

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Національний університет «Одеська політехніка»  
Кафедра фізики

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**  
**до лабораторних робіт**  
з розділу «Ядерна фізика»  
для здобувачів усіх спеціальностей

**Лабораторна робота**  
**«Дослідження треків заряджених частинок по фотографіям»**

Одеська політехніка 2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Національний університет «Одеська політехніка»  
Кафедра фізики

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**  
**до лабораторних робіт**  
**з розділу «Ядерна фізика»**  
**для здобувачів усіх спеціальностей**

**Лабораторна робота**  
**«Дослідження треків заряджених частинок по фотографіям»»**

Розглянуто на засіданні  
кафедри фізики.  
Протокол №  
від 2023 року

Одеська політехніка 2023

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ до лабораторних робіт з розділу «Ядерна фізика»

для здобувачів усіх спеціальностей «**Дослідження треків заряджених частинок по фотографіям**» в домашніх умовах .

/Уклад.: Н.М. Корнева, О. Н. Богданова – Одеська політехніка, 2023. – 12 с.

## **Лабораторна робота.** **«Дослідження треків заряджених частинок по фотографіям»**

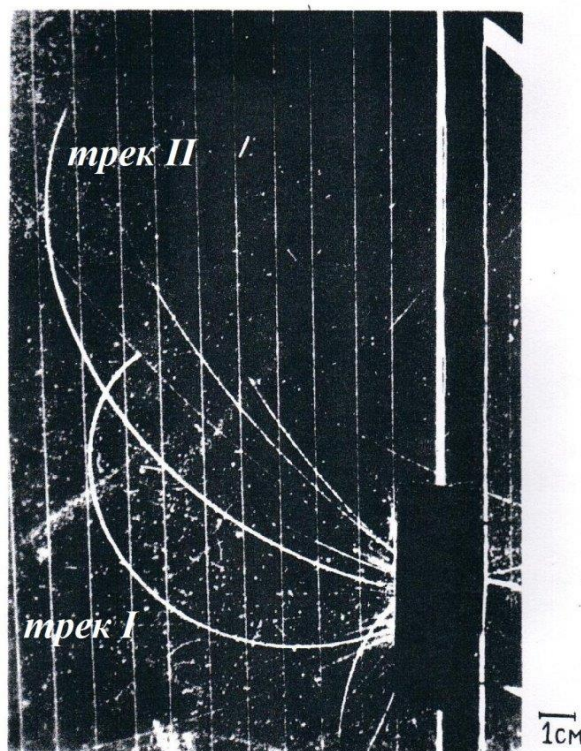
Метою цієї роботи є дослідження треків заряджених частинок за фотографією і придбання навиків аналізу фотографій з зображенням треків заряджених частинок, отриманих за допомогою камери Вільсона, а також ідентифікація цих частинок.

Робота може бути виконана в домашніх умовах, що дуже важливо в сучасній ситуації в Україні.

### **1. Теоретичний вступ**

Камера Вільсона – трековий детектор, за допомогою якого фіксують, а потім вивчають треки заряджених частинок. Робоча частина камери являє собою ємність, яка заповнена парами спирту або ефіру. Коли камеру приводять у робочий стан, пара стає перенасиченою. Якщо в таку пару потрапляє заряджена частинка, на своєму шляху вона іонізує молекули. Отримані іони стають центрами конденсації, і вздовж траєкторії руху частинки утворюється ланцюжок крапель рідини – трек частинки. Цей трек знімають на камеру, або фотографують.

У роботі пропонується ознайомитися з фотографією треків заряджених частинок на прикладі (рис.1). Частинки 1 і 2 рухалися в однорідному магнітному полі, який є створеним в камері Вільсона.



Масштаб 1:1,5

Рис.1

Відомо, що вектор  $\vec{B}$  магнітної індукції поля є направленим перпендикулярно до площини фотографії, а початкові швидкості обох частинок однакові і направлені перпендикулярно до вектору  $\vec{B}$ .

