

Міністерство освіти і науки України
Національний гірничий університет України

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторної роботи № 18

ВИВЧЕННЯ ЗІТКНЕННЯ МІКРОЧАСТИНОК

Затверджено
на засіданні кафедри
фізики (протокол № 3
від 15 жовтня 2004 г).

м. Дніпропетровськ
2005 р.

Методичні вказівки до лабораторної роботи № 18 «Вивчення зіткнення мікрочастинок» з розділу «Механіка та молекулярна фізика» загального курсу фізики для студентів всіх спеціальностей.

Укл.: І.П. Гаркуша, Л.Ф. Мостіпан, В.П. Курінний, Л.А. Коваленко, Л.П. Налбандян.

Дніпропетровск: НГУ, 2005 р.

Укладачі:

І.П. Гаркуша, кандидат фіз.-мат. наук, професор,

Л.Ф. Мостіпан, кандидат техн. наук, доцент,

В.П. Курінний, кандидат техн. наук, доцент,

Л.А. Коваленко, ст. викладач,

Л.П. Налбандян, асистент.

ВИВЧЕННЯ ЗІТКНЕННЯ МІКРОЧАСТИНОК

Мета роботи: Перевірити виконання законів збереження імпульсів та енергії на зразку зіткнення мікрочастинок.

Теорія та метод вимірювань

Швидка заряджена мікрочастинка, що попадає в фотоемульсію, порушає на своєму шляху структуру кристалічної решітки зерен бромистого срібла і робить їх здатними до проявлення. Сліди частинок в емульсії (*треки*) при уважному дослідженні і вимірах, проведених мікроскопом, дозволяють одержати інформацію як про природу частинок, які лишили слід, так і про характер елементарного процесу (розсіювання, ядерна реакція, розпад частинок, утворення пар і т. д.).

В даній роботі вивчається розсіювання α -частинок на протонах p (ядрах

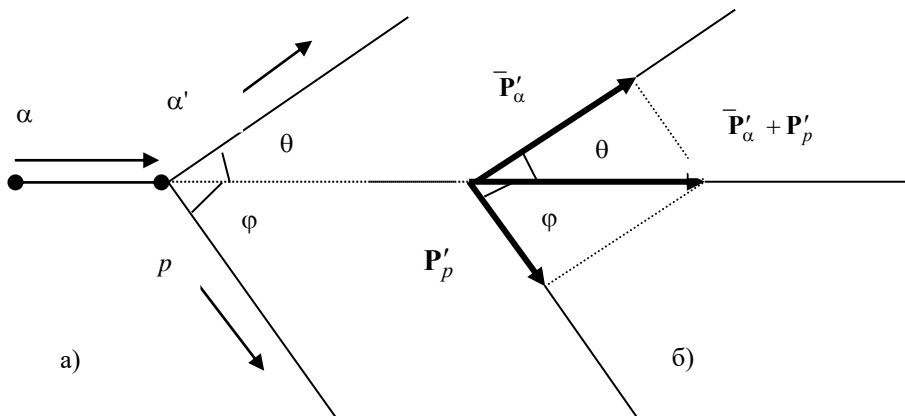


Рисунок 1

атома водню), що входять до складу емульсії.

На рисунку 1а приведена схема зіткнення α -частинки з протоном (збільшені треки частинок до і після зіткнення), а на рисунку 1б - паралелограм імпульсів частинок до і після зіткнення.

Чим більшу енергію має частинка, тим більшу відстань вона пройде в шарі емульсії. Кожному значенню енергії даної частинки відповідає певна довжина пробігу. Для знаходження довжини пробігу на фотографії треків наносять масштаб.

Зв'язок між енергіями α -частинок і протонів та їх пробігами в даній емульсії визначається кривими на рисунках 2 і 3. Знаючи довжини пробігу частинок після зіткнення, можна визначити їх енергії.

