FM.01

1. a

$\Delta s_{total} = \Delta s_{AB} + \Delta s_{BC} \Rightarrow \Delta s_{total} = 120 + 200 \Rightarrow \Delta s_{total} = 320$ km

$\Delta t_{total} = \Delta t_{AB} + \Delta t_{parada} + \Delta t_{BC} \Rightarrow \Delta t_{total} = 2 + 2 + 4 \Rightarrow \Delta t_{total} = 8$ h

$$v_m = \frac{\Delta s_{total}}{\Delta t_{total}} \Rightarrow v_m = \frac{320}{8} \Rightarrow v_m = 40 \text{ km/h}$$

2. d

De acordo com o gráfico, o móvel desloca-se com velocidade constante, portanto num único sentido, percorrendo 10 m a cada 10 s; logo, em 30 s, terá percorrido 30 m.

3. b

$P \rightarrow$ mais rápida

$$\left.\begin{matrix} P \rightarrow 16 \text{ s} \\ S \rightarrow 24 \text{ s} \end{matrix}\right\} \Delta t = 24 - 16 = 8 \text{ s}$$

4. d

O tempo do recorde mundial é:

$t_R = t_C - \Delta t \Rightarrow t_R = 21 \text{ s } 30'' - 2'' \Rightarrow t_R = 21 + 0{,}30 - 0{,}02 \Rightarrow$

$\Rightarrow t_R = 21 + 0{,}28 \Rightarrow t_R = 21 \text{ s } 28''$

5. A velocidade média, no trajeto todo, é 90 km/h. O tempo total percorrido foi de 1,25 h + t, em que t é o tempo gasto na segunda metade do trajeto. Dessa maneira, pode-se calcular t:

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow 90 = \frac{180}{1{,}25 + t} \Rightarrow t = 0{,}75 \text{ h}$$

Portanto, pode-se calcular a velocidade média na segunda metade do trajeto:

$$v_{m_2} = \frac{\Delta s_2}{\Delta t} = \frac{90}{0{,}75} \Rightarrow v_{m_2} = 120 \text{ km/h}$$

FM.02

1. d

Ainda que o carro tenha realizado o trajeto sem parar, certamente ocorreu variação de velocidade. Entretanto, não se pode afirmar que a aceleração é constante.

2. d

IV – Sendo a velocidade negativa, o movimento é retrógrado e, como o módulo da velocidade aumenta com o tempo, é acelerado.

3. V – F – V – V – F

I. (V) $a = \dfrac{\Delta v}{\Delta t} = \dfrac{2 - (-2)}{2} = 2 \text{ m/s}^2$

II. (F) Movimento uniforme: $v = 2$ m/s

III. (V) $v > 0$ e $a > 0$

IV. (V) $a_{0-1} = 2 \text{ m/s}^2$ e $a_{3-4} = \dfrac{\Delta v}{\Delta t} = \dfrac{4-2}{1} = 2 \text{ m/s}^2$

V. (F) $\Delta s_{0-3} = \Delta s_{0-1} + \Delta s_{1-3} \Rightarrow \Delta s_{0-3} = -1 + 3 \Rightarrow \Delta s_{0-3} = 2$ m

4. c

Dos gráficos apresentados, conclui-se que os veículos realizam movimentos uniformes de mesma velocidade (a inclinação das retas é a mesma), percorrendo a mesma distância no intervalo de tempo de 0 a t. Como no instante inicial o veículo A encontra-se à frente de B, assim permanecerá durante todo o intervalo de tempo de 0 a t.

5. a) Montando as funções horárias do espaço para o corpo A (MUV) e o corpo B (MU) e, sendo $s_A = s_B$, para o instante t de encontro, temos:

Para o corpo A: $s_A = 2 \cdot t^2$

Para o corpo B: $s_B = 16 + 4 \cdot t$

$s_A = s_B \Rightarrow 2 \cdot t^2 = 16 + 4 \cdot t \Rightarrow 2t^2 - 4t - 16 = 0 \Rightarrow$

$\Rightarrow t^2 - 2t - 8 = 0 \Rightarrow t = -2$ (Não convém.) ou $t = 4$ s

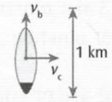
b) Deslocamento escalar de A: $\Delta s_A = s_A$, para $t = 4$ s

$s_A = 2 \cdot t^2 = 2 \cdot 4^2 = 32$ m

Deslocamento escalar de B: $\Delta s_B = s_A - s_{0_B} = 32 - 16 = 16$ m

FM.03

1. d



$$v_b = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow 3 = \frac{1}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{1}{3} \text{ h} = 20 \text{ min}$$

Em relação à Terra, o barco não atravessará perpendicularmente às margens, mas, na composição, os dois movimentos são independentes.

2. a

$$v = \frac{2 \cdot \pi \cdot R}{\Delta t} = \frac{\pi \cdot D}{\Delta t} \Rightarrow 0{,}06 = \frac{3{,}14 \cdot D}{60} \Rightarrow D = 1{,}15 \text{ m}$$

3. b

$$v_1 = \frac{2\pi \cdot R}{\Delta t}$$

$$v_2 = \frac{2\pi \cdot \frac{3 \cdot R}{2}}{\Delta t} = \frac{2\pi \cdot 3R}{2\Delta t} = \frac{3}{2} \cdot \frac{2\pi \cdot R}{\Delta t} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_2 = \frac{3}{2} \cdot v_1$$

4. e

$$\Delta s = 100 \text{ m} \Rightarrow \Delta\theta = \frac{\Delta s}{R} = \frac{100}{2.000} \Rightarrow \Delta\theta = 0{,}05 \text{ rad}$$

$$\begin{cases} \theta_1 = \theta_0 + \omega_1 \cdot t \\ \theta_2 = \omega_2 \cdot t \end{cases} \Rightarrow \theta_1 = \theta_2 \Rightarrow \theta_0 = (\omega_2 - \omega_1) \cdot t \Rightarrow$$

$$\Rightarrow t = \frac{0{,}05}{\frac{80}{3.600} - \frac{60}{3.600}} \Rightarrow t = \frac{0{,}05 \cdot 3.600}{20} \Rightarrow t = 9 \text{ s}$$

