com velocidade escalar média de 80 km/h.

Com base nos dados citados, qual é o valor da velocidade escalar média durante toda a viagem?

Aceleração média



(Fig. 2)

Se a velocidade do objeto variar sempre da mesma forma, o objeto possui uma *aceleração constante* dada por

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - v_0}{t - t_0}.$$

1. Qual a aceleração do carro entre $t = 0$ s e $t = 3$ s?

$$\circ a = \frac{v_3 - v_0}{t_3 - t_0} = \frac{(15 \text{ m/s}) - (0 \text{ m/s})}{(3 \text{ s}) - (0 \text{ s})} = \frac{15 \text{ m/s}}{3 \text{ s}} = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 5 \text{ m/s}^2.$$

2. Qual a aceleração entre $t = 1$ s e $t = 2$ s?

$$\circ a = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{(10 \text{ m/s}) - (5 \text{ m/s})}{(2 \text{ s}) - (1 \text{ s})} = \frac{5 \text{ m/s}}{1 \text{ s}} = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 5 \text{ m/s}^2.$$

Movimento Retilíneo Uniformemente Variado

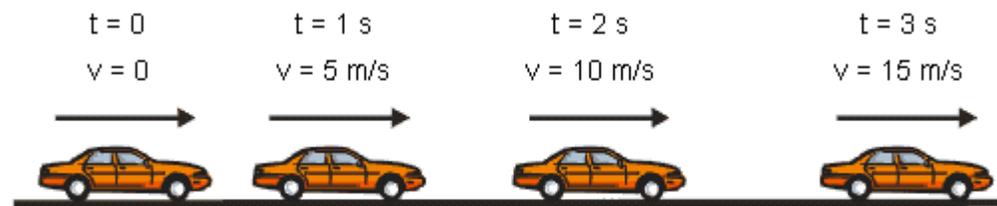
Se a aceleração não se altera ao longo do movimento, dizemos que a aceleração *uniforme* e o movimento é chamado de **movimento retilíneo uniformemente variado**.

Neste caso, podemos conhecer a velocidade do objeto para qualquer instante de tempo:

$$a = \frac{v - v_0}{t - t_0} \Rightarrow a(t - t_0) = v - v_0 \Rightarrow v = v_0 + a(t - t_0).$$

Se escolhermos (como é costume) o tempo inicial $t_0 = 0$, encontramos a **equação da velocidade**:

$$v = v_0 + at.$$



(Fig. 2)

1. Qual a velocidade do carro no instante $t = 2$ s?

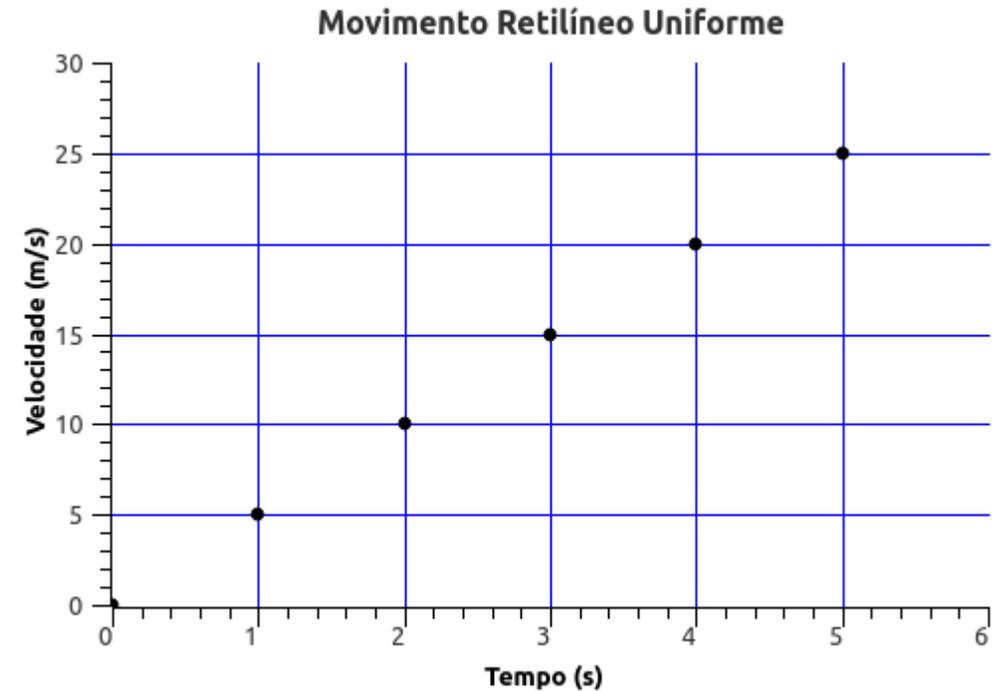
$$\circ v = v_0 + at = (0 \text{ m/s}) + (5 \text{ m/s}^2) \times (2 \text{ s}) = 10 \frac{\text{m/s}^2}{\text{s}} = 10 \text{ m/s}.$$

