

OLIMPIÁDA BRASILEIRA DE FÍSICA – 2004**3ª Fase – 1º e 2º anos – Gabarito****QUESTÃO 1 (somente para 1º ano)**

$$v_o = 64,8 \text{ km/h} = 18,0 \text{ m/s}$$

$$v_{ox} = 18,0 \cos \theta = (18,0) \cdot (0,8) = 14,4 \text{ m/s}$$

$$v_{oy} = 18,0 \sin \theta = (18,0) \cdot (0,6) = 10,8 \text{ m/s}$$

$$a) x = v_{ox} t \Rightarrow 28,8 = 14,4 t \Rightarrow t = 2,00 \text{ s}$$

$$y = y_o + v_{oy} t - gt^2/2 \Rightarrow h = 1,50 + (10,8) \cdot (2,00) - 5 (2,00)^2 \Rightarrow h = 3,10 \text{ m} \quad (2 \text{ pontos})$$

$$b) v_x = v_{ox} = 14,4 \text{ m/s}; \quad v_y = v_{oy} - gt = 10,8 - 5 \cdot (2,00) = 0,80 \text{ m/s}$$

$$v^2 = v_x^2 + v_y^2 \Rightarrow v = 14,4 \text{ m/s} \quad (2 \text{ pontos})$$

$$c) y = y_o + v_{oy} t - gt^2/2 \Rightarrow 0 = 1,50 + (10,8) \cdot t - 5 t^2 \Rightarrow t = 2,29 \text{ s}$$

$$x = v_{ox} t \Rightarrow x = (14,4) \cdot (2,29) \Rightarrow x = 33,0 \text{ m} \quad (2 \text{ pontos})$$

QUESTÃO 2 (somente 1º ano)

$$a) L_1 = L_2 \Rightarrow I_1 \omega_1 = I_2 \omega_2 \Rightarrow I_1 \cdot 2\pi f_1 = I_2 \cdot 2\pi f_2$$

$$\frac{MR^2}{2} f_1 = \frac{M \left(\frac{R}{2} \right)^2}{2} f_2 \Rightarrow \frac{f_1}{2} = \frac{f_2}{8} \Rightarrow f_2 = 2 \text{ Hz}$$

$$n = f_2 \Delta t = 2 \cdot 15 = 30 \text{ voltas.} \quad (4 \text{ pontos})$$

b) Como o momento de inércia não depende da espessura do disco, o segundo disco deve ser mais grosso.

(2 pontos)

QUESTÃO 3 (1º e 2º anos)

$$v_A = 43,2 \text{ km/h} = 12 \text{ m/s}; \quad v_B = 57,6 \text{ km/h} = 16 \text{ m/s}$$

$$\text{Posição do veículo A: } x_A = 12 \cdot t; \quad y_A = 300$$

$$\text{Posição do veículo B: } x_B = 400; \quad y_B = 16 \cdot t$$

(2 pontos)

Distância ao quadrado entre os dois veículos:

$$d^2 = (x_A - x_B)^2 + (y_A - y_B)^2 = (12t - 400)^2 + (300 - 16t)^2 = 400t^2 - 19200t + 250000$$

A distância d será mínima no mínimo da parábola:

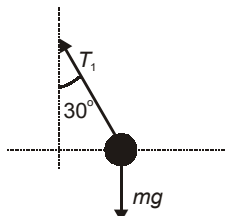
$$t_{\min} = \frac{-b}{2a} = \frac{19200}{800} = 24 \text{ s} \quad (2 \text{ pontos})$$

Distância mínima:

$$d_{\min} = 10 \cdot \sqrt{4 \cdot (24)^2 - 192 \cdot (24) + 2500} = 140 \text{ m.} \quad (2 \text{ pontos})$$

