

FGE0270 – Eletricidade e Magnetismo I

Lista de exercícios 2 – 2009

1. Uma placa condutora quadrada fina cujo lado mede 50,0 cm encontra-se no plano xy . Uma carga de $4,00 \times 10^{-8}$ C é colocada na placa. Encontre (a) a densidade de carga na placa, (b) o campo elétrico imediatamente acima da placa e (c) o campo elétrico imediatamente abaixo da placa. Você pode supor que a densidade de carga é uniforme.

a) $\sigma = q/A = q/l^2 = 4 \times 10^{-8} / 0.25 = 1.6 \times 10^{-7} \text{ C/m}^2$

b) e c) $E = \sigma / 2\epsilon_0 = 9000 \text{ N/C}$

2. Um pedaço de isopor de 10,0 g tem uma carga total de $-0,700 \mu\text{C}$ e flutua acima do centro de uma grande folha de plástico, disposta horizontalmente, que tem uma densidade superficial de carga uniforme σ . Calcule o valor da densidade de carga superficial sobre a folha plástica.

Resposta $\sigma = -2\epsilon_0 mg / q = -2.5 \times 10^{-6} \text{ C/m}^2$

3. Um campo elétrico vertical de magnitude $2,00 \times 10^4$ N/C existe acima da superfície da Terra em um dia em que uma tempestade está se armando. Um carro retangular de 6,00 m por 3,00 m está se deslocando ao longo de uma estrada que se inclina para baixo $10,0^\circ$. Determine o fluxo elétrico através da parte inferior do carro.

Resposta $\Phi_E = ES \cos(10^\circ) = 3.54 \times 10^5 \text{ Nm}^2 / \text{C}$

4. Um anel circular de 40,0 cm de diâmetro é girado em um campo elétrico uniforme até que a posição de máximo fluxo elétrico é encontrada. O fluxo medido nesta posição é $5,20 \times 10^5$ Nm^2/C . Qual é a magnitude do campo elétrico?

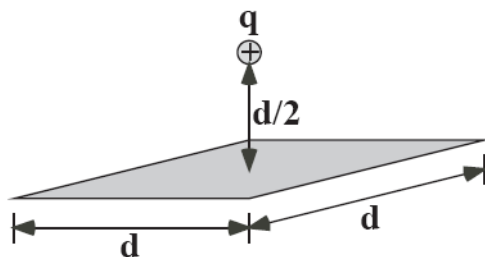
Resposta $E = 2 \times 10^6 \text{ N/C}$

5. Uma carga puntiforme de $1.8 \mu\text{C}$ está no centro de uma superfície gaussiana cúbica com 55 cm de aresta. Qual é o fluxo elétrico líquido através da superfície?

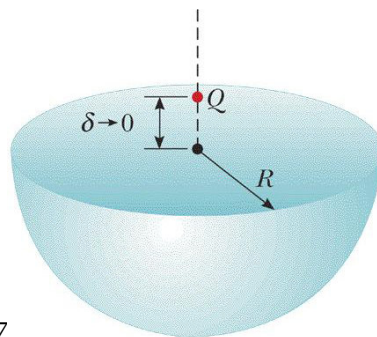
Resposta $\Phi_E = q / \epsilon_0 = 2 \times 10^5 \text{ Nm}^2 / \text{C}$

6. Na figura, uma carga puntiforme $+q$ está a uma distância $d/2$ diretamente acima do centro de um quadrado de lado d . Qual é o fluxo elétrico através do quadrado? (Sugestão: pense no quadrado como uma das faces de um cubo de aresta d .)

$$\Theta_E = q/6\epsilon_0$$



Exer. 6



Exer. 7

7. Um carga pontual Q está situada imediatamente acima do centro da face plana de um hemisferio de raio R , como mostrado na figura acima. Qual é o fluxo elétrico (a) através da superfície curva e (b) através da face plana?

a) $\Theta_{\text{sup-curved}} = Q/2\epsilon_0$ b) $\Theta_{\text{sup-plana}} = -Q/2\epsilon_0$

8. Considere uma casca esférica fina com raio R e carga total de Q distribuída uniformemente pela sua superfície. a) Encontre o campo elétrico a uma distância $r < R$ do centro da esfera. b) Encontre o campo elétrico a uma distância $r \geq R$ do centro da esfera.

