Eletrostática I

01. Como o corpo possui excesso de elétrons, sua carga é negativa e dada por:

$Q = -n \cdot e = -5{,}0 \cdot 10^{16} \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19} \Rightarrow Q = -8{,}0 \cdot 10^{-3}\ C \Rightarrow$

$\Rightarrow \boxed{Q = -8{,}0\ mC}$

02. Por ter carga negativa, esse corpo tem excesso de elétrons. Assim, temos:

$$\left|\begin{array}{l} Q = -n \cdot e \\ n = n_e - n_p \end{array}\right. \Rightarrow Q = -(n_e - n_p) \cdot e \Rightarrow$$

$$\Rightarrow -32 = -(n_e - 4{,}0 \cdot 10^{20}) \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19} \Rightarrow \boxed{n_e = 6{,}0 \cdot 10^{20}\ \text{elétrons}}$$

03. Após o atrito, o vidro, que cedeu elétrons, ficará eletrizado com carga positiva, e o pedaço de seda, que recebeu elétrons, ficará eletrizado com carga negativa. Dessa forma:

a) $Q = +n \cdot e$

b) $Q' = -n \cdot e$

c) Aplicando os dados fornecidos nas equações anteriores, temos:

$$\left|\begin{array}{l} Q = +1{,}0 \cdot 10^{9} \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19} \\ Q' = -1{,}0 \cdot 10^{9} \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19} \end{array}\right. \Rightarrow \left|\begin{array}{l} Q = 1{,}6 \cdot 10^{-10}\ C \\ Q' = -1{,}6 \cdot 10^{-10}\ C \end{array}\right.$$

04. Do princípio da conservação da carga elétrica, vem que:

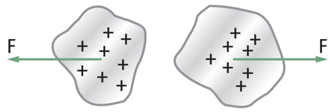
- A em contato com C: $\dfrac{16 + 0}{2} = 8{,}0\ C$.
- B em contato com C: $\dfrac{-16 + 8{,}0}{2} = -4{,}0\ C$.
- A em contato com C: $\dfrac{8{,}0 + (-4{,}0)}{2} = 2{,}0\ C$.
- B em contato com C: $\dfrac{-4{,}0 + 2{,}0}{2} = -1{,}0\ C$.

Assim, ao final do contato, temos:

$Q_A = 2{,}0\ C$, $Q_B = -1{,}0\ C$ e $Q_C = -1{,}0\ C$.

05. a) Como o corpo B tem excesso de elétrons em relação ao corpo A, elétrons migrarão de B para A.

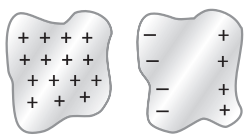
b) Após o contato, ambos ficarão positivamente eletrizados e, portanto, se repelirão como no esquema a seguir:



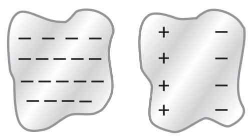
06. a) Como A tem excesso de elétrons em relação a B, os elétrons vão se movimentar de A para B.
b) A carga do corpo B após o contato (Q′) é igual à carga do corpo A e dada por:

$$Q' = \frac{Q_A + Q_B}{2} = \frac{-7+3}{2} \Rightarrow \boxed{Q' = -2\ C}$$

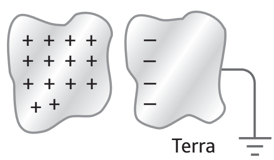
07. a) Como o indutor positivo atrai os elétrons do corpo neutro, temos:



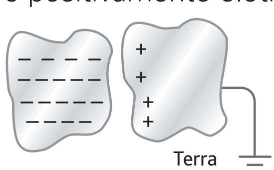
b) Agora, para um indutor negativamente eletrizado, que repele os elétrons do condutor, temos:



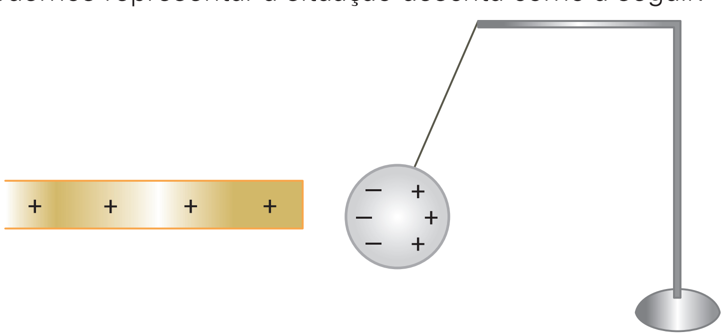
c) O indutor positivamente eletrizado atrai os elétrons que, através do fio terra, sobem tornando o corpo, inicialmente neutro, negativamente eletrizado.



d) De forma análoga ao item anterior, elétrons descem do corpo neutro para a terra, tornando-o positivamente eletrizado.

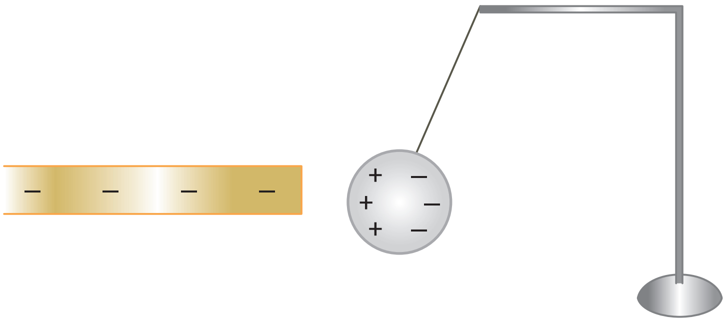


08. a) Podemos representar a situação descrita como a seguir:



Por estarem mais próximos do indutor, a atração sofrida pelos elétrons é mais intensa que a repulsão sofrida pelos prótons. Dessa forma, na esfera, temos uma resultante de atração.

b) Para um bastão negativamente eletrizado, temos:



De forma análoga ao item anterior, temos uma resultante de atração.

c) Como o fenômeno verificado é o mesmo (atração), os eletroscópios apenas verificam se um corpo está ou não eletrizado. Esse tipo, o de fio, é chamado de pêndulo eletrostático.

Eletrodinâmica I

01. Da definição de intensidade média da corrente, temos:

$$\left|\begin{array}{l} i_m = \dfrac{|\Delta Q|}{\Delta t} \\ |\Delta Q| = n \cdot e \end{array}\right. \Rightarrow i_m = \frac{n \cdot e}{\Delta t} = \frac{2{,}0 \cdot 10^{20} \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19}}{32} \Rightarrow \boxed{i_m = 1{,}0\ A}$$

02. a) O módulo da quantidade de carga é dado por:

$$|\Delta Q| \overset{N}{=} \text{área} \Rightarrow |\Delta Q| = \frac{(40 + 30) \cdot 4{,}0}{2} \Rightarrow \boxed{|\Delta Q| = 1{,}4 \cdot 10^2\ C}$$

b) Da definição de intensidade média da corrente, temos:

$$i_m = \frac{|\Delta Q|}{\Delta t} = \frac{1{,}4 \cdot 10^2}{40} \Rightarrow \boxed{i_m = 3{,}5\ A}$$

03. a) A quantidade de carga em módulo é dada por:

$$|\Delta Q| \overset{N}{=} \text{área} = \frac{(10 + 5) \cdot 32 \cdot 10^{-3}}{2} \Rightarrow \boxed{|\Delta Q| = 2{,}4 \cdot 10^{-1}\ C}$$

b) O número de elétrons que atravessa uma secção do condutor é dado por:

$$|\Delta Q| = n \cdot e \Rightarrow 2{,}4 \cdot 10^{-1} = n \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19} \Rightarrow \boxed{n = 1{,}5 \cdot 10^{18}\ \text{elétrons}}$$

c) Da definição de intensidade média da corrente, temos:

$$i_m = \frac{|\Delta Q|}{\Delta t} = \frac{2{,}4 \cdot 10^{-1}}{10} \Rightarrow \boxed{i_m = 2{,}4 \cdot 10^{-2}\ A}$$

