UC Análise de Fenômenos Físicos da Natureza

Cinemática: velocidade média e velocidade instantânea e movimento retilíneo uniforme (MRU)

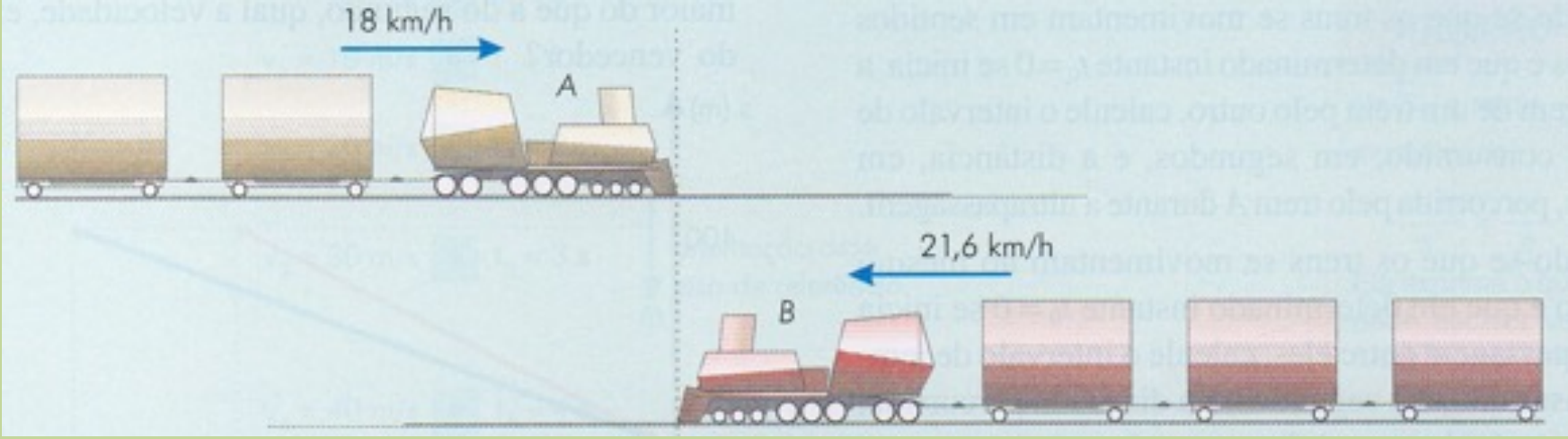
Prof. Simões

Objetivos dessa aula

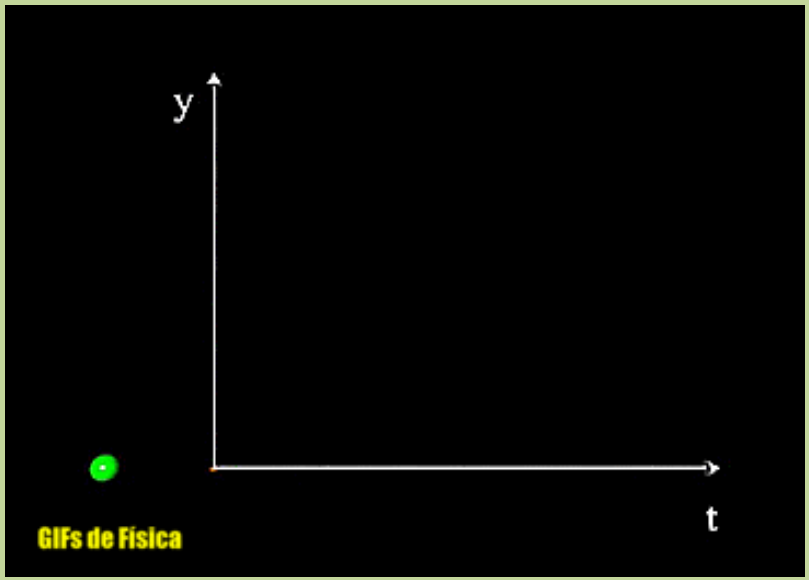
- Identificar as diferenças entre cinemática, dinâmica e estática
- Entender os principais termos usados na cinemática
- Diferenciar velocidade média de instantânea
- Saber o que é o MRU
- Aplicar as funções matemáticas do MRU na resolução de problemas

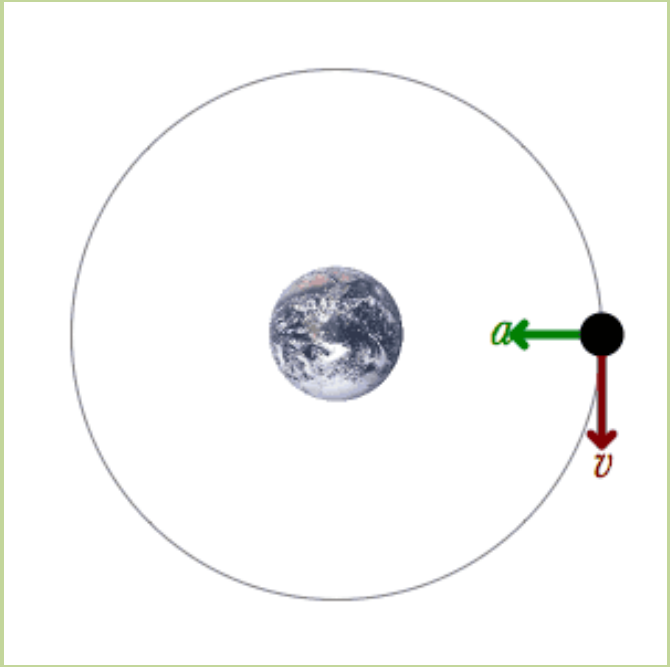
Problema típico

- Dois trens A e B de 200 e 240 m de comprimento viajam em trilhos paralelos, em sentidos opostos, com velocidades de 18 km/h e 21,6 km/h respectivamente. Calcule o tempo decorrido entre os instantes inicial e final da passagem entre eles.



