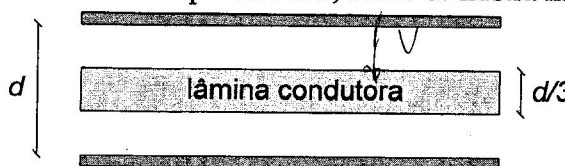


Nota: Responda apenas à questão 4 ou 5!

1. [6.0 val.] Considere um condensador de placas planas e paralelas, de área A e distanciadas d .

a) Considere que se insere simetricamente entre as placas carregadas do condensador uma lâmina condutora, neutra, electricamente isolada e com espessura $d/3$, como se ilustra na figura. Depois de atingido o equilíbrio, como se compara o campo no espaço vazio com aquele que existia antes de se introduzir a lâmina condutora? Justifique.

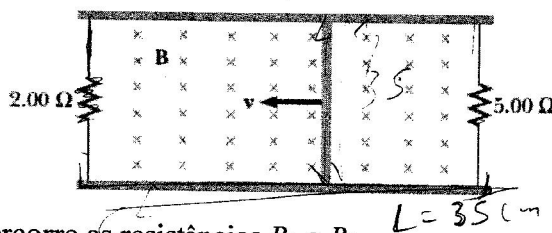


b) Calcule a capacidade do condensador referido na alínea anterior. Exprima o resultado em função de A e d .

c) Considere agora que entre as placas encontra-se uma lâmina de acrílico com constante dielétrica relativa ϵ_r , com a mesma área e espessura igual a d . O condensador é carregado até a diferença de potencial ser igual a V e depois é desligado da fonte usada para o carregar. Qual é o trabalho necessário para retirar a lâmina de acrílico de entre as placas do condensador?

2. [4.0 val.]. Uma barra de metal, de resistência desprezável, está inicialmente na posição indicada na figura abaixo e pode mover-se sem atrito sobre dois fios que se encontram a uma distância $L = 35$ cm um do outro e ligados entre si por resistências $R_1 = 2.00 \Omega$ e $R_2 = 5.00 \Omega$. O circuito encontra-se sob ação de um campo de indução magnética uniforme, \vec{B} , com intensidade de 2.50 T, dirigido perpendicularmente ao plano da folha e apontando para dentro, e a barra metálica move-se para a esquerda com velocidade constante $v = 8$ m/s.

a) Determine a força eletromotriz induzida em cada uma das malhas do circuito.

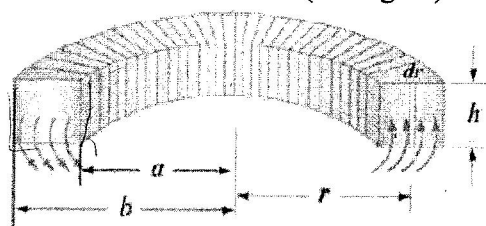


b) Calcule a intensidade de corrente que percorre as resistências R_1 e R_2 .

c) Verifique que o resultado da alínea anterior é independente do valor da resistência da barra de metal.

3. [7,0 val.] Considere um toróide com seção reta quadrada A , com N espiras, raio interior a , raio exterior b , altura h e percorrido por uma corrente de intensidade I (ver figura).

a) Discuta o valor do campo magnético dentro e fora do toróide na aproximação em que o raio do toróide, r , é muito maior que o tamanho das espiras.



b) Encontre o campo de indução magnética no interior do toróide em função de N , I e r .

c) Verifique que o valor do coeficiente de autoindução na aproximação referida na alínea a) pode ser dado por: $L = \frac{\mu_0 N^2 A}{2\pi r}$.

d) Mostre que, no caso geral, o coeficiente de autoindução do toróide representado na figura é dado por: $L = \frac{\mu_0 N^2 h}{2\pi} \ln\left(\frac{b}{a}\right)$.

$$L = ?$$

$r \gg$ tamanho das espiras $\Rightarrow a \approx b$

4. [3 val.] Considere um dielétrico homogêneo e isotrópico, polarizado, no vazio.

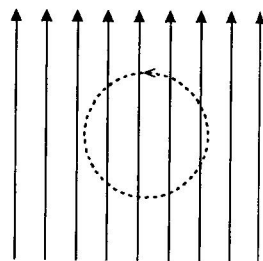
a) Escreva a expressão que traduz a condição a que deve obedecer a componente normal do campo eléctrico ao atravessar a fronteira entre o dielétrico e o vazio.

b) A partir da expressão anterior, obtenha a condição fronteira da componente normal do vector deslocamento eléctrico na mesma situação.

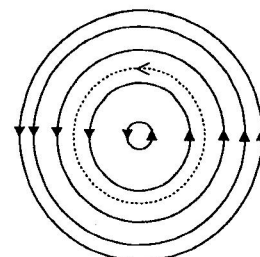
c) Discuta a continuidade/descontinuidade das componentes normais do campo eléctrico e do deslocamento eléctrico no caso da superfície do dielétrico estar carregada (com cargas verdadeiras) ou não.

5. [3 val.] Nas figuras I e II mostram-se as linhas de campo eléctrico de duas situações distintas. Na situação I descreve-se o campo uniforme numa região entre as placas de um condensador. Na situação II descreve-se o campo eléctrico induzido numa certa região por um campo magnético variável

(o campo magnético é uniforme, distribuído num volume cilíndrico, mas variável no tempo). Sejam W_I e W_{II} os trabalhos realizados pela força eléctrica ao transportar quase estaticamente uma pequena carga de prova ao longo dos caminhos fechados (circunferências) a tracejado mostrados nas figuras



(I)



(II)

(começando num ponto e terminando no mesmo ponto) nas situações I e II, respectivamente.

Partindo de uma das equações de Maxwell, $\vec{\nabla} \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$, mostre em que situação o campo eléctrico E é (não é) conservativo.