

клонённые на определ. углы дополнит. пучки электронов. Углы отклонения от нач. направления и интенсивности таких пучков определяются структурой рассеивающего объекта. Д. э., открытая в 1927 К. Дэвиссоном (C. Davison) и Л. Джермером (L. Germer), подтвердила справедливость гипотезы Л. де Бройля (L. de Broglie, 1923) о волновых свойствах частиц.

В соответствии с квантовой механикой, представлениями о движении электрона с массой m и импульсом $p = mv$ (v — его скорость) описывается плоской монокроматич. волной, длина λ -рой определяется соотношением де Бройля:

$$\lambda = h/p = h/mv. \quad (1)$$

В ускоряющем электрич. поле кинетич. энергия $mv^2/2$ сравнительно медленно движущегося электрона с зарядом e равна приобретённой им энергии eE , где E — пройденная разность потенциалов. Следовательно, $v = (2eE/m)^{1/2}$. Подставляя в (1) выражение для v и численные значения констант, получим:

$$\lambda \approx \frac{1,226}{\sqrt{E}} \text{ (нм)}. \quad (2)$$

При скоростях электрона, сопоставимых со скоростью света c , учитывая зависимость m от v ($m = m_0/\sqrt{1-v^2/c^2}$, m_0 — масса покоя), получим:

$$\lambda = \frac{1,226}{E^{1/2}(1+0,9788 \cdot 10^{-6}E)^{1/2}} \text{ (нм)}. \quad (3)$$

Релятивистская поправка (выражение в скобках) существенна для $E > 10^6$ В. Ниже приведены значения λ для разл. E :

E , В	1	50	100	10^3	$4 \cdot 10^4$	$6 \cdot 10^4$	10^5	10^6
λ , нм	1,226	0,174	0,12	0,039	0,060	0,0045	0,0037	0,0004

Для электронов с энергией от десятков до сотен эВ λ того же порядка, что и длина волны рентгеновского излучения, такие электроны наз. медленными. Электроном с энергией в несколько десятков кэВ соответствуют длины волн γ -излучения (десятые доли нм). Электроны таких (и выше) энергий наз. быстрыми.

Электроном с энергией 100—150 эВ соответствуют значения λ порядка размеров атомов или межатомных расстояний в кристаллах. Такие медленные электроны с энергией ок. 100 эВ и использовали Дэвиссон и Джермер в своих экспериментах. Тонкий пучок электронов падал на грань (111) монокристалла никеля нормально к её поверхности (рис. 1). Распреде-

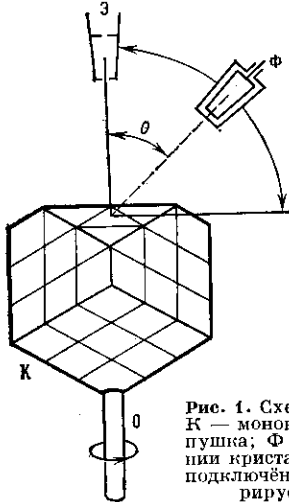


Рис. 1. Схема опыта Дэвиссона и Джермера: К — монокристалл никеля; Э — электронная пушка; Ф — цилиндр Фарадея. При вращении кристалла вокруг оси O гальванометр, подключённый к цилиндру Фарадея, регистрирует дифракционные максимумы.

ление рассеянных электронов регистрировалось в опыте под разными углами θ с помощью гальванометра, подключённого к цилиндру Фарадея. При этом были зафиксированы чёткие максимумы (рис. 2), положение k -рых соответствовало условию:

$$a \sin \theta = n\lambda,$$

где a — межатомное расстояние в Ni (111), полученное

ранее с помощью рентгенографич. исследований, а значение λ вычислялось по ф-ле (2). Вскоре после опытов Дэвиссона и Джермера Дж. П. Томсон (G. P. Thomson) (и независимо П. С. Тартаковский) осуществил дифракцию быстрых электронов.

Наряду с двумерной Д. э. (рассеянием на поверхности кристалла) в опытах Дэвиссона и Джермера были зафиксированы и максимумы, отвечающие трёхмерной

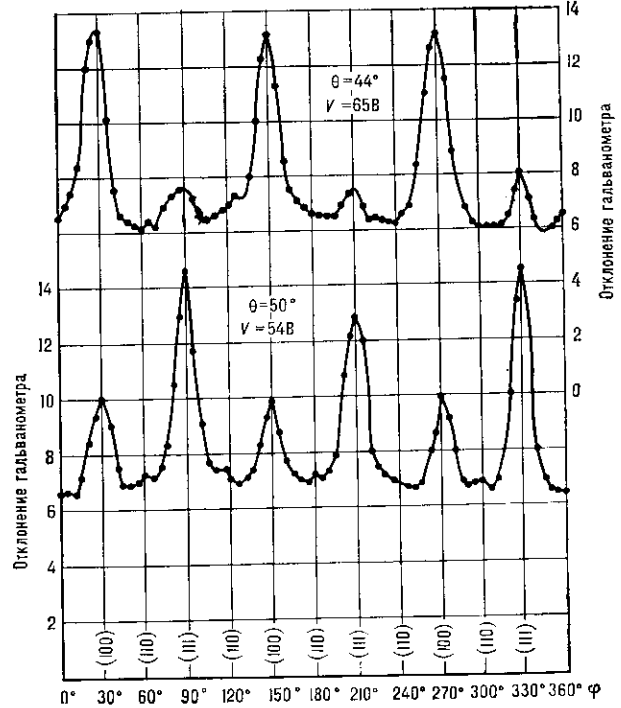


Рис. 2. Дифракционная картина, полученная в опыте Дэвиссона и Джермера при различных углах θ поворота кристалла для двух ускоряющих напряжений V , двух значений угла θ , определяющих положение гальванометра. В скобках указаны индексы кристаллографических плоскостей, на которых наблюдалась дифракция.

дифракции, k -рую обычно рассматривают как отражение первичного пучка электронов от системы параллельных атомных плоскостей. В этом случае дифракц. максимумы появляются в направлениях, отвечающих Брегга — Вульфа условию:

$$2d \sin \theta = n\lambda, \quad (4)$$

где d — межплоскостное расстояние, а θ — угол, под k -рым наблюдается дифракц. максимум. Анализ положения соответствующих максимумов показал, что условие (4) выполняется не совсем точно. Это объясняется существованием внутрикристаллич. поля, под влиянием k -рого энергия электронов и, следовательно, длина волны λ_0 , с k -рой электроны входят в кристалл, несколько изменяются, т. е. на поверхности кристалла электронная волна испытывает преломление, причём показатель преломления $n = \lambda_0/\lambda$ определяется ср. потенциалом Φ_0 внутрикристаллич. поля:

$$n = \left(1 + \frac{\Phi_0}{E}\right)^{1/2}.$$

Обычно $\Phi_0 \sim 10-20$ В и для быстрых электронов n лишь немного больше единицы: при $\Phi_0 = 20$ В и $E = 100$ кВ $n = 1 + 10^{-4}$. Однако для медленных электронов n может быть заметно больше единицы.

Теория Д. э. Теория Д. э. строилась по аналогии с теорией дифракции рентгеновских лучей, однако физ. природа этих явлений существенно различна. В от-