MINISTÉRIO DO EXÉRCITO

DEP — CTEx

INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA

50 ANOS DE EXISTÊNCIA DO INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA

1930 1980

INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA

FÍSICA

1.º ANO

1980 / 1981

IME

COMISSÃO DE EXAME DE ESCOLARIDADE

1980/81

INSTRUÇÕES PARA A REALIZAÇÃO DA PROVA DE FÍSICA

1. NÃO ASSINE A PROVA.
2. Utilize a caneta esferográfica fornecida pelo Grupo de Aplicação e Fiscalização. As figuras julgadas necessárias deverão ser feitas a lápis preto. Não use lápis de outras cores.
3. O espaço destinado à solução de cada questão é suficiente para a solução da mesma, portanto, não será considerada resolução fora do local especificamente designado.
4. Não será fornecido material suplementar. A prova fornecida comtém 5 (cinco) folhas de papel para rascunho, o qual poderá ser feito também no verso das folhas de questões. Note-se, no entanto, que o rascunho <u>não</u> será levado em conta para efeito de correção.
5. A interpretação das questões faz parte da resolução. São vedadas perguntas ao Grupo de Aplicação e Fiscalização.
6. A prova está sob a forma de caderno. Não é permitido destacar suas folhas. Ao entregar a prova devolva todo o material recebido.
7. Esta prova contém, além da capa e da presente folha de instruções, 11 (onze) folhas numeradas de 1 (um) a 11 (onze).
8. O tempo para a solução desta prova é 3 (três) horas.
9. Leia os enunciados com atenção. Resolva as questões na ordem que mais lhe convier. Seja sucinto, evitando divagações.

B O A   S O R T E

Calcule a temperatura final da mistura de 100ℓ de água a 15ºC com 50ℓ de água a 60ºC, mais 75ℓ de álcool a 20ºC. A densidade do álcool é 0,8 e o calor específico médio é 0,58 kcal/kgºC.

SOLUÇÃO

$$\Theta_e = \frac{C_1\Theta_1 + C_2\Theta_2 + C_3\Theta_3}{C_1 + C_2 + C_3}$$

$$\Theta_e = \frac{100\cancel{000}.1.15 + 50\cancel{000}.1.60 + 0{,}8.75\cancel{000}.0{,}58.20}{100\cancel{000} + 50\cancel{000} + 0{,}8.75\cancel{000}.0{,}58}$$

$$\Theta_e = \frac{1500 + 3000 + 696}{150 + 34{,}8}$$

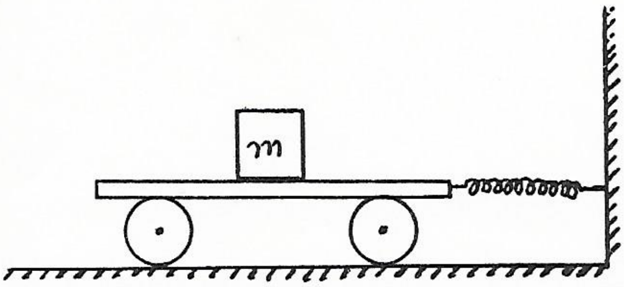
$$\Theta_e = \frac{5196}{184{,}8} \Longrightarrow \boxed{\Theta_e = 28^{o}C}$$

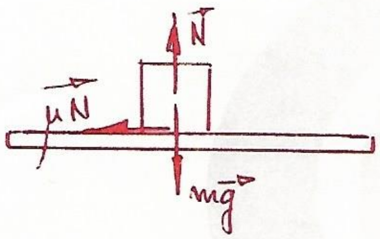
2ª QUESTÃO — VALOR: 1,0

Uma plataforma oscila horizontalmente, com uma frequência de 1,0Hz, tendo sobre ela um bloco de massa m.

Determine a amplitude máxima que pode ter a oscilação da plataforma, para que o bloco mova-se com ela, sem deslizar. O coeficiente de atrito estático entre o bloco e a plataforma é 0,40.

