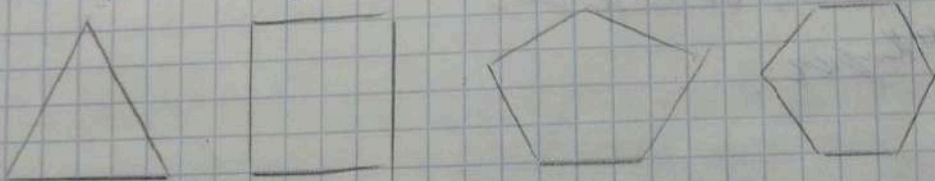


08.02.24.

Домашняя работа №1

Задача 1.

Век \vec{I} течет по проводнику длиной правильного n -угольника, вписанного в окружность радиуса R . Найти магнитное поле в центре многоугольника. Найти значение B при $n \rightarrow \infty$.



Периметр P_n правильного n -угольника, вписанного в окружность радиуса R

$$P_n = n \cdot 2R \sin \frac{180^\circ}{n}$$

$$\Rightarrow P_n = n \cdot 2R \sin \frac{2\pi}{2n}$$

$$\Rightarrow P_n = n \cdot 2R \sin \frac{\pi}{n}$$

$$P = a_n \cdot n \Rightarrow a_n = \frac{P}{n}$$

$$H = R \cos \frac{\pi}{n}$$

$$B = B_1 + B_2 + \dots + B_n = n \cdot B_1$$

индукцию, создаваемую током одной грани

M — расстояние от центра O (центра) до стороны AB правильного n -угольника

$$B_1 = \frac{\mu_0 I}{4\pi R} (\cos \alpha_1 - \cos \alpha_2)$$

знаем $\cos \alpha_1$ и $\cos \alpha_2$ найдем $\cos \alpha_2$ по теореме Пифагора

$$B_1 = \frac{\mu_0 I}{4\pi R} (\cos \alpha + \cos \alpha)$$

$$\cos \alpha = \frac{\frac{a}{2}}{\sqrt{R^2 + \left(\frac{a}{2}\right)^2}} \quad \Downarrow \quad 2\cos \alpha = \frac{a}{\sqrt{R^2 + \left(\frac{a}{2}\right)^2}}$$

$$\Downarrow \quad B_1 = \frac{\mu_0 I}{4\pi R} \left(\frac{a}{\sqrt{R^2 + \left(\frac{a}{2}\right)^2}} \right)$$

(по теореме Пифагора a есть R и H)

$$H = R \cos \frac{\varphi}{n}$$

$$a_n = \frac{R}{n} = \frac{n 2R \sin \frac{\varphi}{n}}{n} = 2R \sin \frac{\varphi}{n}$$

$$B_1 = \frac{\mu_0 I}{4\pi R \cos \frac{\varphi}{n}} \left(\frac{2R \sin \frac{\varphi}{n}}{\sqrt{(R \cos \frac{\varphi}{n})^2 + \left(\frac{2R \sin \frac{\varphi}{n}}{2}\right)^2}} \right) =$$

$$= \frac{2\mu_0 I R \sin \frac{\varphi}{n}}{4\pi R \cos \frac{\varphi}{n}} \left(\frac{1}{\sqrt{(R \cos \frac{\varphi}{n})^2 + (R \sin \frac{\varphi}{n})^2}} \right) =$$

$$= \frac{\mu_0 I \sin \frac{\varphi}{n}}{2\pi R \cos \frac{\varphi}{n}}$$

по теореме Пифагора

$$B_1 = \frac{\mu_0 I \tan \frac{\varphi}{n}}{2\pi R}$$

(по теореме Пифагора, найдем $\tan \frac{\varphi}{n}$ в виде $\frac{a}{b}$)

$$B = n B_1 = \frac{n \mu_0 I \tan \frac{\varphi}{n}}{2\pi R}$$

$$\text{при } n \rightarrow \infty \quad B = \frac{\mu_0 I}{2R}$$

$$\text{Ответ: } \frac{\mu_0 I}{2R}$$

Задача 2

Найти и направление и модуль вектора суммарной индукции B , если модуль тока по оси x —?

