Lista 8

Fontes de Campo Magnético, Lei de Biot e Savart

Q 29.6) Faça um desenho de um triângulo equilátero colocando em seus vértices fios por onde passa alguma corrente. Disponha os fios de forma que fiquem ortogonais ao plano do triângulo, isto é, os fios entram ou saem da página. Considere diferentes situações: Os três fios conduzem corrente saindo da página; os três fios conduzem corrente saindo da página; um fio transporta corrente saindo da página e dois entrando; dois fios transportam corrente entrando na página e um saindo. Para cada par de fios num mesmo desenho, indique o campo magnético que a corrente de um produz sobre a corrente do outro, e a partir disso indique a força que uma corrente exerce sobre a outra. Conclua sobre a possibilidade dos três fios atraírem-se mutuamente ou repelirem-se mutuamente.

R: Se as correntes nos três fios estiverem no mesmo sentido (entrando ou saindo da página), os fios atraem-se mutuamente; É impossível dispor as correntes de forma que os fios se afastem mutuamente.

Q 29.11) Trata-se de uma comparação semelhante à vantagem e desvantagem (limitação) entre o uso da Lei de Coulomb e da Lei de Gauss para calcular um campo Elétrico. Lembre de qual era a condição necessária para que a Lei de Gauss pudesse ser utilizada, pois a Lei de Ampère pede a mesma condição (agora para uma distribuição de corrente e seu respectivo campo magnético), o que não invalidava o uso da Lei de Coulomb.

29.3) Considere a equação do slide 3 da aula sobre fontes de campo magnético. Calcule vetorialmente o campo magnético que cada partícula produz no instante da figura na origem. Para esse cálculo, aproveite o sistema de referencial cartesiano.

$$\mathbf{R: } \vec{B}_{Resultante} = \frac{\mu_0}{4\pi} \left(\frac{q v}{r^2} - \frac{q' v'}{r'^2} \right) \hat{K} = -1,64 * 10^{-6} T$$

29.40) Utilize novamente a mesma equação do exercício anterior para calcular vetorialmente o campo magnético que a carga q' exerce sobre a carga q . Além disso, utilize a equação da força magnética adequada para calcular a força magnética que é transmitida à carga q .

$$\mathbf{R}: \vec{F}_{\text{Resultante}} = \frac{\mu_0}{4\pi} q q' v v' \frac{x}{(x^2 + y^2)^{3/2}} (-\hat{j}) = 74,88 \text{ nN } \hat{j}$$

29.16) Calcule o campo magnético que o fio 1 (de cima) produz sobre o fio 2 (de baixo), considerando que o fio 1 é infinito (pois é muito longo). Em seguida, calcule a força magnética que esse campo magnético transmite à corrente que percorre o fio 2, considerando o comprimento de 1,20 m pedido no enunciado (trata-se de somar a força transmitida à cada diferencial de comprimento do fio 2 ao longo de 1,20 m de seu comprimento, considerando que a corrente em cada um desses elementos é a mesma, bem como o campo magnético produzido pelo fio 1, isto é, uma força constante em cada diferencial e comprimento do fio 2).

Repita o mesmo calculo, considerando o campo magnético produzido pelo fio 2 sobre o fio 1, e a força transmitida ao fio 1

$$\mathbf{R}: \vec{F}_{\text{Resultante}}^{\text{fio 1 sobre fio 2}} = \frac{\mu_0}{2\pi} i_1 i_2 \frac{\Delta L}{d} (-\hat{j}) = 6 \mu\text{N } (-\hat{j})$$

$$\mathbf{R}: \vec{F}_{\text{Resultante}}^{\text{fio 2 sobre fio 1}} = \frac{\mu_0}{2\pi} i_1 i_2 \frac{\Delta L}{d} (\hat{j}) = 6 \mu\text{N } (\hat{j})$$

29.22)

a) Considere a lei de Ampère. Este item é uma aplicação direta da Lei. $\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 i_{total}$ onde o resultado da integral é dado, e a corrente total é a corrente “líquida” que atravessa a superfície aberta definida pelo caminho fechado que o campo circula, bastando portanto isolá-la.

R: O valor da corrente total que passa pelos dois condutores é 305 A.

b) O campo magnético que circula o caminho é um resultado físico. Não será alterado se a orientação da curva foi alterada. Assim, se a orientação da curva for alterada, o resultado da integral de linha necessariamente é alterado. Isso porque, para que a Lei de Ampère continue válida, a orientação da superfície definida pela curva deve ser alterada (a normal à superfície deve ter a mesma direção mas sentido oposto), pois a orientação da curva deve ser tal que a superfície fique sempre à esquerda da curva, de forma que muda-se também a interpretação do sinal da corrente total que atravessa essa superfície.

