

ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТА

- Демонстрация отклонения электронов в однородном магнитном поле по замкнутой круговой траектории.
- Определение зависимости тока Гельмгольца I_H от ускоряющего напряжения электронной пушки U при постоянном радиусе траектории r .

ЦЕЛЬ ОПЫТА

Определение удельного заряда электрона

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ

В электровакуумном приборе с узким пучком траекторию электронов в однородном магнитном поле можно наблюдать в виде четко очерченного луча. Это означает, что радиус круговой траектории можно непосредственно измерить обыкновенной линейкой. По радиусу траектории r магнитному полю B и ускоряющему напряжению электронной пушки U можно рассчитать удельный заряд электрона e/m .

НЕОБХОДИМОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Кол-во	Наименование	№ по каталогу
1	Электровакуумный прибор с узким пучком, на подставке для подключения	U8481430
1	Катушки Гельмгольца размером 300 мм	U8481500
1	Источник питания пост. тока с напряжением 0–500 В (230 В, 50/60 Гц)	U33000-230 или
	Источник питания пост. тока с напряжением 0–500 В (115 В, 50/60 Гц)	U33000-115
1	Универсальный аналоговый измерительный прибор AM50	U17450
1	Набор из 15 безопасных соединительных проводов для опытов длиной 75 см	U138021

2

ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ

Электроны в электровакуумном приборе с узким пучком отклоняются по круговой траектории в однородном магнитном поле. Прибор заполняется неоном при точно определенном давлении так, что атомы газа ионизируются при столкновении с электронами вдоль траектории их движения, что заставляет атомы излучать свет. Это означает, что траекторию электронов можно увидеть прямо в приборе и радиус ее кривизны можно просто измерить линейкой. Поскольку ускоряющее напряжение электронной пушки U и напряженность магнитного поля B известны, радиус траектории r можно использовать для определения удельного заряда электрона e/m :

Электрон, движущийся со скоростью v в направлении, перпендикулярном силовым линиям магнитного поля B , подвергается воздействию силы Лоренца, которая действует в направлении, перпендикулярном как направлению движения электрона, так и направлению силовых линий магнитного поля:

$$(1) \quad F = e \cdot v \cdot B$$

e : заряд электрона

Это создает центростремительную силу, действующую на электрон

$$(2) \quad F = \frac{m \cdot v^2}{r}$$

m : масса электрона,

заставляя его двигаться по круговой траектории радиусом r . Поэтому

$$(3) \quad e \cdot B = \frac{m \cdot v}{r}$$

Скорость v зависит от ускоряющего напряжения U , поданного на электронную пушку:

$$(4) \quad v = \sqrt{2 \cdot \frac{e}{m} \cdot U}$$

Тогда удельный заряд электрона определяется выражением:

$$(5) \quad \frac{e}{m} = \frac{2 \cdot U}{(r \cdot B)^2}$$

ОЦЕНОЧНЫЙ РАСЧЕТ

Магнитное поле B создается парой катушек Гельмгольца и пропорционально току I_H , текущему через каждую из катушек. Коэффициент пропорциональности k можно определить по радиусу катушек $R = 147,5$ мм и числу витков каждой катушки, которое равно $N = 124$:

$$B = k \cdot I_H \quad \text{где} \quad k = \left(\frac{4}{5}\right)^{\frac{3}{2}} \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Vs}}{\text{Am} \cdot \text{R}}$$

Это означает, что все составляющие, необходимые для расчета удельного заряда, известны.

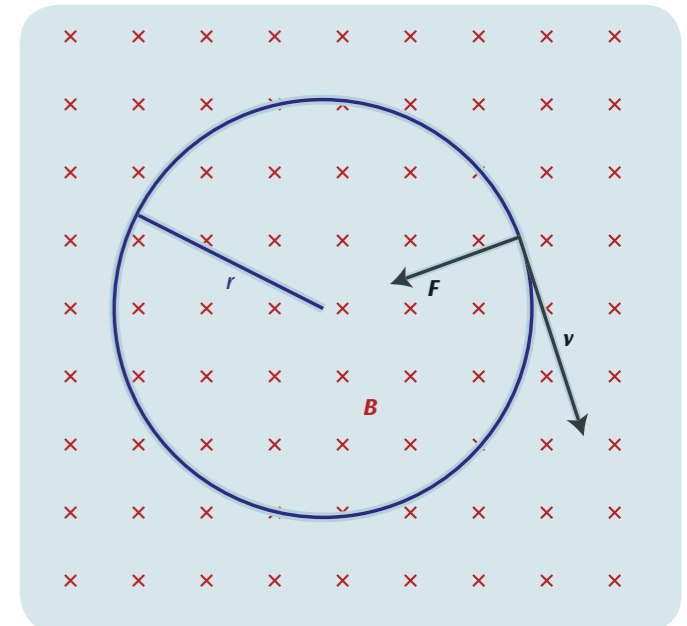


Рис. 1: Отклонение электрона, движущегося со скоростью v в магнитном поле B под действием силы Лоренца F по замкнутой круговой траектории радиусом r



Рис. 2: В электровакуумном приборе с узким пучком светящийся след электронов в магнитном поле имеет круглую форму