

Лабораторная работа №8, 11 класс

Изучение взаимодействия частиц и ядерных реакций (по фотографиям)

■ **Цель работы:** проанализировать фотографии треков заряженных частиц, движущихся в магнитном поле и участвующих в ядерных реакциях.

■ **Оборудование, средства измерения:** 1) фотография трека заряженной частицы в камере Вильсона, помещённой в магнитное поле, 2) фотография треков частиц при реакции взаимодействия α -частицы с ядром атома азота.

■ Теоретическое обоснование

Для изучения взаимодействия элементарных частиц, для регистрации ядерных реакций и измерения физических величин, характеризующих состояние частиц, в них участвующих, используют камеру Вильсона.

Эта камера заполнена перенасыщенными парами воды и этилового спирта. Такие пары легко конденсируются в виде маленьких капелек на ионах, образующихся при пролёте быстрых частиц. Водяной пар конденсируется преимущественно на отрицательных ионах, пары этилового спирта — на положительных, вдоль всего пути частицы возникает трек — тонкий след из капелек, благодаря чему её траектория движения становится видимой. Треки частиц фотографируют при дополнительной подсветке паров в камере Вильсона.

Толщина трека зависит от величины заряда частицы.

Чем больше заряд пролетающей частицы, тем больше ионов образуется при её пролёте, а следовательно, тем больше толщина трека частицы.

Длина трека зависит от энергии частицы. Чем больше энергия частицы, тем медленнее она расходует энергию на ионизацию паров, тем длиннее трек частицы.

Часть I

На фотографии (рис. 1), сделанной в камере Вильсона, помещённой в магнитное поле, изображены траектории двух заряженных частиц.

Трек I на фотографии принадлежит протону, трек II — частице, которую надо идентифицировать. Начальные скорости обеих частиц одинаковы и перпендикулярны краю фотографии. Линии индукции внешнего магнитного поля перпендикулярны плоскости фотографии.

Идентификация неизвестной частицы с зарядом q и массой m осуществляется путём сравнения её удельного заряда $\frac{q}{m}$ с удельным за-

рядом протона $\frac{e}{m}$. Под действием силы Лоренца заряженная частица движется по окружности радиусом R_1 . Согласно второму закону Ньютона

$$ma_n = F_{\text{Л}}, \text{ или } m \frac{v^2}{R} = qvB,$$

где B — индукция внешнего магнитного поля.

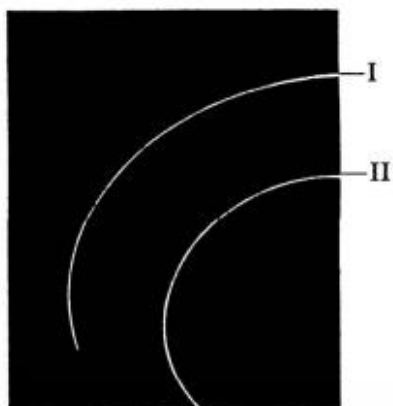


Рис. 1

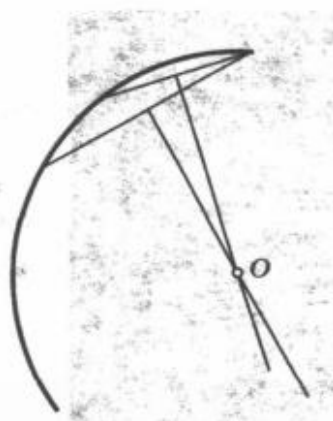


Рис. 2

Тогда

$$\frac{q}{m} = \frac{v}{BR_1}. \quad (1)$$

Для протона аналогично

$$\frac{e}{m_p} = \frac{v}{BR_2}. \quad (2)$$

Отношение удельных зарядов обратно пропорционально отношению радиусов треков:

$$\frac{q/m}{e/m_p} = \frac{R_2}{R_1}.$$

Для измерения радиуса кривизны трека вычерчивают две хорды и восставляют к ним перпендикуляры из центров хорд (рис. 2). Центр окружности лежит на пересечении этих перпендикуляров. Её радиус измеряют линейкой.

Часть II

По фотографии (рис. 3), сделанной в камере Вильсона, помещённой в магнитное поле, изучают ядерную реакцию взаимодействия α -частицы с атомом азота, впервые осуществлённую в 1919 г. Э. Резерфордом.

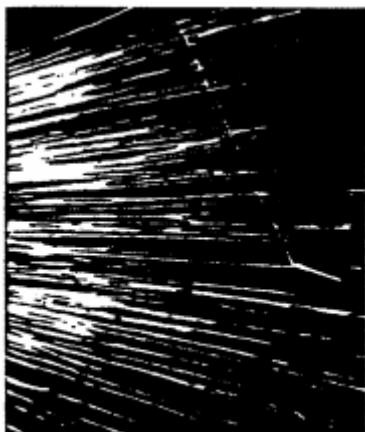
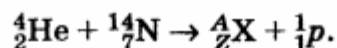


Рис. 3



В результате реакции образуется протон ${}^1_1\text{p}$ и частица ${}^A_Z\text{X}$. Массовое число A и зарядовое число Z этой частицы можно найти из законов сохранения электрического и барионного заряда.

■ Порядок выполнения работы

Часть I

1. Определите знак электрического заряда неизвестной частицы на фотографии (см. рис. 1).

2. Укажите на фотографии направление вектора магнитной индукции B .

3. Измерьте радиус R_1 трека неизвестной частицы на фотографии.

$$R_1 =$$

4. Измерьте радиус R_2 трека протона на фотографии.

$$R_2 =$$

5. Сравните удельные заряды неизвестной частицы и протона.

$$\frac{q/m}{e/m_p} = \frac{R_2}{R_1} =$$

6. Идентифицируйте заряженную частицу.

Вывод:

Часть II

1. Укажите, используя фотографию (см. рис. 3), как часто происходит взаимодействие α -частиц с атомами азота.

2. Отметьте, какой трек принадлежит взаимодействующей α -частице, какой — протону, а какой — ядру атома неизвестного элемента.

3. Почему длина и толщина этих треков неодинаковы?

4. Укажите, ядро какого элемента образовалось при реакции. Запишите окончательное уравнение ядерной реакции.

Вывод:

