

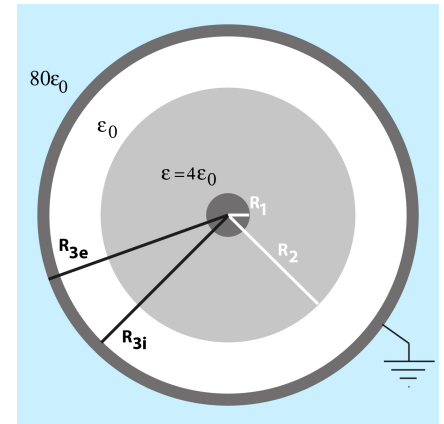
Versão: 1

Duração do Teste: 1h 30m

$\epsilon_0 = 8,854 \times 10^{-12} \text{ F/m}$ ,  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N/A}^2$

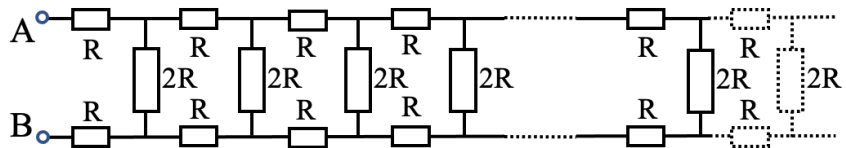
Por determinação do Conselho Pedagógico, informamos que só serão cotadas as respostas que contribuam de forma significativa para os resultados ou demonstrações pedidos.

- (4,0) 1) Considere o sistema hipotético de **simetria cilíndrica** indicado na figura, imerso em água. No centro está um condutor cilíndrico muito comprido e de raio  $R_1 = 0,1 \text{ m}$ , rodeado por uma camada de espessura  $R_2 - R_1 = 0,5 \text{ m}$ , cilíndrica e de constante dielétrica  $\epsilon = 4\epsilon_0$ , por ar com constante dielétrica  $\epsilon_0$ , e por uma coroa cilíndrica oca condutora, de raios interior  $R_{3i} = 0,99 \text{ m}$  e  $R_{3e} = 1,0 \text{ m}$  (espessura de 1 cm). Note que o condutor exterior está **ligado à Terra** ( $V_e = 0 \text{ V}$ ) e que o condutor 1 (interior) está **isolado**. Considere ainda que o condutor 1 tem densidade linear de carga elétrica  $\lambda_1 = +50 \text{ nC/m}$ .



- [1,0] a) Calcule o campo elétrico  $\mathbf{E}$  em todos os pontos do espaço, em função da distância  $R$  ao eixo dos cilindros (*sug.: use o Teorema de Gauss*);
- [0,5] b) Calcule o potencial elétrico do condutor 1 (interior);
- [0,5] c) Calcule as densidades superficiais de cargas elétricas nas superfícies (cilíndricas) de separação (densidades de cargas livres e de cargas de polarização);
- [0,5] d) Calcule a energia eletrostática do sistema por unidade de comprimento;
- [0,5] e) Calcule a capacidade do sistema por unidade de comprimento;
- [1,0] f) Suponha que se abriu um orifício muito pequeno no condutor exterior, sem prejuízo da simetria cilíndrica e que a água, de constante dielétrica  $\epsilon = 80\epsilon_0$ , substituiu a camada que tinha ar. Determine a variação de energia eletrostática por unidade de comprimento (do “Universo”) e a nova capacidade do sistema.

- [2,0] 2) Considere o conjunto “infinito” de resistências ligadas em “escada” como na figura. Calcule a resistência equivalente entre os pontos A e B, para o valor  $R = 2\Omega$ . (*Sug.: note a invariância do sistema se retirar o bloco de 3 resistências da esquerda*)



- (4,0) 3) Um toroide com **secção quadrada** de lado  $a = 0,1 \text{ m}$  e raio médio  $R = 10 \text{ m}$ , tem 1000 espiras que transportam uma corrente  $I_T = 10 \text{ A}$  (ver figura do corte transversal). No centro do toroide temos um fio condutor “infinito”, que transporta uma corrente  $I_{FIO} = 10000 \text{ A}$ . **Note os sentidos das correntes.**

- [1,0] a) Calcule o campo magnético em todo o espaço (devido aos dois condutores);
- [1,0] b) Calcule o coeficiente  $L_T$  de auto-indução do toroide;
- [1,0] c) Calcule o coeficiente  $M$  de indução mútua entre o fio e o toroide;
- [1,0] d) Suponha que substitui o fio por um solenóide, muito comprido e de raio  $R' = 1 \text{ m}$ , com 1000 espiras que transportam uma corrente  $I = 10 \text{ A}$ , com o eixo do solenóide no local do fio. Calcule o coeficiente de indução mútua entre o solenóide e o toroide nesta nova configuração.

