

A prova tem valor total de 48 pontos equivalentes as oito (8) questões escolhidas pelos alunos. A soma dos itens para cada questão é sempre igual a seis (6).

01. $V_m = \frac{\Delta d}{\Delta t} = \frac{5}{2} = 2,5 \text{ m/s}$, considerando que o carro desacelera uniformemente,

$$V_m = \frac{V_i + V_f}{2} \Rightarrow 2,5 = \frac{V + 0}{2} \Rightarrow V = 5 \text{ m/s} \quad (6 \text{ pontos})$$

02. $v^2 = 2ad \Rightarrow 5^2 = 2 \times 10 \times h \Rightarrow h = \frac{25}{20} = 1,25 \text{ m} \quad (6 \text{ pontos})$

Solução alternativa:

$$V_m = \frac{V_i + V_f}{2} = \frac{5 + 0}{2} = 2,5 \text{ m/s}$$

Tempo de subida: A cada 1 segundo sua velocidade diminui de 10 m/s, então, para diminuir 5 m/s, levará 0,5 s.

$$V_m = \frac{\Delta d}{\Delta t} \Rightarrow 2,5 = \frac{h}{0,5} \Rightarrow h = 1,25 \text{ m}$$

03. O referencial assumido é indicado ao lado. O corpo desce com uma aceleração igual a:

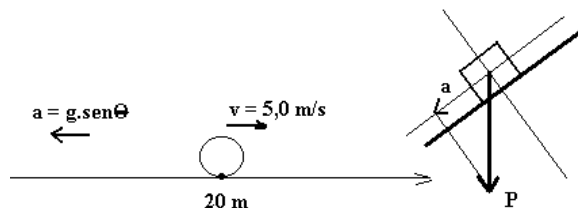
$$a = g \operatorname{sen} \theta = 10 \operatorname{sen} 30^\circ = 10 \times 0,5 = 5,0 \text{ m/s}^2$$

(1 ponto)

$$s = s_o + v_o t + \frac{at^2}{2} \Rightarrow 0 = 20 + 5t - \frac{5t^2}{2} \Rightarrow 0 = 20 + 5t - 2,5t^2 \quad (2 \text{ pontos})$$

$$t = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} = \frac{-5 \pm \sqrt{5^2 + 4 \times 2,5 \times 20}}{2 \times (-2,5)} \Rightarrow \text{resulta } t = \frac{-5 \pm 15}{-5} \text{ e os valores de } t \text{ serão}$$

$t = 4,0 \text{ s}$ e $t = -2,0 \text{ s}$. O tempo válido é o positivo, portanto $t = 4,0 \text{ s}$. (3 pontos)



Uma outra interpretação do enunciado é que o tempo solicitado é aquele em que o corpo leva para descer *a partir do instante em que ele atinge a altura máxima*. Para isso devemos calcular o tempo de “subida”, isto é o tempo que o corpo leva para atingir a altura máxima a partir do momento em que a corda se rompe.

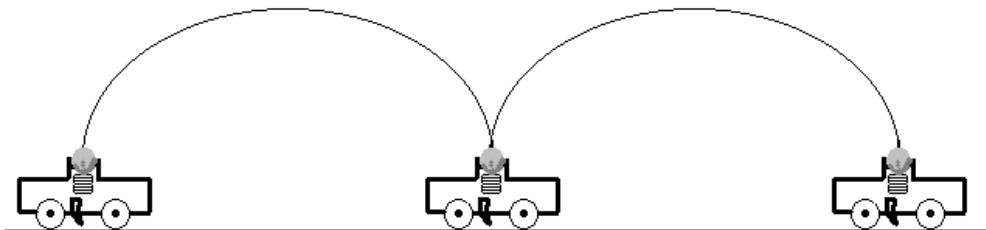
$$\text{Usando } v = v_0 + at \Rightarrow 0 = 5 - 5 t_s \Rightarrow t_s = 1s.$$

Logo, o tempo de descida será $t = (4 - 1)s = 3 s$

04. a) A mesma velocidade do carrinho $v = 2,0 \text{ m/s}$. **(1 ponto)**

b) A equação do movimento vertical da bola será: $y = v_{oy}t - \frac{g}{2}t^2$, com $v_{oy} = 5 \text{ m/s}$. Assim, fazendo $y = 0$ determinamos o tempo em que a bola permanece no ar. Encontramos então $t = 1,0 \text{ s}$. **(2 pontos)**

A distância horizontal percorrida pela bolinha será $x = v_{ox}t = 2 \times 1 = 2 \text{ m}$, que é a mesma do carro. Ela cai então sobre o carrinho, ou mais precisamente sobre a mola distendida. Esta é comprimida e lança novamente a bola para cima, repetindo o movimento anterior. A trajetória da bola é visto na figura abaixo.