SOLUÇÃO





$$N = mg$$

$$\mu N = ma_{máx} \Longrightarrow \mu mg = ma_{máx} \Longrightarrow a_{máx} = \mu g$$

$$a_{máx} = w^2 A = 4\pi^2 f^2 A$$

$$\mu g = 4\pi^2 f^2 A \Longrightarrow A = \frac{\mu g}{4\pi^2 f^2}$$

$$A = \frac{0,40 \ . \ 9,8}{4\pi^2 \ . \ 1^2}$$

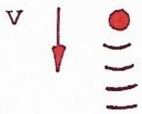
$$\boxed{A \simeq 0,1 \text{ m}}$$

IME-CEE 80/81	FÍSICA		FOLHA 03
3ª QUESTÃO			VALOR: 1,0

Um corpo cai a partir do repouso de uma altitude de 50,0m, emitindo contìnuamente um som de frequência 330Hz. A aceleração da gravidade no local ao nível do mar, vale $9,79 m/s^2$ e a resistência do ar pode ser desprezada.

Admitindo que a velocidade do som no meio seja 330m/s e que a coluna de ar de uma proveta de 24,0cm de profundidade, colocada ao nível do mar, ressõe em determinado instante, determine nesse instante a altitude do corpo que cai.

SOLUÇÃO



$$f = f_0 \frac{v_s}{v_s - v} \qquad (1)$$

$$f = (2n-1)\frac{v_s}{4L} \qquad (2)$$

$$(2n-1)\frac{\cancel{v_s}}{4L} = f_0 \frac{\cancel{v_s}}{v_s - v}$$

$$v_s - v = \frac{4L\ f_0}{2n-1}$$

$$v = v_s - \frac{4L\ f_0}{2n-1} \qquad (3)$$

$$v_{máx} = \sqrt{2gH} \Longrightarrow v_{máx} = \sqrt{2.9,79.50,0} \Longrightarrow v_{máx} = 31,3\ m.s^{-1}$$

$$n = 1 \Longrightarrow v = 330 - \frac{4.0,240.330}{1} \Longrightarrow v = 13,2\ m.s^{-1}$$

$$n = 2 \Longrightarrow v = 330 - \frac{4.0,240.330}{3} \Longrightarrow v = 224,4\ m.s^{-1}$$

Logo: $\boxed{n = 1}$

$$\Delta h = \frac{v^2}{2g} \Longrightarrow \Delta h = \frac{13,2^2}{2.9,79} \Longrightarrow \Delta h \simeq 8,90\ m$$

$h_1 = H - \Delta h \Longrightarrow h_1 = 50,0 - 8,90 \Longrightarrow h_1 = 41,1\ m$ - altura quando a onda foi emitida

$$41,1 = v_s\ .\ \Delta t \Longrightarrow \Delta t = \frac{41,1}{330} \Longrightarrow \Delta t = 0,125$$

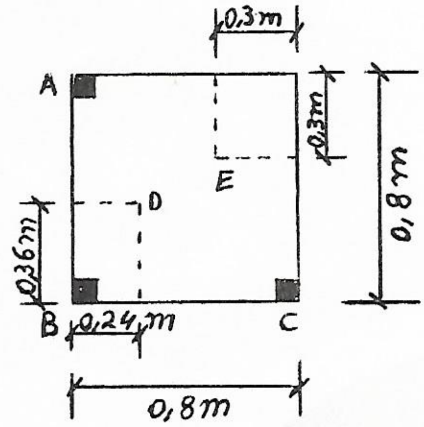
$$\Delta h' = v\Delta t + \frac{1}{2}g\ \Delta t^2 \Longrightarrow \Delta h' = 13,2.0,125 + \frac{1}{2}\ 9,79.0,125^2 \Longrightarrow \Delta h' = 1,73\ m$$

$$h = h_1 - \Delta h' \Longrightarrow h = 41,1 - 1,73 \Longrightarrow \boxed{h = 39,4\ m}$$

4ª QUESTÃO — VALOR: 1,0

A figura representa uma mesa quadrada horizontal, suportada por 3 pés (A, B, C). A resultante das cargas sobre a mesa, inclusive seu peso próprio, é uma força vertical de 200N aplicada em D.

Calcule o maior peso possível de se aplicar em "E" sem que a mesa tombe, e para esse valor, obtenha as reações nos três pés.