a) $E = 0$ b) $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2}$

9. Considere uma esfera com raio R e carga total de Q distribuída uniformemente pelo seu volume. a) Encontre o campo elétrico a uma distância $r < R$ do centro da esfera. b) Encontre o campo elétrico a uma distância $r \geq R$ do centro da esfera.

a) $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Qr}{R^3}$ b) $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2}$

10. Considere uma esfera com raio R e densidade volumétrica de carga $\rho = \rho_0 \frac{r}{R}$, sendo ρ_0 uma constante. a) Calcule a carga total contida na esfera. b) Encontre o campo elétrico a uma distância $r < R$ do centro da esfera. c) Encontre o campo elétrico a uma distância $r \geq R$ do centro da esfera.

a) $Q = \pi\rho_0 R^3$ b) $E = \frac{\rho_0}{4\epsilon_0} \frac{r^2}{R}$ c) $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2}$

11. Considere uma distribuição de carga em um longo cilindro de raio R , com densidade volumétrica de carga ρ_0 uniforme. a) Encontre o campo elétrico a uma distância $r < R$ do eixo. b) Encontre o campo elétrico a uma distância $r \geq R$ do eixo.

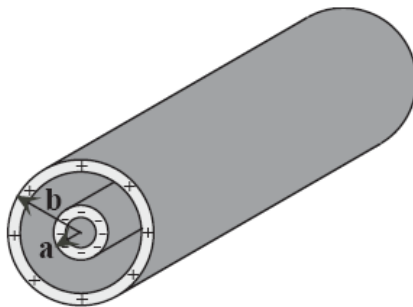
a) $E = \frac{\rho_0}{2\epsilon_0} r$ b) $E = \frac{\rho_0}{2\epsilon_0} \frac{R^2}{r}$

12. Considere uma distribuição de carga em um longo cilindro de raio R , com densidade volumétrica de carga $\rho = \rho_0 \frac{r}{R}$, sendo ρ_0 uma constante. a) Calcule a carga por unidade de comprimento contida no cilindro. b) Encontre o campo elétrico a uma distância $r < R$ do eixo. c) Encontre o campo elétrico a uma distância $r \geq R$ do eixo.

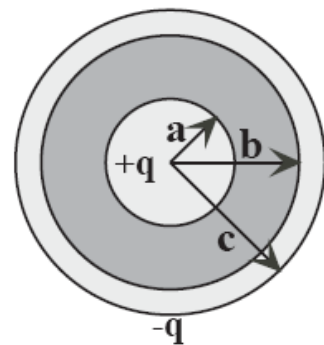
a) $\frac{Q}{L} = \frac{2\pi}{3} \rho_0 R^2$ b) $E = \frac{\rho_0}{3\epsilon_0} \frac{r^2}{R}$ c) $E = \frac{\rho_0}{3\epsilon_0} \frac{R^2}{r}$

13. A figura mostra uma seção através de dois longos e finos cilindros concêntricos de raios a e b ($a < b$). Os cilindros possuem densidades de cargas por unidade de comprimento iguais e de sinais contrários (λ e $-\lambda$). Usando a lei de Gauss, calcule o campo elétrico $\vec{E}(r)$ no ponto r medido a partir do centro dos cilindros, para a) $r \leq a$, b) $a < r \leq b$ e c) $r > b$.

a) $E = 0$ b) $\vec{E} = -\frac{1}{2\pi\epsilon_0} \frac{\lambda}{r} \hat{r}$ c) $E = 0$



Exer. 13



Exer. 14

14. A figura acima mostra uma esfera, de raio a e carga $+q$ uniformemente distribuída através de seu volume, concêntrica com uma casca esférica condutora de raio interno b e raio externo c . A casca tem uma carga líquida de $-q$. Determine expressões para o campo elétrico em função