Gráficos do MRUV

Uma forma de se analisar a aceleração de um corpo é anotarmos sua velocidade em cada instante do tempo, em uma tabela:

Tempo (s)	Velocidade (m/s)
0	0
1,0	5
2,0	10
3,0	15
4,0	20
5,0	25

$$v = v_0 + at$$



Gráficos do MRU

Uma forma de se analisar a aceleração de um corpo é anotarmos sua velocidade em cada instante do tempo, em uma tabela:

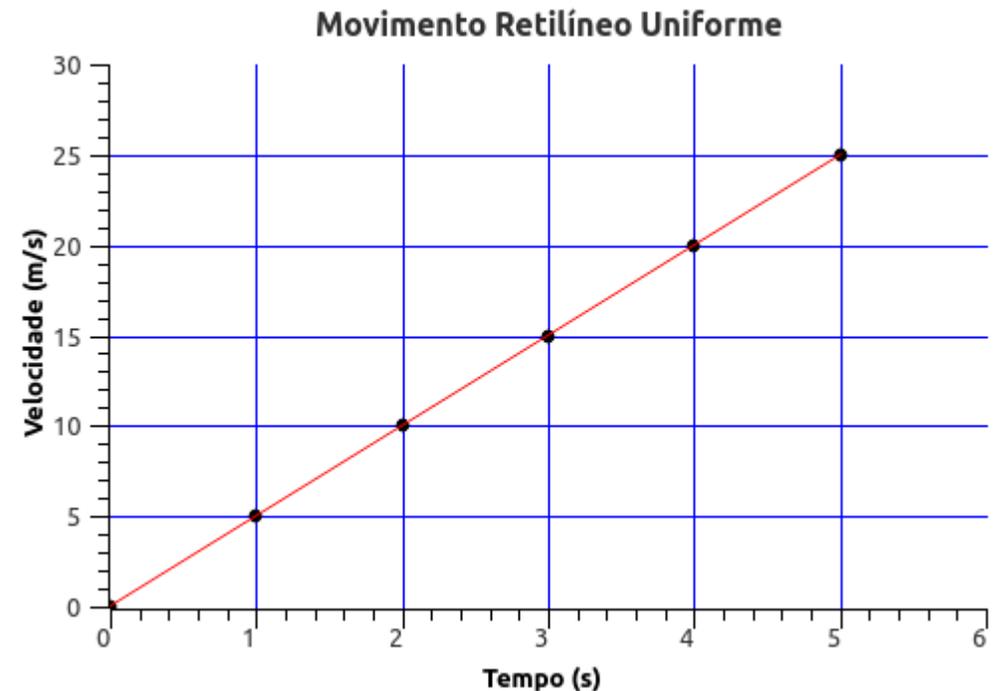
Tempo (s)	Velocidade (m/s)
0	0
1,0	5
2,0	10
3,0	15
4,0	20

$$v = v_0 + at$$

$$y(x) = b + ax$$

Quando $t = 0$, $v = v_0$

Quando $x = 0$, $y = b$



Então, a *velocidade inicial* é igual ao *coeficiente linear*

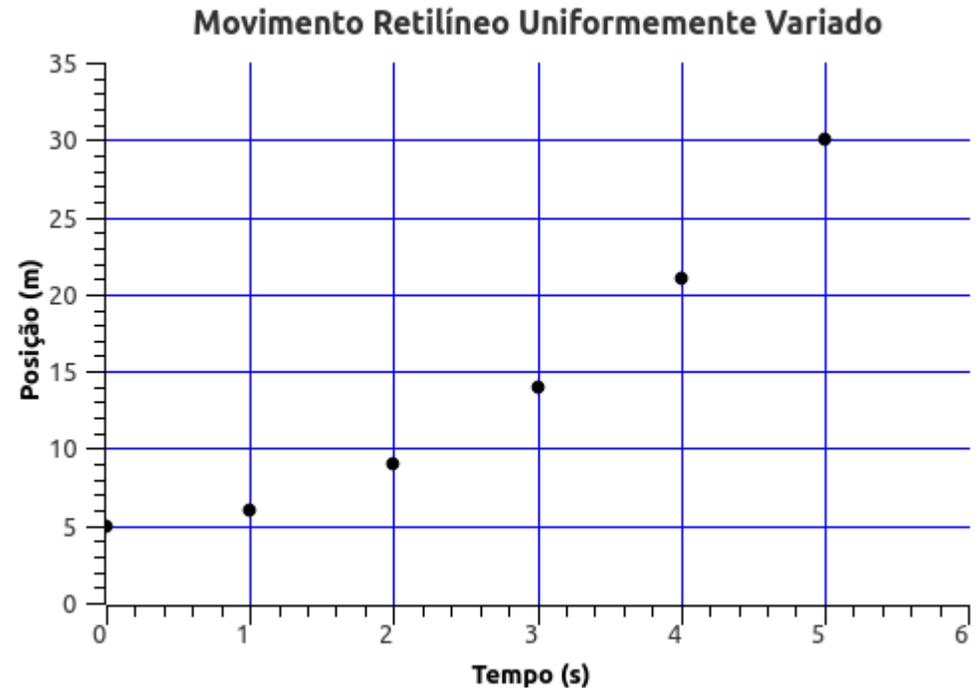
A *aceleração* é igual ao *coeficiente angular*

