

и плотности электронов строилась кривая почернения для каждой фото-пластинки, 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 прохождениями 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 прохождениями 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.

ИЗОТОПИЧЕСКОЕ СМЕЩЕНИЕ В СПЕКТРЕ УРАНА

Из теории Бора известно, что частота испускаемых линий зависит, через постоянную Ридберга, от массы атомного ядра, т. е. от атомного веса. Вследствие этого линии двух изотопов одного и того же элемента сдвигаются одна относительно другой. Величина этого изотопического сдвига для одноэлектронной системы обратно пропорциональна квадрату атомного веса, а само смещение линий более тяжёлого изотопа должно происходить в сторону коротких длин волн. Таким образом, из теории Бора следует, что изотопический сдвиг можно отчётливо наблюдать у относительно лёгких элементов; у элементов средних и больших атомных весов он должен быть очень маленьким.

Величины изотопических смещений линий дейтерия относительно линий обычного водорода почти в точности соответствуют величинам, вычисленным на основе теории Бора, причём смещение действительно происходит в сторону коротких длин волн. У лёгких элементов (Li, Mg, Ag) изотопическое смещение линий имеет заметную величину; у элементов средних атомных весов изотопическое смещение или очень мало или вовсе не поддаётся наблюдению.

В случае тяжёлых элементов, вопреки теории Бора, изотопические смещения опять получаются довольно большими. В большинстве случаев эти смещения пропорциональны массам (Hg, Zn), хотя и имеются отступления от простой пропорциональности (Sm). Для тяжёлых элементов обнаруживается также обращение смещений, т. е., в отличие от водорода, более тяжёлые изотопы дают линии, смещённые в длинноволновую область.

Хотя и имеются попытки, но всеобъемлющая теория изотопического смещения до сих пор не разработана. Повидимому, кроме массы, существенную роль играют и размеры ядра, а, может быть, и другие его свойства.

Найденное смещение для характерных линий

Линия U^{238}		Смещение $U^{238} - U^{235}$		Смещение $U^{235} - U^{233}$		Смещение $U^{238} - U^{233}$	
Å	cm^{-1}	Å	cm^{-1}	Å	cm^{-1}	Å	cm^{-1}
2565,406	38980,18	0,075	1,14	0,070	1,06	0,145	2,20
2802,157	35686,79	0,018	0,23	0,020	0,25	0,038	0,48
3313,94	30121,02	0,016	0,14	0,036	0,33	0,052	0,47
3634,29	27523,26	0,104	0,79	0,064	0,48	0,168	1,27
3670,072	27247,42	0,009	0,06	0,009	0,07	0,018	0,13
3890,364	25704,53	0,036	0,24	0,055	0,36	0,091	0,60
3944,130	25354,13	0,057	0,37	0,091	0,58	0,148	0,95
4244,372	23560,61	0,248	1,37	0,125	0,70	0,373	2,07
4252,426	23515,98	0,168	0,93	0,089	0,49	0,257	1,42
4365,553	22906,60	0,208	1,09	0,073	0,38	0,281	1,47
4609,864	21692,61	0,077	0,36	0,054	0,26	0,131	0,62

Изотопическое смещение в спектре урана недавно было подробно изучено Бекхартом, Стакенбокером и Адамсом *).

Изотопическое смещение наблюдалось ими непосредственно в спектре, полученном при помощи дифракционного спектрографа с решёткой 15 000 штрихов на дюйм с дисперсией во втором порядке 2,47 Å/мм. В качестве источника возбуждения применялась дуга постоянного тока и искра. Проба для дуги состояла из смеси 100 мг U_3O_8 и 500 мг порошкообразного графита. Проба для искры представляла собой 500 мг U_3O_8 , смешанных с каплей раствора ацетилцеллюлозы в ацетоне, выпаренной затем в углублении медного электрода.

*) Physical Review 75, 83 (1949).

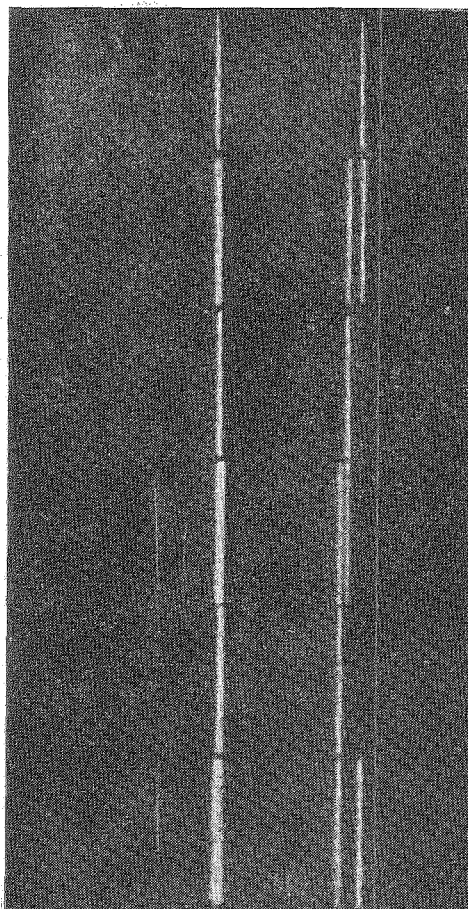
Авторы обнаружили в области 2500—8300 Å более 900 линий, показывающих изотопическое смещение. В таблице на стр. 572 приводятся наиболее характерные смещения для ряда линий.

Самое большое смещение имеет место для линий 4244,37 Å (см. рисунок). Оказалось, что если данная линия в спектрах U^{238} и U^{235} обнаруживает изотопическое смещение, то она смещается и в спектре U^{238} . Смещение U^{238} происходит в том же самом направлении, как и U^{235} , т. е. изотопы с меньшей массой дают смещение в сторону коротких волн. Однако если и имеется некоторая связь между разницей в массах и направлением смещения, то всё же между разницей в массах и величиной смещения связи никакой нет. Действительно, из таблицы видно, что для линий 2802,157, 3313,94, 3890,364, 3944,130 Å смещение между спектрами U^{235} и U^{238} (разница в массах 2) больше, чем между U^{238} и U^{235} (разница в массах 3), в то время как в случае других линий наибольшее смещение получается между линиями изотопов U^{238} и U^{235} .

Разделение спектральных линий, принадлежащих трём изотопам урана, настолько отчетливо, что оказывается возможным количественно анализировать концентрации отдельных компонент смесей изотопов урана. Авторы приводят данные, из которых следует, что точность количественных анализов определяется относительной погрешностью в $\pm 5\%$ содержания одного изотопа в другом. Наименьшая концентрация изотопа U^{235} в U^{238} , которая ими определялась количественно, равна 0,61%. Отсюда следует что в естественном состоянии спектрографическим методом можно количественно анализировать изотоп U^{235} .

А. С.

А В



Изотопическое смещение в спектре урана. Буквой А отмечена линия урана 441,67 Å, буквой В — линия урана 4244,37 Å. Первый спектр сверху принадлежит U^{238} , второй — смеси U^{238} и U^{235} , третий — U^{235} , четвертый — смеси U^{235} и U^{238} , пятый — U^{238} , шестой — смеси U^{238} и U^{235} .