GABARITO DE
FÍSICA

ITA 2010

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

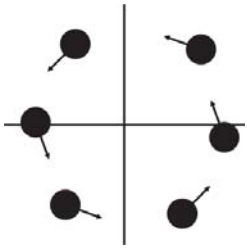
Gabarito da prova de Física

Realizada em 14 de Dezembro de 2010

Questão 01

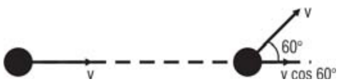
Um problema clássico da cinemática considera objetos que, a partir de certo instante, se movem conjuntamente com velocidade de módulo constante a partir dos vértices de um polígono regular, cada qual apontando à posição instantânea do objeto vizinho em movimento. A figura mostra a configuração desse movimento múltiplo no caso de um hexágono regular. Considere que o hexágono tinha 10,0 m de lado no instante inicial e que os objetos se movimentam com velocidade de módulo constante de 2,00 m/s.

Após quanto tempo estes se encontrarão e qual deverá ser a distância percorrida por cada um dos seis objetos?



(A) 5,8 s e 11,5 m.
(B) 11,5 s e 5,8 m.
(C) 10,0 s e 20,0 m.
(D) 20,0 s e 10,0 m.
(E) 20,0 s e 40,0 m.

Resposta: Letra C.



Na direção que une dois objetos adjacentes em um instante qualquer:

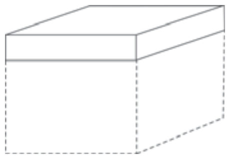
$$v_{rel} = v - v\cos 60° = \frac{v}{2} = 1\,m/s$$

$$\Delta s_{rel} = v_{rel} \,.\, t \rightarrow 10 = 1 \,.\, t \rightarrow t = 10\,s$$

$$d = v_{real} \,.\, t = 2 \,.\, 10 = 20\,m$$

Questão 02

Um cubo maciço homogêneo com 4,0 cm de aresta flutua na água tranquila de uma lagoa, de modo a manter 70% da área total da sua superfície em contato com a água, conforme mostra a figura. A seguir, uma pequena rã se acomoda no centro da face superior do cubo e este se afunda mais 0,50 cm na água. Assinale a opção com os valores aproximados da densidade do cubo eda massa da rã, respectivamente.



(A) 0,20 g / cm³ e 6,4 g.
(B) 0,70 g / cm³ e 6,4 g.
(C) 0,70 g / cm³ e 8,0 g.
(D) 0,80 g / cm³ e 6,4 g.
(E) 0,80 g / cm³ e 8,0 g.

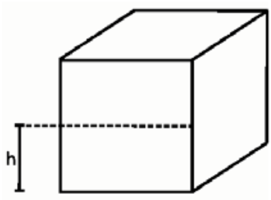
Resposta: Letra E.

$A_{total} = 6a^2$

$A_{sub} = 0,7 \times 6a^2 = 4,2a^2$

$A_{sub} = a^2 + 4ha = 4,2a^2$

$h = 0,8a = 3,2cm$



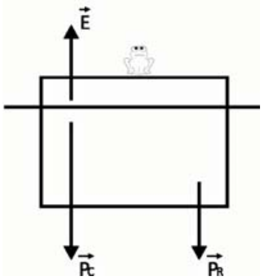
$E = P_{corpo}$

$\mu_L V_s g = \mu_c V_c g$

$1.a^2 h = \mu_c a^3$

$a^2.0,8a = \mu_c a^3 \longrightarrow \mu_c = 0,8g/cm^3$

$$m\cancel{g} + \mu_C V_C \cancel{g} = \mu_L V_s \cancel{g}$$
$$m + 0{,}8.a^3 = 1.a^2.3{,}7$$
$$m = 16.3{,}7 - 16.4.0{,}8$$
$$m = 16(3{,}7 - 3{,}2)$$
$$m = 16.0{,}5 = 8g$$



Questão 03

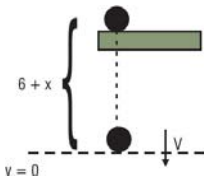
Uma pessoa de 80,0 kg deixa-se cair verticalmente de uma ponte amarrada a uma corda elástica de “bungee jumping” com 16,0 m .de comprimento. Considere que a corda se esticará até 20,0 m de comprimento sob a ação do peso. Suponha que, em todo o trajeto, a pessoa toque continuamente uma vuvuzela, cuja frequência natural é de 235 Hz. Qual(is) é(são) a(s) distância(s) abaixo da ponte em que a pessoa se encontra para que um som de 225 Hz seja pe∼cebido por alguém parado sobre a ponte?

(A) 11,4 m.
(B) 11,4 m e 14,4 m.
(C) 11,4 m e 18,4 m.
(D) 14,4 m e 18,4 m.
(E) 11,4 m, 14,4 m e 18,4 m.

Resposta: Letra D.

$$\text{Efeito Doppler}: \quad f' = f.\frac{v_s \pm v_o}{v_s \pm v_f} \rightarrow 225 = 235.\frac{340}{340 + v} \rightarrow 225\,v = 10.340$$

$$v = \frac{136}{9}\ m/s$$



$$\text{Conservação de energia}: 80.10.(16 + x) = \frac{80}{2}.\left(\frac{136}{9}\right)^2 + \frac{2000\,x^2}{2}$$

$$1000\,x^2 - 800\,x - 3666{,}17 = 0$$

$$x = \frac{800 \pm \sqrt{15304680}}{2000} \rightarrow$$

$$x_1 = 2{,}4\,m$$
$$x_2 = -1{,}6\,m \rightarrow$$
$$h_1 = 16 + 2{,}4 = 18{,}4\,m$$
$$h_2 = 16 - 16 = 14{,}4\,m$$

Obs: Como as contas do problema eram bastante trabalhosas, os alunos também poderiam fazer o seguinte:

Posição de equilibrio do MHSIP = Fel $\rightarrow$ 80 . 10 = 2.000 . x $\rightarrow$ x = 0,4 m.

Ou seja, o centro do MHS está a 16,4 m da ponte. Como para dois lados do ponto de equilibrio as velocidades são simétricas, bastava verificar em quais opções as distâncias dadas também eram simétricas em relação a 16,4 m.

Questão 04

Na ficção científica *A Estrela*, de H.G. Wells, um grande asteróide passa próximo à Terra que,em consequência, fica com sua nova órbita mais próxima do Sol e tem seu ciclo lunar alterado para 80 dias. Pode-se concluir que, após o fenômeno, o ano terrestre e a distância Terra-Lua vão tornar-se, respectivamente,

(A) mais curto - aproximadamente a metade do que era antes.
(B) mais curto - aproximadamente duas vezes o que era antes.
(C) mais curto - aproximadamente quatro vezes o que era antes.
(D) mais longo - aproximadamente a metade do que era antes.
(E) mais longo - aproximadamente um quarto do que era antes.