$$B = B_1 + B_2 + B_3$$

$$B_2 = \frac{\mu_0 I n R}{4\pi R^2} = \frac{\mu_0 I n}{4\pi R}$$

(поперечный)

$$B_1 = \frac{\mu_0 I}{4\pi R} (\cos \varphi_1 - \cos \varphi_2) = \frac{\mu_0 I}{4\pi R} (1 - (-1)) = \frac{\mu_0 I}{2\pi R}$$

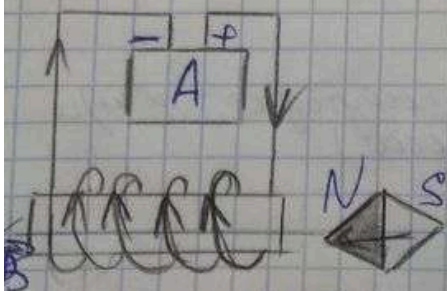
$$B_3 = \frac{\mu_0 I}{4\pi R} (\cos \varphi_3 - \cos \varphi_4) = \frac{\mu_0 I}{4\pi R} (0 - 1) = -\frac{\mu_0 I}{4\pi R}$$

$$B = \sqrt{B_1^2 + (B_2 + B_3)^2} = \sqrt{\left(\frac{\mu_0 I}{2\pi R}\right)^2 + \left(\frac{\mu_0 I}{4\pi R} - \frac{\mu_0 I}{4\pi R}\right)^2} = \frac{\mu_0 I}{4\pi R} \sqrt{1 + (\pi + 1)^2} =$$

$$= \frac{\mu_0 I}{4\pi R} \sqrt{2 + 2\pi + \pi^2}$$

Отсюда $B = \frac{\mu_0 I}{4\pi R} \sqrt{2 + 2\pi + \pi^2}$

Задача 3 Определить направление вектора суммарной индукции если ток течет по оси x и на рисунке

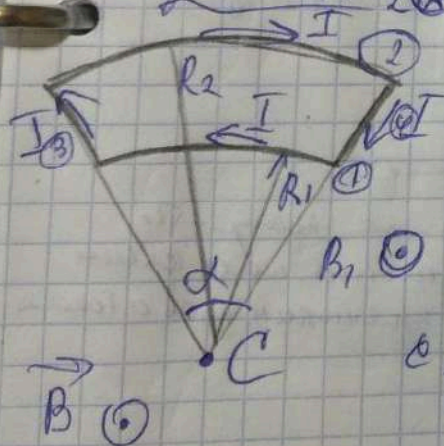


По правилу буравчика в магнитов сир-т направление линий магнитной индукции, или поле соленоида, будет (направление) по правилу буравчика сир-т направление тока в соленоиде.

За направление вектора магнитной индукции и принимается направление, которое показывает Северный полюс N магнитной стрелки.

Таким образом левая клемма — и правая +

Задача 4. Проволока в плоскости имеет форму, показанную на рисунке. Определить B в точке C .



$$B_3 \text{ и } B_4 = 0.$$

$$\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$$

с учетом направления B_1

$$B = B_1 - B_2$$

$$B_1 = \frac{\mu_0 I \varphi}{2R_1 \cdot 360}$$

$$B_2 = \frac{\mu_0 I \varphi}{2R_2 \cdot 360}$$

Таким образом:

$$B = \frac{\mu_0 I \varphi}{2R_1 \cdot 360} - \frac{\mu_0 I \varphi}{2R_2 \cdot 360} = \frac{\mu_0 I \varphi}{720} \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) =$$

$$= \frac{\mu_0 I \varphi (R_2 - R_1)}{720 R_1 R_2}$$

$$\text{Ответ } B = \frac{\mu_0 I \varphi (R_2 - R_1)}{720 R_1 R_2}$$

Решение 1

Будем считать, что вектор скорости электрона v и вектор магнитного поля B перпендикулярны друг другу (т.е. $\sin \alpha = 1$)

$$\Rightarrow F = qvB \quad q = ne \quad \Rightarrow F = ne \cdot vB$$

$$\text{Таким образом: } F = n \cdot 4.6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot 5 \cdot 10^{-5} \text{ Тл} \cdot 10^{-2} \text{ м/с} = n \cdot 8 \cdot 10^{-26} \text{ Н} = n \cdot 8 \cdot 10^{-16} \text{ нН}$$

