

# GABARITO

1º e 2º ANOS                      3ª FASE  
ESCOLHA LIVRE DE 8 QUESTÕES / CADA QUESTÃO = 6 PTS.

01.  $v_a = 36 \text{ km/h} = 10 \text{ m/s}$ ;  $v_b = 108 \text{ km/h} = 30 \text{ m/s}$

- Acertando o cronômetro de  $B$  em relação ao cronômetro de  $A$ :

$$10 \text{ h } 42 \text{ m } 22 \text{ s} - 3 \text{ m } 22 \text{ s} = 10 \text{ h } 39$$

- Calculando o tempo decorrido para o móvel percorrer a distância entre o observador  $A$  e o observador  $B$ :  $10 \text{ h } 39 \text{ m} - 10 \text{ h } 30 \text{ m } 40 \text{ s} = 8 \text{ m } 20 \text{ s} = 500 \text{ s}$ .

- Determinando a aceleração:  $a = \frac{30 - 10}{500} = 0,04 \text{ m/s}^2$

- Força média resultante:  $F = m.a = 2 \times 10^4 \times 0,04 = 800 \text{ N}$ .

---

02. Considerando a distância entre as cidades  $A$  e  $B$  igual a  $2d$ , temos que:  $t = \frac{2d}{250}$

Na primeira metade:  $t_1 = \frac{d}{250}$  e na segunda metade:  $t_2 = \frac{d}{200}$

Pelas informações do problema:  $t = t_1 + t_2 - \frac{1}{4}$ , então:

$$\frac{2d}{250} = \frac{d}{250} + \frac{d}{200} - \frac{1}{4}, \text{ resolvendo encontramos } d = 250 \text{ km. Sendo a distância entre A e B igual a } 2d,$$

então ela será de  $500 \text{ km}$ .

---

03. Ao subir o rio teremos:  $v'_L = v_{Lr} - v_r$ , onde  $v_{Lr}$  é a velocidade da lancha em relação à água e  $v_r$  é a velocidade do rio em relação à sua margem.

Ao descer o rio teremos:  $v''_L = v_{Lr} + v_r$

Resolvendo as duas equações, obteremos:  $9 = v_{Lr} - v_r$  e  $11 = v_{Lr} + v_r$

- $v_{Lr} = 10 \text{ m/s}$  e  $v_r = 1 \text{ m/s}$

Sendo a largura do rio igual a  $50 \text{ m}$ , a lancha levará:  $\Delta t = \frac{50}{10} = 5 \text{ s}$

04.  $F = ma \rightarrow a = \frac{500}{100} = 5 \text{ m/s}^2$ . Esta aceleração levará o corpo a adquirir uma velocidade igual a

$$v = a.t = 5 \times 10 = 50 \text{ m/s.}$$

Ele será desacelerado, parando após 5 s. O valor da desaceleração será:  $a = \frac{50}{5} = 10 \text{ m/s}^2$

Então, esta força retardadora tem o valor igual a  $f = ma = 100 \times 10 = 1000 \text{ N}$

Sendo as forças  $F - f = 500$ , então  $F = 1500 \text{ N.}$

---

05. Para o corpo ficar na mesma posição, a força de atrito representa a resultante centrípeta.

Portanto:  $\mu N = \frac{mv^2}{R}$ .

O valor de

$$N = m.g \rightarrow \mu g = \frac{v^2}{R}. \text{ E como } v = \omega R, \text{ obtemos } \omega = \sqrt{\frac{\mu g}{R}} = \sqrt{\frac{0,3 \times 10}{3}} = 1 \text{ rad/s}$$

06. Força de atrito que atua no sistema:  $f = \mu.N = 0,1 \times 100 \times 10 = 100 \text{ N}$

a) aceleração:  $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{22 - 2}{10} = 2 \text{ m/s}^2$

$$F - f = m.a \rightarrow F = 100 \times 2 + 100 = 300 \text{ N.}$$

b) A distância percorrida pelo corpo entre A e B foi:

$$d = v_o t + \frac{at^2}{2} = 2 \times 10 + \frac{2 \times 10^2}{2} = 120 \text{ m}$$

O trabalho de F será, portanto:  $\mathfrak{T} = 300 \times 120 = 36000 \text{ J}$

---

07. a) Para manter a velocidade constante, ele necessita imprimir uma força igual à força retardadora.

