P.11 Repouso: em relação ao ônibus.
Movimento: em relação à estrada.

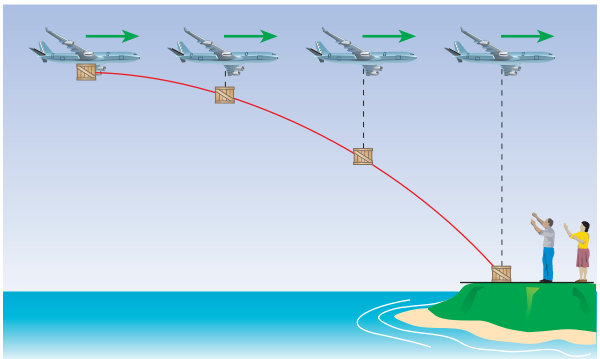
P.12 Não. Depende do referencial. Um avião em relação ao outro está em repouso. Em relação à Terra os aviões estão em movimento.

P.13 Depende do referencial. Em relação à sala de aula o aluno está em repouso, em relação ao Sol, está em movimento, acompanhando o movimento da Terra.

P.14 A afirmação está errada. *A* pode estar em repouso em relação a *C*. Considere, por exemplo, um ônibus deslocando-se numa avenida, transportando um passageiro, sentado em uma poltrona.
Sejam: *A* o passageiro, *B* um poste situado na avenida e *C* o ônibus. Temos: *A* em movimento em relação a *B*; *B* em movimento em relação a *C* e *A* em repouso em relação a *C*.

P.15
a) Em relação ao piloto o ponto *P* descreve uma circunferência.
b) Em relação a um observador parado no solo o ponto *P* descreve uma hélice cilíndrica.

P.16
a) Em relação ao avião o pacote descreve uma trajetória retilínea: segmento de reta vertical.
b) Em relação à Terra o pacote descreve um arco de parábola.



P.17 $v_m = \dfrac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow v_m = \dfrac{1.200 \text{ m}}{4 \cdot 60 \text{ s}} \Rightarrow \boxed{v_m = 5 \text{ m/s}}$

P.18 $v = \dfrac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow 1{,}5 \text{ cm/mês} = \dfrac{1{,}8 \cdot 10^2 \text{ cm}}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = 120 \text{ meses}$

Portanto: $\boxed{\Delta t = 10 \text{ anos}}$

P.19 a) Distância percorrida pelo automóvel:

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow \frac{120 \text{ km}}{60 \text{ min}} = \frac{\Delta s}{1 \text{ min}} \Rightarrow \boxed{\Delta s = 2 \text{ km}}$$

Distância percorrida pelo caminhão:

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow \frac{90 \text{ km}}{60 \text{ min}} = \frac{\Delta s}{1 \text{ min}} \Rightarrow \boxed{\Delta s = 1{,}5 \text{ km}}$$

b) Intervalo de tempo para o automóvel ir de São Paulo a Campinas (Δt_A):

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow \frac{100 \text{ km}}{60 \text{ min}} = \frac{90 \text{ km}}{\Delta t_A} \Rightarrow \Delta t_A = 54 \text{ min}$$

Intervalo de tempo para o caminhão ir de São Paulo a Campinas (Δt_C):

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow \frac{60 \text{ km}}{60 \text{ min}} = \frac{90 \text{ km}}{\Delta t_C} \Rightarrow \Delta t_C = 90 \text{ min}$$

$$\Delta t_C - \Delta t_A = 90 \text{ min} - 54 \text{ min} = \boxed{36 \text{ min}}$$

P.20 $v_m = \dfrac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow v_m = \dfrac{s_2 - s_1}{t_2 - t_1} \Rightarrow v_m = \dfrac{120 - 50}{20 - 10} \Rightarrow \boxed{v_m = 7{,}0 \text{ m/s}}$

P.21 $\Delta t = 1 \text{ h } 30 \text{ min} + 30 \text{ min} + 30 \text{ min} = 2 \text{ h } 30 \text{ min} \Rightarrow \Delta t = 2{,}5 \text{ h}$

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow v_m = \frac{90 \text{ km}}{2{,}5 \text{ h}} \Rightarrow \boxed{v_m = 36 \text{ km/h}}$$

P.22 $v_m = \dfrac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow 80 = \dfrac{60}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \dfrac{3}{4} \text{ h} \Rightarrow \Delta t = 45 \text{ min}$

$$\Delta t = t_2 - t_1 \Rightarrow 45 \text{ min} = t_2 - 7 \text{ h } 30 \text{ min} \Rightarrow \boxed{t_2 = 8 \text{ h } 15 \text{ min}}$$

