

Л. БИБЕРМАН, Н. СУШКИН и В. ФАБРИКАНТ

## ДИФРАКЦИЯ ПООЧЕРЕДНО ЛЕТЯЩИХ ЭЛЕКТРОНОВ

(Представлено академиком С. И. Вавиловым 16 III 1949)

Эксперименты по дифракции электронов обычно производятся в мощных пучках. Опыт показывает, что дифракционная картина не зависит от интенсивности потока электронов. На этом основании в курсах квантовой механики рассматривают мысленный эксперимент, в котором электроны дифрагируют поочередно, и приписывают волновые свойства отдельной частице. В настоящее время подобный вывод едва ли может вызывать сомнение, однако значение опытов по дифракции частиц в обосновании квантовой механики столь велико, что имеет смысл поставить реальный эксперимент по дифракции поочередно летящих электронов.

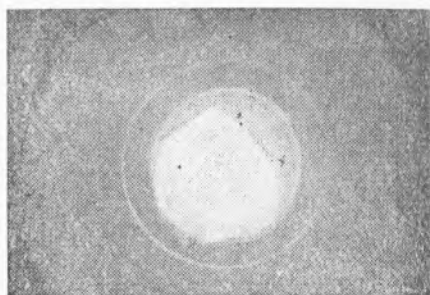
В настоящем сообщении приводится описание эксперимента по дифракции электронов, в котором через прибор, благодаря малым интенсивностям тока, одновременно пролетает только один электрон.

Для проведения эксперимента был использован электронный микроскоп типа ЭМ-100, в котором был сделан ряд изменений. Из прибора удалялись полюсные наконечники проекционной линзы со своим держателем, промежуточный экран и два внутренних пермалловых экрана объективного тубуса. На расстоянии 10 см над объектом устанавливалась дополнительная диафрагма диаметром 0,07 мм. Питание объективной и проекционной линз выключалось. Над флуоресцирующим экраном был установлен фарадеев цилиндр, соединенный с зеркальным гальванометром чувствительностью  $2,7 \cdot 10^{-11}$  а/дел. Цилиндр монтировался так, что в него в отсутствие объекта попадал весь пучок электронов, принимавших участие в создании дифракционной картины. При фотографировании цилиндр отводился в сторону без нарушения вакуума. Фотошлюз был дополнен специальным приспособлением, позволявшим, не нарушая вакуума, передвигать пластинку. При желании можно было экспонировать лишь небольшую часть фотопластинки. С помощью этого приспособления на одной пластинке получалось до 28 снимков.

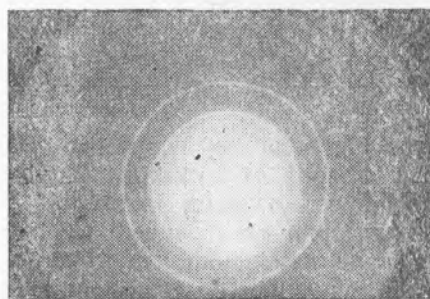
Постановка эксперимента требовала точного измерения интенсивности весьма слабого пучка электронов. Для этого сперва в приборе устанавливался более мощный поток электронов, интенсивность которого измерялась гальванометром, соединенным с фарадеевским цилиндром. Затем с помощью проекционной линзы микроскопа этот пучок разворачивался последовательно в ряд пятен различного диаметра (до 10 см). Таким образом на одной пластинке получались различные ступени почернения. Равномерность почернения в пределах пятна проверялась на микрофотометре. Соответствующие плотности электронов легко подсчитывались делением измеренных интенсивностей пучка на площадь пятна. Этим путем строилась кривая почернения данной пла-

стинки. Затем интенсивность пучка значительно уменьшалась. При выключенных линзах и в отсутствие объекта пучок давал на пластинке след в виде небольшого круглого пятнышка. В дальнейшем степень почернения этого пятнышка измерялась на микрофотометре, что позволяло с помощью кривой почернения, построенной для этой же пластинки, измерить интенсивность весьма слабого пучка электронов. Этот прием позволил уменьшить нижний предел тока, измеряемого гальванометром, на пять порядков. Подобным же способом можно измерить и более слабые токи. Для наблюдения дифракции служил весьма слабый пучок, измеренный описанным

выше способом. Объектом являлись кристаллики окиси магния, расположенные на коллодиевой подложке. Для проверки постоянства интенсивности в течение экспозиции по окончании фотографирования дифракционной картины объект вынимался и на фотопластинке вновь регистрировался след первичного пучка.



*a*



*b*

Рис. 1

Рис. 1 изображает дифракционные картины, полученные в слабом (*a*) и в сильном (*b*) пучках. Времена экспозиции отличались всего на четыре порядка, благодаря применению пластинок двух сортов с резко отличающимися чувствительностями. Интенсивности пучков отличались почти на семь порядков. Как и следовало ожидать, никакой разницы в расположении колец нет. Пучок, с помощью которого была получена картина, изображенная на рис. 1, *a*, оказался настолько слабым, что практически в каждый момент времени во всем приборе пролетал максимум один электрон. Большую часть времени прибор был

пуст. Действительно, измерения интенсивности слабого первичного пучка показали, что в 1 сек. на всю фотопластинку падало  $4,2 \cdot 10^3$  электронов. Таким образом, среднее время между прохождением в приборе двух электронов равнялось  $2,4 \cdot 10^{-4}$  сек. Электроны разгонялись по энергии 72 000 eV и, следовательно, проходили весь прибор от катода до фотопластинки за  $8,5 \cdot 10^{-9}$  сек., т. е. время движения электрона в приборе было почти в  $3 \cdot 10^4$  раз меньше среднего промежутка времени между попаданиями двух последовательных электронов в любую точку фотопластинки. Большая разница этих времен делает весьма маловероятной флуктуацию, в результате которой через прибор пролетали бы одновременно даже два электрона.

Авторы считают своим приятным долгом выразить благодарность Е. Второву и И. Ковнер, принимавшим участие в проведении эксперимента.

Московский энергетический институт  
им. В. М. Молотова

Поступило  
4 III 1949