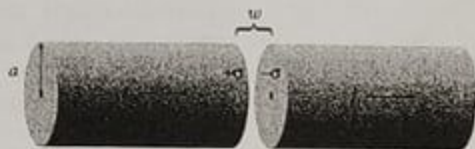


Os alunos que quiserem fazer exame de recurso global deverão responder apenas a duas perguntas de cada parte. Os alunos que desejem fazer recurso a apenas uma das partes deverão responder às três perguntas que são formuladas na respectiva parte. A duração do exame é de 2h para os primeiros e 1h e 30' para os segundos.

Parte-1

1. Considere um fio cilíndrico espesso (raio a) e infinito, percorrido por uma corrente de intensidade I e com um estreito hiato de largura w , como se ilustra na figura.



Admita que a carga acumulada nas paredes do hiato é nula a $t=0$, instante em que a corrente é ligada e que $w \ll a$. Calcule, para o hiato:

- Os campos eléctrico e magnético como funções da distância ao eixo de simetria do fio (s) e do tempo ($t > 0$).
 - A densidade de energia e o vector de Poynting.
 - A energia electromagnética total acumulada.
2. Uma esfera de raio R possui uma polarização uniforme $\vec{P} = P\hat{z}$ e uma magnetização $\vec{M} = \frac{1}{\sqrt{2}}M(\hat{z} + \hat{x})$. Calcule o momento electromagnético armazenado no interior da esfera.
- Observação: como vimos, para $r \ll R$, $\vec{E} = -\frac{1}{3\epsilon_0}\vec{P}$ e $\vec{B} = -\frac{2}{3}\mu_0\vec{M}$.
- Obtenha todos os elementos do tensor de Maxwell para uma onda electromagnética monocromática polarizada segundo x e que se propaga segundo z . Explique convenientemente todos os passos.
 - Como explica, com base no resultado anterior a pressão que a radiação electromagnética exerce sobre um objecto no qual incide? Deve essa pressão ser maior se o objecto absorver totalmente ou reflectir totalmente a radiação incidente?

Parte-2

4. a) Calcule os campos eléctrico e magnético associados aos seguintes potenciais:

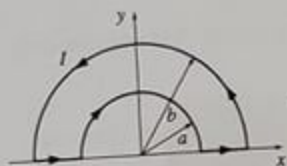
$$\varphi = 0$$

$$\vec{A} = \frac{k \mu_0}{4c} \left[\frac{ct}{|x|} \right]^2 \quad \text{se } |x| < ct$$

$$\vec{A} = 0 \quad \text{se } |x| > ct$$

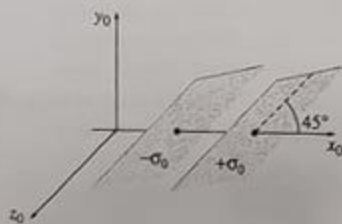
- b) Identifique possíveis distribuições de cargas e correntes que lhes possam dar origem.

5. Um fio condutor forma um circuito em forma de dois arcos de circunferência, como se ilustra na figura.



- a) Admita que a corrente que flui no fio é proporcional ao tempo ($I = kt$). Obtenha o potencial vector retardado no ponto O (centro geométrico dos dois arcos de circunferência).
- b) Calcule também o campo eléctrico em O.

6. Um condensador plano está em repouso no referencial S_0 , tem as armaduras orientadas a 45° relativamente ao eixo dos x e está carregado, sendo o módulo da densidade de carga nas armaduras $[\sigma_0]$ (ver figura).



- a) Obtenha o campo eléctrico em S_0 .
- b) Obtenha o campo eléctrico medido num referencial S que se move com velocidade $\vec{v} = v\hat{x}_0$ relativamente a S_0 .
- c) Calcule o ângulo que as armaduras fazem com o eixo dos x em S .
- d) Calcule o ângulo que o campo eléctrico faz com as armaduras em S .

(Nota: Como habitualmente, suponha que S_0 e S têm os eixos paralelos entre si e as suas origens coincidem a $t = t' = 0$.)