Áreas da mecânica





Cinemática

Dinâmica

Estática

Mecânica

Cinemática – definições e unidades no SI

- **Movimento retilíneo** – não são considerados os efeitos das curvas

- **Partícula** – os corpos são analisados como não tendo massa e dimensão

- **Deslocamento** – posição final menos inicial, independe da trajetória (m)

Cinemática – definições e unidades no SI

- **Distância percorrida** – medida da trajetória da posição inicial à final (m)

- **Velocidade** – taxa de variação do espaço percorrido (m/s)
  - Média
  - Instantânea

- **Aceleração** – taxa de variação da velocidade (m/s^2)

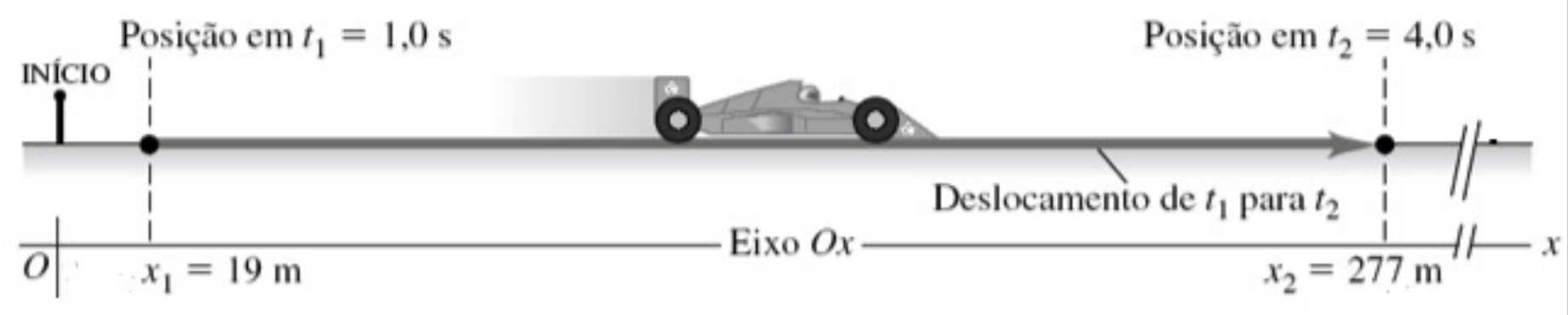
Cinemática – definições e unidades no SI

- **Movimento Retilíneo Uniforme**
  - velocidade constante, diferente de zero
  - aceleração igual a zero

- **Movimento Retilíneo Uniformemente Variado**
  - aceleração constante, diferente de zero

- **Movimento Retilíneo Variado**
  - velocidade não é constante
  - aceleração não é constante

Cinemática – definições, exemplo

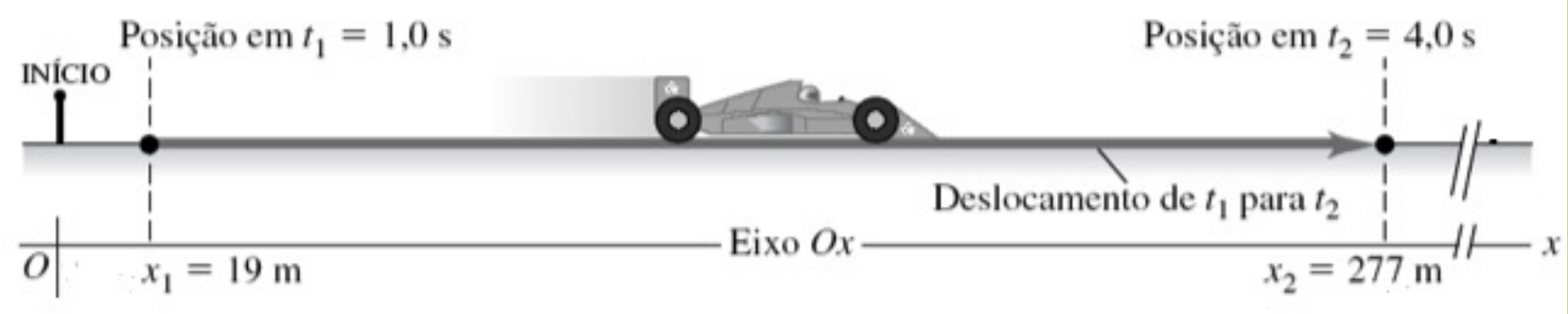


Deslocamento:

Tempo decorrido:

Velocidade média:

Cinemática – definições, exemplo

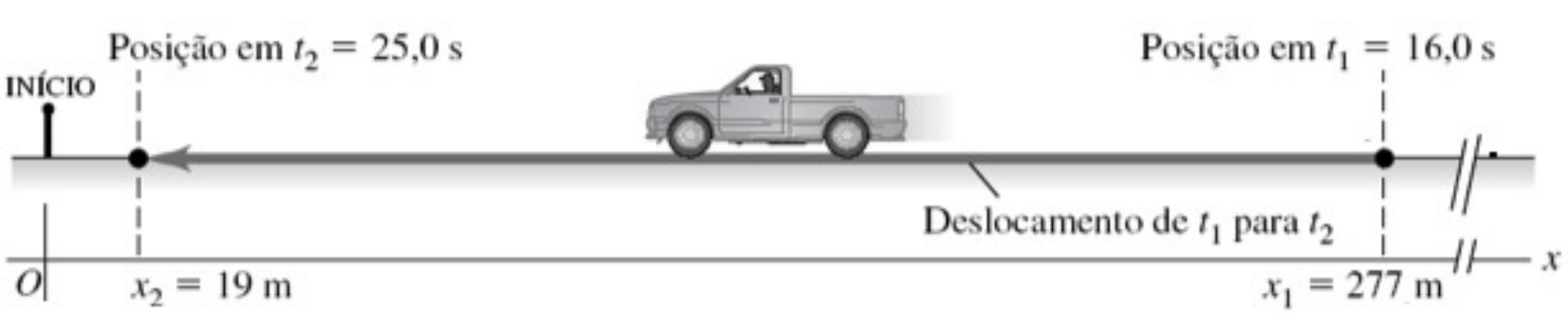


Deslocamento: $\Delta x = x_2 - x_1 = 277 - 19 = 258\, m$

Tempo decorrido: $\Delta t = t_2 - t_1 = 4{,}0 - 1{,}0 = 3{,}0\, s$

Velocidade média: $v_m = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow v_m = \frac{258}{3{,}0} = 86\, \frac{m}{s}$

