# $2^o$ EXAME DE FÍSICA IV - ELECTROMAGNETISMO

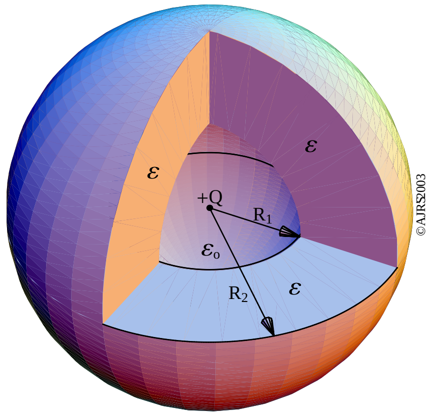
18 de Julho de 2002
Cursos de Eng. Física Tecnológica e de Matemática Aplicada e Computação

ATENÇÃO - LEIA S.F.F. AS INSTRUÇÕES QUE SE SEGUEM:

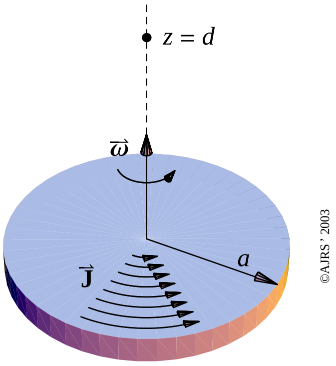
(a) Duração: 3 horas.
(b) Cotação: 5 valores cada pergunta.
(c) Assinale na primeira folha os grupos a que respondeu.
(d) Indique sempre as unidades.

---

**(Problema-1)** Uma carga $+Q$ foi colocada no centro de uma camada dieléctrica esféríca de raios $R_1$ e $R_2$, com $R_2 > R_1$ (figura 1).
A constante dieléctrica tem o valor $\varepsilon$.
Determinar $\mathbb{E}$, $\phi$, $\mathbb{D}$ e $\mathbb{P}$ em função da distância ao centro $r$, e fazer os respectivos gráficos.




**(Problema-2)**




Um disco não condutor de raio $a$ está carregado uniformemente com uma carga positiva $q$. O disco gira com velocidade angular $\omega$ em torno de um eixo normal ao plano do disco e passando pelo centro do mesmo (figura 2).

(a) Qual a expressão para $\mathbb{B}$ num ponto situado sobre o eixo e à distância $d$ do disco?

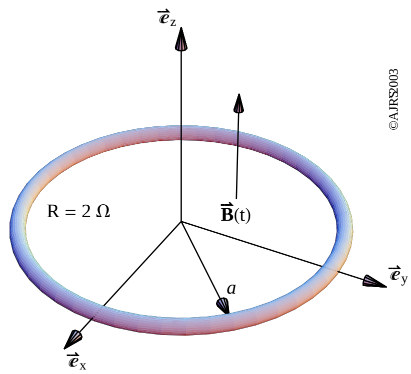
(b) Tomando $a = 10\,cm$, $q = 10 \times 10^{-6}\,C$, $\omega = 20\,\frac{rad}{s}$ e $d = 5\,cm$, calcule $B = |\mathbb{B}|$.

**(Problema-3)** Temos uma espira circular de raio a e resistência R (figura 3 - espira no plano Oxy) e um campo magnético, variável no tempo, dado por $\mathbb{B} = B_o \sin(2\pi\, f\, t)\,\mathbb{k}\ (T)$.

(a) Calcule a expressão para a corrente $i(t)$ em função dos dados do problema.

(b) Com $R = 2\,\Omega$, $a = 4\,cm$, $B_o = 5 \times 10^{-3}\,(T)$ e $f = 50\,s^{-1}$, qual o valor de $i$ em $t = 0$ e em $t = 0.012\,s$? Indique os respectivos sentidos.

(c) Derive a lei de Faraday $f.e.m. = -\frac{d\Phi}{dt}$, onde $\Phi$ = fluxo magnético, a partir das equações de Maxwell.



**(Problema-4)** Dada uma onda e.m. plana e monocromática, propagando-se no vazio, cujo campo eléctrico é $\mathbb{E} = E_o\, e^{i\,(\omega t - k\,\mathbb{n}\cdot\mathbb{r})}$, com $|\mathbb{n}| = 1$,

(a) mostre que as equações de Maxwell implicam que o que o campo é transversal.

(b) Suponha agora que $\mathbb{E}$ é dado por

$$E_x = E_o \sin\left[\omega t - k\left(\frac{\sqrt{2}}{2}\,y - \frac{\sqrt{2}}{2}\,z\right)\right]$$

$$E_y = \frac{\sqrt{2}}{2}\,E_o \cos\left[\omega t - k\left(\frac{\sqrt{2}}{2}\,y - \frac{\sqrt{2}}{2}\,z\right)\right]$$

$$E_z = \frac{\sqrt{2}}{2}\,E_o \cos\left[\omega t - k\left(\frac{\sqrt{2}}{2}\,y - \frac{\sqrt{2}}{2}\,z\right)\right]$$

onde $E_o = 0.001\,(V/m)$ e $\omega = 2\pi \times 10^6\,(rad/s)$. Calcule o comprimento de onda, indique a direcção e sentido de propagação da onda e descreva a sua polarização (incluindo a helicidade). Justifique.

(c) Se a onda incidir normalmente sobre a superfície plana de um meio com $\varepsilon_r = 2.25$, determine as amplitudes das componentes $E''_x$, $E''_y$ e $E''_z$ da onda reflectida.