



Lista 0 - Revisão: Eqs. de Maxwell e ondas eletromagnéticas

1. Enuncie (nas formas diferencial e integral) as quatro equações de Maxwell (a) no vácuo e (b) na matéria; e dê suas interpretações físicas.
2. Verifique as soluções particulares dos campos elétrico e magnético nas equações de Maxwell.

$$\vec{E}(\vec{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int_V \rho(\vec{r}') \frac{\vec{r} - \vec{r}'}{|\vec{r} - \vec{r}'|^3} dV'$$

$$\vec{B}(\vec{r}) = \frac{\mu_0}{4\pi} \int_V \vec{J}(\vec{r}') \times \frac{\vec{r} - \vec{r}'}{|\vec{r} - \vec{r}'|^3} dV'$$

3. Partindo das equações de Maxwell no vácuo, obtenha

- (a) a equação da continuidade, $\nabla \cdot \vec{J} = -\partial\rho/\partial t$;
- (b) a equação de onda do campo elétrico, $\nabla^2 \vec{E} = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial t^2}$
- (c) a equação de onda do campo magnético, $\nabla^2 \vec{B} = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \vec{B}}{\partial t^2}$;

Obs.: nas equações acima, $c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0\epsilon_0}}$ é a velocidade da luz no vácuo.

4. Enuncie o teorema de Poynting e comente como cada termo da equação pode ser interpretado.
5. Considere dois meios lineares, respectivamente, de índices de refração n_1 e n_2 , separados pelo plano xy . Uma onda eletromagnética de frequência ω viaja na direção z (polarizada na direção x), aproximando-se da interface pela esquerda (meio 1 $\rightarrow$ meio 2) como mostra a figura a seguir. (Incidência **normal**)

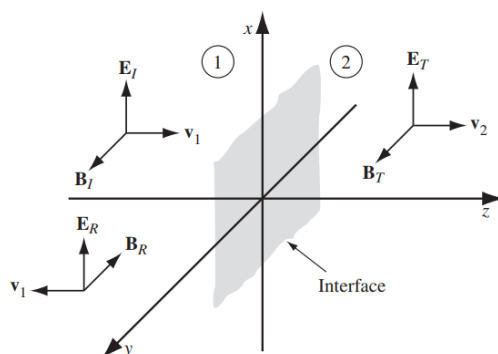


Figura 1

Considerando os campos elétricos e magnéticos incidentes (I), refletidos (R) e transmitidos (T) dados pelas expressões

$$\begin{aligned}\tilde{\mathbf{E}}_I(z, t) &= \tilde{E}_{0_I} e^{i(k_1 z - \omega t)} \hat{\mathbf{x}}, & \tilde{\mathbf{E}}_R(z, t) &= \tilde{E}_{0_R} e^{i(-k_1 z - \omega t)} \hat{\mathbf{x}}, & \tilde{\mathbf{E}}_T(z, t) &= \tilde{E}_{0_T} e^{i(k_2 z - \omega t)} \hat{\mathbf{x}}, \\ \tilde{\mathbf{B}}_I(z, t) &= \frac{1}{v_1} \tilde{E}_{0_I} e^{i(k_1 z - \omega t)} \hat{\mathbf{y}}, & \tilde{\mathbf{B}}_R(z, t) &= -\frac{1}{v_1} \tilde{E}_{0_R} e^{i(-k_1 z - \omega t)} \hat{\mathbf{y}}, & \tilde{\mathbf{B}}_T(z, t) &= \frac{1}{v_2} \tilde{E}_{0_T} e^{i(k_2 z - \omega t)} \hat{\mathbf{y}},\end{aligned}$$

Para o campo elétrico,

- (a) determine as amplitudes refletida ($\tilde{E}_{0_R}$) e transmitida ($\tilde{E}_{0_T}$) em função da amplitude incidente ($\tilde{E}_{0_I}$);
- (b) para meios onde $\mu_1 \approx \mu_2 \approx \mu_0$, determine os coeficientes de reflexão (R) e transmissão (T),

$$\begin{aligned}R &= \frac{I_R}{I_I} = \left(\frac{E_{0_R}}{E_{0_I}} \right)^2; \\ T &= \frac{I_T}{I_I} = \frac{\epsilon_2 v_2}{\epsilon_1 v_1} \left(\frac{E_{0_T}}{E_{0_I}} \right)^2.\end{aligned}$$

- (c) Mostre que, para os coeficientes obtidos acima, $R + T = 1$.