04. Da definição de resistência elétrica, temos:

$$R = \frac{U}{i} \Rightarrow 20 \cdot 10^3 = \frac{200}{i} \Rightarrow i = 10 \cdot 10^{-3}\ A \Rightarrow \boxed{i = 10\ mA}$$

05. Como ambos estão submetidos a mesma d.d.p., temos:

$$\begin{vmatrix} U_1 = U_2 \\ i_1 = 3 \cdot i_2 \end{vmatrix} \Rightarrow \begin{vmatrix} R_1 \cdot i_1 = R_2 \cdot i_2 \\ i_1 = 3 \cdot i_2 \end{vmatrix} \Rightarrow R_1 \cdot 3 \cdot \cancel{i_2} = R_2 \cdot \cancel{i_2} \Rightarrow$$

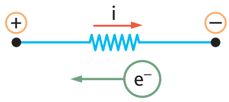
$$\Rightarrow \boxed{\frac{R_1}{R_2} = \frac{1}{3}}$$

06. Lembrando que:

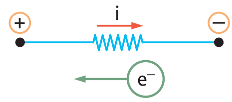
- $U_{AB} = V_A - V_B$;
- os elétrons se movimentam do potencial menor para o potencial maior;
- o sentido da corrente, por convenção, é contrário ao do movimento dos elétrons.

Temos:

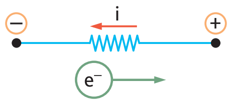
a) $U_{AB} = 220$ V; i = 10 A.



b) $U_{AB} = 110$ V; R = 11 Ω.

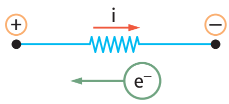


c) $U_{AB} = -110$ V; R = 10 Ω.

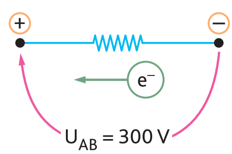


d) $U_{AB} = 0$ V; i = 0 A.

e) i = 11 A.



f) $V_B = -300$ V.



07. A resistência elétrica do fio condutor é dada por:

$$R = \frac{\rho \cdot L}{A} \Rightarrow 60 = \frac{\rho \cdot L}{A} \qquad \text{(I)}$$

Cortando-se um pedaço de 3 m do fio sem alterar sua resistividade e secção, a nova resistência é dada por:

$$R' = \frac{\rho \cdot L'}{A} \Rightarrow 15 = \frac{\rho \cdot (L - 3,0)}{A} \qquad \text{(II)}$$

Dividindo I por II, temos:

$$\frac{I}{II} \Rightarrow \frac{60}{15} = \frac{\cancel{\rho} \cdot L}{\cancel{A}} \cdot \frac{\cancel{A}}{\cancel{\rho}(L - 3,0)} \Rightarrow 4 = \frac{L}{L - 3,0} \Rightarrow \boxed{L = 4,0 \text{ m}}$$

08. Da definição de resistividade, temos:

$$R = \frac{\rho \cdot L}{A} = \frac{3,30 \cdot 10^{-5} \cdot 150 \cdot 10^{2}}{3,00 \cdot 10^{-3}} \Rightarrow \boxed{R = 165\ \Omega}$$

09. A resistência elétrica do resistor ôhmico é constante e dada por:

$$\text{Inclinação} \overset{N}{=} R = \frac{40}{8,0} \Rightarrow \boxed{R = 5,0\ \Omega}$$

Para uma tensão de 100 V, da definição de resistência elétrica, temos:

$$R = \frac{U}{i} \Rightarrow 5,0 = \frac{100}{i} \Rightarrow \boxed{i = 20\ A}$$

Cinemática I

01. Dos dados fornecidos na tabela, temos:

a) Como a posição inicial é aquela ocupada pelo móvel quando t = 0, da tabela temos que $S_0 = -10$ km.

b) Em t = 3 h, S = 15 km.

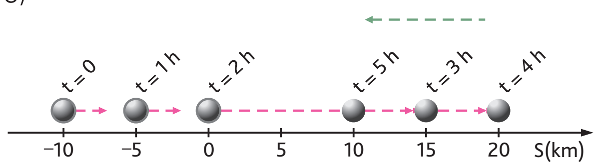
c) Em $t_1 = 1$ h, $S_1 = -5$ km, e em $t_2 = 2$ h, $S_2 = 0$ km. Assim, o deslocamento escalar entre esses instantes é dado por:

$$\Delta S = S_2 - S_1 \Rightarrow \Delta S = 0 - (-5) \Rightarrow \boxed{\Delta S = 5\ km}$$

d) De forma análoga ao item anterior, temos:

$$\Delta S = S_5 - S_3 = 10 - 15 \Rightarrow \boxed{\Delta S = -5\ km}$$

e)



02. a) $\begin{cases} S = 30 + 50t \\ t = 0 \end{cases} \Rightarrow S_0 = 30 + 50 \cdot 0 \Rightarrow \boxed{S_0 = 30\ m}$

b) $\begin{cases} S = 30 + 50t \\ S = 0 \end{cases} \Rightarrow 0 = 30 + 50t \Rightarrow \boxed{t = -0,6\ s}$

A partir do instante em que se começou a medir o tempo, o móvel não passa pela origem.

c) $\begin{cases} S = 30 + 50t \\ t_1 = 5\ s \end{cases} \Rightarrow S_1 = 30 + 50 \cdot 5 \Rightarrow \boxed{S_1 = 280\ m}$

d) No instante $t_2 = 10$ s, temos:

$$\begin{cases} S = 30 + 50t \\ t_2 = 10\ s \end{cases} \Rightarrow S_2 = 30 + 50 \cdot 10 \Rightarrow S_2 = 530\ m$$

Assim, o deslocamento escalar entre t_1 e t_2 é dado por:

$$\Delta S = S_2 - S_1 = 530 - 280 \Rightarrow \boxed{\Delta S = 250\ m}$$

03. a) $\begin{cases} S = 120 - 30t \\ t = 0 \end{cases} \Rightarrow S_0 = 120 - 30 \cdot 0 \Rightarrow \boxed{S_0 = 120\ km}$

b) $\left| \begin{array}{l} S = 120 - 30t \\ S = 0 \end{array} \right. \Rightarrow 0 = 120 - 30t \Rightarrow \boxed{t = 4\ h}$

c) $\left| \begin{array}{l} S = 120 - 30t \\ t_1 = 8{,}0\ h \end{array} \right. \Rightarrow S_1 = 120 - 30 \cdot 8{,}0 \Rightarrow \boxed{S_1 = -120\ km}$

d) No instante $t_2 = 10$ h, temos:

$\left| \begin{array}{l} S = 120 - 30t \\ t = 10\ h \end{array} \right. \Rightarrow S_2 = 120 - 30 \cdot 10 \Rightarrow S_2 = -180\ km$

Assim, o deslocamento escalar entre t_1 e t_2 é dado por:

$\Delta S = S_2 - S_1 = -180 - (-120) \Rightarrow \boxed{\Delta S = -60\ km}$

04. a) $\left| \begin{array}{l} x = 3 \cdot t \\ t = 0 \end{array} \right. \Rightarrow x_0 = 3 \cdot 0 \Rightarrow \boxed{x_0 = 0\ cm}$

b) $\left| \begin{array}{l} x = 3 \cdot t \\ x = 0 \end{array} \right. \Rightarrow 0 = 3 \cdot t \Rightarrow \boxed{t = 0\ s}$

c) $\left| \begin{array}{l} x = 3 \cdot t \\ t_1 = 2\ s \end{array} \right. \Rightarrow x_1 = 3 \cdot 2 \Rightarrow \boxed{x_1 = 6\ cm}$

d) No instante $t_2 = 5$ s, temos:

$\left| \begin{array}{l} x = 3 \cdot t \\ t_2 = 5\ s \end{array} \right. \Rightarrow x_2 = 3 \cdot 5 \Rightarrow x_2 = 15\ cm$

Assim, o deslocamento escalar entre t_1 e t_2 é dado por:

$\Delta x = x_2 - x_1 = 15 - 6 \Rightarrow \boxed{\Delta x = 9\ cm}$

05. a) $\left| \begin{array}{l} S = 12 - 10t + 2t^2 \\ t = 0 \end{array} \right. \Rightarrow S_0 = 12 - 10 \cdot 0 + 2 \cdot 0^2 \Rightarrow \boxed{S_0 = 12\ m}$

b) $\left| \begin{array}{l} S = 12 - 10t + 2t^2 \\ S = 0 \end{array} \right. \Rightarrow 0 = 12 - 10t + 2t^2 \Rightarrow \boxed{t_1 = 2\ s \text{ e } t_2 = 3\ s}$

c) $\left| \begin{array}{l} S = 12 - 10t + 2t^2 \\ t_1 = 1\ s \end{array} \right. \Rightarrow S_1 = 12 - 10 \cdot 1 + 2 \cdot 1^2 \Rightarrow \boxed{S_1 = 4\ m}$

d) No instante $t_2 = 4$ s, temos:

$\left| \begin{array}{l} S = 12 - 10t + 2t^2 \\ t_2 = 4\ s \end{array} \right. \Rightarrow S_2 = 12 - 10 \cdot 4 + 2 \cdot 4^2 \Rightarrow S_2 = 4\ m$

Assim, o deslocamento escalar entre t_1 e t_2 é dado por:

$\Delta S = S_2 - S_1 = 4 - 4 \Rightarrow \boxed{\Delta S = 0\ m}$

06. a) No encontro, temos:

$S_A = S_B \Rightarrow 70 + 15t = 20 + 25t \Rightarrow \boxed{t = 5\ h}$

Substituindo na equação horária de A, temos:

$$S_A = 70 + 15 \cdot 5 \Rightarrow \boxed{S_A = 145 \text{ km}}$$

De forma análoga ao item anterior, temos:
b) 2,0 s; 120 cm.
c) 1,0 h; 0.
d) Não ocorre cruzamento.
e) Dois encontros: 2 s, 4 m e 3 s, 9 m.
f) Não ocorre cruzamento.

07. Transformando as unidades, temos:
a) 36 km/h
b) 72 km/h
c) 108 km/h
d) 10 m/s
e) 40 m/s
f) 15 m/s
g) 3 cm/s
h) 500 cm/s

08. Da definição de velocidade média, temos:

$$v_m = \frac{S - S_0}{t - t_0} \Rightarrow v_m = \frac{47 - 17}{14 - 12{,}5} \Rightarrow \boxed{v_m = 20 \text{ km/h}}$$

09. Como o elevador parte do térreo e retorna para o térreo, seu deslocamento escalar é nulo e, consequentemente, sua velocidade média é igual a zero.

10. A velocidade média do automóvel entre São Paulo e Rio de Janeiro é dada por:

$$v_m = \frac{\Delta S_1 + \Delta S_2 + \Delta S_3}{\Delta t_1 + \Delta t_2 + \Delta t_3} \Rightarrow v_m = \frac{\Delta S_1 + \Delta S_2 + \Delta S_3}{\frac{\Delta S_1}{v_1} + \frac{\Delta S_2}{v_2} + \frac{\Delta S_3}{v_3}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_m = \frac{90 + 100 + 210}{\frac{90}{60} + \frac{100}{100} + \frac{210}{60}} \Rightarrow \boxed{v_m \cong 66{,}7 \text{ km/h}}$$

11. Chamando cada metade do percurso de *d*, da definição de velocidade média, temos:

$$v_m = \frac{\Delta S_1 + \Delta S_2}{\Delta t_1 + \Delta t_2} \Rightarrow v_m = \frac{\Delta S_1 + \Delta S_2}{\frac{\Delta S_1}{v_1} + \frac{\Delta S_2}{v_2}} \Rightarrow v_m = \frac{d + d}{\frac{d}{40} + \frac{d}{60}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{v_m = 48 \text{ km/h}}$$

12. Da definição de aceleração escalar média, temos:

$$a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{\frac{100 - 0}{3{,}6}}{10} \Rightarrow \boxed{a_m \cong 2{,}8 \text{ m/s}^2}$$

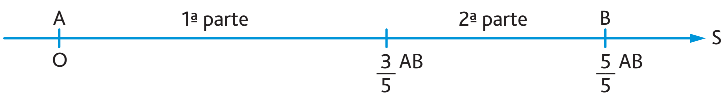
13. A aceleração escalar média durante a frenagem é dada por:

$$a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{\frac{0 - 108}{3,6}}{5,0} \Rightarrow \boxed{a_m = -6,0 \text{ m/s}^2}$$

14. O quociente entre as unidades da velocidade e aceleração é dado por:

$$\frac{[v]}{[a]} = \frac{\text{m/s}}{\text{m/s}^2} \Rightarrow \boxed{\frac{[v]}{[a]} = \text{s (segundos)}}$$

15. Podemos esquematizar a situação descrita como a seguir:



Como a velocidade do carro é constante, temos:

$$v_1 = v_2 \Rightarrow \frac{\Delta S_1}{\Delta t_1} = \frac{\Delta S_2}{\Delta t_2} \Rightarrow \frac{\frac{3\cancel{AB}}{\cancel{5}}}{15} = \frac{\frac{2\cancel{AB}}{\cancel{5}}}{\Delta t_2} \Rightarrow \boxed{\Delta t_2 = 10 \text{ min}}$$

16. Como o trem é um corpo extenso, para que ele complete a travessia do túnel, seu deslocamento escalar deve ser $\Delta S = 200 + 1\,600 = 1\,800$ m. Assim, o tempo gasto por ele na travessia é dado por:

$$v = \frac{\Delta S}{\Delta t} \Rightarrow 15 = \frac{1\,800}{\Delta t} \Rightarrow \boxed{\Delta t = 120 \text{ s}}$$

17. Podemos esquematizar a situação descrita como a seguir:

No encontro, temos:

$$S_A = S_B \Rightarrow S_{0_A} + v_A \cdot t = S_{0_B} + v_B \cdot t \Rightarrow 0 + 60t = 225 - 90t \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{t = 1,5 \text{ h}}$$

18. a) Como o movimento do segundo ciclista tem 2 h a menos de duração em relação ao primeiro, no encontro, temos:

$$S_1 = S_2 \Rightarrow \cancel{S_0} + v_1 \cdot t_1 = \cancel{S_0} + v_2 \cdot t_2 \Rightarrow 15 \cdot t_1 = 20(t_1 - 2) \Rightarrow \boxed{t_1 = 8 \text{ h}}$$

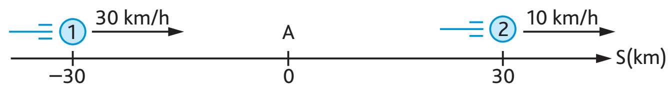
b) Substituindo o tempo encontrado na equação horária do primeiro ciclista, temos:

$$S = S_0 + v \cdot t \Rightarrow \Delta S = 15 \cdot 8 \Rightarrow \boxed{\Delta S = 120 \text{ km}}$$

