УДК 539.184.3

О НЕКОТОРЫХ ФОРМУЛАХ ДЛЯ ЭКСТРАПОЛЯЦИИ АТОМНЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ ИОНИЗАЦИИ

Ю. В. Зефиров и *М. М. Протодьяконов*

Нахождение зависимостей между потенциалами ионизации (I) в изоэлектронном ряду или в ряду по степеням ионизации одного атома или в каком-нибудь ином одном направлении является первым шагом в установлении общей зависимости между всеми возможными потенциалами ионизации атомов. Следующий шаг — нахождение соотношений между рядами потенциалов ионизации. Качественно этот вопрос в разное время рассматривали Диброва [1] и Протодьяконов [2]. Лотц [3], отметив, что разности между членами равноионизированного состояния двух изоэлектронных рядов одного и того же малого периода таблицы Менделеева растут линейно, использовал это для интерполяции и экстраполяции всех потенциалов ионизации первых тридцати элементов.

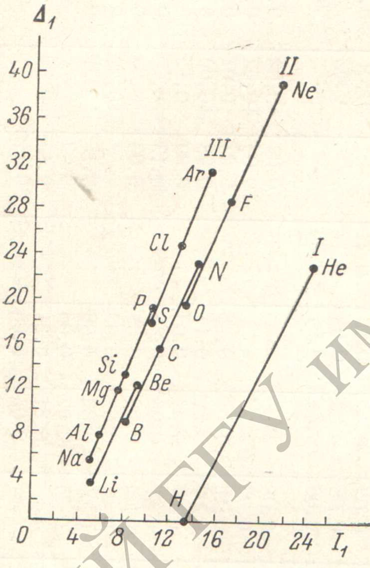

Рис. 1.

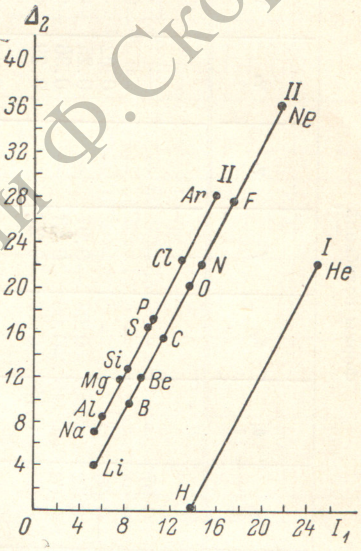

Рис. 2.

В данной работе рассматривается возможность установления зависимостей между I в изоэлектронных рядах и между последними в пределах каждого малого периода.

В каждом изоэлектронном ряду берется экспериментально определенный первый потенциал ионизации I_1 данного изоэлектронного ряда. Последующие значения $I_n^{\text{т}}$ получаются умножением I_1 на n^2 (где n — степень ионизации атома). Ряд разностей r между полученными таким образом расчетными величинами $I_n^{\text{т}}$ и соответствующими им экспериментальными значениями потенциалов $I_n^{\text{э}}$ получается довольно близким к арифметической прогрессии. Разностью прогрессии является вторая разность Δ_2 (т. е. приращение первых разностей $\Delta_1 = r_2 - r_1$) между $I_n^{\text{т}}$ и $I_n^{\text{э}}$. Расчеты показали, что с известным приближением Δ_2 можно считать постоянными в пределах каждого изоэлектронного ряда. Тогда n-й член r_n такого ряда будет равен $r_n = (n-1)\ \Delta_1 + [(n-1) \times (n-2)/2]\Delta_2$, где $\Delta_1 = \Delta_1' = r_2 - r_1$ и $\Delta_2 = \Delta_1'' = -\Delta_1' = r_3 - 2r_2 + r_1$.

Учитывая, что $r_n = I_n^{\text{т}} - I_n^{\text{э}}$ и $I_n^{\text{т}} = I_1\, n^2$, получаем формулу для экстраполяций потенциалов ионизации I_n в изоэлектронном ряду

$$I_n = I_1 n^2 - (n-1)\,\Delta_1 - \frac{(n-1)\,(n-2)}{2}\,\Delta_2. \qquad (1)$$

Для первых 18 изоэлектронных рядов мы вычислили значения Δ_1 и Δ_2, используя величины $I_n^{\text{э}}$, приведенные в последней работе Мур [4], и на основании полученных значений построили графики, изображенные на рис. 1 и 2.