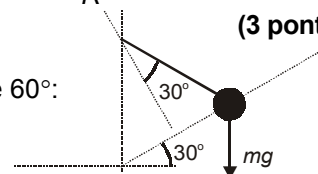
QUESTÃO 4 (1º e 2º anos)

$$\text{Pista plana: } v_p = 72 \text{ km/h} = 20 \text{ m/s}$$



$$\text{Decompondo as forças que atuam no enfeite: } T_1 \cos 30^\circ = mg \quad \text{e} \quad T_1 \sin 30^\circ = \frac{mv_p^2}{R} \Rightarrow v_p^2 = Rg \cdot \tan 30^\circ \quad (3 \text{ pontos})$$

Na pista inclinada, o ângulo entre a tensão no fio e a vertical passa a ser de 60° :



$$\text{e podemos escrever: } v_i^2 = Rg \cdot \tan 60^\circ. \text{ Logo: } v_i^2 = 3 \cdot v_p^2 \Rightarrow v_i = v_p \sqrt{3} \Rightarrow v_i = 20\sqrt{3} \text{ m/s} \quad (3 \text{ pontos})$$

QUESTÃO 5 (somente para 1º ano)

Isolando cada corpo temos:

(a) Sobre o bloco de massa m :	$ma = kx$
(b) Sobre o carrinho de massa M :	$Ma = T - kx$
(c) Sobre o bloco de massa m_B :	$m_B a = m_B g - T$

Somando as três equações encontramos que: $(M + m + m_B)a = m_B g$ **(3 pontos)**

Da primeira equação: $a = \frac{kx}{m} \Rightarrow (M + m + m_B)\frac{kx}{m} = m_B g$

$$(M + m)\frac{kx}{m} = m_B \left(g - \frac{kx}{m}\right) \Rightarrow m_B = \frac{M + m}{mg - kx} kx$$
 (3 pontos)

QUESTÃO 6

(a) Conservação de energia, entre o topo e um instante antes da colisão:

$$mgH + \frac{1}{2}mu_0^2 = mgh + \frac{1}{2}mv_0'^2 \Rightarrow T_{Antes} = \frac{1}{2}mu_0^2 + mg(H - h)$$

Energia cinética logo após colisão é: $T_{Após} = \frac{1}{2}mv_0^2 + \frac{1}{2}MV^2$

Como a colisão é elástica então: $T_{Após} = T_{Antes} \Rightarrow v_0^2 - u_0^2 = 2g(H - h) - \frac{M}{m}V^2$ **(1) (1 ponto)**

Conservação do momentum na direção horizontal: $mu_0 = MV - mv_0 \Rightarrow v_0 + u_0 = \frac{M}{m}V$ **(2)**

As equações (1) e (2) podem ser reescritas como

$$v_0^2 - u_0^2 = 2 \cdot 10 \cdot 0,45 - 5 \cdot 36 = -171$$
 (3)

$$v_0 + u_0 = 30$$
 (4)

Dividindo (3) por (4) encontramos,

$$v_0 - u_0 = -5,7$$
 (5)

Somando (4) com (5) temos que $2v_0 = -24,3$, logo $v_0 = 12,15$ m/s e portanto $u_0 = 17,85$ m/s. **(2 pontos)**

(b) Antes de colidir com a cunha o bloco tem um lançamento horizontal cuja equação da trajetória é:

$$y(x) = H - \frac{gx^2}{2u_0^2}$$
 logo o distância horizontal percorrida até atingir a cunha em x_c foi,

$$x_c = u_0 \sqrt{\frac{2(H-h)}{g}} = 17,85 \sqrt{\frac{2 \cdot 0,45}{10}} = 17,85 \cdot 0,3 = 5,36 \text{ m}$$
 (1 ponto)

Após colidir com a cunha o bloco tem um lançamento horizontal cuja a equação da trajetória é:

$$y(x) = h - \frac{g(x-x_c)^2}{2v_0^2}$$
 logo o distância d da plataforma será $d = x_A$, o qual é dado por:

$$x_A = x_c - v_0 \sqrt{\frac{2h}{g}} = 5,36 - 12,15 \sqrt{\frac{2 \cdot 0,05}{10}} = 5,36 - 1,22 = 4,14 \text{ m}$$
 (2 pontos)

QUESTÃO 7 (1º e 2º anos)

