CADERNO 3 – SEMIEXTENSIVO DE

FRENTE 1 – MECÂNICA

■ Módulo 9 – Componentes da Resultante

1) No trecho que contém o ponto P, o movimento do automóvel é circular uniforme e a força resultante é centrípeta (dirigida de P para M).
Resposta: D

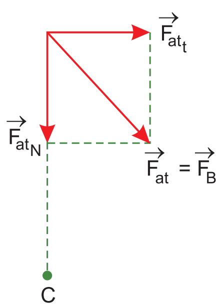
2) No trecho retilíneo (MRU), a força resultante é nula. Nos trechos circulares, a força resultante é centrípeta.

$$F_{cp} = \frac{mV^2}{R}$$

Sendo $R_2 > R_1 = R_3 > R_4 = R_5$, temos:

$$F_2 < F_1 = F_3 < F_4 = F_5$$

Resposta: D

3) 

A força total de atrito terá uma componente tangencial que vai equilibrar a força de resistência do ar, pois o movimento é uniforme e a resultante tangencial é nula.

A força total de atrito terá uma componente normal que fará o papel de resultante centrípeta.

Resposta: B

4) a) A força aplicada pelo fio faz o papel de resultante centrípeta.

$$T = F_{cp} = \frac{mV^2}{R}$$

$$T_{máx} = \frac{m\,V^2_{máx}}{R}$$

$$50 = \frac{0{,}5\,V^2_{máx}}{1{,}0}$$

$$V^2_{máx} = 100$$

$$\boxed{V_{máx} = 10\text{m/s}}$$

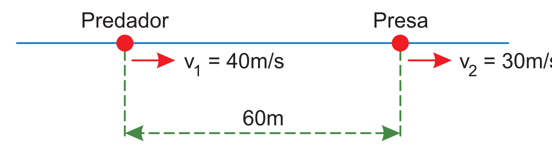
b) $$T_{máx} = \frac{m\,V^2_{máx}}{R}$$

$$50 = \frac{0{,}5\,(20)^2}{L_{mín}}$$

$$\boxed{L_{mín} = 4{,}0\text{m}}$$

Respostas: a) $V_{máx} = 10$m/s
b) $L_{mín} = 4{,}0$m

5) a)



$$V_{rel} = \frac{\Delta s_{rel}}{\Delta t} \Rightarrow 40 - 30 = \frac{60}{\Delta t}$$

$$\boxed{\Delta t = 6{,}0\text{s}}$$

b) Sendo o movimento circular e uniforme, a força resultante é centrípeta:

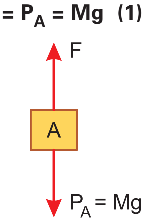
$$F_{cp} = \frac{mV^2}{R}$$

$$F_{1(predador)} = \frac{150\ .\ (40)^2}{5{,}0}\ \text{(N)} = 4{,}8\ .\ 10^4\text{N}$$

$$F_{2(presa)} = \frac{60\ .\ (30)^2}{5{,}0}\ \text{(N)} = 1{,}08\ .\ 10^4\text{N}$$

Respostas: a) 6,0s
b) Predador: $4{,}8\ .\ 10^4$N ou 48kN
Presa: $1{,}08\ .\ 10^4$N ou 10,8kN

6) 1) No bloco A:
$F = P_A = Mg$ (1)

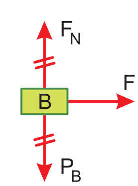


2) No bloco B:

$$F = F_{CP_B} = m\omega^2 R$$

$$F = m\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 R$$

$$F = \frac{4\pi^2}{T^2}\,mR \quad (2)$$



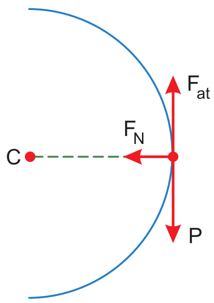
3) Comparando-se (1) e (2), obtém-se:

$$Mg = \frac{4\pi^2}{T^2}\ .\ m\,R$$

$$\boxed{\frac{M}{m} = \frac{4\pi^2 R}{gT^2}}$$

Resposta: A

7)



1) $F_{at} = P = mg$

2) $F_N = F_{cp} = \dfrac{mV^2}{R}$

3) $F_{at} = \mu_d \, F_N$

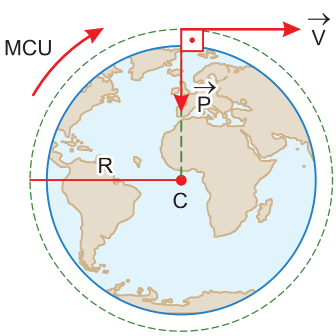
$mg = \mu_d \dfrac{mV^2}{R}$

$\mu_d = \dfrac{g\,R}{V^2} = \dfrac{10 \,.\, 1{,}8}{36}$

$\boxed{\mu_d = 0{,}50}$

Resposta: E

8)



Supondo-se desprezível a influência do ar, a força gravitacional ($\vec{P}$) desempenha o papel de resultante centrípeta no movimento circular e uniforme do míssil.

$F_{cp} = P \Rightarrow \dfrac{mV^2}{R} = mg$

$V = \sqrt{gR}$

Sendo $g = 10m/s^2$ e $R = 6{,}4 \,.\, 10^6m$, calculemos V:

$V = \sqrt{10 \,.\, 6{,}4 \,.\, 10^6}\ (m/s) \Rightarrow \boxed{V = 8{,}0 \,.\, 10^3 \dfrac{m}{s} = 8{,}0 \dfrac{km}{s}}$

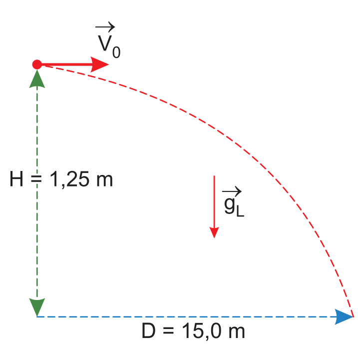
b) $V = \dfrac{2\pi R}{T} \Rightarrow T = \dfrac{2\pi R}{V}$

$T = \dfrac{2 \,.\, 3 \,.\, 6{,}4 \,.\, 10^6}{8{,}0 \,.\, 10^3}\ (s) \Rightarrow T = 4800s$

$\boxed{T = 80min}$

Respostas: a) 8,0km/s
b) 80min

9) a)



1) Cálculo do tempo de queda:

$\Delta s_y = V_{0_y}\, t + \dfrac{\gamma_y}{2}\, t^2 \quad (+)$

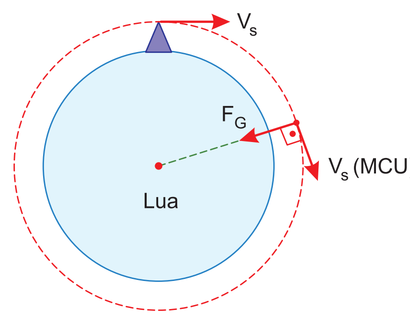
$1{,}25 = 0 + \dfrac{1{,}6}{2}\, T^2 \Rightarrow T^2 = \dfrac{2{,}5}{1{,}6} = \dfrac{25}{16}$

$\boxed{T = 1{,}25s}$

2) Cálculo de V_0:

$V_0 = \dfrac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow V_0 = \dfrac{15{,}0}{1{,}25}\ m/s \Rightarrow \boxed{V_0 = 12{,}0m/s}$

b)



$F_G = F_{cp}$

$m\,g = \dfrac{m\,V_S^2}{R}$

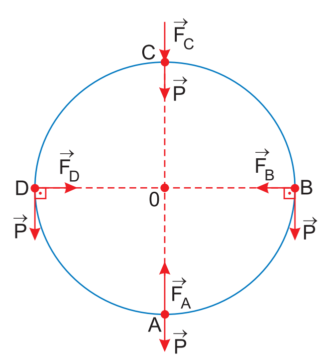
$V_S = \sqrt{g\,R}$

$V_S = \sqrt{1{,}6 \,.\, 1{,}6 \,.\, 10^6}\ (m/s)$

$\boxed{V_S = 1{,}6 \,.\, 10^3 m/s = 1{,}6km/s}$

Respostas: a) 12,0m/s
b) 1,6km/s

10) a)



$\vec{F}$: força aplicada pelo apoio

$\vec{P}$: peso do conjunto

b) A velocidade no ponto C será a mínima possível quando a força de contato com a gaiola se anular e, nesse caso, o peso fará o papel de resultante centrípeta.

$F_C = 0 \Rightarrow P = F_{cp_C}$

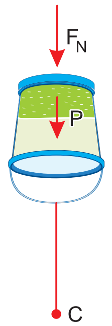
$m\,g = \dfrac{mV_C^2}{R}$

$V_C = \sqrt{gR} = \sqrt{10 \,.\, 3{,}6}\ (m/s)$

$\boxed{V_C = 6{,}0m/s}$

Respostas: a) Ver figura
b) 6,0m/s

11)



$F_N + P = F_{cp}$

$F_N + m\,g = \dfrac{m\,V^2}{R}$

Quando V diminui, então F_N também diminui.

Quando $F_N = 0$, a velocidade V será a mínima possível:

$mg = \dfrac{m\,V^2_{mín}}{R}$

$V_{mín} = \sqrt{g\,R}$

$V_{mín} = \sqrt{10\ .\ 2{,}5}$ (m/s)

$\boxed{V_{mín} = 5{,}0m/s}$

Resposta: B

12)

$T_A - P = F_{cp}$

$T_A = mg + \dfrac{m\,V^2}{R}$

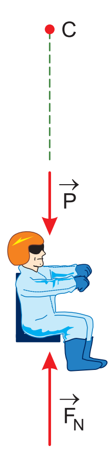
$T_A = m\left(g + \dfrac{V^2}{R}\right)$

$T_A = 1{,}0\left(10{,}0 + \dfrac{16{,}0}{1{,}0}\right)N$

$\boxed{T_A = 26{,}0N}$

Resposta: D

13)



No ponto mais baixo da trajetória, a resultante entre a força normal do apoio $\vec{F}_N$ e o peso $\vec{P}$ faz o papel de resultante centrípeta.

$F_N - P = F_{cp}$

$F_N = mg + \dfrac{mV^2}{R}$

$F_N = m\left(g + \dfrac{V^2}{R}\right)$

Dados: m = 70kg
g = 10m/s²

$V = 144\,\dfrac{km}{h} = \dfrac{144}{3{,}6}$ (m/s) = 40m/s

R = 40m

$F_N = 70\left(10 + \dfrac{1600}{40}\right)$(N)

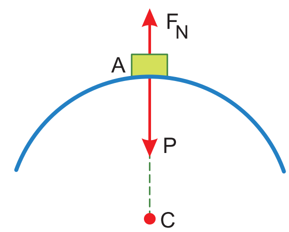
$\boxed{F_N = 3{,}5 .\ 10^3N}$

Resposta: C

14) a) $\boxed{F_{cp} = \dfrac{mV^2}{R}}$

$F_{cp} = \dfrac{3{,}0\ .\ 16{,}0}{2{,}0}$ (N) $\Rightarrow$ $\boxed{F_{cp} = 24{,}0N}$

b)



$P - F_N = F_{cp}$

$F_N = P - F_{cp}$

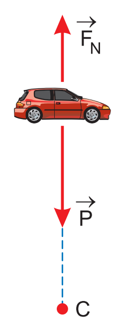
$F_N = (30{,}0 - 24{,}0)$ (N)

$\boxed{F_N = 6{,}0N}$

A força normal que o carrinho troca com o apoio corresponde ao seu peso aparente.