Resposta: Letra B.

Como a Terra tem órbita mais próxima do Sol, o período de translação (ANO TERRESTRE) em torno do Sol, diminuirá.

- para a Lua, em relação à Terra, teremos:

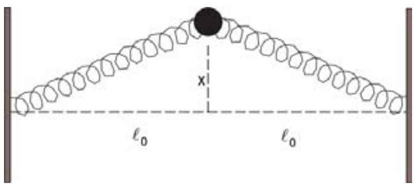
$$\frac{T^2}{R^3} = \text{cte} \rightarrow \left(\frac{T_{NOVO}}{T_{ANT}}\right)^2 = \left(\frac{R_{NOVO}}{R_{ANT}}\right)^3$$

$$\therefore \left(\frac{80}{28}\right)^2 = \left(\frac{R_{NOVO}}{R_{ANT}}\right)^3$$

$$\therefore \frac{R_{NOVO}}{R_{ANT}} \simeq 2$$

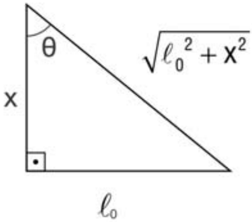
Questão 05

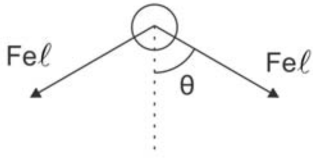
Sobre uma mesa sem atrito, uma bola de massa M é presa por duas molas alinhadas, de constante de mola k e comprimento natural ℓ_0, fixadas nas extremidades da mesa. Então, a bola é deslocada a uma distância x na direção perpendicular à linha inicial das molas, como mostra a figura, sendo solta a seguir. Obtenha a aceleração da bola, usando a aproximação $(1 + a)^\alpha = 1 + \alpha a$.



(A) $a = -kx / M$.
(B) $a = -kx^2 / 2M\ell_0$.
(C) $a = -kx^2 / M\ell_0$.
(D) $a = -kx^3 / 2M\ell_0^2$.
(E) $a = -kx^3 / M\ell_0^2$.

Resposta: Letra E.





$$Fres = 2\,Fe\ell.\cos\theta = m.a$$

$$\Delta x = \sqrt{\ell_0^2 + x^2} - \ell_0 = \left[\ell_0^2\left(1+\frac{x^2}{\ell_0^2}\right)\right]^{1/2} - \ell_0 = \ell_0\left(1+\frac{x^2}{\ell_0^2}\right) - \ell_0 = \frac{x^2}{2\ell_0}$$

$$2.\,k.\frac{x^2}{\ell_0}.\frac{x^2}{\sqrt{\ell_0^2 + x^2}} = ma \rightarrow \frac{kx^3}{\ell_0\sqrt{\ell_0^2 + x^2}} = ma$$

$$a = \frac{kx^3}{\ell_0^2} = \left(1+\frac{x^2}{2\ell_0^2}\right).\frac{1}{m} \rightarrow a = \frac{kx^3}{m\ell_0^2}.$$

Questão 06

Um corpo de massa **M**, inicialmente em repouso, é erguido por uma corda de massa despresível até uma altura **H**, onde fica novamente em repouso. Considere que a maior tração que a corda f pode suportar tenha módulo igual a nMg, em que n > 1. Qual deve ser o menor tempo possível para ser feito o erguimento desse corpo?

(A) $\sqrt{\frac{2H}{(n-1)g}}$.

(B) $\sqrt{\frac{2nH}{(n-1)g}}$.

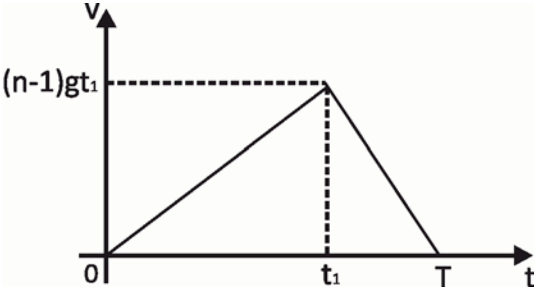
(C) $\sqrt{\frac{nH}{2(n-1)^2g}}$.

(D) $\sqrt{\frac{4nH}{(n-2)g}}$.

(E) $\sqrt{\frac{4nH}{(n-1)g}}$.

Resposta: Letra B.

Aceleração máxima:



$$\frac{(n-1)gt_1.T}{2} = H$$

mas:

$$\frac{(n-1)gt_1}{T-t_1} = g \therefore (n-1)t_1 = T - t_1 \therefore t_1 = \frac{T}{n}$$

Então:

$$\frac{(n-1)gT^2}{2n} = H \therefore \boxed{T = \sqrt{\frac{2nH}{(n-1)g}}}$$

Questão 07

Uma partícula de massa **m** move-se sobre uma linha reta horizontal num Movimento Harmônico Simples (MHS) com centro **O**. Inicialmente, a partícula encontra-se na máxima distância X_0 de **O** e, a seguir, percorre uma distância **a** no primeiro segundo e uma distância **b** no segundo seguinte, na mesma direção e sentido: Quanto vale a amplitude X_0 desse movimento?

(A) $2a^3 / (3a^2 - b^2)$.

(B) $2a^2 / (4a - b)$.

(C) $2a^2 / (3a - b)$.

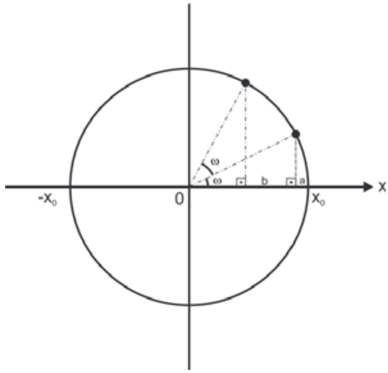
(D) $2a^2b / (3a^2 - b^2)$.

(E) $4a^2 / (3a - 2b)$.

Resposta: Letra C.

Da figura temos:

$$\begin{cases} a = x_0 - x_0 \cos\omega \Rightarrow \cos\omega = \dfrac{x_0 - a}{x_0} \\ b = x_0 \cos\omega - x_0 \cos 2\omega \end{cases}$$



Substituindo.

$$b = x_0\left\{\frac{x_0 - a}{x_0} - \left[2\left(\frac{x_0 - a}{x_0}\right)^2 - 1\right]\right\}$$

$$bx_0 = 2x_0^2 - ax_0 - 2\,(x_0^2 - 2ax_0 + a^2)$$

$$x\,.\,(3a - b) = 2a^2 \Rightarrow x_0 = \frac{2a^2}{3a - b}$$

Questão 08

Duas partículas idênticas, de mesma massa **m**, são projetadas de uma origem **O** comum, num plano vertical, com velocidades iniciais de mesmo módulo V_0 e ângulos de lançamento respectivamente α e β em relação à horizontal. Considere T_1 e T_2 os respectivos tempos de alcance do ponto mais alto de cada trajetória e t_1, e t_2 os respectivos tempos para as partículas alcançar um ponto comum de ambas as trajetórias. Assinale a opção com o valor da expressão $t_1T_1 + t_2T_2$.