(3 pontos)

05. Quando o caminhão frear, de acordo com a primeira lei de Newton, a pedra tende a manter a velocidade que possuía no instante anterior. Como ela não deve se mover em relação à carroceria do caminhão, então uma força deverá atuar sobre ela no sentido contrário ao movimento do caminhão. Esta é a força de atrito e deverá desacelerar o bloco com igual intensidade que a desaceleração do caminhão. O bloco deverá ser desacelerado de:

$$\sum F = ma \Rightarrow f = m a \Rightarrow a = \frac{4000}{1000} = 4,0 \text{ m/s}^2 \quad \text{(3 pontos)}$$

A velocidade inicial do caminhão era $72 \text{ km/h} : 3,6 = 20 \text{ m/s}$. Assim:

$$v^2 = 2 \cdot a \cdot d \Rightarrow 20^2 = 2 \cdot 4 \cdot d \Rightarrow d = \frac{400}{8} = 50 \text{ m} \quad \text{(3 pontos)}$$

O caminhão deverá percorrer 50 m até parar.

06. Sendo a variação da quantidade de movimento igual a 100 kg.m/s, o impulso recebido foi $I = 100$ kg.m/s e o intervalo de tempo transcorrido foi de 10 s. Portanto:

$$I = F \cdot \Delta t \Rightarrow F = \frac{100}{10} = 10 \text{ N} \quad (6 \text{ pontos})$$

07. O deslocamento do corpo, paralela à força em questão, é igual a 8 m. O trabalho desta força será:

$$\mathfrak{S} = F d = 5,0 \times 8 = 40 \text{ J} \quad (6 \text{ pontos})$$

08. No corpo A a força total é nula: $T = m_A g$

$$\text{Em B: } T + N = m_B g \rightarrow N = (m_B - m_A)g = 400 \text{ N} \quad (6 \text{ pontos})$$

$$09. \text{ a) } V_m = \frac{400}{40} = 10 \text{ m/s} \rightarrow V_m = \frac{v_1 + v_2}{2} \rightarrow 10 = \frac{0 + V}{2} \rightarrow V = 20 \text{ m/s} \quad (2 \text{ pontos})$$

$$\mathfrak{S} = \Delta E \rightarrow \mathfrak{S} = \frac{500 \times 20^2}{2} - 0 \rightarrow \mathfrak{S} = 100.000 \text{ J} \quad (2 \text{ pontos})$$

$$\text{b) } \mathfrak{S} = F \cdot d \rightarrow 100.000 = F \cdot 400 \rightarrow F = 250 \text{ N} \quad (2 \text{ pontos})$$

10. O corpo varia sua velocidade de 7 m/s, portanto a aceleração possui um valor igual

$$a = \frac{7}{10} = 0,7 \text{ m/s}^2. \quad (5 \text{ pontos})$$

O valor da força será: $F = m \cdot a = 3,0 \times 0,7 = 2,1 \text{ N}$. (1 ponto)

$$11. \rho_a 0,7 V g = m g = \rho V g \rightarrow \rho = 0,7 \rho_a = 0,7 \text{ g/cm}^3 \quad (6 \text{ pontos})$$

$$12. \text{ Trabalho realizado pela força: } \mathfrak{S} = E_c(f) - E_c(i) \text{ onde } \mathfrak{S} = F \cdot d \text{ e } E_c(i) = \frac{m v_i^2}{2}$$

$$\Rightarrow E_c(f) = \mathfrak{S} + E_c(i) \quad (1 \text{ ponto})$$

$$\text{Calor absorvido: } \Delta Q = 0,75 [0,5 E_c(f)] = \frac{3}{8} E_c(f) = m c \Delta T \quad (3 \text{ pontos})$$

