

Eletromagnetismo I - 2022/1

Lista 4: Campos elétricos em meios materiais

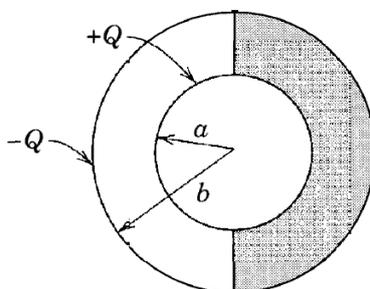
Os problemas indicados abaixo podem ser encontrados no livro-texto (Eletrodinâmica - David J. Griffiths, 3a ed. - Editora Pearson).

- **Seção 4.1 - Polarização:** 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7, 4.8, 4.9
- **Seção 4.2 - Campo de um objeto polarizado:** 4.10, 4.11, 4.13, 4.14
- **Seção 4.3 - Deslocamento elétrico:** 4.15, 4.16, 4.17
- **Seção 4.4 - Dielétricos lineares (simples):** 4.18, 4.19, 4.20, 4.21, 4.22, 4.24, 4.25, 4.26, 4.27, 4.28
- **Problemas adicionais:** 4.29, 4.30, 4.31, 4.32, 4.33, 4.35, 4.36, 4.38*

OBS: O problema 4.38 é mais desafiador. Note que você pode utilizar o resultado do problema 3.41 (cap. 3) para calcular o campo médio produzido por um átomo. Note ainda que $N = 1/[(4/3)\pi R^3]$.

Problema extra:

1. Uma esfera condutora maciça de raio a e uma casca condutora fina de raio b , concêntricas, possuem cargas totais livres $+Q$ e $-Q$, respectivamente. A região entre a esfera e a casca é semi-preenchida por um dielétrico de constante dielétrica κ com a forma mostrada na figura abaixo.



- (a) Verifique que a densidade volumétrica de carga total é nula em todos os pontos da região entre a esfera e a casca.
- (b) Utilizando o segundo teorema de unicidade visto no cap. 3, mostre que o campo elétrico nessa mesma região pode ser escrito como:

$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_{tot}}{r^2} \hat{r} \quad (1)$$

onde $Q_{tot} = Q + Q_b$ e Q_b é a carga total ligada na superfície do dielétrico em contato com a esfera (a ser determinada abaixo). Note que o campo possui a mesma forma dentro e fora do dielétrico!

- (c) Utilizando o resultado acima, mostre que:

$$Q_b = - \left(\frac{\kappa - 1}{\kappa + 1} \right) Q \quad (2)$$

Dica: Obtenha a polarização a partir do campo e calcule a densidade superficial de cargas ligadas. Ao calcular a carga total ligada a partir dela, você deve obter uma equação satisfeita por Q_b .

- (d) Calcule o deslocamento elétrico em todos os pontos dessa região. Comente sobre a descontinuidade na interface entre o dielétrico e o vácuo.
- (e) Calcule a densidade superficial de cargas livres na esfera metálica. Por que esta densidade é diferente nas regiões com e sem contato com o dielétrico?
- (f) Calcule a capacitância desse sistema. Verifique que o resultado corresponde a uma soma das capacitâncias associadas às porções com e sem dielétrico e discuta a razão disso.
- (g) Verifique que todos os seus resultados apresentam o comportamento esperado no limite $\kappa \rightarrow 1$.

OBS: Note que este problema é uma variação mais difícil do problema 4.19 (b) do livro-texto. Caso não esteja convencido do resultado do item (b) acima, veja também o problema 4.36.