Universidade Federal de Alagoas
Programa de Pós-Graduação do Instituto de Física
Exame de Qualificação de Doutorado - Eletromagnetismo
Professor: Paulo Brandão
10/02/2020

Nome:________________________________

-

1. Dois aros circulares finos encontram-se no plano xy de um sistema de coordenadas, ambos com centro na origem. Um aro tem raio b (m) e uma densidade linear de carga elétrica $+\lambda$ (C/m) e o outro tem raio $2b$ (m) e uma densidade linear de carga elétrica $-\lambda$ (C/m).

   (a) Calcule o potencial eletrostático $\Phi(z)$ no ponto $P = (0, 0, z)$.
   (b) Calcule o campo elétrico $\vec{E}(z)$ no ponto $P = (0, 0, z)$.
   (c) Escreva a equação diferencial satisfeita pela posição $z(t)$ utilizando a segunda lei de Newton para um elétron de carga $q = -e$ (onde e é um número positivo) e massa m, restrito a se mover ao longo do eixo z e sujeito ao campo elétrico do item (b). Somente a força elétrica atua no elétron.
   (d) Calcule a frequência angular ω de pequenas oscilações para a partícula do ítem (c) linearizando a força em torno de $z = 0$.

2. Um capacitor de placas paralelas condutoras tem suas duas placas perpendiculares à direção z. Uma das placas, localizada em $z = 0$, tem um potencial elétrico $\Phi = 0$, enquanto a outra placa, localizada em $z = d$, tem um potencial elétrico $\Phi = \Phi_0$, onde Φ_0 é uma constante. No espaço entre as placas, preenchido por um dielétrico com permissividade elétrica ε, a densidade de carga elétrica livre é dada por

   $$\rho_F(z) = \rho_0 e^{-\alpha z}$$

   onde ρ_0 e α são constantes. Despreze os efeitos de borda.
   (a) Mostre que o potencial entre as placas é da forma

   $$\Phi(z) = A + Bz + f_{\rho_0,\varepsilon,\alpha}(z),$$

   onde A e B são constantes e $f_{\rho,\varepsilon,\alpha}(z)$ é uma função de z. Determine as constantes A e B e a função $f_{\rho,\varepsilon,\alpha}(z)$.
   (c) Determine o **vetor** campo elétrico entre as placas.

3. Suponha que o potencial eletrostático de uma partícula puntual de carga q seja $\Phi(r) = (q/4\pi\varepsilon_0)r^{-(1+\gamma)}$, onde $\gamma \geq 0$, no lugar do potencial usual de Coulomb ($\gamma = 0$). Obtenha o potencial $\Phi(r)$ criado por uma casca esférica de raio R e densidade uniforme de cargas σ onde r é a distância da origem do sistema de coordenadas (centro da esfera) até um ponto de observação. Verifique seus resultados para o caso particular $\gamma = 0$. Dica: Assuma que o ponto de observação está no eixo z. O resultado obtido é utilizado desde o tempo de Cavendish para medir desvios da lei de Coulomb usual.

4. Escreva as 'equações de Maxwell na matéria' definindo todas as quantidades com suas respectivas unidades. Comente brevemente (fisicamente e matematicamente) sobre as relações entre o vetor deslocamento $\vec{D}$ e o campo elétrico $\vec{E}$ e entre o campo indução magnética $\vec{B}$ e o campo magnético $\vec{H}$.

Escreva suas respostas de forma legível e com caneta azul ou preta.