Portanto  $F = 10 \text{ N}$

b) A velocidade do ciclista vale  $v = 18 \text{ km/h} = 5 \text{ m/s}$ . Então

$$P = F v = 10 \times 5 = 50 \text{ W}$$

08. Conservação da quantidade de movimento:  $Q_{antes} = Q_{depois}$

$$m v = (m + M) v_f$$

$$10 \times 10^{-3} v = (10 \times 10^{-3} + 990 \times 10^{-3}) \cdot 2$$

$$10^{-2} v = 10^3 \times 10^{-3} \times 2 \Rightarrow v = 200 \text{ m/s}$$

09. Calculando a área do gráfico, determinamos o trabalho realizado sobre o corpo:

$$\mathfrak{T} = 4 \times 5 + \frac{(10+5) \times 4}{2} = 50 \text{ J}$$

$$\mathfrak{T} = E_{cf} - E_{ci} \rightarrow 50 = \frac{m v^2}{2} - 0 \rightarrow v = 10 \text{ m/s}$$

10. Segundo a lei que rege os vasos comunicantes:

$$\bullet \quad d_1 g h_1 = d_2 g h_2 + d_{Hg} g h_0$$

onde  $d_i$  é a densidade do  $i$ -ésimo meio. Como

$h_0 = h_1 - h_2$ , teremos:

$$\bullet \quad d_1 h = d_2 h_2 + d_{Hg} (h_1 - h_2)$$

Obtemos:

$$\bullet \quad d_1 \times 81 = 0,8 \times 80 + 13,6 \times 1$$

$$\Rightarrow d_1 = 0,958 \text{ g/cm}^3.$$

11. Para a resolução desta questão desprezamos a força de empuxo exercido pelo ar sobre as bolas.

Seja  $d_i$ ,  $m_i$  e  $V_i$  a densidade, a massa e o volume  $i$ -ésima bola.

A figura ao lado mostra um diagrama das forças que atuam sobre as bolas quando elas estão ligadas pelo fio:

Para um fio ideal  $T_1 = T_2 = T$  e, como elas estão em equilíbrio, para a bola 1 teremos:

$$\bullet \quad E_1 = T + P_1 \rightarrow d_a (0,8 V_1) g = T_1 + m_1 g$$

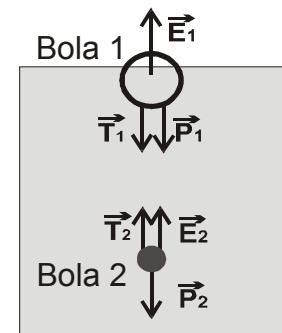
Como  $0,8 V_1$  é o volume submerso da bola 1

$$\bullet \quad \text{Logo: } d_a 0,8 V_1 g = T + m_1 g \quad (1)$$

Para a bola 2 teremos:  $E_2 + T = P_2$

$$\bullet \quad T = P_2 - E_2 = m_2 g - d_a V_2 g = (m_2 - d_a V_2) g$$

Substituindo esta relação em (1), teremos:



- $m_2 = 0,8 d_a V_1 + d_a V_2 - m_1$  (2)

Na segunda situação, onde as bolas não estão conectadas, como a bola 1 está em equilíbrio, obtemos:

- $E_1 = P_1 \Rightarrow d_a (0,3 V_1) g = m_1 g$  onde  $0,3 V_1$  é o volume submerso da bola 1

$$\Rightarrow 0,3 d_a V_1 = m_1 \quad (3)$$

Obtemos:  $d_1 = \frac{m_1}{V_1} = 0,3 d_a$

Substituindo (3) em (2), obtemos:

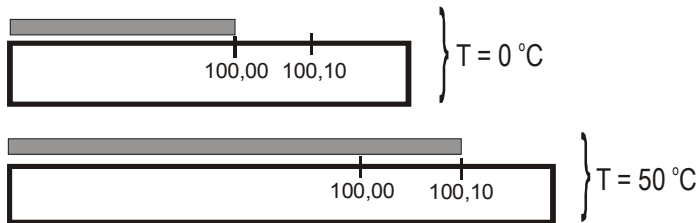
- $d_2 = \frac{m_2}{V_2} = d_a \left( 0,5 \frac{V_1}{V_2} + 1 \right)$

Como  $V_1 = 2 V_2$ , temos:

$$\Rightarrow d_2 = 2 d_a$$

12. Seja  $\alpha$  - coeficiente de dilatação da barra

$\alpha_l = 2,0 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$  - coeficiente de dilatação da régua de latão



A barra de sofre uma dilatação  $l(T) = l_o [1 + \alpha (T - T_o)]$  e a régua também dilata de

$$l_R(T) = l_{oR} [1 + \alpha_l (T - T_o)]$$

A barra a  $T_o = 0^\circ\text{C}$  mede  $l_o = 100,00 \text{ m}$ . A  $T = 50^\circ\text{C}$  ela coincide com a *marca da régua* que a  $0^\circ\text{C}$  media  $l_{oR} = 100,10 \text{ m}$ . Em outros termos, devemos ter:

$$l(50^\circ\text{C}) = l_R(50^\circ\text{C}) \Rightarrow l_o [1 + \alpha (T - T_o)] = l_{oR} [1 + \alpha_l (T - T_o)]$$

Fazendo  $\Delta T = T - T_o = 50^\circ\text{C}$ , teremos:

$$\alpha l_o \Delta T = l_{oR} (1 + \alpha_l \Delta T) - l_o \Rightarrow \alpha = \frac{l_{oR} (1 + \alpha_l \Delta T) - l_o}{l_o \Delta T}$$

Obtemos:  $\alpha = 4,0 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

O comprimento da barra a  $50^\circ\text{C}$  medida pela régua a  $0^\circ\text{C}$  será:

$$l(T) = l_0 [1 + \alpha (T - T_0)] \Rightarrow l(50^\circ C) = 100 (1 + 4,0 \times 10^{-5} \times 50)$$

resulta:  $l = 100,20 \text{ m}$

---

**13.** Quantidade de calor cedida pela água até atingir  $0^\circ C$ :

$$\Delta Q = 400 \times 1 \times (20 - 0) = 8000 \text{ cal}$$

- Quantidade de calor necessário para aquecer o gelo até  $0^\circ C$ :

$$\Delta Q_{\text{gelo}} = 160 \times 0,5 \times [0 - (-10)] = 800 \text{ cal.}$$

- Quantidade de calor para o gelo ser totalmente derretido:

$$\Delta Q = m L = 160 \times 80 = 12.800 \text{ cal.}$$

Este valor é muito alto em relação ao que a água pode fornecer. Portanto, o gelo não será totalmente derretido. Como 800 cal foram usadas para aquecer o gelo, resta para derretê-lo,  $8000 - 800 = 7200 \text{ cal}$ .

A massa de gelo que se transforma em água será:  $m = \frac{7200}{80} = 90 \text{ g}$

A massa de água total será:  $m = 400 \text{ g} + 90 = 490 \text{ g}$

---

**14.** A área total da caixa de aresta  $a$  é  $A = 6 a^2 = 1,5 \text{ m}^2$

Para paredes de área  $A$ , espessura  $d$ , condutividade  $k$  e submetidas a uma diferença de temperatura  $\Delta T$ , o fluxo de calor para o interior da caixa é dado por:

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = k A \frac{\Delta T}{d} \Rightarrow \Delta Q = k A \frac{\Delta T}{d} \Delta t$$

como  $\Delta t = 5 \times 3600 \text{ s} = 18000 \text{ s}$ ,  $d = 1 \text{ cm} = 0,01 \text{ m}$ ,  $k = 0,01 \text{ W/(m.K)}$  e  $\Delta T = 40^\circ C$

$$\Delta Q = 1,08 \times 10^6 \text{ J}$$

A massa de gelo que será derretida será  $m = \frac{\Delta Q}{L}$ , o que resulta em:

$$\Rightarrow m = 3,23 \text{ kg}$$

---

**15.** A primeira lei da termodinâmica nos fornece,  $\Delta U = Q - W$

Em um processo isotérmico a temperatura permanece constante, de modo que  $\Delta U = 0$ , o que implica em  $Q = W$ . Assim

$$Q_{AB} = W_{AB} = 2,3nRT_2 \log_{10} \left( \frac{V_2}{V_1} \right)$$

Como  $V_2 > V_1 \Rightarrow Q_{AB} > 0$  (o calor é fornecido ao gás)

$$\text{No processo CD} \Rightarrow Q_{CD} = W_{CD} = 2,3nRT_1 \log_{10} \left( \frac{V_1}{V_2} \right) = -2,3nRT_1 \log_{10} \left( \frac{V_2}{V_1} \right)$$