19. O tempo decorrido para que os cavalos se encontrem é dado por:
$S_1 = S_2 \Rightarrow 0 + 5t = 10 - 5t \Rightarrow t = 1$ h
Assim a distância percorrida pela mosca é dada por:

$$v = \frac{d}{\Delta t} \Rightarrow 15 = \frac{d}{1} \Rightarrow \boxed{d = 15 \text{ km}}$$

20. A situação é representada no esquema a seguir:



a) No encontro, temos:

$S_1 = S_2 \Rightarrow -30 + 30 \cdot t = 30 + 10 \cdot t \Rightarrow \boxed{t = 3{,}0 \text{ h}}$

b) Substituindo na equação horária do primeiro móvel, vem que:

$\left| \begin{array}{l} S = -30 + 30 \cdot t \\ t = 3{,}0 \text{ h} \end{array} \right. \Rightarrow S = -30 + 30 \cdot 3{,}0 \Rightarrow S = 60 \text{ km}$

Dessa forma, os móveis se encontram 60 km à direita de A.

c) O tempo que leva até o primeiro móvel passar por A é dado por:

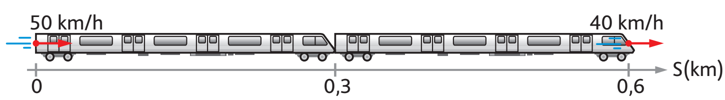
$S = S_0 + v \cdot t \Rightarrow 0 = -30 + 30 \cdot t \Rightarrow t = 1{,}0 \text{ h}$

Assim, substituindo esse tempo na equação horária do segundo móvel, temos:

$\left| \begin{array}{l} S = 30 + 10t \\ t = 1{,}0 \text{ h} \end{array} \right. \Rightarrow S = 30 + 10 \cdot 1 \Rightarrow S = 40 \text{ km}$

Então, quando o primeiro móvel estiver em A, a distância que o separará do segundo móvel será de 40 km.

21. O esquema que representa o início da ultrapassagem é dado por:

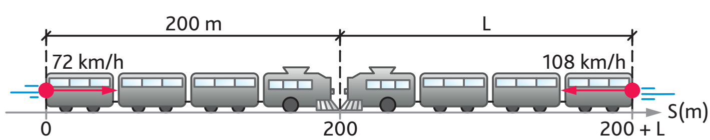


Como a ultrapassagem só termina quando a traseira do trem de trás encontra a dianteira do trem da frente, tomando esses pontos como referência, temos:

$S_1 = S_2 \Rightarrow 0 + 50 \cdot t = 0{,}6 + 40 \cdot t \Rightarrow t = 0{,}06 \text{ h} = 216 \text{ s} \Rightarrow$

$\Rightarrow \boxed{t = 3\text{min}36\text{s}}$

22. O esquema a seguir representa a situação descrita no enunciado:



Como o fim da ultrapassagem acontece quando as traseiras dos trens se encontram, temos:

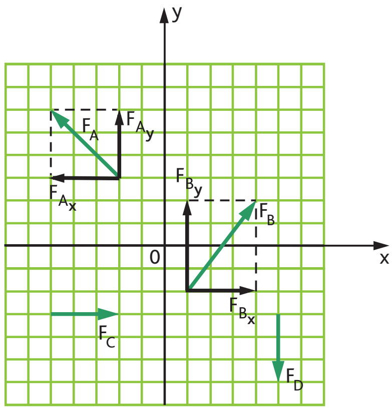
$S_1 = S_2 \Rightarrow S_{0_1} + v_1 \cdot t = S_{0_2} + v_2 \cdot t \Rightarrow 0 + \frac{72}{3{,}6} \cdot 10 = 200 + L - \frac{108}{3{,}6} \cdot 10 \Rightarrow$

$\Rightarrow \boxed{L = 300 \text{ m}}$

Vetores

01. a) Escalares. b) Vetoriais. c) Escalares.
d) Vetoriais. e) Escalares.

02.



- vetor F_A:

$$\left|\begin{array}{l} F_{Ax} = 3\ \square \\ F_{Ay} = 3\ \square \\ \square\ = 10\,N \end{array}\right. \Rightarrow \left|\begin{array}{l} F_{Ax} = 30\,N \\ F_{Ay} = 30\,N \end{array}\right.$$

- vetor F_B:

$$\left|\begin{array}{l} F_{Bx} = 3\ \square \\ F_{By} = 4\ \square \\ \square\ = 10\,N \end{array}\right. \Rightarrow \left|\begin{array}{l} F_{Bx} = 30\,N \\ F_{By} = 40\,N \end{array}\right.$$

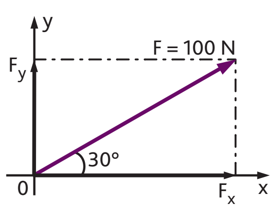
- vetor F_C:

$$\left|\begin{array}{l} F_{Cx} = 3\ \square \\ F_{Cy} = 0\ \square \\ \square\ = 10\,N \end{array}\right. \Rightarrow \left|\begin{array}{l} F_{Cx} = 30\,N \\ F_{Cy} = 0\,N \end{array}\right.$$

- vetor F_D:

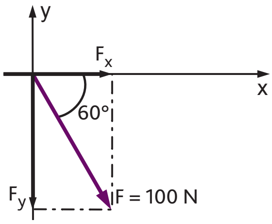
$$\left|\begin{array}{l} F_{Dx} = 0\ \square \\ F_{Dy} = 3\ \square \\ \square\ = 10\,N \end{array}\right. \Rightarrow \left|\begin{array}{l} F_{Dx} = 0\,N \\ F_{Dy} = 30\,N \end{array}\right.$$

03. a)



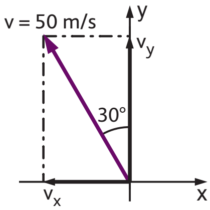
$$\left|\begin{array}{l} F_x = F \cdot \cos 30^o \\ F_y = F \cdot \operatorname{sen} 30^o \end{array}\right. \Rightarrow \left|\begin{array}{l} F_x = 100 \cdot 0,866 \\ F_y = 100 \cdot 0,500 \end{array}\right. \Rightarrow \left|\begin{array}{l} F_x = 86,6\,N \\ F_y = 50,0\,N \end{array}\right.$$

b)



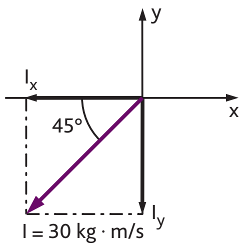
$$\left|\begin{array}{l} F_x = F \cdot \cos 60^o \\ F_y = F \cdot \text{sen}\, 60^o \end{array}\right. \Rightarrow \left|\begin{array}{l} F_x = 100 \cdot 0,500 \\ F_y = 100 \cdot 0,866 \end{array}\right. \Rightarrow \left|\begin{array}{l} F_x = 50,0\ N \\ F_y = 86,6\ N \end{array}\right.$$

c)



$$\left|\begin{array}{l} v_x = v \cdot \text{sen}\, 30^o \\ v_y = v \cdot \cos 30^o \end{array}\right. \Rightarrow \left|\begin{array}{l} v_x = 50 \cdot 0,500 \\ v_y = 50 \cdot 0,866 \end{array}\right. \Rightarrow \left|\begin{array}{l} v_x = 25\ m/s \\ v_y = 43,3\ m/s \end{array}\right.$$

d)



$$\left|\begin{array}{l} I_x = I \cdot \cos 45^o \\ I_y = I \cdot \text{sen}\, 45^o \end{array}\right. \Rightarrow \left|\begin{array}{l} I_x = 30 \cdot 0,707 \\ I_y = 30 \cdot 0,707 \end{array}\right. \Rightarrow \left|\begin{array}{l} I_x = 21,2\ kg \cdot m/s \\ I_y = 21,2\ kg \cdot m/s \end{array}\right.$$

04. a) Em módulo, temos:
$R = (F_2 + F_3) - F_1 \Rightarrow R = (10 + 25) - 20 \Rightarrow R = 15$ N na mesma direção e sentido de $\vec{F}_2$ (ou $\vec{F}_3$).

b) Como o vetor $\vec{F}_2$ equilibra o vetor $\vec{F}_4$, em módulo, temos:
$R = F_3 - F_1 \Rightarrow R = 25 - 15 \Rightarrow R = 10$ N na mesma direção e sentido de $\vec{F}_3$.

