

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України
Державний вищий навчальний заклад
«Національний гірничий університет»

Методичні вказівки
до лабораторної роботи
№ 3.48

**ВИЗНАЧЕННЯ ВІДНОШЕННЯ ЗАРЯДУ ЕЛЕКТРОНА ДО ЙОГО МА-
СИ МЕТОДОМ ВІДХИЛЕННЯ ПУЧКА ЕЛЕКТРОНІВ У МАГНІТНОМУ
ПОЛІ ЗЕМЛІ**

Матеріали методичного забезпечення дисципліни “Фізика” для студентів усіх спеціальностей. / Укладачі: А.В. Чернай, Л.І. Барташевська, А.С. Зайцев, В.М. Мандрікевич, – Д.: НГУ, 2007.– 43 с.

Укладачі:

Кандидати фіз.-мат. наук

Л.І. Барташевська;

А.С. Зайцев.

Старші викладачі

В.М. Мандрікевич;

Т.В. Морозова.

Д-р фіз.-мат. наук, професор

А.В. Чернай.

Усі укладачі приймали участь в розробці методичних вказівок до лабораторних робіт та удосконаленні їх макетів.

Затверджено методичною комісією з напряму підготовки 8.092204 №3 від 19.12.11 р. за поданням кафедри фізики (протокол № 4 від 6.12 2011 р.)

Відповідальний за випуск: завідувач кафедрою фізики, канд.фіз.-мат., наук, проф. І.П. Гаркуша.

Визначення відношення заряду електрона до його маси методом відхилення пучка електронів у магнітному полі Землі

Прилади і приладдя: 1) електронно-променева трубка; 2) блок живлення.

Мета роботи: 1) вивчення руху заряджених частинок у магнітному полі; 2) визначення відношення заряду електрона до його маси (питомого заряду) методом відхилення пучка електронів у магнітному полі Землі.

Опис приладу і теоретичні відомості

Однією з важливих характеристик електрона є його питомий заряд, який дорівнює відношенню заряду електрона e до його маси m . Експериментальне визначення e/m належить до класичних дослідів фізики. Існує кілька методів визначення e/m . Усі вони базуються на дії електричного і магнітного полів на рухомий електрон.

У цій роботі метод визначення питомого заряду електрона базується на використанні електронно-променевої трубки, в якій немає екранного захисту від магнітного поля Землі.

Сила, що діє з боку електромагнітного поля на частинку із зарядом e , визначається формулою Лоренца

$$\mathbf{F} = e\mathbf{E} + e[\mathbf{v}\mathbf{B}]. \quad (1)$$

Перший доданок – сила, що діє на заряд e з боку електричного поля, другий – сила, що діє на заряд e з боку магнітного поля.

Розглянемо випадок, коли електрон рухається в поперечному магнітному полі, а електричне поле відсутнє, тобто $\mathbf{v} \perp \mathbf{B}$, а $\mathbf{E} = 0$. Модуль сили Лоренца в цьому випадку

$$F = evB. \quad (2)$$

Відповідно основному закону динаміки $\mathbf{F} = m\mathbf{a}$. Оскільки в даному випадку на заряд e діє магнітна складова сили Лоренца і саме вона викривляє траєкторію руху, а значить надає заряду нормальне прискорення $a_n = v^2/R$, то основний закон динаміки має вигляд:

$$evB = mv^2/R, \quad (3)$$

де R – радіус кривизни траєкторії електрона.

Звідси випливає $e/m = v/(RB)$. Знаючи v , R і B , можна знайти відношення заряду електрона до його маси.

Для визначення швидкості електрона необхідно скористатися співвідношенням

$$m v^2/2 = eU, \quad (4)$$

де $m v^2/2$ – кінетична енергія електрона, яку одержує електрон після проходження різниці потенціалів U .

Порівнюючи вирази (3) і (4), одержимо

$$\frac{e}{m} = \frac{2U}{(RB)^2} \quad (5)$$

З прямокутного трикутника ABC (рис. 1)

$$R^2 = a^2 + (R-Z)^2 \quad (6)$$

або

$$R = \frac{a^2 + Z^2}{2Z}, \quad (7)$$

де a – відстань від керуючої сітки трубки до екрана; Z – відхилення пучка електронів від прямолінійного напрямку, відліченого вздовж екрана;