$$\text{Assim } \frac{3}{8} \left(F \cdot d + \frac{m v_i^2}{2} \right) = m c \Delta T \Rightarrow 3 F \cdot d = m \left(8 c \Delta T - \frac{3 v_i^2}{2} \right)$$

$$\text{Usando } F = 15 \text{ N}, d = 10 \text{ m}, c = 0,2 \frac{\text{J}}{\text{g } ^\circ\text{C}} = 200 \frac{\text{J}}{\text{kg } ^\circ\text{C}}, \Delta T = 6 ^\circ\text{C} \text{ e } v_i = 20 \text{ m/s}$$

Encontramos $m = 50 \text{ g}$ **(2 pontos)**

$$13. Q_j + Q_c = 0 \Rightarrow 0,4 \cdot 0,20(T - 20) + 0,2 \cdot 1(T - 90) = 0 \quad \text{(5 pontos)}$$

$$T = 70 ^\circ\text{C} \quad \text{(1 ponto)}$$

$$14. Q_{\text{fornecido}} = P \cdot \Delta t = 250 \times 300 = 75.000 \text{ cal} \quad \text{(1 ponto)}$$

Calor utilizado pelo conjunto:

$$Q = 200 \times 0,255(100 - 25) + 749 \times 1(100 - 25) = 60.000 \text{ cal} \quad \text{(3 pontos)}$$

$$\eta = \frac{Q_{\text{aproveitado}}}{Q_{\text{fornecido}}} = \frac{60.000}{75.000} = 0,8 \Rightarrow \text{O rendimento é de } 80\% \quad \text{(2 pontos)}$$

$$15. \text{ a) } V_1 = 273 \times 1 = 273 \text{ mm}^3$$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{273}{273} = \frac{V_2}{373} \Rightarrow V_2 = 373 \text{ mm}^3 \quad \text{(4 pontos)}$$

b) A pressão atmosférica local **(2 pontos)**

$$16. \text{ Aumento } M = \frac{H}{H_o} = -\frac{q}{p} = -2 \quad \text{(1 ponto)}$$

$$q = 2p \quad \text{e} \quad q - p = 15 \Rightarrow$$

$$2p - p = 15 \Rightarrow p = 15 \text{ cm} \quad \text{e} \quad q = 30 \text{ cm}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{15} + \frac{1}{30} \Rightarrow f = \frac{15 \cdot 30}{15 + 30} = 10 \text{ cm} \quad \text{(4 pontos)}$$

$$R = 2 \cdot f = 20 \text{ cm} \quad \text{(1 ponto)}$$

17. Não haverá iluminação na superfície se houver reflexão total nas paredes inclinadas do prisma. O ângulo limite é obtido aplicando a lei de Snell $n_v \text{sen } \theta = \text{sen}90^\circ$. Contudo $\theta = 45^\circ$, o que nos leva ao índice de refração limite $n_v = \sqrt{2}$. Assim para que não haja iluminação é necessário que $n_v > \sqrt{2}$

(6 pontos)

18. a) (Veja Figura 1) Neste primeiro caso, o espelho E_2 não irá desempenhar nenhum papel, razão pela qual não aparece no desenho. A primeira imagem é formada pelo espelho semi-refletor e se encontra em F' , a uma distância d_0 de C , pois o triângulo FCF' é isósceles. F' é refletida por E_1 , formando uma imagem F'' . Assim, o observador observará F'' à uma distância $\Delta_1 = d_0 + 2d_1 + d_3$. (2 pontos)

b) (Veja Figura 2) Neste segundo caso, o espelho E_1 não irá desempenhar nenhum papel, razão pela qual não aparece no desenho. A primeira imagem é formada pelo espelho E_2 e se encontra em F' , a uma distância $d_0 + d_2$ do mesmo. F' é refletida pelo espelho semi-refletor, formando uma imagem em F'' , que se encontra a uma distância $d_0 + 2d_2$ de C , pois o triângulo $F'CF''$ é isósceles. O observador verá F'' à uma distância $\Delta_2 = d_0 + 2d_2 + d_3$. (3 pontos)

c) (0,2) A diferença das distâncias será $\Delta = \Delta_2 - \Delta_1 = 2(d_2 - d_1)$. (1 ponto)

