

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 3 – 12
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ НАПРЯЖЕННОСТИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ЗЕМЛИ

Студент Пахомов Владислав Андреевич группа ПВ-223

Допуск _____ Выполнение _____ Защита _____

Цель работы: экспериментально определить горизонтальную составляющую напряженности магнитного поля Земли.

Приборы и принадлежности: компас, катушка, амперметр, реостат, источник постоянного тока, переключатель.

Таблица 1

№ п/п	$I_i, \text{мА}$	$\alpha_i, ^\circ$	$R, \text{см}$	n	$H_{3i} - \langle H_3 \rangle, \frac{\text{А}}{\text{м}}$	$(H_{3i} - \langle H_3 \rangle)^2, \frac{\text{А}}{\text{м}}$	$\langle H_3 \rangle, \frac{\text{А}}{\text{м}}$	$S_{\langle H_3 \rangle}$
1	60	8	50	70	0.2728	0.0744	29.6118	0.2197
2	110	14,5			0.1619	0.0262		
3	160	21			-0.4348	0.1891		
Σ					-10^4	0.2897		

$$H_3 = \frac{In}{2Rtg\alpha}$$

$$H_{31} = \frac{60 \cdot 10^{-3} \text{А} \cdot 70}{2 \cdot 0.5 \text{ м} \cdot tg 8^\circ} = 29,8846 \frac{\text{А}}{\text{м}}$$

$$H_{31} = \frac{110 \cdot 10^{-3} \text{А} \cdot 70}{2 \cdot 0.5 \text{ м} \cdot tg 14,5^\circ} = 29,7737 \frac{\text{А}}{\text{м}}$$

$$H_{31} = \frac{160 \cdot 10^{-3} \text{А} \cdot 70}{2 \cdot 0.5 \text{ м} \cdot tg 21^\circ} = 29,1770 \frac{\text{А}}{\text{м}}$$

$$\langle H_3 \rangle = \frac{H_{31} + H_{32} + H_{33}}{3} = 29.6118 \frac{\text{А}}{\text{м}}$$

$$H_{31} - \langle H \rangle = 0.2728 \frac{\text{А}}{\text{м}}$$

$$H_{32} - \langle H \rangle = 0.1619 \frac{\text{А}}{\text{м}}$$

$$H_{33} - \langle H \rangle = -0.4348 \frac{\text{А}}{\text{м}}$$

$$(H_{31} - \langle H \rangle)^2 = 0.0744 \frac{\text{А}}{\text{м}}$$

$$(H_{32} - \langle H \rangle)^2 = 0.0262 \frac{\text{А}}{\text{м}}$$

$$(H_{33} - \langle H \rangle)^2 = 0.1891 \frac{\text{А}}{\text{м}}$$

$$S_{\langle H_3 \rangle} = \sqrt{\frac{\Sigma(H_{3i} - \langle H_3 \rangle)^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{0.2897}{6}} = 0.2197$$

$$H_3 = \langle H_3 \rangle \pm t_{p,k} S_{\langle H_3 \rangle} = 29.6118 \pm 4.3 \cdot 0.2197 = 29.6118 \pm 0.9447 \frac{\text{А}}{\text{м}}$$

$$\varepsilon = \frac{|H_{3 \text{ ТАБ}} - \langle H_3 \rangle|}{H_{3 \text{ ТАБ}}} \cdot 100\% = \frac{|16 - 29.6118|}{16} \cdot 100\% = 85.0738\%$$

Вывод: в ходе лабораторной работы экспериментально определили горизонтальную составляющую напряжённости магнитного поля земли ($H_3 = 29.6118 \pm 0.9447 \frac{A}{M}$).
Получена большая относительная погрешность ($\varepsilon = 85.0738\%$).

Контрольные вопросы

- 1) Магнитное поле, его основные свойства и характеристики. Принцип суперпозиции для магнитного поля.

Магнитное поле – особый вид материи, не воспринимаемый органами чувств человека и оказывающий силовое воздействие на магниты, проводники с током и движущиеся заряженные частицы и тела

Характеристика и свойства магнитного поля:

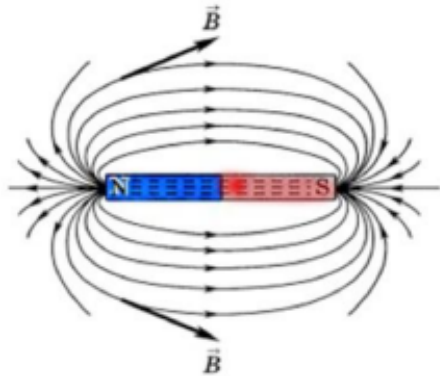
- Вектор магнитной индукции \vec{B} , магнитная индукция B , направление вектора магнитной индукции B
- Вектор напряжённости магнитного поля \vec{H} , напряжённость магнитного поля H