Equação horária do MRUV

Se o movimento é uniformemente variado, a posição do objeto é descrita por uma equação diferente daquela do MRU. Temos que incluir a aceleração também:

$$s = \underbrace{s_0 + v_0 t}_{MRU} + \overbrace{\frac{1}{2}at^2}^{MRUV}.$$

Esta equação descreve uma parábola quando fazemos o gráfico da posição do objeto em função do tempo.



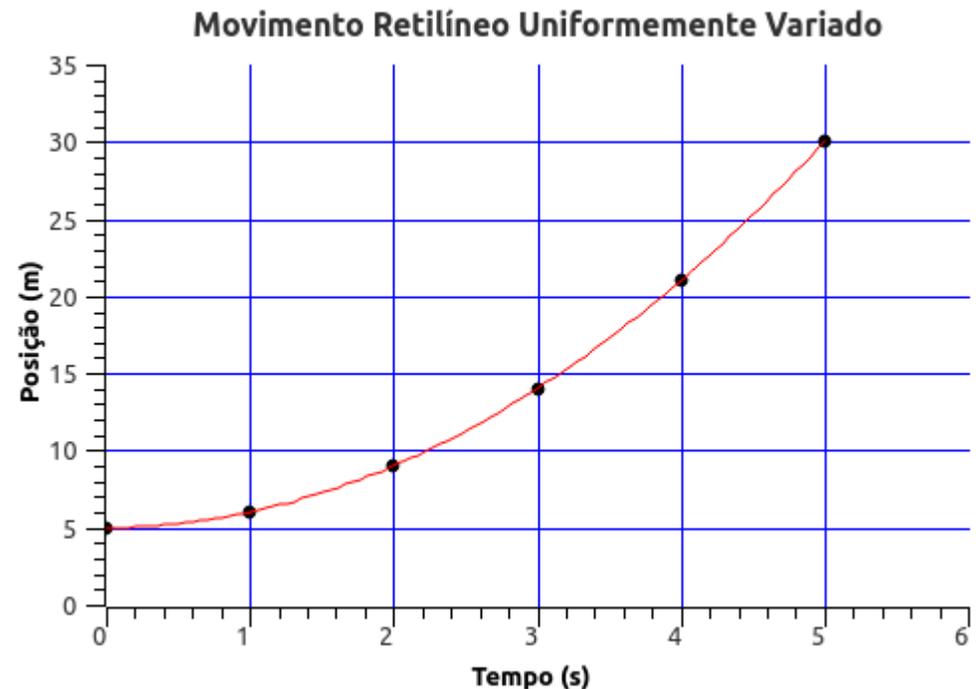
Equação horária do MRUV

Se o movimento é uniformemente variado, a posição do objeto é descrita por uma equação diferente daquela do MRU. Temos que incluir a aceleração também:

$$s = s_0 + v_0t + \frac{1}{2}at^2.$$

Esta equação descreve uma parábola quando fazemos o gráfico da posição do objeto em função do tempo.

1. Qual a posição inicial, s_0 , da partícula?
 - Pelo gráfico, podemos ver que quando $t = 0$ s, a posição é $s = 5$ m.
2. Qual a posição da partícula em $t = 4$ s, se $v_0 = 0$ m/s e $a = 2$ m/s²?
 - Em $t = 4$ s, temos



