

Тема: Дослідження треків заряджених частинок за фотографіями

Мета: проаналізувати треки заряджених частинок у магнітному полі, зробити ідентифікацію досліджуваної частинки за наслідками порівняння її треку з треком протона в камері Вільсона, вміщеної в магнітне поле.

Обладнання: фотографії треків заряджених частинок; аркуш прозорого паперу; лінійка з поділками.

1. Короткі теоретичні відомості

Щоб уміти "прочитати" фотографію треків частинок, необхідно знати:

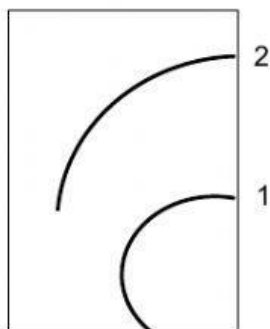
1. За інших однакових умов, трек товстіший у тієї частинки, яка має більший заряд. Наприклад, при однакових швидкостях трек альфа-частинки товстіший, ніж трек протона і електрона.

2. Якщо частинки мають однакові заряди, то трек товстіший у тієї, яка має меншу швидкість, рухається повільніше. Звідси очевидно, що під кінець руху трек частинки товстіший, ніж на початку, оскільки швидкість частинки зменшується внаслідок втрати енергії на іонізацію атомів середовища.

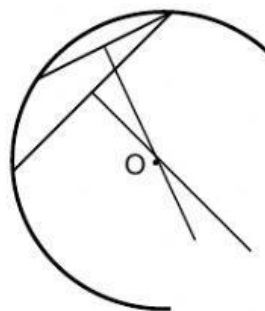
3. Пробіг частинки залежить від її енергії і від густини середовища.

Для роботи використовують готові фотографії двох заряджених частинок (мал.1).

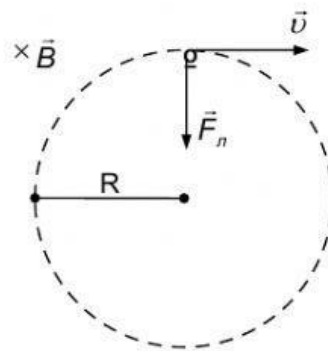
Трек 1 належить протону, трек 2 – частинці, яку потрібно ідентифікувати. Лінії індукції магнітного поля перпендикулярні до площини фотографії. Початкові швидкості обох частинок однакові і перпендикулярні до краю фотографії.



Мал. 1



Мал. 2



Мал. 3

Ідентифікують невідому частинку, порівнюючи її питомий заряд $\frac{q}{m}$ з питомим зарядом протона. Заряд визначають у елементарних зарядах e , масу - в атомних одиницях маси. Це можна зробити, вимірявши і порівнявши радіуси треків частинок на початкових ділянках треків. Справді, для зарядженої частинки, яка рухається перпендикулярно до вектора індукції магнітного поля, можна записати:

$$F_L = qBv \quad (\sin \alpha = 1), \quad F_L = ma = \frac{mv^2}{R}. \quad \text{Тоді,} \quad qB = \frac{mv}{R}.$$

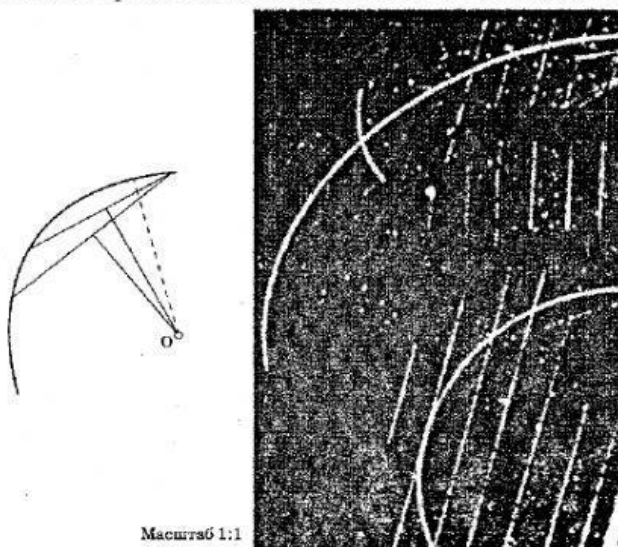
Оскільки швидкості, з якими частинки влітають в магнітне поле, однакові, то:

$$\frac{q_1}{m_1} : \frac{q_2}{m_2} = \frac{R_2}{R_1} \quad \text{і} \quad \frac{q_2}{m_2} = \frac{R_1}{R_2} \cdot \frac{q_1}{m_1} \quad (1)$$

Радіус кривизни треку визначають так, як показано на мал.2: креслять дві хорди і в їх середині ставлять перпендикуляри. На перетині перпендикулярів лежить центр кола; його радіус вимірюють лінійкою.

2. Хід роботи

1. Виміряйте радіуси кривизни треків частинок, на їх початкових ділянках (рис.



2. Обчисліть питомі заряди протона $\frac{q_1}{m_1}$ ($q_1=e$, $m_1=1$ а.о.м.) і частинки $\frac{q_2}{m_2}$ за формулою

$$\frac{q_2}{m_2} = \frac{R_1}{R_2} \cdot \frac{q_1}{m_1} =$$

3. Обчисліть масу частинки за формулою $m_2 = \frac{R_2 \cdot q_2}{R_1}$ для таких її значень заряду: $q_2=2e$;

$q_2=3e$; $q_2=4e$ і т.д.

4. Ідентифікуйте частинку за наслідками дослідження. Результати вимірювань та обчислень занесіть до таблиці.

№ п/п	Назва частинки	Радіус кривизни треку R , см	Питомий заряд $\frac{q}{m}$, $\frac{1}{\text{а.о.м.}} e$	Маса частинки m_2 , а.о.м.
1	Протон		e	-
2				
3				
4				

$$1. \frac{q_1}{m_1} = \frac{e}{1} = e$$

$$2. \frac{q_2}{m_2} = \frac{R_1}{R_2} \cdot \frac{q_1}{m_1} = \frac{R_1 \cdot e}{R_2}$$

$$\frac{q_2}{m_2} = \frac{R_1 \cdot e}{R_2} =$$

$$m_2 = \frac{R_2 \cdot q_2}{R_1 \cdot e};$$

$$q_2 = 2e; \quad m_2 = \frac{R_2 \cdot 2e}{R_1 \cdot e} = \frac{R_2}{R_1} \cdot 2 =$$

$$q_2 = 3e \quad m_2 = \frac{R_2 \cdot 3e}{R_1 \cdot e} = \frac{R_2}{R_1} \cdot 3 =$$

$$q_2 = 4e \quad m_2 = \frac{R_2 \cdot 4e}{R_1 \cdot e} = \frac{R_2}{R_1} \cdot 4 =$$

$$q_2 = 5e \quad m_2 = \frac{R_2 \cdot 5e}{R_1 \cdot e} = \frac{R_2}{R_1} \cdot 5 =$$

$$q_2 = 6e \quad m_2 = \frac{R_2 \cdot 6e}{R_1 \cdot e} = \frac{R_2}{R_1} \cdot 6 =$$

5. Зробіть висновок.

Контрольні питання

1. Яке призначення камери Вільсона?
2. Що називають треком зарядженої частинки?
3. Що називають питомим зарядом частинки? Яка його одиниця вимірювання?