Імпульс α -частинок до взаємодії

$$\mathbf{P}_\alpha = m_\alpha \mathbf{V}_\alpha ,$$

після взаємодії

$$\mathbf{P}'_\alpha = m_\alpha \mathbf{V}'_\alpha .$$

Імпульс протона до зіткнення вважаємо рівним нулю

$$\mathbf{P}_p = 0 ,$$

а після зіткнення

$$\mathbf{P}'_p = m_p \mathbf{V}'_p .$$

Зміна напрямку руху α -частинки внаслідок зіткнення з протоном визначається *кутом розсіювання* θ . Кут φ сліду протона відносно початкового напрямку руху α -частинки називається *кутом віддачі*. Кути φ і θ називаються також *кутами вильоту*.

Якщо відомі енергії частинок, можна визначити чисельні значення їх імпульсів:

$$P = \sqrt{2mE} , \quad (1)$$

де E -кінетична енергія частинки,

m -маса частинки.

Маси спокою досліджуваних частинок: $m_\alpha=6,64 \cdot 10^{-27}$ кг , $m_p=1,67 \cdot 10^{-27}$ кг. У тому разі, коли m - маса нерелятивістської частинки, то імпульс, що обчислюється, теж є нерелятивістським.

За *законом збереження імпульсу*:

$$\mathbf{P}_\alpha = \mathbf{P}'_\alpha + \mathbf{P}_p . \quad (2)$$

Імпульс α -частинки до взаємодії з протоном можна виразити через імпульси частинок після взаємодії, використовуючи теорему синусів (.1)

$$P_\alpha = \frac{P'_\alpha \cdot \sin(\varphi + \theta)}{\sin\varphi} . \quad (3)$$

Енергія α -частинок до зіткнення з протоном (E_α) може бути визначена за формулою:

$$E_\alpha = \frac{E'_\alpha \cdot \sin^2(\varphi + \theta)}{\sin^2\varphi} . \quad (5)$$

де E'_α - кінетична енергія α -частинки після взаємодії.

Якщо виконується *закон збереження механічної енергії*

$$E_\alpha = E'_\alpha + E'_p ,$$

то зіткнення частинок має *пружний* характер.

Порядок виконання роботи

1. За номером варіанта , вказаного викладачем , із таблиці 2 виписати значення пробігу частинок після зіткнення і відповідних кутів вильоту.
2. Користуючись кривими пробіг – енергія (рис.2 і 3), знайти енергію частинок після взаємодії (в МеВ і Дж).
3. За формулою (1) обчислити значення імпульсів частинок після зіткнення.
4. Побудувати на кальці в масштабі (наприклад , 10кг·м/с - 5 мм) паралелограм імпульсів частинок. За правилом паралелограма знайти сумарний імпульс $\mathbf{P}'_{\alpha} + \mathbf{P}'_p$.
5. Продовжити слід α -частинки до зіткнення . Якщо це продовження співпадає з $\mathbf{P}_{\alpha} = \mathbf{P}'_{\alpha} + \mathbf{P}'_p$, можна стверджувати , що закон збереження імпульсів виконується.
6. Обчислити кінетичну енергію α -частинки до взаємодії за формулою (5).
7. Знайти сумарну енергію частинок після взаємодії $E'_{\alpha} + E'_p$. Порівняти енергію α -частинки до взаємодії і суму енергій протона і α -частинки після взаємодії. Зробити висновки про характер взаємодії.

Таблиця 1.

Части- нка	Про- біг	Енергія після удару		Імпульс	Енергія до удару
	l мкм	E' , МэВ	$E' \cdot 10^{13}$, Дж	$P' \cdot 10^{20}$ кгм/с	$E \cdot 10^{-13}$, Дж
α					
p					0

Таблиця 2.

№ ва- ріанта	Довжина пробігу , мкм		Кути вильоту, град	
	протона	α -частинки	θ	φ
1	29	33	11	59
2	54	70	11	59
3	80	118	11	60
4	150	130	12	55
5	190	160	12	55
6	100	48	13	51

Контрольні запитання.

1. Які закони збереження виконуються при абсолютно пружному і непружному зіткненні ?.
2. Сформулювати закон збереження імпульсу. Як перевірити, чи виконується цей закон при зіткненні мікрочастинок?
3. Вивести формулу для розрахунку енергії α -частинки до зіткнення з протоном.