05. Como os vetores são perpendiculares entre si, em módulo, temos:

$$R^2 = F_1^2 + F_2^2 \Rightarrow R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$$

a) $R = \sqrt{3^2 + 4^2} \Rightarrow \boxed{R = 5\ N}$

De forma análoga, vem que:
b) 10 N
c) 20 N
d) 1,5 N
e) 6,4 N
f) 13 N

06. Do caso geral de soma de vetores, temos:

$R^2 = F_1^2 + F_2^2 + 2 \cdot F_1 \cdot F_2 \cdot \cos\theta \Rightarrow$

$\Rightarrow R^2 = 0,50^2 + 1,2^2 + 2 \cdot 0,50 \cdot 1,2 \cdot 0,50 \Rightarrow \boxed{R \cong 1,5\ N}$

07. A intensidade máxima da resultante é dada quando as forças têm mesma direção e sentido ($R_{máx.} = F_1 + F_2$) e mínima quando têm mesma direção e sentidos opostos ($R_{mín.} = F_1 - F_2$).

Assim, temos:

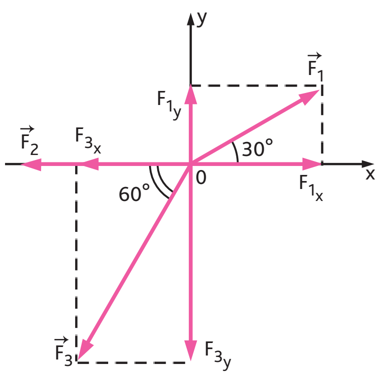
$R_{min.} \le R \le R_{máx.} \Rightarrow 8 - 7 \le R \le 8 + 7 \Rightarrow \boxed{1\ N \le R \le 15\ N}$

08. Do caso geral, temos:

$$\left| \begin{array}{l} R^2 = F_1^2 + F_2^2 + 2F_1 \cdot F_2 \cdot \cos\theta \\ R = F_1 = F_2 = F \end{array} \right. \Rightarrow F^2 = F^2 + F^2 + 2 \cdot F \cdot F \cdot \cos\theta \Rightarrow$$

$\Rightarrow \cos\theta = -0,5 \Rightarrow \boxed{\theta = 120^o}$

09. a) Do método da decomposição/composição de vetores, vem que:



- F_1:

$$\left| \begin{array}{l} F_{1x} = F_1 \cdot \cos 30^o = 15\ N \\ F_{1y} = F_1 \cdot \text{sen } 30^o = 5,0\sqrt{3}\ N \end{array} \right.$$

- F_3:

$$\left| \begin{array}{l} F_{3x} = F_3 \cdot \cos 60^o = 1,0\ N \\ F_{3y} = F_3 \cdot \text{sen } 60^o = 1,0\sqrt{3}\ N \end{array} \right.$$

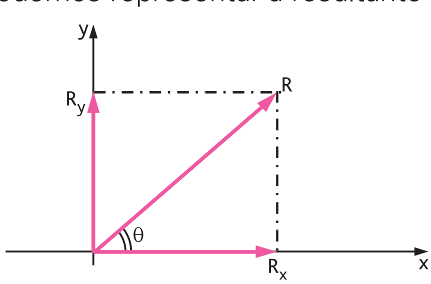
Na direção *x*, temos:

$R_x = F_{1x} - (F_2 + F_{3x}) = 15 - (3,0 + 1,0) \Rightarrow R_x = 11\ N$

E na direção *y*:

$R_y = F_{1y} - F_{3y} = 5,0 \cdot \sqrt{3} - 1,0 \cdot \sqrt{3} \Rightarrow R_y = 4,0\sqrt{3}\ N$

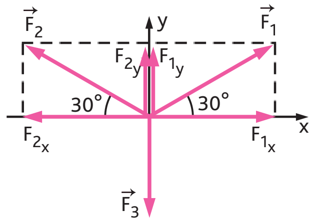
Dessa forma, podemos representar a resultante como a seguir:



$$R^2 = R_x^2 + R_y^2 \Rightarrow R^2 = 11^2 + (4,0 \cdot \sqrt{3})^2 \Rightarrow R = 13\ N$$

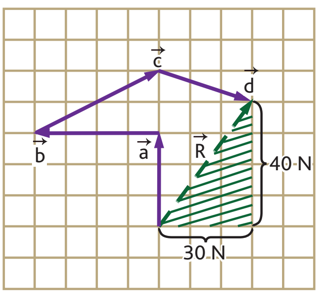
$$tg\theta = \frac{R_y}{R_x} = \frac{4,0 \cdot \sqrt{3}}{11} \Rightarrow tg\theta \cong 0,63 \Rightarrow \theta = arc\ tg\,(0,63)$$

Intensidade: 13 N
Direção e sentido: indicados na figura.
b)



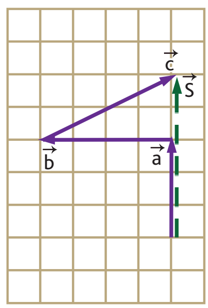
De forma análoga ao item *a*, temos:
Intensidade: 20 N
Direção: eixo y
Sentido: negativo do eixo Oy.

10. a)



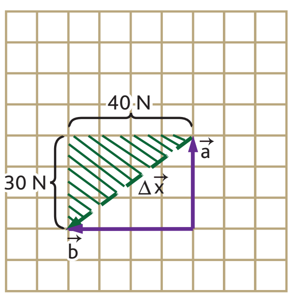
Do triângulo hachurado resulta: $\boxed{R = 50\ N}$

b)



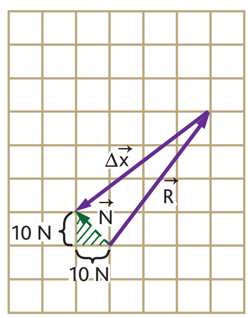
Da figura resulta: $\boxed{S = 50\ N}$

c)



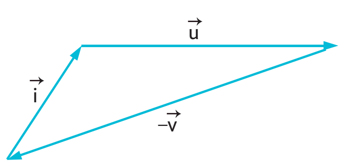
Do triângulo hachurado resulta: $\boxed{\Delta x = 50\ N}$

d)



Do triângulo hachurado resulta: $\boxed{N = 10\sqrt{2}\ N}$

11. a) Encaixando a extremidade de um vetor na origem do outro, temos a seguinte figura:

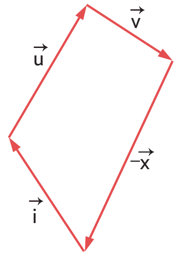


Como os vetores formam um polígono fechado, temos:

$\vec{i} + \vec{u} + (-\vec{v}) = 0 \Rightarrow \boxed{\vec{v} = \vec{i} + \vec{u}}$

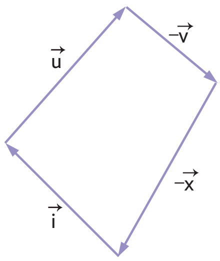
De forma análoga ao item anterior, temos:

b)