5. b

$$\frac{T_1}{N_1} = \frac{T_2}{N_2} \Rightarrow \frac{30}{10} = \frac{T_2}{24} \Rightarrow T_2 = 72 \text{ s}$$

$$v = \frac{2\pi \cdot R}{T_2} = \frac{2 \cdot 3 \cdot \left(\frac{8}{2}\right)}{72} \Rightarrow v \simeq 0{,}35 \text{ cm/s}$$

FM.04

1. d

I. (F) No movimento vertical para cima, o espaço varia com o tempo segundo uma função do 2º grau.

II. (V) MU: $s = s_0 + v \cdot t$; velocidade constante e aceleração nula.

III. (V) MUV: $s = s_0 + v_0 \cdot t + \dfrac{a \cdot t^2}{2}$; $v = v_0 + a \cdot t$; aceleração constante.

2. e

$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot g \cdot \Delta h \Rightarrow 0 = v_0^2 + 2 \cdot (-10) \cdot 125 \Rightarrow$

$\Rightarrow v_0 = \sqrt{2.500} \Rightarrow v_0 = 50$ m/s

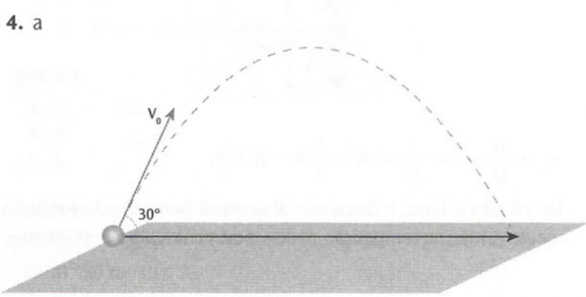
3. a) $v^2 = v_0^2 + 2 \cdot g \cdot h \Rightarrow 0 = (8)^2 + 2 \cdot (-1{,}6) \cdot h \Rightarrow h = 20$ m

$v = v_0 + g \cdot t \Rightarrow 0 = 8 + (-1{,}6) \cdot t \Rightarrow t = 5$ s

Portanto, tempo total de subida e descida: $\Delta t = 10$ s

b) Não. Como a Lua não possui atmosfera, o martelo e a pena chegam juntos ao solo.

4. a



$v_{0y} = v_0 \cdot \text{sen } 30° \Rightarrow$

$\Rightarrow v_{0y} = 50 \cdot \dfrac{1}{2} = 25$ m/s

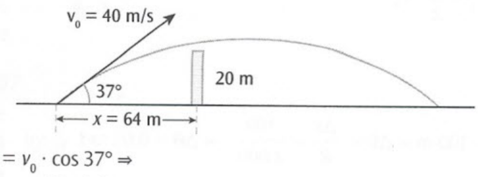
Na altura máxima, $v_y = 0$:

$v_y = v_{0y} - g \cdot t \Rightarrow$

$\Rightarrow 0 = 25 - 10t \Rightarrow$

$\Rightarrow 10t = 25 \Rightarrow t = 2{,}5$ s

5. b



$v_x = v_0 \cdot \cos 37° \Rightarrow$

$\Rightarrow v_x = 40 \cdot 0{,}8 \Rightarrow$

$\Rightarrow v_x = 32$ m/s

$t = \dfrac{x}{v_x} = \dfrac{64}{32} \Rightarrow$

$\Rightarrow t = 2$ s

$v_{0y} = v_0 \cdot \text{sen } 37° \Rightarrow$

$\Rightarrow v_{0y} = 40 \cdot 0{,}6 \Rightarrow$

$\Rightarrow v_{0y} = 24$ m/s

$t = 2 \text{ s} \rightarrow h = v_{0y} \cdot t - \dfrac{g \cdot t^2}{2} \Rightarrow$

$\Rightarrow h = 24 \cdot 2 - 5 \cdot 4 \Rightarrow$

$\Rightarrow h = 48 - 20 = 28$ m

O projétil passa a 8 m acima do topo do obstáculo.

FM.05

1. Soma = 28 (04 + 08 + 16)

(01) (F) A aceleração é determinada pela atração gravitacional.

(02) (F) Estão aplicadas em corpos diferentes.

(04) (V)

(08) (V)

(16) (V) A massa é a medida da inércia de um corpo.

(32) (F) MRU $\Rightarrow F_R = 0$

2. a

Como $F = (m_1 + m_2) \cdot a$, temos: $6 = (1 + 2) \cdot a \Rightarrow a = 2$ m/s²

No 1º bloco, temos:

$T = m_1 \cdot a \Rightarrow$

$\Rightarrow T = 1 \cdot 2 \Rightarrow T = 2$ N

3. e

Para velocidade constante: $T_{máx.} = P_{máx.}$ (elevador + pessoas)

Assim:

$T_{máx.} = n \cdot P_{pessoa} + P_{elevador} \Rightarrow 12.000 = n \cdot 700 + 400 \cdot 10 \Rightarrow$

$\Rightarrow n = \dfrac{8.000}{700} \Rightarrow n = 11{,}4$

Portanto, o número máximo de pessoas é 11.