Cinemática – definições, exemplo

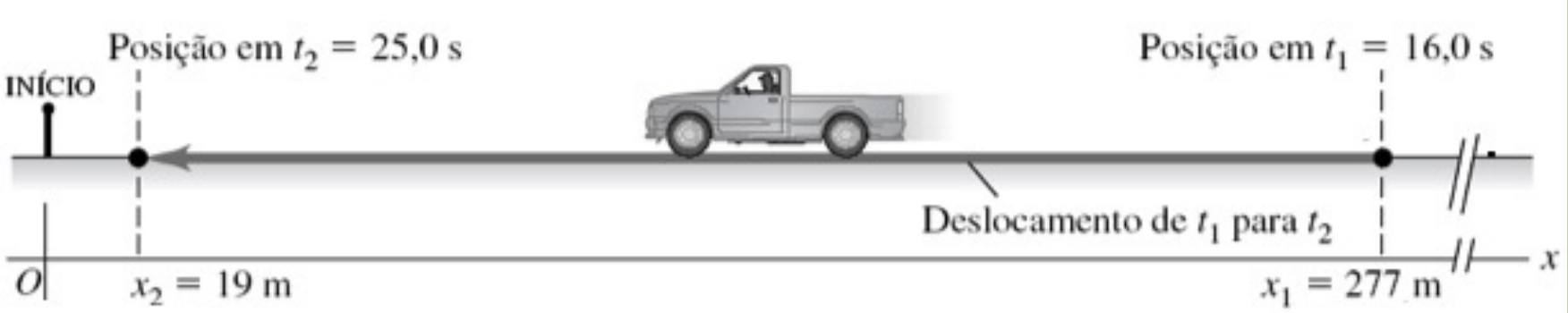


Deslocamento:

Tempo decorrido:

Velocidade média:

Cinemática – definições, exemplo



Deslocamento: $\Delta x = x_2 - x_1 = 19 - 277 = -258\, m$

Tempo decorrido: $\Delta t = t_2 - t_1 = 25 - 16 = 9{,}0\, s$

Velocidade média: $v_m = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow v_m = \frac{-258}{9{,}0} = -29 \frac{m}{s}$

Velocidade média e velocidade instantânea

- Velocidade média (v_m)
  - É a relação entre o espaço percorrido e o tempo gasto para percorrê-lo.
  - É independente das variações que acontecem no caminho
  - Exemplo: uma viagem de 70 km a São Paulo levou duas horas.
    - A velocidade média foi de 35 km/h
    - Muito provavelmente, ficou abaixo disso em congestionamentos e faróis, e acima disso em trechos livres

$$v_m = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{70}{2} = 35\,\frac{km}{h}$$

Velocidade média e velocidade instantânea

- Velocidade instantânea (v)
  - É a velocidade média em um intervalo infinitesimal de tempo

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

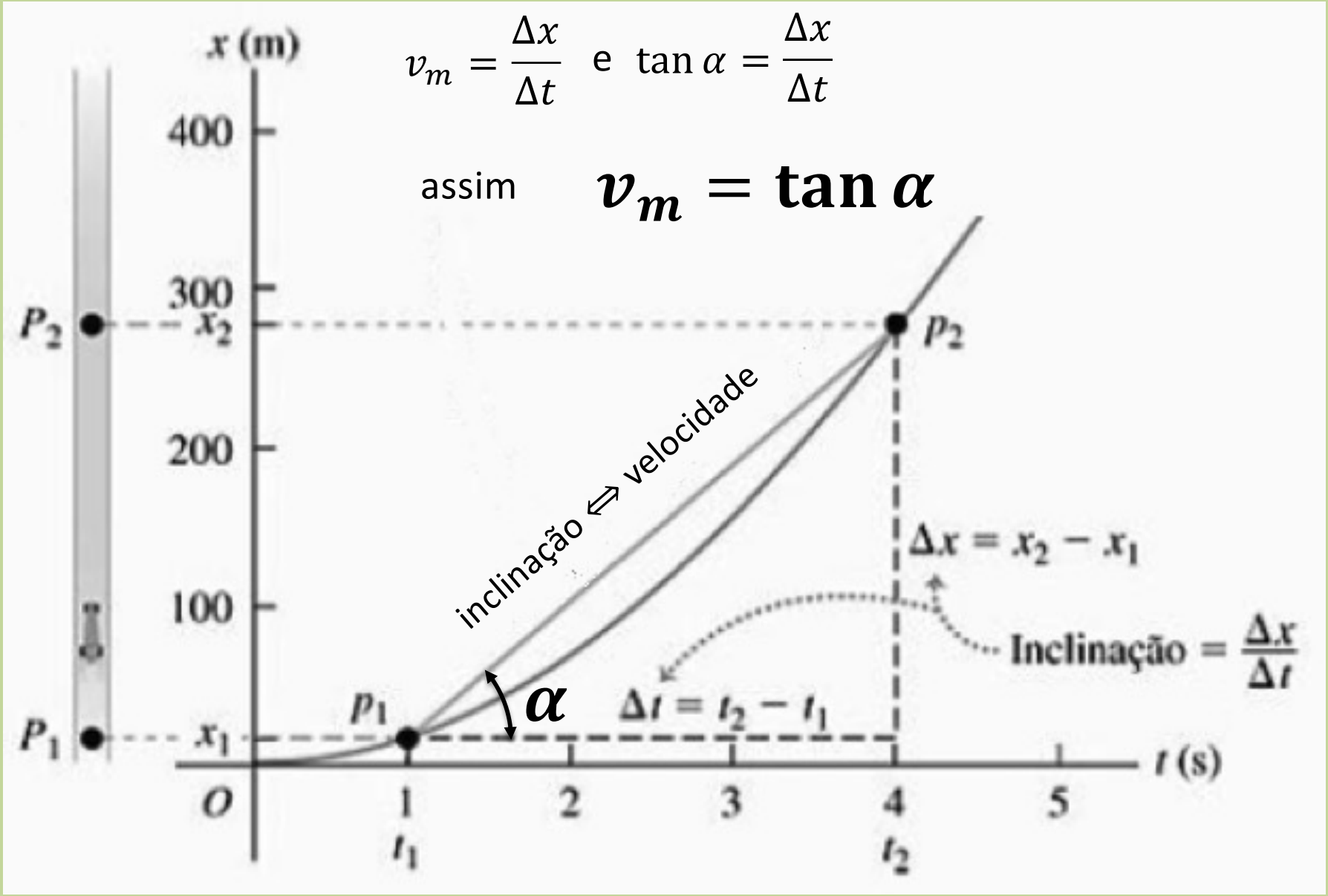
Lemos: é o limite da variação do espaço em relação a um intervalo de tempo, quando esse intervalo de tempo tende a zero.

Na prática, é, por exemplo, a velocidade assinalada no velocímetro do carro.

