Fundação CECIERJ - Vice Presidência de Educação Superior a Distância
Curso de Tecnologia em Sistemas de Computação
3ª Avaliação Presencial de Física para Computação - 2013.2
Gabarito

1ª Questão

(2,5 pontos) 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 0,45. Ademais, a massa que será puxada no conjunto carrinho+compras será m.

(a) (1,5) Para a situação em que m é, no máximo, M/3, calcule o ângulo máximo de inclinação.

(b) (1,0) Para os valores M=70kg, m=40 kg, explique detalhadamente o que ocorre, caso o ângulo adotado para a rampa tenha sido aquele calculado no item (a).

Resposta:

(a) As forças a serem consideradas no problema são: peso da pessoa $P_p = Mg$, peso do carrinho $P_c = mg$, normal que a rampa faz sobre a pessoa $N_p = Mg\cos\theta$, normal que a rampa faz sobre o carrinho $N_c = mg\cos\theta$. A normal equilibra a componente do peso que é perpendicular à rampa, restando então a componente paralela à rampa ser equilibrada por outras forças. Essa componente paralela vale:

$$(P_p + P_c)\,\mathrm{sen}\,\theta = (M+m)g\,\mathrm{sen}\,\theta$$

Nesse caso a força que pode equilibrar essa componente é a força de atrito entre a rampa e os pés da pessoa. $F_{at} = N_p\mu = Mg\cos\theta\mu$. então a condição para o equilíbrio é

$$(M+m)g\,\mathrm{sen}\,\theta = Mg\cos\theta\mu \tag{1}$$

A situação limite é para m=M/3, onde temos:

$$\begin{aligned}
&(M+\frac{M}{3})g\,\mathrm{sen}\,\theta = Mg\cos\theta\mu\\
&\frac{4}{3}\,\mathrm{sen}\,\theta = \cos\theta\mu\\
&\mathrm{tg}\theta = \frac{3}{4}\mu = \frac{3}{4}\times 0,45 \simeq 0,34\\
&\theta = \mathrm{arctg}(0,34) \simeq 19^{\circ}
\end{aligned}$$

(b) No caso em que m=30kg e M=60kg, podemos determinar o ângulo limite θ com a equação (1)

$$\begin{aligned}
\frac{\mathrm{sen}\,\theta}{\cos\theta} &= \frac{M\mu}{M+m}\\
\mathrm{tg}\theta &= \frac{60\times 0,45}{60+30} \simeq 0,3\\
\theta &= \mathrm{arctg}(0,3) \simeq 17^{\circ}
\end{aligned}$$

Se o ângulo adotado não for menor que 17°, o cliente irá deslizar. Por exemplo, se for adotado os 19° calculados anteriormente, a força máxima de atrito vale:

$$F_{at} = Mg\cos(19^o)\mu = 60 \times 10 \times 0,946 \times 0,45 \simeq 255N$$

Mas a componente do peso da pessoa e do carrinho que sobra na direção da rampa vale

$$(P_p + P_c)\operatorname{sen}\theta = (M+m)g\operatorname{sen}(19^o) = (60+30) \times 10 \times 0,326 \simeq 293N$$

Ou seja, o atrito máximo não é suficiente para manter o sistema em equilíbrio, e assim o cliente irá escorregar.

2ª Questão

(2,5 pontos) Duas lâmpadas, uma de resistência R1 e a outra de resistência R2, R1>R2, estão ligadas a uma bateria (a) em paralelo e (b) em série. Analise, e explique detalhadamente, que grandeza se mantém constante para ambos os resistores, em cada caso e, a partir disto, determine qual lâmpada brilha mais (dissipa mais energia) em cada caso.
(c) (1,0) Suponha, agora, que os resistores tem a mesma resistência (R1=R2). Neste caso, a partir da determinação da resistência equivalente para os arranjos em série e em paralelo, determine qual arranjo dissipa mais energia. Explique.

Resposta:

(a) Em uma ligação em paralelo, ambas as lâmpadas estarão sujeitas à mesma ddp (V), mas serão percorridas por correntes diferentes:

$$i_1 = \frac{V}{R_1}$$
$$i_2 = \frac{V}{R_2}$$

O brilho de cada lâmpada depende da potência dissipada, que, para uma ddp fixa, varia inversamente com a resistência:

$$P = \frac{V^2}{R}$$

Assim, se $R_1 > R_2$, então $P_1 < P_2$ e a lâmpada 2 brilha mais.

(b) Numa ligação em série as lâmpadas irão compartilhar a mesma corrente (i), já que só há um caminho a ser percorrido, mas as ddps em cada lâmpada serão diferentes:

$$V_1 = R_1 i$$
$$V_2 = R_2 i$$

O brilho de cada lâmpada depende da potência dissipada, que, para uma corrente fixa, varia linearmente com a resistência:

$$P = Ri^2$$

Assim, se $R_1 > R_2$, então $P_1 > P_2$ e a lâmpada 1 brilha mais.

(c) Vamos chamar $R_1 = R_2 = R$. A resistência equivalente do arranjo em série é dada por:

$$R_{eqs} = R_1 + R_2 = 2R$$

Já a resistência equivalente do arranjo em paralelo é dada por:

$$R_{eqp} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} = \frac{R}{2}$$

Já sabemos que com uma ddp fixa (a da bateria), a potência varia inversamente com a resistência, portanto o arranjo menos resistivo (em paralelo) irá dissipar mais potência.