Respostas: a) 24,0N
b) 6,0N

15)



$P - F_N = F_{cp}$

$F_N = P - F_{cp}$

$F_N = mg - \dfrac{mV^2}{R}$

$F_N = m\left(g - \dfrac{V^2}{R}\right)$

$F_N = 2{,}0\ .\ 10^3\left(10 - \dfrac{400}{100}\right)$(N)

$\boxed{F_N = 1{,}2 .\ 10^4N}$

$P = 2{,}0\ .\ 10^4N$

$\dfrac{F_N}{P} = 0{,}60 \Rightarrow F_N = 0{,}60P$

$\boxed{F_N = 60\%P}$

Resposta: C

■ Módulo 10 – Trabalho e Potência

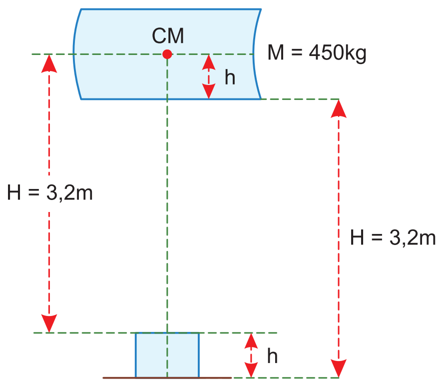
1) $\tau_F = \tau_{F_x} = F_x\ .\ d$
A componente F_y não realiza trabalho porque é perpendicular ao deslocamento.
$\tau_F = 15\ .\ 2{,}0$ (J)

$\boxed{\tau_F = 30J}$

Resposta: D

2) A força de atrito é uma força dissipativa que transforma energia mecânica em térmica.
A força aplicada pela mola é uma força conservativa que transforma energia potencial elástica em energia cinética ou vice-versa.
Resposta: A

3)



a) A distância percorrida pela base do tubo até atingir a cabeça do executivo corresponde à altura H = 3,2m.
Usando-se a Equação de Torricelli:

$V^2 = V_0^2 + 2\gamma\Delta s$

$V_f^2 = 0 + 2 \,.\, 10 \,.\, 3{,}2$

$\boxed{V_f = 8{,}0\text{m/s}}$

b) O trabalho do peso é dado por:

$\tau_P = -\, m\, g\, H$

$\tau_P = -\, 450 \,.\, 10 \,.\, 5{,}5 \text{ (J)}$

$\boxed{\tau_P = -\, 24750 \text{ J}}$

Respondendo com notação científica e com dois algarismos significativos, temos:

$\boxed{\tau_P = -\, 2{,}5 \,.\, 10^4 \text{ J}}$

Respostas: a) 8,0m/s
b) $-2{,}5 \,.\, 10^4$J (aproximadamente)

4) A força de tração aplicada pelo fio faz o papel de resultante centrípeta e, por ser normal à trajetória, não realiza trabalho.
Resposta: A

5) a) 1) A distância percorrida, em relação à esteira, é dada por:

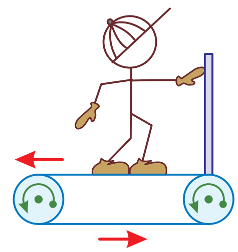
$d = V \,.\, \Delta t$

$d = \dfrac{7{,}2}{3{,}6} \,.\, 40 \,.\, 60 \text{ (m)}$

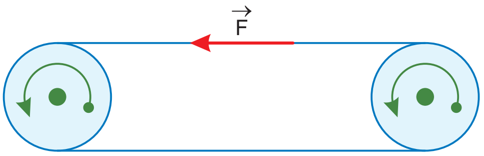
$\boxed{d = 4{,}8 \,.\, 10^3\text{m} = 4{,}8\text{km}}$

2) O deslocamento vetorial do jovem, em relação ao solo terrestre, é nulo.

b)



1) A força que movimenta a esteira é a força de atrito que o jovem aplica com seus pés:



2) A energia consumida para movimentar a esteira é dada por:

$E = 300\text{kcal} = 300 \,.\, 10^3 \,.\, 4{,}0\text{J}$

$\boxed{E = 1{,}2 \,.\, 10^6\text{J}}$

Esta energia pode ser medida pelo trabalho realizado pelo jovem, que é equivalente a:

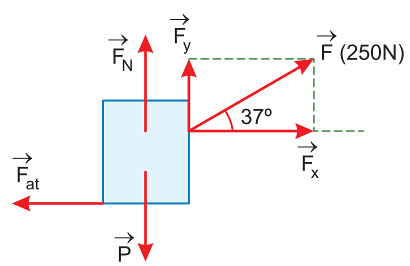
$\tau = F \,.\, d$

$1{,}2 \,.\, 10^6 = F \,.\, 4{,}8 \,.\, 10^3$

$\boxed{F = 2{,}5 \,.\, 10^2\text{N}}$

Respostas: a) 4,8km e zero
b) esquema e $2{,}5 \,.\, 10^2$N

6)



1) Na direção vertical, temos:

$F_N + F_y = P$

$F_N + F \text{ sen } 37° = mg$

$F_N + 250 \,.\, 0{,}60 = 1000 \Rightarrow \boxed{F_N = 850 \text{ N}}$

2) O trabalho do atrito é dado por:

$\tau_{at} = F_{at} \,.\, d \,.\, \cos 180°$

$\tau_{at} = \mu_d\, F_N \,.\, d\, (-\,1)$

$\tau_{at} = -\, 0{,}50 \,.\, 850 \,.\, 10 \text{ (J)}$

$\boxed{\tau_{at} = -\, 4250 \text{ J}}$

Resposta: E

7) TEC: $\tau_{at} = \Delta E_{cin}$

$$\mu mg\,\Delta s \cos 180° = 0 - \frac{m\,V_0^2}{2}$$

$$\boxed{\Delta s = \frac{V_0^2}{2\mu g}}$$

$$\Delta s = \frac{(20{,}0)^2}{2\,.\,0{,}2\,.\,10}\ \text{(m)} = 100\text{m}$$

Resposta: D

8) TEC: $\tau_{at} = \Delta E_{cin}$

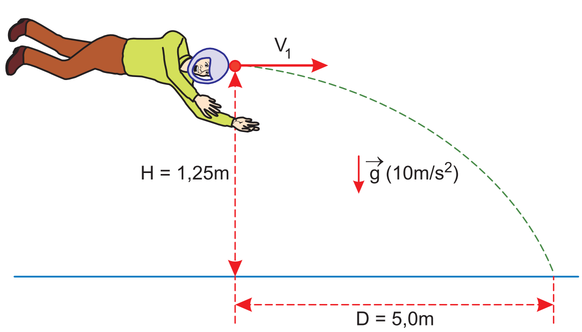
$$\mu_C\, m\, g\, d \cos 180° = \frac{m}{2}\left[\left(\frac{V}{2}\right)^2 - V^2\right]$$

$$\mu_C\, d\, g\,(-1) = \frac{1}{2}\left(\frac{V^2}{4} - V^2\right) = \frac{1}{2}\left(-\frac{3V^2}{4}\right)$$

$$\boxed{\mu_C = \frac{3V^2}{8gd}}$$

Resposta: A

9)



a) 1) Cálculo do tempo de queda:

$$\Delta s_y = V_{0y}t + \frac{\gamma_y}{2}t^2 \text{ (MUV)} \quad \oplus$$

$$1{,}25 = 0 + \frac{10}{2}\,t_Q^2$$

$$t_Q^2 = 0{,}25 \Rightarrow \boxed{t_Q = 0{,}50\text{s}}$$

2) Cálculo da velocidade horizontal V_1:

$$\Delta s_x = V_1\, t$$

$$5{,}0 = V_1\,.\,0{,}50 \Rightarrow \boxed{V_1 = 10\text{m/s}}$$

b) A força de atrito é a força resultante utilizada na freada do carro.

Aplicando-se o teorema da energia cinética:

$\tau_{at} = \Delta E_{cin}$

$$\mu\, m\, g\, d \cos 180° = \frac{mV_f^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2}$$

$$0{,}7\,.\,10\,.\,12{,}5\,(-1) = \frac{(15)^2}{2} - \frac{V_0^2}{2}$$

$$-87{,}5 = 112{,}5 - \frac{V_0^2}{2}$$

$$\frac{V_0^2}{2} = 200$$

$$V_0^2 = 400 \Rightarrow \boxed{V_0 = 20\text{m/s}}$$

Respostas: a) 10m/s
b) 20m/s ou 72km/h

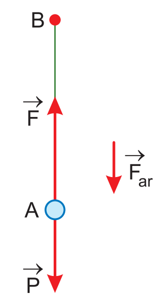
10) a) $\tau_F = |\vec{F}|\,|\vec{d}| \cos 0°$

$$\tau_F = 30\,.\,3{,}0\,.\,1\ \text{(J)} \Rightarrow \boxed{\tau_F = 90\ \text{J}}$$

b) 1) $\tau_P = -mgH$

$$\tau_P = -1{,}0\,.\,10\,.\,3{,}0\ \text{(J)} \Rightarrow \boxed{\tau_P = -30\ \text{J}}$$

2) TEC: $\tau_{total} = \Delta E_{cin}$



$$\tau_F + \tau_P + \tau_{ar} = \Delta E_{cin}$$

$$90 - 30 + \tau_{ar} = 40$$

$$\tau_{ar} = (40 - 60)\ \text{(J)}$$

$$\boxed{\tau_{ar} = -20\text{J}}$$

Respostas: a) 90J
b) –20J

11) TEC: $\tau_{at} + \tau_P = \Delta E_{cin}$

$$-\mu mgd + mgH = 0$$

$$d = \frac{H}{\mu} = \frac{1{,}0\text{m}}{0{,}2} = 5{,}0\text{m}$$

O menino percorre 5,0m na região de atrito:

2,0m de B para C

2,0m de C para B

1,0m de B para M (ponto médio entre B e C)

Resposta: A

12) a) De A para B: $\boxed{\tau_P = \Delta E_{cin}}$

$$mg\,H = \frac{mv_B^2}{2} - \frac{mv_A^2}{2} \Rightarrow \boxed{v_B = \sqrt{2g\,H}}$$

b) De A para C: $\boxed{\tau_P + \tau_{at} = \Delta E_{cin}}$

$$mgH + \mu mg\,D \cos 180° = 0$$

$$H = \mu D \Rightarrow \boxed{\mu = \frac{H}{D}}$$

Respostas: a) $\sqrt{2g\,H}$ b) $\mu = \dfrac{H}{D}$

13) 1) τ_F = área (Fxd) = $(10{,}0 + 5{,}0)\ \dfrac{10{,}0}{2}$ (J) = 75,0J

2) $\tau_P = -mgH = -0{,}50 \cdot 10 \cdot 10{,}0$ (J) = – 50,0J

3) TEC: $\tau_{total} = \Delta E_{cin}$

$$\tau_F + \tau_P = \frac{m\,V^2}{2} - \frac{m\,V_0^2}{2}$$

$$75{,}0 - 50{,}0 = \frac{0{,}50V^2}{2} - 0$$

$$V^2 = 100 \Rightarrow \boxed{V = 10{,}0\text{m/s}}$$

Resposta: C

14) a) A intensidade da força de atrito é dada por:

$F_{at} = \mu\, F_N$

$F_{at} = 0{,}50 \cdot 100\ (N) \Rightarrow \boxed{F_{at} = 50N}$

b) 1) O trabalho do atrito é dado por:

$\tau_{at} = |\vec{F}_{at}|\,|\vec{d}|\cos 180°$

$\tau_{at} = 50 \cdot 2{,}0 \cdot (-1)$ (J)

$\boxed{\tau_{at} = -100J}$

2) O trabalho da força $\vec{F}$ é medido pela área sob o gráfico (F x d):

$$\tau_F = \frac{(150 + 75)\ 2{,}0}{2}\ (J)$$

$\boxed{\tau_F = 225J}$

3) O trabalho total é dado por:

$\tau_{total} = \tau_F + \tau_{at}$

$\boxed{\tau_{total} = 125J}$

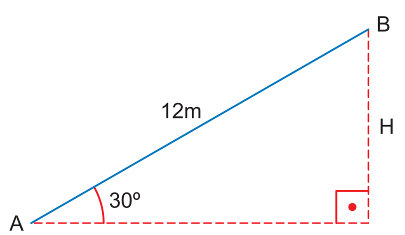
c) O módulo da velocidade (V) é calculado pelo teorema da energia cinética:

$$\boxed{\tau_{total} = \frac{mV^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2}}$$

$$125 = \frac{10}{2}V^2 \Rightarrow \boxed{V = 5{,}0\text{m/s}}$$

Respostas: a) 50N
b) 125J
c) 5,0m/s

15)



1) Conforme a figura: sen 30° = $\dfrac{H}{AB}$

$$\frac{1}{2} = \frac{H}{12} \Rightarrow \boxed{H = 6{,}0m}$$

2) TEC: $\boxed{\tau_{total} = \Delta E_{cin}}$

$\tau_{motor} + \tau_p = 0$ (MU)

$\tau_{motor} - mgH = 0$

$\tau_{motor} = mgH = 15 \cdot 200 \cdot 6{,}0$ (J)

$\boxed{\tau_{motor} = 18 \cdot 10^3J}$

3) $\boxed{Pot_m = \dfrac{\tau_{motor}}{\Delta t}}$

$$Pot_m = \frac{18 \cdot 10^3J}{60s} \Rightarrow \boxed{Pot_m = 3{,}0 \cdot 10^2W}$$

Resposta: C

16) a) A senhora aplica sobre a escada uma força vertical para baixo de intensidade igual à de seu peso e que sofre um deslocamento vertical H = 7,0m.

