Complementos/ Tópicos Avançados de Electromagnetismo

1º teste duração: 2h 14 de Novembro 2020

I

a) Explique sucintamente por que razão a lei de Ampére pré-Maxwell ($\nabla \times \vec{B} = \mu_0 \vec{J}$) em conjunção com a conservação local de carga ($\nabla \cdot \vec{J} + \frac{\partial \rho}{\partial t} = 0$) impõe a necessidade de uma corrente de deslocamento ($\vec{J}_d = \varepsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$).

b) Considere um condensador cilíndrico (como o ilustrado na figura 1) sujeito a uma diferença de potencial harmónica $V(t) = V_0 \cos(\omega t)$. Obtenha a densidade de corrente de deslocamento que se estabelece entre armaduras.

II

Uma carga pontual é colocada no centro de uma esfera dieléctrica (raio R e susceptibilidade eléctrica χ_e). Obtenha o campo eléctrico $\vec{E}$ dentro e fora da esfera, a polarização eléctrica induzida na esfera e as densidades de carga ligadas (volúmica ρ_b e superficial σ_b).

Nota: recorde que $\nabla \cdot \left(\frac{\hat{r}}{r^2}\right) = 4\pi\delta(\vec{r})$.

III

Duas cargas pontuais de sinais opostos estão separadas por uma distância 2d. Obtenha a força que uma carga exerce na outra integrando o tensor de Maxwell sobre o plano equidistante das cargas (ver figura 2).

IV

Um condensador plano carregado (campo eléctrico entre armaduras $\vec{E} = E\hat{z}$) é colocado num campo magnético uniforme $\vec{B} = B\hat{x}$ (ver figura 3).

a) Calcule o momento linear total armazenado no campo electromagnético entre armaduras (de área *A* e separadas entre si de *d*).

b) Se as armaduras forem descarregadas lentamente (ligando-as por um fio de resistência elevada orientado segundo zz´) o que acontecerá ao momento linear armazenado no campo electromagnético?

(ver figuras no verso)