Conservação da energia: $\frac{mv_o^2}{2} = \frac{mv^2}{2} + mgR(1 + \cos \theta) \Rightarrow v^2 = v_o^2 - 2gR(1 + \cos \theta)$ **(1) (2 pontos)**

Movimento de projétil entre as extremidades:

posição na horizontal: $x = v \cos \theta t$

instante da altura máxima: $v_y = v \sin \theta - gt$; $v_y = 0 \Rightarrow t_{H_{\max}} = \frac{v \sin \theta}{g}$

alcance: $2R \sin \theta = v \cos \theta \cdot 2 \frac{v \sin \theta}{g} \Rightarrow v^2 = \frac{Rg}{\cos \theta}$

Substituindo em (1):

$$\frac{Rg}{\cos \theta} = v_o^2 - 2gR(1 + \cos \theta) \Rightarrow v_o = \sqrt{\frac{gR}{\cos \theta} (1 + 2 \cos \theta + 2 \cos^2 \theta)}$$
 (4 pontos)

QUESTÃO 8

(a) Da segunda lei de Newton temos que a força resultante sobre m é: $F_R = ma = -\frac{GM'm}{x^2}$, onde M' é a massa somente da camada interna da esfera. Para uma distribuição uniforme de massa temos que a razão entre a massa M' e a massa total da Terra M é:

$$\frac{M'}{M} = \frac{\rho V'}{\rho V} = \frac{V'}{V} = \left(\frac{x}{R}\right)^3, \text{ logo } M' = \left(\frac{x}{R}\right)^3 M, \text{ assim têm-se que } F_R = -m\left(\frac{GM}{R^2}\right)\frac{x}{R} \text{ como queríamos mostrar. Usando}$$

$$\text{o fato de que } g = \frac{GM}{R^2}, \text{ temos } F_R = -m\frac{g}{R}x. \quad (3 \text{ pontos})$$

(b) Temos então que a partícula está sujeita a uma força que obedece a lei de Hooke. O trabalho para ir da superfície da Terra até o seu centro é numericamente igual a área da força em função da distância, ou seja, $\tau = \frac{1}{2}mgR$.

Devido ao teorema trabalho energia, o trabalho da força resultante é igual a variação da energia cinética, assim: $\frac{1}{2}mgR = \frac{1}{2}mv^2$, logo $v = \sqrt{gR} = \sqrt{10 \cdot 6400 \cdot 1000} = 8000 \text{ m/s}$. (3 pontos)

QUESTÃO 9 (1º e 2º anos)

Primeiro choque:

Conservação do momento linear:

$$mv = mv' + MV'$$

Inversão da velocidade relativa:

$$0 - v = -(V' - v') \Rightarrow v' = V' - v$$

$$mv = mV' - mv + MV' \Rightarrow V' = \frac{2mv}{m+M} \quad (2 \text{ pontos})$$

Segundo choque:

Como o segundo choque também é elástico, podemos encontrar a velocidade v'' da terceira bola aplicando a fórmula que deduzimos no primeiro choque com as substituições: $V' \rightarrow v''$, $v \rightarrow V'$, $m \rightarrow M$, $M \rightarrow m$:

$$v'' = \frac{2MV'}{M+m}$$

$$\text{Substituindo o valor de } V' \text{ do primeiro choque temos: } v'' = \frac{4mMv}{(M+m)^2} \quad (2 \text{ pontos})$$

$$v'' = \frac{8}{9}v \Rightarrow \frac{4mMv}{(M+m)^2} = \frac{8}{9}v \Rightarrow 9mM = 2M^2 + 4mM + 2m^2 \Rightarrow 2M^2 - 5mM + 2m^2 = 0$$

$$M = \frac{5m \pm \sqrt{25m^2 - 16m^2}}{4} = \frac{5m \pm 3m}{4} \Rightarrow M = 2m \text{ ou } M = \frac{m}{2}. \quad (2 \text{ pontos})$$

Ambas as respostas são válidas. No primeiro caso, a bola do meio colide com a última e prossegue com velocidade no mesmo sentido. No segundo caso, ela colide e recua.

