

УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУК

ИЗ ТЕКУЩЕЙ ЛИТЕРАТУРЫ

ПОЛЯРИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОННОГО ПУЧКА ПРИ РАССЕЯНИИ

Одно из существенных следствий теории Дирака — поляризация пучка быстрых электронов в результате рассеяния — до настоящего времени оставалось по существу неподтверждённым на опыте. Довольно многочисленные специально поставленные эксперименты по двукратному рассеянию электронного пучка приводили к противоречивым и мало надёжным результатам. Поэтому предварительное сообщение Шинохара и Райю*), получивших на опыте хорошее совпадение с предсказаниями теории, представляет значительный интерес.

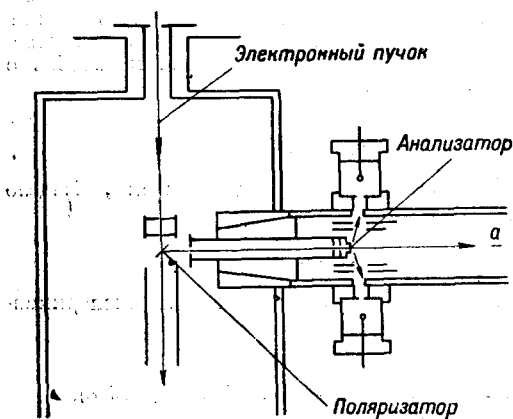


Рис. 1. Схема экспериментальной установки.

Схема эксперимента ясна из рис. 1. Пучок электронов из ускорителя направлялся на золотую фольгу, установленную под углом 45° к пучку и играющую роль поляризатора. Электроны, рассеянные в этой фольге-поляризаторе под углом 90° к направлению первоначального пучка («прошедший» пучок), выделялись системой диафрагм и попадали на мишень-анализатор, изготовленную, как и поляризатор, из ковanej золотой фольги толщиной $5 \cdot 10^{-6}$ см и установленную перпендикулярно к пучку рассеянных электронов. Два счётчика Гейгера измеряли количество электронов, рассеянных второй фольгой в направлениях, соответствовавших углу рассеяния θ , примерно равному 78° , и лежавших в плоскости рассеяния первичного пучка ВРА ($\varphi_2 = 0^\circ$ и 180° ; рис. 2). Как указывают авторы, такое расположение анализатора обеспечивало автоматическое исключение ряда ошибок, в первую очередь различия в происхождении вторично рассеянных пучков (оба пучка «проходящие»), а также ошибки, связанной с возможными изменениями напряжения в ускорителе. Последнее особенно

*) K. Shinohara and N. Ryu Phys. Rev. 75, 1762 (1949).

важно, ибо интенсивность электронного пучка, рассеянного атомными ядрами, весьма чувствительна к изменениям энергии рассеиваемых электронов. Щели, выделявшие электронный пучок, а также камера рассеяния

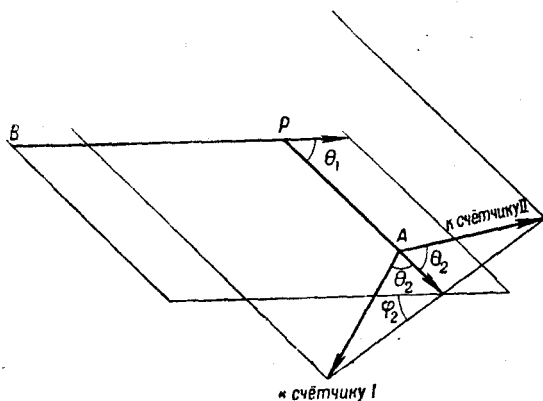


Рис. 2.

были изготовлены из алюминия с целью уменьшения числа паразитных электронов, а также излучения вторичных рентгеновских лучей. Свинцовые блоки, не показанные на рис. 1, защищали счётчики от рентгеновского излучения. Контрольные опыты показали, что эти предосторожности были достаточными. Патрубок, на котором крепились счётчики и фольга-анализатор, мог вращаться как целое вокруг оси a (рис. 1), и таким образом, оба счётчика могли меняться местами. Это позволяло исключить влияние как различия в чувствительности счётчиков, так и неизбежных различий в их геометрическом расположении.

Согласно теории, интенсивность пучка электронов, претерпевшего рассеяние в поляризаторе P на угол θ_1 и затем рассеянного анализатором A на угол θ_2 под азимутом φ_2 относительно плоскости BPA первичного рассеяния (рис. 2), пропорциональна

$$1 + \delta \cos \varphi_2,$$

где δ — некоторая функция углов θ_1 , θ_2 и энергии электронов. Таким образом, располагая счётчики I и II под азимутами φ_2 , равными 0 и 180° относительно плоскости рассеяния BPA , и измеряя интенсивности I_1 и I_2 электронных потоков, попадающих в эти счётчики, легко найти для данных значений θ_1 , θ_2 и энергии электронов значение δ :

$$\delta = \frac{I_1 - I_2}{I_1 + I_2}.$$

В таблице приведены значения 200δ , измеренные Шинохара и Райю, а также теоретически рассчитанные различными авторами. Из таблицы видно, что опыты Шинохара и Райю убедительно свидетельствуют о наличии поляризации рассеянного электронного пучка. Авторы считают, что степень поляризации и рост её с увеличением энергии электронов находятся в хорошем соответствии с предсказаниями теории. Преумноженные измеренные значения δ по сравнению с предвычисленными они объясняют отклонением θ_2 от

Т а б л и ц а

Измеренные и рассчитанные значения 200δ для электронов различной энергии

Энергия электронов в KeV	45	60	70	90	92
Шинохара и Райю (опыт)	$3,6 \pm 1,4$	$4,2 \pm 2,2$	$6,8 \pm 1,0$	$9,0 \pm 1,0$	$9,1 \pm 1,4$
Мотт*) (теория) . . .	3,0	6,4	9,0	13,4	13,6
Барлет и Ватсон **) (теория)	8,3	10,1	11,2	12,4	12,5
Месси и Мор ***) (теория)	6,6	10,4	12,5	15,8	16,0

*) N. F. Mott, Proc. Roy. Soc. A135, 429 (1932).

**) J. H. Barlett a. R. E. Watson, Phys. Rev. 56, 612 (1939).

***) H. S. W. Massey a. C. B. O. Mohr, Proc. Roy. Soc. A177, 341 (1941).

90°, как это предполагалось при всех теоретических расчётах. Пределы погрешности, указанные в таблице, соответствуют вероятной статистической ошибке.

Р. Г.