MINISTÉRIO DO EXÉRCITO

DEP — CTEx

INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA

FÍSICA

1.º ANO

1982/1983

COMISSÃO DE EXAME DE ESCOLARIDADE

1982/83

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 não 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, 20 (vinte) folhas numeradas de 1 (um) a 20 (vinte).
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.

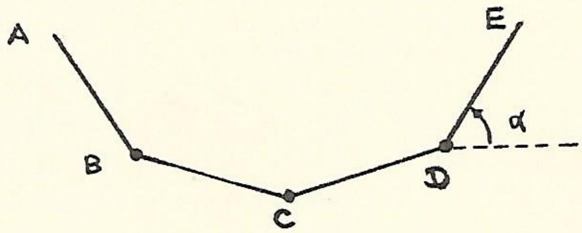
B O A   S O R T E

1a. QUESTÃO — VALOR: 1,0

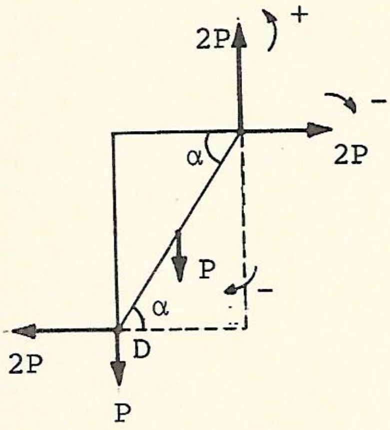
Quatro barras homogêneas AB, BC, CD e DE, de peso P cada uma, estão articuladas entre si como indica a figura. Sustentam-se, com as mãos, os extremos A e E de forma que estejam sobre uma mesma reta horizontal e que, ao estabelecer-se o equilíbrio, a ação efetuada nos extremos, sobre cada mão, tenha um componente horizontal igual a 2P.

Admite-se que as barras AB e ED possam girar livremente ao redor dos extremos fixos A e E e que não haja atrito nas articulações.

Calcular o ângulo α que a barra DE forma com a horizontal.



SOLUÇÃO



$\mathcal{T}_D = 0$

$2\,\cancel{P}\,.\,2\,\cancel{\ell}\,\cos\alpha - \cancel{P}\,\cancel{\ell}\,\cos\alpha - 2\,\cancel{P}\,.\,2\,\cancel{\ell}\,\text{sen}\,\alpha = 0$

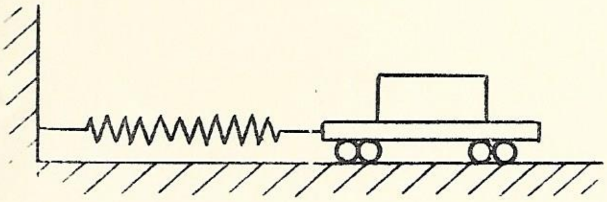
$3\cos\alpha = 4\,\text{sen}\,\alpha$

$\text{tg}\,\alpha = \dfrac{3}{4}$

$$\boxed{\alpha = \text{arc tg}\,\frac{3}{4}}$$

2a. QUESTÃO — VALOR: 1,0

Da figura abaixo, sabem-se:



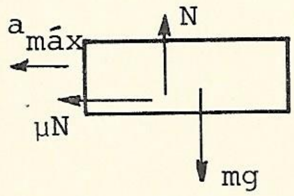
(i) a mola tem constante elástica $k = 1000$ N/m;

(ii) as massas do carrinho e do bloco são respectivamente 1,0 kg e 9,0 kg. A massa da mola é desprezível;

(iii) o coeficiente de atrito entre o bloco e o carrinho vale 0,5 e os demais atritos são desprezíveis.

Determinar a maior amplitude de oscilação possível para o sistema sem que o bloco deslize sobre o carrinho.

