

В. М. ДУКЕЛЬСКИЙ, Э. Я. ЗАНДБЕРГ и Н. И. ИОНОВ

## ОТРИЦАТЕЛЬНЫЕ ИОНЫ ЩЕЛОЧНЫХ МЕТАЛЛОВ В ГАЗОВОМ РАЗРЯДЕ В ПАРАХ ЩЕЛОЧНО-ГАЛОИДНЫХ СОЛЕЙ

(Представлено академиком А. Ф. Иоффе 14 VII 1948.)

Щелочные металлы принято считать наиболее электроположительными элементами; поэтому, казалось бы, они не должны образовывать отрицательных ионов. Однако экстраполяция величины ионизационного потенциала для изоэлектронных рядов приводит к положительному значению электронного сродства для атомов лития и натрия (<sup>1-3</sup>). Отрицательные ионы лития, действительно, наблюдались в опытах по перезарядке положительных ионов лития на поверхности никеля (<sup>4</sup>). Существование же отрицательных ионов других щелочных металлов до сих пор нельзя было считать доказанным (<sup>5, 6</sup>).

Наиболее благоприятных условий для образования отрицательных ионов щелочных металлов можно было искать в газовом разряде в парах солей этих элементов, так как в этом случае особенно легко могут образовываться неустойчивые

молекулярные отрицательные ионы, распадающиеся затем на нейтральные атомы и атомные отрицательные ионы.

Ниже приведены результаты предварительных опытов по исследованию состава ионов, образующихся в газовом разряде в парах щелочно-галогидных солей LiCl, NaJ и KJ.

В этих опытах было установлено существование отрицательных ионов Li, Na и K, причем концентрация их в разряде оказалась достаточно большой для того, чтобы их можно было легко обнаружить и с достаточной точностью измерить их массы.

Разряд низкого давления с накаленным катодом получался в парах указанных выше щелочно-галогидных солей в вакуумном приборе.

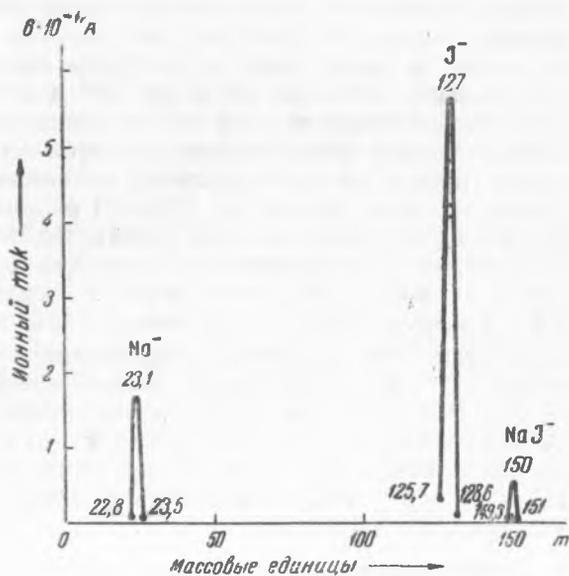


Рис. 1. Спектр отрицательных ионов NaJ

Ионы вытягивались из разряда, ускорялись до 1350 V и в виде узкого пучка попадали в масс-спектрометр с отклонением на  $180^\circ$  (7). Разрешающая сила прибора была достаточна для разрешения масс, отличающихся друг от друга на 1%. Чувствительность электрометра для измерения анализируемых ионных токов была около  $1 \cdot 10^{-14}$  А/мм·м.

В спектре отрицательных ионов, полученных из разряда в парах LiCl, были обнаружены следующие массы: 5,9 — Li<sup>6</sup>; 6,9 — Li<sup>7</sup>; 35,0 — Cl<sup>35</sup>; 37,2 — Cl<sup>37</sup>; 41,1 — Li<sup>6</sup> Cl<sup>35</sup>; 42,0 — Li<sup>7</sup> Cl<sup>35</sup>; 42,9 — Li<sup>6</sup> Cl<sup>37</sup> и 44,0 — Li<sup>7</sup> Cl<sup>37</sup>. При этом интенсивность массовой линии Li<sup>7</sup> оказалась одного порядка с интенсивностью линии Cl<sup>35</sup>, а интенсивность линии Li<sup>7</sup>Cl<sup>35</sup> приблизительно в 1,5 раза превосходила интенсивность линии Cl<sup>35</sup>.

Спектр отрицательных ионов, полученных из разряда в парах NaJ, представлен на рис. 1; он состоит из линий Na<sup>23</sup>, J<sup>127</sup> и Na<sup>23</sup> J<sup>127</sup>.

В спектре отрицательных ионов, полученных из разряда в парах KJ, наблюдаются и измерены следующие массовые линии: 39,1 — K<sup>39</sup>; 41,2 — K<sup>41</sup>; 127 — J<sup>127</sup>; 166 — K<sup>39</sup> J<sup>27</sup>; 253 — J<sub>2</sub><sup>127</sup> и 292 — K<sup>39</sup> J<sub>2</sub><sup>127</sup>. При этом интенсивность линии K<sup>39</sup> составляла ~0,04 интенсивности линии J<sup>127</sup>.

Надежность приведенной выше идентификации линий в спектрах отрицательных ионов обеспечивается достаточно высокой разрешающей силой масс-спектрометра. Правильность этой идентификации подтверждается также совпадением (по шкале магнитного поля) соответствующих друг другу линий в спектрах отрицательных и положительных ионов, получаемых из разряда в парах одного и того же вещества, а также правильным соотношением интенсивностей линий, отвечающих изотопам Li<sup>6</sup> и Li<sup>7</sup>, K<sup>39</sup> и K<sup>41</sup>.

Следует отметить, что все наблюдаемые нами линии в спектрах отрицательных ионов хорошо воспроизводятся от опыта к опыту по шкале масс и по относительной интенсивности. Абсолютная интенсивность линий зависит от условий разряда; подбором режима разряда она может быть сделана значительной.

Следует также отметить обнаруженное в наших опытах существование отрицательных молекулярных ионов LiCl<sup>-</sup>, NaJ<sup>-</sup>, KJ<sup>-</sup> и KJ<sub>2</sub><sup>-</sup>. О процессе возникновения ионов KJ<sub>2</sub><sup>-</sup>, равно как и о процессах, приводящих к появлению отрицательных атомных ионов Li<sup>-</sup>, Na<sup>-</sup> и K<sup>-</sup>, пока трудно что-либо сказать.

Нами была сделана также попытка наблюдать отрицательные ионы, вытягиваемые из разряда в парах RbCl. В этом случае в спектре отрицательных ионов были обнаружены ионы с массами 85,7 — Rb<sup>85</sup> и 122 — Rb<sup>85</sup> Cl<sup>37</sup>. Результаты этих последних опытов с RbCl требуют дальнейшего уточнения.

Ленинградский физико-технический институт  
Академии Наук СССР

Поступило  
9 VII 1948

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> G. Glockler, Phys. Rev., 46, 111 (1934). <sup>2</sup> М. Мамотенко и Г. Гельман, ЖЭТФ, 8, 24 (1938). <sup>3</sup> H. S. W. Massey, Negative Ions, Cambridge, 1938. <sup>4</sup> R. H. Sloane and H. M. Love, Nature, 159, 302 (1947). <sup>5</sup> H. Schaefer и W. Walcher, Z. Physik, 121, 679 (1943). <sup>6</sup> R. W. Ditchburn and F. L. Arnot, Proc. Roy. Soc., (A), 123, 516 (1929). <sup>7</sup> Н. И. Ионов, ЖЭТФ, 18, 174 (1948).