

Lista de Exercícios - Dielétricos

Profa. Dra. Lara Kühl Teles



Instituto Tecnológico de Aeronáutica
Divisão de Ciências Fundamentais, Departamento de Física
Praça Marechal Eduardo Gomes, 50 — São José dos Campos, SP

1 Exercício 1

Um capacitor esférico é preenchido com duas camadas dielétricas concêntricas. A permissividade relativa da camada próxima ao eletrodo interno do capacitor é $\varepsilon_{r1} = 4$, e o da outra camada é $\varepsilon_{r2} = 2$. O raio do eletrodo interno é $a = 10$ mm, o da superfície limite entre as camadas é $b = 25$ mm, e o raio interno do eletrodo externo é $c = 35$ mm. Se a tensão entre o eletrodo interno e externo é $V = 10$ V, quais são

- a carga do capacitor?
- a carga ligada (carga de polarização) total na interface entre as camadas?

Respostas: (a) $Q = 53,7\text{pC}$; (b) $Q_p = 13,43\text{pC}$.

2 Exercício 2

Um capacitor esférico está preenchido com um dielétrico não homogêneo, cuja permissividade depende da distância r do centro do capacitor e é dada pela função $\varepsilon(r) = 3\varepsilon_0 b/r$, $a < r < b$, onde a e b são raios do eletrodo interno e externo do capacitor. O eletrodo externo está aterrado e o potencial do eletrodo interno é V . Encontre

- A capacitância.
- Os vetores \vec{D} , \vec{E} e \vec{P} .
- As distribuições de carga de polarização. Prove que a carga total de polarização no dielétrico é nula.

Respostas: (a) $C = \frac{12\pi\varepsilon_0 b}{\ln(b/a)}$; (b) $\vec{D} = \frac{3\varepsilon_0 b V}{r^2 \ln(b/a)} \hat{r}$, $\vec{E} = \frac{V}{r \ln(b/a)} \hat{r}$, $\vec{P} = \frac{V\varepsilon_0(3b-r)}{r^2 \ln(b/a)} \hat{r}$;
(c) $\rho_p = \frac{\varepsilon_0 V}{r^2 \ln(b/a)}$, $\sigma_p(r=a) = -\frac{\varepsilon_0(3b-a)V}{a^2 \ln(b/a)}$, $\sigma_p(r=b) = \frac{2\varepsilon_0 V}{b \ln(b/a)}$.

3 Exercício 3

Considere uma linha de transmissão fina simétrica de dois fios idênticos, paralelos, sendo d , a distância entre os eixos dos condutores, e a ($d \gg a$), o raio de cada um deles. Cada fio condutor é revestido por uma camada dielétrica coaxial de permissividade ε e espessura a . Determine a expressão para a capacitância por unidade de comprimento dessa linha.

Resposta: $\frac{C}{\ell} = \pi \left(\frac{1}{\varepsilon} \ln 2 + \frac{1}{\varepsilon_0} \ln \frac{d}{2a} \right)^{-1}$

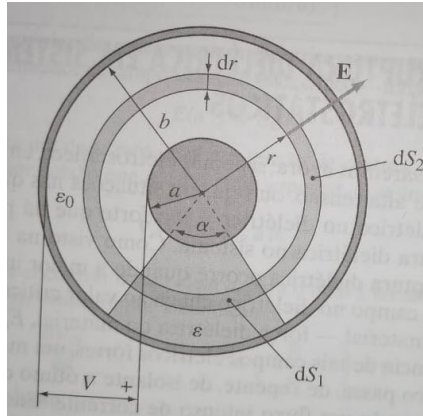
4 Exercício 4

Considere um capacitor esférico com eletrodos de raios a e b ($a < b$), preenchido com um ferroelétrico (material não linear). Depois de ser conectado a um gerador de tensão, os eletrodos do capacitor ficam em curto circuito, e há uma polarização remanescente (residual) no dielétrico. O vetor polarização é radial e dado por $P(r) = P_0 b/r$, onde P_0 é uma constante e r é a distância ao centro do capacitor. Calcule o vetor de intensidade de campo elétrico no dielétrico.

Resposta: $\vec{E} = \frac{P_0 b}{\epsilon_0 r} \left[\frac{ab \ln(b/a)}{(b-a)r} - 1 \right] \hat{r}$

5 Exercício 5

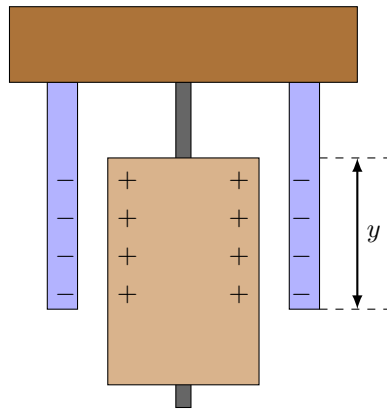
A figura abaixo mostra um corte transversal de um cabo coaxial que está parcialmente preenchido com um dielétrico de permissividade relativa ϵ_r . O dielétrico está na forma de um espaçador entre os condutores do cabo, numa região de ângulo α . O espaço restante está cheio de ar. Os raios dos condutores são a e b ($a < b$), e a tensão entre os condutores é V . Encontre α para o qual a energia elétrica contida no dielétrico seja a metade da energia total do cabo.



Resposta: $\alpha = \frac{2\pi}{\epsilon_r + 1}$

6 Exercício 6

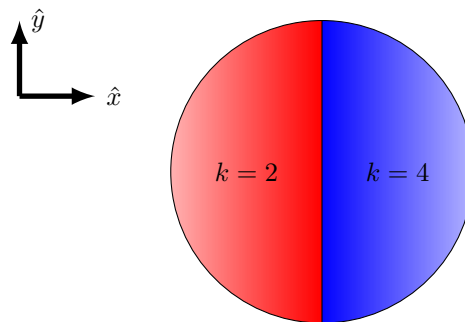
A Figura seguinte mostra um corte em um capacitor cilíndrico carregado com carga q . Os raios dos cilindros interno e externo são a e b respectivamente. O cilindro interno, de massa m , pode deslizar sem atrito em um eixo isolante, de modo que sua coordenada vertical é variável. Calcule o valor de y para o qual o peso do cilindro interno é compensado pela força vertical elétrica que o outro cilindro exerce sobre ele.



Resposta: $y = q \sqrt{\ln(b/a) / (4\pi\epsilon_0 mg)}$

7 Exercício 7

A Figura seguinte mostra uma esfera composta de hemisférios de materiais dielétricos distintos. O campo elétrico no hemisfério esquerdo é constante e vale $\vec{E} = (1.0\text{kV/mm})(\hat{x} + \hat{y})$. Qual o campo elétrico no hemisfério direito?



Resposta: $\vec{E} = (0.5\text{kV/mm})(\hat{x} + 2\hat{y})$