Из рис. 2 видно, что функция $\Delta_2 = f\,(I_1)$ для всех трех периодов линейна, причем тангенс наклона прямых *I*, *II* и *III* практически одинаков и равен двум. Отрезки, отсекаемые этими прямыми (или их продолжениями), соответственно равны 13.6, 3.4 и 1.7 эв. Эти величины близки к следующим: $13.6/1^2$, $13.6/2^2$, и $13.6/3^2$, связанным с номером соответствующего ряда или малого периода периодической системы Менделеева.

Следует отметить, что графики *II* и *III* на рис. 1 в отличие от рассмотренных выше распадаются на серии линий, причем тангенсы наклона линий, соединяющих соответствующие дуэты и триады точек, растут с номером периода, а начальные абсциссы линий каждого данного периода уменьшаются с номером периода.

Из рис. 1 и 2 видно также, что разности между значениями Δ для соседних по периоду элементов уменьшаются с увеличением номера периода. Например, Δ_1 (He)—Δ_1 (H) $>$ Δ_1 (Be)—Δ_1 (Li) $>$ Δ_1 (Mg)—Δ_1 (Na).

Формула (1) с помощью следующих переходных соотношений:

$$n = Z - N + 1,\ \ \Delta_1 = 3I_1 - \Delta_1^* \ \text{ и } \ \Delta_2 = 2I_1 - \Delta_2^*$$

переводится в формулу, полученную ранее [5, 6] и представленную [2, 7] в виде

$$I_N = I_1 + \Delta_1^* (Z - N) + \frac{\Delta_2^*}{2} (Z - 1)(Z - N - 1), \tag{2}$$

где I_N — экстраполируемый потенциал ионизации, I_1 — первый потенциал ионизации, определенный экспериментально, N — порядковый номер изоэлектронного ряда, Δ_1^* и Δ_2^* — соответственно первое значение первой разности и среднее значение второй разности соседних потенциалов в рассматриваемом изоэлектронном ряду.

Литература

[1] А. А. Диброва. Изв. АН СССР, сер. физ., *19*, 10, 1955.
[2] М. М. Протодьяконов. Свойства и строение породообразующих минералов, Изд. «Наука», М., 1969.
[3] W. Lotz. JOSA, *57*, 874, 1967.
[4] C. Moore. Ionisation Potentials and Ionisation Limits derived from the Analisyses of Optical Spectra. NBS-*34*, 1970.
[5] P. G. Kruger, W. E. Shoup. Phys. Rev., *45*, 759, 1934.
[6] E. Lisitzin. Soc. Scient. Fennica. Commentationes Phys.-math., *10*, H. 4. 1938.
[7] А. Г. Большаков, В. И. Червяков. Науч. зап. Одесского политехн. инст., *17*, 13, 1957.

Поступило в Редакцию 16 ноября 1971 г.

УДК 621.373 : 535

К МЕТОДИКЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРА ПОТЕРЬ В РЕЗОНАТОРЕ ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ ЛАЗЕРОВ

М. Г. Зуев, А. Л. Шаляпин и Ф. Ф. Гаврилов

Как известно, потери в резонаторе твердотельных лазеров играют основное значение при определении энергетических, спектральных и других характеристик излучения. Существует несколько методов определения параметра вредных потерь. Изложение и сравнение их подробно описывается в монографии [1]. Все эти методы, отличающиеся той или иной точностью, являются относительно громоздкими.

В настоящем сообщении предлагается сравнительно простой способ определения параметра вредных потерь в резонаторе твердотельных лазеров, основанный на линейной зависимости пороговой энергии накачки от вводимых в резонатор потерь, обусловленных оптической разъюстировкой зеркал.

Согласно работе [2], коэффициент потерь в резонаторе с плоскопараллельными основаниями определяется выражением

$$k_{\text{пот.}} = \frac{1}{2l}\left(\sigma + \ln\frac{1}{r_1 r_2}\right). \tag{1}$$

Здесь l — длина активного стержня, r_1, r_2 — эффективные коэффициенты отражения зеркал резонатора, σ — параметр вредных потерь. В параметр σ включаются как потери, обусловленные неактивным поглощением и рассеянием на большие углы, так и чисто «резонаторные» потери, определяемые дифракцией, рассеянием на малые углы, несовершенством резонатора [3].

Разъюстировка зеркал резонатора приводит к возрастанию порога, т. е. к росту коэффициента потерь. На основании [4] и (1) запишем

$$k_{\text{пот.}} = \frac{1}{2l}\left(\sigma + \ln\frac{1}{r_1 r_2} + \sigma_\alpha\right), \tag{2}$$