SOLUÇÃO



$$\mu \cancel{m} g = \cancel{m} a_{máx}$$

$$a_{máx} = \mu g \quad (1)$$

$$a_{máx} = w^2 A$$

$$w^2 = \frac{k}{m}$$

$$a_{máx} = \frac{K}{M} A \quad (2)$$

$$\frac{K}{M} A = \mu g$$

$$A = \frac{\mu M g}{K}$$

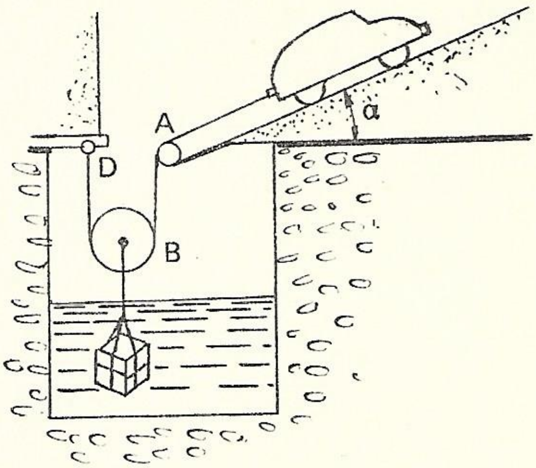
$$A = \frac{0,5 \cdot 10 \cdot 9,8}{1\,000} = 0,049 \text{ m}$$

$$\boxed{A \simeq 0,05 \text{ m}}$$

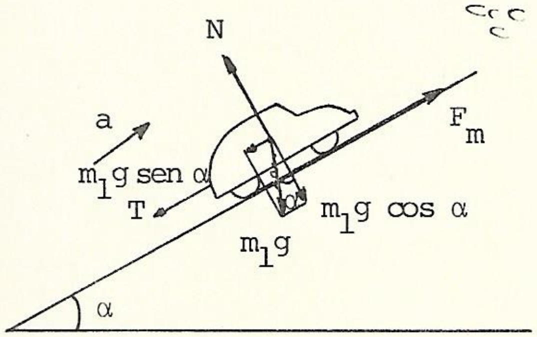
VALOR: 1,0

3a. QUESTÃO

O automóvel de massa m_1, representado na figura, está subindo a rampa de inclinação α com uma aceleração constante. Preso ao automóvel existe um cabo de massa desprezível o qual passa por uma roldana fixa A e por uma roldana móvel B, ambas de massa desprezível, tendo finalmente a outra extremidade fixa em D. Ao eixo da roldana móvel, cujos fios são paralelos, está presa uma caixa cúbica de volume v e massa m_2 imersa em um líquido de massa específica ρ. Sabendo-se que o automóvel, partindo do repouso, percorreu um espaço e em um intervalo de tempo t e que a caixa permaneceu inteiramente submersa neste período, calcular a força desenvolvida pelo conjunto motor do automóvel. Desprezar a resistência oferecida pelo líquido ao deslocamento da caixa.

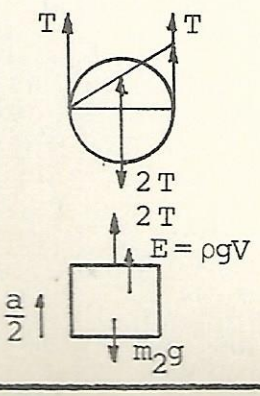


SOLUÇÃO



$$F_m - T - m_1 g \text{ sen } \alpha = m_1 a$$

$$F_m = T + m_1 g \text{ sen } \alpha + m_1 a$$



$$2T + \rho g V - m_2 g = m_2 \frac{a}{2}$$

$$T = \frac{m_2 a}{4} - \rho g \frac{V}{2} - \frac{m_2 g}{2}$$

$$F_m = \frac{m_2 a}{4} + \frac{m_2 g}{2} - \frac{\rho g V}{2} + m_1 g \text{ sen } \alpha + m_1 a$$