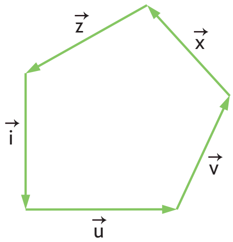
$\vec{u} + \vec{v} + (-\vec{x}) + \vec{i} = 0 \Rightarrow \boxed{\vec{x} = \vec{i} + \vec{u} + \vec{v}}$

c)



$\vec{i} + \vec{u} + (-\vec{v}) + (-\vec{x}) = 0 \Rightarrow \boxed{\vec{i} + \vec{u} = \vec{x} + \vec{v}}$

d)



$\boxed{\vec{i} + \vec{u} + \vec{v} + \vec{x} + \vec{z} = \vec{0}}$

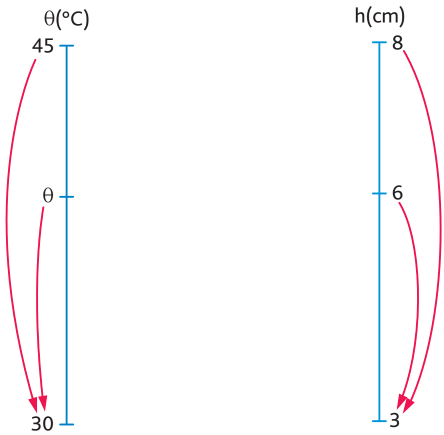
Dinâmica I

01. De acordo com Aristóteles, o estado natural de um corpo é o repouso.
02. O grande passo dado por Galileu foi passar da prática para a situação teórica ideal.
03. Como o corpo se move livremente, da lei da inércia, podemos dizer que ele permanecerá em movimento retilíneo e uniforme.
04. Durante uma colisão, os passageiros são arremessados devido à tendência de manterem seu estado natural de movimento. Para evitar essa situação, que é explicada pela lei da inércia, se faz necessária a utilização do cinto de segurança.

Termometria

01. a) Verdadeiro.
b) Verdadeiro.
c) Verdadeiro.
d) Falso. A menor temperatura já atingida é da ordem de 10^{-7} K, ou seja, aproximadamente $-273^{\circ}C$ (zero absoluto).

02. Do enunciado, podemos relacionar as grandezas como a seguir:



Fazendo a proporção, vem que:

$$\frac{\theta - 30}{45 - 30} = \frac{6 - 3}{8 - 3} \Rightarrow \boxed{\theta = 39^{\circ}C}$$

03. a) Da relação entre as escalas, temos:

$$T = \theta_C + 273 \Rightarrow T = 0 + 273 \Rightarrow \boxed{T = 273\ K}$$

b) De forma análoga ao item *a*, vem que:

$$T = 37 + 273 \Rightarrow \boxed{T = 310\ K}$$

c) $T = 3\,000 + 273 \Rightarrow \boxed{T = 3\,273\ K}$

d) $T = 5\,500 + 273 \Rightarrow \boxed{T = 5\,773\ K}$

04. Da relação entre as escalas, temos:

$$\theta_C = T - 273 = 125 - 273 \Rightarrow \boxed{\theta_C = -148^{\circ}C}$$

05. O zero absoluto, na escala Celsius, é dado por:

$$\left|\begin{matrix} \theta_C = T - 273 \\ T = 0\,K \end{matrix}\right. \Rightarrow \theta_C = 0 - 273 \Rightarrow \boxed{\theta_C = -273^{\circ}C}$$

06. Da relação entre as escalas, temos:

$$\left|\begin{matrix} \dfrac{\theta_C}{5} = \dfrac{\theta_F - 32}{9} \\ \dfrac{T - 273}{5} = \dfrac{\theta_F - 32}{9} \end{matrix}\right. \Rightarrow \left|\begin{matrix} \dfrac{\theta_C}{5} = \dfrac{104 - 32}{9} \\ \dfrac{T - 273}{5} = \dfrac{104 - 32}{9} \end{matrix}\right. \Rightarrow \left|\begin{matrix} \theta_C = 40^{\circ}C \\ T = 313\,K \end{matrix}\right.$$

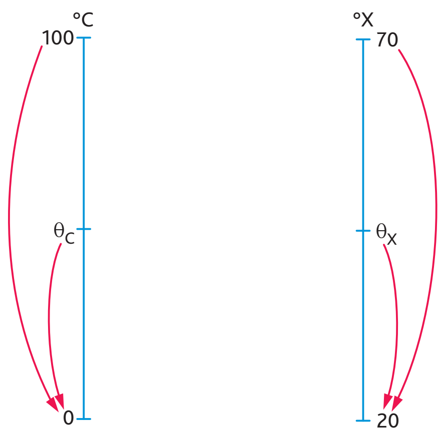
07. Da relação entre as escalas, temos:

$$\frac{\theta_C}{5} = \frac{\theta_F - 32}{9} \Rightarrow \frac{25}{5} = \frac{\theta_F - 32}{9} \Rightarrow \boxed{\theta_F = 77^oF}$$

08. A temperatura na qual as escalas Celsius e Fahrenheit coincidem é dada por:

$$\left| \begin{array}{l} \dfrac{\theta_C}{5} = \dfrac{\theta_F - 32}{9} \\ \theta_C = \theta_F = \theta \end{array} \right. \Rightarrow \frac{\theta}{5} = \frac{\theta - 32}{9} \Rightarrow \boxed{\theta = -40^oC \text{ ou } -40^oF}$$

09. a) Do enunciado, decorre o seguinte esquema:



$$\frac{\theta_C - 0}{100 - 0} = \frac{\theta_X - 20}{70 - 20} \Rightarrow \frac{\theta_C}{100} = \frac{\theta_X - 20}{50} \Rightarrow \boxed{\theta_X = \frac{\theta_C}{2} + 20}$$

b) Substituindo a temperatura do enunciado na relação do item anterior, temos:

$$\theta_X = \frac{30}{2} + 20 \Rightarrow \boxed{\theta_X = 35^oX}$$

10. Do gráfico, podemos montar a seguinte relação:

$$\frac{15 \cdot 10^{-3} - 5 \cdot 10^{-3}}{20 \cdot 10^{-3} - 5 \cdot 10^{-3}} = \frac{\theta - 0}{60 - 0} \Rightarrow \boxed{\theta = 40^oC}$$

11. a) A temperatura de fusão do gelo (0^oC) é equivalente a -10^oX.
b) Relacionando as escalas, temos:

$$\frac{8 - 0}{24 - 0} = \frac{0 - (-10)}{\theta_X - (-10)} \Rightarrow \boxed{\theta_X = 20^oX}$$

Dilatometria

01. A distância entre os traços a 90^oC é dada por:
$L = L_0 \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta\theta) \Rightarrow L = 90{,}000 \cdot [1 + 9{,}0 \cdot 10^{-6} \cdot (90 - (-10))] \Rightarrow$

$$\Rightarrow \boxed{L = 90{,}081 \text{ cm}}$$

02. Da equação da dilatação linear, temos:

$$\begin{vmatrix} \Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta\theta \\ \Delta L = \dfrac{0,1}{100} \cdot L_0 \end{vmatrix} \Rightarrow \frac{0,1}{100} \cdot \cancel{L_0} = \cancel{L_0} \cdot 25 \cdot 10^{-6} \cdot \Delta\theta \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{\Delta\theta = 40^oC}$$

03. a) A máxima variação do comprimento da viga é dada por:

$$\Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta\theta \Rightarrow \Delta L = 20 \cdot 14 \cdot 10^{-6} \cdot (35 - 0) \Rightarrow \boxed{\Delta L = 9,8 \text{ mm}}$$

b) O comprimento máximo é dado por:

$$\Delta L = L - L_0 \Rightarrow 9,8 \cdot 10^{-3} = L - 20 \Rightarrow \boxed{L = 20,0098 \text{ m}}$$

