UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FÍSICA
Primeira lista de de Física IV - Agosto de 2005

Prof. João Torres

Problemas do livro texto:
Resolva todos os cinco problemas do cap. 12 do livro texto (Moyses, vol. III). Atenção: ao lado de toda expressão final (inclusive fórmulas) indique as unidades no SI.

Questão 1: Escreva as equações de Maxwell na forma integral e as interprete fisicamente. Obtenha as mesmas na forma diferencial. Mostre que a ausência do termo de corrente de deslocamento implica que a divergência da densidade de corrente seria sempre nula. Mostre que as equações de Maxwell completas contêm a equação da continuidade.

Questão 2: Calcule o vetor de Poynting devido aos campos de uma carga estacionária q e um dipolo magnético de momento $m\hat{k}$, ambos localizados na origem. Existe algum fluxo de energia para fora?

Questão 3: Luz de intensidade I incide sobre um espelho num ângulo θ com a normal ao plano do espelho. (a) Qual a pressão P da luz sobre o espelho? (b) Qual a pressão P se uma fração a da energia luminosa incidente é absorvida pelo espelho?

Questão 4: Uma onda eletromagnética plana e monocromática propaga-se no vácuo numa região onde não há cargas nem corentes. O campo elétrico desta onda é dado pela expressão

$$\vec{E}(\vec{r},t) = E_0 \left(\frac{\hat{x}-\hat{y}}{\sqrt{2}}\right) \cos\left[\frac{1}{d}\left(\frac{x+y+z}{\sqrt{3}} - ct\right)\right] V/m \tag{1}$$

(a) Determine a direção e o sentido de propagação da onda. Determine o seu comprimento de onda e sua freqüência angular; (b) Obtenha a expressão para o campo magnético da onda; (c) Calcule o vetor de Poynting e sua média temporal (em um período) ; (d) Qual é a quantidade de energia eletromanética que durante um período de oscilação desta onda cruza uma superfície quadrada (de área L^2) e orientada de tal forma que $\hat{z}$ seja um vetor normal à superfície?

Questão 5: Uma função da forma

$$\Psi(x,t) = A\cos(kx)\cos(kct) \tag{2}$$

satisfaz à equação de ondas homogênea unidimensional, o que se pode facilmente demonstrar. No entanto, ela não é uma função do tipo $F(x-ct)$ ou $G(x+ct)$. Explique.

Questão 6: No plano XY está um quadro de área A em torno do qual um fio dá n voltas. Na direção $\hat{x}$ se propaga uma onda eletromagnética plana, cujo vetor elétrico é paralelo ao eixo $\hat{y}$, $E(\vec{x},t) = E_0\cos(wt-kx)\hat{y}\ V/m$. Calcule a força eletromotriz induzida no quadro. O comprimento de onda é muito maior do que as dimensões do quadro. Repita o problema para o quadro situado no plano XZ.

Questão 7: Partindo das equações de Maxwell, defina (e motive) os potenciais escalar e vetor; obtenha as equações de onda tridimensionais inomogêneas para os potenciais utilizando o calibre de Lorentz.

Questão 8: Quais as restrições sobre $\vec{E}_0$, $\vec{B}_0$, w e $\vec{k}$ para que as expressões para os campos eletromágneticos escritas abaixo sejam soluções das equações de Maxwell no vácuo em uma região sem cargas e correntes? (por conveniência estamos utilizando a notação complexa.)

$$\vec{E}(\vec{x},t) = \vec{E}_0 \exp i(\vec{k}\cdot\vec{r} - wt) \tag{3}$$
$$\vec{B}(\vec{x},t) = \vec{B}_0 \exp i(\vec{k}\cdot\vec{r} - wt) \tag{4}$$

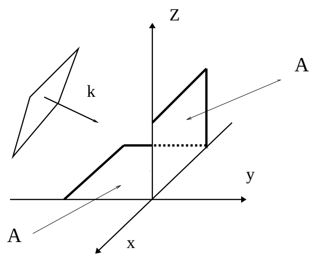
Interprete o resultado com o auxílio de um desenho.

Questão 9: Utilizando as equações de Maxwell na ausência de cargas e correntes, demonstre a relação

$$\frac{d}{dt}\int_V \left(\frac{1}{2}\epsilon_0 \vec{E}^2 + \frac{1}{2\mu_0}\vec{B}^2\right) dV = -\oint_S \left(\frac{1}{\mu_0}\vec{E}\times\vec{B}\right)\cdot \hat{n} dS \quad J/s \tag{5}$$

Interprete o resultado. Obtenha a "versão diferencial" da equação anterior e interprete o resultado.

Questão 10: Suponha que uma onda luminosa plana, moncromática e de intensidade I_0 incida sobre uma superfície formada por duas placas idênticas, quadradas (de área A cada uma delas) e perpendiculares entre si como ilustra a figura. Uma delas está no plano OXZ enquanto que a outra está no plano OXY. A direção e o sentido de propagação desta onda é a do vetor $\hat{k} = (\hat{y} - \hat{z})\sqrt{2}$. (a) Supondo que as placas sejam feitas de um material totalmente refletor, determine a força da pressão da radiacão resultante sobre a superfície. (b) Supondo que as placas sejam feitas de um material totalmente absorvedor, determine a força da pressão da radiação resultante sobre a superfície.



Questão 11: Descreva qualitativamente o espectro eletromagnético, apontando suas características mais marcantes com algumas freqüências características.

Questão 12: Considere uma antena linear de 30m de comprimento que irradia ondas eletromagnéticas de freqüência $\nu = 5 \times 10^5$ Hz. O valor da raiz quadrática média (ou valor médio) da correne é de $20A$. 9a0 Calcule a resistência da radiação da anena na aproximação de dipolo. (b) Calcule a potência irradiada. (c) Calcule o comprimento de onde da radiação. (d) A aproximação de dipolo é adequada?

Boa lista.