4. a

$F_0 = (M + m) \cdot a \Rightarrow$

$\Rightarrow F_0 = (15 + 5) \cdot a \Rightarrow$

$\Rightarrow a = \dfrac{F_0}{20}$

$F_{bloco} = m \cdot a \Rightarrow F_{bloco} = 5 \cdot \dfrac{F_0}{2} = \dfrac{F_0}{4}$

5. c

$a = \dfrac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow \dfrac{0{,}8 - 0}{2} = 0{,}4 \text{ m/s}^2$

Sendo sua massa 700 kg, temos:

$F_R = m \cdot a \Rightarrow$

$\Rightarrow F_R = 700 \cdot 0{,}4 \Rightarrow$

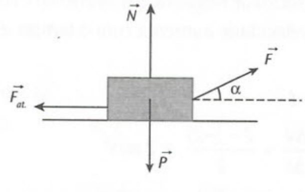
$\Rightarrow F_R = 280$ N

FM.06

1. c

A força de atrito opõe-se ao sentido do movimento, portanto oposto ao vetor velocidade no ponto de trajetória.

2.



$F_x = F \cdot \cos \alpha = F \cdot \cos 60° \Rightarrow$

$\Rightarrow F_x = 10 \cdot 0{,}5 \Rightarrow F_x = 5$ N

$F_y = F \cdot \text{sen } \alpha = F \cdot \text{sen } 60° \Rightarrow$

$\Rightarrow F_y = 10 \cdot 0{,}9 \Rightarrow F_y = 9$ N

$P = m \cdot g = 2 \cdot 10 \Rightarrow P = 20$ N

Na vertical:

$N + F_y = P \Rightarrow N + 9 = 20 \Rightarrow N = 11$ N

$F_{at.} = \mu \cdot N = 0{,}1 \cdot 11 \Rightarrow F_{at.} = 1{,}1$ N

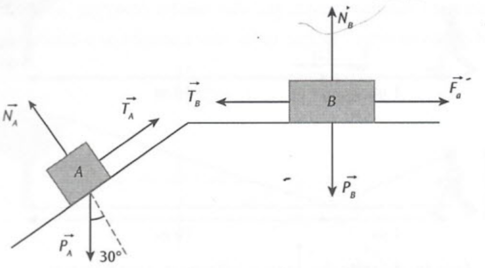
Na horizontal:

$F_R = F_x - F_{at.} \Rightarrow F_R = 5 - 1{,}1 \Rightarrow F_R = 3{,}9$ N

Ainda: $F_R = m \cdot a \Rightarrow 3{,}9 = 2 \cdot a \Rightarrow$

$\Rightarrow a = 1{,}95$ m/s²

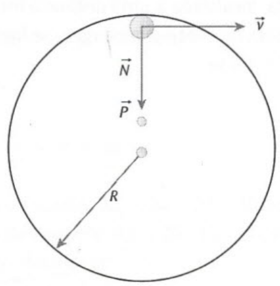
3. c



$m_A = m_B$
$\mu_B = 0{,}4$
$\text{sen } 30° = 0{,}5$
$g = 10 \text{ m/s}^2$
Bloco A:
$F_R = P_A \cdot \text{sen } 30° - T_A \Rightarrow m \cdot a = m \cdot g \cdot \text{sen } 30° - T_A$ (I)
Bloco B:
$F_R = T_B - F_{at.} \Rightarrow m \cdot a = T_B - \mu \cdot m \cdot g$ (II)
Sendo $T_A = T_B$, temos, de (I) e (II):
$2 \cdot \cancel{m} \cdot a = \cancel{m} \cdot g \cdot \text{sen } 30° - \mu \cdot \cancel{m} \cdot g \Rightarrow$
$\Rightarrow 2 \cdot a = 10 \cdot 0{,}5 - 0{,}4 \cdot 10 \Rightarrow$
$\Rightarrow a = \dfrac{5-4}{2} \Rightarrow a = 0{,}5 \text{ m/s}^2$

4. a
$v = 216 \text{ km/h} \Rightarrow v = 60 \text{ m/s}$
$a = 0{,}05 \cdot g \Rightarrow a = 0{,}05 \cdot 10 \Rightarrow a = 0{,}5 \text{ m/s}^2$
$a_{cp} = \dfrac{v^2}{R} \Rightarrow 0{,}5 = \dfrac{(60)^2}{R} \Rightarrow$
$\Rightarrow R = \dfrac{3.600}{0{,}5} = 7.200 \text{ m ou } 7{,}2 \text{ km}$

5. e



Para uma velocidade mínima: $N = 0$
Portanto:
$F_R = P \Rightarrow \dfrac{\cancel{m} \cdot v^2_{mín.}}{R} = \cancel{m} \cdot g \Rightarrow v_{mín.} = \sqrt{R \cdot g} = \sqrt{2{,}5 \cdot 10}$
$\therefore v_{mín.} = 5{,}0 \text{ m/s}$

FM.07

1. e
$m = 100 \text{ kg}$
$\mu_c = 0{,}10$
$g = 10 \text{ m/s}^2$

Para o deslocamento PQ: $\text{sen } 30° = \dfrac{5}{PQ} \Rightarrow PQ = \dfrac{5}{0{,}5} = 10 \text{ m}$

Como o bloco sobe com velocidade constante: $F = P \cdot \text{sen } \theta + F_{at.}$
$F = m \cdot g \cdot \text{sen } \theta + \mu \cdot m \cdot g \cdot \cos \theta \Rightarrow F = m \cdot g \cdot (\text{sen } \theta + \mu \cdot \cos \theta)$
$F = 100 \cdot 10\,(0{,}5 + 0{,}1 \cdot 0{,}87) \Rightarrow F = 587 \text{ N}$

Assim:
$\tau = F \cdot d_{PQ} \Rightarrow \tau = 587 \cdot 10 = 5.870 \text{ J ou } \tau = 5{,}87 \cdot 10^3 \text{ J}$

2. Velocidade constante: $F_R = 0$
Portanto:
$P = F \cdot v \Rightarrow P = 2 \cdot 10^5 \cdot 2 \Rightarrow P = 4 \cdot 10^5 \text{ W}$

3. a

I. (F) Tendo velocidade em A, o corpo possui $E_{cin.}$.
II. (F) Em B, a resultante é dada por: $F_R = N - P \Rightarrow F_{cent.} = N - P$
III. (V) Em A: $E_{cin.A} = \dfrac{m \cdot v_A^2}{2} = \dfrac{0{,}2 \cdot (2)^2}{2} = 0{,}4 \text{ J}$
IV. (V) Como não existe atrito, o corpo passa com determinada velocidade por C e, portanto, tem $E_{cin.}$. Além disso, em C, o corpo está a 2 m do solo e, portanto, tem $E_{pot.}$.

