

М. А. ЛЕВИТСКАЯ

ОСОБЫЕ ЗОНЫ И ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЭЛЕМЕНТОВ

(Представлено академиком С. И. Вавиловым 9 XI 1948)

§ 1. Как известно, уровни энергии электрона в атоме испытывают при некоторых Z возмущения, выражающиеся в области рентгеновых лучей изломами на графиках Мозли. Для валентных электронов они совпадают с местами отступлений в заполнении уровней согласно принципу Паули, создающих реальную систему химических элементов.

Наиболее характерные места возмущений в плавном ходе графика Мозли, а также нарушений правильной последовательности заполнения уровней приходится на значения Z , равные: 19—20; 29—37; 46—48; 55—58; 70—78; 84—92. Эти интервалы Z образуют или края, или целые области особых зон, на которые я указывала в предыдущих работах (1).

§ 2. В курсах теории атома и спектроскопии говорится только о переломах на кривых $\sqrt{\frac{v}{R}} = f(Z)$ в смысле увеличения угла прямой с осью Z . В целях выяснения вопроса о том, не отражается ли вся область особых зон на энергии внутренних орбит, я произвела тщательное вычисление энергии электрона на K -орбите.

Вычисление производилось по формуле $|W_k| = h\nu_{\beta_2} = \frac{hc}{\lambda_{\beta_2}}$. Значения λ_{β_2} брались из книги Комптона и Аллисона (2). Для λ_{β_2} нет чисел до $Z=19$, но есть λ K -границы поглощения от $Z=12$ до $Z=25$.

Вычисленные по этим λ значения энергии отнесены к отдельной кривой.

Для того чтобы отчетливее обнаружить характер возрастания $\sqrt{W_k}$ и вместе с тем избежать очень больших ординат, строилась кривая для изменения $\sqrt{W_k}$ при изменении Z на единицу в зависимости от Z . Если бы эта величина ($\Delta\sqrt{W_k}$) оставалась постоянной, мы имели бы для $\sqrt{W_k} = f(Z)$ прямую.

За ось абсцисс принята прямая при $4300 \cdot 10^{-5}$ для кривой, относящейся к границам поглощения, и $4350 \cdot 10^{-5}$ для кривой, вычисленной по λ_{β_2} . В качестве ординат выбраны величины $\Delta\sqrt{W_k} \cdot 10^4$. Обе кривые приведены на рис. 1.

Они показывают увеличение скорости возрастания (или усиленное возрастание) абсолютной величины W_k при начале особых зон (16, 28, 45), достижение максимума ее в центрах зон (20, 32, 48) и затем спадание к концам зон (23, 34, 52)*. Кривая дана мною только кон-

* Для точек 35 и 36, 42 и 43 взяты половины возрастания между 35 и 37, 42 и 44 соответственно.

чая $Z=52$, потому что эта часть допускает сравнение с поведением ядра. От 52 до 83 также наблюдаются максимумы кривой при 63, 73 и минимум при 66—68 и 74—75. Величина уклонения от возрастания по прямой составляет: 26 eV при $Z=19$; 70 eV при $Z=32$; 28 eV при $Z=48$.

§ 3. Энергия L -орбиты, именно орбиты L_{II} , вычислялась по $\lambda_{\alpha'}$ и λ_{β_3} K -серии:

$$|W_{L_{II}}| = hc \left(\frac{1}{\lambda_{\beta_3}} - \frac{1}{\lambda_{\alpha'}} \right).$$

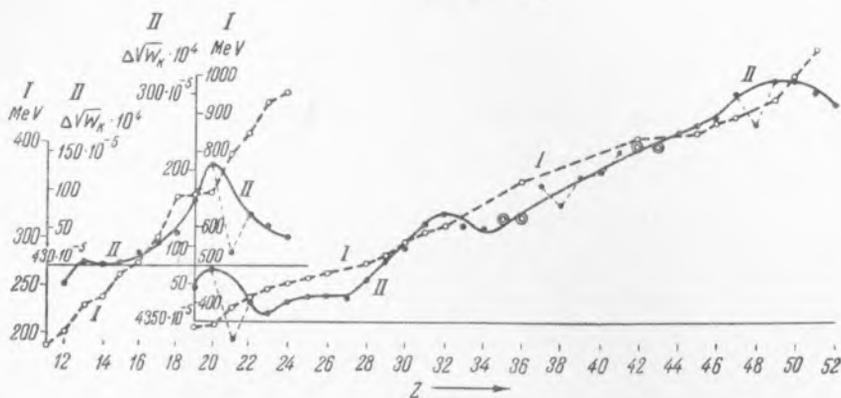


Рис. 1.