P.23 Em $\Delta t = 1 \text{ h } 30 \text{ min} = 1{,}5 \text{ h}$, o carro vencedor percorre $\Delta s_1 = v_1 \cdot \Delta t$ e o segundo colocado, $\Delta s_2 = v_2 \cdot \Delta t$. A distância entre eles é:

$d = \Delta s_1 - \Delta s_2 \Rightarrow d = (v_1 - v_2) \cdot \Delta t \Rightarrow d = (240 - 236) \cdot 1{,}5 \Rightarrow d = 6 \text{ km}$

Como 1 volta corresponde a 30 km, 6 km correspondem a 0,2 volta.

P.24 a) De $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$, com $\Delta s = 100$ m, concluímos que a maior velocidade escalar média corresponde ao menor intervalo de tempo ($\Delta t = 4$ s) e a menor velocidade, ao maior intervalo de tempo ($\Delta t = 20$ s). Assim, temos:

Maior velocidade: $v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{100 \text{ m}}{4 \text{ s}} \Rightarrow \boxed{v = 25 \text{ m/s} \text{ (veículo: 7º)}}$

Menor velocidade: $v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{100 \text{ m}}{20 \text{ s}} \Rightarrow \boxed{v = 5 \text{ m/s} \text{ (veículo: 4º)}}$

b) $v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow \frac{60}{3{,}6} \frac{\text{m}}{\text{s}} = \frac{100 \text{ m}}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = 6 \text{ s}$

Para $\Delta t < 6$ s, a velocidade escalar média é superior a 60 km/h. Isso ocorre com os veículos: 2º e 7º

P.25 $v_1 = \frac{\Delta s}{\Delta t_1} \Rightarrow 80 = \frac{8{,}0}{\Delta t_1} \Rightarrow \Delta t_1 = \frac{8}{80} \text{ h} = 6{,}0 \text{ min}$

$v_2 = \frac{\Delta s}{\Delta t_2} \Rightarrow 100 = \frac{8{,}0}{\Delta t_2} \Rightarrow \Delta t_2 = \frac{8{,}0}{100} \text{ h} = 4{,}8 \text{ min}$

O estudante economizaria:

6,0 min − 4,8 min = 1,2 min

P.26 Trecho *AB*

$v_m = \frac{\Delta s_{AB}}{\Delta t_{AB}} \Rightarrow 60 = \frac{60}{\Delta t_{AB}} \Rightarrow \Delta t_{AB} = 1 \text{ h}$

Trecho *BC*

$v_m = \frac{\Delta s_{BC}}{\Delta t_{BC}} \Rightarrow 50 = \frac{100}{\Delta t_{BC}} \Rightarrow \Delta t_{BC} = 2 \text{ h}$

Trecho *CD*

$v_m = \frac{\Delta s_{CD}}{\Delta t_{CD}} \Rightarrow 45 = \frac{90}{\Delta t_{CD}} \Rightarrow \Delta t_{CD} = 2 \text{ h}$

Percurso de *A* até *D*:

$v_m = \frac{\Delta s_{total}}{\Delta t_{total}} \Rightarrow v_m = \frac{\Delta s_{AB} + \Delta s_{BC} + \Delta s_{CD}}{\Delta t_{AB} + \Delta t_{BC} + \Delta t_{CD}}$

$v_m = \frac{60 + 100 + 90}{1 + 2 + 2} \Rightarrow \boxed{v_m = 50 \text{ km/h}}$

P.27 1º trecho:

$\Delta t_1 = \frac{\Delta s_1}{v_1} \Rightarrow \Delta t_1 = \frac{100}{50} \Rightarrow \Delta t_1 = 2 \text{ h}$

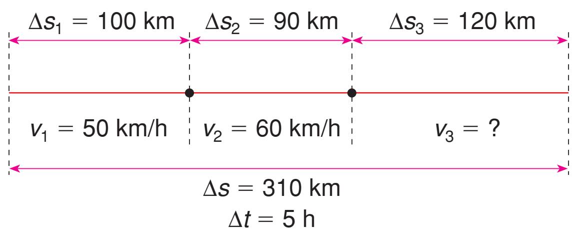
2º trecho:

$\Delta t_2 = \frac{\Delta s_2}{v_2} \Rightarrow \Delta t_2 = \frac{90}{60} \Rightarrow \Delta t_2 = 1{,}5 \text{ h}$

