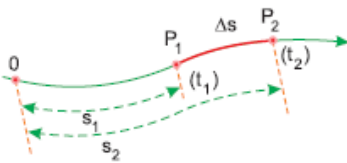


## Velocidade escalar média

### 1. Velocidade Escalar Média

A palavra **escalar** significa apenas que não há envolvimento de direção; escalar é o oposto da expressão **vetorial**.



Sejam:

$P_1$  = posição no instante  $t_1$ , definida pelo espaço  $s_1$ .

$P_2$  = posição no instante  $t_2$ , definida pelo espaço  $s_2$ .

$\Delta s = s_2 - s_1$  = variação de espaço.

$\Delta t = t_2 - t_1$  = intervalo de tempo.

Define-se **velocidade escalar média** ( $V_m$ ), entre os instantes  $t_1$  e  $t_2$  (ou entre as posições  $P_1$  e  $P_2$ ), pela relação:

$$V_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{s_2 - s_1}{t_2 - t_1}$$

#### Notas

(1) O valor absoluto de  $\Delta s$  só representa a distância que o móvel percorreu, se o móvel não inverter o sentido de seu movimento.

(2) Se o móvel avançar e, em seguida, recuar, voltando ao ponto de partida, seguindo a mesma trajetória, então  $\Delta s = 0$  e  $V_m = 0$ .

(3) Se o móvel voltar ao ponto de partida, através de uma trajetória fechada, sem inverter o sentido de seu movimento, então  $\Delta s$  não será nulo, e sim igual à distância percorrida. Se, por exemplo, a trajetória fechada for uma circunferência, percorrida sempre no mesmo sentido, ao completar uma volta teremos  $\Delta s = 2\pi R$  em que  $R$  é o raio da circunferência descrita.

(4) A velocidade escalar média traduz a velocidade escalar constante que o móvel deveria ter para partir da mesma posição inicial e chegar à mesma posição final, no mesmo intervalo de tempo  $\Delta t$ , com o mesmo deslocamento escalar.

### 2. Unidades de Velocidade

- No Sistema Internacional, temos:

$u_{(L)}$  = metro (m)

$u_{(T)}$  = segundo (s)

$$u_{(V)} = \frac{m}{s} = m \cdot s^{-1}$$

- No Sistema CGS (centímetro-grama-segundo), temos:

$u_{(L)}$  = centímetro (cm)

$u_{(T)}$  = segundo (s)

$$u_{(V)} = \frac{cm}{s} = cm \cdot s^{-1}$$

- Unidade prática:

$u_{(L)}$  = quilômetro (km)

$u_{(T)}$  = hora (h)

$$u_{(V)} = \frac{km}{h} = km \cdot h^{-1}$$

- Relações:

$$1 \frac{km}{h} = \frac{1000m}{3600s} = \frac{1}{3,6} \frac{m}{s}$$

$$1 \frac{m}{s} = 10^2 \frac{cm}{s}$$

### 3. Equação Dimensional da Velocidade

Na Cinemática, adotamos como grandezas fundamentais o comprimento (L) e o tempo (T).

Qualquer grandeza da Cinemática pode ser escrita em função de L e T.

Denomina-se **equação dimensional** de uma grandeza cinemática G a sua expressão em função das grandezas fundamentais L e T.

A equação dimensional é simbolizada por um colchete.

[G] lê-se: equação dimensional de G.

Sendo  $[G] = L^x T^y$ , os expoentes  $x$  e  $y$  são chamados de dimensões de G em relação a L e a T, respectivamente.

A velocidade tem equação dimensional dada por:

$$[V] = \frac{[\Delta s]}{[\Delta t]} \Leftrightarrow [V] = \frac{L}{T}$$

$$[V] = LT^{-1}$$

As dimensões da velocidade são: 1 em relação ao comprimento e -1 em relação ao tempo.

## Exercícios Resolvidos:

9. O movimento de um ponto material é definido pela função horária dos espaços:

$$s = 3,0t^2 - 12,0t + 4,0 \text{ (SI)}$$

Calcule a velocidade escalar média entre os instantes:

- a)  $t_1 = 0$  e  $t_2 = 2,0\text{s}$
- b)  $t_1 = 0$  e  $t_3 = 4,0\text{s}$
- c)  $t_1 = 0$  e  $t_4 = 6,0\text{s}$

10. (MODELO ENEM) – O gráfico I, apresentado a seguir, mede a velocidade escalar média de um ônibus em função da quantidade de km de lentidão em virtude do congestionamento, em um determinado dia.

O gráfico II mostra a evolução do congestionamento com o horário, ao longo do dia.

Gráfico I

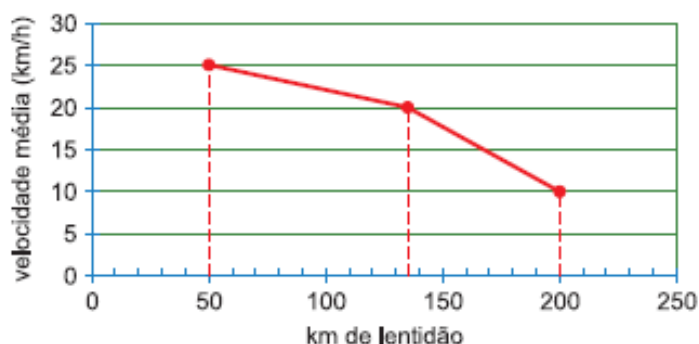
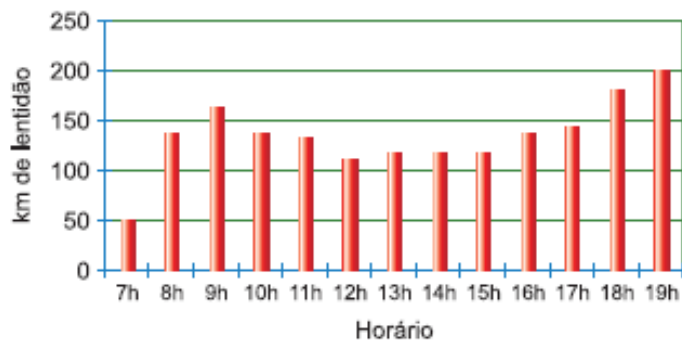


Gráfico II  
CONGESTIONAMENTO



O ônibus faz um mesmo percurso de 10km às 7h da manhã e às 7h da noite.