Portanto: $\tau = P_S \cdot H$

$\tau = 60 \cdot 10 \cdot 7{,}0$ (J) $\Rightarrow \boxed{\tau = 4{,}2 \cdot 10^3J}$

A potência cedida à escada é dada por:

$$Pot = \frac{\tau}{\Delta t} = \frac{4{,}2 \cdot 10^3J}{30s} \Rightarrow \boxed{Pot = 1{,}4 \cdot 10^2W}$$

b) 1) O número de degraus da escada é dado por:

H = n h

$7{,}0 = n \cdot 0{,}2 \Rightarrow \boxed{n = 35}$

2) Para que os tempos gastos pelo homem e pela mulher sejam iguais, devemos ter:

$V_{R(homem)} = V_{R(mulher)}$

A velocidade resultante do homem é dada por:

$V_{R(H)} = V_H - V_E$

A velocidade resultante da mulher é dada por:

$V_{R(M)} = V_E$

Portanto: $V_H - V_E = V_E \Rightarrow \boxed{V_H = 2V_E}$

Sendo *e* a extensão do degrau, temos:

$$\frac{n'e}{\Delta t} = 2\,\frac{n\,e}{\Delta t}$$

Portanto: $\boxed{n' = 2n = 70}$

c) Para um referencial fixo na escada, o homem tem velocidade escalar constante 2V e sobe uma altura 2H, em que H é a altura da escada em relação ao solo.
Aplicando-se o teorema da energia cinética, obtém-se:

$\tau_{interno} + \tau_{Peso} = \Delta E_{cin}$

$\tau_{interno} - 2mgH = 0 \Rightarrow \boxed{\tau_{interno} = 2mgH}$

$\tau_{interno} = 2 \,.\, 80 \,.\, 10 \,.\, 7{,}0$ (J)

$\boxed{\tau_{interno} = 1{,}12 \,.\, 10^4 \text{ J} = 11{,}2 \text{ kJ}}$

Respostas: a) $1{,}4 \,.\, 10^2$ W
b) 70
c) 11,2kJ

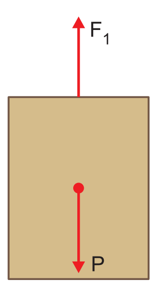
17) 1) $\tau_{motor} = \Delta E_{cin} = \dfrac{mV_f^2}{2} - \dfrac{mV_0^2}{2}$

$\tau_{motor} = \dfrac{1{,}0 \,.\, 10^3 \,.\, 900}{2}$ (J) $= 450 \,.\, 10^3$J

2) $Pot_{motor} = \dfrac{\tau_{motor}}{\Delta t} - \dfrac{450 \,.\, 10^3\text{J}}{10\text{s}} = 45 \,.\, 10^3\text{W} = 45\text{kW}$

Resposta: A

18) a) Quando o elevador se movimenta com velocidade constante, a força resultante sobre ele é nula e a força aplicada pelo cabo equilibra o peso do elevador.

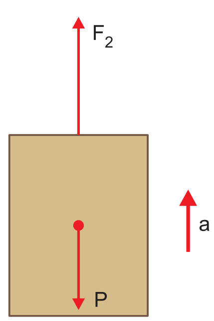


$F_1 = P = Mg$

$F_1 = 5{,}0 \,.\, 10^3 \,.\, 10$ (N)

$\boxed{F_1 = 5{,}0 \,.\, 10^4\text{N}}$

b) Aplicando-se a 2ª Lei de Newton para o instante considerado, temos:



$F_2 - Mg = Ma$

$F_2 = M\,(a + g)$

$F_2 = 5{,}0 \,.\, 10^3 \,.\, 15$ (N)

$F_2 = 75 \,.\, 10^3$N

$\boxed{F_2 = 7{,}5 \,.\, 10^4\text{N}}$

c) No instante T, em que $a = 5{,}0\text{m/s}^2$, temos

$\boxed{F_2 = 7{,}5 \,.\, 10^4\text{N}}$

$Pot = F_2V_2$ (constante)

$150 \,.\, 10^3 = 75 \,.\, 10^3 V_2 \Rightarrow \boxed{V_2 = 2{,}0\text{m/s}}$

d) Como a potência é constante, a velocidade máxima V_L ocorre quando a respectiva força aplicada pelo cabo é mínima; isto ocorre quando $F = P = 5{,}0 \,.\, 10^4$N.

$Pot = F_{mín}\, V_L =$ constante

$150 \,.\, 10^3 = 50 \,.\, 10^3\, V_L \Rightarrow \boxed{V_L = 3{,}0\text{m/s}}$

Respostas: a) $5{,}0 \,.\, 10^4$N b) $7{,}5 \,.\, 10^4$N
c) 2,0m/s d) 3,0m/s

19) a) 1) Para uma dada velocidade, a aceleração será máxima quando o motor estiver desenvolvendo sua potência máxima:

$Pot_{máx} = F_{máx} \,.\, v$

$2{,}64 \,.\, 10^6 = F_{máx} \,.\, 120 \Rightarrow \boxed{F_{máx} = 2{,}20 \,.\, 10^4\text{N}}$

2) 2ª Lei de Newton:

$F_{máx} = m\, a_{máx}$

$2{,}20 \,.\, 10^4 = 1{,}10 \,.\, 10^3\, a_{máx} \Rightarrow \boxed{a_{máx} = 20{,}0\text{m/s}^2}$

b) A força que acelera o veículo é recebida do chão por meio do atrito e, portanto:

$F \leqslant F_{at_{destaque}}$

$F_{máx} = \mu\,(P + F_a)$

$2{,}20 \,.\, 10^4 = 0{,}50\,(1{,}10 \,.\, 10^4 + F_a)$

$4{,}40 \,.\, 10^4 = 1{,}10 \,.\, 10^4 + F_a \Rightarrow \boxed{F_a = 3{,}30 \,.\, 10^4\text{N}}$

c) Para as rodas derrapando, o atrito é dinâmico e a força de atrito terá intensidade dada por:

$F_{at} = \mu\, P = 0{,}50 \,.\, 1{,}10 \,.\, 10^4 \text{ (N)} = 5{,}50 \,.\, 10^3\text{N}$

A velocidade dos pontos da periferia da roda tem módulo v dado por:

$v = \omega\, R = 600 \,.\, 0{,}40 \text{ (m/s)} = 240\text{m/s}$

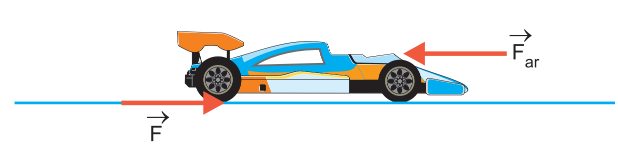
Como o carro ainda não se movimentou, toda a potência fornecida pelo motor foi consumida pelo atrito:

$Pot_{motor} = |Pot_{atrito}| = F_{at} \,.\, V$

$Pot_{motor} = 5{,}50 \,.\, 10^3 \,.\, 240 \text{ (W)} \Rightarrow \boxed{Pot_{motor} = 1{,}32 \,.\, 10^6 \text{ W}}$

Respostas: a) $20{,}0\text{m/s}^2$
b) $3{,}30 \,.\, 10^4$N
c) $1{,}32 \,.\, 10^6$W

20)



a) 1) A potência útil do motor do carro é dada por:

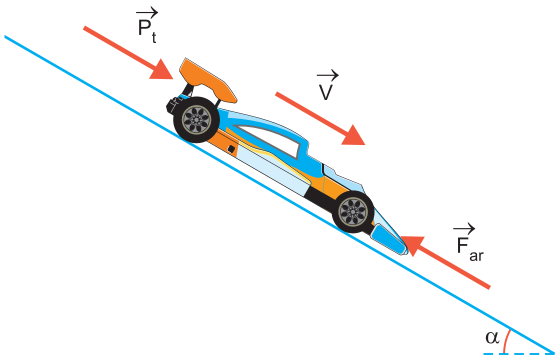
$Pot = FV$

$120 \,.\, 10^3 = F \,.\, 60 \Rightarrow F = 2{,}0 \,.\, 10^3$N

2) Sendo constante a velocidade do carro, a força resultante é nula e portanto:

$F_{ar} = F = 2{,}0 \,.\, 10^3\text{N} \Rightarrow \boxed{F_{ar} = 2{,}0 \,.\, 10^3\text{N}}$

b)



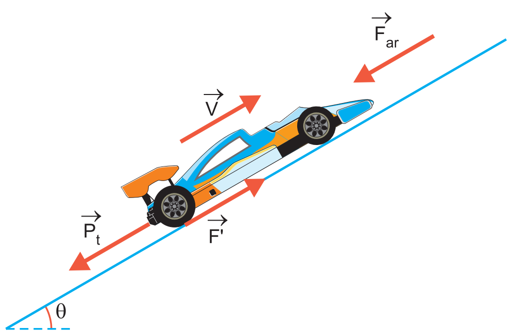
Estando o carro com o motor desligado (motor desacoplado), a força de atrito trocada com o plano será nula e, para manter a velocidade constante, teremos:

$P_t = F_{ar}$

$Mg \text{ sen } \alpha = F_{ar}$

$800 \cdot 10 \cdot \text{sen } \alpha = 2{,}0 \cdot 10^3 \Rightarrow \boxed{\text{sen } \alpha = 0{,}25}$

c)



1) Para manter a velocidade constante, a força resultante é nula e portanto:

$F' = P_t + F_{ar} \Rightarrow F' = Mg \text{ sen } \theta + F_{ar}$

$F' = 800 \cdot 10 \cdot 0{,}3 + 2{,}0 \cdot 10^3 \text{ (N)} \Rightarrow \boxed{F' = 4{,}4 \cdot 10^3 N}$

2) A potência útil desenvolvida pelo motor será dada por:

$Pot = F' \, V$

$Pot = 4{,}4 \cdot 10^3 \cdot 60 \text{ (W)} \Rightarrow Pot = 264 \cdot 10^3 W$

$\boxed{Pot = 264 \text{ kW}}$

Respostas: a) $2{,}0 \cdot 10^3 N$
b) sen α = 0,25
c) 264 kW

Módulo 11 – Energia Mecânica

1) A energia cinética da criança, em relação à estrada, é dada por:

$$\boxed{E_C = \frac{m\,V^2}{2}}$$

$$V = 72 \frac{km}{h} = \frac{72}{3{,}6} \text{ (m/s)} = 20 m/s$$

$$E_C = \frac{40}{2} \cdot (20)^2 \text{ (J)}$$

$$\boxed{E_C = 8{,}0 \cdot 10^3 J}$$

Em relação ao carro, a criança está parada e sua energia cinética é nula.

Resposta: D

2) $E_C = \dfrac{mV^2}{2}$

$2{,}0 \cdot 10^2 = \dfrac{1{,}0 V^2}{2}$

$V^2 = 4{,}0 \cdot 10^2$

$\boxed{V = 20 m/s}$

Do gráfico dado:

V = 20m/s nos instantes $t_1 = 8{,}0s$ e $t_2 = 16{,}0s$

Resposta: E

3) 1) $V = V_0 + \gamma\, t$ (MUV)

$V = g\, t$

2) $E_C = \dfrac{m\, V^2}{2} = \underbrace{\dfrac{m}{2}\, g^2}_{\text{constante } k}\, t^2$

$\boxed{E_C = k\, t^2}$

O gráfico $E_C = f(t)$ é um arco de parábola com concavidade para cima.

