Problemas de magnetoestática

Ricardo Mendes Ribeiro

3 de Dezembro de 2021

Magnetoestática

Campo magnético

1. Determine o campo magnético no centro de um laço quadrado, que transporta uma corrente I, e que tem de uma dimensão de $2R$ de lado. **R:** [1]

2. Determine o campo magnético a uma distância s de um fio longo e recto, transportando uma corrente estacionária I.

   R: [2]

3. Determine o campo magnético criado por uma corrente superficial infinita $\boldsymbol{j} = j\boldsymbol{e}_x$, percorrendo o plano xy.

   R: [3]

4. Determine o campo magnético para um solenóide muito longo, consistindo em n voltas de um fio por unidade de comprimento ao longo de um cilindro de raio R, e transportando uma corrente estacionária I.

   R: [4]

5. Uma bobina toroidal consiste num anel circular ou 'donut', em torno do qual um longo fio é enrolado. O enrolamento é apertado e uniforme, de modo a podermos considerar cada volta como um círculo fechado. Determine o campo magnético dentro e fora do enrolamento. A forma da secção do enrolamento é irrelevante, pelo que considere-a rectangular.

   R: [5]

6. Uma corrente estacionária I flui ao longo de um cilindro de raio a. Determine o campo magnético dentro e fora do cilindro quando:

   (a) A corrente está uniformemente distribuída na superfície exterior do cilindro.

   (b) A corrente está distribuída de maneira que j é proporcional a s, a distância ao eixo do cilindro.

   R: [6]

7. Uma placa espessa que se extende de $z = -a$ a $z = +a$ transporta uma corrente volúmica uniforme $\boldsymbol{j} = j\boldsymbol{e}_x$. Determine o campo magnético em função de z, dentro e fora da placa.

   R: [7]

8. Consider dois solenóides coaxiais, cada um transportando uma corrente I, mas circulando em direções opostas. O solenóide interior tem um raio a e n_1 voltas por unidade de comprimento, e o exterior tem raio b e n_2 voltas por unidade de comprimento. Determinar o campo magnético $\boldsymbol{B}$ dentro do solenóide interior, entre os dois solenóides e fora dos dois solenóides.

   R: [8]

Potencial vector

9. Uma superfície esférica de raio R, contém uma carga superficial uniforme σ, e é posta a rodar com uma velocidade angular ω. Determine o potencial vector que produz num dado ponto $\boldsymbol{r}$.

   R: [9]

10. Determine o potencial vector de um solenóide infinito com n voltas de fio por unidade de comprimento, raio R e corrente I.

    R: [10]

11. Determine o potencial vector de um segmento de recta finito, transportando uma corrente I. Coloque o fio no eixo dos z, entre z_1 e z_2.

    R: [11]

12. Qual a densidade de corrente que produz um potencial vector $\boldsymbol{A} = k\boldsymbol{e}_\phi$, em que k é uma constante, em coordenadas cilíndricas?

    R: [12]

13. Determine o potencial vector a uma distância s de um fio infinito recto que transporta uma corrente I. Determine o potencial vector dentro do fio, se ele tiver um raio R e a corrente está distribuída uniformemente.

    R: [13]

Soluções

Notes

[1] $B = \dfrac{\mu_0 I\sqrt{2}}{\pi R}$

[2] $B = \dfrac{\mu_0 I}{2\pi s}$

[3] $\boldsymbol{B} = \dfrac{\mu_0}{2} j\boldsymbol{e}_y$ para $z < 0$, $\boldsymbol{B} = -\dfrac{\mu_0}{2} j\boldsymbol{e}_y$ para $z > 0$

[4] $\boldsymbol{B} = \mu_0 n I\boldsymbol{e}_z$ dentro do solenóide, zero fora

[5] $\boldsymbol{B} = \dfrac{\mu_0 N I}{2\pi s}\boldsymbol{e}_\phi$

[6] $\boldsymbol{B} = \dfrac{\mu_0 I}{2\pi r}\boldsymbol{e}_\phi$, se $r > a$, 0 se $r < a$; $\boldsymbol{B} = \dfrac{\mu_0 I s^2}{2\pi a^3}\boldsymbol{e}_\phi$, se $s < a$, $\boldsymbol{B} = \dfrac{\mu_0 I}{2\pi s}\boldsymbol{e}_\phi$, se $s > a$

[7] $\boldsymbol{B} = -\mu_0 j a$ se $z > a$, $\boldsymbol{B} = \mu_0 j a$ se $z < -a$, $\boldsymbol{B} = -\mu_0 j z$ se $-a < z < a$

[8] $\boldsymbol{B} = -\mu_0 I n_2 \boldsymbol{e}_z$ se $a < r < b$, $\boldsymbol{B} = \mu_0 I(n_1 - n_2)\boldsymbol{e}_z$ se $r < a$, $\boldsymbol{B} = 0$ se $r > b$

[9] $\boldsymbol{A}(r,\theta,\phi) = \dfrac{\mu_0 R\omega\sigma}{3} r\sin\theta\boldsymbol{e}\phi$ para $r \le R$, $\boldsymbol{A}(r,\theta,\phi) = \dfrac{\mu_0 R^4\omega\sigma}{3} r\sin\theta\boldsymbol{e}\phi$ para $r \ge R$

[10] $\boldsymbol{A} = \dfrac{\mu_0 n I}{2} s\boldsymbol{e}\phi$ para $s < R$, $\boldsymbol{A} = \dfrac{\mu_0 n I}{2}\dfrac{R^2}{s}\boldsymbol{e}\phi$ para $s > R$

[11] $\boldsymbol{A} = \dfrac{\mu_0 I}{4\pi}\ln\left[\dfrac{z_2 + \sqrt{z_2^2 + s^2}}{z_1 + \sqrt{z_1^2 + s^2}}\right]\boldsymbol{e}_z$

[12] $\boldsymbol{j} = \dfrac{k}{\mu_0 s^2}\boldsymbol{e}_\phi$

[13] $\boldsymbol{A} = -\dfrac{\mu_0 I}{2\pi}\ln\left(\dfrac{s}{a}\right)\boldsymbol{e}_z$; $\boldsymbol{A} = -\dfrac{\mu_0 I}{4\pi R^2}(s^2 + b^2)\boldsymbol{e}_z$