

Електрика та магнетизм

Практичне заняття №4

Магнітне поле та його характеристики. Рух заряджених частинок у магнітному полі

Задача 11.2

Знайти напруженість магнітного поля в центрі кругового дрютяного витка радіусом 1 см, по якому тече струм 1 А.

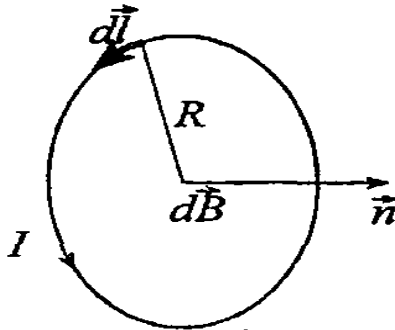
РОЗВ'ЯЗАННЯ

Дано:

$$R=1\text{ см}$$

$$I=1\text{ А}$$

$H=?$



Кожен елемент струму створює в центрі індукцію, направлену вздовж позитивної нормальні до контуру. Тому векторне складання $d\vec{B}$ зводиться до складань їх модулів.

За законом Біо–Савара-Лапласа $d\vec{B} = \frac{\mu\mu_0 I dl}{4\pi R^2}$

Проінтегуємо цей вираз по всьому контуру

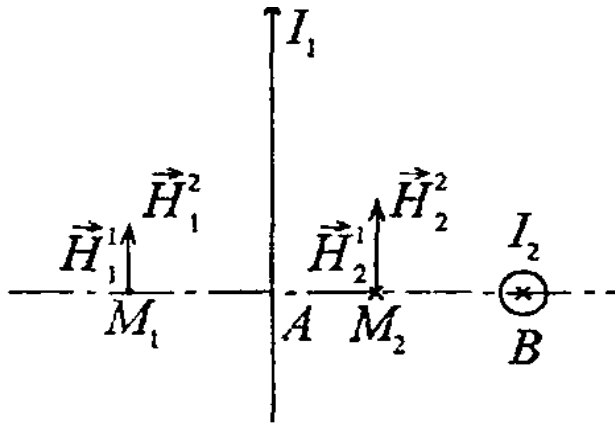
$$B = \int dB = \frac{\mu\mu_0 I}{4\pi R^2} \oint dl = \frac{\mu\mu_0 I}{4\pi R^2} 2\pi R = \frac{\mu\mu_0 I}{2R}$$

Так, як

$$B = \mu\mu_0 H, \text{ то } H = \frac{I}{2R}$$

Задача 11.8

Два прямолінійних нескінченно довгих провідника розташовані перпендикулярно один до одного і знаходяться у взаємно перпендикулярних площинах. Знайти напруженості H_1 і H_2 магнітного поля в точках M_1 і M_2 , якщо струми $I_1=2\text{А}$ і $I_2 = 3\text{А}$. Відстані $AM_1 = AM_2 = 1\text{см}$, $AB=2\text{ см}$.



РОЗВ'ЯЗАННЯ

Дано:

$$I_1=2\text{А}$$

$$I_2 = 3\text{А}$$

$$AM_1 = AM_2 = 1\text{см}$$

$$AB=2\text{ см}$$

$$H_1, H_2-?$$

Напруженість в точці M_1 :

$$\vec{H}_1 = \vec{H}_1^1 + \vec{H}_2^1$$

вектор \vec{H}_1^1 направлений до нас, \vec{H}_2^1

перпендикулярно \vec{H}_1^1 вгору.

Напруженість в точці M_2 : $\vec{H}_2 = \vec{H}_2^1 + \vec{H}_2^2$

вектор \vec{H}_2^1 направлений від нас, вектор \vec{H}_2^2 перпендикулярно \vec{H}_2^1 вгору.

Знайдемо величини:

$$H_1^1 = \frac{I_1}{2\pi AM_1}$$

$$H_1^2 = \frac{I_2}{2\pi(AB + AM_1)}$$

$$H_2^1 = \frac{I_2}{2\pi(AB + AM_1)}$$

$$= \frac{I_1}{2\pi AM_2}$$

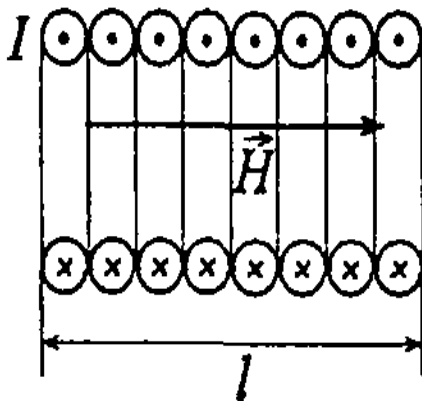
$$H_2^2 = \frac{I_2}{2\pi(AB - AM_2)}$$

$$H_1 = \sqrt{(H_1^1)^2 + (H_1^2)^2}$$

$$H_2 = \sqrt{(H_2^1)^2 + (H_2^2)^2}$$

Задача 11.27

Котушка довжиною 30 см має 100 витків. Знайти напруженість магнітного поля всередині котушки, якщо по ній тече струм 2 А. Діаметр котушки вважати малим у порівнянні з її довжиною



РОЗВ'ЯЗАННЯ

Дано: За умовою діаметр котушки набагато менший її довжини, $l=30$ см тоді котушку можна вважати нескінченно довгим

$N=1000$ соленоїдом, для якого $H = In$

$I=2$ А $n = \frac{N}{l}$ — число витків на одиницю довжини

$H=?$ $H = I \frac{N}{l}$

Задача 11

Електрон, прискорений різницею потенціалів 1кВ влітає в однорідне магнітне поле, напрям якого перпендикулярний до напрямку його руху. Індукція магнітного поля 1,19 мТл. Знайти радіус окружності,

по якій рухається електрон, період обертання і момент імпульсу електрона.

РОЗВ'ЯЗАННЯ

Дано:

$$U=1\text{кВ}$$

$$B=1,19\text{ мТл}$$

R, M, T-?

зі сторони магнітного поля на електрон діє сила

$$\text{Лоренца } \overline{F}_L = -e[\overline{v}, \overline{B}]$$

Напрямок сили Лоренца визначається за правилом векторного добутку векторів. У скалярному вигляді

$$F_L = evB\sin\alpha = evB, \quad \alpha = \frac{\pi}{2}$$

Оскільки початкова швидкість електрона перпендикулярна \overline{B} , то його траєкторія лежить в одній площині. Робота сили Лоренца дорівнює нулю, отже $v = \text{const}$. Електрон рухається з постійним по модулю прискоренням $a = \frac{F_0}{m} = \frac{evB}{m}$ (1), яке перпендикулярне до швидкості.

Радіус кривизни траєкторії електрона можна знайти із відношення

$$a = \frac{v^2}{R} \quad (2)$$

Прирівнявши (1) і (2) отримаємо: $\frac{evB}{m} = \frac{v^2}{R}$

$$R = \frac{mv}{eB}$$

Період обертання електрона по окружності не залежить від швидкості

$$T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi R}{eB}$$

Момент імпульсу електрона $\overline{M} = m[\overline{v}, \overline{R}]$, або, оскільки вектори \overline{v} і \overline{R} перпендикулярні, то $M = mvR$

Швидкість електрона знайдемо з відношення $\frac{mv^2}{2} = eU$

$$v = \sqrt{\frac{2eU}{m}}$$

$$\text{Отже } M = R\sqrt{2eUm}$$