(A) $2v_0^2\,(\text{tg}\,\alpha + \text{tg}\,\beta) / g^2$.

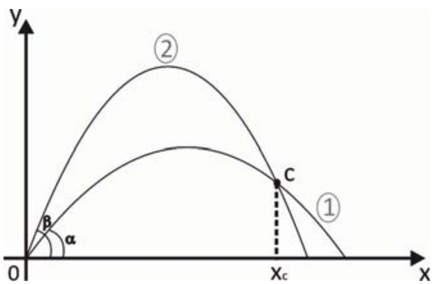
(B) $2v_0^2 / g^2$.

(C) $4v_0^2\,\text{sen}\,\alpha / g^2$.

(D) $4v_0^2\,\text{sen}\,\beta / g^2$.

(E) $2v_0^2\,(\text{sen}\,\alpha + \text{sen}\,\beta) / g^2$.

Resposta: Letra B.



$$V_{1y} = V_0 sen\alpha - gt \therefore T_1 = \frac{V_0 sen\alpha}{g}$$

$$V_{2y} = V_0 sen\beta - gt \therefore T_2 = \frac{V_0 sen\beta}{g}$$

$$x_1 = V_0 \cos\alpha t \therefore T_1 = \frac{x_c}{V_0 \cos\alpha}$$

$$x_2 = V_0 \cos\beta t \quad \therefore \quad T_1 = \frac{x_c}{V_0 \cos\beta}$$

$$y_1 = V_0 sen\alpha t - \frac{1}{2}gt^2 = tg\alpha x_1 - \frac{g}{2v_0{}^2 \cos^2\alpha} x_1^2$$

$$y_2 = V_0 sen\beta t - \frac{1}{2}gt^2 = tg\beta x_2 - \frac{g}{2v_0{}^2 \cos^2\beta} x_2^2$$

$$\therefore tg\alpha x_c - \frac{g}{2v_0{}^2 \cos^2\alpha} x_c^2 = tg\beta x_c - \frac{g}{2v_0{}^2 \cos^2\beta} x_c^2$$

$$\therefore x_c = \frac{tg\alpha - tg\beta}{\frac{1}{\cos^2\alpha} - \frac{1}{\cos^2\beta}} \cdot \frac{2v_0^2}{g}$$

– teremos:

$$T_1 t_1 + T_2 t_2 = \frac{v_0 sen\alpha}{g} \cdot \frac{x_c}{v_0 \cos\alpha} +$$

$$+ \frac{v_0 sen\beta}{g} \cdot \frac{x_c}{v_0 \cos\beta} =$$

$$= (tg\alpha + tg\beta) x_c =$$

$$= (tg\alpha + tg\beta) \cdot \frac{tg\alpha - tg\beta}{\frac{1}{\cos^2\alpha} - \frac{1}{\cos^2\beta}} \cdot \frac{2v_0^2}{g} =$$

$$= \frac{tg^2\alpha - tg^2\beta}{\sec^2\alpha - \sec^2\beta} \cdot \frac{2v_0^2}{g} =$$

$$= \frac{tg^2\alpha - tg^2\beta}{1 + tg^2\alpha - 1 - tg^2\beta} \cdot \frac{2v_0^2}{g} =$$

$$= \frac{\cancel{tg^2\alpha - tg^2\beta}}{\cancel{tg^2\alpha - tg^2\beta}} \cdot \frac{2v_0^2}{g} = \frac{2v_0^2}{g}$$

$$\boxed{T_1 t_1 + T_2 t_2 = \frac{2v_0^2}{g}}$$

Questão 09

Um exercício sobre a dinâmica da partícula tem seu início assim enunciado: Uma partícula está se movendo com uma aceleração cujo módulo é dado por μ (r + a^3/ r^2), sendo r a distância entre a origem e a particula. Considere que a particula foi lançada. a partir de uma distância a com uma velocidade inicial $2\sqrt{\mu a}$. Existe algum erro conceitual nesse enunciado? Por que razão?

(A) Não, porque a expressão para a velocidade é consistente com a da aceleração.

(B) Sim, porque a expressão correta para a velocidade seria $2a^2\sqrt{\mu}$. .

(C) Sim, porque a expressão correta para a velocidade seria $2a^2\sqrt{\mu / r}$.

(D) Sim, porque a expressão correta para a velocidade seria $2\sqrt{a^2\mu / r}$.

(E) Sim, porque a expressão correta pará a velocidade seria $2a\sqrt{\mu}$.

Resposta: Letra E.

$$a_0 = \mu\,(r + \frac{a^3}{r^2}) \rightarrow \mu = \frac{a_0}{r + \frac{a^3}{r}}$$

Dimensional de $[\mu] = T^{-2}$

Análise dimensional para a velocidade : $v \;\alpha\; \mu^a . r^b . a^c$

$$L . T^{-1} = T^{-2a} . L^b . L^c \begin{cases} a = 1/2 \\ b + c = 1 \end{cases}$$

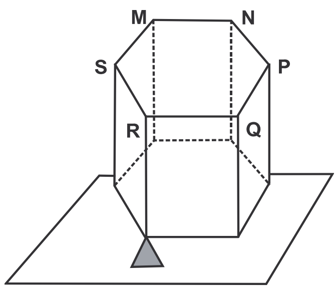
Observa – se que, para $b = 0$ $(c = 1)$:

$v \alpha\; \mu^{1/2} . a^1 \rightarrow v \;\alpha\; a\sqrt{\mu}$

Das opções $v = 2a\sqrt{\mu}$

Questão 10

Um prisma regular hexagonal homogêneo com peso de 15 N e aresta da base de 2,0 m é mantido de pé graças ao apoio de um dos seus vértices da base inferior (ver figura) e à ação de uma força vertical de suspensão de 10 N (não mostrada). Nessas condições, o ponto de aplicação da força na base superior do prisma encontra-se:



(A) sobre o segmento $\overline{RM}$ a 2,0 m de R.

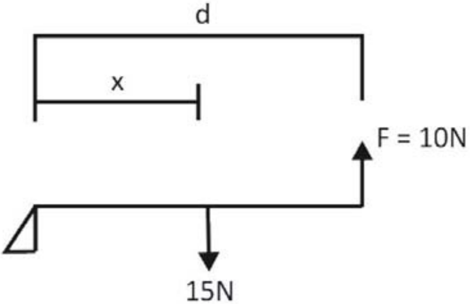
(B) sobre o segmento $\overline{RN}$ a 4,0 m de R.

