

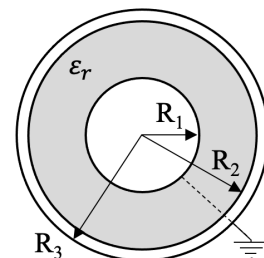
**Versão: 2**
**Duração do Teste: 1h 30m**
 $\epsilon_0 = 8,854 \times 10^{-12} \text{ F/m}$ ,  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N/A}^2$ 

*Por determinação do Conselho Pedagógico, informamos que só serão cotadas as respostas que contribuam de forma significativa para os resultados ou demonstrações pedidas.*

- (4,0) **1)** Considere o sistema da figura, em que o condutor 1, esférico e de raio  $R_1 = 2 \text{ cm}$ , é rodeado por material dielétrico de constante dielétrica (relativa)  $\epsilon_r = 4$  e por um condutor 2, uma coroa esférica de raio interior  $R_2 = 4 \text{ cm}$  e raio exterior  $R_3 = 5 \text{ cm}$ .

Admita que o potencial elétrico no infinito é nulo.

O condutor 1 (interior) está ligado à Terra e o condutor 2 tem carga  $Q_2 = 10 \text{ nC}$ .



- [1,0] **a)** Calcule o campo elétrico em todo o espaço em função da carga  $Q_1$  no condutor interior;
- [1,0] **b)** Calcule a carga  $Q_1$  e o potencial elétrico  $V_2$  do condutor 2;
- [1,0] **c)** Calcule a capacidade do sistema;
- [1,0] **d)** Calcule as cargas de polarização nas superfícies de separação dos diferentes meios.
- (3,0) **2)** Duas coroas esféricas condutoras e concêntricas, de raios  $a = 0,5 \text{ m}$  e  $b = 1,0 \text{ m}$ , estão separadas por um material com condutividade elétrica  $\sigma = 2,5 \Omega^{-1}\text{m}^{-1}$ .
- [1,5] **a)** Calcule a resistência elétrica entre as coroas esféricas. Qual a resistência se  $b \rightarrow \infty$  ?
- [0,5] **b)** Se numa dada altura existir uma diferença de potencial elétrico  $V = 50 \text{ V}$ , calcule a corrente que flui nesse instante de uma coroa para a outra.
- [1,0] **c)** Suponha agora que coloca duas esferas de raios  $a = 0,5 \text{ m}$  imersas num meio líquido, de condutividade elétrica  $\sigma_L$  desconhecida, muito longe uma da outra, sujeitas a uma diferença de potencial elétrico  $V = 100 \text{ V}$ , e que mede uma corrente  $I = 4 \text{ A}$ . Calcule a condutividade  $\sigma_L$ .
- (3,0) **3)** Um fio com  $0,01 \text{ m}$  de diâmetro transporta uma corrente  $I = 20 \text{ A}$ . Envolvendo o fio temos uma camada de espessura  $R_e - R_i = 0,495 \text{ m}$ , que transporta a corrente de retorno  $I = 20 \text{ A}$  (no sentido oposto), feita em cobre (condutividade elétrica  $\sigma = 6 \times 10^7 \Omega^{-1}\text{m}^{-1}$ , permeabilidade magnética  $\mu_0$ , densidade de eletrões de condução  $n_e = 8,5 \times 10^{28} / \text{m}^3$ , carga do eletrão  $e = -1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ ).
- [1,0] **a)** Calcule o campo magnético em todo o espaço;
- [0,5] **b)** Calcule a velocidade de deriva dos eletrões no condutor exterior;
- [0,5] **c)** Calcule a força magnética que se faz sentir sobre um eletrão de condução no condutor exterior, em função da distância ao eixo (intensidade, direção, sentido);
- [0,5] **d)** Devido à força magnética da alínea anterior, os eletrões vão-se deslocar (ligeiramente) na direção radial até atingirem o equilíbrio, mantendo então apenas a deslocação paralela ao eixo. Calcule o campo elétrico criado por esta assimetria na direção radial após atingido este equilíbrio, em função da distância ao eixo (despreze as alterações na distribuição da corrente elétrica no condutor exterior).
- [0,5] **e)** Calcule a pequena diferença de potencial elétrico na direção radial entre as fronteiras interior e exterior do condutor exterior.