4. a) A força é constante entre 10 m e 50 m. Assim:
$\tau \overset{N}{=} \text{Área} = b \cdot h \Rightarrow \tau = (50 - 10) \cdot 800 = 32.000 \text{ J} = 3{,}2 \cdot 10^4 \text{ J}$

b) $\mathcal{P} = \dfrac{\tau}{\Delta t} = \dfrac{444.000}{40} \Rightarrow \mathcal{P} = 1{,}11 \cdot 10^4 \text{ W}$

1 CV ———— 740 W
x ———— $1{,}11 \cdot 10^4$ W
$\therefore x = 15 \text{ CV}$

5. a
$\tau_R = \Delta E_C \Rightarrow \tau_F + \tau_{fA} + \tau_P + \tau_N = \Delta E_C \Rightarrow$
$\Rightarrow F \cdot d \cdot \cos 60° + f_A \cdot d \cdot \cos 180° + 0 + 0 = 10 \text{ J} \Rightarrow$
$\Rightarrow 20 \cdot 5{,}0 \cdot 0{,}50 + f_A \cdot 5{,}0 \cdot (-1) = 10 \Rightarrow f_A \cdot 5{,}0 = 40 \Rightarrow f_A = 8{,}0 \text{ N}$

FM.08

1. c
a) (F) A energia cinética inicial é nula.
b) (F) $E_{cin.\ inicial} = 0$
c) (V)
d) (F)
e) (F) Na queda livre (ausência de atrito), a energia mecânica se conserva.

2. b
No início, temos:
$E_{mec.} = m \cdot g \cdot h \Rightarrow E_{mec.} = 0{,}5 \cdot g \cdot 1 \Rightarrow$
$\Rightarrow E_{mec.} = 0{,}5g$
Na 1ª colisão, temos:
70% de $0{,}5g = 0{,}35g$ (dissipados)
$\therefore$ Resta $0{,}15g$
Na 2ª colisão, temos:
70% de $0{,}15g = 1{,}05g$ (dissipado)
$\therefore$ Resta: $0{,}45g$
$E_{mec.} = m \cdot g \cdot h \Rightarrow$
$\Rightarrow 0{,}45g = 0{,}5 \cdot g \cdot h \Rightarrow$
$\Rightarrow h = \dfrac{0{,}45}{5} \Rightarrow$
$\Rightarrow h = 0{,}09 \text{ m}$

3. b
Para G_1, temos: $E_{mc} = m \cdot g \cdot h_1$
Para G_2, temos: $E_{mo} = m \cdot g \cdot h_2$
Sabe-se que: $h_1 = 2h_2$

Ao atingirem o solo, terão transformado as energias potenciais em cinéticas. Assim:

$E_{cin.1} = E_{pot.1} = m \cdot g \cdot 2h_2$

$E_{cin.2} = E_{pot.1} = m \cdot g \cdot h_2$

Portanto: $\frac{E_{cin.2}}{E_{cin.1}} = \frac{m \cdot g \cdot h_2}{m \cdot g \cdot 2h_2} \Rightarrow \frac{E_{cin.2}}{E_{cin.1}} = \frac{1}{2}$

4. d

Sem atrito ⇒ Sistema conservativo. Portanto, a velocidade da pedra, em *B*, é a mesma para as quatro rampas.

Em *B*, temos um lançamento horizontal e, como a velocidade de lançamento é a mesma, o alcance será o mesmo nos quatro casos.

5. c

Em *B* e *C*, temos:

$E_{mec.B} = mgh_B = mg \cdot 4 \Rightarrow E_{mec.B} = 4mg$

$E_{mec.C} = mgh_C = mg \cdot 3,2 \Rightarrow E_{mec.C} = 3,2mg$

Houve uma perda de 0,8 mg de *B* para *C*, ou seja, de 20%.

Em *A* e *C*, temos:

$E_{mec.A} = mgh_A = m \cdot g \cdot 5 \Rightarrow E_{mec.A} = 5mg$

$E_{mec.C} = mgh_C + \frac{m \cdot v_C^2}{2} \Rightarrow E_{mec.C} = 3,2mg + \frac{m \cdot v_C^2}{2}$

Ocorrendo perda de 20%, teremos: $E_{mec.A} = 4mg$

Assim:

$4mg = 3,2mg + \frac{m \cdot v_C^2}{2} \Rightarrow 0,8g = \frac{v_C^2}{2} \Rightarrow v_C^2 = 1,6g = 16 \Rightarrow$

$\Rightarrow v_C = 4 \text{ m/s}$ ou $v_C = 14,4 \text{ km/h}$

FO.01

1. d

$$\frac{h_{edifício}}{h_{poste}} = \frac{s_{edifício}}{s_{poste}} \Rightarrow \frac{h_{edifício}}{5} = \frac{10}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow h_{edifício} = \frac{5 \cdot 10}{2} \Rightarrow h_{edifício} = 25 \text{ m}$$

2. b

Quando a menina desloca-se de uma distância *d* aproximando-se do espelho, sua imagem também se aproxima de uma distância *d* em relação ao espelho. Portanto, a aproximação da menina em relação à sua imagem é de 2*d*. Considerando que os deslocamentos da menina e da imagem são simultâneos, pode-se dizer que a velocidade de aproximação da menina em relação à sua imagem é o dobro de sua velocidade em relação ao espelho.