(C) sobre o segmento $\overline{RN}$ a 3,0 m de R.

(D) sobre o segmento $\overline{RN}$ a 2,0 m de R.

(E) sobre o segmento $\overline{RP}$ a 2,5 m de R.

Resposta: Letra C.



$F \,.\, d = 15 \,.\, x$

$10 \,.\, d = 15 \,.\, x$

$10 \,.\, d = 15 \,.\, 2$

$d = 3{,}0\text{m}$

Questão 11

Um relógio tem um pêndulo de 35 cm de comprimento. Para regular seu funcionamento, ele possui uma porca de ajuste que encurta o comprimento do pêndulo de 1 mm a cada rotação completa à direita e alonga este comprimento de 1 mm a cada rotação completa à esquerda. Se o relógio atrasa um minuto por dia, indique o número aproximado de rotações da porca e sua direção necessários para que ele funcione corretamente.

(A) 1 rotação á esquerda.
(B) 1/2 rotação à esquerda
(C) 1/2 rotação à direita.
(D) 1 rotação à direita.
(E) 1 e 1/2 rotações à direita.

Resposta: Letra C.

Para corrigir este atraso (período aumentado) o período (T) deverá diminuir, logo, o comprimento do pêndulo (ℓ) também terá que reduzir. Assim a rotação da porca será para direita.

Da relação entre período e comprimento do pêndulo:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{\delta}}$$

Fazemos a seguinte proporção:

$$\left.\begin{array}{l} \sqrt{350}\ \_\_\_\_\_\_\_\ 1441\,\text{min} \\ \sqrt{\ell'}\ \_\_\_\_\_\_\_\ 1440\,\text{min} \end{array}\right\} \frac{350}{1441^2} = \frac{\ell'}{1440^2}$$

$$\Delta\ell = \ell' - 350 \Rightarrow \frac{\Delta\ell}{1440^2 - 1440^2} = \frac{350}{1441^2}$$

$$\Delta\ell = \frac{350.(-1).(2881)}{1441^2} \cong -0{,}5\ \text{mm} \Rightarrow \text{meia volta (C)}$$

Questão 12

Um hemisfério de vidro maciço de raio de 10 cm e índice de refração $n = 3/2$ tem sua face plana apoiada sobre uma parede, como ilustra a fitura. Um feixe colimado de luz de 1 cm de diâmetro incide sobre a face esférica, centrado na direção do eixo de simetria do hemisfério. Valendo-se das aproximações de ângulos pequenos, $\text{sen}\,\theta \approx \theta$ e $\text{tg}\,\theta \approx \theta$, o diâmetro do círculo de luz que se forma sobre a superfície da parede é de:

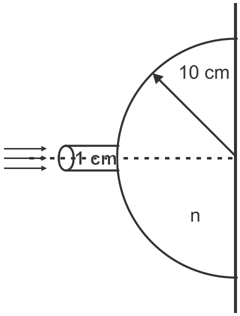
(A) 1 cm

(B) $\dfrac{2}{3}$cm.

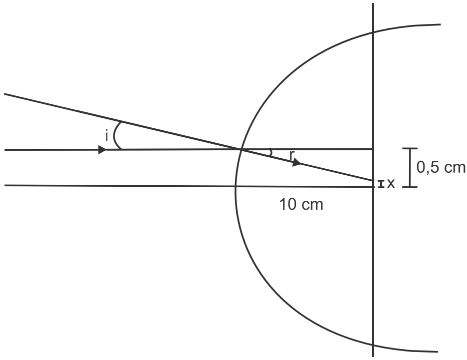
(C) $\dfrac{1}{2}$cm.

(D) $\dfrac{1}{3}$cm.

(E) $\dfrac{1}{10}$cm.



Resposta: Letra B.



$$\frac{\text{Sen}\,\hat{i}}{\text{Sen}\,\hat{r}} = \frac{n_{vidro}}{n_{ar}} \Rightarrow \frac{\text{Sen}\,\hat{i}}{\text{Sen}\,\hat{r}} = \frac{3/2}{1} \Rightarrow 2\,\text{Sen}\,\hat{i} = 3\,\text{Sen}\,\hat{r} \Rightarrow \text{Sen}\,\hat{r} = \frac{2}{3}\text{Sen}\,\hat{i} \Rightarrow \text{Sen}\,\hat{i} = \frac{0{,}5}{10} = \frac{5}{100} = \frac{1}{20}$$

$$\Rightarrow \text{Sen}\,\hat{r} = \frac{2}{3}\cdot\frac{1}{20} = \frac{1}{30} \Rightarrow \text{Sen}\,\hat{r} = \frac{x}{10} \Rightarrow \frac{1}{30} = \frac{x}{10} => x = \frac{1}{3}\text{cm} \Rightarrow D = 2x = \frac{2}{3}\text{cm}$$

Questão 13

A inversão temporal de qual dos processos abaixo NÃO violaria a segunda lei de termodinâmica?

(A) a queda de um objeto de uma altura H e subsequente parada no chão.
(B) O movimento de um satélite ao redor da Terra.
(C) A freiada brusca de um carro em alta velocidade.
(D) O esfriamento de um objeto quente num banho de água fria.
(E) A troca de matéria entre as duas estrelas de um sistema binário.

Resposta: Letra B.

A única opção na qual a inversão temporal não diminui a desordem, o que violaria a 2a Lei Termodinâmica, é a letra B.

Questão 14

Fontes distantes de luz separadas por um ângulo α numa abertura de diâmetro D podem ser distinguidas quando a $> 1{,}22\ \lambda/D$, em que λ é o comprimento de onda da luz. Usando o valor de 5 mm para o diâmetro das suas pupilas, a que distância máxima aproximada d eum carro você deveria estar para ainda poder distinguir seus faróis acesos? Considere uma separação entre os faróis de 2m.

(A) 100 m.
(B) 500 m.
(C) 1 km.
(D) 10 km.
(E) 100 km.

Resposta: Letra D.