3ª Questão
(2,5 pontos)
(a) (1,5) Duas cargas puntiformes estão fixas nos pontos A e B, distantes de um centímetro. Sendo, $Q_A = 2.10^{-6}$mC a carga em A, e $Q_B = 4.10^{-6}$ mC a carga em B, determine um ponto P, situado entre A e B, onde o vetor campo elétrico resultante é nulo.
(b) (1,0) Suponha agora que a situação descrita em (a) é modificada: a carga Q_A agora tem o valor $Q_A = -2.10^{-6}$ mC (agora é negativa). Determine, se houver, um ponto em que o campo elétrico se anula.

Lembrete: o campo elétrico é proporcional à carga que o gera e inversamente proporcional ao quadrado da distância, sendo atrativo ou repulsivo para carga negativa e positiva, respectivamente.

Resposta:

(a) O campo elétrico resultante no ponto P é a soma dos campos gerados pelas duas cargas: $\overrightarrow{E_P} = \overrightarrow{E_A} + \overrightarrow{E_B}$. Para que o campo elétrico seja nulo é preciso que os campos de cada carga apontem em direções opostas e tenham o mesmo módulo:

$$|\overrightarrow{E_A}| = |\overrightarrow{E_B}| \tag{2}$$

Assim, considerando que o ponto P esteja a uma distância x do ponto A, e portanto a uma distância 1-x de B, temos:
(i) Para a carga Q_A

$$\begin{aligned} |\overrightarrow{E_A}| &= k\frac{|Q_A|}{d^2} \\ |\overrightarrow{E_A}| &= k\frac{2 \times 10^{-9}}{x^2} \end{aligned}$$

(ii) Para a carga Q_B

$$\begin{aligned} |\overrightarrow{E_B}| &= k\frac{|Q_B|}{d^2} \\ |\overrightarrow{E_B}| &= k\frac{4 \times 10^{-9}}{(1-x)^2} \end{aligned}$$

Aplicando os resultados obtidos em (i) e (ii) na Eq. (2) obtemos:

$$|\overrightarrow{E_A}| = |\overrightarrow{E_B}|$$
$$\frac{2\times 10^{-9}}{x^2} = \frac{4\times 10^{-9}}{(1-x)^2}$$
$$4x^2 = 2(1-x)^2$$
$$2x^2 - (1-x)^2 = 0$$
$$x^2 + 2x - 1 = 0$$

Resolvendo essa equação obtemos $x = -1 \pm \sqrt{2}$ (em relação ao ponto A sobre o segmento AB).
Observe que somente a solução $x_1 = -1+\sqrt{2} \simeq 0,41$ cm faz sentido, pois a solução $x_2 = -1-\sqrt{2} \simeq -2,41$ cm não convém, pois significa que o ponto P estaria à esquerda de A, onde $\overrightarrow{E_A}$ e $\overrightarrow{E_B}$ teriam a mesma direção e sentidos iguais, não resultando em um campo elétrico nulo. Ou seja, o ponto P onde o campo elétrico se anula fica a 0,41 cm do ponto A e portanto a 0,59 cm do ponto B.

(b) Se as cargas tiverem sinal oposto, os campos gerados por elas apontam na mesma direção nesta região entre as cargas, e portanto não podem se anular.

4ª Questão

(2,5 pontos) Foi observado que, em um material submetido a uma pequena DDP não havia corrente gerada. Ou seja, não era um bom condutor. Com a incidência de radiação eletromagnética de uma certa frequência passou a haver corrente através do material. Aumentando-se a intensidade da radiação emitida sobre o material, houve aumento linear da intensidade de corrente elétrica. Ou seja, dobrando a intensidade luminosa, dobra a corrente observada, no contexto de pequenas correntes elétricas. Leia os itens a seguir e responda estritamente o que está perguntado.
(a) (0,5) Explique o motivo de, inicialmente não haver corrente;
(b) (0,5) Explique, o motivo de haver corrente a partir de uma certa frequência da radiação enviada sobre o material;
(c) (0,5) Explique o que significa, e como ocorre, aumento de corrente para DDP constante;
(d) (1,0) Como o aumento de corrente explicado em (c) se relaciona de forma linear com o aumento da intensidade luminosa enviada sobre o material?

Resposta:

(a) De acordo com o enunciado, a presença de uma diferença de potencial (DDP) não gerava corrente. Ou seja, não havia portadores de carga (elétrons) livres no material.

(b) Quando o material foi submetido à radiação, os pacotes de energia (fótons) que formam a radiação passaram a incidir sobre o material. De acordo com o enunciado, a frequência da radiação incidente foi específica ao ponto de retirar elétrons, que estavam ligados aos átomos, de suas "órbitas", liberando-os para se movimentarem pelo material, sob a influência do campo elétrico imposto pela DDP.

(c) A intensidade de uma radiação está associada à quantidade de pacotes de energia que a compõe. Assim, quando o enunciado informa que, ao se aumentar a intensidade da radiação, a intensidade da corrente elétrica aumenta, está sendo informado que quanto mais fótons da frequência que retira elétrons dos átomos do material incidirem nele, mais elétrons passarão a ser portadores de carga, ou seja, ficarão livres das órbitas dos átomos.

(d) A proporcionalidade ocorre pela relação direta entre o aumento de número de fótons lançados sobre o material e o número de elétrons que recebem a energia específica de liberação do elétron de sua "órbita"; ou seja, duplicando-se a intensidade (número de fótons incidentes), por exemplo, duplica-se a corrente (número de portadores de carga/elétrons), sempre no limite de pequenas DDPs estipulado no enunciado.