SOLUÇÃO

$$\Sigma M_{AC} = 0 \quad \text{e} \quad \boxed{N_B = 0}$$

$$200\, d_2 - P d_1 = 0 \Longrightarrow P = 200\,\frac{d_2}{d_1}$$

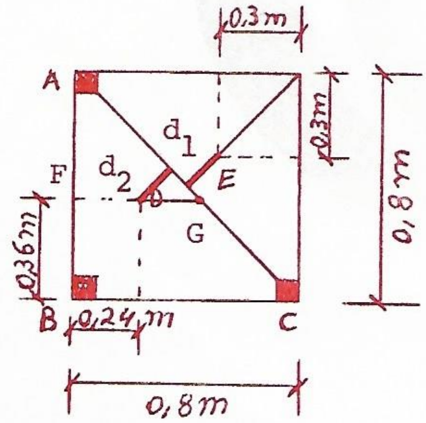
$$FG = AF = 0,8 - 0,36 \Longrightarrow FG = 0,44$$

$$DG = 0,44 - 0,24 \Longrightarrow DG = 0,20$$

$$d_2\sqrt{2} = 0,20 \Longrightarrow d_2 = 0,1\sqrt{2}$$

$$d_1 = 0,8\,\frac{\sqrt{2}}{2} - 0,3\sqrt{2} = 0,1\sqrt{2}$$

$$P = 200 \cdot \frac{0,1\sqrt{2}}{0,1\sqrt{2}} \Longrightarrow \boxed{P = 200\ \text{N}}$$



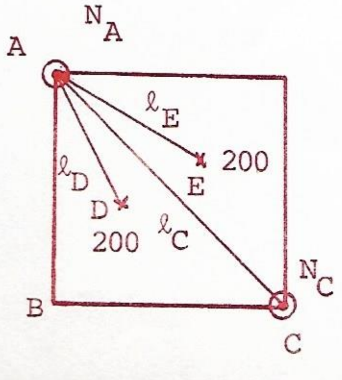
$$\Sigma M_A = 0$$

$$200\,\ell_E + 200\,\ell_D = N_C\,\ell_C$$

$$\ell_C = 0,8\sqrt{2}$$

$$\ell_E = \sqrt{0,3^2 + 0,5^2} \Longrightarrow \ell_E = 0,58$$

$$\ell_D = \sqrt{0,44^2 + 0,24^2} \Longrightarrow \ell_D = 0,5$$



$$200(0,58 + 0,5) = 0,8\sqrt{2}\,N_C$$

$$N_C = \frac{216\sqrt{2}}{0,8.2} \Longrightarrow \boxed{N_C = 191\ \text{N}}$$

$$N_A + N_C = 200 + 200$$

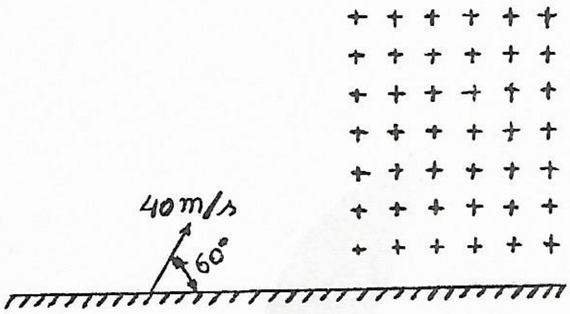
$$N_A = 400 - 191 \Longrightarrow \boxed{N_A = 209\ \text{N}}$$

5ª QUESTÃO VALOR: 1,0

Uma pequena esfera de massa 10^{-3}kg, carregada eletricamente, é lançada de um ponto A com uma velocidade inicial de 40m/s, formando um ângulo de 60º com o plano horizontal.

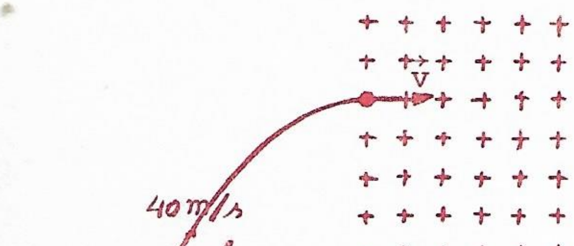
No instante em que atinge o ponto mais alto da trajetória, a esfera penetra em um campo magnético de 0,5 tesla, que é perpendicular ao plano da trajetória.

Supondo a aceleração da gravidade $g = 10 m/s^2$ e desprezando a resistência do ar, calcule a carga, em coulombs, que deve existir na esfera para que, após penetrar no campo, mantenha trajetória sempre horizontal.

