

Física III - Eletromagnetismo

LISTA 8: Energia do campo EM e Dielétricos

Professor: Massayuki Kondo, sala 102, Dept. Física, UFSC

Problema 1

Um capacitor de placas paralelas no vácuo com área A e separados por uma distância x possui cargas $+Q$ e $-Q$ em suas placas. O capacitor é desconectado da fonte de carga, de modo que a carga de cada placa permanece fixa.

- Qual a energia total armazenada no capacitor?
- As placas são afastadas até atingirem uma distância adicional dx . Qual é a variação da energia acumulada?
- Se F for o módulo da força de atração entre as placas, então a variação da energia acumulada deve ser igual ao trabalho desta força $dW = Fdx$ realizado para afastar as placas. Encontre a expressão de F .
- Explique por que o módulo de F não é igual a QE , onde E é o módulo do campo elétrico entre as placas.

Resposta: 1) $\frac{Q^2 x}{2\epsilon_0 A}$; 2) $\frac{Q^2 dx}{2\epsilon_0 A}$; 3) $\frac{Q^2}{2\epsilon_0 A}$ 4) Expl.....

Problema 2

Um capacitor cilíndrico imerso no ar possui comprimento de 15.0 m e armazena uma energia de $3.20 \times 10^9\text{ J}$ quando a diferença de potencial entre os condutores é de 4.0 V . a) Qual o módulo da carga acumulada em cada condutor? b) Calcule a razão entre o raio do condutor interno e o raio do condutor externo.

Resposta: a) 1.6 nC ; b) 8.0

Problema 3

Duas placas paralelas possuem cargas iguais e opostas. Quando existe vácuo entre as placas, o módulo do campo elétrico é $E = 3.20 \times 10^5\text{ V/m}$. Quando o espaço entre as placas é preenchido por um dielétrico, o campo possui módulo $E = 2.50 \times 10^5\text{ V/m}$. a) Qual a densidade de cargas livres (condutor) e ligadas(dielétrico)? b) Qual o valor da constante dielétrica k do material isolante?

Resposta: a) $\sigma = 2.832 \times 10^{-6}\text{ C/m}^2$; $\sigma_i = 6.195 \times 10^{-7}\text{ C/m}^2$; b) $k = 1.28$

Problema 4

Quando um capacitor de 360 nF imerso no ar está conectado a uma fonte de tensão, a energia acumulada no capacitor é igual a $1.82 \times 10^{-5}\text{ J}$. Mantendo o capacitor conectado com a fonte de tensão, inserimos uma camada de dielétrico que preenche completamente o espaço entre as placas. Isso produz um acréscimo de $2.35 \times 10^{-5}\text{ J}$ na energia armazenada. a) Qual a diferença de potencial entre as placas? b) Qual a constante dielétrica do material?

Resposta: a) $V = 10.1\text{ V}$, b) $k = 2.27$

37 Problema 5

38 Um capacitor de placas paralelas possui o volume entre as placas cheio de um plástico de constante dielétrica K . O módulo da carga de cada placa é igual a Q . Cada carga possui área A e a distância entre as placas é igual a d . a) Use a lei de Gauss para calcular o módulo do campo elétrico no interior do dielétrico; b) Use o campo elétrico determinado na parte a) para calcular a diferença de potencial entre as placas. c) aplique o resultado da parte b) para determinar a capacitância do capacitor. Compare o resultado com a capacitância no vácuo?

44 **Resposta:** a) $E_k = \frac{Q}{K\epsilon_0 A}$, b) $V = \frac{Qd}{K\epsilon_0 A}$; c) $C_K = \frac{K\epsilon_0 A}{d}$

45 Problema 6

46 Um capacitor no ar possui placas planas com área A separadas por uma distância d . A seguir uma placa metálica com espessura a (menor do que d), com as mesmas dimensões da área das placas, é inserida paralelamente entre as placas sem tocar nenhuma delas. a) Qual a capacitância deste arranjo? b) Expresse essa capacitância em função da capacitância C_0 existente antes da introdução da placa metálica. c) Discuta o que ocorre com a capacitância nos limites $a \rightarrow 0$ e $a \rightarrow d$?

51 **Resposta:** a) $C_{eq} = \frac{A\epsilon_0}{(d-a)}$; b) $C_{eq} = C_0(1 - \frac{a}{d})^{-1}$; c) discussão...

52 Problema 7

53 Considere uma esfera isolante, carregada com carga Q distribuída de forma uniforme no volume da esfera de raio R . Calcule a densidade de energia do campo elétrico em um ponto situado a uma distância r do centro da esfera para:

- 56 1. Um ponto a distância r do centro da esfera da forma que $r < R$
- 57 2. Um ponto fora da esfera $r > R$
- 58 3. Calcule a energia eletrostática total armazenada neste sistema esférico.

59 **Resposta:** 1) $\mu(r) = \frac{Q^2 r^2}{32\pi^2 \epsilon_0 R^6}$; 2) $\mu(r) = \frac{Q^2}{32\pi^2 \epsilon_0 r^4}$; 3) $\frac{6Q^2}{40\pi \epsilon_0 R}$

60 Problema 8

61 Uma placa dielétrica de espessura b é introduzida entre as armaduras de um capacitor plano, que estão separadas por uma distância d . Mostre que a capacitância é dada por:

$$C = \frac{k\epsilon_0 A}{kd - bk + b} \quad (1)$$

63 Discuta os casos particulares limites em que $b = 0$ e $b \rightarrow d$.

65 **Observação:** Com base nos conceitos discutidos em aula, aconselho que escolham mais alguns problemas dos livros citados nas referências bibliográficas.

67 Referências

68 **bibliografia:** 1) Halliday/Resnick/Krane 9ª edição. Observe atentamente os exercícios do capítulo correto, algumas versões do livro trazem os mesmos problemas em diferentes capítulos. 2) TIPLER, Volume 3, Eletricidade e Magnetismo, Terceira edição. 3) SEARS/ZEMANSKY/YOUNG/FREEDMAN, Física III, Eletromagnetismo, 10ª.