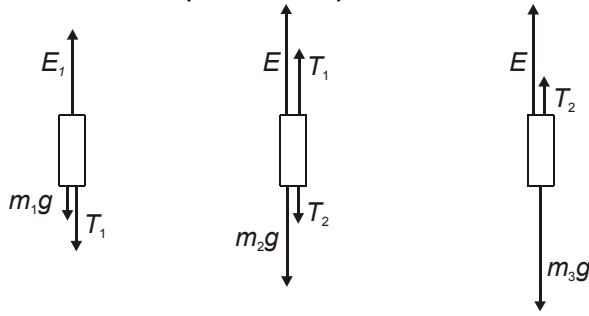
QUESTÃO 10 (somente para 1º ano)

$$\text{a) Em } x = 2,5 \text{ m} \Rightarrow E_{\text{cin}} = 8 \text{ J} = \frac{1}{2}mv_4^2 \Rightarrow v_4 = 4 \text{ m/s} \quad (2 \text{ pontos})$$

$$\text{b) Em } x = 0 \text{ m} \Rightarrow E_{\text{cin}} = 2 \text{ J} = \frac{1}{2}mv_0^2 \Rightarrow v_0 = 2 \text{ m/s}$$

$$\text{Em } x = 6 \text{ m} \Rightarrow E_{\text{cin}} = 0 \text{ J} = \frac{1}{2}mv_6^2 \Rightarrow v_6 = 0 \text{ m/s}$$

$$\text{O módulo do impulso é dado por: } I = \Delta p = mv_6 - mv_0 = 0 - 2 = -2 \text{ N.s} \quad (4 \text{ pontos})$$

QUESTÃO 11 (1º e 2º anos)

Seja x o comprimento da parte submersa do cilindro da superfície.

Empuxos: $E_1 = \rho g x A$ e $E = \rho g h A$

Massas: $m_1 = \rho_1 h A$; $m_2 = \rho_2 h A$; $m_3 = \rho_3 h A$

Equações de equilíbrio:

$$E_1 - T_1 - m_1 g = 0$$

$$E + T_1 - T_2 - m_2 g = 0$$

$$E + T_2 - m_3 g = 0$$

Substituindo as massas e os empuxos:

$$\rho g A x - T_1 - \rho_1 g A h = 0$$

$$\rho g A h + T_1 - T_2 - \rho_2 g A h = 0$$

$$\rho g A h + T_2 - \rho_3 g A h = 0$$

$$\rho g A (x + 2h) = g A h (\rho_1 + \rho_2 + \rho_3) = \rho g A h (0,3 + 1,1 + 1,2) = 2,6 \rho g A h \Rightarrow x + 2h = 2,6h \Rightarrow x = 0,6h \quad (2 \text{ pontos})$$

$$T_1 = A g (\rho x - \rho_1 h) = \rho g A h (0,6 - 0,3) = 0,3 \rho g A h \quad (2 \text{ pontos})$$

$$T_2 = A h g (\rho_3 - \rho) = \rho g A h (1,2 - 1) = 0,2 \rho g A h \quad (2 \text{ pontos})$$

QUESTÃO 12 (1º e 2º anos)

A primeira condição de equilíbrio se estabelece quando a força no apoio A é nula e os torques com relação ao ponto B se anulam. Sendo x o volume de água transferida e ρ a densidade da água:

$$-(50 - x_{\min}) \rho g \cdot 0,4 + (10 + x_{\min}) \rho g \cdot 1,6 = 0 \Rightarrow x_{\min} = 2 \text{ L.} \quad (3 \text{ pontos})$$

Na segunda condição o sistema está na iminência de girar no sentido anti-horário e a força no apoio B é que é nula, bem como os torques com relação ao ponto A :

$$-(50 - x_{\max}) \rho g \cdot 1,4 + (10 + x_{\max}) \rho g \cdot 0,6 = 0 \Rightarrow x_{\max} = 32 \text{ L.} \quad (3 \text{ pontos})$$

QUESTÃO 13 (1º e 2º anos)