$$\text{Ответ } F = n \cdot 8 \cdot 10^{-16} \text{ нН}$$

Задача 5

$$R = 4.6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

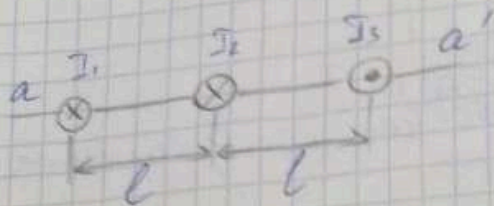
$$q = ne$$

$$B = 5 \cdot 10^{-5} \text{ Тл}$$

$$v = 10^{-2} \text{ м/с}$$

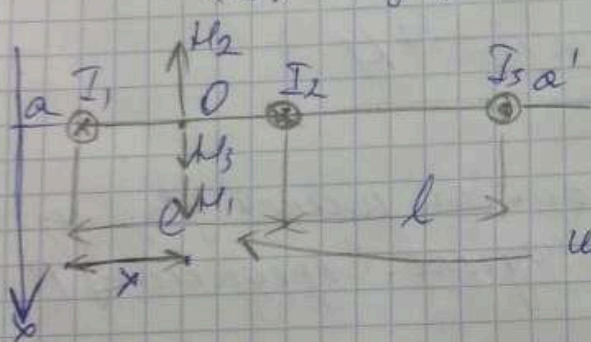
$$F = ?$$

Задача 6)
 Сос. есть 30 провод параллельно бесконечного провод. с
 токами $I_1 = I_2 = I$ и $I_3 = 2I$. Рас. между проводками $l = 8 \text{ см}$.



Нужно найти расстояние x , в.е. точку на прямой aa'
 где напряженность магн. поля будет равно 0.

Указан стрелками направление напряженностей магн. поля.
 ! Поскольку точка не может находиться в пространстве
 между I_2 и I_3 , т.к. тогда векторы магн. \vec{H}_1, \vec{H}_2 и \vec{H}_3 направ.
 в одну сторону и их сумма не может равняться 0.
 \Rightarrow ~~Точка находится между I1 и I2~~ остается проверить между
 (по направлению магн. поля) I_1 и I_2



$$\vec{H}_1 + \vec{H}_2 + \vec{H}_3 = 0$$

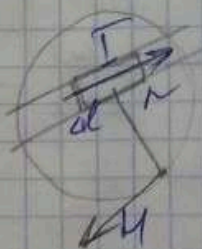
Введ. обозначение от I_1 и до
 искомого точки $-x$

Напряженность магн. поля $-H$
 (Закон Био-Савара-Лапласа)

$$H = \frac{\Delta l I}{4\pi r^2}$$

$$B = \mu_0 \frac{I \Delta l}{4\pi r^2}$$

$$B = \mu_0 H$$



$$H_1 - H_2 + H_3 = 0$$

$$H_1 = \frac{I_1}{2\pi x}$$

$$H_2 = \frac{I_2}{2\pi(l-x)}$$

$$H_3 = \frac{I_3}{2\pi(2l-x)}$$

сп-на магн.-го
 магн. поле от
 проводков. прав. о токах

или

$$\frac{I_1}{2\pi x} - \frac{I_2}{2\pi(l-x)} + \frac{I_3}{2\pi(2l-x)} = 0$$

$$\frac{I_1(l-x)(2l-x) - I_2 x(2l-x) + I_3 x(l-x)}{2\pi x(l-x)(2l-x)} = 0$$

$$\Rightarrow (l-x)(2l-x) - x(2l-x) + 2x(l-x) = 0$$

$$2l^2 - xl - 2xl + \cancel{x^2} + \cancel{2xl} + \cancel{x^2} + 2xl - \cancel{2x^2} = 0$$

$$2l^2 - 3xl = 0$$

$$l(2l - 3x) = 0 \Rightarrow x = \frac{2}{3}l$$

Таким образом: $x = \frac{2}{3} \cdot 0,08 \text{ м} = 0,0533 \text{ м} = 5,33 \text{ см}$

Ответ $x = 5,33 \text{ см}$
(от а (со стороны 1 стержня))