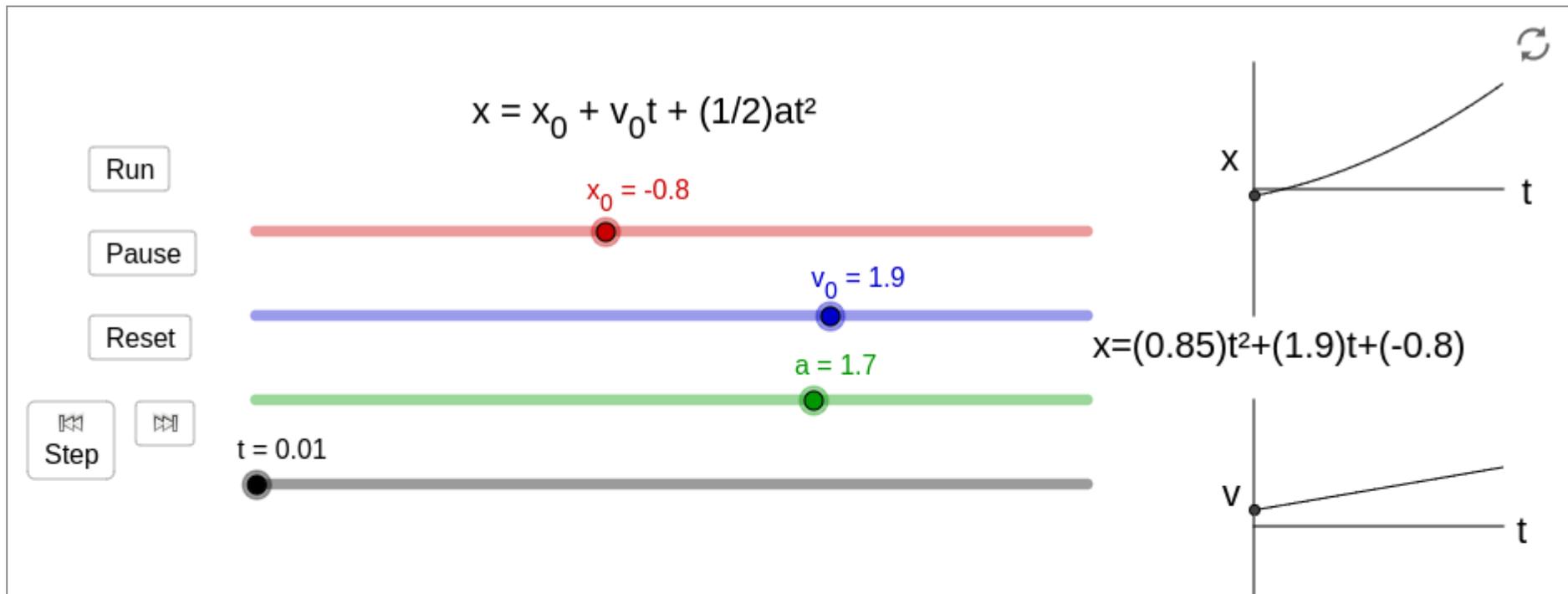
$$s = (5 \text{ m}) + (0 \text{ m/s}) \times (4 \text{ s}) + \frac{1}{2}(2 \text{ m/s}^2) \times (4 \text{ s})^2 = 5 \text{ m} + 16 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \text{s}^2 = 21 \text{ m}$$

Casos específicos

oPhysics: Interactive Physics Simulations

Home Kinematics Forces Conservation Waves Light E & M Rotation Fluids Modern Drawing Tools Fun Stuff

Uniform Acceleration in One Dimension



Equação de Torricelli

Podemos combinar as equações

$$s = s_0 + v_0t + \frac{1}{2}at^2 \quad \text{e} \quad v = v_0 + at,$$

para obter uma equação sem o tempo como variável. É a chamada **equação de Torricelli**:

$$v^2 = v_0^2 + 2a(s - s_0).$$

Exemplo

(UFPE) Uma bala que se move a uma velocidade escalar de 200 m/s, ao penetrar em um bloco de madeira fixo sobre um muro, é desacelerada até parar. Qual o tempo que a bala levou em movimento dentro do bloco, se a distância total percorrida em seu interior foi igual a 10 cm?

Queda Livre e Lançamento Vertical

Um dos casos mais importantes do MRUV é o da aceleração da gravidade, $g = 9,8 \text{ m/s}^2$, aproximadamente constante próximo à superfície da Terra.

Se considerarmos um sistema de coordenadas no qual a direção para cima é positiva, a aceleração da gravidade é negativa e a equação do MRUV é escrita como

$$s = s_0 + v_0t - \frac{1}{2}gt^2.$$

Queda livre e lançamento vertical são casos particulares dos movimentos vistos anteriormente:

- A velocidade de subida numa dada altura é a mesma de volta na mesma altura;
- A massa não interfere na velocidade de queda;
- Quando o objeto atinge a parte mais alta da trajetória sua velocidade é nula;

Exemplo

Um corpo é lançado para cima a partir do solo, com a velocidade de módulo 40 m/s. A resistência do ar pode ser desprezada e o módulo da aceleração da gravidade é $g = 10 \text{ m/s}^2$.

- Qual o tempo gasto pelo corpo para atingir a altura máxima?
- Qual o valor da altura máxima?
- Qual a velocidade do corpo ao atingir o solo?