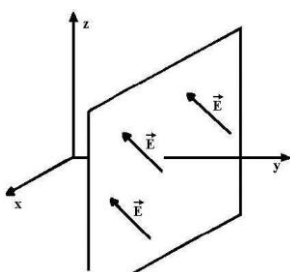
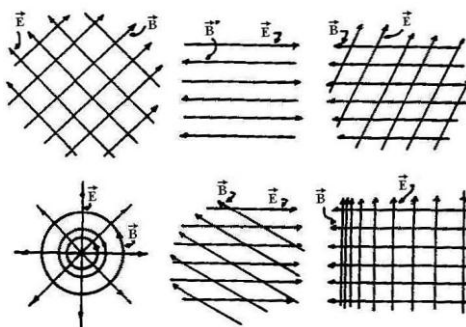


Lista de Exercícios 5 – Ondas eletromagnéticas

1. Escreva as equações de Maxwell nas formas integral e diferencial e indique como elas são modificadas para descrever o campo elétrico e o campo magnético em uma região do espaço onde não existem cargas elétricas nem correntes.
2. É possível haver ondas de campo elétrico sem que haja ondas de campo magnético? Justifique a sua resposta.
3. As flechas da figura representam o vetor campo elétrico de uma onda plana monocromática que se propaga para a direita na direção do eixo y . Desenhe, nesta figura, o vetor campo magnético dessa onda.



4. As figuras abaixo mostram as linhas de campo elétrico e magnético num dado plano. Quais das figuras podem corresponder a ondas eletromagnéticas? Nestes casos, qual a direção de propagação da onda?



5. O campo elétrico de uma onda eletromagnética se propagando no vácuo é dado por $\vec{E} = E_0 \text{sen} [k(x - ct)]\hat{j}$.
 - a) Mostre que esse campo é solução da equação da onda eletromagnética

$$\frac{\partial^2 E_y(x,t)}{\partial x^2} = \epsilon_0 \mu_0 \frac{\partial^2 E_y(x,t)}{\partial t^2}.$$
 - b) Determine o comprimento de onda, a frequência e a velocidade de propagação dessa onda.
 - c) Qual o tipo de polarização dessa onda?
 - d) Usando as equações de Maxwell obtenha a expressão para o campo magnético dessa onda.
 - e) Faça um gráfico dos campos elétrico e magnético dessa onda, em função de x , para o instante $t = T$ (período dos campos), e indique o comprimento de onda, a direção e o sentido de propagação da onda.
 - f) Faça gráficos dos campos elétrico e magnético da onda em função do tempo, para $x = \lambda$ (comprimento de onda).
 - g) Qual é a potência média por unidade de área transportada pela onda? Qual a direção do fluxo de energia?
 - h) Escreva a expressão do vetor de Pointyng dessa onda.

6. Um feixe de luz não polarizada, com velocidade na direção do eixo y, incide sucessivamente sobre dois polarizadores, paralelos ao plano xz, com eixos de polarização respectivamente ao longo de x e de z.

- Qual a intensidade média da onda depois de atravessar o sistema?
- Um terceiro polarizador, formando 30° com o eixo z, é intercalado entre os dois primeiros. Nessa situação, qual a intensidade média da onda depois de atravessar o sistema?

7. Uma onda com campo elétrico dado por $\mathbf{E} = E_0 \text{sen} [k(y - ct)]\mathbf{k}$ incide sobre um polarizador disposto perpendicularmente ao eixo y e cujo eixo de polarização é paralelo à direção do versor $\mathbf{u} = \cos \theta \mathbf{i} + \text{sen} \theta \mathbf{k}$

Determine:

- o campo elétrico da onda que emerge do polarizador;
- a fração da energia da onda que atravessa o polarizador.

8. Considere a onda resultante da superposição de duas outras cujos campos elétricos obedecem às equações:

$$\mathbf{E}_1 = E_0 \text{sen} [k(y - ct)]\mathbf{i}$$

$$\mathbf{E}_2 = E_0 \cos [k(y - ct)]\mathbf{k}$$

- Qual o tipo de polarização da onda resultante?
- Qual o vetor de Pointyng da onda resultante?
- Qual a intensidade média da onda resultante?
- Escreva as expressões do campo elétrico e magnético da onda após atravessar um polarizador com eixo de polarização na direção do eixo x.
- Qual a intensidade média da onda após atravessar o polarizador?