Assim  $Q_{CD} < 0$  (o calor é retirado do gás)

$$\text{Logo } \frac{Q_{AB}}{Q_{CD}} = -\frac{T_2}{T_1}$$

### OBSERVAÇÃO IMPORTANTE

Os valores da temperatura enunciados na prova estão incorretos. O valor de  $T_2$  não pode ser menor que  $T_1$ , pois violaria a lei dos gases ideais (e a própria definição de trabalho). Contudo, se o aluno usou os valores originais, a questão deve ser

considerada correta. Neste caso  $\frac{Q_{AB}}{Q_{CD}} = -\frac{T_2}{T_1} = -\frac{300}{600} = -\frac{1}{2}$

**16.** Ao entrar no vidro, o feixe não sofre nenhum desvio, pois o ângulo com a normal à superfície é nulo. Aplicando a lei da refração no ponto **O**, teremos:

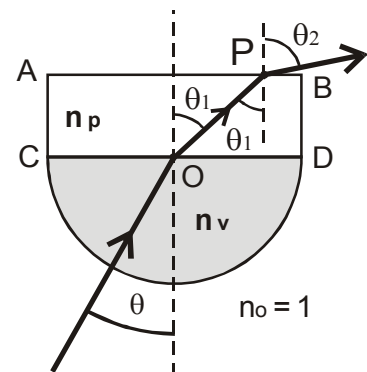
$$n_v \sin \theta = n_p \sin \theta_1 \quad \mathbf{(1)}$$

$$\text{Em P teremos: } n_p \sin \theta_1 = \sin \theta_2 \Rightarrow n_v \sin \theta = \sin \theta_2$$

$$\text{Para } \theta = 30^\circ, \theta_2 = 90^\circ \Rightarrow n_v \sin 30^\circ = 1 \Rightarrow n_v = 2$$

Para  $\theta = 60^\circ, \theta_1 = 90^\circ$ . Usando **(1)**, teremos:

$$n_v \sin 60^\circ = n_p \Rightarrow n_p = \sqrt{3}$$



17. Lente bicôncava:  $\frac{1}{f_1} = -(n_1 - 1) \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) = -(1,5 - 1) \left( \frac{1}{0,2} + \frac{1}{1} \right) = -3 \text{ dioptrias} = C_1$

Lente plano-convexa:  $\frac{1}{f_2} = (n_2 - 1) \left( \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} \right) = (1,7 - 1) \left( \frac{1}{0,2} \right) = 3,5 \text{ dioptrias} = C_2$

Para o conjunto:  $C = C_1 + C_2 = -3 + 3,5 = 0,5 \text{ dioptrias} \rightarrow f = \frac{1}{0,5} = 2 \text{ m}$

$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{q} \rightarrow \frac{1}{q} = \frac{1}{2} - \frac{1}{0,40} = -2 \rightarrow q = -0,5 \text{ m} = -50 \text{ cm}$

$\frac{H_i}{H_o} = -\frac{q}{p} \rightarrow \frac{H_i}{10} = -\frac{-50}{40} \rightarrow H_i = 12,5 \text{ cm}$

18. Para as lentes imersas no ar e na água teremos:

$\frac{1}{f} = (n - 1) \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$  e

$\frac{1}{f_a} = \left( \frac{n}{n_a} - 1 \right) \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$

ou seja:

$\frac{f_a}{f} = \frac{n - 1}{\frac{n}{n_a} - 1} \rightarrow f_a = \left[ \frac{n_a(n - 1)}{n - n_a} \right] f \rightarrow f_a = \frac{4 \left( \frac{3}{2} - 1 \right)}{\frac{3}{2} - \frac{4}{3}} 10 = 40 \text{ cm}$

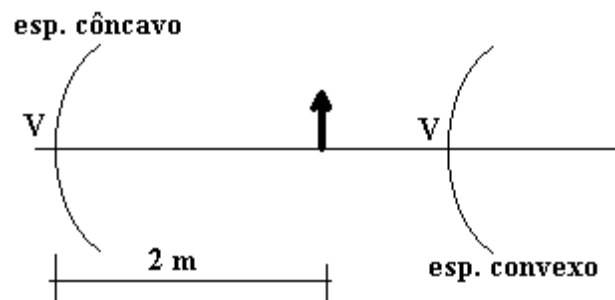
19.