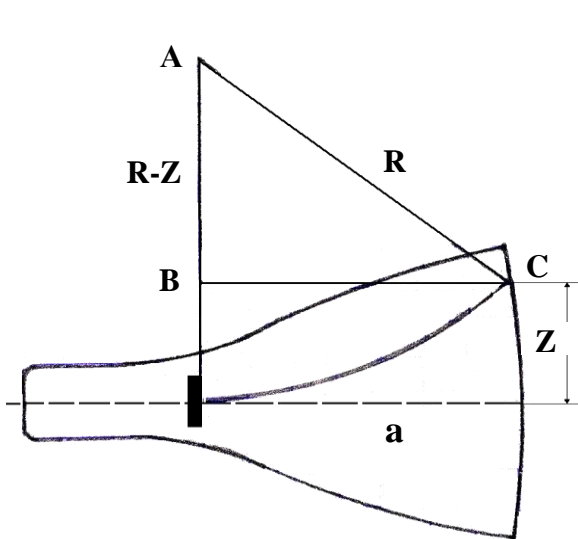


Рис. 1

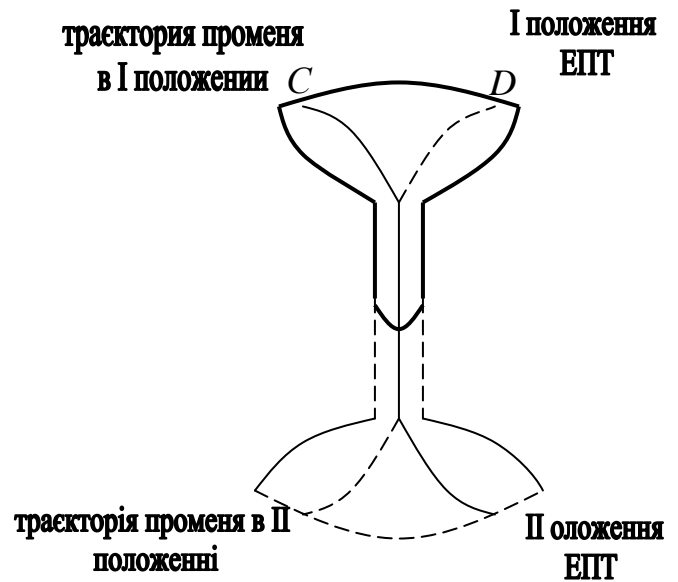


Рис. 2

Z – визначається як половина відстані між двома точками на екрані, що відповідають двом протилежним відхиленням пучка (рис. 2).

Вимірювання

1. Установити вісь трубки горизонтально в площині магнітного меридіана (екраном на північ).

2. Ручкою «Фокус II» на блоці живлення установити прискорювальну різницю потенціалів ($U=800-1000$ В).

3. Ручкою «Фокус I» на блоці живлення сфокусувати світлу пляму на екрані трубки. По сітці визначити положення світної точки С.

4. Повернути трубку на 180° (екраном на південь) і відзначити нове положення точки D. Очевидно, $Z = \frac{1}{2} CD$.

5. Знайти величину R за формулою (7). Для даної трубки, $a = 23$ см. Вертикальна складова магнітної індукції B магнітного поля Землі, для даної географічної широти, дорівнює $0,5 \cdot 10^{-4}$ Тл.

6. Визначити $\frac{e}{m}$ за формулою (5).

7. Дослід повторити при різних значеннях U .
Дані вимірів занести в таблицю

№ виміру	$U, В$	$R, м$	$B, Тл$	$Z, м$	$\left(\frac{e}{m}\right)i, Кл/кг$	$\left\langle\left(\frac{e}{m}\right)\right\rangle, Кл/кг$	$\Delta\frac{e}{m}, Кл/кг$	$E, \%$
1								
2								
3								
4								

Остаточний результат записати у вигляді

$$\left\langle\left(\frac{e}{m}\right)\right\rangle \pm \Delta\frac{e}{m} \frac{Кл}{кг} \text{ при } \alpha = \dots$$

Контрольні питання

1. Яка величина називається питомим зарядом?
2. Як визначити напрямок дії сили Лоренца?
3. Чи обмінюються енергією з магнітним полем заряджені частинки, що рухаються в ньому?
4. Від чого залежить радіус кривизни траєкторії заряду, який рухається у магнітному полі?
5. Яка траєкторія руху електронів в електронно-променевої трубки?

Література

1. Кучерук І.М., Горбачук І.Т., Луцик П.П. Загальний курс фізики. – К.:Техніка, 2001. – Т.2, розд.2.
2. Савельев І.В. Курс общей физики.– М.: Наука, 1997.- Т.2, 4.1, гл.5.