Resposta: D

4) Para um referencial na cabeça do macaco:

$E_{p_i} = m\, g\, H$

$E_{p_i} = 0{,}20 \cdot 10 \cdot 4{,}5 \text{ (J)} = 9{,}0J$

$E_d = E_{p_i} - E_{c_f}$

$E_d = 9{,}0J - 7{,}0J \Rightarrow \boxed{E_d = 2{,}0J}$

Resposta: A

5) a) $V^2 = V_0^2 + 2\, \gamma\, \Delta s$ (MUV)

$(20)^2 = 0 + 2 \cdot 10 \cdot H \Rightarrow \boxed{H = 20m}$

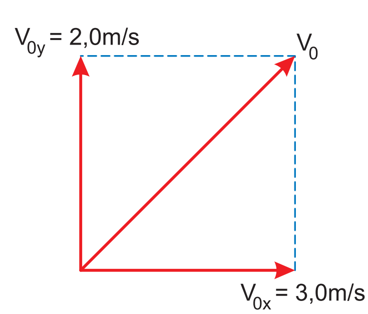
b) $E_{dissipada} = E_{pot\ relativa\ ao\ chão} = m\, g\, H$

$E_d = 0{,}180 \cdot 10 \cdot 20 \text{ (J)}$

$\boxed{E_d = 36J}$

Respostas: a) 20m
b) 36J

6)



a) 1 – Aplicando-se o Teorema de Pitágoras, vem:

$$\boxed{V_0^2 = V_{0x}^2 + V_{0y}^2}$$

$V_0^2 = 9,0 + 4,0 \Rightarrow \boxed{V_0^2 = 13,0 \text{ (SI)}}$

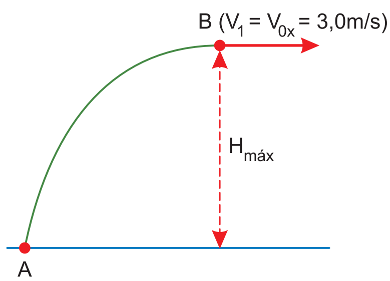
2 – A energia cinética inicial é dada por:

$$\boxed{E_{cin_0} = \frac{m\,V_0^2}{2}}$$

$$E_{cin_0} = \frac{1,0}{2} \;.\; 13,0 \text{ (J)}$$

$$\boxed{E_{cin_0} = 6,5\text{J}}$$

b) No ponto mais alto da trajetória, a velocidade só tem componente horizontal, que é igual à componente horizontal da velocidade de lançamento, pois o movimento horizontal é uniforme.



$$\boxed{E_{cin_1} = \frac{m\,V_1^2}{2}}$$

$$E_{cin_1} = \frac{1,0 \;.\; 9,0}{2} \text{ (J)}$$

$$\boxed{E_{cin_1} = 4,5\text{J}}$$

Respostas: a) 6,5 J
b) 4,5 J

7) 1) $V = V_0 + \gamma\, t$

$V = g\, t$

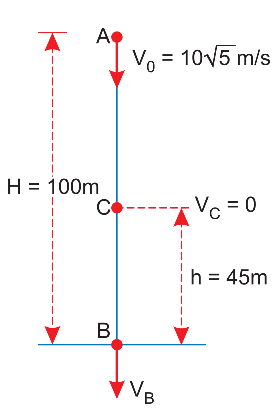
$E_c = \dfrac{m\,V^2}{2} = \dfrac{m}{2}\, g^2\, t^2 = k\, t^2$ (parábola com concavidade para cima)

2) $E_p = E_m - E_c$

$E_p = E_m - k\, t^2$ (parábola com concavidade para baixo)

Resposta: A

8)



a) $\boxed{E_B = E_A}$

(referência em B)

$$\frac{m\,V_B^2}{2} = \frac{m\,V_0^2}{2} + m\,g\,H$$

$$V_B^2 = V_0^2 + 2\,g\,H$$

$$V_B = \sqrt{V_0^2 + 2\,g\,H}$$

$$V_B = \sqrt{500 + 2 \;.\; 10 \;.\; 100 \text{ (m/s)}}$$

$$\boxed{V_B = 50\text{m/s}}$$

b) $E_d = E_B - E_C$

$$E_d = \frac{m\,V_B^2}{2} - m\,g\,h$$

$$E_d = \frac{1,0}{2}\,(50)^2 - 1,0 \;.\; 10 \;.\; 45 \text{ (J)}$$

$$E_d = 1250 - 450 \text{ (J)}$$

$$\boxed{E_d = 8,0 \;.\; 10^2\text{J}}$$

Respostas: a) 50 m/s
b) $8,0 \;.\; 10^2$J

9) a) $\boxed{E_B = E_A}$

$$\frac{m\,V_B^2}{2} + m\,g\,h_B = \frac{m\,V_A^2}{2} + m\,g\,h_A$$

$$V_B^2 + 2\,g\,h_B = V_A^2 + 2\,g\,h_A$$

$$V_B = \sqrt{V_A^2 + 2g\,(h_A - h_B)}$$

$$V_B = \sqrt{36,0 + 2 \;.\; 10,0\,(-1,0) \text{ (m/s)}}$$

$$\boxed{V_B = 4,0\text{m/s}}$$

b) 1) Como $h_A = h_C \Rightarrow \boxed{V_C = V_A = 6,0\text{m/s}}$

2) $\boxed{E_A = E_D}$

$$\frac{m\,V_0^2}{2} + m\,g\,h_A = \frac{m\,V_D^2}{2}$$

$$V_D = \sqrt{V_0^2 + 2\,g\,h}$$

$$V_D = \sqrt{36,0 + 2 \;.\; 10,0 \;.\; 4,0} \text{ (m/s)}$$

$$\boxed{V_D = \sqrt{116} \text{ m/s}}$$

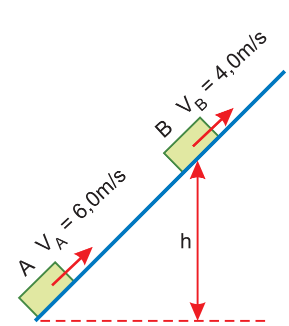
$$V_D \cong 10,8\text{m/s}$$

c) $\tau_P \text{ (AD)} = \Delta E_C = \dfrac{m}{2}\,(V_D^2 - V_A^2)$

$$\tau_P = \frac{0,50}{2}\,(116 - 36,0) \text{ (J)} \Rightarrow \boxed{\tau_P = 20,0\text{J}}$$

Respostas: a) 4,0m/s
b) 6,0m/s e $\sqrt{116}$ m/s
c) 20,0J

10)



1) Do gráfico dado: $t = 0,4s \Rightarrow V_B = 4,0m/s$

2) Usando-se a conservação da energia mecânica entre A e B, vem:

$$\boxed{E_B = E_A}$$

(referência em A)

$$\frac{mV_B^2}{2} + m\,g\,h = \frac{mV_A^2}{2}$$

$$V_B^2 + 2\,g\,h = V_A^2$$

$$\boxed{h = \frac{V_A^2 - V_B^2}{2g}}$$

$$h = \frac{36,0 - 16,0}{20,0}\ (m)$$

$$\boxed{h = 1,0m}$$

Resposta: B

11) 1) Cálculo do módulo de $\vec{V}_B$:

De A para B, a energia mecânica se conserva:

$$\boxed{E_B = E_A}$$

(referência em B)

$$\frac{m\,V_B^2}{2} = mgR \Rightarrow \boxed{V_B = \sqrt{2gR}}$$

2) Cálculo do tempo de queda de B para C:

$$\Delta s_y = V_{0y}\,t + \frac{\gamma_y}{2}\,t^2\ (MUV)$$

$$h - R = 0 + \frac{g}{2}\,T^2 \Rightarrow \boxed{T = \sqrt{\frac{2(h-R)}{g}}}$$

3) Cálculo do alcance OC:

$$\Delta s_x = V_x\,t\ (MU) \Rightarrow OC = \sqrt{2gR}\,.\sqrt{\frac{2(h-R)}{g}}$$

$$\boxed{OC = 2\sqrt{R(h-R)}}$$

Resposta: D

12) 1) Conservação da energia mecânica entre A e D:

$$\boxed{E_A = E_D}$$

(referência em D)

$$mg\,H = \frac{mV_D^2}{2} \Rightarrow H = \frac{V_D^2}{2g} = \frac{400}{20}\ (m) \Rightarrow \boxed{H = 20m}$$

2) Conservação da energia mecânica entre A e C:

$$\boxed{E_A = E_C}$$

(referência em C)

$$mg\,(H - h) = \frac{mV_C^2}{2} \Rightarrow H - h = \frac{V_C^2}{2g} \Rightarrow H = h + \frac{V_C^2}{2g}$$

$$20 = h + \frac{100}{20} \Rightarrow \boxed{h = 15m}$$

Resposta: E

13) I) FALSA. A componente horizontal da velocidade só se mantém constante depois que o corpo abandona a rampa e fica sob ação exclusiva da gravidade.

II) CORRETA. No trecho ABC, a velocidade horizontal é constante porque a aceleração do corpo é vertical ($\vec{a} = \vec{g}$).

III) CORRETA. Usando-se a conservação da energia mecânica entre A e B, vem:

$$\boxed{E_B = E_A}$$

(referência em A)

$$\frac{m\,V_B^2}{2} + m\,g\,(h_B - h_A) = \frac{m\,V_A^2}{2}$$

$$\boxed{\frac{m\,V_B^2}{2} = \frac{m\,V_A^2}{2} - mg\,(h_B - h_A)}$$

IV) FALSA. Usando-se a conservação da energia mecânica entre o solo e o ponto B, temos:

$$\boxed{E_{solo} = E_B}$$

(referência no solo)

$$\boxed{\frac{m\,V_0^2}{2} = m\,g\,h_B + \frac{m\,V_B^2}{2}}$$

V) CORRETA. Usando-se a conservação da energia mecânica entre A e B, vem:

$$\frac{m\,V_A^2}{2} = \frac{m\,V_B^2}{2} + m\,g\,(h_B - h_A)$$

Porém, $V_A^2 = V_{Ay}^2 + V_{Ax}^2$ e $V_{Ax} = V_B$

Portanto:

$$\frac{m}{2}\,V_{Ay}^2 + \frac{m}{2}\,V_B^2 = \frac{m\,V_B^2}{2} + m\,g\,(h_B - h_A)$$

$$\boxed{\frac{m}{2}\,V_{Ay}^2 = m\,g\,(h_B - h_A)}$$

Resposta: E

14) A energia mecânica do sistema formado pelo bloco e pela mola vai permanecer constante.

A energia potencial de gravidade do bloco é transformada em energia potencial elástica da mola.

$$m\,g\,H = \frac{k\,x^2}{2}$$

$$0,60\ .\ 10\ .\ 2,0 = \frac{150\,x^2}{2}$$

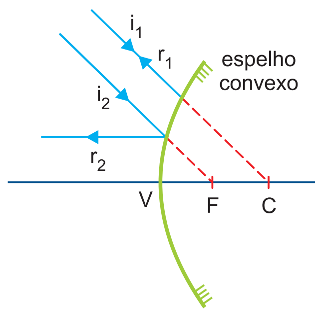
$$0,16 = x^2$$

$$\boxed{x = 0,40m}$$

Resposta: B

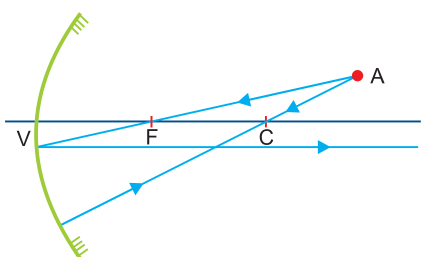
Módulo 9 – Espelhos Esféricos

1)



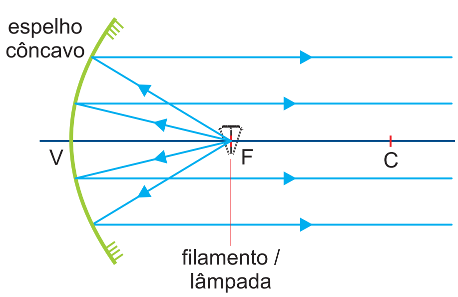
No espelho convexo, raios que incidem sobre o centro de curvatura (i_1) refletem-se retornando sobre si mesmos (r_1).
No espelho convexo, raios que incidem sobre o foco (i_2) refletem-se retornando paralelamente ao eixo principal (r_2).
Resposta: B

2)



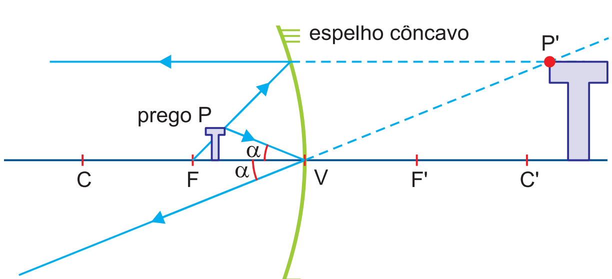
No espelho côncavo, raios que incidem sobre o centro de curvatura (AC) refletem-se retornando sobre si mesmos.
No espelho côncavo, raios que passam pelo foco (AF) refletem-se retornando paralelamente ao eixo principal.
Logo, a única alternativa válida é a A.
Resposta: A

3)



Em um automóvel, deseja-se jogar a luz do farol o mais longe possível, iluminando objetos distantes. Isso significa que os raios precisam sair de forma paralela do carro. Apenas colocando o filamento sobre o foco de um espelho côncavo conseguimos esse efeito.
Resposta: B

4)

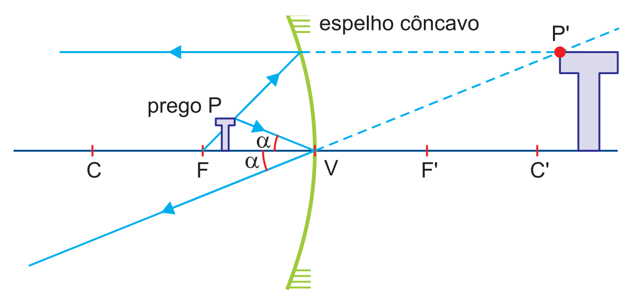


Na ilustração, colocamos o prego entre o foco e o vértice do espelho côncavo. Para construir sua imagem, basta utilizar 2 dos 4 raios notáveis conhecidos.
Escolheu-se desenhar:
- raio que incide no vértice com ângulo α reflete-se com mesmo ângulo α;
- raio que passa pelo foco reflete-se paralelamente ao eixo principal.

