



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Калужский филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего профессионального образования
«Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»
(КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана)

ФАКУЛЬТЕТ "МК"
КАФЕДРА МК10 "Высшая математика и физика"

О Т Ч Е Т

ПО ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ

ДИСЦИПЛИНА: "Физика"

Выполнил студент Зудин Д.В. группы ИУК 4-32Б

Проверил преподаватель Горбунов А.К., Шаева Я.А.

Номер и наименование лаб. работы	Рейтинг. баллы	Дата защиты	Подпись
Модуль 4. Электростатика. Постоянный ток			
Лабораторная работа № 12	4	05.10.22	
Лабораторная работа № 1	25	28.12.22	
Модуль 5. Магнитостатика. Уравнения Максвелла			
Лабораторная работа № 2	4	30.11.22	
Лабораторная работа № 3	25	28.12.22	
Модуль 6. Электромагнитные волны. Оптика			
Лабораторная работа № 4	25	21.12.22	
Лабораторная работа № 5	25	21.12.22	

Калуга 20 22 / 23

Лабораторная работа № 4

„Измерение магнитной индукции с помощью
аналитических весов“

Цель работы: определение магнитной индукции
магнитного поля постоянного магнита с помощью аналити-
ческих весов

Приборы и оборудование: постоянный магнит, ана-
литические весы, амперметр, реостат, источник постоянного
тока, ключ, соединительные провода.

Теоретическая часть

Согласно закону, установленному Ампером, на элемент
проводника $d\vec{l}$ с током I , помещенный в магнитное
поле, действует сила:

$$d\vec{F} = I [d\vec{l} \times \vec{B}] \quad (1)$$
, где $d\vec{F}$ - вектор силы,
действующий на элемент тока ($I d\vec{l}$), I - сила тока
в проводнике, $d\vec{l}$ - элемент длины проводника, \vec{B} - вектор
магнитной индукции в месте расположения элемента $d\vec{l}$

Сила $d\vec{F}$ называется силой Ампера. Она направлена,
согласно векторному произведению (1), перпендикулярно

к источнику, в котором ток равен dI и B макс, иначе бросиме от dI к B максимальную площадь поверхности dS на расстоянии r от dI , если считать с конца перпендикулярно вектору dI .

Вектору dI длина можно вычислить по формуле:

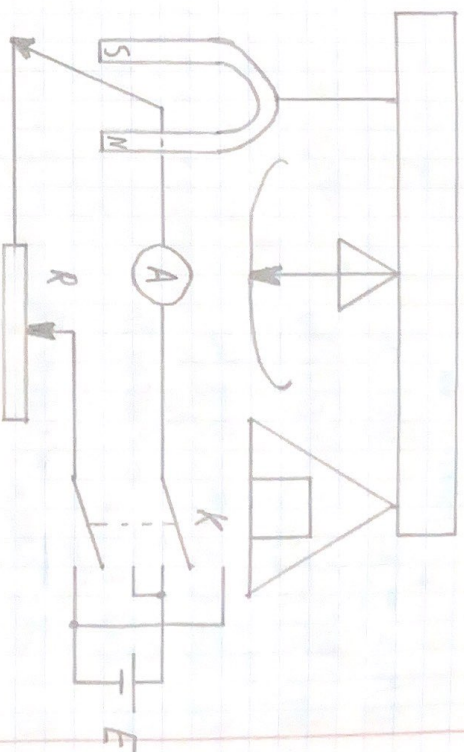
$$d\vec{F} = I d\vec{e} B \sin \alpha \quad (2), \text{ где } \alpha - \text{угол между векторами } d\vec{e} \text{ и } \vec{B}$$

Если проводник с током перемещаемый, а ток в нем поле однородно и величина вектора \vec{B} перпендикулярна к проводнику, то формула (2) приобретает вид:

$$F = I l B \quad (3)$$

Формула (3) можно использовать для определения величины магнитной индукции поле постоянного тока

вектора \vec{B} в проводнике



Измерение магнитной индукции

$I_i, \text{га}$	20	30	40	50
$F_i, \text{га}$	6	9	13	15
I_i, A	0,2	0,3	0,4	0,5
F_i, H	$6 \cdot 10^{-5}$	$9 \cdot 10^{-5}$	$13 \cdot 10^{-5}$	$15 \cdot 10^{-5}$
B_i, T	0,0036	0,0036	0,0033	0,0035
$\Delta B_i, T$	-0,0001	-0,0001	0,0006	-0,0002
$\langle B \rangle, T$	0,00370			
$\Delta B, T$	0,00038			