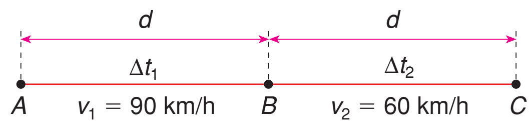
3º trecho:

$\Delta t_3 = \Delta t - \Delta t_1 - \Delta t_2 \Rightarrow \Delta t_3 = 5 - 2 - 1{,}5 \Rightarrow \Delta t_3 = 1{,}5$ h

$$v_3 = \frac{\Delta s_3}{\Delta t_3} \Rightarrow v_3 = \frac{120}{1{,}5} \Rightarrow \boxed{v_3 = 80 \text{ km/h}}$$



P.28



Primeira metade:

$$v_1 = \frac{d}{\Delta t_1} \Rightarrow 90 = \frac{d}{\Delta t_1} \Rightarrow \Delta t_1 = \frac{d}{90}$$

Segunda metade:

$$v_2 = \frac{d}{\Delta t_2} \Rightarrow 60 = \frac{d}{\Delta t_2} \Rightarrow \Delta t_2 = \frac{d}{60}$$

Trecho todo:

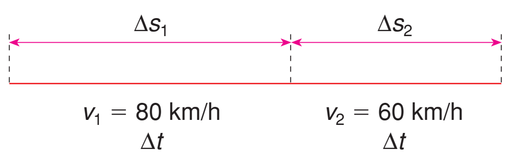
$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow v_m = \frac{2d}{\Delta t_1 + \Delta t_2} \Rightarrow v_m = \frac{2d}{\frac{d}{90} + \frac{d}{60}} \Rightarrow \boxed{v_m = 72 \text{ km/h}}$$

Note que a média aritmética das velocidades, em km/h, em cada trecho é:

$$\frac{v_1 + v_2}{2} = \frac{90 + 60}{2} = \frac{150}{2} = 75$$

Logo, a velocidade média $v_m = 72$ km/h **não é** a média aritmética (75 km/h) das velocidades em cada trecho do percurso.

P.29



1º trecho:

$\Delta s_1 = v_1 \cdot \Delta t$

2º trecho:

$\Delta s_2 = v_2 \cdot \Delta t$

Percurso todo:

$\Delta s_{total} = \Delta s_1 + \Delta s_2 \Rightarrow \Delta s_{total} = (v_1 + v_2) \cdot \Delta t$

$\Delta t_{total} = 2 \cdot \Delta t$

$$v_m = \frac{\Delta s_{total}}{\Delta t_{total}} \Rightarrow v_m = \frac{v_1 + v_2}{2} \Rightarrow v_m = \frac{80 + 60}{2} \Rightarrow \boxed{v_m = 70 \text{ km/h}}$$

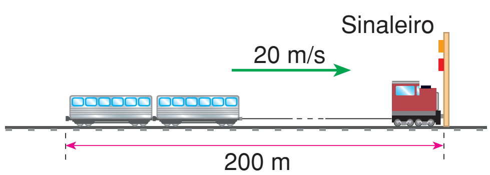
Note que a média aritmética das velocidades, em km/h, em cada trecho é:

$$\frac{v_1 + v_2}{2} = \frac{80 + 60}{2} = \frac{140}{2} = 70$$

Logo, a velocidade média $v_m = 70$ km/h é a média aritmética (70 km/h) das velocidades em cada trecho do percurso.

P.30 $v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow v_m = \frac{L_{trem} + L_{túnel}}{\Delta t} \Rightarrow v_m = \frac{200 + 400}{20} \Rightarrow \boxed{v_m = 30 \text{ m/s}}$

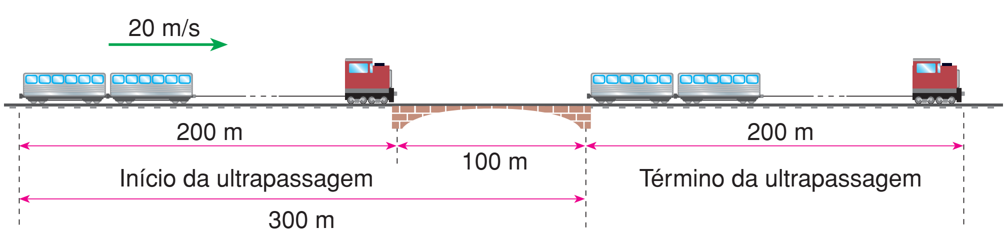
P.31 a) Observemos, inicialmente, que a velocidade escalar da composição é constante e portanto coincide com a velocidade escalar média. Cada ponto da composição desloca-se 200 m para ultrapassar o sinaleiro:



$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow 20 = \frac{200}{\Delta t} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{\Delta t = 10 \text{ s}}$$

b)



Cada ponto da composição desloca-se 300 m para ultrapassar a ponte:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow 20 = \frac{300}{\Delta t} \Rightarrow \boxed{\Delta t = 15 \text{ s}}$$

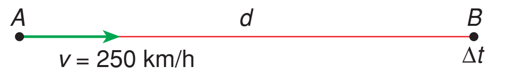
P.32 $v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow \frac{144}{3{,}6} = \frac{\Delta s}{1{,}0} \Rightarrow \boxed{\Delta s = 40 \text{ m}}$

P.33 a) $v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow v_m = \frac{3.000 \text{ km}}{\left(1 + \frac{2}{3}\right) \text{h}} \Rightarrow \boxed{v_m = 1.800 \text{ km/h}}$

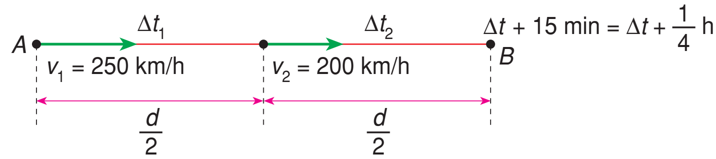
b) $v_{som} = 340$ m/s $= 340 \cdot 3{,}6$ km/h $\Rightarrow v_{som} = 1.224$ km/h

Sendo $v_m > v_{som}$, concluímos que em algum intervalo de tempo o avião rompeu a "barreira de som". É, portanto, supersônico.

P.34



$$v = \frac{d}{\Delta t} \Rightarrow 250 = \frac{d}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{d}{250}$$



$$v_1 = \frac{\frac{d}{2}}{\Delta t_1} \Rightarrow 250 = \frac{\frac{d}{2}}{\Delta t_1} \Rightarrow \Delta t_1 = \frac{d}{500}$$

$$v_2 = \frac{\frac{d}{2}}{\Delta t_2} \Rightarrow 200 = \frac{\frac{d}{2}}{\Delta t_2} \Rightarrow \Delta t_2 = \frac{d}{400}$$

$$\Delta t_1 + \Delta t_2 = \Delta t + \frac{1}{4}$$

$$\frac{d}{500} + \frac{d}{400} = \frac{d}{250} + \frac{1}{4}$$

$$\frac{d}{500} + \frac{d}{400} - \frac{d}{250} = \frac{1}{4}$$

$$\frac{(4 + 5 - 8)d}{2.000} = \frac{1}{4}$$

$$\frac{d}{2.000} = \frac{1}{4}$$

$$\boxed{d = 500 \text{ km}}$$

P.35

a) $v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow 1{,}0 = \frac{\Delta s}{30} \Rightarrow \Delta s = 30$ m

$$\left.\begin{array}{l} 100 \text{ m} \rightarrow 200 \text{ pessoas} \\ 30 \text{ m} \rightarrow x \end{array}\right\} \Rightarrow \boxed{x = 60 \text{ pessoas}}$$

b) comprimento da fila que restou: 100 m − 30 m = $\boxed{70 \text{ m}}$

P.36 a) As rodas da frente passam pelos sensores S_1 e S_2 no intervalo de tempo de 0,1 s percorrendo $d = 2$ m:

$$v = v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow v = \frac{2}{0{,}1} \Rightarrow \boxed{v = 20 \text{ m/s} = 72 \text{ km/h}}$$

b) $\Delta t = 0{,}15$ s é o intervalo de tempo decorrido entre as passagens das rodas dianteiras e das rodas traseiras, por um dos sensores.

Neste caso, a distância percorrida (no caso Δs) é a distância entre os eixos do veículo. Portanto:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow 20 = \frac{\Delta s}{0{,}15} \Rightarrow \boxed{\Delta s = 3 \text{ m}}$$

P.37 a) A cada 3,0 min são atendidas três pessoas e a fila anda 3,0 m:

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow v_m = \frac{3{,}0 \text{ m}}{3{,}0 \text{ min}} \Rightarrow \boxed{v_m = 1{,}0 \text{ m/min}}$$

b) Cada cliente deve percorrer 50 m.

Portanto:

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow 1{,}0 = \frac{50}{\Delta t} \Rightarrow \boxed{\Delta t = 50 \text{ min}}$$

c) Se um dos caixas se retirar por 30 min, ele deixa de atender a 10 pessoas e a fila aumenta 10 m.