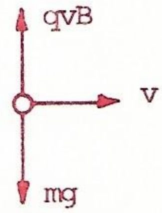


SOLUÇÃO

$$v = v_0 \cos \theta_0 = 40 \cos 60^{\circ} = 20 \text{ m.s}^{-1}$$



$$mg = q\,v\,B$$



$$q = \frac{mg}{vB}$$

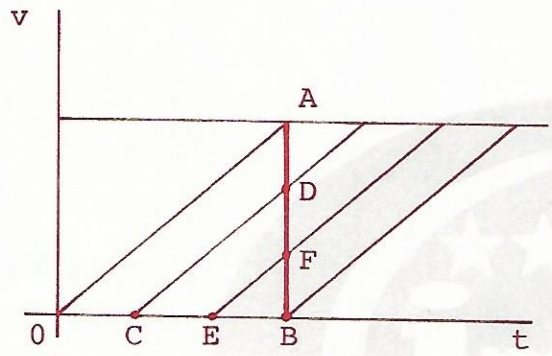
$$q = \frac{10^{-3} \cdot 10}{20 \cdot 0,5}$$

$$\boxed{q = +\,10^{-3}\text{C}}$$

6ª QUESTÃO — VALOR: 1,0

Em um planeta desconhecido, de gravidade também desconhecida, deixam-se cair de uma altura de 9,0 metros e a partir do repouso, esferas em intervalos de tempo iguais. No instante em que a 1ª esfera toca o chão, a 4ª esfera está no ponto de partida. Determine nesse instante, as alturas em que se encontram a 2ª e a 3ª esferas.

SOLUÇÃO



$$A_{\Delta OAB} = 9$$

$$A_{\Delta CBD} = \frac{2}{3} \cdot \frac{2}{3} \cdot 9 = 4$$

$$A_{\Delta EBF} = \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{3} \cdot 9 = 1$$

$$h_2 = 9 - 4 \Longrightarrow \boxed{h_2 = 5\ \text{m}}$$

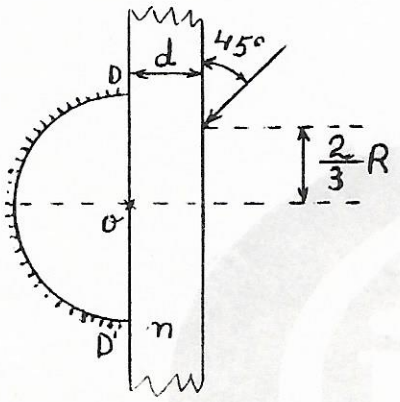
$$h_3 = 9 - 1 \Longrightarrow \boxed{h_3 = 8\ \text{m}}$$

IME-CEE 80/81	FÍSICA		FOLHA 08-A
7ª QUESTÃO			VALOR: 1,0

A figura representa em corte, um espelho esférico de raio R, centro em "o", e uma lâmina de faces paralelas e índice de refração "n".

Um raio luminoso inside a 45º com as paredes da lâmina, no ponto I situado a $\frac{2}{3}R$ do eixo do espelho. O plano de incidência é o plano da figura.

Determine a expressão algébrica da largura "d" da lâmina para que, o raio luminoso ao sair do espelho, atravesse perpendicularmente a lâmina.

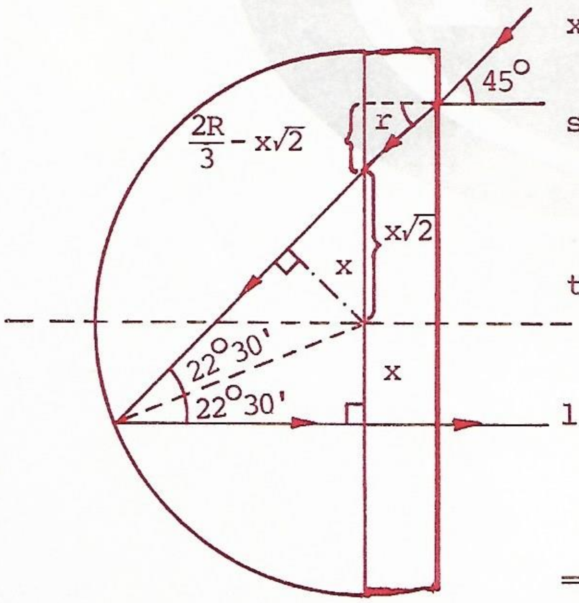


SOLUÇÃO

$$\frac{\text{sen } i}{\text{sen } r} = n$$

$$\text{tg } r = \frac{\frac{2R}{3} - x\sqrt{2}}{d}$$

$$x = R \text{ sen } \frac{45^o}{2}$$



$$\text{sen}^2 \frac{45^o}{2} = \frac{1-\cos 45^o}{2} \Rightarrow \text{sen } \frac{45^o}{2} \simeq 0,38$$

$$\text{tg } r = \frac{\frac{2R}{3} - 0,38\sqrt{2}R}{d} = 0,13\ \frac{R}{d} \Rightarrow \text{ctg } r = \frac{d}{0,13R}$$

$$1 + \text{ctg}^2 r = \frac{1}{\text{sen}^2 r} \Rightarrow 1 + \frac{d^2}{0,13^2R^2} = \frac{1}{\text{sen}^2 r} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \text{sen } r = \sqrt{\frac{0,13^2R^2}{0,13^2R^2 + d^2}}$$