Результаты

$$1) \beta_i = \frac{F}{I \cdot l}, \quad l = 0,035 \text{ м}$$

$$\beta_1 = \frac{0 \cdot 10^{-5} \text{ Н}}{0,2 \text{ А} \cdot 0,035 \text{ м}} \approx 0,0086 \text{ Тл}$$

$$\beta_2 = \frac{9 \cdot 10^{-5} \text{ Н}}{0,3 \text{ А} \cdot 0,035 \text{ м}} \approx 0,0086 \text{ Тл}$$

$$\beta_3 = \frac{13 \cdot 10^{-5} \text{ Н}}{0,4 \text{ А} \cdot 0,035 \text{ м}} \approx 0,0093 \text{ Тл}$$

$$\beta_4 = \frac{15 \cdot 10^{-5} \text{ Н}}{0,5 \text{ А} \cdot 0,035 \text{ м}} \approx 0,0085 \text{ Тл}$$

$$2) \bar{\beta} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \beta_i$$

$$\bar{\beta} = \frac{0,0086 \text{ Тл} + 0,0086 \text{ Тл} + 0,0093 \text{ Тл} + 0,0085 \text{ Тл}}{4} \approx 0,0087 \text{ Тл}$$

$$3) \Delta \beta_i = \beta_i - \bar{\beta}$$

$$\Delta \beta_1 = 0,0086 \text{ Тл} - 0,0087 \text{ Тл} = -0,0001 \text{ Тл}$$

$$\Delta \beta_2 = 0,0086 \text{ Тл} - 0,0087 \text{ Тл} = -0,0001 \text{ Тл}$$

$$\Delta \beta_3 = 0,0093 \text{ Тл} - 0,0087 \text{ Тл} = 0,0006 \text{ Тл}$$

$$\Delta \beta_4 = 0,0085 \text{ Тл} - 0,0087 \text{ Тл} = -0,0002 \text{ Тл}$$

$$4) \Delta S_B = \sqrt{\frac{\sum (\Delta \beta_i)^2}{n(n-1)}}$$

$$\Delta S_B = \sqrt{\frac{0,000004 \text{ Тл}^2}{12}} \approx 0,000160728 \text{ Тл} = 0,00016 \text{ Тл}$$

$$5) \Delta B = t_k(n) \cdot \Delta S_B, \quad t_k(n) = 2,35$$

$$\Delta B = 2,35 \cdot 0,00016 \text{ Тл} \approx 0,000376 \text{ Тл} = 0,00038 \text{ Тл}$$

$$6) B = (\bar{\beta} \pm \Delta B) \cdot 10^{-3} \text{ Тл}$$

$$B = (0,00870 \pm 0,00038) \cdot 10^{-3} \text{ Тл}$$

$$7) \varepsilon = \frac{\Delta B}{B} \cdot 100\%$$

$$\varepsilon = \frac{0,00038 \text{ Тл}}{0,00870 \text{ Тл}} \cdot 100\% = 4,36\%$$

Вывод: в ходе выполнения лабораторной работы были сделаны измерения магнитного поля с помощью датчика Холла, что позволило с помощью анализатора данных получить результаты.

Величина магнитного поля измерена с помощью датчика Холла, а также были получены результаты $B = (0,00870 \pm 0,00038) \cdot 10^{-3} \text{ Тл}$ и $\varepsilon = 4,36\%$.

Ссылки на компоненты работы

1) Закон Ампера:

сила $d\vec{F}$, с которой движущееся поле действует на элемент проводника $d\vec{l}$ с током I , прямо пропорциональна

силе тока I в проводнике и векторному произведению
элемента длины $d\vec{l}$ проводника на магнитную индук-
цию \vec{B} .

$$d\vec{F} = I [d\vec{l} \times \vec{B}]$$

$$\textcircled{2} M = F l$$

$$F_A = I d l B \sin \alpha$$

$$F_A = I \cdot 2b \cdot B \sin \alpha$$

$$l = \frac{a}{2}$$

$$M = F l = I \cdot 2b \cdot B \cdot \sin \alpha \cdot \frac{a}{2} = I \cdot ab \cdot B \sin \alpha$$

$$ab = S \Rightarrow M = I B S \sin \alpha$$

$$\textcircled{3} \alpha = 0^\circ \text{ или } \alpha = 180^\circ:$$

$$F_A = I B l \sin \alpha = 0$$

