

3^a lista de exercícios - Fundamentos de Eletromagnetismo

3 de Setembro de 2009

1. Quatro cargas de módulo q , duas positivas e duas negativas, estão situadas nos vértices de um quadrado de lado L . As cargas de sinal igual ocupam os vértices opostos do quadrado. Calcule a energia potencial eletrostática do sistema.
2. Uma carga positiva de módulo $25,4nC$ está posicionada a uma distância de $14,6cm$ de outra carga positiva de módulo $17,2nC$. Uma terceira carga, negativa, de módulo $19,2nC$ será colocada alinhada às duas primeiras (mas não entre elas), mais próxima à carga de módulo $17,2nC$ de forma que a energia potencial elétrica do sistema seja nula. Encontre a qual distância da carga $17,2nC$ esta carga negativa deve ser colocada.
3. A diferença de potencial elétrico entre os pontos de descarga durante uma determinada tempestade é de $1,23 \times 10^9V$. Qual é a intensidade da mudança da energia potencial elétrica de um elétron que se desloca entre estes pontos? Dê a sua resposta em (a) joules e (b) em elétron-volts.
4. Calcule a auto-energia eletrostática do núcleo do urânio-238, considerando-o uma esfera de raio $6,8 \times 10^{-15}m$ que contém a carga de 92 prótons uniformemente distribuída em seu interior.
5. Duas cascas esféricas condutoras concêntricas de raios R_1 e R_2 estão carregadas com cargas de sinais opostos e módulo q (a casca de raio menor, R_1 , tem carga q e a casca de raio maior, R_2 , tem carga $-q$). Calcule a energia associada ao campo elétrico gerado pelo sistema.
6. Um elétron, partindo do repouso, é acelerado por um campo elétrico e se desloca para outro ponto onde o potencial elétrico é $1,0 \times 10^4V$ mais alto. Qual é a velocidade adquirida pelo elétron?
7. Duas placas condutoras grandes, paralelas, com espaçamento $d = 12,0cm$ possuem cargas de igual intensidade, mas de sinais opostos sobre as superfícies que se faceiam. Um elétron posicionado a meio caminho entre as duas placas experimenta uma força de $3,90 \times 10^{-15}N$. (a) Encontre o campo elétrico na posição do elétron. (b) Qual a diferença de potencial entre as placas?

8. No experimento da gota de óleo de Millikan, um campo elétrico de $1,92 \times 10^5 \text{ N/C}$ é mantido em equilíbrio entre as duas placas separadas por $1,50 \text{ cm}$. Ache a diferença de potencial entre as placas.
9. Duas cargas de sinais opostos e mesmo módulo q estão separadas por uma distância d formando um dipolo elétrico. Calcule o campo elétrico em um ponto que fica a uma distância r do dipolo e é equidistante das duas cargas (a) aplicando diretamente a lei de Coulomb, e (b) utilizando a fórmula para o campo de um dipolo elétrico.
10. Duas esferas metálicas de raios R e r , respectivamente, estão separadas por uma distância d muito maior do que R e r . Inicialmente, a esfera de raio R possui uma carga Q e a outra esfera está descarregada. Um fio condutor é ligado às duas esferas, de modo que parte da carga Q possa ser transferida para a esfera de raio r , e após cessar a corrente o fio é retirado. (a) Demonstre que a energia eletrostática do sistema é agora menor do que seu valor inicial. (b) Calcule a força entre as duas esferas.
11. Uma placa fina 'infinita' possui densidade de carga positiva σ . (a) Quanto trabalho é realizado pelo campo elétrico da placa fina à medida que uma pequena carga de teste positiva q_0 é deslocada de uma posição inicial sobre a superfície da placa fina para uma posição final a uma distância z perpendicular à superfície? (b) Utilize o resultado de (a) para mostrar que o potencial elétrico de uma superfície infinita de carga pode ser escrita

$$V = V_0 - (\sigma/2\epsilon)z,$$

onde V_0 é o potencial da superfície da placa fina.

12. Dois dipolos elétricos de módulo p estão afastados um do outro a uma distância r . Calcule a energia potencial para cada uma das seguintes configurações:
 - a) Os dipolos estão alinhados com a direção que os separa e com a mesma orientação (ou seja, a carga positiva de um dos dipolos está voltada para a carga negativa do outro dipolo).
 - b) Os dipolos estão alinhados com a direção que os separa, mas com a orientações opostas (ou seja, a carga positiva de um dos dipolos está voltada para a carga positiva do outro dipolo, por exemplo).
 - c) Um dos dipolos está alinhado com a direção que os separa e o outro em uma direção perpendicular.
 - d) Os dipolos estão alinhados paralelamente e com a mesma orientação.
 - e) Os dipolos estão alinhados paralelamente e com orientações opostas.
13. Deduza a auto-energia eletrostática de uma esfera uniformemente carregada de raio R , dada pela equação $U = \frac{3}{5} \frac{Q^2}{4\pi\epsilon_0 R}$, adotando o seguinte

procedimento: em um dado estágio de construção da carga, a esfera terá raio r e sua carga será $q = \rho 4\pi r^3/3$, onde $\rho = 3Q/4\pi R^3$. O potencial na sua superfície será $V = q/4\pi\epsilon_0 r$. O elemento de carga trazido do infinito para criar uma nova camada infinitesimal na esfera terá valor $dq = \rho 4\pi r^2 dr$, e o trabalho necessário para trazer dq será $dW = Vdq$. A auto-energia eletrostática será $U = \int dW = \int Vdq$.

14. Mostre que a energia acumulada no campo gerado tanto por um plano infinito uniformemente carregado como em um fio retilíneo uniformemente carregado é infinita. Como entender esses resultados?
15. Uma esfera de cobre, com raio de $3,0\text{cm}$, tem um carga de $2,0\text{nC}$. Por meio de um fio condutor a esfera é conectada a outra de alumínio com raio de $1,0\text{cm}$, relativamente afastada. Após se estabelecer o equilíbrio, quanto de carga haverá em cada uma das esferas?

Respostas

1. $U = \frac{q^2}{\pi\epsilon_0 L} \left(\frac{1}{\sqrt{8}} - 1 \right)$.
4. $1,7 \times 10^{-10} \text{J}$.
5. $U = \frac{q^2}{8\pi\epsilon_0} \frac{R_2 - R_1}{R_1 R_2}$.
6. $5,9 \times 10^7 \text{m/s}$.
7. (a) $24,4 \text{kV/m}$, (b) $2,93 \text{kV}$.
9. (a) $\vec{E} = \frac{-\vec{p}}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{[r^2 + (d/2)^2]^{3/2}}$; (b) $\vec{E} = \frac{-\vec{p}}{4\pi\epsilon_0 r^3}$.
10. $F = \frac{Q^2}{4\pi\epsilon_0 d^2} \frac{Rr}{(R+r)^2}$.
12. $U(a) = -2u$, $U(b) = 2u$, $U(c) = 0$, $U(d) = u$, $U(e) = -u$, onde $u = \frac{p^2}{4\pi\epsilon_0 r^3}$.
15. $1,5 \text{nC}$ na esfera maior e $0,5 \text{nC}$ na menor.

Exercícios retirados dos livros:

'*Física Básica: Eletromagnetismo*', Alair Chaves, LTC, 2007, e
'*Física 3*', Halliday, Resnick e Krane, LTC, 2004.