3. e

a) (F) A imagem é real, invertida e do mesmo tamanho que o objeto, caso o espelho seja côncavo.

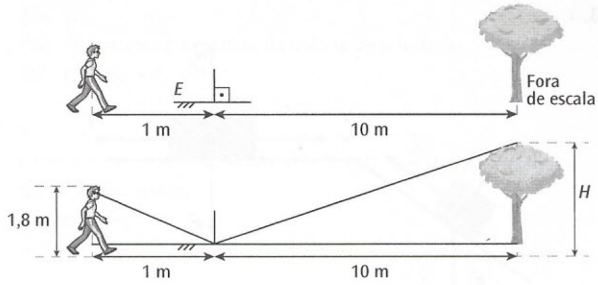
b) (F) Os raios refletem-se simétricos em relação ao eixo principal.

c) (F) Os espelhos côncavos podem formar imagens reais.

d) (F) Os espelhos convexos formam imagens virtuais e menores do que o objeto.

e) (V) Nos telescópios, usa-se um grande espelho côncavo para captar a luz proveniente de objetos distantes e focalizá-la no foco do espelho.

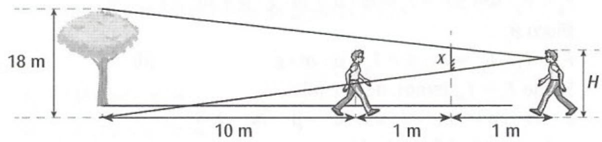
4. a) O raio de luz que parte da extremidade superior da árvore reflete-se no espelho e atinge os olhos do menino, como mostram as figuras.



Pela lei da reflexão, temos triângulos semelhantes.

$\frac{H}{10} = \frac{1,8}{1} \Rightarrow H = 18 \text{ m}$

b) Nesse caso, deve-se determinar o tamanho do espelho para que o campo visual do menino contenha a árvore inteira, como mostra a figura.



Por semelhança de triângulos, temos:

$\frac{x}{1} = \frac{18}{16 + 2} \Rightarrow x = 1 \text{ m}$

5. b

O espelho possui 4,1 m de diâmetro. Portanto:

$R = \frac{D}{2} = \frac{4,1}{2} \Rightarrow R = 2,05 \text{ m}$

E a distância focal:

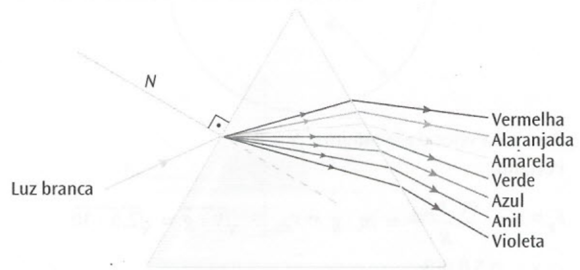
$f = \frac{R}{2} = \frac{2,05}{2} \Rightarrow f \simeq 1,0 \text{ m}$

Para uma estrela, localizada a uma distância muito grande em relação às dimensões do espelho, a imagem se forma no foco.

Portanto: $p' = f = 1,0 \text{ m}$

FO.02

1. a



2. d

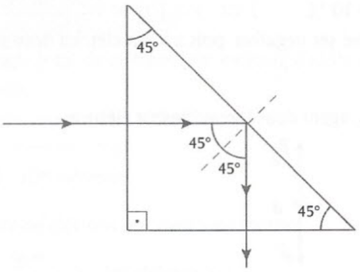
$n_A \cdot \text{sen } 60° = n_B \cdot \text{sen } 30° \Rightarrow 1 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = n_B \cdot \frac{1}{2} \Rightarrow n_B = \sqrt{3} = 3^{\frac{1}{2}}$

3. a) Ângulo limite para o dioptro vidro/ar:

$\text{sen } L = \frac{n_{ar}}{n_{vidro}} = \frac{1}{1,5} = 0,67$

O feixe incidente, após penetrar no prisma, incide na face oposta com um ângulo de incidência de $i = 45°$. Sendo sen 45° > sen *L*, temos que 45° > *L* e, portanto, haverá reflexão total nessa face do prisma.

Considerando a lei da reflexão, o ângulo de reflexão também será de 45° e, portanto, o feixe refletido incidirá normal à terceira face do prisma e se refratará sem sofrer desvio, como mostra a figura.



b) Ariete não observa a dispersão da luz branca visto que nas duas refrações (entrada e saída do prisma) a incidência foi normal à superfície e, nesse caso, todas as cores do feixe se refratam sem sofrer desvio.

4. c

Considerando $R_1 \to \infty$ (face plana), $R_2 = -30$ cm (face côncava) e usando a equação do fabricante, temos:

$$\frac{1}{f} = \left(\frac{n_2}{n_1} - 1\right) \cdot \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{1}{-60} = \left(\frac{n_2}{1} - 1\right) \cdot \left(\frac{1}{\infty} + \frac{1}{-30}\right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow -\frac{1}{60} = -\frac{1}{30}(n_2 - 1) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} = (n_2 - 1) \Rightarrow n_2 = 1{,}5$$

5. e

Posição da imagem na situação inicial.

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'} \Rightarrow \frac{1}{10} = \frac{1}{30} + \frac{1}{p'} \Rightarrow p' = 15 \text{ cm}$$

Posição da imagem na posição final.

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

$$\Rightarrow \frac{1}{10} = \frac{1}{20} + \frac{1}{p'} \Rightarrow p' = 20 \text{ cm}$$

Deslocamento do objeto: $\Delta s_o = 30 - 20 = 10$ cm

Deslocamento da imagem: $\Delta s_i = 20 - 15 = 5$ cm

Razão entre as velocidades:

$$\frac{v_o}{v_i} = \frac{\frac{\Delta s_o}{\Delta t}}{\frac{\Delta s_i}{\Delta t}} = \frac{\Delta s_o}{\Delta s_i} = \frac{10}{5} = 2$$

FO.03

1. e

O pulso *A*, ao se refletir na extremidade fixa da corda, sofrerá inversão de fase. Após isso, retornará indo ao encontro do pulso *B* e, portanto, ocorrerá uma interferência destrutiva. Considerando o princípio da independência das ondas, após a superposição, os pulsos continuam se propagando mantendo suas características originais.