04. Da equação da dilatação linear, temos:

$$\Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta\theta \Rightarrow 50,3 - 50,0 = 50,0 \cdot 24 \cdot 10^{-6} \cdot (\theta - 20) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{\theta = 270^oC}$$

05. a) A variação do comprimento do piso entre 5^oC e 55^oC é dada por:

$$\Delta L = L - L_0 \Rightarrow \Delta L = 402 - 400 \Rightarrow \boxed{\Delta L = 2,0 \text{ mm}}$$

b) Da equação da dilatação linear, temos:

$$\Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta\theta \Rightarrow 2,0 = 400 \cdot \alpha \cdot (55 - 5) \Rightarrow \boxed{\alpha = 1,0 \cdot 10^{-4}\ {}^oC^{-1}}$$

06. a) Da equação da dilatação superficial, temos:

$$\Delta A = A_0 \cdot 2 \cdot \alpha \cdot \Delta\theta \Rightarrow \Delta A = 5,00 \cdot 2,00 \cdot 2 \cdot 12,0 \cdot 10^{-6} \cdot (60,0 - 0,00) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{\Delta A = 0,0144 \text{ m}^2}$$

b) A área final é dada por:

$$\Delta A = A - A_0 \Rightarrow 0,0144 = A - 5,00 \cdot 2,00 \Rightarrow \boxed{A = 10,0144 \text{ m}^2}$$

07. a) O raio do disco a 220^oC é dado por:

$$r = r_0 \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta\theta) \Rightarrow r = 50,0 \cdot [1 + 3,00 \cdot 10^{-5} \cdot (220 - 20,0)] \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{r = 50,3 \text{ cm}}$$

b) A área do disco a 20^oC é dada por:

$$A_0 = \pi \cdot r_0^2 = 3 \cdot 50^2 \Rightarrow \boxed{A_0 \cong 7,50 \cdot 10^3 \text{ cm}^2}$$

c) Da equação da dilatação superficial do disco, temos:

$$\Delta A = A_0 \cdot 2 \cdot \alpha \cdot \Delta\theta \Rightarrow \Delta A = 7,5 \cdot 10^3 \cdot 2 \cdot 3,00 \cdot 10^{-5} \cdot (220 - 20,0) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{\Delta A = 90,0 \text{ cm}^2}$$

d) Como a área do disco a 20,0°C é de 7 500 cm^2, à temperatura de 220°C sua área é dada por:

$$\Delta A = A - A_0 \Rightarrow 90{,}0 = A - 7\,500 \Rightarrow \boxed{A = 7{,}59 \cdot 10^3\ cm^2}$$

08. Para que haja uma folga entre as duas partes, o raio da parte externa deve dilatar mais que o núcleo. Assim, temos:

$$\left|\begin{array}{l} r_{bronze} = r_{aço} + 0{,}010 \\ r = r_0 \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta\theta) \end{array}\right. \Rightarrow$$

$$\Rightarrow r_0 \cdot (1 + \alpha_{bronze} \cdot \Delta\theta) = r_0 \cdot (1 + \alpha_{aço} \cdot \Delta\theta) + 0{,}010 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 10 \cdot [1 + 20 \cdot 10^{-6}\,(\theta - 5)] = 10 \cdot [1 + 18 \cdot 10^{-6} \cdot (\theta - 5)] + 0{,}010 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{\theta = 505^{o}C}$$

09. O volume adicional é dado por:

$$\Delta V = V_0 \cdot \gamma \cdot \Delta\theta = 5\,000 \cdot 1{,}0 \cdot 10^{-3} \cdot (30 - 10) \Rightarrow \boxed{\Delta V = 1{,}0 \cdot 10^2\ L}$$

10. a) Quando o líquido começa a transbordar, temos:

$$\Delta V_{líquido} = \Delta V_{recipiente} + 20\ cm^3 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow (V_0 \cdot \gamma \cdot \Delta\theta)_{líquido} = (V_0 \cdot \gamma \cdot \Delta\theta)_{recipiente} + 20 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 980 \cdot 1 \cdot 10^{-3} \cdot (\theta - 0) = 1\,000 \cdot 2 \cdot 10^{-5} \cdot (\theta - 0) + 20 \Rightarrow \boxed{\theta = 20{,}8^{o}C}$$

b) A quantidade de líquido que transborda é dada por:

$$\Delta V = V_{líquido} - V_{recipiente} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta V = [V_0 \cdot (1 + \gamma \cdot \Delta\theta)]_{líquido} - [V_0 \cdot (1 + \gamma \cdot \Delta\theta)]_{recipiente} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta V = 980 \cdot [1 + 1{,}0 \cdot 10^{-3}\,(50 - 0)] - 1\,000 \cdot [1 + 2{,}0 \cdot 10^{-5} \cdot (50 - 0)] \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{\Delta V = 28\ cm^3}$$

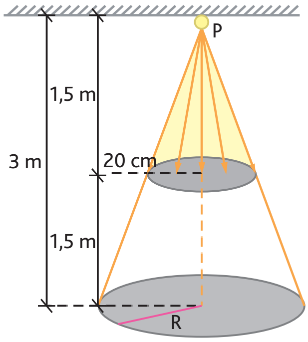
Óptica Geométrica I

01. a) Falsa. A luz se propaga em linha reta em meios transparentes, homogêneos e isotrópicos.
b) Verdadeira.
c) Falsa. Devido à independência dos raios, as luzes observadas sobre o palco serão de cores amarela e azul.
d) Verdadeira.

02. Da semelhança entre os triângulos formados na produção das sombras, temos:

$$\frac{2{,}0}{0{,}60} = \frac{h}{15} \Rightarrow \boxed{h = 50\ m}$$

03. Como o disco está a meia altura, temos:



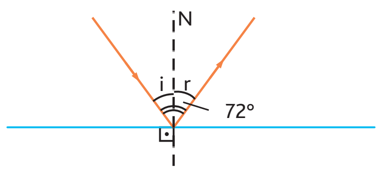
Da semelhança entre os triângulos, vem que:

$$\frac{20\text{ cm}}{1{,}5\text{ m}} = \frac{R}{3{,}0\text{ m}} \Rightarrow \boxed{R = 40\text{ cm}}$$

04. O comprimento da imagem é dado por:

$$\frac{18\text{ cm}}{2\text{ m}} = \frac{A'B'}{0{,}30\text{ m}} \Rightarrow \boxed{A'B' = 2{,}7\text{ cm}}$$

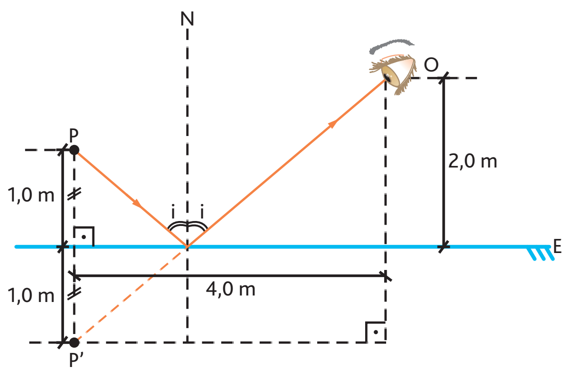
05. Podemos representar a situação descrita como no esquema a seguir:



Assim, da segunda lei da reflexão, temos:

$$\begin{cases} i + r = 72^o \\ i = r \end{cases} \Rightarrow 2 \cdot i = 72^o \Rightarrow \boxed{i = 36^o}$$

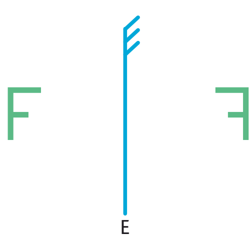
06. Construindo a imagem do objeto P, temos o seguinte esquema:



07. Do triângulo retângulo maior formado na figura, temos:

$$d^2 = 3{,}0^2 + 4{,}0^2 \Rightarrow \boxed{d = 5{,}0\text{ m}}$$

08. A imagem gerada pelo espelho é dada a seguir:



a) Falsa. A imagem é enantiomorfa.
b) Verdadeira.
c) Verdadeira.