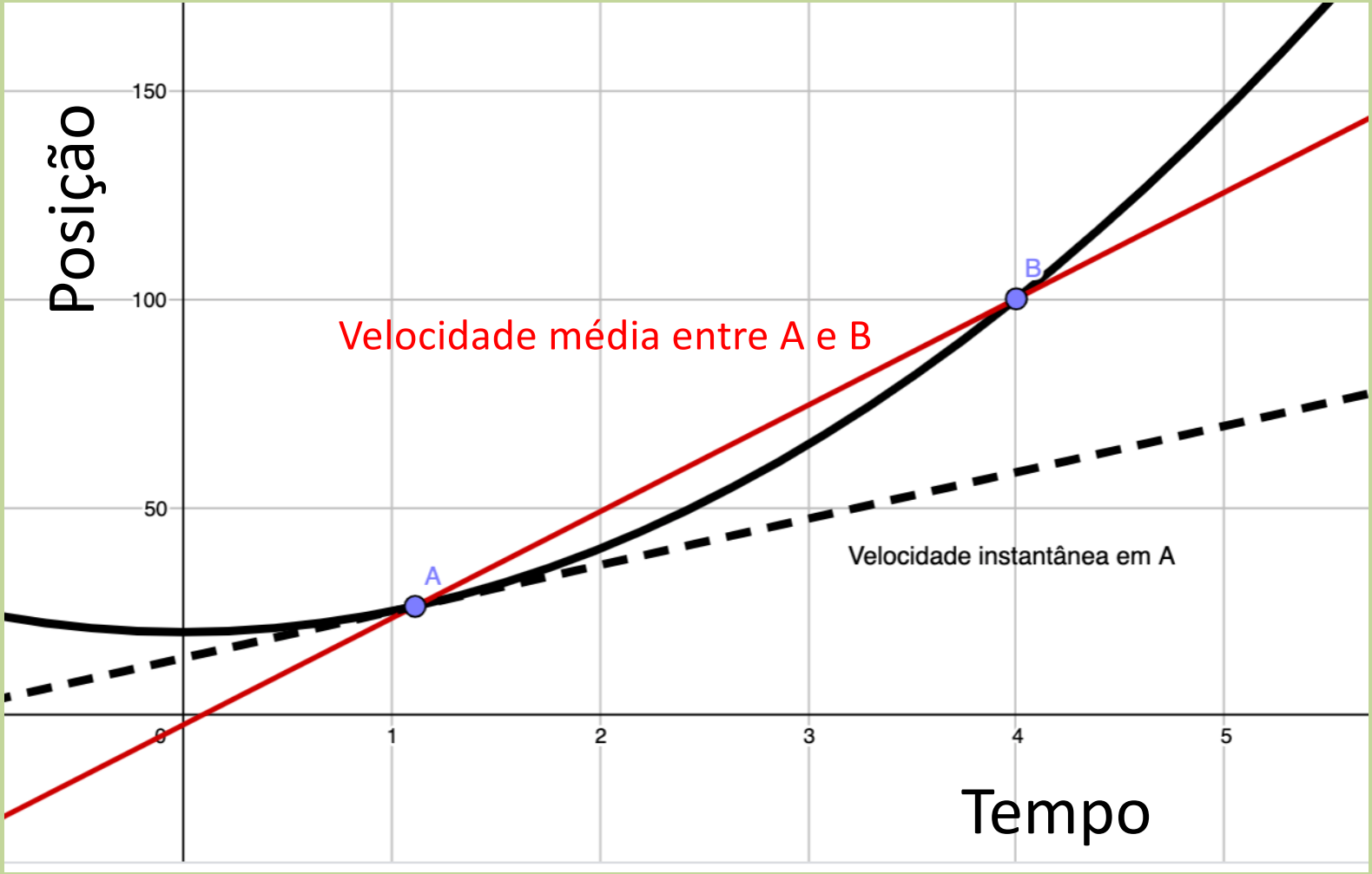
Velocidade média – significado geométrico

$$v_m = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad \text{e} \quad \tan\alpha = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

assim $\boldsymbol{v_m = \tan\alpha}$



Velocidade média x velocidade instantânea



https://www.geogebra.org/m/vkhx34rw

Unidades

- No Sistema Internacional
  - Velocidade: metros por segundo, m/s

- Muitos problemas apresentam a velocidade em km/h
  - Conversão:

$$1\frac{km}{h} = 1\frac{1000\,m}{3600\,s} \Rightarrow 1\frac{km}{h} = 1 \cdot \frac{1000}{3600}\frac{m}{s}$$

$$1\frac{km}{h} = \frac{1}{3{,}6}\frac{m}{s} \qquad ou \qquad 1\frac{m}{s} = 3{,}6\frac{km}{h}$$

- Para passar de km/h para m/s, dividimos por 3,6.
- Para passar de m/s para km/h, multiplicamos por 3,6.

Função horária da posição

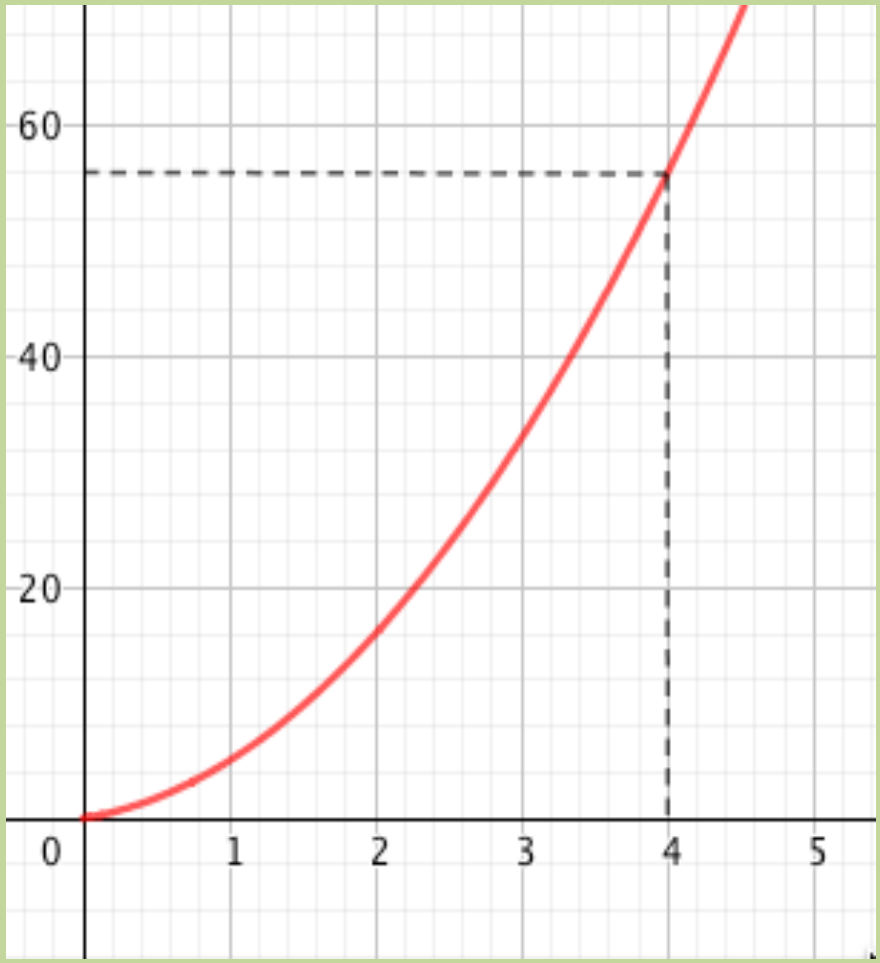
- É a função que nos fornece a posição de um corpo a qualquer instante.
- Por exemplo, um corpo tem a seguinte função horária:

$$x(t) = 3t^2 + 2t$$

- Se quisermos saber qual sua posição no instante $t = 4\ s$, fazemos:

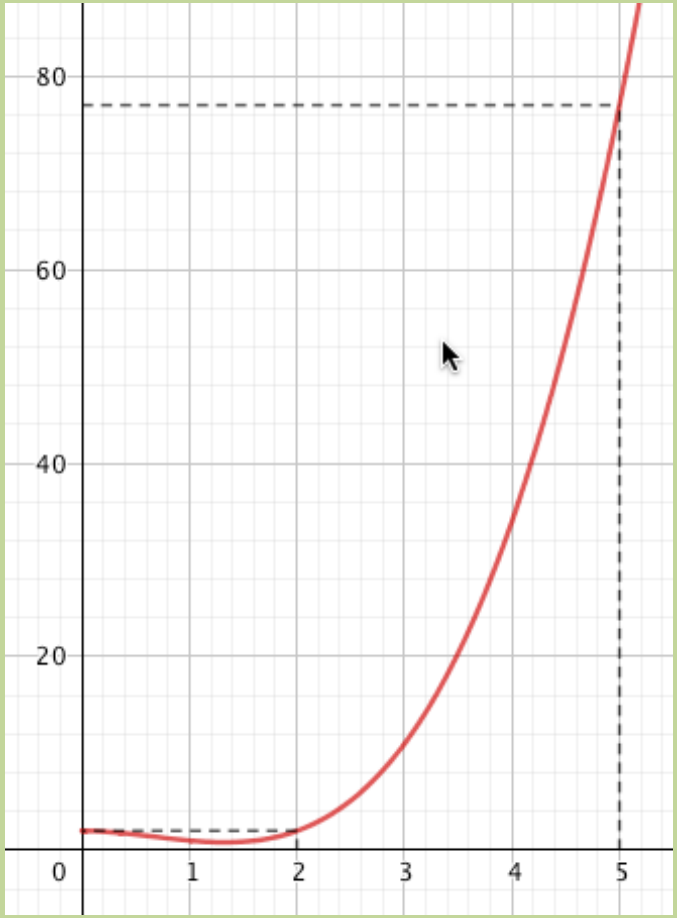
$$x(4) = 3 \cdot 4^2 + 2 \cdot 4$$

$$x(4) = 56\ m$$



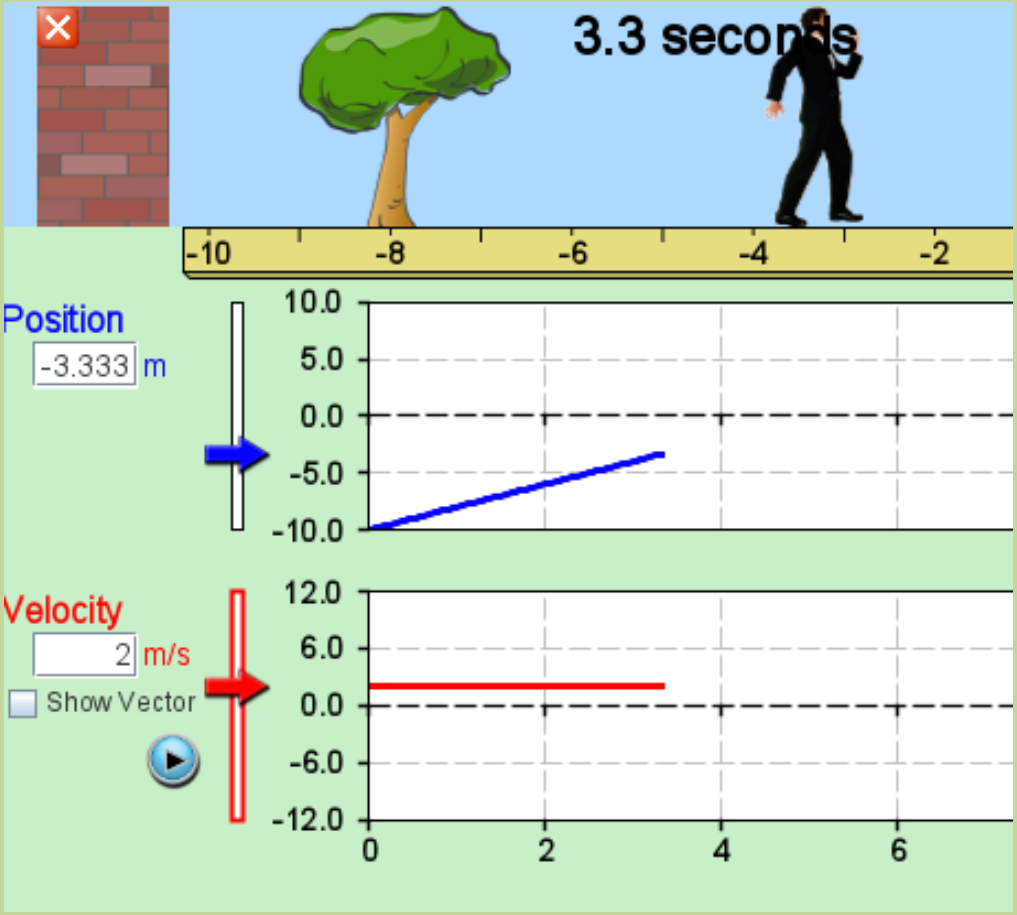
Exemplo

Um corpo se desloca de acordo com a função $x(t) = t^3 - 2t^2 + 2$. Determine (a) seu deslocamento e (b) sua velocidade média entre os instantes 2 e 5 segundos.