Às 7h da manhã, o percurso foi feito em um tempo  $T_1$  e às 7h da noite, o percurso foi feito em um tempo  $T_2$ .

A diferença  $T_2 - T_1$  vale:

- a) 10min
- b) 15min
- c) 30min
- d) 36min
- e) 60min

## Exercícios Propostos: TPL 03 – AP 03 FIS – Velocidade escalar média

**1. (UNICAMP-2019-MODELO ENEM)** – O físico inglês Stephen Hawking (1942-2018), além de suas contribuições importantes para a cosmologia, a física teórica e sobre a origem do universo, nos últimos anos de sua vida passou a sugerir estratégias para salvar a raça humana de uma possível extinção, entre elas, a mudança para outro planeta. Em abril de 2018, uma empresa americana, em colaboração com a Nasa, lançou o satélite TESS, que analisará cerca de vinte mil planetas fora do sistema solar. Esses planetas orbitam estrelas situadas a menos de trezentos anos-luz da Terra, sendo que um ano-luz é a distância que a luz percorre no vácuo em um ano. Considere um ônibus espacial atual que viaja a uma velocidade escalar média  $v = 2,0 \times 10^4 \text{ km/s}$ . O tempo que esse ônibus levaria para chegar a um planeta a uma distância de 100 anos-luz é igual a

(Dado: O módulo da velocidade da luz no vácuo é igual a  $c = 3,0 \times 10^8 \text{ m/s}$ .)

- a) 66 anos.      b)  $1,0 \cdot 10^2$  anos.      c)  $6,0 \cdot 10^2$  anos.  
d)  $1,5 \cdot 10^3$  anos.      e)  $2,0 \cdot 10^3$  anos.

**2. (UNICAMP-2019-MODELO ENEM)** – Aviões de grande porte que executam voos comerciais costumam dispor de uma série de monitores nos quais são projetados programas para o entretenimento dos passageiros. Em certa fase do percurso é comum aparecerem no monitor informações como tempo de voo até o destino, velocidade do avião em relação ao solo, distância até o destino, etc.

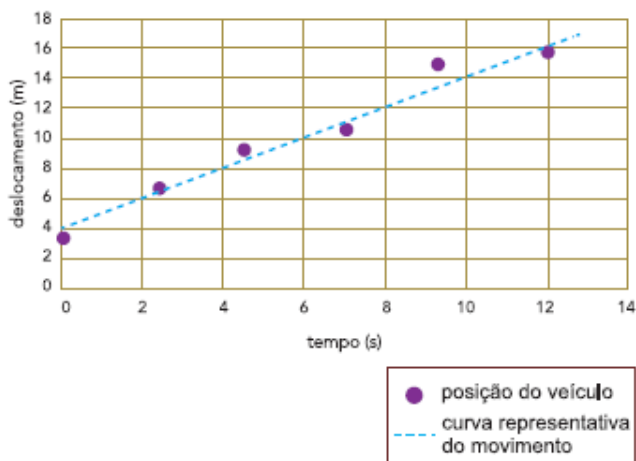
O quadro abaixo apresenta algumas dessas informações em certo instante do voo de uma aeronave.

Tempo de voo até o destino: 2h45min  
Distância até o destino: 2200km

Analisando-se o monitor e considerando-se que o avião irá se deslocar em linha reta até o destino, determine qual é o módulo da velocidade escalar média da aeronave.

- a) 538km/h      b) 800km/h      c) 898km/h  
d) 900km/h      e) 1100km/h

**3. (UERJ-2019-MODELO ENEM)** – Observe no gráfico a curva representativa do movimento de um veículo ao longo do tempo, traçada a partir das posições registradas durante seu deslocamento.



O valor estimado da velocidade escalar média do veículo, em m/s, corresponde a:

- a) 1,0      b) 2,0      c) 3,0      d) 4,0      e) 5,0

**4. (FUVEST-TRANSFERÊNCIA-2019)** – Uma motocicleta realiza movimento circular sendo que no primeiro quarto de circunferência sua velocidade escalar média foi de  $6,0\text{m/s}$  e nos restantes três quartos de circunferência sua velocidade escalar média foi de  $2,0\text{m/s}$ .

A velocidade escalar média na volta completa foi de:

- a) 0                      b)  $2,4\text{m/s}$                       c)  $3,0\text{m/s}$   
d)  $\sqrt{12}\text{m/s}$                       e)  $4,0\text{m/s}$

**5. (VUNESP-UNICASTELO-2018-MODELO ENEM)** – Um carro de competição percorre metade de um circuito com velocidade escalar média de  $200\text{km/h}$ . Na segunda metade do circuito, o desempenho do carro melhora e sua velocidade escalar média passa a ser  $300\text{km/h}$ . A velocidade escalar média desse carro quando ele completa todo o circuito é de

- a)  $220\text{km/h}$                       b)  $225\text{km/h}$                       c)  $230\text{km/h}$   
d)  $240\text{km/h}$                       e)  $275\text{km/h}$