

Física IV — 7600008

Terceira lista suplementar. Para praticar para a prova do dia 27/10/2020

23 de Outubro de 2020

- Um raio de luz se propaga no vácuo e seu campo elétrico é descrito pela igualdade

$$\vec{E} = \vec{E}_0 \cos(\vec{k} \cdot \vec{r} - \omega t),$$

onde $\vec{k} = \frac{k}{\sqrt{2}}(\hat{x} + \hat{y})$, $\omega = ck$ e k é uma constante conhecida.

Como indicado na figura 1, ao passar pela origem do sistema de coordenadas, ele penetra num material com índice de refração n . Encontre o vetor de onda \vec{k}' da luz nesse material. *Sugestão: a frequência não muda quando a luz passa de um meio para o outro, e isso determina o módulo de k' . A relação de Snell-Descartes determina a direção.*

- Verifique que a componente k'_x do vetor \vec{k}' da questão 1 é igual à componente k_x do vetor \vec{k} .
 - Mostre que, para qualquer vetor \vec{k} no vácuo e o correspondente vetor \vec{k}' no material com índice n , a relação entre as componentes paralelas à superfície dos vetores de onda é sempre $k'_x = k_x$.

- Os espelhos da figura 2 são perpendiculares. O raio representado pela linha vermelha incide sobre o espelho vertical, é refletido, e em seguida é refletido pelo espelho horizontal. Encontre o ângulo entre o raio emergente e a horizontal.

- Para encontrar o ponto onde a luz encontra o espelho na figura 3, empregamos em aula uma construção geométrica. Resolva o mesmo problema de outra forma, por aplicação explícita do princípio de Fermat: chame de d a distância entre os pés das perpendiculares ao espelho que passam pelos pontos A e B , e chame de x a distância entre o ponto M e o pé da perpendicular pelo ponto A . Calcule o tempo de trânsito da luz em função de x e imponha a condição de minimização.

- Uma formiga com 3 mm de comprimento está a 9 cm de um espelho esférico que tem raio $R = 6$ cm.

- A que distância do espelho se formará a imagem da formiga?
- Que comprimento terá essa imagem?

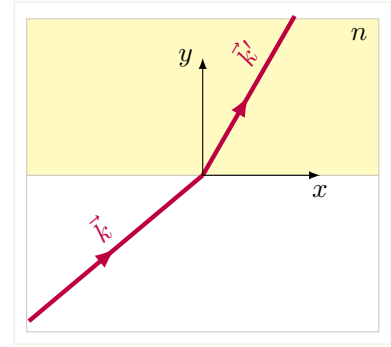


Figura 1: Questões 1 e 2

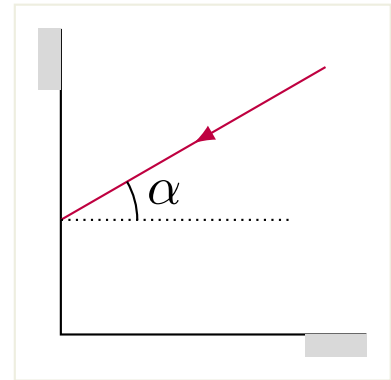


Figura 2: Questão 3

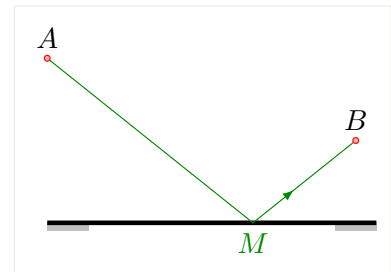


Figura 3: Questão 4

6. Um ponteiro laser emite um feixe de luz com comprimento de onda $\lambda = 600 \text{ nm}$. A potência do feixe é 5 mW e o seu diâmetro, 1 mm . Encontre a amplitude do campo elétrico da radiação.
7. Um circuito elétrico é constituído por um capacitor (capacitância C) e por um indutor (indutância L). O capacitor está inicialmente carregado com carga Q_0 e, nesse instante, não circula corrente. Nessas condições, a carga no capacitor, em função do tempo, é

$$Q(t) = Q_0 \cos(\omega_0 t), \quad (1)$$

onde $\omega_0 = 1/\sqrt{LC}$. Encontre as energias armazenadas no capacitor e no indutor em função do tempo e discuta fisicamente o resultado.

8. Os campos elétricos de duas ondas são dados pelas expressões

$$\vec{E}_1 = \cos(\vec{k} \cdot \vec{r} - \omega t) \hat{z}$$

e

$$\vec{E}_2 = \cos(\vec{k} \cdot \vec{r} + \omega t) \hat{z},$$

onde $\vec{k} = 2\pi\hat{x}$ e $\omega = 2\pi c$. Na lista 3, calculamos o campo elétrico resultante da soma $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$. Calcule, agora, o campo magnético. Compare o campo magnético com o campo elétrico obtido na L3 e verifique se ele obedece à relação $\vec{B} = \hat{k} \times \vec{E}/c$.

9. Calcule a densidade de energia do campo elétrico da questão 8 em função de x e de t . Em certos instantes, essa densidade de energia é nula em todo o espaço. Isso é compatível com a conservação da energia? Explique.
10. Calcule o vetor de Poynting associado aos campos da questão 8 e discuta fisicamente o resultado. *Sugestão: calcule o vetor de Poynting dos campos \vec{E}_1 e \vec{E}_2 e some os resultados.*