Movimento Retilíneo Uniforme

- No MRU a velocidade é constante em toda a trajetória



Simulador

https://phet.colorado.edu/sims/cheerpj/moving-man/latest/moving-man.html?simulation=moving-man

Movimento Retilíneo Uniforme

- Se a velocidade for constante teremos que:

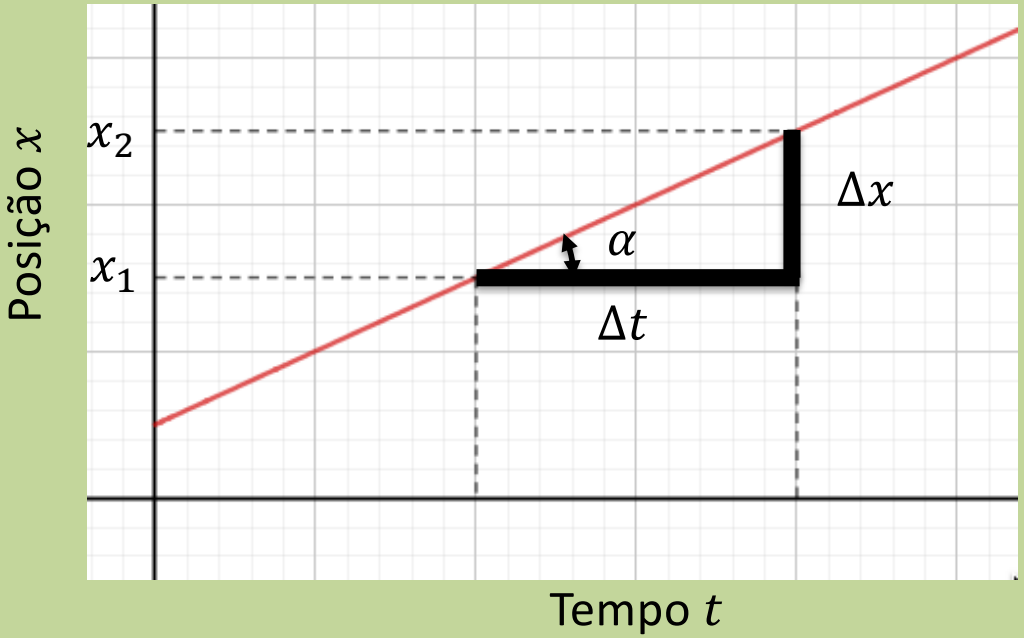
$$v_m = v$$

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow v = \frac{x_2 - x_1}{\Delta t}$$

$$v \cdot \Delta t = x_2 - x_1$$

$$v \cdot \Delta t + x_1 = x_2$$

$$x_2 = x_1 + v\Delta t$$



Movimento Retilíneo Uniforme

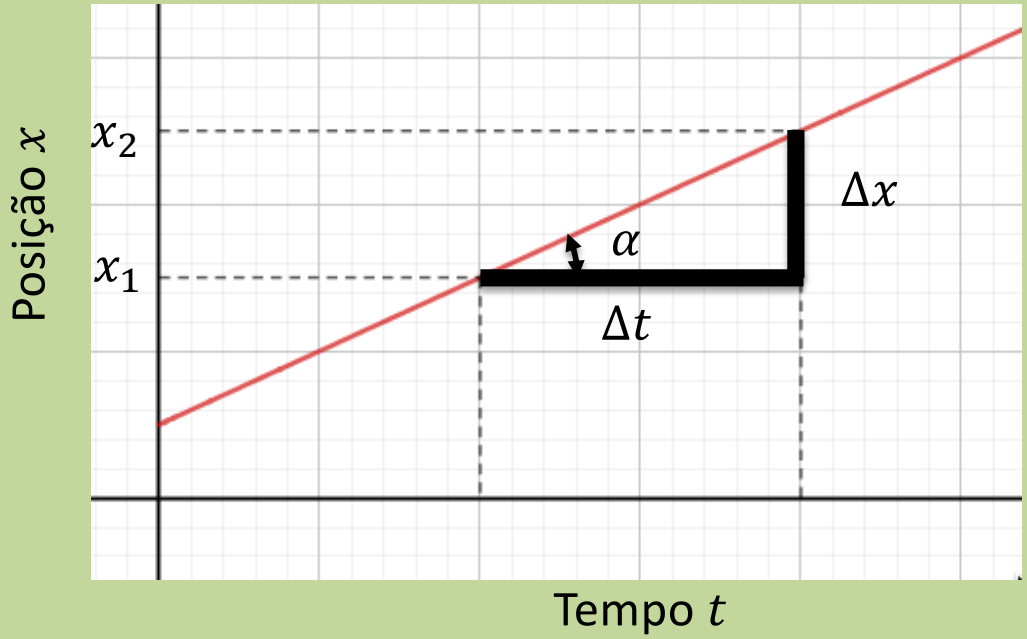
- No MRU, o gráfico é sempre de uma reta, pois trata-se de uma função de primeiro grau, ou afim. Compare:

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

$$x_2 = v\Delta t + x_1$$

ou:

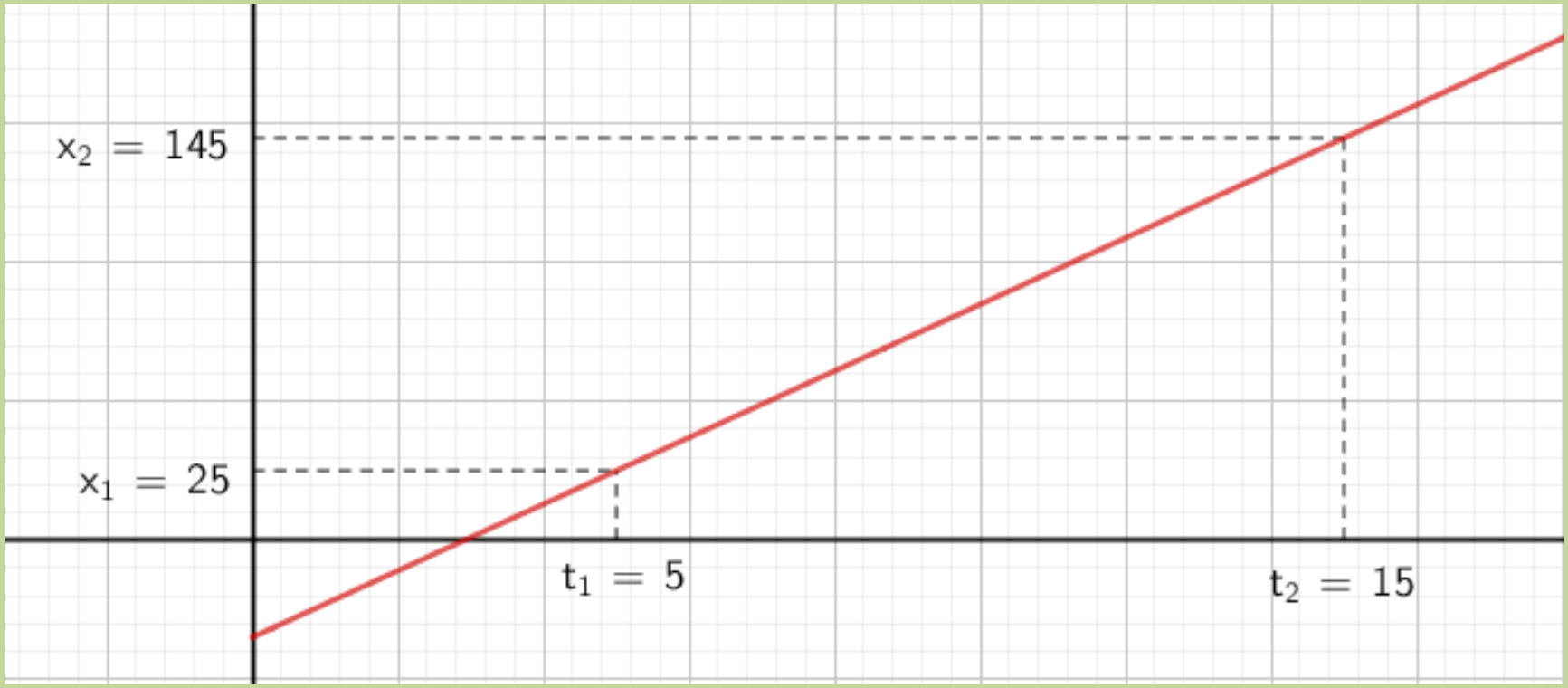
$$x(t) = v \cdot t + x_1$$



Assim, temos que a velocidade é o coeficiente angular (inclinação) “a” da reta, e a posição inicial o coeficiente linear “b”.

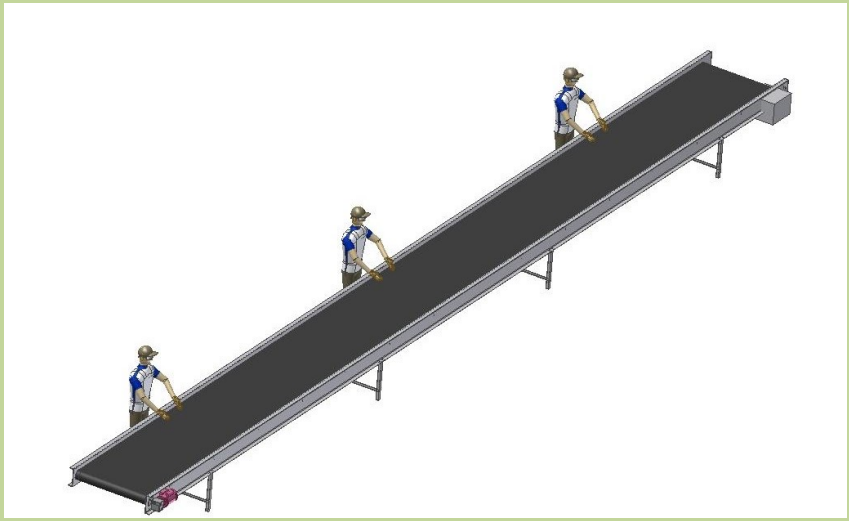
Exemplo

Um corpo se move com velocidade constante de $12\ m/s$. No instante $t = 5{,}0\ s$ ele está na posição $25\ m$. Qual será sua posição quando $t = 15\ s$



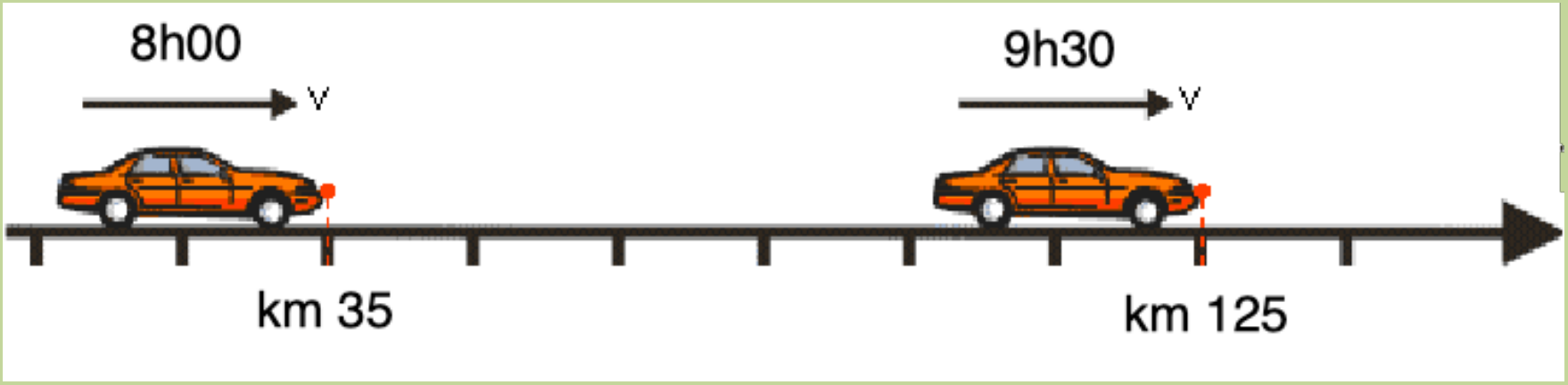
Exemplo

Um engenheiro de produção analisa o movimento de uma correia transportadora. Ele verifica que, no instante $3{,}0\ s$, o objeto chega ao primeiro operador, que está na posição a $4{,}5\ m$ do início. No instante $15\ s$, o objeto chega ao terceiro operador, que fica a $22{,}5\ m$ do início. Sabendo que o movimento da correia é constante, determine a equação horária de deslocamento, faça um esboço de seu gráfico, e determine em que momento o objeto chegará ao segundo operador, que está a $10{,}5\ m$ do primeiro?