Para o espelho côncavo (cc):

$\frac{1}{f_{cc}} = \frac{1}{p} + \frac{1}{q_{cc}} \rightarrow \frac{1}{36} = \frac{1}{p} + \frac{1}{q_{cc}}$

Para o espelho convexo (cv):

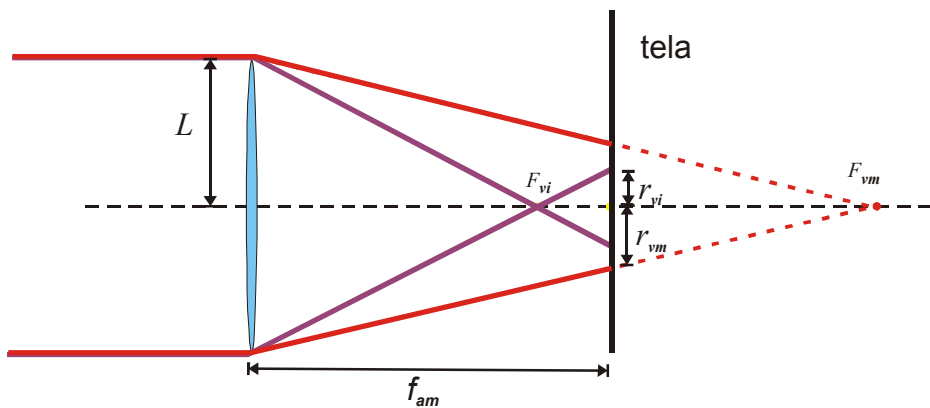
$\frac{1}{f_{cv}} = \frac{1}{d - p} + \frac{1}{q_{cv}} \rightarrow \frac{1}{-36} = \frac{1}{200 - p} + \frac{1}{q_{cv}}$



Obtemos os valores:  $q_{cc} = \frac{36p}{p-36}$  e  $q_{cv} = -\frac{36(200-p)}{236-p}$

A imagem a ser formada pelo espelho convexo será direita e menor e a do espelho côncavo, para ser menor, deverá ser invertida. Assim:  $-\frac{q_{cc}}{p} = \frac{q_{cv}}{200-p}$ . Substituindo os valores obtidos acima, encontramos o valor de  $p = 136 \text{ cm}$ .

20. Da equação dos fabricantes,  $\frac{1}{f} = (n-1)\left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2}\right)$ , nota-se que quanto maior o índice de refração, menor será a distância focal.



Da figura, para o feixe vermelho (vm):  $\frac{L}{f_{vm}} = \frac{r_{vm}}{f_{vm} - f_{am}} \rightarrow r_{vm} = L\left(1 - \frac{f_{am}}{f_{vm}}\right)$

Usando a equação dos fabricantes, teremos  $r_{vm} = L\left(1 - \frac{n_{vm} - 1}{n_{am} - 1}\right) = L\left(\frac{n_{am} - n_{vm}}{n_{am} - 1}\right)$

Para o violeta (vi):  $\frac{L}{f_{vi}} = \frac{r_{vi}}{f_{am} - f_{vi}} \rightarrow r_{vi} = L\left(\frac{f_{am}}{f_{vi}} - 1\right)$

$r_{vi} = L\left(\frac{\frac{n_{vi} - 1}{n_{am} - 1} - 1}{1}\right) = L\left(\frac{n_{vi} - n_{am}}{n_{am} - 1}\right)$

Assim  $\frac{r_{vm}}{r_{vi}} = \frac{n_{am} - n_{vm}}{n_{vi} - n_{am}} \quad \frac{r_{vm}}{r_{vi}} = \frac{2,43 - 2,40}{2,50 - 2,43} = \frac{3}{7}$