Результаты, изображенные графически так же, как и для орбиты K даны на рис. 2. Ось абсцисс принята при $\Delta|W_{L_{II}}| = 0,166 \cdot 10^{-3}$. На кривой рис. 2 опять с несомненностью обнаруживается усиленное возрастание абсолютного значения энергии электрона на орбите при наступлении особых зон и спадание к его концу зоны*.

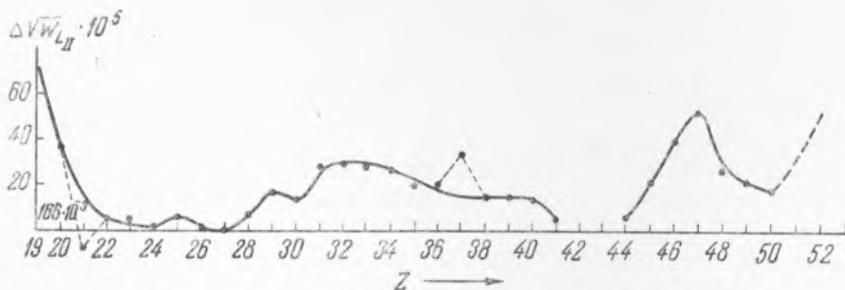


Рис. 2.

Вычисление энергии последующих уровней L , M , N и т. д. вряд ли требуется для выяснения характера явления; известно, что переломы уровней L и K повторяются и на более высоких уровнях, так что можно вполне ожидать, что картина рис. 1 и 2 будет повторяться и для этих уравнений.

Результат можно формулировать так: в области особых зон энергии электрона на его уровнях стремятся к усиленному понижению, достигая минимума в центре особой зоны.

Рис. 1 и 2 еще раз подтверждают особенное значение областей Z , указанных мною в статье об изотопах наибольшего содержания⁽¹⁾.

* Все указанные подъемы и углубления на кривых рис. 1 и 2 выходят за пределы ошибок измерения и вычисления.

Несомненно, процессы, происходящие в ядре в этих областях, отражаются на электронных уровнях.

Если обратиться к уровням валентных электронов, то мы можем констатировать у них то же самое явление. Они стремятся понизить свою энергию при начале особых зон, как указано уже в § 1. Обычно это объясняют стремлением электронной оболочки к большей стабильности. Но не есть ли это выражение того же влияния особых зон?

Нарушения принципа Паули в отношении последовательности заполнения уровней совпадают с возмущением внутренних орбит, и принято первым явлением объяснять второе. Однако, совпадая друг с другом по месту в шкале Z , эти явления совпадают и с появлением особых зон в ядре. Естественно полагать начало всех этих возмущений в ядре, а не в периферии атома.

При таком воззрении мы должны считать, что причиной реальной системы химических элементов являются процессы, происходящие в ядре.

§ 4. Что же происходит с энергией ядра в местах особых зон? На рис. 1 пунктиром дана кривая дефекта масс изотопов наибольшего содержания (для которых, конечно, даны ν_{β}) в зависимости от Z , поскольку это позволяют ядерные таблицы.

Можно, повидимому, утверждать, что местам повышения $|W_k|$, т. е. понижению энергии орбиты, соответствуют места понижения дефекта массы, т. е. ослабления связей в ядре. Это особенно резко выступает на кривой дефекта массы, рассчитанного на одну ядерную частицу. Оба изменения как будто стремятся компенсировать друг друга.

Если обратиться к количественным значениям, то для всех трех особых зон получается приблизительно один и тот же результат: отношение повышения энергии ядра к понижению энергии на каждой электронной орбите приблизительно обратно пропорционально радиусам ядра и орбиты.

В этом результате нельзя быть уверенным из-за неточности дефектов масс и радиусов ядер изотопов наибольшего содержания. Но если такое соотношение действительно существует, оно должно быть очень важно для теории*.

Воронежский государственный
университет

Поступило
24 X 1948

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ М. А. Левитская, ДАН, 55, 309 (1947); 60, 45 (1948); 61, 55 (1948).
² A. H. Compton and S. K. Allison, X-rays in Theory and Experiment, p. 784, 1935.

* Более полны таблицы длин волн K -границы полосы поглощения, но мы не считаем их пригодными для точного вычисления энергии K -уровня по причине зависимости границы полосы поглощения от физического состояния вещества.