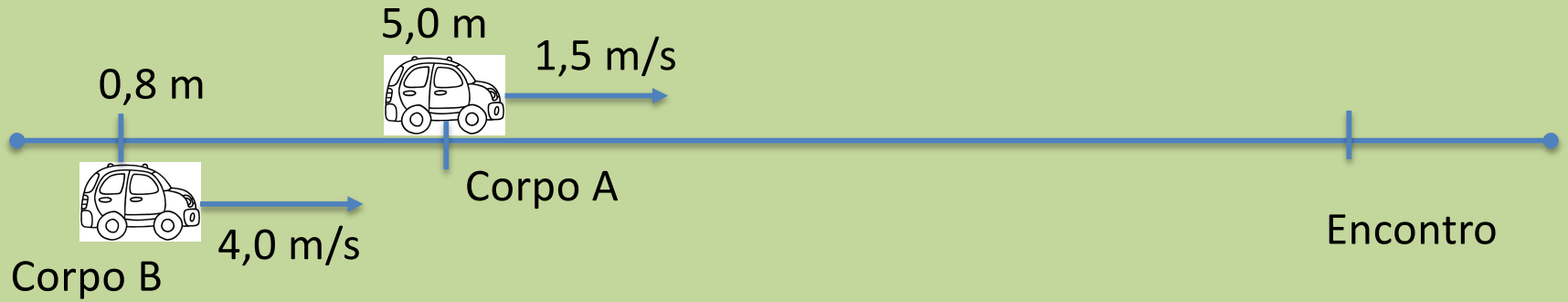
Exemplo

Um carro passa pelo quilômetro 35 de uma rodovia às 8h00, e às 9h30 chega a um posto que fica no km 125. Determine: (1) Qual foi sua velocidade média em km/h? E em m/s? (2) Qual a função horária de sua posição, assumindo que ele se desloca em MRU.



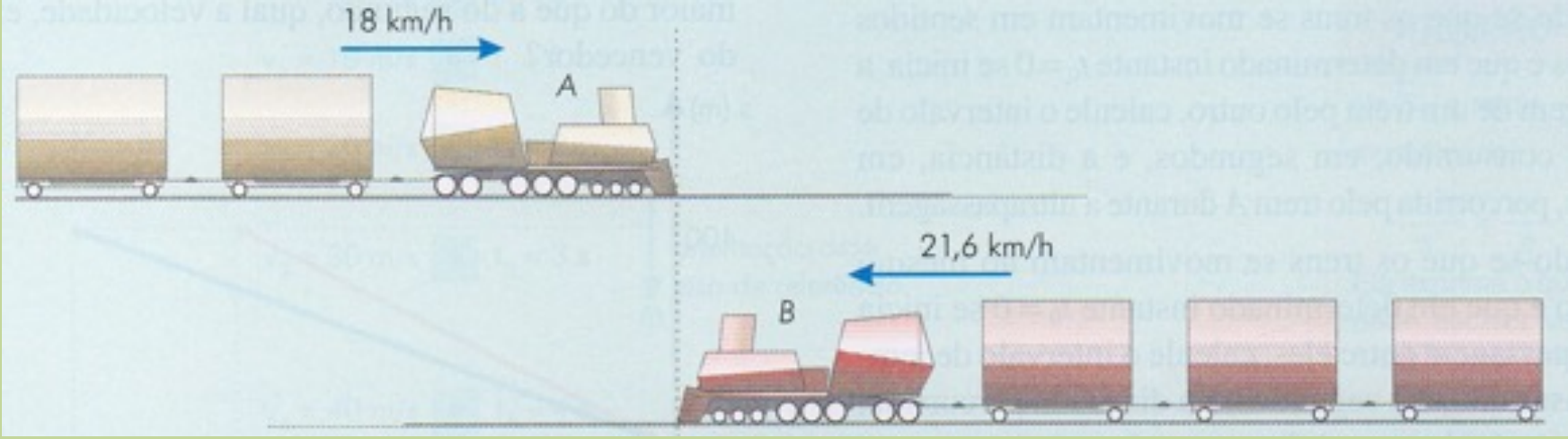
Exemplo

Um corpo A parte da posição $5{,}0\ m$ com velocidade constante de $1{,}5\ m/s$. No mesmo instante, um segundo corpo B parte da posição $0{,}80\ m$, com velocidade de $4{,}0\ m/s$. Pergunta-se: (a) em que momento eles se encontrarão? (b) Em que posição eles se encontrarão? (c) Qual o deslocamento total de cada um até o encontro? Faça um esboço do problema.



Exemplo

- Dois trens A e B de 200 e 240 m de comprimento viajam em trilhos paralelos, em sentidos opostos, com velocidades de 18 km/h e 21,6 km/h respectivamente. Calcule o tempo decorrido entre os instantes inicial e final da passagem entre eles.



Exercícios propostos

1. Um corpo leva 15 segundos para percorrer uma distância de 50 metros, com velocidade constante. Qual sua velocidade média? Resposta: $v = 3{,}33\ m/s$.
2. Um corpo mantém por 20 segundos uma velocidade constante de 50 m/s. Sabendo que ele partiu da posição 300 metros, qual sua posição final? Resposta: $x = 1300\ m$.
3. Um carro parte do km 5 de uma estrada, e segue com velocidade constante até o km 75, gastando 1h30min nesse percurso. Qual sua velocidade média em km/h e em m/s? Resposta: $v = 46{,}7 km/h = 12{,}96\ m/s$.

Exercícios propostos

4. Um corpo A parte da posição 4 m com velocidade constante de 2 m/s. No mesmo instante, um segundo corpo B parte da posição 1 m, com velocidade de 5 m/s. Pergunta-se: (a) em que momento eles se encontrarão? (b) Em que posição eles se encontram? (c) Qual o deslocamento total de cada um até o encontro? Resposta: $(a)\ t = 1\ s;\ (a)\ x = 6\ m;\ (b) \Delta x_A = 2\ m, \Delta x_B = 5\ m.$

5. Dois carros se encontram no km 170 de uma rodovia. A velocidade do primeiro é de 30 km/h e do segundo é de 40 km/h, ambas constantes. O primeiro havia partido do km 50 da estrada. Qual foi a posição inicial do segundo? Resposta: $x = 10\ km$.

6. Num trecho de 300 km de estrada, um carro percorre os primeiros 100 km com velocidade constante de 60 km/h e os próximos 200 km com velocidade constante de 80 km/h. Qual foi a velocidade média no percurso dos 300 km? Resposta: $v = 72\ km/h$.

Obs.: exercícios 7 a 15 na lista postada.

Resumo

No movimento variado:

$v_m \Rightarrow velocidade\ média$

$v \Rightarrow velocidade\ instantânea$

$$v_m = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

$Função\ horária, exemplo \Rightarrow x(t) = 3t^3 + 2t$

No movimento uniforme ($v_m = v$):

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \qquad\qquad x_2 = x_1 + v\Delta t$$