Pelo critério de Rayleigh

$D = 5 \cdot 10^{-3}$ m

$d = 2$ m

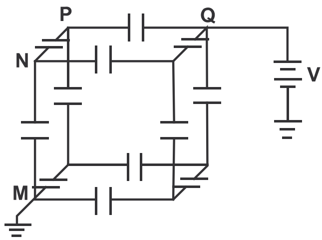
$L = ?$

$$\theta = \frac{1{,}22\lambda}{D}$$
$$d = L\,tg\theta = L\theta$$
$$2 = L\frac{1{,}22\lambda}{D}$$
$$2 = L \cdot \frac{1{,}22 \cdot 570 \cdot 10^{-9}}{5 \cdot 10^{-3}}$$
$$L = \frac{2 \cdot 5 \cdot 10^{-3}}{1{,}22 \cdot 570 \cdot 10^{-9}}$$
$$L = \frac{10^{-2} \cdot 10^{9}}{695{,}4} = \frac{10^{7}}{695{,}4} = 1{,}4 \cdot 10^{4}$$
$$L = 1.400 \text{ m}$$

Questão 15

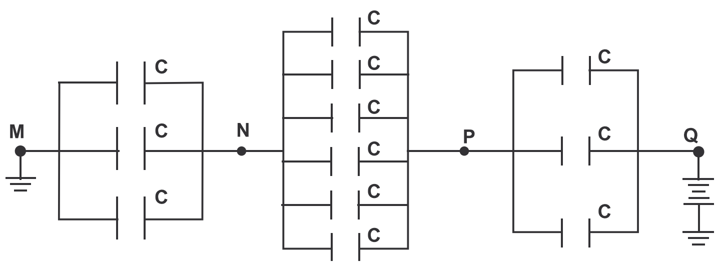
Uma diferença de potencial eletrostático V é estabelecida entre os pontos M e Q da rede cúbica de capacitores idênticos mostrada na figura. A diferença de potencial entre os pontos N e P é:

(A) V/2.
(B) V/3.
(C) V/4.
(D) V/5.
(E) V/6.

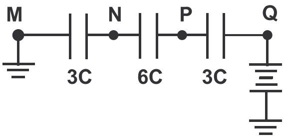


Resposta: Letra D.

Por simetria (plano diagonal que contém o vértice P) podemos redesenhar o circuito da seguinte forma:



Simplificando as associações em paralelo:



$$C_{eq} = \frac{6}{5}C \Rightarrow Q = \frac{6C}{5}V$$

Logo: $V_{NP} = \frac{Q}{6C} = \frac{V}{5}$

Questão 16

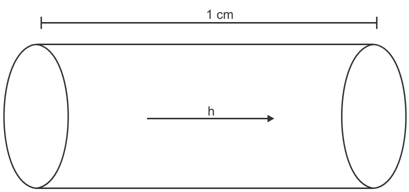
Um fio condutor é derretido quando o calor gerado pela corrente que passa por ele se mantém maior que o calor perdido pela superfície do fio (desprezando a condução de calor pelos contatos). Dado que uma corrente de 1 A é a mínima necessária para derreter um fio de seção transversal circular de 1 mm de raio e 1 cm de comprimento, determine a corrente mínima necessária para derreter um outro fio da mesma substância com seção tranversal circular de 4 mm de raio e 4 cm de comprimento.

(A) 1/8 A.
(B) 1/4 A.
(C) 1 A.
(D) 4 A.
(E) 8 A.

Resposta: Letra E.

A relação Potência/Área da superfície lateral deve ser a mesma nos dois casos.

$$\frac{\frac{\rho\ell_1}{\pi R_1^2}\cdot i_1^2}{\cancel{2}\cancel{\pi} R_1^2} = \frac{\frac{\rho\ell_2}{\pi R_2^2}\cdot i_2^2}{\cancel{2}\cancel{\pi} R_2^2}$$



Simplificando temos:

$$\boxed{\frac{i_1^2}{R_1^3} = \frac{i_2^2}{R_2^3}}$$

$$\frac{1}{R_1^3} = \frac{i_2^2}{(4R_1)^3}$$

$$i_2^2 = 64$$

$$\boxed{i_2 = 8A}$$

Questão 17

Prótons (carga *e* e a massa m_p), deuterons (carga *e* e massa $m_d = 2\ m_p$) e partículas alfas (carga 2*e* e massa $m_a = 4\ m_p$) entram em um campo magnético uniforme $\vec{B}$ perpendicular a suas velocidades, onde se movimentam em órbitas circulares de períodos T_p, T_d e T_a, respectivamente. Pode-se afirmar que as razões dos períodos T_d/T_p e T_a/T_p são, respectivamente,

(A) 1 e 1.

(B) 1 e $\sqrt{2}$

(C) $\sqrt{2}$ e 2.

(D) 2 e $\sqrt{2}$.

(E) 2 e 2.

Resposta: Letra E.

Como $R = \dfrac{m\,v}{qB}$ e $v = \dfrac{2\pi}{T}\,.\,R$, temos:

$$\cancel{R} = \frac{m\,.\,\dfrac{2\pi}{T}\,.\,\cancel{R}}{qB} \therefore T = \frac{2\pi m}{qB}$$

Então:

- próton: $T_p = \dfrac{2\pi m_p}{eB}$
- deuterons: $T_d = \dfrac{2\pi\,.\,2m_p}{eB}$
- alfa: $T_a = \dfrac{2\pi\,.\,4m_p}{2eB}$

Logo:

$T_d/T_p = 2$

$T_a/T_p = 2$

Questão 18

Uma bobina de 100 espiras, com seção transversal de área de 400 cm² e resistência de 20 Ω, está alinhada com seu plano perpendicular ao campo magnético da Terra, de $7{,}0 \times 10^{-4}$ T na linha do Equador. Quanta carga flui pela bobina enquanto ela é virada de 180º em relação ao campo magnético?

(A) $1,4 \times 10^{-4}$ C.
(B) $2,8 \times 10^{-4}$ C.
(C) $1,4 \times 10^{-2}$ C.
(D) $2,8 \times 10^{-2}$ C.
(E) 1,4 C.

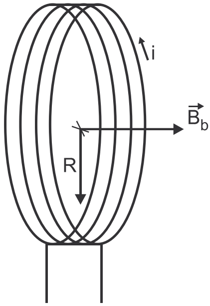
Resposta: Letra B.

N = 100 espiras
$S = 400\ cm^2 = 4 \cdot 10^{-2}\ m^2$
$R = 20\Omega = 2 \cdot 10\ \Omega$

$$\varepsilon = -\frac{\Delta\phi}{\Delta t} \therefore Ri = -\frac{\Delta\phi}{\Delta t} \therefore i \cdot \Delta t = -\frac{\Delta\phi}{R}$$

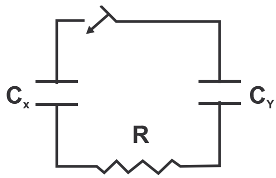
$$\therefore \Delta Q = -\frac{\Delta\phi}{R} = \frac{2 \cdot 100 \cdot 7 \cdot 10^{-4} \cdot 4 \cdot 10^{-2}}{2 \cdot 10}$$

$$\therefore \boxed{\Delta Q = 2,8 \cdot 10^{-4} C}$$



Questão 19

No circuito ideal da figura, inicialmente aberto, o capacitor de capacitância C_X encontra-se carregado e armazena uma energia potencial elétrica E. O capacitor de capacitância $C_Y = 2C_X$ está inicialmente descarregado. Após fechar o circuito e este alcançar um novo equilíbrio, pode-se afirmar que a soma das energias armazenadas nos capacitores é igual a:



(A) 0.
(B) E/9.
(C) E/3.
(D) 4E/9.
(E) E.