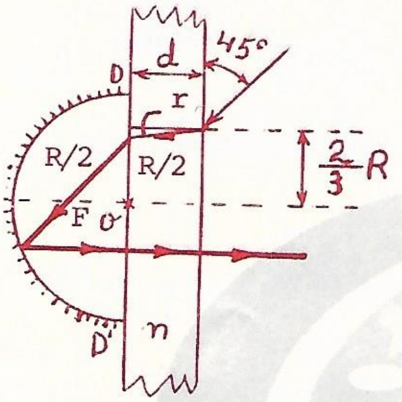
$$\frac{\sqrt{2}}{2} = n \cdot \sqrt{\frac{0,13^2R^2}{0,13^2R^2 + d^2}} \Rightarrow \frac{1}{2} = n^2\ \frac{0,13^2R^2}{0,13^2R^2 + d^2} \Rightarrow 0,13^2R^2 + d^2 = 2n^2 0,13^2R^2$$

$$d^2 = 0,13^2R^2(2n^2 - 1) \Rightarrow \boxed{d = 0,13R\sqrt{2n^2 - 1}}$$

(SOLUÇÃO)

OBSERVAÇÃO:

Uma solução aproximada pode ser obtida tomando-se como distância focal o valor $\frac{R}{2}$.



$$\frac{\text{sen } 45^\circ}{\text{sen } r} = n \Longrightarrow \text{sen } r = \frac{\sqrt{2}}{2n}$$

$$\text{tg } r = \frac{\frac{2R}{3} - \frac{R}{2}}{d} = \frac{R}{6d} \Longrightarrow \text{cotg } r = \frac{6d}{R}$$

$$1 + \text{cotg}^2 r = \frac{1}{\text{sen}^2 r}$$

$$1 + \frac{36d^2}{R^2} = \frac{4n^2}{2} \Longrightarrow R^2 + 36d^2 = 2n^2R^2$$

$$d^2 = \frac{2n^2R^2 - R^2}{36}$$

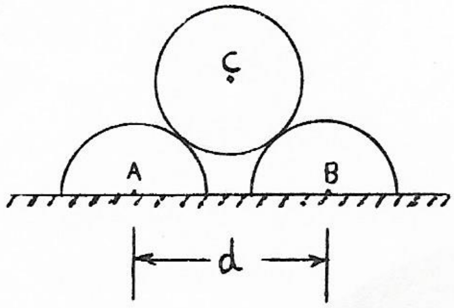
$$\boxed{d = \frac{R}{6}\sqrt{2n^2 - 1}}$$

IME-CEE 80/81 | FÍSICA | FOLHA 09

8ª QUESTÃO | VALOR: 1,0

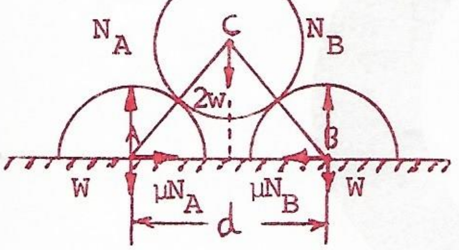
Um cilindro C de raio R e peso 2W é colocado sobre dois semicilindros A e B de raio R e peso W, como ilustra a figura. O contato entre o cilindro e os semicilindros não tem atrito. O coeficiente de atrito entre o plano horizontal e a face plana dos semicilindros é 0,5.

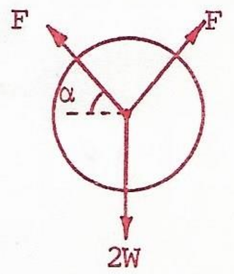
Determine o valor máximo da distância "d" entre os centros dos semicilindros A e B, para que exista equilíbrio em todo o sistema. Não é permitido o contato do cilindro C com o plano horizontal.