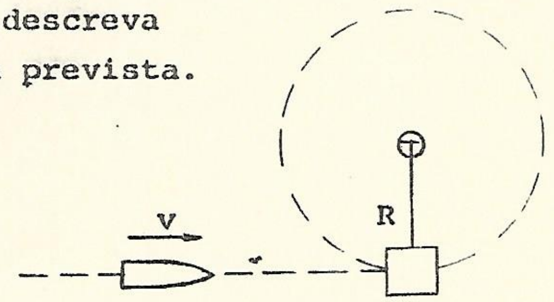
$$e = \frac{1}{2} a t^2 \Longrightarrow a = \frac{2e}{t^2}$$

$$F_m = \frac{2e}{t^2}\left(m_1 + \frac{m_2}{4}\right) + g\left(\frac{m_2}{2} + m_1 \text{ sen } \alpha\right) - \rho g \frac{V}{2}$$

4a. QUESTÃO

VALOR: 1,0

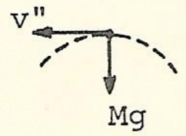
Um projetil de massa m, com velocidade v, choca-se com o bloco de massa M, suspenso por um fio de comprimento R, conforme mostra a figura. Depois da colisão, o projetil cai verticalmente e o bloco descreve uma circunferência completa, no plano vertical. Determinar a velocidade mínima do projetil, antes da colisão, em função de M, m, g e R, para que o bloco descreva a trajetória prevista.



SOLUÇÃO

$$mv = Mv'$$

$$v' = \frac{m}{M} v$$



$$\cancel{M}g = \cancel{M} \frac{v''^2}{R}$$

$$v'' = \sqrt{gR}$$

$$\frac{1}{2} \cancel{M} \left(\frac{m}{M} v\right)^2 = \cancel{M}g \cdot 2R + \frac{1}{2} \cancel{M}gR$$

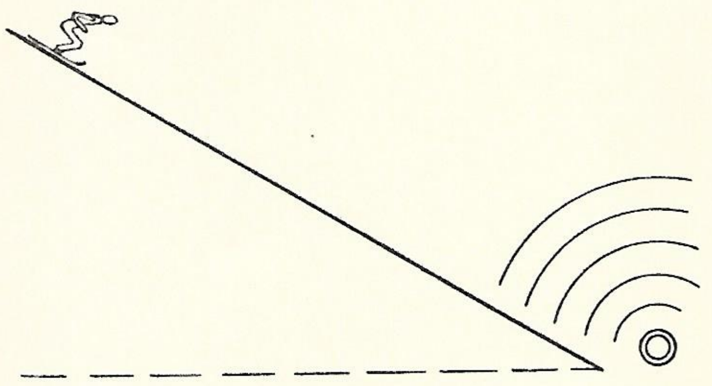
$$\frac{m^2}{M^2} v^2 = 4gR + gR = 5gR$$

$$v = \frac{M}{m} \sqrt{5gR}$$

VALOR: 1,0

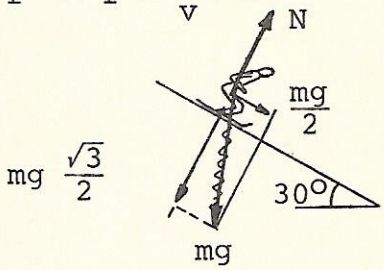
5a. QUESTÃO

Um esquiador desce uma rampa inclinada de 30^{o}, como na figura, enquanto ouve o som de uma sirene, colocada na base da rampa, que emite som puro de 400 Hz. Sabe-se, ainda, que a velocidade do som no ar vale 340m/s, que o esquiador parte do repouso e não usa os impulsores. Desprezar o atrito e a resistência do ar. Estabelecer a expressão da frequência do som ouvido pelo esquiador como uma função da distância deste ao ponto de partida.



SOLUÇÃO

$$f' = f\,\frac{v + v_o}{v}$$



$$\frac{\cancel{m}g}{2} = \cancel{m}a$$

$$a = \frac{g}{2}$$

$$v_o^2 = 2\,a\,d$$

$$v_o = \sqrt{gd}$$

$$f' = 400\,\frac{340 + \sqrt{9,8\,d}}{340}$$

$$f' = 400 + 1,18\,.\,\sqrt{9,8}\,\sqrt{d}$$

$$\boxed{f' = 400 + 3,69\sqrt{d}}$$

VALOR: 1,0

6a. QUESTÃO

Em uma experiência, um mol de eteno a 20^oC e 1 atm é misturado com a quantidade estequiométrica de ar de combustão ($O_2 + 3,76N_2$) a 100^oC e 1 atm.

