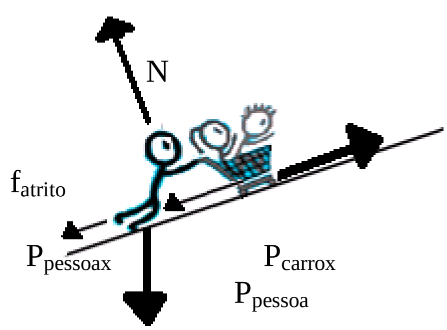
Curso de Tecnologia em Sistemas de Computação
3ª Avaliação Presencial de Física para Computação – ___/___/___

1ª Questão

Você foi convidado(a) a dar uma opinião acerca do projeto de uma rampa de acesso entre pavimentos de um mercado. Especificamente, pede-se seu parecer sobre o ângulo de inclinação possível, sem que ocorram acidentes com carrinhos, nas condições previstas em modelo simplificado descrito a seguir. O usuário, de massa M, move o carrinho de compras rampa acima (ou abaixo), lentamente. Suponha que o menor coeficiente de atrito estático entre piso e calçado seja 0,374. Ademais, a massa que será puxada no conjunto carrinho+compras será m. (a) Para a situação em que m é, no máximo, M/2, calcule o ângulo máximo de inclinação. (b) Para os valores M=70 kg, m=45 kg, explique detalhadamente o que ocorre.

(a) Para a situação em que m é, no máximo, M/2, calcule o ângulo máximo de inclinação.

Solução:



Na figura temos a representação das forças que atuam na pessoa. Quando o sistema ainda não se move as acelerações são zero e, conseqüentemente, também o são as respectivas componentes da força resultante. Portanto, a segunda lei de Newton nos fornece para as componentes, horizontal e vertical as equações, respectivamente,

$$f_{atrito} - P_{carrox} - P_{pessoax} = 0$$
$$N - P_{pessoay} = 0$$

Reescrevendo as equações:

$$f_{atrito} = P_{carrox} + P_{pessoax} = m\,g\,sen(\theta) + M\,g\,sen(\theta) = (m + M)\,g\,sen(\theta)$$

e

$$N = P_{pessoay} = M\,g\,cos\,(\theta)$$

O limiar para que o sistema não permaneça em repouso ocorrerá quando f_{atrito} seja igual a $\mu_s N$, ou seja,

$f_{atrito} = \mu_s N$

Fazendo as devidas substituições:

$(m + M)\, g\, sen(\theta) = \mu_s\, M\, g \cos(\theta)$

Observando que $m = \frac{M}{2}$ e $\mu_s = 0.374$, temos:

$$\frac{sen(\theta)}{\cos(\theta)} = \frac{\mu_s\, M\, g}{(m + M)\, g} = \frac{0.374\, M}{\frac{M}{2} + M} = \frac{0.374 M}{\frac{3M}{2}} = \frac{0.758}{3}$$

Assim,

$$tg(\theta) = \frac{sen(\theta)}{\cos(\theta)} = 0.25267$$

$\theta = arctg(0.2667) \approx 14°$

Portanto, a rampa tem uma inclinação de 14°.

(b) Para os valores M=70 kg, m=45 kg, explique detalhadamente o que ocorre.

Solução:

Utilizando a relação anterior:

$$\frac{sen(\theta)}{\cos(\theta)} = \frac{\mu_s\, M\, g}{(m + M)\, g} = \frac{(0.374)\,(70)}{70 + 45} = \frac{26{,}18}{115} = 0.2276$$

Logo

$$\theta = arctg(0.2276) \approx 12{,}8$$

Assim, o ângulo da rampa que seria necessário manter a pessoa sobre ela sem deslizar seria menor.

2ª Questão

Qual o trabalho realizado por uma força dada em Newtons por $F = (2xi + 3yj)$, onde x está em metros, que é exercida sobre uma partícula enquanto ela se move da posição, em metros, $r_i = 2i + 4j$ para a posição (em metros) $r_f = -4i - 2j$. Onde i e j são os vetores unitários nas direções x e y, respectivamente.

Solução:

Como a força é conservativa, pode-se escolher qualquer caminho do ponto inicial ao final. Suponha que a partícula mova-se primeiramente ao longo do eixo constante y=3m, indo desde $x_1 = 2m$ até $x_2 = -4m$. Neste percurso o trabalho realizado é:

$$W_1 = \int_{x_1}^{x_2} F_x dx = \int_{2}^{-4} 2x dx = x^2|_2^{-4} = (-4)^2 - (2)^2 = 12\ J.$$

Agora, para completar o percurso, suponhamos que a partícula mova-se ao longo da linha x=-4m, indo de $y_1 = 4m$ até $y_2 = -2m$. O trabalho nesse percurso é:

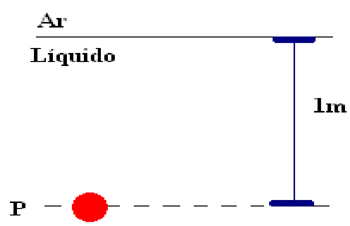
$$W_2 = \int_{y_1}^{y_2} F_y dy = \int_{4}^{-2} 3y dy = \frac{3y^2}{2} |_4^{-2} = \frac{3}{2} * \{(-2)^2 - 4^2\} = -18 \text{ J.}$$

O trabalho total do percurso é:

$$W = W_1 + W_2 = 12J - 18J = -6J$$

3ª Questão

A uma profundidade de 1m, no interior de um líquido de índice de refração $\sqrt{2}$, encontra-se uma fonte luminosa pontual P, como mostra a figura. Determine o diâmetro mínimo que deve ter um disco opaco para que, convenientemente colocado na superfície que separa o líquido do ar, não permita a emergência de nenhuma luz para o ar. Adote o índice de refração do ar igual a 1,0 e o sen45º=0,7 e tg45º=1.



Solução:

Apenas um feixe cônico de abertura 2L (sendo L o ângulo limite) consegue emergir no ar. A luz, portanto, sai pela superfície através de uma região circular, em cujas bordas os raios incidem pelo ângulo limite. Os raios não pertencentes a esse feixe cônico incidem por ângulos maiores que o limite e sofrem reflexão total. Se na região circular pela qual a luz emerge for colocado um disco opaco de mesmo diâmetro, nenhuma luz poderá passar do líquido para o ar.

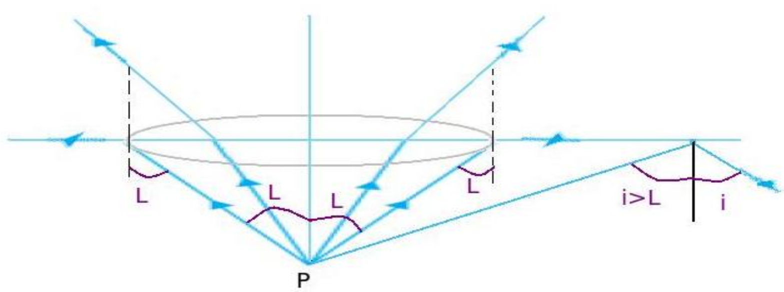


Figura 2

Na figura 3, no triângulo sombreado temos: $tg(L) = \frac{R}{H}$ (Eq. 1)

Sabemos que $sen(L) = \frac{\eta_1}{\eta_2}$, onde $\eta_1 = 1$ e $\eta_2 = \sqrt{2}$ e logo

$$sen(L) = \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2} => L = 45^o$$

Da Eq.1 temos que: $tg(45^o) = \frac{R}{H} = 1 => R = H$

Como H=1m segue que R=1m e, portanto o diâmetro será D = 2R = 2m

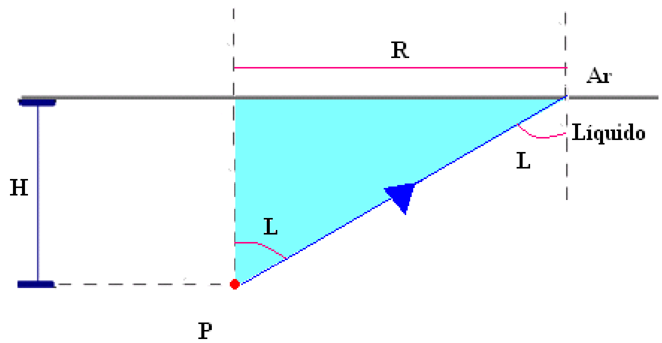
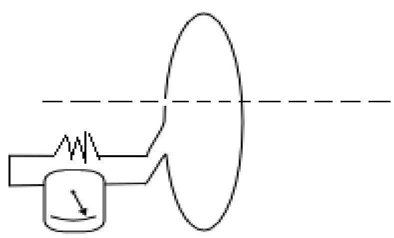


Figura 3

4ª Questão

Descreva o experimento de Faraday a partir da figura a seguir aproximando-se um imã em forma de barra na espira, com pólo norte na direção da espira. A espira é parte de um circuito que contém um amperímetro.



Solução:

Uma corrente elétrica sempre produz um campo magnético. E a situação inversa? Um campo magnético produz uma corrente elétrica? A resposta para essa questão foi dada pela primeira vez por Michael Faraday em 1831 na Inglaterra. A primeira experiência de Faraday foi um arranjo conforme a Figura.

Uma espira de um material condutor de eletricidade conectada a um galvanômetro. Nessa situação, não se pode esperar indicação no instrumento, uma vez que não há fonte de corrente no circuito.

