



ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТА

- Измерение силы, действующей на проводник с током, как функции величины тока.
- Измерение силы, действующей на проводник с током, как функции его длины.
- Калибровка магнитного поля.

ЦЕЛЬ ОПЫТА

Измерение силы, действующей на проводник с током, расположенный в магнитном поле

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ

Токовые весы основаны на опытах *Андре Мари Ампера* с электрическим током. При этом с помощью весов измеряется электродинамическая сила, иногда называемая силой Лоренца, действующая на проводник с током, расположенный в магнитном поле. В этом опыте проводник с током подвешен на жесткой системе подвеса и прикладывает равное и противоположно направленное усилие к постоянным магнитам, когда магнитным полем создается электродинамическая сила. В результате возникает очевидное изменение веса постоянного магнита.

ТРЕБУЕМОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

| Количество | Наименование | № по каталогу |
|------------|--|---------------|
| 1 | Набор оборудования для токовых весов | U17209 |
| 1 | Электронные весы Scout Pro на 200 г (230 В, 50/60 Гц) | U42048-230 |
| 1 | Источник питания постоянного тока, 0–20 В, 0–5 А (230 В, 50/60 Гц) | U33020-230 |
| 1 | Стержень из нержавеющей стали, 250 мм | U15001 |
| 1 | Стойка-треножник, 150 мм | U13270 |
| 1 | Двухполюсный переключатель | U8495901 |
| 3 | Пара соединительных проводов для опытов, 75 см | U13813 |

1

Технические сведения об оборудовании изложены на сайте 3bscientific.com

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ

Электрические весы основаны на экспериментах *Андре Мари Ампера* с электрическим током. При этом с помощью весов измеряется сила, действующая на проводник с током в магнитном поле. В опыте современными электронными точными весами взвешивается постоянный магнит. Измеренный вес меняется в соответствии с третьим законом Ньютона, когда электродинамическая сила действует на проводник с током при его введении в магнитное поле.

На весах находится постоянный магнит, создающий горизонтальное магнитное поле B . В этом устройстве горизонтальный проводник длиной L с током, подвешенный на жесткой перекладине, погружается вертикально в магнитное поле. Электродинамическая сила магнита действует на проводник

$$(1) \quad F_L = N \cdot e \cdot v \times B,$$

e : элементарный заряд,

N : общее количество электронов, участвующих в электропроводности

Средняя дрейфовая скорость v тем больше, чем больше ток I , протекающий через проводник:

$$(2) \quad I = n \cdot e \cdot A \cdot v$$

n : количество электронов, участвующих в электропроводности,
 A : поперечное сечение проводника

Из

$$(3) \quad N = n \cdot A \cdot L$$

L : длина проводника

получаем

$$(4) \quad F_L = I \cdot L \cdot e \times B$$

или

$$(5) \quad F_L = I \cdot L \cdot B$$

поскольку единичный вектор e , направленный к проводнику, расположен перпендикулярно магнитному полю. В соответствии с третьим законом Ньютона, равная и противоположно направленная сила F действует на постоянный магнит. В зависимости от знака вес G постоянного магнита, измеренный весами, увеличивается или уменьшается. Благодаря функции тарировки весов вес G можно электронно сместить так, что весы немедленно покажут противоположно направленную силу F .

ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ

Было показано, что зависимость электродинамической силы, или силы Лоренца, от тока точно описывается прямой линией, проходящей через начало координат (рис. 2). Это не так для зависимости от длины проводника (рис. 3), в связи с проявлением краевых эффектов на концах проводника. Магнитное поле полностью собранного постоянного магнита рассчитывается по линейным градиентам $a_2 = B/L$ на рис. 2 и $a_3 = B/l$ на рис. 3.

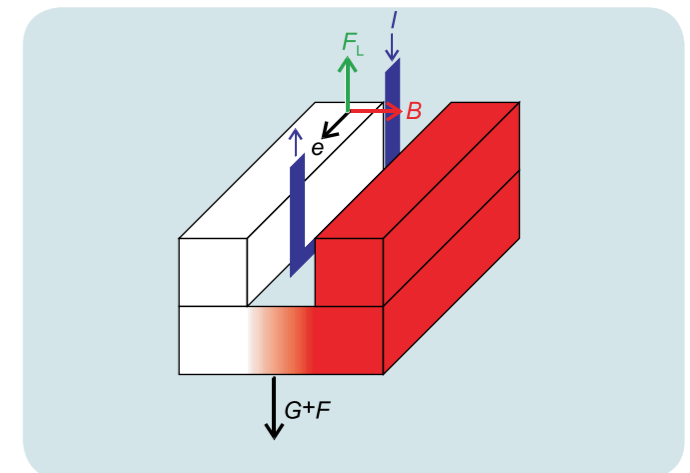


Рис. 1. Схематическое изображение электродинамической силы F_L , действующей на проводник с током, и общей силы $G + F$, действующей на весы.

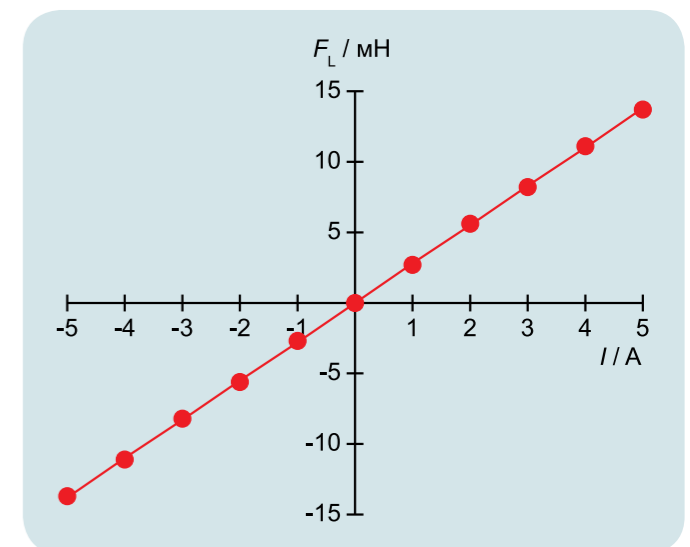


Рис. 2. Сила F_L как функция силы тока I

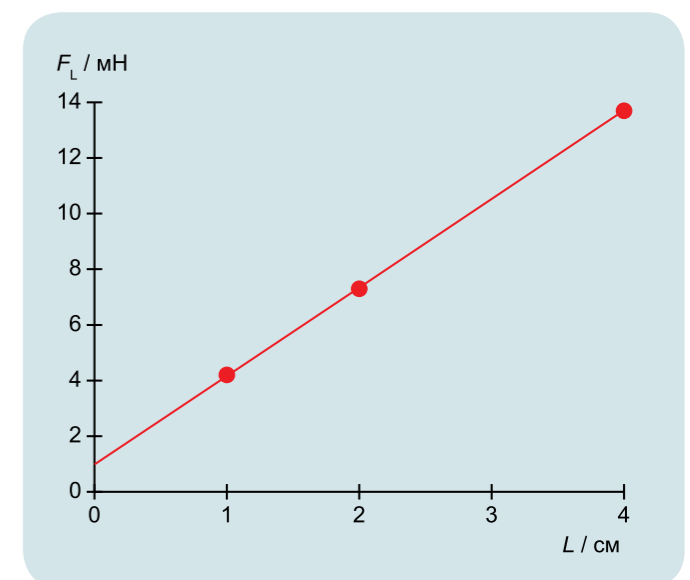


Рис. 3. Сила F_L как функция длины проводника L