

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 pedidos.

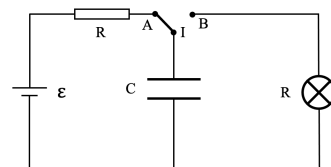
- (4,0) **4)** Um cilindro infinito de raio $a = 0,2 \text{ m}$ tem uma magnetização permanente paralela ao eixo, $\vec{M} = kr \vec{e}_z$, sendo $k = 10^5 \text{ A/m}^2$ e r a distância ao eixo do cilindro. Não há corrente de condução em lado nenhum.

[1,0] **a)** Calcule o campo magnético em todo o espaço;

[1,0] **b)** Calcule as densidades de corrente de magnetização em todo o espaço;

[2,0] **c)** Suponha agora que a envolver o cilindro tem uma espira circular de raio $b = 0,4 \text{ m}$ e de resistência elétrica $R = 10 \Omega$, centrada no eixo do cilindro e com o plano da espira perpendicular ao eixo do mesmo, e que a magnetização desce até zero a uma taxa constante (demorando 10 s a chegar a zero). Calcule a corrente induzida na espira durante este tempo (desprezando a auto-indução da espira). [Apenas se não resolveu as alíneas anteriores, considere o campo magnético no cilindro como sendo dado pela expressão $\vec{B} = 10^{-5} r \vec{e}_z \text{ (T)}$]

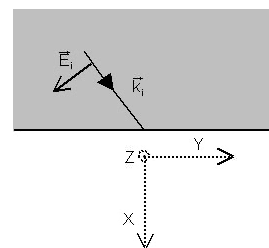
- [2,0] **5)** Um flash, por ex. de uma máquina fotográfica, pode ser muito simplesmente modelado por dois circuitos ligados ao mesmo condensador C (figura à direita), carregando o mesmo quando o interruptor está em A, e disparando o flash (lâmpada \otimes de resistência R_L) quando se muda o interruptor para a posição B.



Calcule a capacidade do condensador C e a resistência R do lado esquerdo do circuito, assumindo que a corrente máxima na lâmpada é 2000 A, que a força eletromotriz é $\epsilon = 500 \text{ V}$, e que a duração do flash tem de ser em média $1\text{s}/60 = 16,7 \text{ ms}$, pretendendo-se um tempo da ordem de 4 s para “carregar o flash”.

- (4,0) **6)** Uma onda eletromagnética propaga-se num meio com permeabilidade magnética $\mu = \mu_0$ e constante dielétrica ϵ_0 , sendo o campo elétrico (unidades em V/m) em função do tempo e do espaço dado pelas expressões (no sistema de eixos da figura)

$$\begin{cases} E_x = 39,4 \cos(\omega t - (0,1818x + 1,0313y) \times 10^7) \text{ (V/m)} \\ E_y = 6,95 \cos(\omega t - (0,1818x + 1,0313y) \times 10^7 + \pi) \text{ (V/m)} \\ E_z = 30 \cos(\omega t - (0,1818x + 1,0313y) \times 10^7) \text{ (V/m)} \end{cases}$$



[1,0] **a)** Calcule o vetor de onda $(k_x, k_y, k_z)_i$, a velocidade de propagação da onda e o índice de refração n_1 do meio onde a onda se propaga, o comprimento de onda e a frequência angular ω desta onda.

[1,0] **b)** Calcule o vetor de Poynting e a intensidade para esta onda.

(2,0) **c)** Suponha que esta onda atinge a superfície de separação para um meio 2 com índice de refração $n_2 \cong 2$, no ponto $X = Y = Z = 0$ (origem dos eixos) e no instante $t = 0 \text{ s}$, sendo a superfície de separação o plano YZ (ver figura).

[0,3] **i)** Calcule o ângulo de incidência da onda nessa superfície;

[0,5] **ii)** Calcule, se existirem, o ângulo de reflexão total e o ângulo de Brewster (ou de polarização);

[1,2] **iii)** Existe onda transmitida e/ou refletida? Para o(s) caso(s) em que exista, determine o(s) respectivo ângulo(s) de propagação (ângulo de refração ou ângulo de reflexão), o(s) vetor(es) de onda $(k_x, k_y, k_z)_i$, e a(s) intensidade(s) para essa(s) onda(s).