Como os raios refletidos não se encontram, desenhamos seus prolongamentos. Como os prolongamentos dos raios refletidos se encontram, a imagem é virtual. Da figura, vemos que a imagem em p' é maior e tem a mesma direção do objeto.
Obs.: Pode-se verificar que o desenho dos outros raios notáveis fornece a mesma imagem.
Resposta: D

5) Os espelhos que aumentam o campo visual, por possibilitarem a visão de imagens diminuídas do ambiente, são os espelhos convexos. Estes fornecem sempre o mesmo tipo de imagem de um objeto real: virtual, menor, direita.
Resposta: B

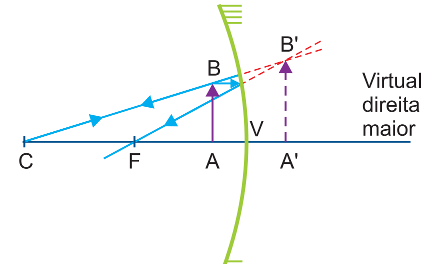
6)



Na ilustração, colocamos o objeto (por exemplo, um prego) entre o foco e o vértice do espelho côncavo. Para construir sua imagem, basta utilizar 2 dos 4 raios notáveis conhecidos.
Escolheu-se desenhar:
- raio que incide no vértice com ângulo α reflete-se com mesmo ângulo α;
- raio que passa pelo foco reflete-se paralelamente ao eixo principal.

Como os raios refletidos não se encontram, desenhamos seus prolongamentos. Como os prolongamentos dos raios refletidos se encontram, a imagem é virtual. Da figura, vemos que a imagem em p' é maior e tem a mesma direção do objeto.
Obs.: Pode-se verificar que o desenho dos outros raios notáveis fornece a mesma imagem.

Resposta:



7) I. Verdadeira. No espelho côncavo, a classificação da imagem depende da posição do objeto em relação ao espelho. Não terá, portanto, uma classificação única. A imagem ora será real e invertida, ora será virtual e direita, ou não invertida.

II. Verdadeira. Os espelhos que aumentam o campo visual, por possibilitarem a visão de imagens diminuídas do ambiente, são os espelhos convexos. Estes fornecem sempre o mesmo tipo de imagem de um objeto real: virtual, menor, direita.

III. Falsa. No espelho plano, a imagem é sempre virtual, pois resulta dos prolongamentos dos raios refletidos.

Resposta: D

8) Para descobrir a distância entre as imagens, precisamos primeiro encontrar as posições delas, p'_A e p'_B. Da figura, podemos obter a distância focal do espelho, f = 5cm + 5cm = 10cm, além das distâncias de cada objeto em relação ao espelho, p_A = 5cm e p_B = 15cm. Com a Equação de Gauss, encontraremos a posição de cada imagem.

Objeto A: $\frac{1}{f} = \frac{1}{p_A} + \frac{1}{p'_A}$

$$\frac{1}{10} = \frac{1}{5} + \frac{1}{p'_A}$$

$$\frac{1}{10} - \frac{1}{5} = \frac{1}{p'_A}$$

$$\frac{1}{10} - \frac{2}{10} = \frac{1}{p'_A}$$

$$-\frac{1}{10} = \frac{1}{p'_A}$$

$p'_A = -10cm$

Objeto B: $\frac{1}{f} = \frac{1}{p_B} + \frac{1}{p'_B}$

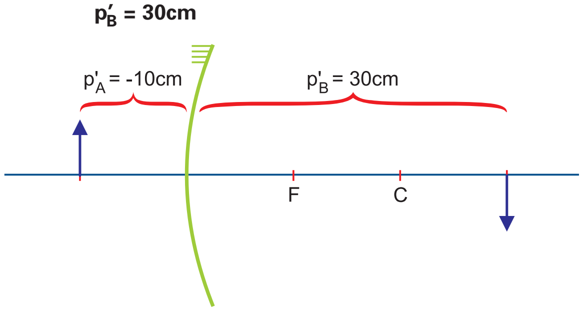
$$\frac{1}{10} = \frac{1}{15} + \frac{1}{p'_B}$$

$$\frac{1}{10} - \frac{1}{15} + \frac{1}{p'_B}$$

$$\frac{3}{30} - \frac{2}{30} = \frac{1}{p'_B}$$

$$\frac{1}{30} = \frac{1}{p'_B}$$

$p'_B = 30cm$



No esquema, vemos que a distância entre as imagens será de 40cm.

Resposta: D

9) Para encontrar a distância da imagem ao espelho p', podemos utilizar a Equação de Gauss, dado que p = 40cm e que a distância focal vale metade do raio de curvatura, f = $\frac{30}{2}$ cm = 15cm.

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'}$$

$$\frac{1}{15} = \frac{1}{40} + \frac{1}{p'}$$

$$\frac{1}{15} - \frac{1}{40} = \frac{1}{p'}$$

$$\frac{8}{120} - \frac{3}{120} = \frac{1}{p'}$$

$$\frac{1}{p'} = \frac{5}{120}$$

$$p' = \frac{120}{5}\ cm$$

p' = 24cm

Obs: A maioria dos exercícios desta seção exige conhecimento de propriedades de frações e de equações fracionárias e é o mínimo que se espera de alunos do Ensino Médio.

Resposta: B

10) a) Para calcular a distância entre o passageiro e sua imagem, $d = |p - p'|$, primeiro precisamos da posição da imagem p'. Temos que p = 3,0m, R = 4,0m e com este valor descobrimos a distância focal $f = \frac{R}{2}$; $f = \frac{4,0}{2}$ m = 2,0m. Como o espelho é convexo, $\boxed{f = -2,0m}$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'}$$

$$-\frac{1}{2} = \frac{1}{3} + \frac{1}{p'}$$

$$-\frac{1}{2} - \frac{1}{3} = \frac{1}{p'}$$

$$-\frac{3}{6} - \frac{2}{6} = \frac{1}{p'}$$

$$\frac{1}{p'} = -\frac{5}{6}$$

p' = –1,2m

E a distância d vale: $d = |3 - (-1,2)|$ (m)

$\boxed{d = 4,2m}$

b) Como o passageiro tem altura o = 1,6m, para encontrar a altura da imagem i, usamos:

$$\frac{i}{o} = \frac{-p'}{p}$$

$$\frac{i}{1,6} = \frac{-(-1,2)}{3}$$

$$\frac{i}{1,6} = +0,4$$

i = 1,6 . 0,4 (m)

$\boxed{i = 0,64m}$

11) O exercício deseja encontrar a distância entre o objeto e sua imagem, d = | p – p′ |. Precisamos encontrar p′.
A distância entre o foco e o centro de curvatura do espelho corresponde à distância focal f. Logo, da figura, temos que f = 10cm + 15cm; f = 25cm. A distância do objeto ao espelho p será dada pela soma da distância entre o vértice e o foco, uma distância focal, com 10cm: p = 25cm + 10cm; p = 35cm.
Logo:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'}$$

$$\frac{1}{25} = \frac{1}{35} + \frac{1}{p'}$$

$$\frac{1}{25} - \frac{1}{35} = \frac{1}{p'}$$

$$\frac{7}{175} - \frac{5}{175} = \frac{1}{p'}$$

$$\frac{1}{p'} = \frac{2}{175}$$

p′ = 87,5cm e d = | 35 – 87,5 | (m)

d = 52,5cm

Resposta: D

12) O aumento linear vale A = 2 e p = 50cm.

$$A = \frac{f}{f-p}$$

$$2 = \frac{(f)}{(f-50)}$$

2 . (f – 50) = f
2f – 100 = f

f = 100cm

Como $f = \frac{R}{2}$

r = 2 . f
r = 200cm = 2m
Como r = 2m é positivo, o espelho é côncavo.
Resposta: B

Módulo 10 – Refração da Luz e Reflexão Total

1) O índice de refração absoluto *n* para uma luz monocromática em um certo meio óptico ordinário é dado por:

$$n = \frac{c}{V}$$

em que *c* é o módulo da velocidade da luz no vácuo, que é constante para qualquer cor, e *V* o módulo da velocidade da luz no meio. Tal velocidade, por sua vez, depende da natureza do meio e da frequência (cor) da luz.
Resposta: A

2) O índice de refração absoluto *n* para uma luz monocromática em um certo meio óptico ordinário é dado por:

$$n = \frac{c}{V}$$

Como $V = \frac{4}{5}c$, temos:

$$n = \frac{c}{\frac{4}{5}c} = \frac{5}{4}$$

n = 1,25
Resposta: B

3) I) Verdadeira, pois, como $n = \frac{c}{V}$ e V < c, temos n > 1.
II) Verdadeira.

$$n_{A,B} = \frac{n_A}{n_B} = \frac{\frac{c}{V_A}}{\frac{c}{V_B}}$$

$$n_{A,B} = \frac{V_B}{V_A} = \frac{1{,}8 \cdot 10^8 m/s}{2{,}4 \cdot 10^8 m/s}$$

$n_{A,B} = 0{,}75$

III) Verdadeira.

Resposta: D

4) $$n_{água,\ vidro} = \frac{n_{água}}{n_{vidro}} = \frac{n_{água}}{\frac{c}{V_{vidro}}}$$

$$n_{água,\ vidro} = \frac{n_{água} V_{vidro}}{c}$$

$$\frac{8}{9} = \frac{\frac{4}{3} V_{Vidro}}{3{,}0 \cdot 10^8}$$

$V_{vidro} = 2{,}0 \cdot 10^8 m/s$

Resposta: B

5) Como r_2 e r_3 estão no mesmo meio (II), são raios incidente e refletido respectivamente e, como r_1 se encontra no meio (I), é o raio refratado. A figura mostra que, quando a luz se propaga do meio (II) para o meio (I), o raio refratado se aproxima da normal no ponto de incidência, evidenciando que a luz se propagou do meio menos refringente para o meio mais refringente.
Resposta: B

6) Do meio (1) para o meio (2), a luz se desvia afastando-se da normal no ponto de incidência; portanto, $n_1 > n_2$. Ao se propagar do meio (2) para o meio (3), a luz se desvia aproximando-se da normal no ponto de incidência; portanto $n_3 > n_2$. Observando também que o ângulo de incidência no meio (1) é maior do que o ângulo de refração no meio (3), concluímos que $n_1 < n_3$. Ordenando esses três valores, temos:
$n_3 > n_1 > n_2$
Resposta: E

7) Os ângulos de incidência *i* e de refração *R* são, respectivamente, os ângulos complementares a 30° e a 60°:
i = 60° e R = 30°

Aplicando a Lei de Snell-Descartes, temos:

$n_1 \text{ sen } i = n_2 \text{ sen } R$

$n_{ar} \text{ sen } (60°) = n_{Líq} \text{ sen } (30°)$

$1{,}0 \cdot \dfrac{\sqrt{3}}{2} = n_{Líq} \cdot \dfrac{1}{2}$

$n_{Líq} = \sqrt{3}$

Resposta: D

8) a) Aplicando a Lei de Snell-Descartes, temos:

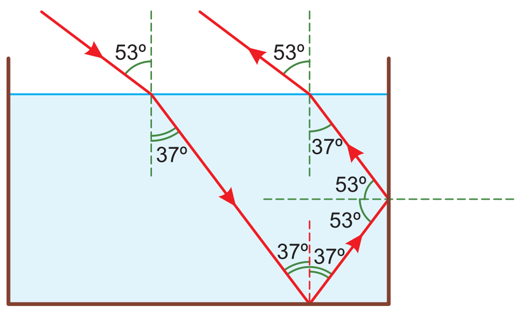
$n_1 \text{ sen } i = n_2 \text{ sen } R$

$n_{ar} \text{ sen } (53°) = n_{Líq} \text{ sen } (37°)$

$1{,}0 \cdot 0{,}80 = n_{Líq} \, 0{,}60$

$n_{Líq} = \dfrac{4}{3}$

b)



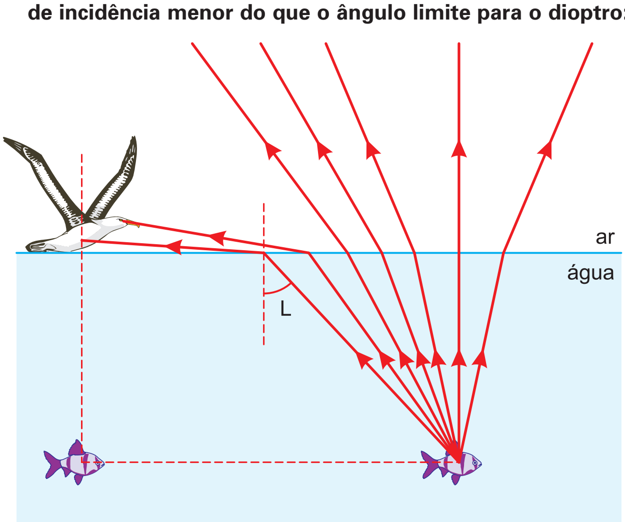
9) a) Para incidência não ortogonal, a luz sofre desvio, afastando-se da normal no ponto de incidência, quando se refrata no sentido do meio mais refringente para o meio menos refringente.

b) A luz deve incidir do meio mais refringente para o meio menos refringente, segundo um ângulo de incidência maior do que o ângulo limite para o dioptro.