Depois de haver sido atingida a temperatura de equilíbrio, a mistura eteno-ar é queimada, produzindo gás carbônico, água e nitrogênio.

Considerando que na condição de equilíbrio de temperatura, antes da combustão, a mistura eteno-ar pode ser considerada como gás perfeito, determinar:

1) a temperatura de equilíbrio da mistura eteno-ar;
2) o volume da mistura eteno-ar, após atingida a temperatura de equilíbrio, estando a pressão da mistura a 1 atm.

DADOS:

Massa molecular do ar ($O_2 + 3,76N_2$) = 29

Massa molecular do eteno = 28

Calor específico do ar ($O_2 + 3,76N_2$) = 0,24 cal/g . ^oC

Calor específico do eteno = 0,36 cal/g . ^oC

Constante universal dos gases = 0,082 atm . ℓ/gmol . K

SOLUÇÃO

1) $$C_2H_4 + 3\,(O_2 + 3,76\,N_2) \Longrightarrow 2\,CO_2 + 2H_2O + 11,28\,N_2$$

$$Q_{\substack{PERDIDO \\ AR}} = Q_{\substack{GANHO \\ ETENO}}$$

$$3.29 \,.\, 0,24(100 - \theta) = 1.28 \,.\, 0,36(\theta - 20)$$

$$2.088 - 20,88\,\theta = 10,08\,\theta - 201,6$$

$$30,96\,\theta = 2.289,6$$

$$\boxed{\theta \cong 74^oC}$$

2) $$pV = nRT$$

$$1 \times V = 15,28 \,.\, 0,082 \,.\, 347$$

$$\boxed{V = 434,8\ \ell}$$

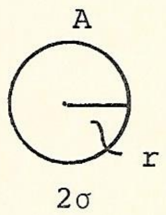
IME - CEE 82/83	FÍSICA		FOLHA 13

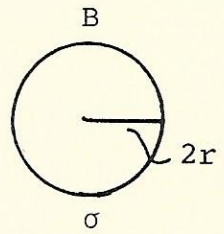
7a. QUESTÃO

VALOR: 1,0

Duas esferas condutoras A e B de raios r e 2r, respectivamente, estão isoladas e muito distantes uma da outra. As cargas das duas esferas são de mesmo sinal e a densidade superficial de carga da primeira é igual ao dobro da segunda. As duas esferas são interligadas por um fio condutor. Dizer se uma corrente elétrica se estabelece no fio e, em caso afirmativo, qual o sentido da corrente. Justificar a resposta, em qualquer caso.

SOLUÇÃO





$$\left.\begin{array}{l} V = K_0 \dfrac{Q}{R} \\ Q = 4\pi R^2\sigma \end{array}\right\} V = 4\pi \cancel{R^2}\sigma \frac{K_0}{\cancel{R}} \Longrightarrow V = 4\pi K_0 \sigma R$$

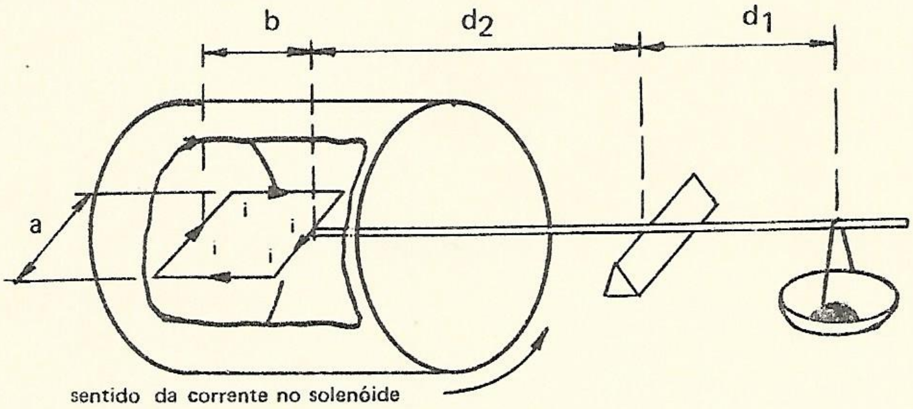
$V_A = 4\pi K_0 2\sigma r = 8\pi K_0 \sigma r \qquad V_B = 4\pi K_0 \sigma 2r = 8\pi K_0 \sigma r$

$V_A = V_B \Longrightarrow$ NÃO HAVERÁ CORRENTE.