Equilíbrio antes: $mg + kx = \rho_{Hg_o} V_o g \quad (1)$

Equilíbrio depois: $mg + k(x + \Delta x) = \rho_{Hg} V_{Pb} g \quad (2)$

$$(2) - (1) \Rightarrow k \Delta x = \rho_{Hg} V_{Pb} g - \rho_{Hg_o} V_o g$$

Densidade do mercúrio:

$$V_{Hg} = V_{Hg_o} (1 + \beta_{Hg} \Delta T) \Rightarrow \frac{V_{Hg}}{m} = \frac{V_{Hg_o}}{m} (1 + \beta_{Hg} \Delta T) \Rightarrow \frac{1}{\rho_{Hg}} = \frac{1}{\rho_{Hg_o}} (1 + \beta_{Hg} \Delta T) \Rightarrow \rho_{Hg} = \frac{\rho_{Hg_o}}{1 + \beta_{Hg} \Delta T}$$

(2 pontos)

Volume da bola: $V_{Pb} = V_o (1 + 3\alpha_{Pb} \Delta T)$

$$\Delta X = \frac{\rho_{Hg_0} V_0 g}{k} \left(\frac{1 + 3\alpha_{Pb} \Delta T}{1 + \beta_{Hg} \Delta T} - 1 \right) \cong \frac{\rho_{Hg_0} V_0 g}{k} (3\alpha_{Pb} - \beta_{Hg}) \Delta T; \quad \beta_{Hg} \Delta T \ll 1$$

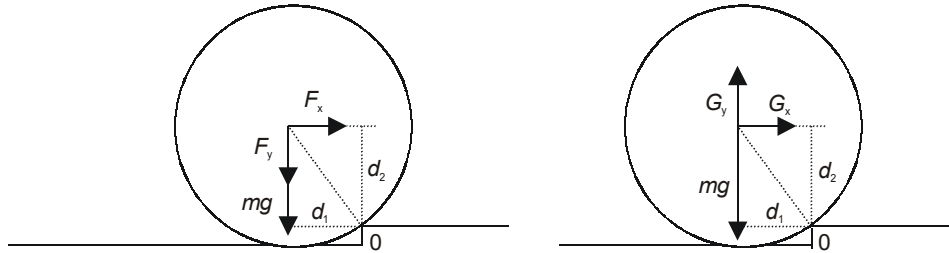
$$\Delta X = \frac{13,6 \cdot 10^3 \cdot 10^{-3}}{250} (3 \cdot 2,9 - 18) 10^{-5} \cdot 200 = -1,0 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

A bola desce 1,0 mm.

(4 pontos)

QUESTÃO (1º e 2º anos) 14

Na iminência de subir o degrau, a força normal com o chão se anula, bem como os torques em torno do ponto O. As forças F e G podem ser consideradas em termos de suas componentes horizontal e vertical com braços de alavanca, relativos aos ponto O, d_2 e d_1 , respectivamente.



Equilíbrio dos torques: $mgd_1 + F_y d_1 - F_x d_2 = 0$ (1 ponto)

$mgd_1 - G_y d_1 - G_x d_2 = 0$ (1 ponto)

Braços de alavanca: $d_1 = \sqrt{R^2 - (R - h)^2} = \sqrt{20^2 - 16^2} = 12 \text{ cm}$
 $d_2 = R - h = 20 - 4 = 16 \text{ cm}$

(1 ponto)

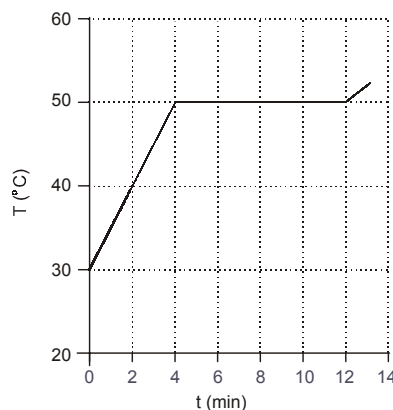
(1 ponto)