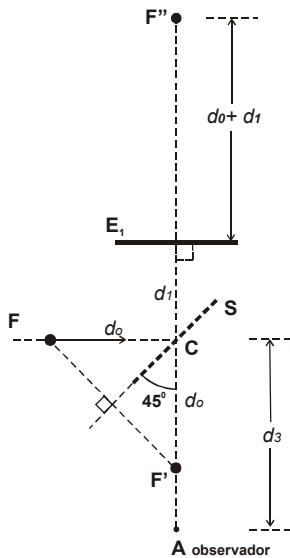


Figura 1

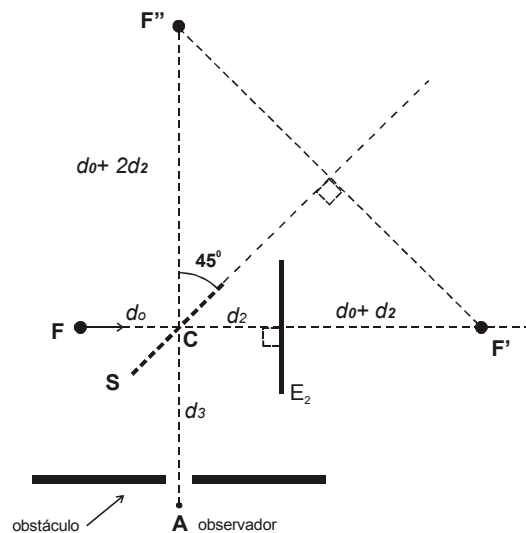


Figura 2

19. Em **A** $\Rightarrow n_o \text{sen } 60^\circ = n_1 \text{sen } \theta_1$

- Em **B** $\Rightarrow n_1 \text{sen } \theta_1 = n_2 \text{sen } 30^\circ$

$$\therefore n_o \text{sen } 60^\circ = n_2 \text{sen } 30^\circ$$

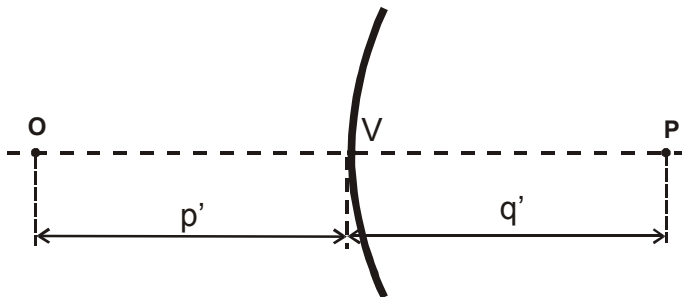
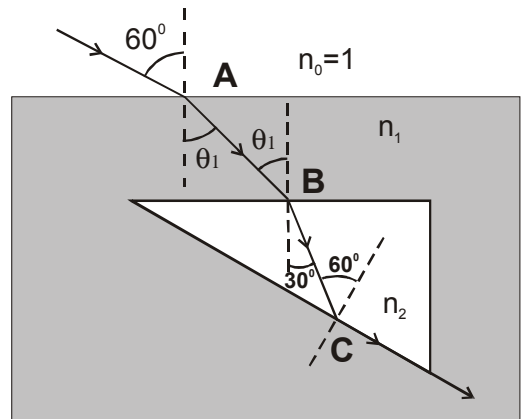
- Como $n_o = 1 \Rightarrow n_2 = \sqrt{3}$ **(4 pontos)**

No ponto **C** $\Rightarrow n_2 \text{sen } 60^\circ = n_1 \text{sen } 90^\circ \Rightarrow$

$$n_1 = 1,5 \dots \text{(2 pontos)}$$

20. A lente irá formar a imagem a uma distância $q = \frac{pf}{p-f}$

Como $p = 40 \text{ cm}$ e $f = 20 \text{ cm} \Rightarrow q = 40 \text{ cm}$ **(2 pontos)**



Para o espelho, $p' = 50 \text{ cm}$ e $q' = -30 \text{ cm}$ (imagem virtual).

Usando $\frac{1}{f} = \frac{1}{p'} + \frac{1}{q'}$, encontramos

$$f = -75 \text{ cm} \quad \text{(4 pontos)}$$