Respostas: a) Afasta-se.

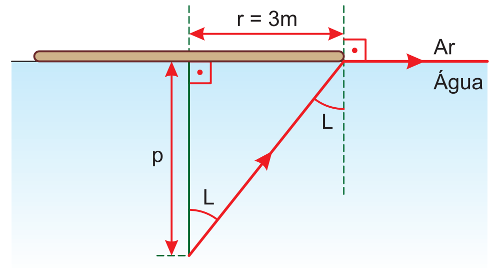
b) $n_A > n_B$ e o ângulo de incidência deve superar o ângulo limite.

10) Para qualquer posição relativa entre o peixe e a gaivota, sempre existirão raios de luz que se propagam do peixe para a gaivota, sofrendo refração entre a água e o ar, sob ângulo de incidência menor do que o ângulo limite para o dioptro:



Resposta: E

11)



(I) Cálculo de sen L:

$$\text{sen } L = \frac{n_{ar}}{n_{líq}} = \frac{1{,}0}{\frac{5}{3}}$$

$$\boxed{\text{sen } L = \frac{3}{5}}$$

(II) Cálculo de cos L:

$\text{sen}^2 L + \cos^2 L = 1$

$$\left(\frac{3}{5}\right)^2 + \cos^2 L = 1$$

Da qual: $\boxed{\cos L = \dfrac{4}{5}}$

(III) Cálculo de p:

$$\text{tg } L = \frac{\text{sen } L}{\cos L} = \frac{r}{p}$$

$$\frac{\frac{3}{5}}{\frac{4}{5}} = \frac{3}{p} \Rightarrow \boxed{p = 4\text{m}}$$

(IV) Parte não vista da palavra: FÍSI

Parte vista da palavra: CA

Resposta: C

12) A fibra é feita de material com elevado índice de refração absoluto e, por isso, o ângulo limite de incidência é relativamente pequeno e ocorre, intensamente, o fenômeno de reflexão total da luz.

Resposta: A

13) O ângulo limite L é dado por:

$$\text{sen } L = \frac{n_{menor}}{n_{maior}}$$

$$\text{sen } L = \frac{n_{ar}}{n_{vidro}} = \frac{1}{n_{vidro}}$$

$$\text{sen } (45°) = \frac{1}{n_{vidro}}$$

$n_{vidro} = \sqrt{2}$

Resposta: A

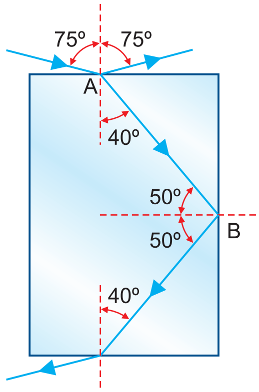
14) a) A luz sofre refração e reflexão.

b) No ponto B da interface entre o vidro e o ar, a luz incide sob ângulo α, tal que:

$\alpha + 90° + 40° = 180°$

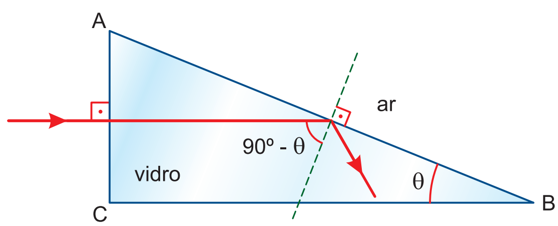
$\alpha = 50°$

Como o ângulo limite L é de 42°, a luz incide sob ângulo maior do que o ângulo limite e sofre reflexão interna total em B:



Respostas: a) A luz sofre refração e reflexão.
b) Vide esquema.

15)



Para que ocorra reflexão total do feixe de luz na superfície AB:

$90° - \theta > L$

sen $(90° - \theta) >$ sen L

$\cos\theta > \dfrac{n_{Ar}}{n_V}$

Do gráfico, para $\lambda = 400$ nm, tem-se $n_V = 1{,}47$, logo:

$\cos\theta > \dfrac{1}{1{,}47}$

O menor valor possível para cos θ é tal que: $\cos\theta \cong \dfrac{1}{1{,}47}$

Deve-se notar que ao menor valor de cos θ corresponde o maior valor de θ (1.º quadrante).
Resposta: E

16) Em dias quentes, uma camada de ar mais próxima do solo é aquecida, diminuindo seu índice de refração absoluto em relação à camada de ar mais fria imediatamente superior. Assim, para um observador, convenientemente posicionado, pode ocorrer o fenômeno da reflexão total quando a luz se propaga da camada de ar mais fria (índice de refração maior) para a camada de ar mais quente, de índice de refração menor. O observador poderá então ver no solo uma imagem refletida do céu. Como a imagem do céu refletida no solo ocorre pela reflexão da luz em uma superfície de água – uma poça, por exemplo –, o observador interpreta que a superfície do asfalto está coberta por uma camada de água.
Resposta: B

17) O índice de refração absoluto diminui com o aumento da altitude e, portanto, o raio de luz aproxima-se cada vez mais da normal.

Módulo 11 – Lentes Esféricas I

1) A figura representa uma lente de bordas espessas. Para descobrirmos se a lente será convergente ou divergente, precisamos analisar seu índice de refração. Se o índice de refração da lente for n_L e o da água for n_A, teremos:

Se $n_L > n_A$, divergente, ou $\dfrac{n_L}{n_A} > \dfrac{n_A}{n_A}$, então $\dfrac{n_L}{n_A} > 1$ e teremos uma lente divergente. Como o índice de refração n dado no exercício corresponde a $n = \dfrac{n_L}{n_A}$, se $n > 1$ teremos uma lente divergente.
Resposta: A

2) Como a luz atravessa a caixa, o elemento óptico no meio dela precisa ser transparente para permitir a passagem dos raios. Além disso, os raios que saem são desviados para fora; logo o elemento óptico deve ser uma lente divergente.
Resposta: B

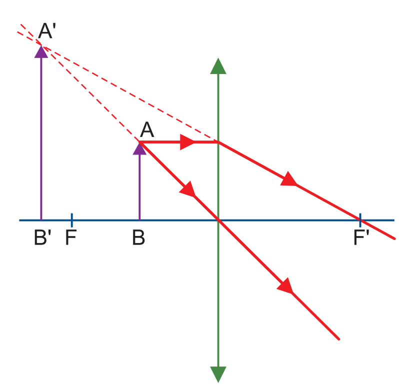
3) Para queimar a folha de papel, o estudante necessita concentrar os raios de luz do sol. Ele consegue realizar este feito se utilizar lentes convergentes, neste caso representadas por lentes de bordas finas, I e III.
Resposta: B

4) Como a lente é plano-convexa, ela tem bordas finas. Como o índice de refração do vidro é maior que o do ar, concluímos que a lente será convergente.
Resposta: B

5) O formato da bolha indica que se trata de uma lente biconvexa, portanto de bordas finas. Como o índice de refração do ar que forma a bolha é menor que o do vidro, a lente de bordas finas será divergente.
Resposta: B

6) Se colocássemos o objeto em B, obteríamos uma situação análoga à da figura, na qual o objeto se encontra no ponto antiprincipal da lente e a imagem também.
Resposta: A

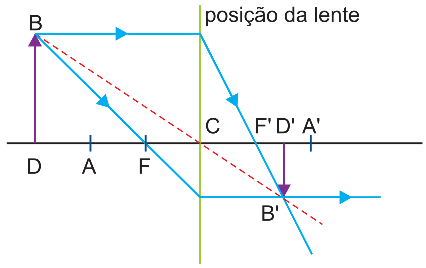
7) a)



b) Como a imagem é formada pelos prolongamentos dos raios originais refratados, ela é virtual.

8) a) A imagem é invertida e menor que o objeto; então a lente será necessariamente convergente.

b)



C : centro óptico
F : foco objeto principal
A' : ponto antiprincipal imagem
F' : foco imagem principal
A : ponto antiprincipal objeto

9) **Notamos na figura que a imagem das letras é menor, direita e virtual em relação à página do livro; logo, a lente utilizada é divergente. Ao se aproximar a lente dos olhos, ela vai afastando-se da página do livro, tornando a imagem cada vez menor, sem mudar as outras características.**
Resposta: A

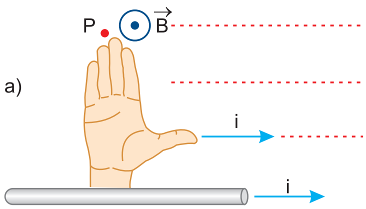
10) **a)** **A lente L_1 é convergente, pois a imagem formada é maior, virtual e direita. Já a lente L_2 é divergente, pois a imagem formada é menor, virtual e direita.**
b) **L_1: virtual, aumentada, direita / L_2: virtual, diminuída, direita.**

FRENTE 3 – ELETRICIDADE

■ Módulo 9 – Campo Magnético Gerado por Condutor Retilíneo e Espira

1)

a)

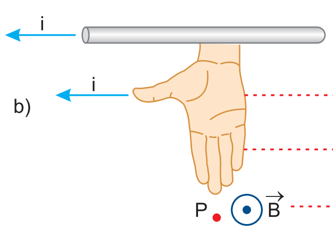


3 A palma da mão visível indica que o campo magnético é perpendicular à folha, saindo dela.

2 Os outros dedos apontam para o ponto P.

1 Polegar da mão direita no sentido e direção da corrente i

b)

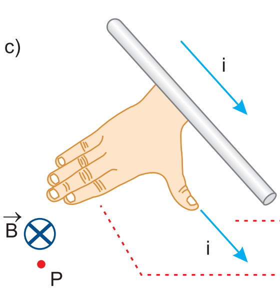


1 Polegar da mão direita no sentido e direção da corrente i.

2 Os outros dedos apontam para o ponto P.

3 A palma da mão indica que o campo magnético é perpendicular à folha de papel, saindo dela.

c)

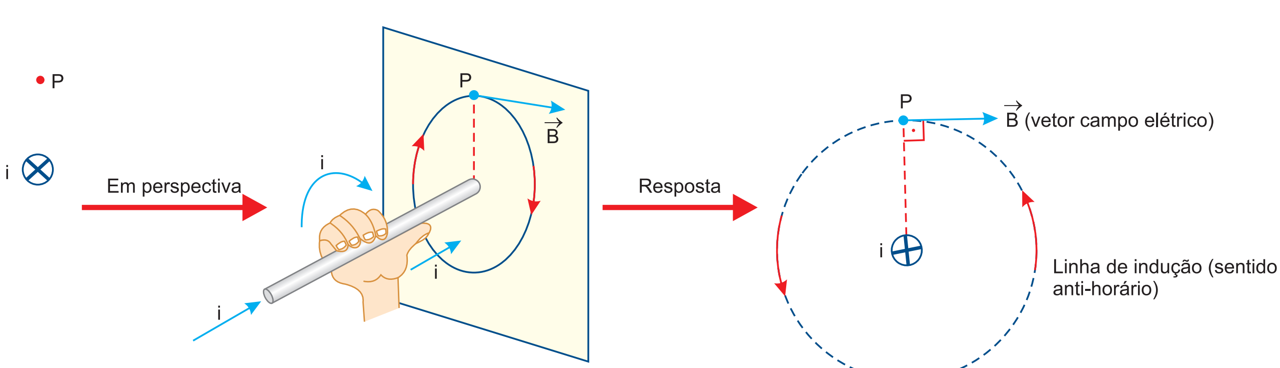


1 Polegar da mão direita no sentido e direção da corrente i

2 Os outros dedos apontam para o ponto P.

3 O dorso da mão visível indica que o campo magnético B é perpendicular à folha de papel, entrando nela.

d)

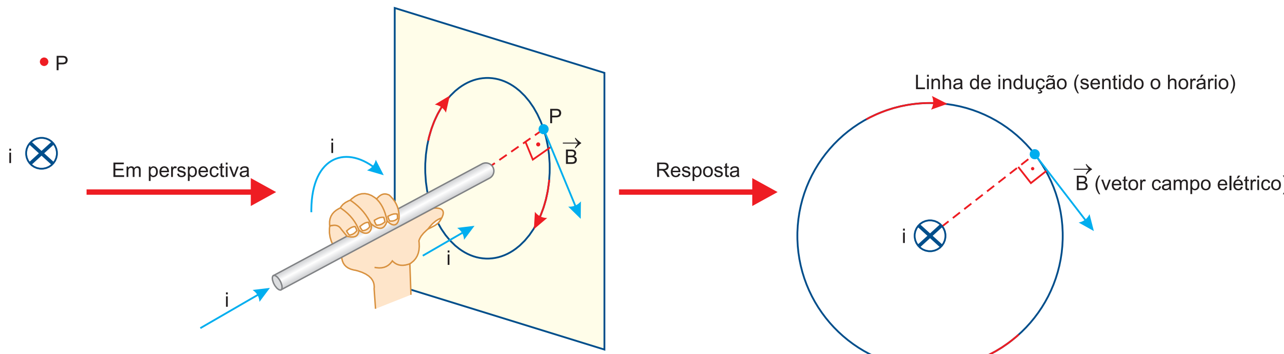


1 Polegar da mão direita no sentido e direção da corrente i, entrando no papel.

2 Os outros dedos envolvem o condutor e definem uma linha de indução circular no sentido horário e passa pelo ponto P.

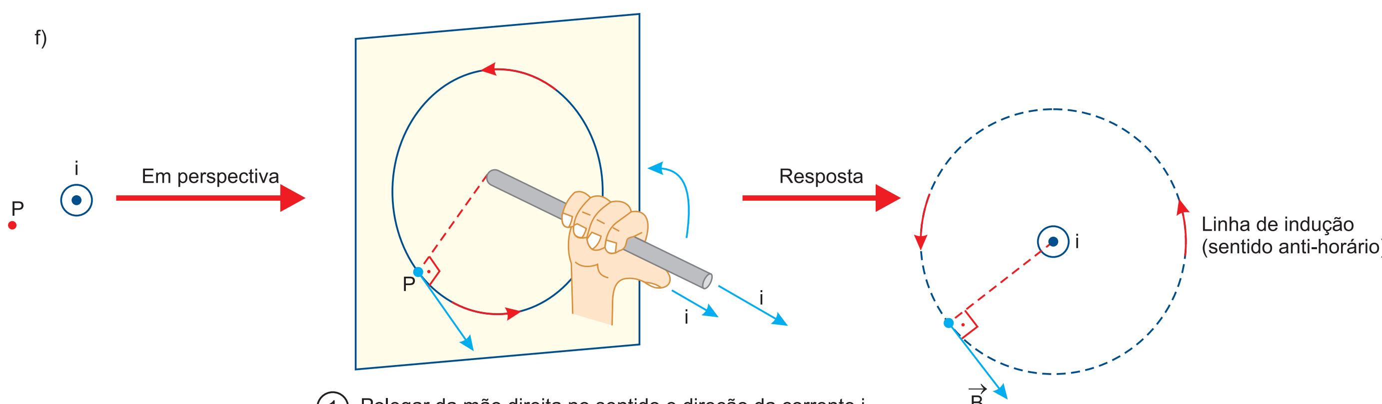
3 O vetor campo magnético $\vec{B}$ no ponto P é tangente à circunferência da linha de indução no sentido horário.

e)



1. Polegar da mão direita no sentido e direção da corrente i.
2. Os outros dedos envolvem o condutor e definem uma linha de indução circular no sentido horário e passa pelo ponto P.
3. O vetor campo magnético $\vec{B}$ no ponto P é tangente à circunferência da linha de indução no sentido horário.

f)

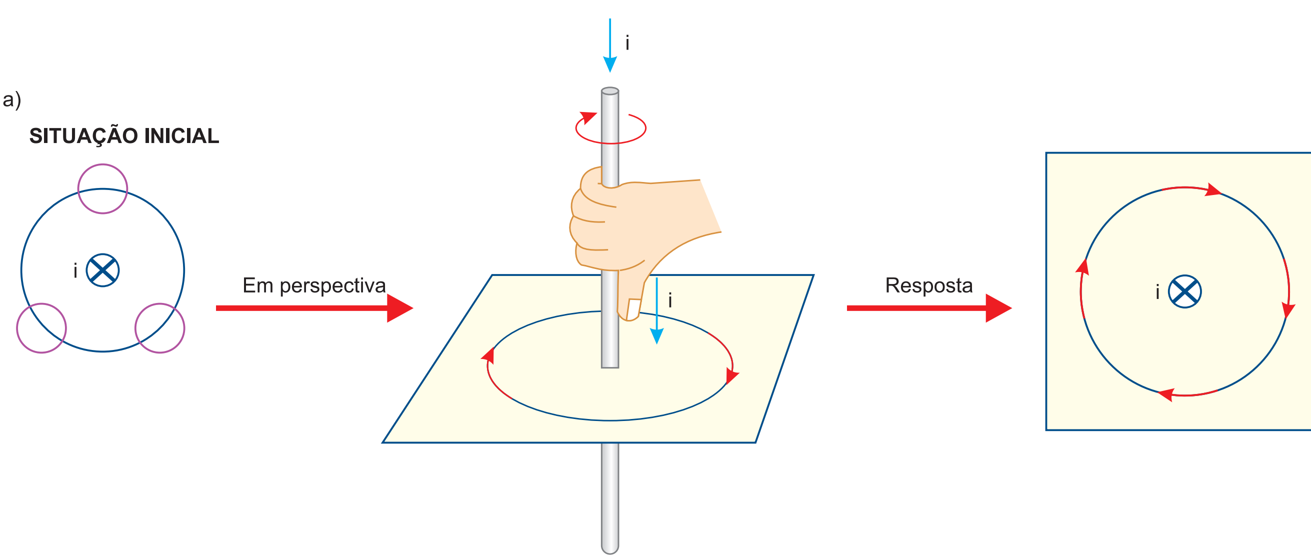


1. Polegar da mão direita no sentido e direção da corrente i.
2. Os outros dedos envolvem o condutor e definem uma linha de indução circular no sentido horário e passa pelo ponto P.
3. O vetor campo magnético $\vec{B}$ no ponto P é tangente à circunferência da linha de indução no sentido anti-horário.

2)

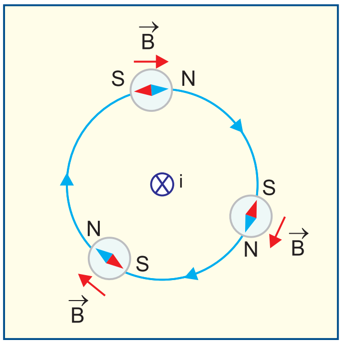
a)

SITUAÇÃO INICIAL



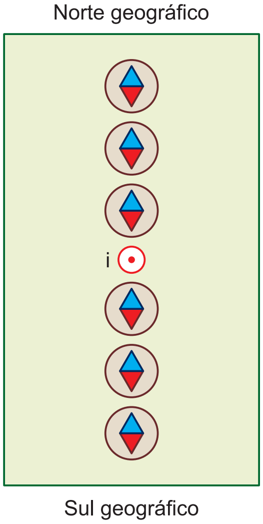
1. Polegar da mão direita no sentido e na direção da corrente i.
2. Os outros dedos envolvem o condutor e definem uma linha de indução circular no sentido horário e passa pelas bússolas.

b) Supondo que a corrente elétrica seja suficientemente intensa para tornar o campo magnético terrestre desprezível, as agulhas magnéticas das bússolas terão seus eixos norte-sul tangentes à circunferência da linha de indução com polaridade norte no sentido horário.

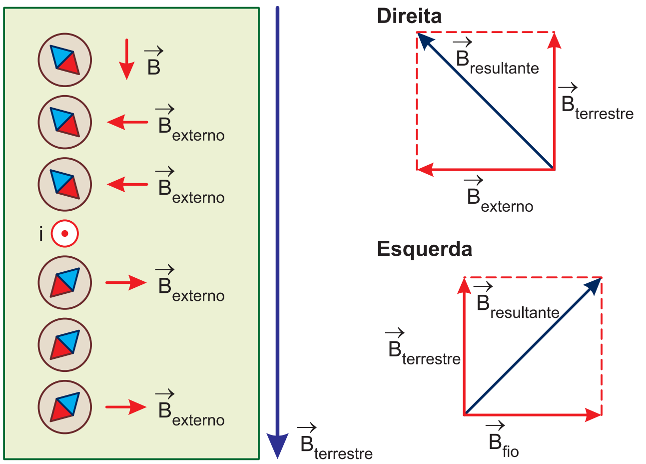


---

3) Vejamos a situação da figura por cima.



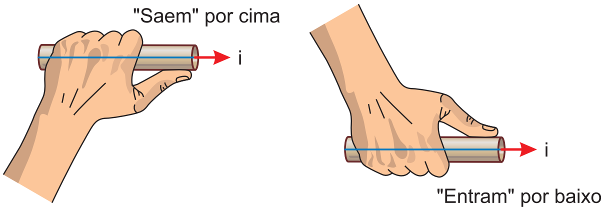
Sem corrente no fio, as bússolas alinham-se com o campo magnético terrestre.



Na segunda situação, as bússolas se alinharão conforme o campo magnético resultante da soma vetorial do campo magnético terrestre com o externo, dado pela corrente que circula pelo fio.

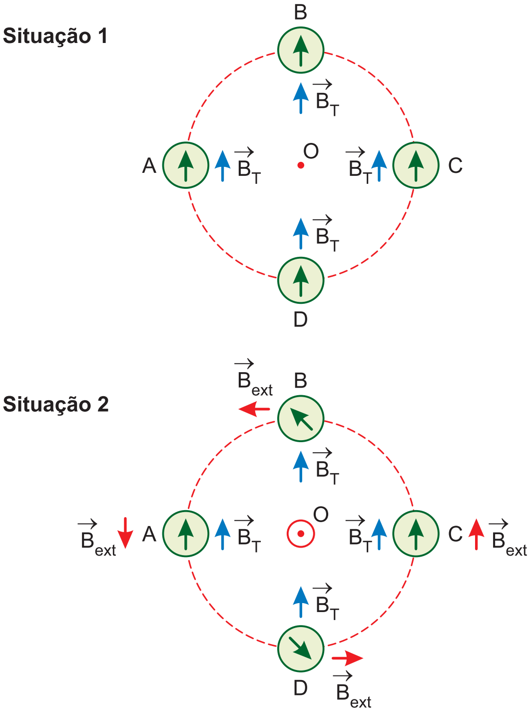
Resposta: C

4) Conforme a regra da mão direita, ao alinharmos o dedão da mão com a linha azul do fio, ao girarmos a mão percebemos que os dedos "saem"do papel por cima da linha azul e "entram" no papel por baixo da linha.



Resposta: A

5)



Situação 1: sem corrente. Há apenas campo magnético terrestre.

Situação 2: com corrente.

Na situação 2, B e D conseguirão alinhar-se ao campo magnético resultante, já C ficará inalterada.

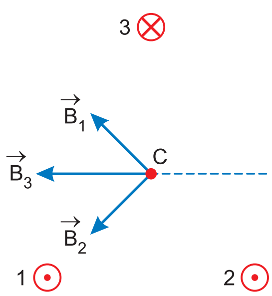
Resposta: D

6) **No 1.º caso, para uma corrente I, pela Lei de Biot-Savart, temos** $B = \dfrac{\mu \cdot I}{2\pi\, d}$. **Quando a corrente é 3I, temos, no 2.º caso,**

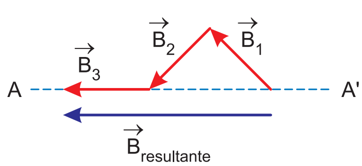
$$B_2 = \frac{\mu \cdot 3I}{2\pi\, d} = 3\,\frac{\mu \cdot I}{2\pi\, d} = 3B$$

Resposta: D

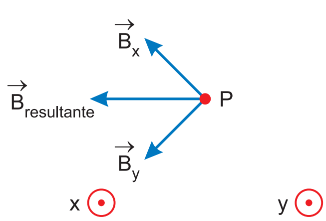
7)



Efetuando a regra da mão direita para cada um dos fios, temos a configuração dos campos no ponto C. Efetuando a soma vetorial, teremos resultante necessariamente na direção de AA'.