Forças: $F_x = F_y = G_x = G_y = F \frac{\sqrt{2}}{2} = G \frac{\sqrt{2}}{2}$

$$F \frac{\sqrt{2}}{2} (d_2 - d_1) = mgd_1 \Rightarrow F = \frac{d_1 \sqrt{2}}{d_2 - d_1} mg = \frac{12 \cdot 1,4}{16 - 12} 2 \cdot 10 = 84 \text{ N} \quad (1 \text{ ponto})$$

$$G \frac{\sqrt{2}}{2} (d_2 + d_1) = mgd_1 \Rightarrow G = \frac{d_1 \sqrt{2}}{d_2 + d_1} mg = \frac{12 \cdot 1,4}{16 + 12} 2 \cdot 10 = 12 \text{ N} \quad (1 \text{ ponto})$$

QUESTÃO 15 (1º e 2º anos)



De 0 a 4 min o sólido se aquece absorvendo um calor: $\Delta Q_1 = mc\Delta T$ (1 ponto)

De 4 a 12 min o sólido se liquefaz consumindo um calor: $\Delta Q_2 = mL$ (1 ponto)

Como a potência é constante: $\frac{\Delta Q_1}{\Delta t_1} = \frac{\Delta Q_2}{\Delta t_2} \Rightarrow \frac{mc\Delta T}{\Delta t_1} = \frac{mL}{\Delta t_2}$

Calor específico: $c = \frac{L\Delta t_1}{\Delta T\Delta t_2} = \frac{16 \cdot 4}{(50 - 30)(12 - 4)} = 0,4 \text{ cal} \quad (4 \text{ pontos})$

QUESTÃO 16

As equações de movimento são dadas por: $T - f_{at} - P \sin \theta = 0$

$$N - P \cos \theta = 0$$

Resolvendo estas equações encontramos que $N = P \cos \theta$ e que $T = (\sin \theta + \mu_c \cos \theta)P$. **(2 pontos)**

A potência do motor é igual a potência da tensão: $P_m = P_T = Tv = (\sin \theta + \mu_c \cos \theta)Pv$. A potência da força de atrito deve ser igual em módulo a potência em que o gelo é derretido. Assim $P_{fat} = -\mu_c Pv \cos \theta$. A massa do gelo derretida em um intervalo de tempo Δt é dada por $m = \lambda \cdot \Delta t$, portanto a potência que o gelo é convertido em água

$$\text{é: } P_g = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{mL}{\Delta t} = \lambda \cdot L. \text{ Como } P_g = -P_{fat}, \text{ temos que } Pv = \frac{\lambda \cdot L}{\mu_c \cos \theta}. \quad \textbf{(2 pontos)}$$

Portanto a potência do motor é:

$$P_m = (\sin \theta + \mu_c \cos \theta) \frac{\lambda \cdot L}{\mu_c \cos \theta} = (0,6 + 0,8 \cdot 0,5) \frac{0,25 \cdot 80 \cdot 4,18}{0,5 \cdot 0,8} = \frac{20 \cdot 4,18}{0,4} = 50 \cdot 4,18 \approx 209 \text{ J} \quad \textbf{(2 pontos)}$$

QUESTÃO 17

$$\text{a) } W_{gás} = -W_{atmosfera} - W_{mola} = p_0 \Delta V + \Delta U_{mola} = p_0 A \cdot (x_f - x_0) + \frac{1}{2} k(x_f^2 - x_0^2)$$

$$W_{gás} = 10^5 \cdot 10^{-2} \cdot 10^{-2} + \frac{500 \cdot (6,25 - 2,25) \cdot 10^{-4}}{2} = 10 + 0,1 = 10,1 \text{ J} \quad \textbf{(3 pontos)}$$

$$\text{b) A variação da energia interna é: } \Delta U = \frac{3}{2} nR \Delta T = Q - W_{gás}, \text{ logo}$$

$$\Delta T = \frac{2(Q - W_{gás})}{3nR} = \frac{2(15,1 - 10,1)}{3 \times 0,1 \times 8,31} = \frac{10}{2,5} = 4,0 \text{ K} \quad \textbf{(3 pontos)}$$

