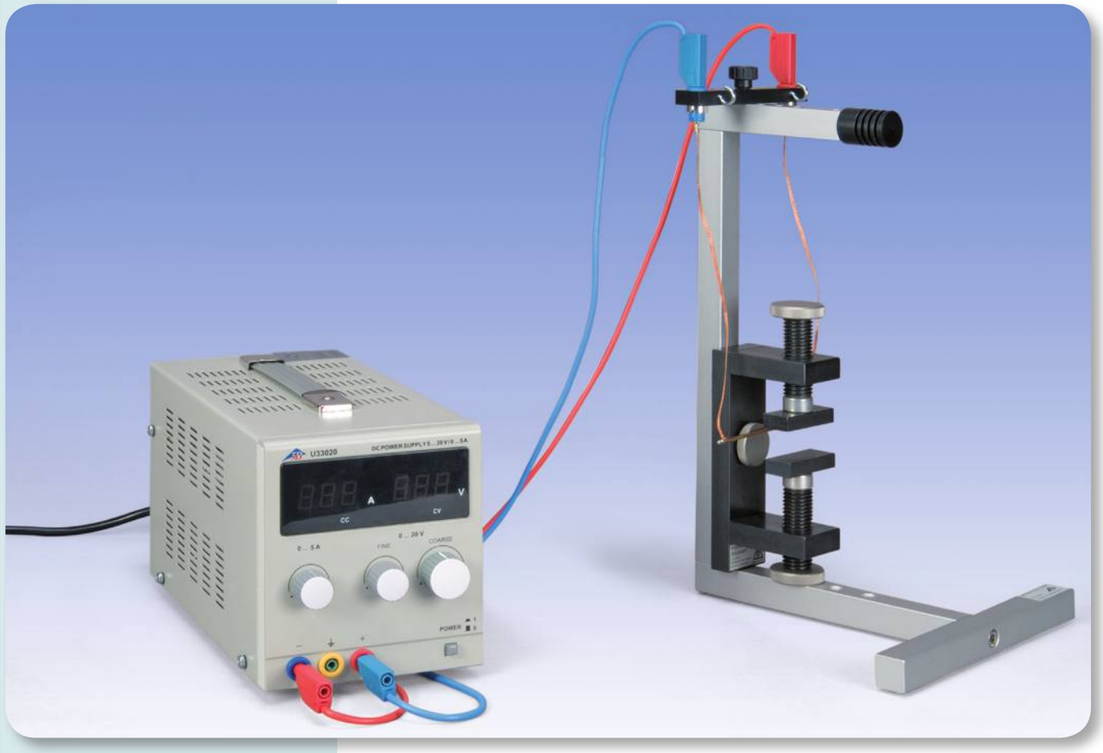
UE3030300 **СИЛА ЛОРЕНЦА**



ЦЕЛЬ ОПЫТА

Измерение силы, действующей на проводник с током в магнитном поле

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ

В этом опыте измеряется сила Лоренца, действующая на медный стержень с током, подвешенный в горизонтальном положении на паре вертикальных проводов (подобно качелям) и помещенный в магнитное поле. При включении тока «качели» отклоняются от вертикального положения, и силу Лоренца можно рассчитать по углу отклонения. Ток, протекающий в стержне, напряженность магнитного поля и эффективную длину проводника в магнитном поле можно изменять и измерять получаемые результаты.

ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТА

- **Определение направления силы Лоренца.**
- **Измерение зависимости силы от тока.**
- **Измерение зависимости силы от эффективной длины проводника.**
- **Измерение зависимости силы от расстояния между полюсными наконечниками постоянного магнита.**

НЕОБХОДИМОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Кол-во	Наименование	№ по каталогу
1	Комплект оборудования для опытов по электромагнетизму	**U10371**
1	Постоянный магнит с регулируемым расстоянием между полюсами	**U10370**
1	Источник питания постоянного тока, 0–20 В, 0–5 А (230 В, 50/60 Гц)	**U33020-230 или**
	Источник питания постоянного тока, 0–20 В, 0–5 А (115 В, 50/60 Гц)	**U33020-115**
1	Пара безопасных соединительных проводов для опытов длиной 75 см, красный/синий	**U13816**

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ

Электроны, движущиеся в магнитном поле, отклоняются в направлении, перпендикулярном силовым линиям магнитного поля, а также перпендикулярном направлению движения. Однако отклоняющую силу, действующую на один электрон – силу Лоренца – нелегко измерить на практике, так как она очень мала, даже в случае электрона, который движется очень быстро в очень сильном магнитном поле. Иная ситуация имеет место, когда проводник с током помещаются в однородное магнитное поле. В проводнике имеется большое количество носителей заряда, которые движутся с одной и той же скоростью дрейфа *v*. На проводник действует сила, которая является результатом сложения составляющих силы Лоренца, действующих на все отдельные носители заряда.

