Доклады Академии Наук СССР
1951. Том LXXVII, № 3

ФИЗИКА

Б. С. ДЖЕЛЕПОВ

О ТОЧНОЙ ФОКУСИРОВКЕ ЭЛЕКТРОНОВ ОТДАЧИ

(Представлено академиком П. И. Лукирским 23 I 1951)

В опубликованной ранее работе (1) было показано, что, используя комптоновские электроны, выбитые почти параллельным пучком γ-лучей из большого, но тонкого листа целлулоида, можно успешно получать спектры γ-лучей. Недостатком описанного метода, а также и всех других, использующих эффект Комптона, является то, что наблюдающиеся на опыте линии относительно широкие (никому не удавалось получить разрешающую способность, определенную по ширине линии на половине высоты, лучше, чем 4%). Основная причина, вызывающая этот недостаток, заключается в том, что строго параллельный пучок монохроматических электронов, отклоняясь в однородном магнитном поле, собирается не в линию, а на некоторую площадь, именуемую фокусом. Поэтому, комптон-электроны, выбитые прямо вперед по мишени MM, собираются на отрезке Δ рис. 1.

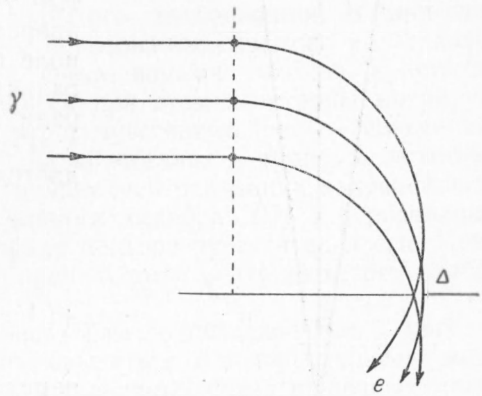

Рис. 1

Цель настоящей заметки показать, что можно, используя расходящийся пучок γ-лучей и изогнутую мишень, добиться точной фокусировки комптоновских электронов.

1. Рассмотрим плоскость, перпендикулярную магнитному полю. Пусть в точке A (рис. 2) находится источник γ-лучей, а в точке B — очень узкая щель. Проведем через точку B семейство окружностей радиуса R, а через точку A — касательные к этим окружностям. Точки касания образуют некоторую кривую линию. Если вдоль этой линии расположить тонкую мишень, то комптон-электроны, выбитые из мишени по направлению γ-квантов, при подходящем магнитном поле соберутся в точку B.

Уравнение этой линии:

$$\left(x+1-\frac{L+y}{\sqrt{x^2+(L+y)^2}}\right)^2+\left(1-y-\frac{x}{\sqrt{x^2+(L+y)^2}}\right)^2=1, \qquad (1)$$

где x и y — координаты точек мишени, а L — расстояние от источника до центра мишени; все три величины измерены в долях радиуса кривизны R.

Рассматривая небольшую область мишени вблизи ее центра, мы можем полагать $x \ll 1$ и $y \ll 1$. Тогда, с точностью до членов третьего порядка, уравнение нашей кривой может быть записано так:

$$y = -\frac{x}{L} + x^2\left(\frac{1}{2} - \frac{1}{L^3}\right).$$

В самом грубом приближении мишень может быть сохранена прямолинейной, но повернута на угол θ:

$$\operatorname{tg}\theta = R / L.$$

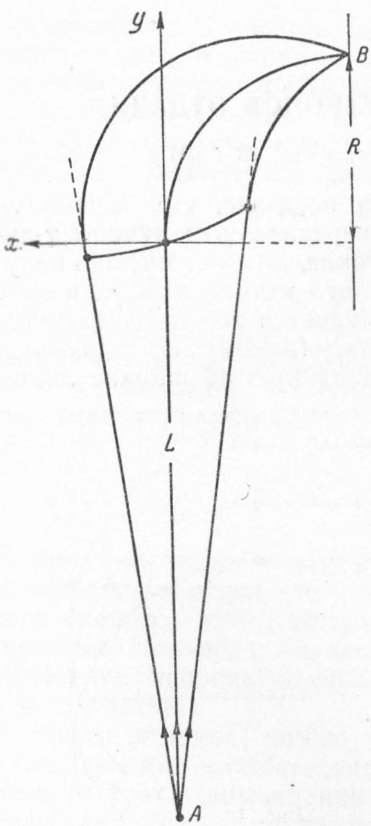

Рис. 2

В следующем приближении она должна быть изогнута по кругу, радиус которого

$$r_0 = (L^2 + 1)^{3/2}(L^3 - 2)^{-1}$$

Выпуклая сторона мишени должна быть обращена к источнику.

2. Рассмотрим теперь точку мишени вне плоскости xy; пусть ε — угол между прямой, соединяющей эту точку с A, и проекцией этой прямой на центральную плоскость, перпендикулярную магнитному полю. Комптон-электроны, выбитые γ-квантами из этой точки мишени вперед, будут двигаться в магнитном поле по спиралям; в проекции на центральную плоскость это будут круги с радиусом $R \cos\varepsilon$.

Геометрическое место точек мишени дается уравнением:

$$\left(x + 1 - \cos\varepsilon \frac{L + y}{\sqrt{x^2 + (L + y)^2}}\right)^2 + \left(1 - y - \cos\varepsilon \frac{x}{\sqrt{x^2 + (L + y)^2}}\right)^2 = \cos^2\varepsilon,$$

переходящим в прежнее, когда $\varepsilon = 0$.

3. Если ввести координату z, отсчитываемую от центральной плоскости ($\varepsilon = 0$), то можно написать общее уравнение для поверхности геометрических мест, удовлетворяющих поставленной задаче:

$$(x + 1)^2 + (1 - y)^2 = 2\frac{x + y + L(x + 1)}{\sqrt{x^2 + (L + y)^2 + z^2}}. \qquad (2)$$

По уравнению (2) должен быть изготовлен шаблон и по нему изогнута пленка.

Радиевый институт им. В. Г. Хлопина
Академии наук СССР

Поступило
26 XII 1950

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

[1] Б. Джелепов и М. Орбели, ДАН, **62**, 615 (1948).