2. b

A figura ilustra a capacidade da onda de "contornar" a barreira ao atravessar a abertura. Isso é explicado pelo princípio de Huygens, e corresponde ao fenômeno da difração.

3. c

De acordo com o gráfico:

$\lambda_1 = 3$ e $\lambda_2 = 2$

Portanto:

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \Rightarrow \frac{1}{n_2} = \frac{2}{3} \Rightarrow n_2 = 1{,}5$$

4. b

Na passagem da região I para a região II, a frequência não se altera. Sendo $\lambda_1 > \lambda_2 \Rightarrow v_1 > v_2$, pois $v = \lambda \cdot f$.

5. a) O fato ocorre por causa da interferência das ondas sonoras emitidas pelos dois alto-falantes. No ponto *O*, que é equidistante dos dois alto-falantes, ocorre interferência construtiva e, portanto, o som tem intensidade alta. Ao deslocar-se de *O* para *M*, Igor passa por um ponto de interferência destrutiva, em que o som tem intensidade baixa e, ao chegar em *M*, ele passa novamente por um ponto de interferência construtiva.

Considerando o ponto *M*, a diferença de percurso do som é $\Delta x = 10 - 8 = 2$ m. Considerando que esse ponto corresponde à primeira interferência construtiva a partir do ponto *O*, temos:

$$\frac{\Delta x}{\frac{\lambda}{2}} = 2 \text{ (primeiro número par)}$$

$$\frac{2}{\frac{\lambda}{2}} = 2 \Rightarrow \lambda = 2 \text{ m}$$

b) Sendo a velocidade de propagação do som constante, ao aumentar a frequência, o comprimento de onda diminui. Portanto, a distância entre o ponto *O* equidistante das fontes e o primeiro ponto de interferência construtiva *M* diminui.

FO.04

1. $\Delta t = 100$ ms $\Rightarrow v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow 330 = \frac{\Delta s}{100 \cdot 10^{-3}} \Rightarrow \Delta s = 33$ m, porém esse deslocamento compreende a ida e a volta e, portanto: $d = \frac{\Delta s}{2} = 16{,}5$ m

2. c

Em uma onda estacionária, a distância entre dois nós consecutivos corresponde a meio comprimento de onda.

$$\frac{\lambda}{2} = 0{,}5 \text{ m} \Rightarrow \lambda = 1{,}00 \text{ m}$$

3. $f = f_0 \cdot \frac{v_{som} + v_{golfinho}}{v_{som} - v_{baleia}} \Rightarrow f = 744 \cdot \frac{1.500 + 32}{1.500 - 12} \Rightarrow f = 766$ Hz

4. c

A frequência aparente é dada por:

$$f_{ap} = f_0 \left(\frac{v_{som} \pm v_{obs}}{v_{som} \pm v_{fonte}}\right)$$

Orientando o eixo positivo do observador para a fonte, temos $v_{fonte} < 0$ e $v_{obs} > 0$. Portanto, temos que a frequência aparente será:

$$f_{ap} = f_0 \left(\frac{v + v_{obs}}{v - v_{fonte}}\right)$$

5. d

Intensidade do som para o nível sonoro de 70 dB:

$$\beta_1 = 10 \cdot \log\left(\frac{I_1}{I_0}\right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 70 = 10 \cdot \log\left(\frac{I_1}{I_0}\right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{I_1}{I_0} = 10^7 \Rightarrow I_1 = 10^7 \cdot I_0$$

Intensidade do som para o nível sonoro de 120 dB:

$$\beta_2 = 10 \cdot \log\left(\frac{I_2}{I_0}\right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 120 = 10 \cdot \log\left(\frac{I_2}{I_0}\right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{I_2}{I_0} = 10^{12} \Rightarrow I_2 = 10^{12} \cdot I_0$$

Razão entre as intensidades:

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{10^{12} \cdot I_0}{10^7 \cdot I_0} \Rightarrow I_2 = 10^5 \cdot I_1$$

Portanto, podemos calcular o aumento da intensidade:

$$\Delta I = I_2 - I_1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta I = 10^5 I_1 - I_1 = (10^5 - 1) \cdot I_1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta I = 999.999 I_1 = \frac{9.999.900}{100} \cdot I_1 =$$

$$= 9.999.900\% \text{ de } I_1$$

FE.01

1. a

Ao tocar a esfera, esta perde elétrons para a barra, ficando positivamente carregada. Ao se afastar da barra, a outra esfera entra em contato com a primeira, ficando também eletrizada positivamente.

2. c

Lembrando que cargas elétricas de mesmo sinal se repelem e, de sinais contrários, se atraem, a alternativa que satisfaz essa condição é c.

3. a) A força elétrica que atua no elétron tem direção da linha que liga o núcleo do átomo ao elétron e sentido que aponta para a direção do núcleo. O módulo da força é dado pela lei de Coulomb.

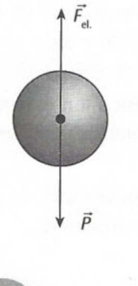
$$F = \frac{k \cdot |+e| \cdot |-e|}{d^2} \Rightarrow F = \frac{k \cdot e^2}{r_n^2}$$

b) A força elétrica faz o papel de força centrípeta. Portanto, temos:

$$F_{el.} = F_{cent.} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{k \cdot e^2}{r_n^2} = m_e \cdot \frac{v^2}{r_n} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{k \cdot e^2}{m_e \cdot r_n}}$$

4.



$$F_{el.} = P \Rightarrow$$

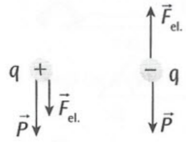
$$\Rightarrow q \cdot E = m \cdot g \Rightarrow q = \frac{m \cdot g}{E} \Rightarrow q = \frac{50 \cdot 10^{-3} \cdot 9{,}8}{10^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow q = 4{,}9 \cdot 10^{-3}\ \text{C}$$

A carga deve ser negativa, pois a força elétrica deve ser repulsiva.

5. a

Nas cargas, agem duas forças: peso e elétrica.



Sendo $v_1 = v_2$, temos: $\sqrt{2 \cdot a_1 \cdot h_1} = \sqrt{2 \cdot a_2 \cdot h_2}$ (I)

Na carga positiva:

$$F_R = P + F_{el.} \Rightarrow m \cdot a_1 = m \cdot g + q \cdot E \Rightarrow a_1 = g + \frac{q \cdot E}{m}$$

Na carga negativa:

$$F_R = P - F_{el.} \Rightarrow m \cdot a_2 = m \cdot g - q \cdot E \Rightarrow a_2 = g - \frac{q \cdot E}{m}$$

Substituindo em (I), vem:

$$\left(g + \frac{q \cdot E}{m}\right) \cdot h_1 = \left(g - \frac{q \cdot E}{m}\right) \cdot h_2 \Rightarrow \frac{h_1}{h_2} = \frac{g - \dfrac{q \cdot E}{m}}{g + \dfrac{q \cdot E}{m}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{h_1}{h_2} = \frac{10 - \dfrac{150}{30}}{10 + \dfrac{150}{30}} = \frac{5}{15} \Rightarrow \frac{h_1}{h_2} = \frac{1}{3}$$

FE.02

1. d

Pelo princípio da conservação da energia, temos que a energia total (energia cinética + energia potencial) deve permanecer constante.

$$E_{\text{cin.final}} + E_{\text{pot.final}} = E_{\text{cin.inicial}} + E_{\text{pot.inicial}}$$

Reordenando, temos:

$$E_{\text{cin.final}} - E_{\text{cin.inicial}} = E_{\text{pot.inicial}} - E_{\text{pot.final}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta E_{\text{cin.}} = E_{\text{pot.inicial}} - E_{\text{pot.final}}$$

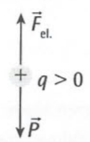
Considerando as posições inicial e final da partícula e observando o gráfico, temos:

$$\Delta E_{\text{cin.}} = 3 \cdot 10^{-18} - 1 \cdot 10^{-18} = +2 \cdot 10^{-18}\ \text{J}$$

Portanto, a energia cinética sofre um aumento de: $2 \cdot 10^{-18}$ J

2. c

A carga fica sujeita à ação de duas forças, a força peso $\vec{P}$ e a força elétrica $\vec{F}_{el.}$, como mostra a figura.



Para que a partícula sofra o desvio indicado na figura, temos que a força resultante $\vec{F}_R$ é dada por:

$$F_R = F_{el.} - P \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F_R = q \cdot E - mg$$

3. d

A carga elétrica Q distribuída na superfície da Terra para gerar um campo elétrico de 100 N/C nas proximidades de sua superfície é:

$$E = \frac{k \cdot |Q|}{R^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 100 = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot |Q|}{(6 \cdot 10^6)^2} \Rightarrow |Q| = 4 \cdot 10^5 \text{ C}$$

A quantidade total de elétrons (em excesso) distribuídos na superfície da Terra:

1 C ——— $6 \cdot 10^{18}$ elétrons
$4 \cdot 10^5$ C ——— n
$\therefore n = 2,4 \cdot 10^{24}$ elétrons

Quantidade de elétrons por metro quadrado:

$$\frac{n}{A} = \frac{2,4 \cdot 10^{24}}{4 \cdot 10^{14}} \simeq 6 \cdot 10^9 \text{ elétrons/m}^2$$

4. e

$$U_1 = \frac{Q_1}{C_1} = \frac{30 \cdot 10^{-6}}{20 \cdot 10^{-6}} = \frac{3}{2} \text{ V}$$

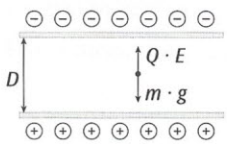
$$U_2 = \frac{Q_2}{C_2} = \frac{30 \cdot 10^{-6}}{40 \cdot 10^{-6}} = \frac{3}{4} \text{ V}$$

$$U_3 = \frac{Q_3}{C_3} = \frac{30 \cdot 10^{-6}}{40 \cdot 10^{-6}} = \frac{3}{4} \text{ V}$$

$$U_{total} = U_1 + U_2 + U_3 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow U_{total} = \frac{3}{2} + \frac{3}{4} + \frac{3}{4} \Rightarrow U_{total} = 3 \text{ V}$$

5. a)



$$F_{elét.} = P \Rightarrow Q \cdot E = m \cdot g$$

$$U = E \cdot d \Rightarrow E = \frac{U}{d}$$

$$Q \cdot \frac{U}{D} = m \cdot g \Rightarrow U = \frac{m \cdot g \cdot D}{Q}$$

b) $F_R = F_{el.} - P \Rightarrow$

$$\Rightarrow m \cdot g = Q \cdot E_1 - m \cdot g \Rightarrow$$

$$\Rightarrow Q \cdot E_1 = 2m \cdot g \Rightarrow E_1 = \frac{2m \cdot g}{Q}$$

$$U_1 = E_1 \cdot D_1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow U_1 = \frac{2m \cdot g}{Q} \cdot \frac{D}{3} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow U_1 = \frac{2}{3} \cdot \frac{m \cdot g \cdot D}{Q} = \frac{2}{3} \cdot U \Rightarrow \frac{U_1}{U} = \frac{2}{3}$$

