

2ª lista de exercícios de Fundamentos de Eletromagnetismo

1. A superfície quadrada mostrada na figura mede $3,2\text{mm}$ de cada lado. Ela está imersa em um campo elétrico uniforme com $E = 1800\text{N/C}$. As linhas de campo fazem um ângulo de 65° com a normal 'orientada para fora', conforme indicado. Calcule o fluxo através da superfície.

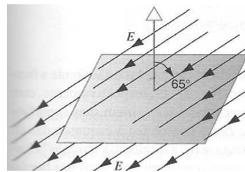


Figura 1: Exercício 1.

2. Uma semi-esfera fechada, de raio R , é colocada em um campo elétrico uniforme, com o eixo de base plana paralelo ao campo, onde $\vec{E} // d\vec{A}$. Calcule o fluxo do campo elétrico através
 - a) da base plana;
 - b) do hemisfério;
 - c) do objeto fechado.
3. A carga em um condutor originalmente descarregado e isolado é separada mantendo-se muito próxima deste uma haste carregada positivamente, conforme indicado na figura. Calcule o fluxo para as cinco superfícies gaussianas indicadas. Admita que a carga negativa induzida no condutor seja igual à carga positiva q na haste.

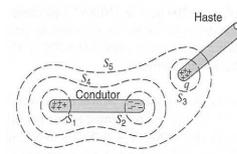


Figura 2: Exercício 3.

4. Um cilindro infinitamente longo com raio R é carregado uniformemente em toda a sua extensão.
 - a) Mostre que E a uma distância r do eixo do cilindro ($r < R$) é dado pela expressão

$$E = \frac{\rho r}{2\epsilon_0},$$

onde ρ é a densidade de carga volumétrica.

- b) Que resultado se obtém para $r > R$?
5. Rutherford propôs, em 1911, a existência de um núcleo para o átomo. Segundo ele, o átomo de um elemento de núcleo atômico Z tem um núcleo esférico minúsculo, de raio a e carga Ze , circundado por uma carga eletrônica uniformemente distribuída em uma esfera de raio R , muito maior que a , concêntrica ao núcleo. Calcule o valor do campo elétrico dentro da nuvem eletrônica, em um ponto à distância r do centro do átomo.

6. A figura do problema mostra dois planos infinitos paralelos, contendo densidades uniformes de carga de igual módulo σ e sinais contrários.
- Calcule o campo criado pelo sistema.
 - Esboce as linhas de força do campo.



Figura 3: Exercício 6.

7. A figura do problema mostra uma casca esférica com raios interno e externo iguais a, respectivamente, a e b . A casca tem carga uniformemente distribuída em seu corpo, com densidade ρ . Calcule a variação do campo elétrico em função da distância r ao centro da casca.

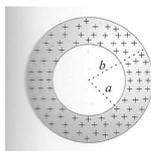


Figura 4: Exercício 7.

8. A figura do problema mostra uma casca esférica com carga distribuída em seu corpo com densidade variando na forma $\rho = \frac{C}{r}$, $a \leq r \leq b$, onde C é uma constante. Calcule a variação do campo elétrico com a distância r ao centro da casca em toda a região $0 \leq r \leq \infty$.

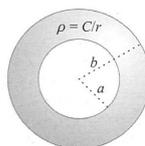


Figura 5: Exercício 8.

9. O cubo da figura está numa região em que há um campo elétrico uniforme de módulo E_0 . Calcule o fluxo do campo elétrico na face de frente do cubo, considerando que o campo seja paralelo a
- \hat{i} ,
 - $\hat{i} + \hat{j}$,
 - $\hat{i} + \hat{j} + \hat{k}$,
- (Dica: $d\vec{A} = \hat{i}dA$.)
10. O campo elétrico em uma dada região do espaço tem o valor uniforme \vec{E} . Mostre que não há carga nessa região.
11. Um cubo de aresta a tem uma carga pontual positiva q em seu centro. Próximo ao cubo, e paralelo a duas de suas faces, há um plano infinito, de material isolante, carregado com uma densidade uniforme de carga positiva σ . Calcule o fluxo do campo elétrico:

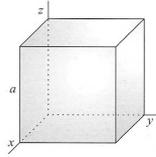


Figura 6: Exercício 9.

- a) Na face do cubo paralela mais próxima do plano.
 - b) Na face oposta do cubo.
 - c) Em cada uma das outras faces.
12. Uma esfera condutora com raio de $5,0\text{cm}$ tem carga de $3,0\text{nC}$. A esfera condutora está no centro de uma casca metálica esférica descarregada (carga líquida nula) cujos raios interno e externo são, respectivamente, 10cm e 15cm . Calcule as densidades de carga nas duas superfícies da casca esférica.
 13. Faça um gráfico do módulo do campo elétrico gerado pelo sistema descrito no problema anterior em função da distância r ao seu centro para o intervalo $0 \leq r \leq 20\text{cm}$.
 14. Um fio infinito com densidade uniforme de carga λ_1 está posicionado perpendicularmente a outro fio com densidade, também uniforme, de carga λ_2 , como se vê na figura. Calcule a força de repulsão entre os dois fios.

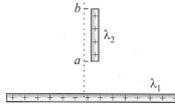


Figura 7: Exercício 14.

Respostas:

1. $-7,8 \times 10^{-3} \text{N.m}^2/\text{C}$.
2. a) $\pi R^2 E$, b) $-\pi R^2 E$, c) 0 .
3. $\Phi_1 = \frac{q}{\epsilon_0}$, $\Phi_2 = -\frac{q}{\epsilon_0}$, $\Phi_3 = \frac{q}{\epsilon_0}$, $\Phi_4 = 0$, $\Phi_5 = \frac{q}{\epsilon_0}$.
4. b) $\frac{\rho R^2}{2\epsilon_0 r}$.
5. $E = \frac{Ze}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r^2} - \frac{r}{R^3} \right)$.
6. $E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$ entre as placas, $E = 0$ fora das placas.
7. $E = 0$ em $r < a$, $E = \frac{\rho(r^3 - a^3)}{3\epsilon_0 r^2}$ em $a < r < b$, $E = \frac{\rho(b^3 - a^3)}{3\epsilon_0 r^2}$ em $r > b$.
8. $E = 0$ em $r < a$, $E = \frac{C}{2\epsilon_0} \left(1 - \frac{a^2}{r^2} \right)$ em $a \leq r \leq b$, $E = \frac{C}{2\epsilon_0} (b^2 - a^2) \frac{1}{r^2}$ em $r \geq b$.
9. a) $E_0 a^2$, b) $E_0 a^2 / \sqrt{2}$, c) $E_0 a^2 / \sqrt{3}$.
11. a) $\frac{q}{6\epsilon_0} - \frac{a^2 \sigma}{2\epsilon_0}$, b) $\frac{q}{6\epsilon_0} + \frac{a^2 \sigma}{2\epsilon_0}$, c) $\frac{q}{6\epsilon_0}$.
12. $\sigma_{int} = -24\text{nC}/\text{m}^2$, $\sigma_{ext} = 10,6\text{nC}/\text{m}^2$.
14. $\frac{\lambda_1 \lambda_2}{2\pi\epsilon_0} \ln(b/a)$.

Exercícios retirados dos livros:

Física Básica - Eletromagnetismo, Alaor Chaves, Ed. LTC, 2007.

Física 3, Halliday, Resnick e Krane, Ed. LTC, 5ª edição, 2004.