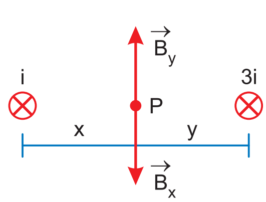


8)



Resposta: D

9)



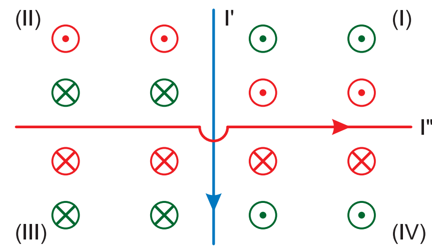
Os vetores $\vec{B}_x$ **e** $\vec{B}_y$ **têm sua direção e seus sentidos dados pela regra da mão direita. Para que o campo magnético seja nulo em P, temos:**

$\vec{B}_y - \vec{B}_x = \vec{0}$

$\boxed{\vec{B}_y = \vec{B}_x}$; $\dfrac{\mu \cdot 3i}{2\,\pi\, y} = \dfrac{\mu \cdot i}{2\,\pi\, x}$; $\dfrac{y}{x} = 3$

Resposta: A

10) **Usamos a regra da mão direita para desenhar os campos magnéticos gerados por I' e I''.**



Os campos só podem anular-se em II e IV, pois somente nesses quadrantes os campos têm sentidos opostos.

Resposta: D

Módulo 10 – Indução Eletromagnética

1) **Só há corrente induzida quando há variação do fluxo magnético.**

Resposta: A

2) **Quando há variação do fluxo magnético, gera-se corrente induzida no condutor.**

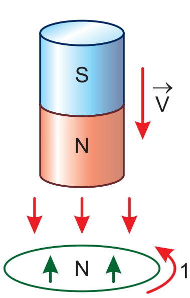
Resposta: C

3) **Se a velocidade relativa entre o ímã e o condutor for nula, não há variação do fluxo magnético, logo não haverá corrente induzida.**

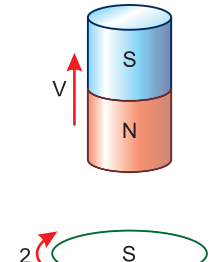
Resposta: E

4) **0: Falso: Se houver aproximação ou afastamento, haverá corrente.**

1: Verdadeira.



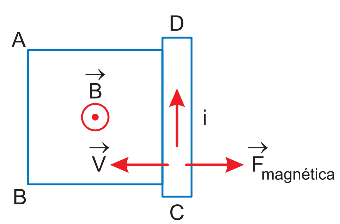
2: Verdadeira.



3: Falsa. Veja figura explicativa da proposição 1.
4: Verdadeira. O movimento relativo entre ímã e anel é o mesmo descrito na posição 1.
5: Falsa. A Lei de Faraday-Lenz assegura o surgimento de corrente induzida se houver movimento relativo entre anel e ímã.

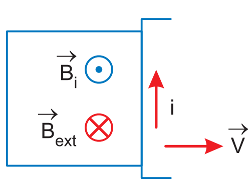
5) A geração de eletricidade em hidroelétricas exige que haja a variação de fluxo magnético para gerar corrente induzida. Essa variação de fluxo se dá girando um eletroímã, usando a queda da água para movimentá-lo.
Resposta: A

6) I: Verdadeira: Como a área diminui com o tempo, o fluxo magnético também diminui.
II: Verdadeira: Como o fluxo magnético está diminuindo, a corrente induzida circula de forma a gerar um campo magnético que se oponha a essa diminuição. Nesse caso, o campo induzido terá a mesma direção que o campo externo, para fora do papel, o que por sua vez corresponde a uma corrente no sentido anti-horário.
III: Falsa:



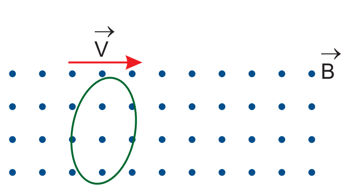
Como o sentido da corrente é anti-horário, a força magnética, pela regra da mão esquerda, terá direção oposta à da velocidade.
Resposta: D

7)



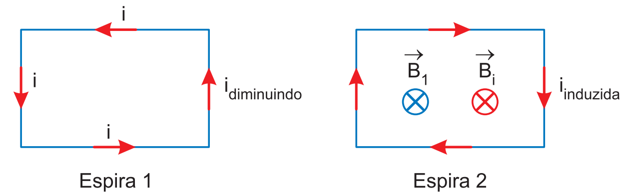
A corrente no sentido anti-horário gera um campo induzido $\vec{B}_i$ para fora do papel. Pela direção da velocidade, o fluxo de campo magnético externo $\vec{B}_{ext}$ está aumentando. Como $\vec{B}_i$ deve opor-se a esse aumento de fluxo, se $\vec{B}_i$ é para fora do papel, $\vec{B}_{ext}$ aponta para dentro.
Resposta: A

8)



Não há fluxo magnético nessa situação. O ângulo entre a normal à área e as linhas de indução é 90°.
$\Phi = B \, . \, A \, . \, \cos x = B \, . \, A \, . \, \cos 90° = 0$
Logo não haverá corrente induzida.
Resposta: A

9)



A corrente induzida na espira 2 gera um campo induzido $\vec{B}_i$ que deve opor-se à variação de fluxo magnético do campo gerado pela espira 1.
Se o fluxo diminuir, $\vec{B}_i$ concordará com a direção do campo $\vec{B}_1$ em diminuição. Nesse caso, $\otimes \, \vec{B}_i$ e $\otimes \, \vec{B}_1$ serão os sentidos dos campos, o que significa que a corrente da espira 1 estará no sentido anti-horário.
Se o fluxo aumentar, $\vec{B}_i \otimes$ e $\vec{B}_1 \odot$ serão os sentidos dos campos e a corrente da espira 1 estará no sentido anti-horário.
Resposta: D

Módulo 11 – Eletrização

1) A corrente elétrica pode ser calculada pela expressão

$$i = \frac{Q}{\Delta t}$$

Em termos de unidades, temos:

$$\text{ampère (A)} = \frac{\text{coulomb (C)}}{\text{segundo (s)}}$$

ou, ainda: C = A . s
Resposta: A

2) Um corpo está eletricamente neutro quando as quantidades de prótons e elétrons são iguais.
Logo, se o corpo ficou eletrizado, então essas quantidades tornaram-se diferentes. Como a quantidade de núcleos não foi alterada, devemos concluir que a quantidade de elétrons mudou.
Resposta: D

3) O atrito entre duas substâncias da tabela deixa a primeira delas eletrizada positivamente e a segunda, negativamente.
a) Lã: positiva; ebonite: negativa
b) Vidro: positiva; algodão: negativa
c) Adquiriram cargas opostas e, portanto, se atraem.

4) Q: carga da esfera
n: quantidade de elétrons
e: carga elementar
$Q = n \, . \, e$
$Q = 2{,}0 \, . \, 10^{10} \, . \, (-1{,}6 \, . \, 10^{-19})(C)$
$Q = -3{,}2 \, . \, 10^{-9}C$

5) $Q_A = +1{,}6 \, . \, 10^{-12}C$
$Q_B = -4{,}8 \, . \, 10^{-12}C$

$$Q'_A = Q'_B = \frac{Q_A + Q_B}{2} = \frac{(+1{,}6 \, . \, 10^{-12}) + (-4{,}8 \, . \, 10^{-12})}{2} \text{ (C)}$$

$Q'_A = Q'_B = -1{,}6 \, . \, 10^{-12}C$

6) 1.º contato

$$Q'_A = Q'_B = \frac{Q_A + Q_B}{2} = \frac{Q + 0}{2} = \frac{Q}{2}$$

2.º contato

$$Q''_A = Q'_C = \frac{Q'_A + Q_C}{2} = \frac{Q/2 + 0}{2} = \frac{Q}{4}$$

3.º contato

$$Q'''_A = Q'_D = \frac{Q''_A + Q_D}{2} = \frac{Q/4 + 0}{2} = \frac{Q}{8}$$

Sendo Q a carga inicial de A, sua carga após os 3 contatos é $\frac{Q}{8}$.

7) Um corpo é considerado isolante quando as cargas em excesso que adquire não conseguem movimentar-se e permanecem no local onde foram "depositadas". O metais são bons condutores de carga e, portanto, não são isolantes.
Resposta: E

8) Após o contato, ambas passam a ter a mesma carga, dada pela média aritmética das cargas iniciais:

$$\frac{Q + (-2Q)}{2} = -\frac{Q}{2}$$

Resposta: C

9) $Q_1 = Q$; $Q_2 = Q$; $Q_3 = 0$

1.º contato

$$Q'_1 = Q'_3 = \frac{Q_1 + Q_3}{2} = \frac{Q + 0}{2} = \frac{Q}{2}$$

2.º contato

$$Q'_2 = Q''_3 = \frac{Q_2 + Q'_3}{2} = \frac{Q + Q/2}{2} = \frac{3Q}{4}$$

Portanto, a carga final de 1 é Q/2 e a carga final de 2 é 3Q/4.
Resposta: C

10) $Q_A = 8\mu C$; $Q_B = 0$; $Q_C = 0$

1.º contato

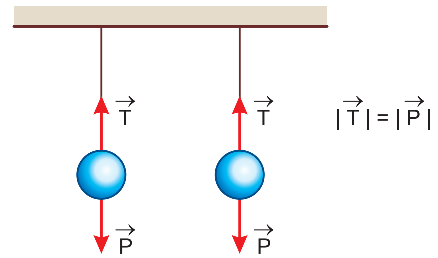
$$Q'_A = Q'_B = \frac{Q_A + Q_B}{2} = \frac{8 + 0}{2} = 4\mu C$$

2.º contato

$$Q''_B = Q'_C = \frac{Q'_B + Q_C}{2} = \frac{4 + 0}{2} = 2\mu C$$

Portanto, a esfera C adquiriu $2\mu C$.
Resposta: A

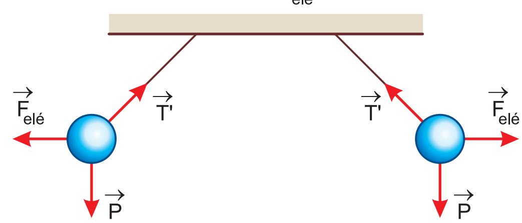
11) As esferas são idênticas e, consequentemente, adquiriram cargas de mesmo sinal. Assim, após a eletrização, ambas se repelem.
Antes da eletrização, a força de tração equilibra apenas a força peso da esfera.



Após a eletrização, a força de tração equilibra a soma da força peso da esfera com a força de repulsão elétrica.

Teorema de Pitágoras:

$$T' = \sqrt{P^2 + F^2_{elé}} > T$$

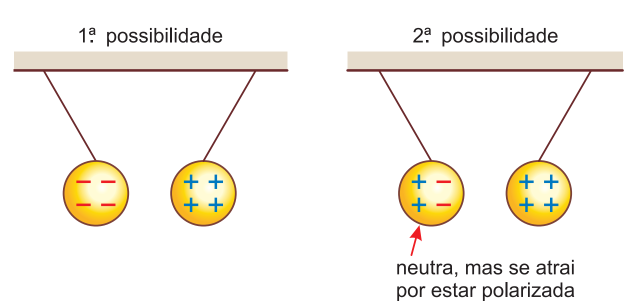


Resposta: C

12) O processo de eletrização por contato ocorre quando há diferença de carga entre os corpos, não ocorrendo, portanto, para ambos neutros.
No processo de eletrização por indução, um dos corpos deve estar eletrizado (indutor) para provocar polarização no outro corpo.
Resposta: D

13) O eletroscópio carrega-se positivamente por contato com a esfera. As folhas do eletroscópio, ambas com cargas positivas, se repelem e se afastam, como mostra a figura da alternativa b.
Resposta: B

14) Duas esferas podem atrair-se, como na figura II, quando possuem cargas opostas ou quando uma delas está carregada e a outra, neutra, sofre polarização por indução.



Resposta: B