09. a) Como demonstrado no exercício resolvido 4, a menor altura do espelho (D) para que o observador possa se ver de corpo inteiro é dada por:

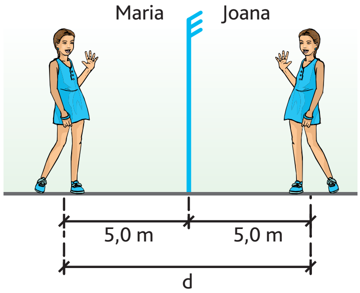
$$D = \frac{H}{2} = \frac{1{,}60}{2} \Rightarrow \boxed{D = 0{,}80\ \text{m}}$$

b) A distância que a borda inferior (x) está do solo é dada por:

$$x = \frac{h}{2} = \frac{1{,}50}{2} \Rightarrow \boxed{x = 0{,}75\ \text{m}}$$

c) Não, essas medidas independem da distância do observador ao espelho.

10. c Como a imagem conjugada por um espelho plano, em relação ao espelho, se forma à mesma distância que o objeto, temos o seguinte esquema:

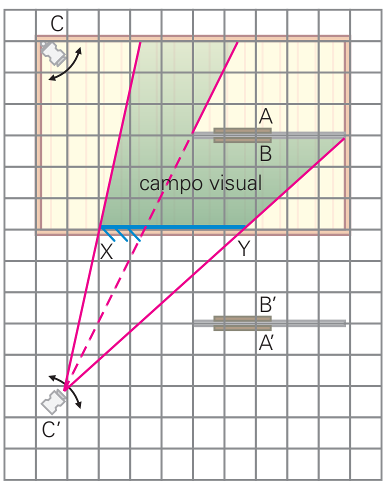


$$d = 5 + 5 \Rightarrow \boxed{d = 10\ \text{m}}$$

11. a) Diretamente, apenas o quadro A pode ser vigiado.

b) Por se encontrar atrás da parede, o quadro B está fora do campo visual da câmera e, portanto, não pode ser monitorado.

c) O esquema está representado a seguir:



12. Devido ao fato de imagens nos espelhos serem enantiomorfas, a inscrição no caminhão que gera a imagem da palavra FÍSICA é dada por:

13. Da definição de índice de refração absoluto, temos:

$$n = \frac{c}{v} \Rightarrow \frac{\cancel{3}}{2} = \frac{\cancel{3} \cdot 10^8}{v} \Rightarrow \boxed{v = 2 \cdot 10^8\ \text{m/s}}$$

14. O índice de refração da água é dado por:

$$\left| \begin{array}{l} n = \dfrac{c}{v} \\ v = 0{,}75 \cdot c \end{array} \right. \Rightarrow n = \dfrac{\cancel{c}}{0{,}75\,\cancel{c}} \Rightarrow \boxed{n = \dfrac{4}{3}}$$

15. Da definição de índice de refração absoluto, temos:

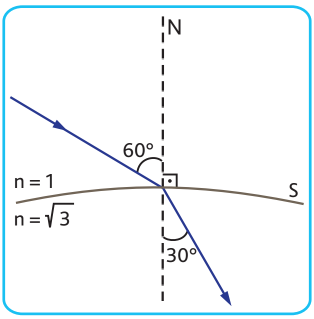
$$\left| \begin{array}{l} n = \dfrac{c}{v} \\ v = \dfrac{2}{3} \cdot c \end{array} \right. \Rightarrow n = \dfrac{\cancel{c}}{\dfrac{2}{3} \cdot \cancel{c}} \Rightarrow \boxed{n = 1{,}5}$$

16. a) Da Lei de Snell-Descartes, temos:

$$n_1 \cdot \text{sen } i = n_2 \cdot \text{sen } r \Rightarrow 1 \cdot \text{sen } 60^{\circ} = \sqrt{3} \cdot \text{sen } r \Rightarrow$$

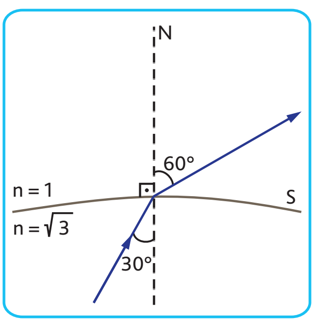
$$\Rightarrow 1 \cdot \dfrac{\cancel{\sqrt{3}}}{2} = \cancel{\sqrt{3}} \cdot \text{sen } r \Rightarrow \text{sen } r = \dfrac{1}{2} \Rightarrow r = 30^{\circ}$$

Assim, o raio refratado é dado por:

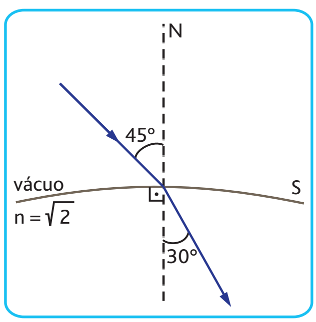


De forma análoga ao item *a*, para os demais itens, temos:

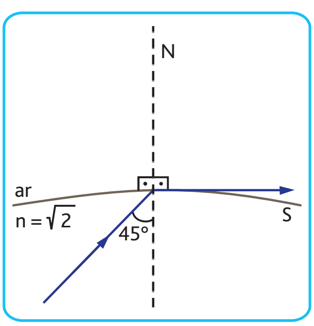
b)



c)



d)



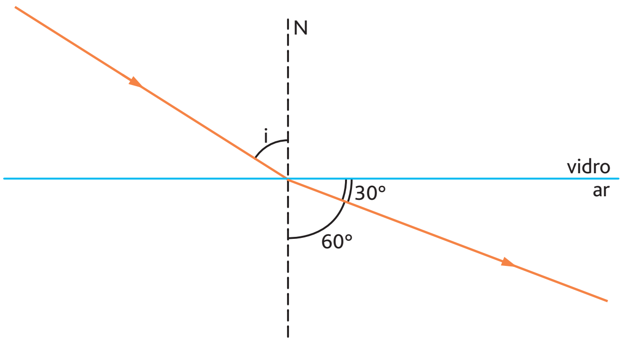
17. Da Lei de Snell-Descartes, temos:

$$\left|\begin{array}{l} n_{vermelha} \cdot \text{sen}\,30^{o} = n_{ar} \cdot \text{sen}\,r_{vermelha} \\ n_{violeta} \cdot \text{sen}\,30^{o} = n_{ar} \cdot \text{sen}\,r_{violeta} \end{array}\right. \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \left|\begin{array}{l} \sqrt{2} \cdot 0,5 = 1 \cdot \text{sen}\,r_{vermelha} \\ \sqrt{3} \cdot 0,5 = 1 \cdot \text{sen}\,r_{violeta} \end{array}\right. \Rightarrow \left|\begin{array}{l} r_{vermelha} = 45^{o} \\ r_{violeta} = 60^{o} \end{array}\right.$$

Assim, o ângulo formado entre si para os dois raios refratados é de 15^{o}.

18. Podemos representar a situação descrita como no esquema a seguir:



Da Lei de Snell-Descartes, temos:

$$n_{vidro} \cdot \text{sen i} = n_{ar} \cdot \text{sen}\,60^{o} \Rightarrow \cancel{\sqrt{3}} \cdot \text{sen i} = 1 \cdot \frac{\cancel{\sqrt{3}}}{2} \Rightarrow \text{sen i} = \frac{1}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{i = 30^{o}}$$