

УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУК**ИЗ ТЕКУЩЕЙ ЛИТЕРАТУРЫ****ДИФФРАКЦИЯ ОДИНОЧНЫХ ПООЧЕРЕДНО ЛЕТАЮЩИХ
ЭЛЕКТРОНОВ**

В квантовой механике огромную роль играет представление о волновых свойствах, присущих индивидуальным частицам (электронам, нейтронам и т. д.). В основе этих представлений лежат опыты по диффракции частиц на различных объектах. Однако до сих пор все эксперименты производились с интенсивными пучками частиц, и лишь благодаря тому, что в них была в широких пределах показана независимость диффракционной картины от интенсивности пучка, можно было, экстраполируя это обстоятельство до одиночных частиц, приписывать им волновые свойства, т. е. утверждать, что диффракционная картина не является результатом каких-то коллективных взаимодействий частиц пучка с диффрагирующим объектом. Поэтому в курсах квантовой механики рассматривается «мысленный эксперимент» по диффракции одиночных поочередно летящих электронов. Понятно, что практическое осуществление такого эксперимента имеет очень важное принципиальное значение.

Недавно такой опыт был произведён Л. Биберманом, Н. Сушкиным и В. Фабрикантом в Московском Энергетическом институте им. Молотова¹. Для наблюдения диффракции они воспользовались магнитным электронным микроскопом просвечивающего типа (ЭМ-100)², в котором был сделан ряд конструктивных изменений: удалены полюсные наконечники проекционной линзы с их держателем, вынут промежуточный экран и два внутренних пермаллоевых экрана объективного тубуса. Кроме того, была введена дополнительная диафрагма над диффрагирующим объектом, установлен фарадеев цилиндр, соединённый с зеркальным гальванометром чувствительностью $2,7 \cdot 10^{-11}$ ампер на деление и добавлено приспособление, позволяющее перемещать фотопластинку без нарушения вакуума, благодаря чему на одной и той же пластинке можно было получать до 28 снимков.

Для измерения интенсивности чрезвычайно слабого пучка электронов, лежащей далеко за пределами чувствительности гальванометра, был использован следующий метод. Вначале создавался пучок электронов с интенсивностью, достаточной для измерения гальванометром; пучок улавливался фарадеевым цилиндром, и по отбросу зайчика гальванометра определялась интенсивность. После этого фарадеев цилиндр отводился в сторону, а падающий на пластинку пучок с помощью проекционной линзы развёртывался в серию пятен с постепенно увеличивающимся (до 10 см) диаметром. Фотометрическая проверка показала, что плотность почернения одинакова в пределах каждого пятна, поэтому плотность электронов для каждого пятна определялась как частное от деления известной интенсивности пучка на площадь пятна. По интенсивности почернения

и плотности электронов строилась кривая почернения для каждой фотопластинки, позволяющая определять интенсивности пучка, по крайней мере на пять порядков меньшие предела чувствительности гальванометра. После этого интенсивность пучка резко уменьшалась, и при выключенных линзах фиксировался след пучка на пластинке, по которому и определялась интенсивность слабого пучка электронов. Затем на пути пучка помещался диффракгирующий объект — кристаллики окиси магния, нанесённые на коллодионную плёнку, с помощью которых получали диффракционную картину. Для проверки постоянства интенсивности диффракгирующий объект после экспозиции убирался, и на пластинке снова фиксировался след пучка. Диффракционные картины в сильных пучках получались обычным путём на фотопластинках со значительно меньшей чувствительностью.

Таким образом, были получены диффракционные картины от пучков, отличавшихся по интенсивности почти на семь порядков. Они оказались совершенно тождественными. Измерение интенсивности слабого пучка дало значение $4,2 \cdot 10^8$ электрона в секунду. Отсюда среднее время между двумя прохожденьями электронов в приборе равно $2,4 \cdot 10^{-4}$ сек. Так как электроны ускорялись до энергии в 72 keV, то каждый из них проходил весь путь в приборе за $8,5 \cdot 10^{-9}$ сек. т. е. время движения было в $3 \cdot 10^4$ раз меньше интервала между двумя попаданиями электронов в пластинку. Иными словами, картина движения электронов в приборе при получении диффракционной картины от слабого пучка была такова: электрон проходил прибор за $8,5 \cdot 10^{-9}$ сек., затем в течение в 30 000 раз (!) большего интервала времени (в среднем) прибор оставался пуст, и лишь после этого через него проходил новый электрон. Очевидно, что при таком огромном интервале времени между последовательными прохожденьями вероятность одновременного прохождения хотя бы двух электронов совершенно ничтожна.

Нет сомнения, что этот опыт в ближайшее время войдёт во все курсы квантовой механики.

В. Л.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Л. Биберман, Н. Сушкин и В. Фабрикант, ДАН СССР, LXVI, 185 (1949).
2. Н. Сушкин, Электронный микроскоп, Гостехиздат, 1949.