Оскільки на кожну частинку з боку магнітного поля діє сила Лоренца, яка надає частинкам доцентрове прискорення, то можна записати:

$$F_1 = m_1 a_1$$
$$q_1 \mathbf{B} v = m_1 \frac{v^2}{R_1} \quad (1)$$

$$q_2 \mathbf{B} v = m_2 \frac{v^2}{R_2} \quad (2)$$

Тут  $q_1$  і  $q_2$  -заряди частинок;  $m_1$  і  $m_2$  - маси частинок;  $R_1$  і  $R_2$  - радіуси кривизни треків частинок.

Поділимо рівняння (1) на рівняння (2) і отримаємо:

$$\frac{q_2}{m_2} = \frac{q_1}{m_1} \frac{R_1}{R_2} \quad (3)$$

$\frac{q_1}{m_1}$  і  $\frac{q_2}{m_2}$  -питомі заряди частинок 1 і 2 відповідно.

Таким чином, знаючи питомий заряд однієї з частинок і вимірявши радіуси кривизни треків обох частинок, можна ідентифікувати другу частинку.

Радіус кривизни кожного треку пропонується визначати так, як показано на рис.2.

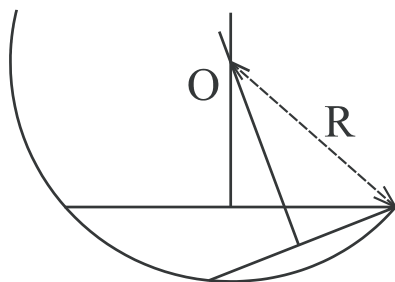


Рис.2

На зображенні відповідного треку на початку пробігу частинки накреслить дві хорди. До кожної хорди накреслить серединний перпендикуляр і знайдіть точку О перетину цих перпендикулярів. Виміряйте відстань R від точки О до початку треку.

Нижче приводиться таблиця 1, в якій зібрані питомі заряди деяких частинок.

Таблиця 1.

| Частинка                                     | Питомий заряд q/m, Кл / кг |
|--|----------------------------|
| Електрон                                     | $1,759 \cdot 10^{11}$      |
| Протон                                       | $9,578 \cdot 10^7$         |
| Ядро дейтерію ( ${}^2_1\text{H}$ )           | $4,789 \cdot 10^7$         |
| Ядро тритію ( ${}^3_1\text{H}$ )             | $3,198 \cdot 10^7$         |
| $\alpha$ –частинка (ядро ${}^4_2\text{He}$ ) | $4,822 \cdot 10^7$         |
| Ядро ${}^3_2\text{He}$                       | $6,391 \cdot 10^7$         |

## 2. Експериментальна частина

### Вправа 1. Визначення питомого заряду і ідентифікація частинки по фотографії 1.

1. Розгляньте фотографію 1 треків частинок 1 і 2, що отримані за допомогою камери Вільсона..
2. Зазначте на рис.1 напрямки початкових швидкостей руху частинок 1 і 2. З'ясуйте, якою є форма кожного треку, як змінюється радіус кривизни кожного треку від початку до кінця пробігу частинки.
3. Знаючи, що частинка 1 ідентифікована як протон, і що обидві частинки рухаються перпендикулярно до ліній магнітної індукції магнітного поля, створеного в камері, визначте знак заряду частинки 2. Визначте напрямок вектору магнітної індукції.
4. Визначте радіуси  $R_1$  і  $R_2$  кривизни треків відповідно частинок 1 і 2 на початку їх пробігу. Спочатку по рис. 1, а потім з урахуванням масштабу. Результати ввести в таблицю 2.

