

ELECTROMAGNETISMO & ÓPTICA

MEC/LCEEGM/LCEET

2º Conjunto de problemas

1. Teorema de Gauss, Campo e potencial eléctricos

Considere um fio rectilíneo uniformemente carregado com densidade linear de carga $\lambda=2 \text{ nC/m}$.

- a) Usando o Teorema de Gauss calcule o campo eléctrico em função da distância r ao fio. [R: $36/r \text{ (m) V/m}$]
- b) Determine o potencial eléctrico em função da distância r ao fio, assumindo que o potencial eléctrico à distância $r = 1 \text{ m}$ tem o valor $V_0 = 0 \text{ V}$. [R: $-36 \ln r \text{ (V)}$]

2. Campo Eléctrico e Capacidade

Considere dois condutores cilíndricos de comprimento infinito, de densidades lineares de carga respectivamente $+0,000005 \text{ C/m}$ e $-0,000005 \text{ C/m}$, um de raio $R=0,5 \text{ mm}$, e outro de raio interior $R_i = 3 \text{ mm}$ e raio exterior $R_e = 4 \text{ mm}$, concêntricos, isto é, com o eixo do cilindro comum (idêntico a um cabo coaxial esticado MUITO comprido; cabo coaxial é por exemplo o cabo que liga a antena ao televisor).

- a) Qual o campo eléctrico em função da distância ao eixo dos cilindros ? [R: $r < R$ e $r > R_i$: $E=0$; $R < r < R_i$: $E=90000/r \text{ (m) V/m}$]
- b) Qual a capacidade por unidade de comprimento ? [R: $3,1 \times 10^{-11} \text{ F/m}$]
- c) Qual a energia armazenada por unidade de comprimento no sistema, se o condutor interior estiver a uma tensão $V_i = -5 \text{ V}$, e o condutor exterior estiver ligado à Terra ($V_e = 0 \text{ V}$) ? [R: $3,88 \times 10^{-10} \text{ J/m}$]

3. Campo Eléctrico e Capacidade

Considere dois condutores esféricos, concêntricos, o primeiro maciço com raio $R = 0,5 \text{ mm}$, e o segundo oco com raio interior $R_i = 3 \text{ mm}$ e $R_e = 4 \text{ mm}$, estando o primeiro com uma carga total $q_1=0,000001 \text{ C}$, e o segundo ligado à Terra (potencial igual a 0V). Admita ainda que o potencial eléctrico no infinito é nulo.

- a) Qual o campo eléctrico em função da distância r ao centro? [R: $r < R$, $R_i < r < R_e$, $r > R_e$: $E=0$; $R < r < R_i$: $E=9000/r^2 \text{ (V/m)}$]

- b) Qual a capacidade deste sistema? [R: $6,67 \times 10^{-14}$ F]
 c) Qual a energia armazenada no sistema, se o condutor interior estiver a uma tensão $V_i = -5$ V (e $V_e = 0$ V) ? [R: $8,33 \times 10^{-13}$ J]

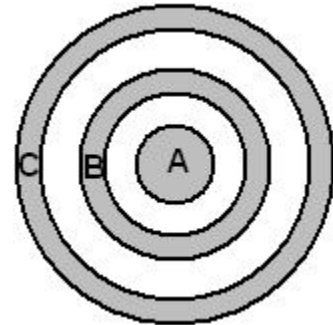
4. Capacidade

Dois condutores planos quadrados e iguais, com área total 2 m^2 , estão em vácuo sob influência mútua separados por uma distância $d=4 \text{ mm}$. Justifique todas as aproximações que entender aplicar. Se a carga total num dos condutores for $Q=4\mu\text{C}$, e o outro condutor estiver ligado à Terra (potencial igual a 0V),

- a) Determine a carga total no outro condutor. [R: $Q=-4\mu\text{C}$]
 b) Calcule o campo eléctrico em todo o espaço. [R: $2,26 \times 10^5 \text{ V/m}$]
 c) Determine a diferença de potencial entre os condutores. [R: 904 V]
 d) Calcule a capacidade deste sistema capacitivo (condensador). [R: 4,43 nF]

5. Capacidade

Um condutor **cilíndrico** maciço de raio $R_A=0,05 \text{ m}$, comprimento 20 m e constante dieléctrica $\epsilon=\epsilon_0$, tem uma carga $Q=+5 \text{ nC}$ uniformemente distribuída. Envolvendo este cilindro encontram-se outros dois cilindros B e C com eixos comuns, condutores e do mesmo comprimento, ocos e electricamente descarregados, de raios interiores $R_{BI}=0,2 \text{ m}$, $R_{CI}=0,4 \text{ m}$, e raios exteriores $R_{BE}=0,25 \text{ m}$, $R_{CE}=0,45 \text{ m}$, respectivamente, como mostra a figura.



- a) Determine o campo eléctrico em função da distância r ao eixo dos cilindros.
 [R: $r < R_A$, $R_{BI} < r < R_{BE}$, $R_{CI} < r < R_{CE}$: $E=0$; no resto do espaço, $E=4,5/r \text{ (V/m)}$]
 b) Determine o potencial eléctrico em função da distância r ao eixo dos cilindros, assumindo que o potencial eléctrico a 1 m do eixo central vale $V(r=1\text{m})=0\text{V}$.
 [R: $r \leq R_A$: $V(r)=V_A=11,95 \text{ V}$;
 $R_A \leq r \leq R_{BI}$: $-4,5 \ln r - 1,53 \text{ V}$; $R_{BI} \leq r \leq R_{BE}$: $V(r)=V_B=5,71 \text{ V}$;
 $R_{BE} \leq r \leq R_{CI}$: $-4,5 \ln r - 0,53 \text{ V}$; $R_{CI} \leq r \leq R_{CE}$: $V(r)=V_C=3,59 \text{ V}$;
 $r \geq R_{CE}$: $V(r)=-4,5 \ln r \text{ (V)}$]
 c) Calcule a capacidade do sistema por unidade de comprimento. [R: $C/L=29,9\text{pF/m}$]
 d) Se ligar o cilindro exterior à Terra (pondo $V_C = 0 \text{ V}$), qual a carga total nesse condutor, Q_C ? [R: -5 nC]
 e) Calcule a energia do sistema, estando o cilindro exterior ligado à Terra ($V_C = 0 \text{ V}$).
 [R: $W_C = 2,09 \times 10^{-8} \text{ J/m}$]