Resposta: Letra C.

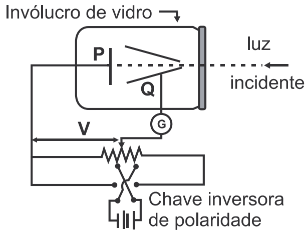
$$E = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C_X} \Rightarrow Q = \sqrt{2EC_X}$$

Potencial de Equilíbrio: $V_{eq} = \frac{\Sigma Q}{\Sigma C} = \frac{\sqrt{2EC_X}}{3C_X} = \frac{1}{3}\sqrt{\frac{2E}{C_X}}$

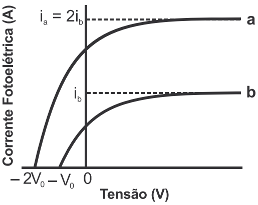
Nova Energia Armazenada: $E = \frac{1}{2}CU^2 = \frac{1}{2} \cdot (3C_X) \cdot \frac{1}{9} \cdot \frac{2E}{C_X} = \frac{E}{3}$

Questão 20

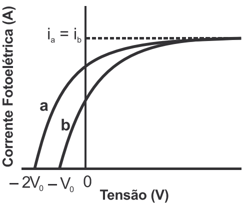
O aparato para estudar o efeito fotoelétrico mostrado na figura consiste de um invólucro de vidro que encerra o aparelho em um ambiente no qual se faz vácuo. Através de uma janela de quartzo, luz monocromática incide sobre a placa de metal P e libera elétrons. Os elétrons são então detectados sob a forma de uma corrente, devido à diferença de potencial V estabelecida entre P e Q. Considerando duas situações distintas a e b, nas quais a intensidade da luz incidente em a é o dobro do caso b, assinale qual dos gráficos abaixo representa corretamente a corrente fotoelétrica em função da diferença de potencial.



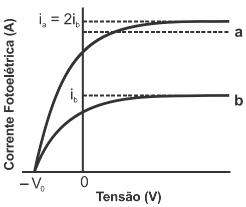
(A)



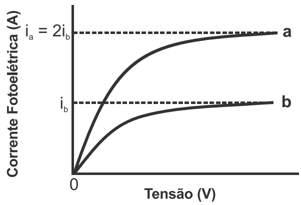
(B)



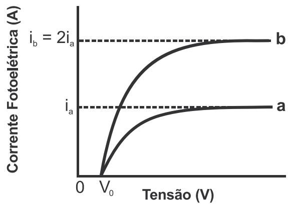
(C)



(D)



(E)



Resposta: Letra C.

O gráfico correto é o da alternativa C, pois expressa os seguintes pontos decorrentes da teoria do efeito fotoelétrico:

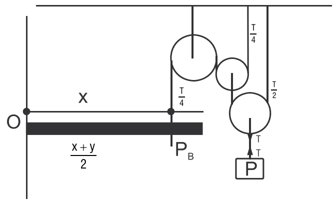
I. Independentemente da intensidade da luz, o potencial de corte V_0 é função apenas da frequência da luz utilizada no experimento.

II. As correntes i_a e i_b são diretamente proporcionais ao valor do potencial estabelecido. Assim , como a intensidade da luz incidente em a é o dobro do caso b, temos $i_a = 2 \cdot i_b$.

Questão 21

Uma barra homogênea, articulada no pino *O*, é mantida na posição horizontal por um fio fixado a uma distância *x* de *O*. Como mostra a figura, o fia passa por um conjunto de três polias que também sustentam um bloco de peso *P*. Desprezando efeitos de atrito e o peso das polias, determine a força de ação do pino *O* sobre a barra.

Resposta:



$|\vec{T}| = |\vec{P}|$ corpo equlibrado

Em relaçãoao ponto O

$\sum {}_0\vec{M} = 0$

$$-P_B\left(\frac{x+y}{2}\right) + \frac{T}{4}x = 0 \Rightarrow P_B\,(x+y) = \frac{T}{2}x \Rightarrow P_B = \frac{Px}{2(x+y)}$$

$P_B \rightarrow$ Peso da barra.

$\sum \vec{F} = 0$ (barra em equilíbrio)

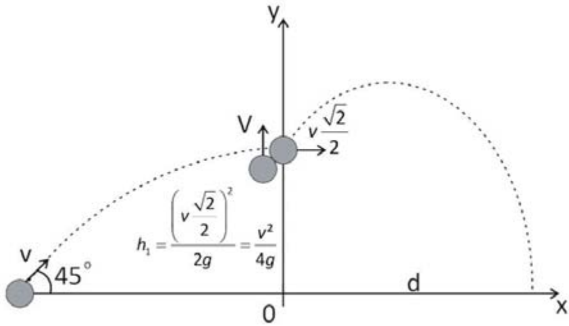
$$F' + \frac{P}{4} = P_B \Rightarrow F' = P_B - \frac{P}{4} \Rightarrow F' = \frac{Px}{2(x+y)} - \frac{P}{4} \Rightarrow F' = \frac{2Px - Px - Py}{4(x+y)} \Rightarrow F' = \frac{P(x-y)}{4(x+y)}$$

$F' =$ força de ação do pino O sobre a barra

Questão 22

Um objeto de massa m é projetado no ar a 45º do chão horizontal com uma velocidade υ. No ápice de sua trajetória, este objeto é interceptado por um segundo objeto, de massa M e volocidade V, que havia sido projetado verticalmente do chão. considerando que os dois objetos "se colam" e desprezando qualquer tipo de resitência aos movimentos, determine a distância d do ponto de queda dos objetos em relação ao ponto de lançamento do segundo objeto.