R: $\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 (-305 \text{ A}) = -3,83 * 10^{-4} \text{ Tm}$

29.44)

a) Considere que, de acordo com a Lei de Biot-Savart, o campo magnético de uma corrente percorrendo um fio reto num ponto é ortogonal ao vetor posição do ponto em relação ao fio, e segue a regra da mão direita (o polegar aponta no sentido da corrente, e o campo circula no sentido dos outros quatro dedos). Siga esta regra para desenhar os campos produzidos pelas correntes que circulam os fios 2 e 3 na posição onde está o fio 1.

b) O campo magnético da corrente que percorre o fio 2 sobre o fio é mais simples, pois como o vetor posição do fio 1 em relação ao fio 2 é paralelo ao eixo y, segue que o campo magnético em questão ou esta paralelo ao eixo x ou ao eixo z. A regra da mão direita indica qual a direção e sentido desse campo. O módulo desse campo também é conhecido, é o módulo do campo magnético gerado por uma corrente que percorre um fio infinito.

Perceba que o campo magnético que percorre o fio 3 sobre o fio 1 é um pouco mais complicado, pois precisa ser decomposto nas direções x e y. Escolha um ângulo adequado que ajude nessa decomposição. Uma sugestão é lembrar que o vetor posição do fio 1 em relação ao fio 3 é ortogonal ao campo magnético que a corrente do fio 3 produz sobre o fio 1.. O módulo desse campo magnético também é conhecido, é o campo de uma corrente que percorre um fio infinito.

$$\mathbf{R}: \vec{\mathbf{B}}_2 + \vec{\mathbf{B}}_3 = [37,34 (-\hat{\mathbf{i}}) + 128 (\hat{\mathbf{j}})] * 10^{-7} \mathbf{T}$$

c) O cálculo a ser feito é igual ao feito no exercício 29.16, mas agora considere que o campo magnético resultante sobre a corrente que percorre o fio 1 é a soma dos campos produzidos pelas correntes que percorrem o fio 2 e o fio 3, considerando apenas 1 cm do fio 1.

$$\mathbf{R}: \vec{\mathbf{F}} = [0,3734 (\hat{\mathbf{j}}) + 1,28 (\hat{\mathbf{i}})] * 10^{-7} \mathbf{T}$$

29.20) Tanto para o item a) quanto para o item b) considere a equação do slide 10 da aula sobre fontes de campo magnético.

R: a) O campo magnético vale 9,42 mT

b) O campo magnético vale 0,13 mT

29.21) Considere a equação do slide 10 da aula sobre fontes de campo magnético.

R: São utilizadas 137 espiras.

29.60)

a) Qualquer caminho amperiano colocado na região $r < a$ não é atravessado por nenhuma corrente, pois nessa região não existe corrente.

$$\mathbf{R}: \vec{\mathbf{B}} (r < a) = \mathbf{0}$$

b) Considere que se a corrente é uniformemente distribuída, a corrente total na região pode ser escrita em termos da densidade superficial de corrente (que envolve a área da seção reta entre os dois cilindros). Dado um caminho amperiano circular de raio r tal que $a < r < b$, a corrente que o atravessa pode ser escrita em termos da mesma densidade superficial de corrente, agora associada a uma área correspondente. Escrevendo uma equação para cada uma dessas correntes, pode-se dividir uma pela outra para escrever a corrente que atravessa um caminho amperiano circular com r ($a < r < b$) em termos de um caminho amperiano circular de raio b .

Além disso, perceba que tudo se passa como se estivesse sendo calculado o campo de uma corrente percorrendo um fio infinito, com um raciocínio semelhante ao que era feita para calcular campos elétricos usando a Lei de Gauss.

$$\vec{\mathbf{B}} = \frac{\mu_0 \mathbf{i}}{2 \pi r} \left(\frac{r^2 - a^2}{b^2 - a^2} \right) \hat{\mathbf{e}}_\phi$$

c) Considere que se $r > b$, então a corrente interna à um caminho amperiano circular é igual à corrente total que percorre a região $a < r < b$. Tudo se passa como se essa região fosse um fio infinito. Isso está relacionado à continuidade do campo magnético.

$$\vec{\mathbf{B}} = \frac{\mu_0 \mathbf{i}}{2 \pi r} \hat{\mathbf{e}}_\phi$$