FE.03

1. d

$$E = \mathcal{P} \cdot \Delta t \Rightarrow E = 25 \cdot \frac{40}{1.000} \cdot 5 \cdot 20 \Rightarrow E = 100 \text{ kWh}$$

Custo:

1 kWh ——— R\$ 0,40
100 kWh ——— x
$\therefore x =$ R\$ 40,00

2. $i = \dfrac{|Q|}{\Delta t} = \dfrac{|n \cdot e|}{\Delta t} \Rightarrow i = \dfrac{1,0 \cdot 10^{19} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{2} \Rightarrow i = 0,8 \text{ A}$

$$\mathcal{P} = U \cdot i \Rightarrow \mathcal{P} = 12 \cdot 0,8 \Rightarrow \mathcal{P} = 9,6 \text{ W}$$

3. c

A tensão elétrica U é definida como a razão entre a energia ΔE e a quantidade de carga elétrica transportada ΔQ.

$$U = \frac{\Delta E}{\Delta Q}$$

Substituindo os valores fornecidos, temos:

$$100 \cdot 10^6 = \frac{\Delta E}{10} \Rightarrow \Delta E = 1 \cdot 10^9 \text{ J}$$

Transformando para kWh, temos:

$\Delta E = 1 \cdot 10^9 \cdot 3 \cdot 10^{-7} \Rightarrow \Delta E = 3 \cdot 10^2$ kWh = 300 kwh

4. b

Resistência elétrica do aquecedor

$$P = \frac{U^2}{R} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2.400 = \frac{120^2}{R} \Rightarrow R = 6\ \Omega$$

Aplicando a segunda lei de Ohm, temos:

$$R = \frac{\rho \cdot \ell}{A} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 6 = \frac{\rho \cdot 2}{4 \cdot 10^{-6}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \rho = 12 \cdot 10^{-6} = 1,2 \cdot 10^{-5}\ \Omega \cdot \text{m}$$

5. c

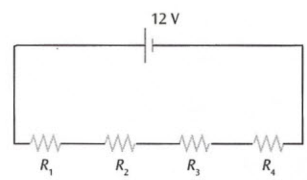
$E = \mathcal{P} \cdot \Delta t = R \cdot i^2 \cdot \Delta t \Rightarrow E = 60 \cdot (20)^2 \cdot 20 \cdot 60 \Rightarrow E = 2,88 \cdot 10^7$ J

Sendo 1 cal = 4,2 J, temos:

$$E = \frac{2,88 \cdot 10^7}{4,2} \Rightarrow E \simeq 6,86 \cdot 10^6 \text{ cal}$$

FE.04

1. a)



$R_1 = \ldots = R_4 = 10\ \Omega$

b) $i = \dfrac{\varepsilon}{4 \cdot R} = \dfrac{12}{4 \cdot 10} \Rightarrow i = 0,3 \text{ A}$

c) $\mathcal{P} = R \cdot i^2 \Rightarrow$

$\Rightarrow \mathcal{P} = 10 \cdot (0,3)^2 \Rightarrow \mathcal{P} = 0,9 \text{ W}$

2. b

Todos estão em paralelo, portanto sob a mesma tensão.

$$i_1 = \frac{U}{R_1} \Rightarrow i_1 = \frac{18}{3} = 6 \text{ A}$$

$$i_2 = \frac{U}{R_2} \Rightarrow i_2 = \frac{18}{6} = 3 \text{ A}$$

$$i_3 = \frac{U}{R_3} \Rightarrow i_3 = \frac{18}{9} = 2\text{A}$$

3. c

- No circuito 1:

$$R_{eq.} = \frac{R}{4} = \frac{1}{4} = 0{,}25\ \Omega$$

$$i = \frac{\varepsilon}{R_{eq.}} = \frac{3}{0{,}25} \Rightarrow i = 12\ A$$

- No circuito 2:

$$R_{eq.} = \frac{R}{3} = \frac{1}{3}\ \Omega$$

$$i = \frac{\varepsilon}{R_{eq.}} = \frac{3}{\frac{1}{3}} \Rightarrow i = 9\ A$$

4. d

Usando a equação característica do gerador $U = \varepsilon - r \cdot i$ para cada circuito, temos:

$1{,}2 = \varepsilon - r \cdot 3{,}0 \Rightarrow$

$\Rightarrow \varepsilon - 3r = 1{,}2$ (I)

$0{,}8 = \varepsilon - r \cdot 7{,}0 \Rightarrow$

$\Rightarrow \varepsilon - 7r = 0{,}8$ (II)

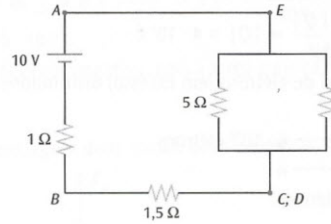
Resolvendo os sistemas I e II, temos:

$\varepsilon = 1{,}5\ V$

$R = 0{,}1\ \Omega$

5. V – F – F – V – V

Redesenhando o circuito, temos:



$R_{eq.}$ do circuito externo:

$$R_{eq.} = 1{,}5 + \frac{5}{2} \Rightarrow R_{eq.} = 4\ \Omega$$

$$i_G = \frac{\varepsilon}{r + R_{eq.}} = \frac{10}{1 + 4} \Rightarrow i_G = 2\ A$$

Portanto:

I. (V)

II. (F) $\mathcal{P} = R \cdot i^2 = 1{,}5 \cdot (2)^2 \Rightarrow \mathcal{P} = 6\ W$

III. (F) $U_G = \varepsilon - r \cdot i = 10 - 1 \cdot 2 \Rightarrow U_G = 8\ V$

IV. (V) $\eta_G = \frac{U}{\varepsilon} \cdot 100\% = \frac{8}{10} \cdot 100 \Rightarrow \eta_G = 80\%$

V. (V)