Принцип суперпозиции:

$$\vec{B}_{рез} = \sum \vec{B}_i = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \dots + \vec{B}_n$$

$$\vec{H}_{рез} = \sum \vec{H}_i = \vec{H}_1 + \vec{H}_2 + \dots + \vec{H}_n$$

- 2) Графическое изображение магнитного поля



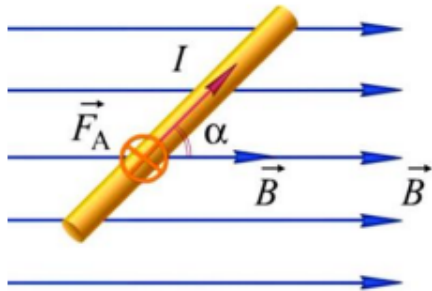
Для однородного магнитного поля

- 3) Силы Ампера и Лоренца

$$F_A = IBl \sin \alpha$$

- сила Ампера

I – сила тока, B – магнитная индукция, l – длина проводника, α – угол между B и I

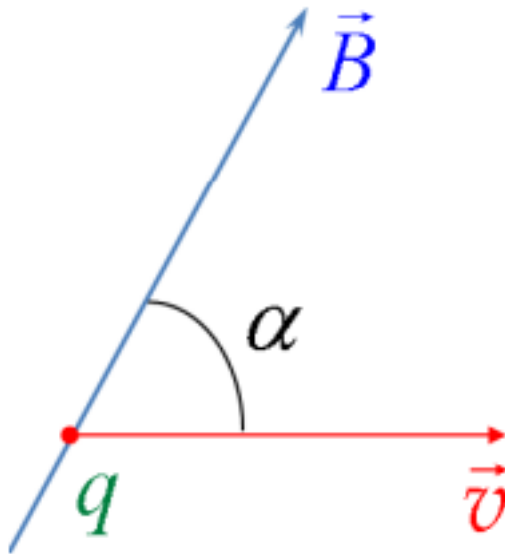


Направление определяется по правилу левой руки, B входит в ладонь, пальцы направлены по напр. силы тока, направление отогнутого на 90 градусов большого пальца совпадёт с направлением F_A

$$F_L = |q|vB \sin \alpha$$

- сила Лоренца

B – магнитная индукция, q – заряд, v – скорость заряда, α – угол между v и B



Сила Лоренца для положительных зарядов определяется по правилу левой руки, для отрицательных – правой.

4) Закон Био – Савара – Лапласа

$$d\vec{B} = \frac{\mu\mu_0}{4\pi} \frac{I [d\vec{l} \vec{r}]}{r^3} \quad \text{или} \quad dB = \frac{\mu\mu_0}{4\pi} \frac{Idl \sin \alpha}{r^2}$$

\vec{dB} – магнитная индукция поля

μ – магнитная проницаемость в-ва

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Гн/м}$$

$d\vec{l}$ – вектор элемента тока, равный по модулю длине dl проводника и совпадающий по направлению с током

\vec{r} – радиус-вектор

α – угол между векторами $d\vec{l}$ и \vec{r}

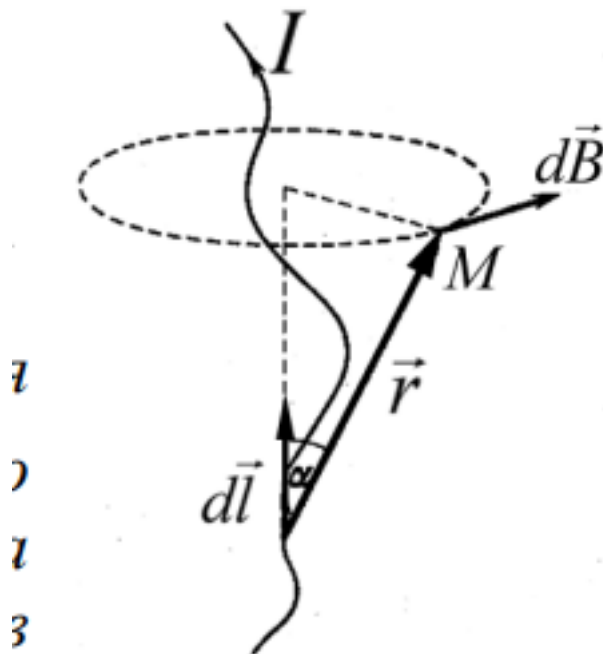


Рис. 1

Направление $d\vec{B}$ определяется по правилу буравчика

5) Магнитное поле прямолинейного отрезка проводника конечной длины, бесконечной длины, и в центре кругового витка с током

Для проводника конечной длины:

$$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi r_0} \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} \sin \alpha \cdot d\alpha$$

Для проводника бесконечной длины:

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi R}$$

Для проводника в центре кругового витка с током

$$B = \frac{\mu_0 I}{2R}$$

6) Магнитное поле Земли, его основные свойства.

Земля обладает собственным магнитным полем, которое защищает поверхность Земли от космической радиации в виде потока быстро движущихся элементарных частиц. Благодаря этой защите существует жизнь на Земле. Не все планеты Солнечной системы имеют свое магнитное поле.

Магнитные и географические полюса Земли не совпадают (расстояние между ними приблизительно равно 150 км, оно растёт.)

В северном геогр. Полушарии – южный магнитный полюс. В южном геогр. Полушарии – северный магнитный полюс.

За время эволюции Земли магнитные полюса неоднократно менялись местами.