В прямолинейном проводнике длиной L и площадью поперечного сечения A общее количество электронов равно:

(1) $$N = n \cdot A \cdot L$$

n: количество электронов в единице объема

Если электроны движутся со скоростью дрейфа v в направлении длины проводника, ток I в проводнике выражается следующим образом:

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

e: элементарный заряд электрона.

Если проводник находится в магнитном поле с плотностью потока B, совокупная сила Лоренца, действующая на все «дрейфующие» электроны, выражается следующим образом:

(3) $$F = N \cdot e \cdot v \times B$$

Если ось проводника перпендикулярна направлению магнитного поля, выражение (3) можно упростить следующим образом:

(4) $$F = I \cdot B \cdot L$$

Тогда сила F перпендикулярна оси проводника и направлению силовых линий магнитного поля.

В этом опыте измеряется сила Лоренца F, действующая на медный стержень с током, подвешенный в горизонтальном положении на паре вертикальных проводов (подобно качелям) и помещенный в магнитное поле (см. рис. 1). Когда включается ток, «качели» отклоняются на угол φ от вертикального положения под действием силы Лоренца F, которую можно рассчитать из уравнения (5).

(5) $$F = m \cdot g \cdot \tan\varphi$$

m = 6,23 г, масса медного стержня.

Магнитное поле B создается постоянным магнитом и может изменяться путем изменения расстояния d между полюсными наконечниками магнита. Можно также поворачивать полюсные наконечники на 90°, изменяя таким образом ширину b в направлении проводника и, следовательно, эффективную длину L проводника, т. е. ту его часть, которая находится в магнитном поле. Эта эффективная длина L несколько больше, чем ширина b между полюсными наконечниками, так как магнитное поле «выступает», образуя неоднородную область за краями полюсных наконечников. Протяженность этой неоднородной части поля возрастает с увеличением расстояния d между полюсными наконечниками. Хорошим приближением является следующее:

(6) $$L = b + d$$

ОЦЕНОЧНЫЙ РАСЧЕТ

Угол φ можно определить по длине маятника s (длине проводов, на которых подвешен медный стержень) и горизонтальному отклонению медного стержня x:

$$\frac{x}{\sqrt{s^2 - x^2}} = \tan\varphi$$

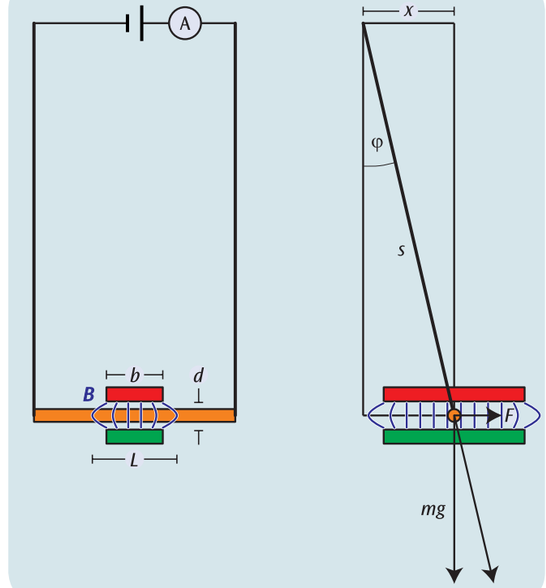


Рис. 1: Установка для постановки опыта, вид сбоку и сверху

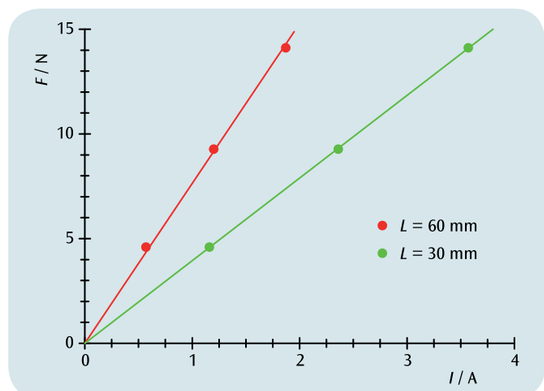


Рис. 2: Зависимость силы, действующей на проводник с током, от силы тока I при двух различных эффективных длинах проводника L. Наклоны прямых линий, проходящих через начало координат, пропорциональны L.