Resposta:



$$mv\frac{\sqrt{2}}{2}\vec{i} + MV\vec{j} = (m+M)\vec{u} \therefore \boxed{\vec{u} = \frac{m}{m+M}v\frac{\sqrt{2}}{2}\vec{i} + \frac{M}{m+M}V\vec{j}}$$

No solo:

$$\mu_y^2 = \mu_{y0}^2 + 2g\frac{v^2}{4g} = \left(\frac{M}{m+M}V\right)^2 + \frac{v^2}{2} \therefore \mu_y = -\sqrt{\left(\frac{M}{m+M}V\right)^2 + \frac{v^2}{2}}$$

Mas:

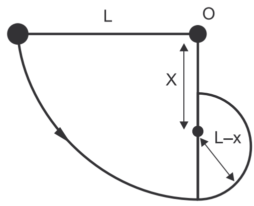
$$\mu_y = m_{y0} - gt_Q \therefore t_Q = \frac{\mu_{y0} - m_y}{g} \therefore t_Q = \frac{\frac{m}{m+M}V + \sqrt{\left(\frac{M}{m+M}V\right)^2 + \frac{v^2}{2}}}{g}$$

Então:

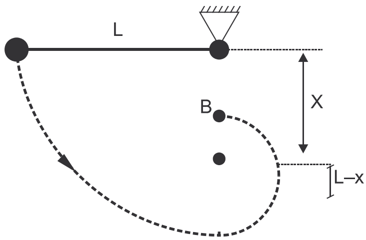
$$d = \mu_{x0} \cdot t_Q = \frac{m}{m+M}v\frac{\sqrt{2}}{2} \cdot t_Q \therefore \boxed{d = \frac{m}{m+M}v\frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{\frac{M}{m+M}V + \sqrt{\left(\frac{M}{m+M}V\right)^2 + \frac{v^2}{2}}}{g}}$$

Questão 23

Um pêndolo, composto de uma massa M fixada na extremidade de um fio inextensível de comprimento L, é solto de uma posição horizontal. Em dado momento do movimento circular, o fio é inteceptado por uma barra metálica de diâmetro disprezível, que se encontra a uma distância x na vertical abaixo do ponto O. Em que consequência, a massa M passa a se movimentar num circulo de raio $L - x$, conforme mostra a figura. Determine a faixa de valores de círculo de x para os quais a massa do pêndulo alcance o ponto mais alto deste novo círculo.



Respota:



No ponto B

$P + T = F_C \quad \Rightarrow \quad$ Na situação limite $T = 0$

$P \rightarrow$ peso

$T \rightarrow$ tração

$F_C \rightarrow$ força centrífeta

$P = FC$

$$\cancel{m}_g = \frac{\cancel{m} \cdot v_3^2}{(L - x)}$$

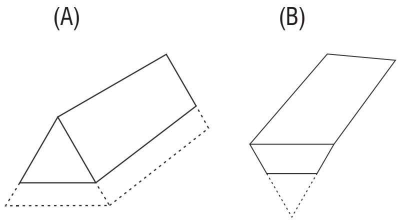
$V_B = \sqrt{g\,(L - x)}$ Velocidade mínima para passar pelo ponto B e completar o círculo.

$\cancel{m}\cancel{g}L = \cancel{m}\cancel{g}\,2\,(L - x) + \frac{\cancel{m}}{2}\cancel{g}\,(L - x) \rightarrow$ conservação de energia.

$$L = 2L - 2x + \frac{L}{2} - \frac{x}{2} \quad \Rightarrow \quad 2{,}5\,x = 1{,}5\,L \quad \Rightarrow \quad x = \frac{3}{5}L \quad \Rightarrow \quad \frac{3}{5}L \leq x < L$$

Questão 24

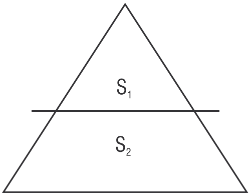
Um bloco, com distribuição homogêna de massa, tem o formato de um prisma regular cuja seção transversal é um triângulo equilátero. Tendo 0,5 g/cm³ de densidade, tal bloco poderá flutuar na água em qualquer das posições mostradas na figura. Qual das duas posições será a mais estável ? Justifique sua respota. Lembrar que o baricentro do triângulo encontra-se a 2/3 da distância entre um vértice e seu lado oposto.



Resposta:

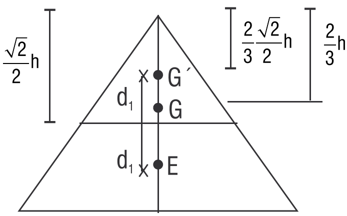
1ª Solução

1º caso:



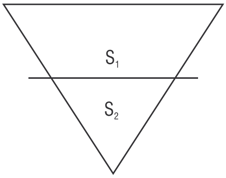
$1.S_2 L \,.\, g = 0{,}5 \,.\, (S_1 + S_2)\, L.g$

$$S_2 = S_1 = \frac{S}{2}$$

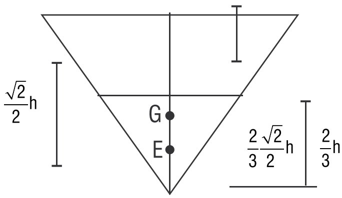


$$d_1 = \frac{2}{3}h - \frac{2}{3}\cdot\frac{\sqrt{2}}{2}h = \frac{2}{3}\left(1 - \frac{\sqrt{2}}{2}\right)h$$

2º caso:



$$S_1 = S_2 = \frac{S}{2}$$

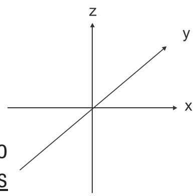


$$d_2 = \frac{2}{3}h - \frac{2}{3}\cdot\frac{\sqrt{2}}{2}h = \frac{2}{3}\left(1 - \frac{\sqrt{2}}{2}\right)h$$

$$\therefore d_2 = d_1$$

Então: nos dois casos, a distância entre o centro de gravidade da peça e o ponto de aplicação do empuxo é a mesma. Como no 2º caso o CG está abaixo da superfície da água, este será o caso em que o equilíbrio é mais estável.

2ª Solução

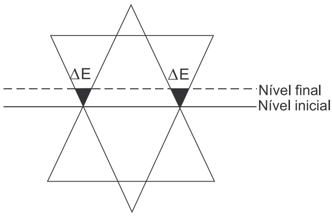


Análise da estabilidade para cada direção

<u>Translação</u>

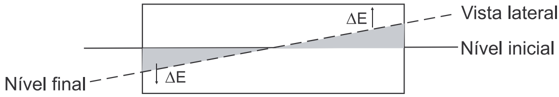
Eixo x e y: nos dois casos o equilíbrio é indiferente.

Eixo z: Na situação da figura (A) o o deslocarmos os blocos para baixo, o acréscimo de volume será menor que na situação (B). Logo, a situação da figura (B) é <u>mais</u> estável. (Vide figura abaixo)



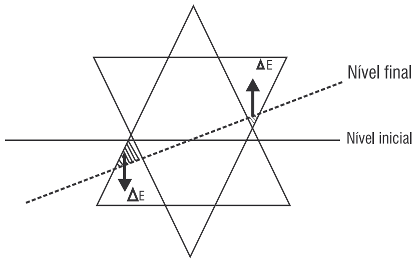
Rotação

Eixo x: nos dois casos a estabilidade é a mesma (Vide figura abaixo)



Eixo y: o momento restaurador da situação da figura (B) é maior que o da situação da figura (A). Note que há um aumento no volume imerso à direita e diminuição à esquerda nos dois casos. Porém, na situação da figura (B), a mais estável, estas variações superam a da figura (A). Vide figura abaixo:

Eixo z: nos dois casos o equilíbrio é indiferente.