Таблиця 2.

| N частинки | Дослідження треку частинки |               |  | Характеристика частинки |               |       |
|------------|----------------------------|---------------|--|-------------------------|---------------|-------|
|            | форма                      | зміна радіуса | Радіуси кривизни на початку пробігу $R, \text{ м}$ | Знак заряду             | Питомий заряд | Назва |
|            |                            |               |  |                         |               |       |

|   | кривизна | за<br>рисунок<br>м | з<br>урахування<br>м<br>масштабу | q/m,<br>Кл/кг |
|---|----------|--------------------|----------------------------------|---------------|
| 1 |          |                    |                                  |               |
| 2 |          |                    |                                  |               |

- За даними таблиці 1 визначте питомий заряд частинки 1. Вона ідентифікована, як протон. Обчисліть питомий заряд частинки 2 і ідентифікуйте її. Ядром якого елементу є ця частинка?
- Оцініть відносну похибку дослідження, порівнявши отримане значення питомого заряду частинки 2 з табличним значенням.

**Вправа 2. Визначення питомого заряду і ідентифікація частинки по фотографії 3(а)**

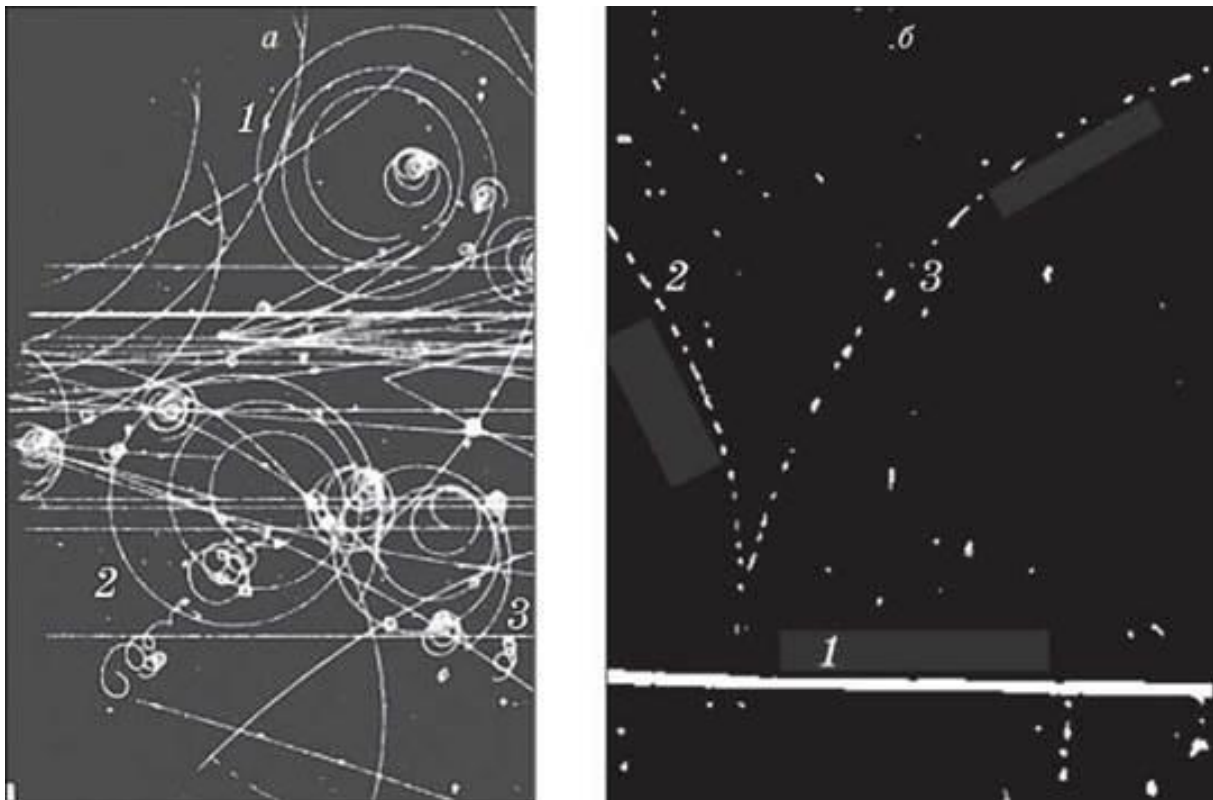


Рис. 3 (а і б)

- Розгляньте фотографію 3(а) треків частинок 1, 2 і 3, що отримані за допомогою камери Вільсона
- Зазначте на рис.3 напрямки початкових швидкостей руху частинок 1, 2 і 3. З'ясуйте, якою є форма кожного треку, як змінюється радіус кривизни кожного треку від початку до кінця пробігу частинки.