SOLUÇÃO

$$\left.\begin{array}{l} N_B + N_A = 4W \\ N_B \dfrac{d}{2} = N_A \dfrac{d}{2} \end{array}\right\} N_A = N_B = 2W$$

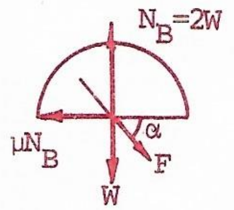




$$2F \operatorname{sen} \alpha = 2W \Longrightarrow F \operatorname{sen} \alpha = W$$

$$\cos \alpha = \frac{d}{4R} \Longrightarrow \operatorname{sen} \alpha = \frac{\sqrt{16R^2-d^2}}{4R}$$

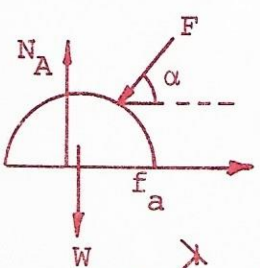
$$F = \frac{4RW}{\sqrt{16R^2-d^2}}$$



$$F\cos \alpha = \mu N_B \Longrightarrow \frac{\cancel{4}R\cancel{W}}{\sqrt{16R^2-d^2}} \cdot \frac{d}{\cancel{4}R} = 2\mu \cancel{W} \Longrightarrow \frac{d}{\sqrt{16R^2-d^2}} = 2.0,5=1$$

$$\text{Logo, } d^2 = 16R^2 - d^2 \Longrightarrow \cancel{2}\, d^2 = \overset{8}{\cancel{16}}R^2 \Longrightarrow \boxed{d = 2R\sqrt{2}}$$

2ª SOLUÇÃO

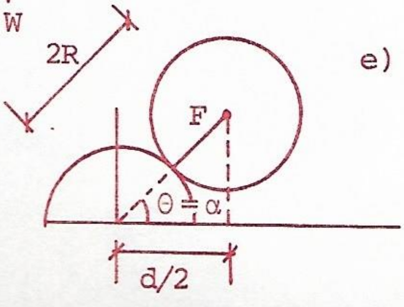


a) Por simetria, $N_A = N_B = \frac{4W}{2} = 2W$.

b) $f_a = \mu N_A = 2\mu W = W$.

c) $\vec{N}_A + \vec{W} + \vec{f}_a = - \vec{F} \Longrightarrow \alpha = \theta$.

d) Mas $\theta = \text{arc tg } \dfrac{N_A - W}{f_a} = \text{arc tg } \dfrac{2W - W}{W} \Longrightarrow \theta = 45^\circ$.



e) $\cos \alpha = \dfrac{d/2}{2R} = \dfrac{d}{4R} = \cos 45^\circ = \dfrac{\sqrt{2}}{2} \Longrightarrow \boxed{d = 2R\sqrt{2}}$

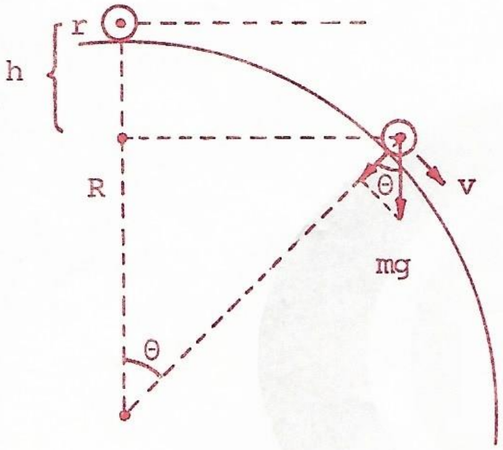
9ª QUESTÃO | VALOR: 1,0

Uma esfera de massa "M" e raio "r", desliza sem atrito, a partir do repouso sobre uma superfície esférica de raio "R".

A esfera está inicialmente no topo da superfície esférica.

Determine o ângulo Θ que o vetor posição do centro da esfera em relação ao centro da superfície esférica, forma com a vertical, no momento em que a esfera abandona a superfície de deslizamento.