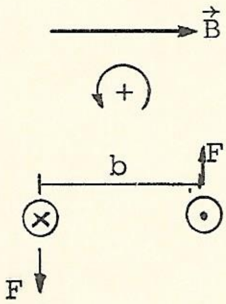
8a. QUESTÃO

VALOR: 1,0

No interior de um solenóide longo, onde existe um campo de indução magnética B uniforme e axial, coloca-se uma espira retangular de largura a e comprimento b, em posição horizontal, ligada rigidamente a uma balança de braços d1 e d2. Quando não circula corrente na espira, a balança está em equilíbrio. Ao fazer-se passar pela espira uma corrente i, obtém-se o equilíbrio da balança, colocando-se no prato a massa m. Determinar o campo de indução magnética B no interior do solenóide.



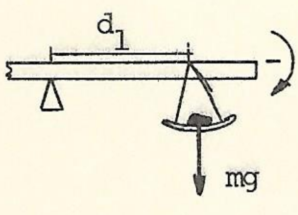
SOLUÇÃO



$$\vec{F} = i\vec{a} \times \vec{B}$$

$$F = iaB$$

$$\tau_{BIN} = iabB$$



$$\tau_{PESO} = mgd_1$$

$$\tau_{BIN} - \tau_{PESO} = 0$$

$$iabB = mgd_1$$

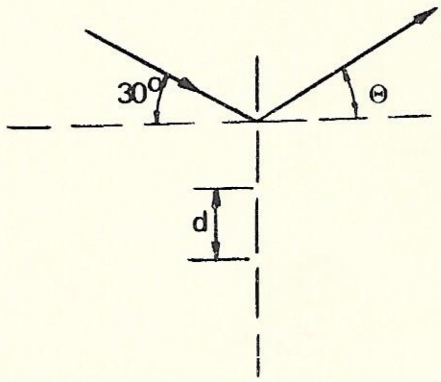
$$\boxed{B = \frac{mgd_1}{iab}}$$

IME - CEE 82/83 | FÍSICA | FOLHA 17

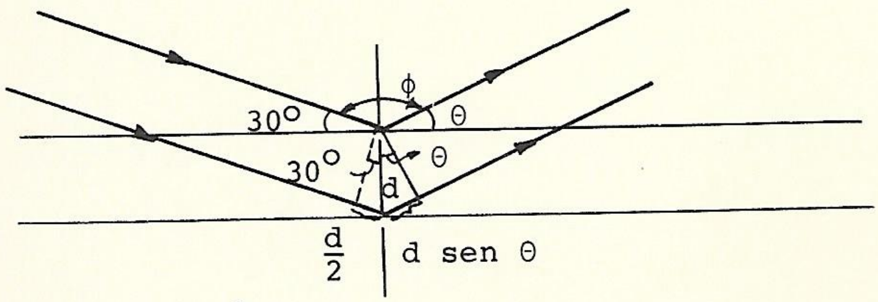
VALOR: 1,0

9a. QUESTÃO

Numa rede de difração, que tem 500 fendas por milímetro, incide uma onda plana monocromática de comprimento de onda igual a 5×10^{-7} m. Determinar a maior ordem do espectro K que poderá ser observado pela incidência de raios, conforme mostra a figura abaixo.