Entretanto, se um ímã for aproximado da espira, o galvanômetro indica uma corrente. Se for afastado, também indica, mas em sentido oposto. Com o ímã em repouso, não há nenhuma indicação.

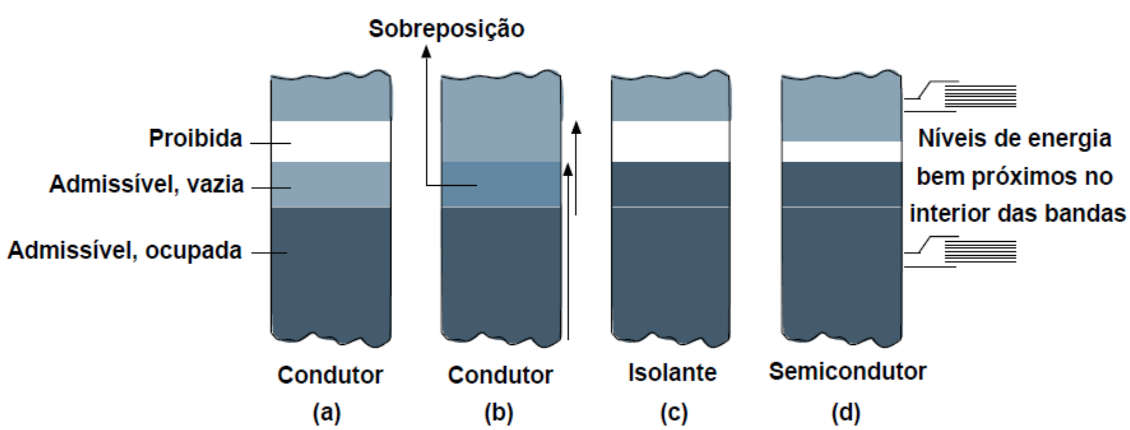
5ª Questão:

Conceitue banda de energia e a partir desse conceito explique o que são semicondutores. Esboce um esquema das bandas de energia para condutores, isolantes e semicondutores.

SOLUÇÃO:

A estrutura de bandas refere-se à forma da relação entre a energia e o momento de um elétron em um material sólido (cristal). Os níveis de energia de átomos individuais são, em geral, bem afastados, especialmente os de mais baixa energia. As bandas podem se apresentar muito separadas ou próximas, em termos de energia. As bandas de energia mais baixa são preenchidas com os elétrons ligados aos átomos individuais. Os elétrons que podem conduzir são os das bandas de energia mais alta. A banda mais alta que possui elétrons é denominada banda de valência. Esta pode estar parcial ou totalmente preenchida (depende do tipo de átomo e suas ligações no sólido). Se estiver parcialmente preenchida, haverá facilidade de um elétron, sob a ação de um campo elétrico, passar para um estado com energia um pouco maior, disponível na mesma banda. Logo, este material será um bom condutor. Se a banda de energia estiver totalmente preenchida e houver grande diferença de energia entre ela e a próxima banda, um campo elétrico moderado não consegue fazer com que os elétrons passem a estados energéticos maiores. Este tipo de material é isolante. A banda mais baixa na qual existem estados não ocupados é denominada banda de condução. Em um condutor, a banda de valência é também uma banda de condução. A diferença de energia entre as bandas admissíveis é a banda proibida de energia. No caso de semicondutores temos uma diferença de energia pequena que é superável com agitação térmica, deixa "buracos" na banda de valência.

A Estrutura de bandas de energia para materiais condutores, isolantes e semicondutores é dada pela figura:



Formulário:

$sen(\theta_c) = \frac{n_2}{n_1}$ $\quad w = 2\pi f$ $\quad v = \frac{w}{k}$ $\quad v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$ $\quad E_{cinética} = \frac{1}{2} I \, w^2$

$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ $\quad w = \sqrt{\frac{K}{m}}$ $\quad T = \frac{2\pi}{w}$ $\quad \varepsilon = \oint_C \vec{E}\, \vec{dl}$

$\oint_C \vec{E}\, \vec{dl} = -d\phi_m / dt$ $\quad \phi_m = \int_S \vec{B} \bullet \hat{n}\, dA$

$= \sqrt{\frac{T}{\mu}}; \quad k = \frac{w}{v}; \quad dE = k.\frac{dq}{r^2}; \quad \vec{F} = q.\vec{E}; \ \vec{E} = \sum_i \frac{k.q_i}{r_i^2}\hat{r}_i;$

$\vec{F} = m.\vec{a}; \quad T = \frac{2\pi}{w}; \quad dq = \frac{Q}{L}ds; \ P = m.v; \ E_{cinetica} = \frac{1}{2}m.v^2;$

$F = p.\frac{\Delta N}{\Delta t}; \quad x = x_0 + v_{0x}t + \frac{at^2}{2}; \quad y = y_0 + v_{0y}t - \frac{gt^2}{2}$