Física das Radiações
Disciplina 5910151
Monitor: José Renato Alcarás
Docente: Prof. Dr. Alexandre Souto Martinez

2^o Semestre de 2019

Lista 3 - Ondas eletromagnéticas na matéria

1. Considere um meio linear, homogêneo, sem cargas ou correntes livres.

   (a) Escreva as quatro equações de Maxwell nesse meio (em termos de $\vec{E}$ e $\vec{B}$);

   (b) Defina o índice de refração n do material. Qual sua interpretação física?

2. Considere, agora, um meio **condutor**, linear e homogêneo com densidades de carga e corrente livres diferentes de zero.

   (a) Mostre que a densidade de cargas livres no material cai exponencialmente com o tempo. (Sugestão: use a lei de Ohm para as cargas livres, $\vec{J}_L = \sigma\vec{E}$ e a equação da continuidade para cargas livres, $\nabla \cdot \vec{J}_L = -\partial_t \rho_L$)

   (b) Com isso, justifique fisicamente a seguinte afirmação: "As cargas livres de um condutor em equilíbrio estão localizadas sempre em suas superfícies."

3. Considere um meio condutor, linear e homogêneo mais comum: onde $\rho_L = 0$ e $\vec{J}_L \neq 0$.

   (a) Verifique que os campos elétricos e magnéticos podem ser desacoplados, produzindo duas equações de onda:

$$\nabla^2\vec{E} = \mu\epsilon\frac{\partial^2\vec{E}}{\partial t^2} + \mu\sigma\frac{\partial\vec{E}}{\partial t},$$
$$\nabla^2\vec{B} = \mu\epsilon\frac{\partial^2\vec{B}}{\partial t^2} + \mu\sigma\frac{\partial\vec{B}}{\partial t}.$$

   (b) Verifique que $\tilde{\vec{E}}(z,t) = \tilde{\vec{E}}_0 e^{i\left(\tilde{k}z-\omega t\right)}$ e $\tilde{\vec{B}}(z,t) = \tilde{\vec{B}}_0 e^{i\left(\tilde{k}z-\omega t\right)}$ são soluções dessas equações, com $\tilde{k}^2 = \mu\epsilon\omega^2 + i\,\mu\sigma\omega$.

   (c) Explicite as partes real e imaginária de $\tilde{k}$ (isto é, escreva $\tilde{k} = k + i\,\kappa$ e explicite k e κ). Como interpretar fisicamente a componente imaginária?

   (d) Escreva o número de onda complexo em notação polar, isto é, $\tilde{k} = Ke^{i\,\phi}$. Calcule explicitamente K e ϕ e mostre que os campos elétricos e magnéticos num condutor não estão em fase.
