Eletromagnetismo F102
2012-2013
TP #4

---

1. Considere três pequenas esferas, no vácuo, carregadas eletricamente com cargas iguais a $+3\mu C$, cada uma colocada num dos vértices de um triângulo equilátero, de lado $5.0cm$. Calcule:
(a) O potencial elétrico criado por este sistema de cargas no centro do triângulo.
(b) O trabalho realizado para transportar uma carga pontual de valor $-2\mu C$, desde um ponto muito afastado da distribuição até ao centro do triângulo.
(c) A energia eletrostática do sistema formado pelas quatro cargas.

2. Um feixe de partículas alfa ($núcleos\ de\ {}_{2}^{4}He$), de energia cinética 7.68 MeV, colide com núcleos de ouro (${}_{79}^{197}Au$).
(a) Determine a mínima distância de aproximação entre uma partícula alfa e um núcleo de ouro, admitindo que a essa distância a energia potencial é igual à energia cinética inicial da partícula alfa.
(b) Nas condições da alínea anterior, calcule o valor da força eletrostática que atua na partícula alfa, e a aceleração, expressa em g.

3. No modelo atómico de Rutherford, admite-se que a carga elétrica dos eletrões do átomo está distribuída uniformemente numa esfera de raio r_a, centrada no núcleo, suposto pontual e com carga $+Ze$, sendo Z o número atómico do átomo. Mostre que o potencial elétrico criado por esta distribuição de carga elétrica é dado por:

$$V(r) = \frac{Ze}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{1}{r} - \frac{3}{2r_a} + \frac{r^2}{2r_a^3}\right), \qquad r \leq r_a; \quad V(r) = 0, \qquad r \geq r_a$$

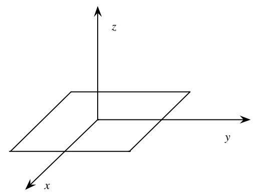
4. O potencial elétrico criado por uma certa distribuição de cargas, no vácuo, é descrito por:

$$x < 0: V(x) = -Ax; \quad x > 0: V(x) = +Ax \quad [A > 0: constante]$$

(a) Calcule o trabalho realizado para transportar uma partícula de carga q entre dois pontos.
(b) Determine o campo elétrico correspondente. O campo elétrico é descontínuo em $x = 0$, mas o potencial é contínuo. Interprete este resultado, e caraterize a distribuição de carga elétrica que origina este campo.
(c) Uma partícula, de massa m e carga q, é suspensa por um fio isolador e colocada na região $x > 0$. Determine o ângulo que o fio de suspensão faz com a vertical quando a partícula se encontra em equilíbrio estático. Calcule o trabalho realizado pelo campo elétrico para deslocar a partícula, desde a posição em que o fio estava na vertical até ocupar a posição de equilíbrio. Compare este valor com a respetiva variação de energia potencial gravitacional.

5. Considere uma distribuição uniforme de carga elétrica num segmento de reta, no vácuo, situado no eixo x cujas extremidades se encontram nos pontos $(x, 0) = (\pm L, 0)$. A carga total da distribuição é $Q > 0$. Calcule:
(a) O campo elétrico criado pela distribuição nos pontos $P\ (0, y)$, e $W\ (x, 0)$ com $|\ x\ | > L$, do plano Oxy.
(b) O valor e a posição de uma carga pontual Q' que exerça uma força sobre uma carga pontual q colocada no ponto P igual à exercida pelo segmento de carga.

6. Considere uma espira filiforme quadrada, de lado $2L$, uniformemente carregada com carga total $Q > 0$. A espira situa-se no plano coordenado Oxy, centrada na origem e com lados paralelos aos eixos x, y, no vácuo.



(a) Calcule o campo elétrico criado pela distribuição de carga no ponto $(0, 0, z)$.
(b) Determine a dependência em z do campo calculado na alínea anterior, nos limites em que $| z | \gg 2L$, $| z | \ll 2L$.
(c) Uma partícula, de massa m e carga $q < 0$, pode mover-se apenas segundo a direção do eixo Oz. Calcule a frequência das oscilações de pequena amplitude da partícula em torno da posição de equilíbrio, quando está sujeita apenas ao campo elétrico criado pela espira carregada.

7. Considere duas distribuições planas, uniformes e ilimitadas de carga elétrica no vácuo. Uma das distribuições encontra-se no plano $x = -a$, e a sua densidade superficial de carga é $\sigma_{-a} > 0$. A outra distribuição localiza-se no plano $x = +a$, e a densidade superficial de carga respetiva é $\sigma_{+a} = -\sigma_{-a}$.
(a) Determine o campo eletrostático criado pelas duas distribuições de carga.
(b) Calcule a diferença de potencial entre os dois planos carregados.
(c) Admitindo que o plano $x = -a$ se encontra ao potencial nulo, esboce o gráfico do potencial em função da posição.
(d) Calcule a pressão eletrostática resultante da interação de uma das distribuições de carga sobre a outra.

8. Um contador de Geiger-Muller é um detetor de radiação constituído por uma superfície condutora cilíndrica (cátodo) de raio R_c, e por um condutor cilíndrico coaxial (ânodo) de raio R_a ($R_a \ll R_c$). O comprimento de ambos os condutores é muito superior a R_c. As cargas por unidade de comprimento axial no ânodo e no cátodo são, respetivamente, $+\lambda$ e $-\lambda$.
(a) Mostre que a diferença de potencial entre o cátodo e o ânodo é $V = -\frac{1}{2\pi\varepsilon_0}\lambda \ln(R_c/R_a)$.
(b) Mostre que a grandeza do campo elétrico entre os elétrodos é $E(r) = \frac{V}{\ln(R_c/R_a)}\frac{1}{r}$, em que r é a distância ao eixo comum dos elétrodos.

9. Um anel, de espessura desprezável, é aproximado a uma coroa circular (raio interior a, raio exterior b), situada no plano Oxy e centrada na origem, no vácuo. Nessa coroa circular existe uma distribuição uniforme de carga elétrica, de densidade superficial σ_S. Determine o potencial elétrico ao longo do eixo z.

10. Um disco de raio R e espessura desprezável está situado no plano Oxy e centrado na origem. Suponha que o disco está carregado uniformemente, com densidade superficial de carga σ_S, no vácuo.
(a) Mostre que o potencial elétrico ao longo do eixo z é dado por $V = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}(\sqrt{z^2 + R^2} - | z |)$.
(b) Mostre que, para $| z | \ll R$, $V \approx \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}(R - | z |)$. Use este resultado para determinar o campo elétrico em pontos do eixo z próximos da origem.