SOLUÇÃO



$$d \text{ sen } \Theta + \frac{d}{2} = m\lambda$$

$$\phi_{mín} = 90^{\circ} \Longrightarrow \Theta_{máx} = 60^{\circ}$$

$$d\frac{(\sqrt{3} + 1)}{2} = m\lambda \Longrightarrow m = \frac{d}{2\lambda}(\sqrt{3} + 1)$$

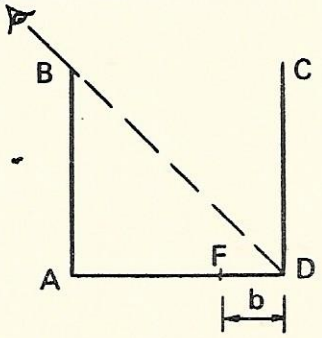
$$m = \frac{\frac{10^{-3}}{500} \cdot 2,73}{2 \cdot 5 \cdot 10^{-7}} \Longrightarrow m = \frac{2 \cdot \cancel{10^{-6}} \cdot 2,73}{\cancel{10^{-6}}} = 5,\cancel{46}$$

$$\boxed{m = 5}$$

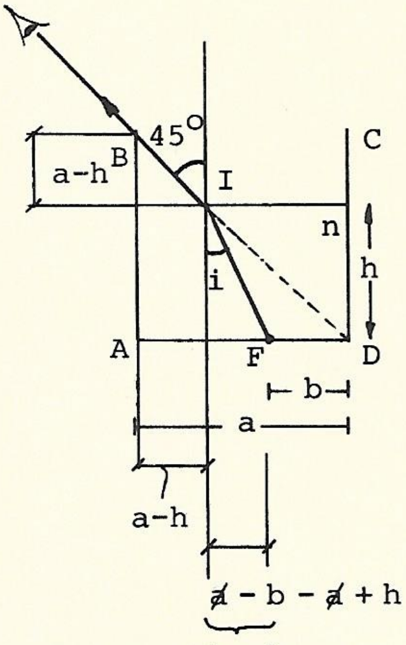
VALOR: 1,0

10a. QUESTÃO

Um recipiente cúbico, com paredes opacas, é colocado de tal modo que o olho de um observador não vê seu fundo, mas vê integralmente a parede CD, conforme a figura abaixo. Determinar o volume de água que é necessário colocar no recipiente, para que um observador possa ver um objeto F que se encontra a uma distância b do vértice D. A aresta do cubo é a e o índice de refração da água é n. Dar a resposta em função de b, a, n e sen i, sendo i o ângulo de incidência.



SOLUÇÃO



$$\text{tg } i = \frac{h-b}{h}$$

$$\text{tg } i = \frac{\text{sen } i}{\sqrt{1-\text{sen}^2 i}}$$

$$\frac{h-b}{h} = \frac{\text{sen } i}{\sqrt{1-\text{sen}^2 i}}$$

$$h \text{ sen } i = h\sqrt{1-\text{sen}^2 i} - b\sqrt{1-\text{sen}^2 i}$$

$$b\sqrt{1-\text{sen}^2 i} = h\left(\sqrt{1-\text{sen}^2 i} - \text{sen } i\right)$$

$$h = \frac{b\sqrt{1-\text{sen}^2 i}}{\sqrt{1-\text{sen}^2 i} - \text{sen } i}$$

$$\boxed{V = \frac{a^2 b\sqrt{1-\text{sen}^2 i}}{\sqrt{1-\text{sen}^2 i} - \text{sen } i}}$$

Como $\dfrac{\text{sen } i}{\text{sen } 45} = \dfrac{1}{n} = \dfrac{\sqrt{2}}{2n}$

$$V = \frac{a^2 b\sqrt{1 - 1/2n^2}}{\sqrt{1 - 1/2n^2} - \sqrt{2}/2n} \Longrightarrow \boxed{V = \frac{a^2 b\sqrt{2n^2 - 1}}{\sqrt{2n^2-1} - 1}}$$

						SOMA
------	------ 1	------ 2	------ 3	------ 4	------ 5	------
------	------ 6	------ 7	------ 8	------ 9	------ 10	------
------	------ 11	------ 12	------ 13	------ 14	------ 15	------
------	------ 16	------ 17	------ 18	------ 19	------ 20	------
------	------ 21	------ 22	------ 23	------ 24	------ 25	------

TOTAL: -----