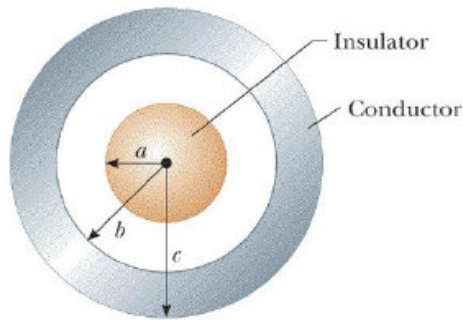
do raio r , a) dentro da esfera ($r < a$); b) entre a esfera e a casca ($a \leq r < b$); c) no interior da casca ($b < r < c$); e d) fora da casca ($r > c$). e) Calcule as densidades de cargas superficiais nas superfícies interna e externa da casca.

$$\text{a) } E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{qr}{a^3} \quad \text{b) } E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2} \quad \text{c) e d) } E = 0 \quad \text{e) } \sigma_{\text{int}} = -\frac{q}{4\pi b^2}; \sigma_{\text{ext}} = 0$$

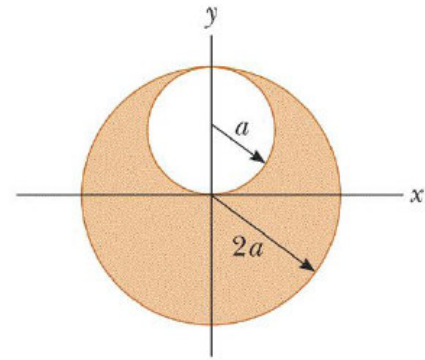
15. Uma esfera isolante sólida de raio a tem densidade volumétrica de carga uniforme e carga total Q . Uma segunda esfera, condutora, oca e não carregada, cujos raios interno e externo são, respectivamente, b e c , é concêntrica à primeira como mostra a figura abaixo. (a) Encontre a magnitude do campo elétrico nas regiões $r < a$, $a < r < b$, $b < r < c$ e $r > c$. (b) Determine as cargas por unidade de área induzidas nas superfícies interna e externa da esfera condutora.

$$\text{a) } E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Qr}{a^3} \quad (r < a); \quad E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2} \quad (a \leq r \leq b); \quad E = 0 \quad (b < r < c); \quad E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2} \quad (r > c)$$

$$\text{b) } \sigma_{\text{int}} = -\frac{q}{4\pi b^2}; \quad \sigma_{\text{ext}} = +\frac{q}{4\pi c^2}$$



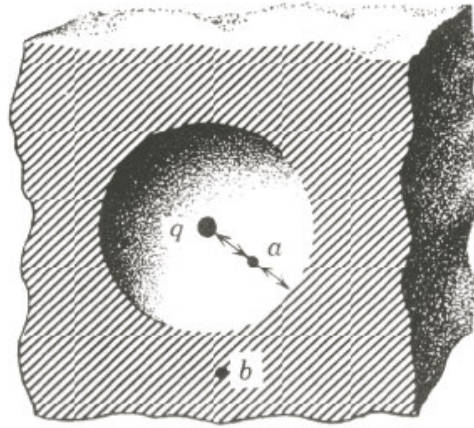
Exer. 15



Exer. 16

16. Uma esfera de raio $2a$ é feita de material não condutor e tem carga por unidade de volume ρ_0 uniforme. Uma cavidade esférica de raio a é escavada na esfera, conforme mostra a figura acima. Mostre que o campo elétrico dentro da cavidade é uniforme e dado por $\vec{E} = \frac{a\rho_0}{3\epsilon_0} \hat{y}$.
Dica de sobrevivência: use o princípio da superposição. O campo dentro da cavidade é a soma do campo de duas esferas, a esfera de raio $2a$ com densidade de carga ρ_0 e a esfera de raio a (cavidade) com densidade de carga $-\rho_0$.

17. A figura abaixo mostra uma carga puntiforme $q = 1.0 \times 10^{-7} \text{ C}$, no centro de uma cavidade esférica de raio $R = 3.0 \text{ cm}$ existente dentro de uma peça de metal. a) Determine o campo elétrico no ponto a situado a uma distância de $R/2$ do centro da cavidade. b) Calcule a densidade superficial de carga σ na superfície da cavidade. c) Calcule a intensidade do campo elétrico no ponto b mostrado na figura.



Exer. 17

a) $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{4q}{R^2} = 4 \times 10^6 \text{ N/C}$

b) $\sigma = -\frac{q}{4\pi R^2} = -8.84 \times 10^{-6} \text{ C/m}^2$ c) $E = 0$