SOLUÇÃO



$$\cancel{m}g \cos \Theta = \cancel{m} \frac{v^2}{R + r}$$

$$\cancel{m}gh = \frac{1}{2} \cancel{m}v^2 \Longrightarrow v^2 = 2gh$$

$$h = (R + r) - (R + r) \cos \Theta$$

$$h = (R + r)(1 - \cos \Theta)$$

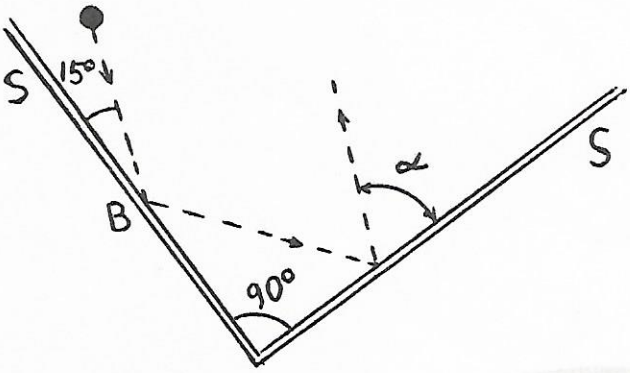
$$\cancel{g} \cos \Theta = \frac{2 \cancel{g} \cancel{(R + r)} (1 - \cos \Theta)}{\cancel{R + r}}$$

$$\cos \Theta = 2 - 2 \cos \Theta$$

$$3 \cos \Theta = 2 \Longrightarrow \cos \Theta = \frac{2}{3}$$

$$\boxed{\Theta = \text{arc} \cos \frac{2}{3}}$$

Uma bola de bilhar atinge a tabela S da mesa no ponto B, com uma velocidade "v" e coeficiente de restituição igual a 0,5. Considerando a bola como uma partícula, determine o ângulo α e a velocidade que seguirá a bola, após o seu segundo contato com a tabela.



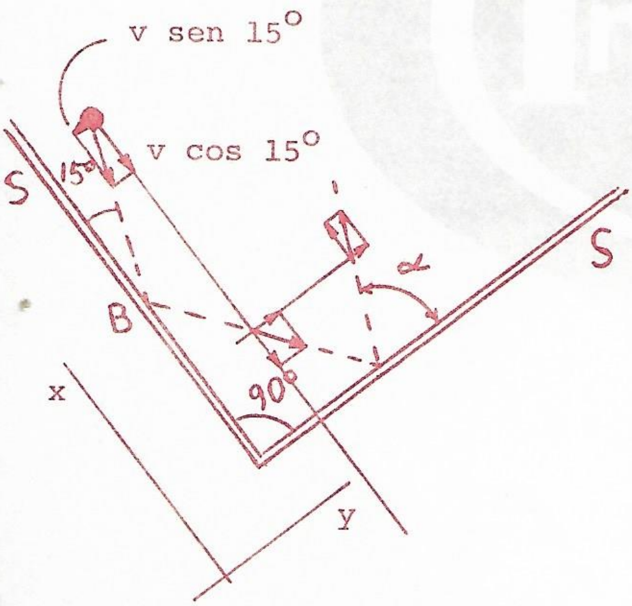
SOLUÇÃO

1º CHOQUE

$$e = \frac{v_{y_{após}}}{v_{y_{antes}}}$$

$$0,5 = \frac{v_{y_{após}}}{v \text{ sen } 15^o} \Longrightarrow v_{y_{após}} = \frac{v}{2} \text{ sen } 15^o$$

$$v_{x_{antes}} = v_{x_{após}} = v \cos 15^o$$

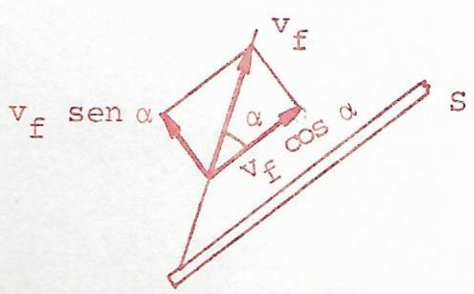


2º CHOQUE

$$e = \frac{v'_{x_{após}}}{v'_{x_{antes}}}$$

$$0,5 = \frac{v'_{x_{após}}}{v \cos 15^o} \Longrightarrow v'_{x_{após}} = \frac{v}{2} \cos 15^o$$

$$v'_{y_{antes}} = v'_{y_{após}} = \frac{v}{2} \text{ sen } 15^o$$



$$\begin{cases} v_f \cos \alpha = \frac{v}{2} \text{ sen } 15^o \\ v_f \text{ sen } \alpha = \frac{v}{2} \cos 15^o \end{cases}$$

$$\boxed{v_f = \frac{v}{2}} \quad \text{e} \quad \boxed{\alpha = 75^o}$$