Questão 25

Um filme fino de sabão é sustentado verticalmente no ar por uma argola. A parte superior do filme aparece escura quando é observado por meio de luz branca refletida. Abaixo da parte escura aparecem bandas coloridas. A primeira banda tem cor vermelha ou azul? Justifique sua respota.

Resposta:

Por efeito gravitacional, a parte superior do filme é menor espessa que a aparte inferior. Desta forma as interferências contrutivas ocorrem preferencialmente para os menores comprimentos de onda.

Sendo assim a primeira banda colorida (construtiva será da cor azul.)

Questão 26

O tubo mais curto de um orgão típico de tubos tem um comprimento de aproximadamente 7 cm. Qual é o harmônico mais alto na faixa audível, considerada como estando entre 20 Hz e 20.000 Hz, de um tubo deste comprimento aberto nas duas extremidades?

Resposta:

$$v_{som} = 340 m/s$$

$$L = n\frac{\lambda}{2}$$

$$\lambda = \frac{2L}{n}$$

$$\frac{v_{som}}{f} = \frac{2L}{n}$$

$$f = \frac{nv_{som}}{2L} = \frac{n \cdot 340}{2 \cdot 7 \cdot 10^{-2}} = \frac{340 \cdot n}{14 \cdot 10^{-2}} \Rightarrow f = \frac{34000}{14}n$$

Para n = 1 f=2428 Hz

Para n = 8 f= 19428,57 Hz

ou seja, o 8° harmônico é o mais alto para a faixa audível

Questão 27

Uma bolha de gás metano com volume de 10 cm³ é formado a 30 m de profundidade num lago. Suponha que o metano comporta-se como um gás ideal de calor específico molar C_V=3R e considere a pressão atmosférica igual a 10^5 N/m². Supondo que a bolha não troque calor com a água ao seu redor, determine seu volume quando ela atinge a superfície

Resposta:

$$V_0 = 10\ cm^3 = 10.10^{-6} m^3$$

$$P_o = 4.10^5 \frac{N}{m^2}$$

$$C_p - C_V = R \text{ (Relação de Mayer)}$$

$$C_p - 3R = R \Rightarrow C_p = 4R$$

$$\gamma = \frac{C_p}{C_v} \text{ (Coeficiente de Poisson)}$$

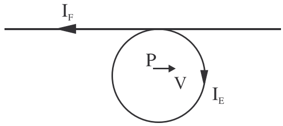
$$\gamma = \frac{4R}{3R} \rightarrow \gamma = \frac{4}{3}$$

$$P_o V_o^{\gamma} = P V^{\gamma} \text{ (Adiabática)}$$

$$4.\cancel{10}^{\cancel{5}}.(10.10^{-6})^{\frac{4}{3}} = 1.\cancel{10}(V)^{\frac{4}{3}} \Rightarrow V = \left[4^{\frac{3}{4}}(10^{-5})\right] m^3$$

Questão 28

Uma corrente I_E percorre uma espira circular de raio R enquanto uma corrente I_F percorre um fio muito longo, que tangência a espira, estando ambos no mesmo plano, como mostra a figura. Determine a razão entre as correntes I_E / I_F para uma carga Q com velocidade v paralela ao fio no momento que passa pelo contro P da espira não sofra aceleração nesse instante.



Resposta:

O "campo" resultante no centro da espira tem intensidade:

$$B = \left| \frac{\mu_0 I_F}{2\pi R} - \frac{\mu_0 I_E}{2R} \right|$$

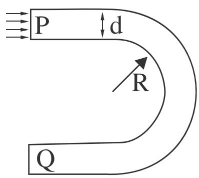
Para que a carga não sofra aceleração, a força magnética sobre ela deve ser nula, ou seja, devemos ter:

$$\frac{\mu_0 I_F}{2\pi R} = \frac{\mu_0 I_E}{2R}$$

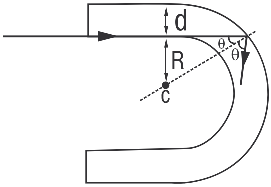
$$\therefore \boxed{\frac{I_F}{I_E} = \frac{1}{\pi}}$$

Questão 29

Um tarugo de vidro de índice de refração $n = 3/2$ e seção transversal retangular é moldado na forma de uma ferradura, como ilustra a figura. Um feixe de luz incide perpendicularmente sobre a superfície plana *P*. Determine o valor mínimo da razão R/d para o qual toda a luz que penetra pela superfície *P* emerja do vidro pela superfície Q.



Resposta:



Na figura ao lado está representando o raio crítico (com menor ângulo de incidência)

Para o dioptro em questão o ângulo limite é dado por: $\text{sen}\,\hat{L} = \frac{n_{ar}}{n_{vidro}} = \frac{2}{3}$

Para que ocorra reflexão total: $\text{sen}\theta \geq \text{sen}\,L \Rightarrow \text{sen}\theta \geq \frac{2}{3}$

Da figura temos que: $\frac{R}{R+d} \geq \frac{2}{3} \Rightarrow R \geq 2d \Rightarrow \frac{R}{d} \geq 2.$ O valor mínimo será 2.

Questão 30

Obtenha uma expressão para as energias das orbitas do modelo de *Bohr* do átomo de Hidrogênio usando a condição de que o comprimento da circunferência de uma órbita de elétron ao redor do próton seja igual um numero inteiro de comprimento de onda de *Broglie* do elétron.

Resposta:

do enunciado:

$2\pi R = n \cdot \frac{h}{mv}$, com n inteiro.

Então: $v = \frac{nh}{2\pi Rm}.(1)$

A energia do átomo seria: $E = \frac{1}{2}mv^2 - k_0\frac{e^2}{R}$

Mas: $k_0\frac{e^2}{R^2} = m\frac{v^2}{R} \therefore k_0\frac{e^2}{R} = mv^2$ (2)

Logo: $E = \frac{1}{2}mv^2 - mv^2 = -\frac{1}{2}mv^2$

Substituindo v:

$$E = -\frac{1}{2}m\left(\frac{nh}{2\pi Rm}\right)^2$$

$$\therefore \boxed{E = -\frac{h^2}{8\pi^2 m} \cdot \frac{n^2}{R^2}}$$

Obs: o raio da órbita é quantizado: $R = n^2 R_0$,

Onde R_0 é o raio de Bohr.

Assim: $\boxed{E = -\frac{h^2}{8\pi R_0^2 m} \cdot \frac{1}{n^2}}$

Observação: Se optarmos por representar R0 em função de constantes físicas mais usuais.

Podemos isolar v na equação (2) e substituir em (1), assim:

$$R = n^2\frac{h^2}{4\pi^2 K_0 e^2 m}$$

$$\text{onde}: \quad R_0 = \frac{h^2}{4\pi^2 K e^2 m}$$