

## Lista 7- Electromagnetismo I semestre 2

### Questão 1

Vimos nas notas de aula que o torque exercido pelo campo magnético sobre um pequeno circuito pode ser obtido como

$$\mathcal{T}_i = (\vec{m} \times \vec{B})_i \quad (1)$$

a) Considere o campo magnético na direção do eixo z e um circuito quadrado que repousa inicialmente no plano xy, centrado na origem e com os segmentos de reta que o definem paralelos os eixos x ou y. Escolha o sentido da corrente para que o momento magnético seja no sentido do eixo z positivo. Agora imagine que o circuito é lentamente girado em torno do eixo y de 30 graus e posto em repouso. Qual o vetor torque sobre esse circuito? b) Mostre que esse vetor pode ser obtido derivando em relação ao ângulo a energia de interação  $U = -\vec{B} \cdot \vec{m}$ .

### Questão 2

Uma corrente I flui ao longo das arestas de um dos triedros de um paralelepípedo. a) Encontre o momento de dipolo magnético e descreva o campo magnético longe do paralelepípedo. Sugestão: Imagine-o como a superposição de 3 circuitos retangulares.

b) Considere agora que o paralelepípedo tenha cada um dos lados multiplicado por um fator  $\alpha$ , enquanto a corrente é multiplicada por  $1/\alpha^2$ . Muda alguma coisa na descrição do campo a longas distâncias? O que muda se tomarmos o limite  $\alpha$  indo a zero?

**Questão 3** Um ímã apresenta magnetização uniforme e na direção z. O seu formato é esférico. Encontre o campo magnético criado por esse ímã. Descreva-o tanto para pontos interiores como exteriores ao ímã. Sugestão: UTILIZE, justificando a sua utilização, o resultado do campo magnético criado por uma casca esférica com densidade superficial de cargas uniforme e girando com velocidade angular constante.

**Questão 4** Duas cascas cilíndricas concêntricas funcionam como cabo coaxial disposto ao longo do eixo z. A corrente I sobe pela casca interior de raio R e desce pela exterior de raio 2R. O campo magnético pode, por simetria, ser considerado circular em torno do eixo z.

a) Encontre o campo magnético em todo o espaço, considerado o vácuo. (considere todos os valores de s comparado a R e 2R.)

b) Como muda a sua resposta do item a) se entre  $s = R$  e  $s = 2R$ , em vez de vácuo, houver um material dielétrico de suscetibilidade  $\chi$ ? Discuta qual a diferença se o material for paramagnético.

**Questão 5** Um cilindro reto de comprimento L e raio R apresenta magnetização na direção longitudinal que cresce linearmente com a distância s ao eixo, começando com um valor  $M_a$ , em  $s = 0$ , e terminando em  $M_b$ , em  $s = R$ .

a) Localize as correntes superficiais e volumétricas de magnetização. b) Considere agora o caso em que o comprimento é muito grande. Descreva o campo magnético para pontos no interior e no exterior próximo do centro do cilindro. Sugestão: calcule a integral de linha de B em amperianas retangulares com lados compridos na direção longitudinal e curtos na direção radial. Você pode considerar o campo magnético nulo fora.