QUESTÃO 18 (1º e 2º anos)

$$\text{Coeficiente de desempenho: } \frac{|Q_f|}{\tau} = 0,48 \cdot \frac{T_f}{T_q - T_f} = 0,48 \cdot \frac{273 - 7}{25 - (-7)} = 4 \quad \textbf{(1 ponto)}$$

$$\text{Calor retirado da água: } |Q_f| = mc\Delta T + mL = 480 \cdot 1 \cdot 20 + 480 \cdot 80 = 48000 \text{ cal} = 201600 \text{ J} \quad \textbf{(2 pontos)}$$

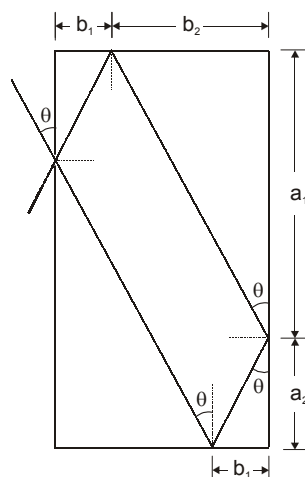
$$\text{Trabalho realizado: } \tau = \frac{|Q_f|}{4} = \frac{201600}{4} = 50400 \text{ J} \quad \textbf{(1 ponto)}$$

$$\text{Potência: } P = \frac{1}{4} hp = \frac{746w}{4} = 186,5 w \quad P = \frac{\tau}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{\tau}{P} = \frac{50400}{186,5} = 270 \text{ s} = 4 \text{ min e } 30 \text{ s}$$

(1 ponto) (1 ponto)

QUESTÃO 19 (1º e 2º anos)

Os ângulos que os raios de incidência formam com as normais são iguais aos ângulos que os raios refletidos formam com essas normais. Assim, para que o raio saia pelo orifício, tendo sido refletido apenas uma vez em cada espelho, a sua trajetória tem que descrever o paralelogramo representado na figura.



$$\text{Tem-se então: } \operatorname{tg} \theta = \frac{b_1}{a_2} = \frac{b_2}{a_1} \Rightarrow \frac{b_1}{b_2} = \frac{a_2}{a_1} \Rightarrow \frac{b_1 + b_2}{b_2} = \frac{a_1 + a_2}{a_1} \Rightarrow \frac{b}{b_2} = \frac{a}{a_1} \Rightarrow \frac{b}{a} = \frac{b_2}{a_1} = \operatorname{tg} \theta$$

$$\theta = \operatorname{arc} \operatorname{tg} \left(\frac{b}{a} \right)$$

Independente da posição do orifício.

(6 pontos)

QUESTÃO 20 (1º e 2º anos)

Equação de Gauss: $\frac{1}{f} = \frac{1}{d_o} + \frac{1}{d_i}$

Vergência do olho normal para visão distante:

a distância do objeto é $d_o = \infty$ e a da imagem corresponde à localização da retina $d_i = 2 \text{ cm}$

$$V_d = \frac{1}{f} = \frac{1}{\infty} + \frac{1}{0,02} = 0 + 50 = 50 \text{ m}^{-1} = 50 \text{ di} \quad \text{(1 ponto)}$$

Vergência do olho normal para visão próxima: $d_o = 25 \text{ cm}$ e $d_i = 2 \text{ cm}$

$$V_p = \frac{1}{f} = \frac{1}{0,25} + \frac{1}{0,02} = 4 + 50 = 54 \text{ m}^{-1} = 54 \text{ di} \quad \text{(1 ponto)}$$

Amplitude de acomodação visual: $a = 54 - 50 = 4 \text{ di}$

(1 ponto)

Vergência do olho deficiente: $d_o = 4 \text{ m}$ e $d_i = 2 \text{ cm}$

$$V_{d'} = \frac{1}{f} = \frac{1}{4} + \frac{1}{0,02} = 0,25 + 50 = 50,25 \text{ m}^{-1} = 50,25 \text{ di} \quad \text{(1 ponto)}$$

Vergência da lente corretora: $V_{d'} + V_L = V_d \Rightarrow V_L = V_d - V_{d'} = 50 - 50,25 = -0,25 \text{ di}$

(1 ponto)

Uma lente divergente de $-0,25$ dioptrias.

(1 ponto)