



1. (4 valores) O modelo de Lorentz, em que o eletrão é tratado como um oscilador, permite descrever os aspetos fundamentais da dispersão em dielétricos.

a) Escreva a equação diferencial que descreve o movimento do eletrão e que serve de ponto de partida no modelo. Explique a origem de cada um dos termos dessa equação.

b) Sob ação do campo eletromagnético da radiação, o eletrão fica sujeito a uma força elétrica e a uma força magnética. Justifique por que razão constitui uma boa aproximação não se considerar o efeito da última força na dinâmica da partícula.

c) O modelo de Lorentz permite escrever o número de onda (complexo) da onda que se propaga em certos materiais (por exemplo gases) como:

$$\tilde{k} \cong \frac{\omega}{c} \left[1 + \frac{Nq^2}{2m\epsilon_0} \sum_j \frac{f_j}{\omega_j^2 - \omega^2 - i\gamma_j\omega} \right]$$

Utilize este resultado para calcular a velocidade de grupo da onda que se propaga no material, na aproximação de amortecimento desprezável. Mostre que esta velocidade é menor que a velocidade da luz no vácuo.

2. (4 valores) Considere um guia de ondas oco, com paredes condutoras, de secção retangular, com dimensões $2.00 \text{ cm} \times 1.50 \text{ cm}$.

a) Quais são os modos TE que se podem propagar neste guia de ondas para uma frequência de excitação de $1.9 \times 10^{10} \text{ Hz}$?

b) Suponha que se pretendia que apenas um modo TE se propagasse neste guia de ondas. Qual seria a gama de frequências que se poderia usar neste caso?

3. (4 valores) Considere o potencial escalar e potencial vetor seguintes:

$$\varphi = 0; \quad \vec{A} = \begin{cases} \frac{\mu_0 k}{4c} (ct - |x|)^2 \vec{e}_z, & |x| < ct \\ 0, & |x| > ct \end{cases}$$

onde $c = 1/\sqrt{\epsilon_0\mu_0}$. Determine:

a) os campos elétrico e magnético associados;

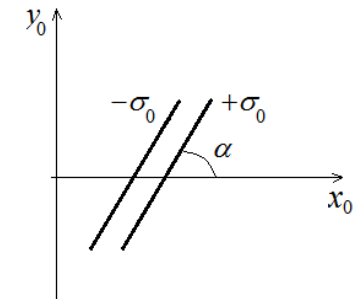
b) as distribuições de carga e corrente que lhes dão origem.

4. (4 valores) Considere um condensador de placas paralelas em repouso relativamente ao referencial S_0 . Para um observador em S_0 o condensador tem as placas perpendiculares ao plano x_0y_0 e inclinadas de $\alpha=60^\circ$ relativamente ao eixo das abcissas, com densidades superficiais de carga $\pm\sigma_0$ (ver figura).

Para um observador no referencial S que se desloca segundo o eixo das abcissas com velocidade constante v relativamente a S_0 , determine:

a) o ângulo que as placas do condensador fazem com o eixo das abcissas;

b) o campo elétrico e o campo magnético.



5. (4 valores) Em notação tensorial as equações de Maxwell escrevem-se

$$\frac{\partial F^{\mu\nu}}{\partial x^\nu} = \mu_0 J^\mu$$

$$\frac{\partial G^{\mu\nu}}{\partial x^\nu} = 0$$

a) Identifique $F^{\mu\nu}$, $G^{\mu\nu}$ e J^μ .

b) Obtenha as equações vetoriais correspondentes ao caso $\mu=0$ e diga qual é o significado físico de cada uma delas.