- Знаючи, що частинка 2 ідентифікована як  $\alpha$ - частинка , і що всі частинки рухаються перпендикулярно до ліній магнітної індукції магнітного поля, створеного в камері, визначте знак заряду частинки 1 і 3. Визначте напрямок вектору магнітної індукції
- Визначте радіуси  $R_1$ ,  $R_2$  і  $R_3$  кривизни треків відповідно частинок 1 ,2 і 3 на початку їх пробігу. Результати ввести в таблицю 3.

Таблиця 3.

| N частинки | Дослідження треку частинки |                        |  | Характеристика частинки |                             |       |
|------------|----------------------------|------------------------|--|-------------------------|-----------------------------|-------|
|            | форма                      | зміна радіуса кривизни | Радіуси кривизни на початку пробігу $R$ , м<br>за рисунком | Знак заряду             | Питомий заряд $q/m$ , Кл/кг | Назва |
| 1          |                            |                        |  |                         |                             |       |
| 2          |                            |                        |  |                         |                             |       |
| 3          |                            |                        |  |                         |                             |       |

- За даними таблиці 2 визначте питомий заряд частинки 2. Вона ідентифікована , як  $\alpha$ - частинка. Обчисліть питомий заряд частинки 1 і 3 і ідентифікуйте їх.
- Оцініть відносну похибку дослідження , порівнявши отримане значення питомого заряду частинки 1 і 3 з табличним значенням.

### Вправа 3. Визначення питомого заряду і ідентифікація частинки по фотографії 3(б)

- Розгляньте фотографію 3(б) треків частинок 1, 2, що отримані за допомогою камери Вільсона
- Зазначте на рис.3(б) напрямки початкових швидкостей руху частинок 1, 2 . З 'ясуйте , якою є форма кожного треку , як змінюється радіус кривизни кожного треку від початку до кінця пробігу частинки.
- Знаючи, що частинка 2 ідентифікована як електрон , і що всі частинки рухаються перпендикулярно до ліній магнітної індукції магнітного поля, створеного в камері, визначте знак заряду частинки 1 . Визначте напрямок вектору магнітної індукції
- Визначте радіуси  $R_1$ ,  $R_2$  кривизни треків відповідно частинок 1 ,2 на початку їх пробігу . Результати ввести в таблицю 4.



Таблиця 4.

| N частинки | Дослідження треку частинки |                        |   | Характеристика частинки |                             |       |
|------------|----------------------------|------------------------|---|-------------------------|-----------------------------|-------|
|            | форма                      | зміна радіуса кривизни | Радіуси кривизни на початку пробігу $R$ , м | Знак заряду             | Питомий заряд $q/m$ , Кл/кг | Назва |
|            |                            |                        | за рисунком                                 |                         |                             |       |
| 1          |                            |                        |   |                         |                             |       |
| 2          |                            |                        |   |                         |                             |       |

- За даними таблиці 3 визначте питомий заряд частинки 2. Вона ідентифікована, як електрон. Обчисліть питомий заряд частинки 1 і ідентифікуйте її.
- Оцініть відносну похибку дослідження, порівнявши отримане значення питомого заряду частинки 1 з табличним значенням.

#### Контрольні питання

- Що таке питомий заряд частинки?
- Як спрямована магнітна складова сили Лоренца?
- Чому змінюється радіус кривизни частинки з часом?
- Що таке відносна та абсолютна похибка вимірювань?
- Які характеристики елементарних частинок ви знаєте?

#### ЛІТЕРАТУРА.

- Воловик П.М. Фізика для університетів.- Київ. ІРПІНЬ: Перун, 2005.- 860 с.
- Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи «Вимірювання геометричних розмірів тіл і визначення їх об'єму і площі поверхні» Рекомендовано до видання Вченою радою ОНПУ, протокол № 4 від 26.12.2017 р.24 стр.

.....

.....