

ОБЗОРНАЯ ТАБЛИЦА ДЛИН ВОЛН Li-ПОДОБНЫХ
ИОНОВ K...Fe В РЕНТГЕНОВСКОЙ ОБЛАСТИ СПЕКТРА

Е. В. Аглицкий, В. А. Бойко,

С. А. Пикуз, А. Я. Фазнов

УДК 621.375.826 + 621.039.66 + 523.035.33 + 621.039.67

В работе приводятся экспериментальные и теоретические длины волн Li-подобных ионов K...Fe в диапазоне $\lambda < 20 \text{ \AA}$. Эти данные, полученные в основном по спектрам лазерной плазмы, необходимы для надежной идентификации линий ионов CaXVIII и Fe XXIV, широко представленных в излучении солнечной короны.

Целью настоящей работы является составление обзорной таблицы длин волн спектральных линий, соответствующих переходам с изменением главного квантового числа в пределах $n = 2 + 9$ в ионах K XVII, Ca XVIII, Sc XIX, Ti XX, V XXI, Cr XXII, Mn XXIII, Fe XXIV. Включенные в таблицу экспериментальные данные получены в лабораторных условиях, в основном с помощью лазерной плазмы, являющейся удобным источником многозарядных ионов для спектроскопических исследований /1/.

Предыдущие измерения /2-5/ дополнены оригинальными результатами настоящей работы, а именно, переходами в ионе Mn XXIII и переходами с высоких уровней ($n \geq 4$) ионов K XVII, Ca XVIII, Sc XIX. Используемая при этом лазерная установка, кристаллический рентгеновский спектрограф и методика обработки спектрограмм подробно описаны в работе /5/. Точность измерения длин волн в случае лазерной плазмы составляет $\pm 0,003 \text{ \AA}$, в случае вакуумной искры $\pm 0,005 \text{ \AA}$.

Для подавляющего числа переходов данные, полученные на различных экспериментальных установках, хорошо согласуются как друг с другом, так и с теоретическими расчетами /6/. В таблице знаком ж помечены значения длин волн линий, наблюдавшихся в спектре как вакуумной искры, так и лазерной плазмы; при этом идентификация

Таблица I

| Переходы | K | Ca | Sc | Ti | V | Cr | Mn | Fe |
|-------------------------------------|---------------|---------------------|---------------------|-------------------|-------------------|---------------------|-------------------|-------------|
| $2p \ 2P_{3/2} - 3s \ 2S_{1/2}$ | - (22,762) | 20,220н (20,305) | 18,182н (18,227) | 16,379н 16,440 | 14,871н 14,929 | 13,549н (13,602) | 12,385н 12,447 | - II,426 |
| $2p \ 2P_{1/2} - 2s \ 2S_{1/2}$ | - (22,596) | 20,052н (20,140) | 18,026н (18,062) | 16,218н 16,288 | 14,717н 14,758 | 13,393н (13,438) | 12,222н 12,284 | - II,261 |
| $2p \ 2P_{3/2} - 3d \ 2D_{3/2}$ | (22,189) | (19,814) | (17,800) | 16,067 | 14,592 | (13,307) | 12,188 | II,187 |
| $2p \ 2P_{3/2} - 2d \ 2D_{5/2}$ | 22,163н | 19,789н | 17,779н | 16,049н | 14,578н | 13,292н | 12,172н | II,171 |
| $2p \ 2P_{1/2} - 2d \ 2D_{3/2}$ | 22,020н | 19,642н | 17,634н | 15,907н | 14,435н | 13,149н | 12,028 | II,030 |
| $2s \ 2S_{1/2} - 3p \ 2P_{1/2}$ | (20,936) | 18,732н | 16,861н | 15,253н | 13,870н | 12,664н | 11,604 | 10,663 |
| $2s \ 2S_{1/2} - 2p \ 2P_{3/2}$ | (20,894) | 18,691н | 16,819н | 15,211н | 13,828н | 12,623н | 11,563 | 10,619 |
| $2p \ 2P_{3/2} - 4s \ 2S_{1/2}$ | - | | | | | | | 8,371 |
| $2p \ 2P_{1/2} - 2s \ 2S_{1/2}$ | - | | | | | | | 8,285 |
| $2p \ 2P_{3/2} - 4d \ 2D_{3/2,5/2}$ | 16,497 | 14,745н | 13,241н | 11,958 | 10,853н | 9,865 | 9,018 | 8,316 |
| $2p \ 2P_{1/2} - 2d \ 2D_{3/2}$ | 16,427 | 14,661н | 13,154н | 11,872 | 10,768н | 9,809 | 8,970 | 8,231 |
| $2s \ 2S_{1/2} - 4p \ 2P_{1/2}$ | 15,755 | 14,091н | 12,674н | 11,452 | 10,413н | 9,493 | 8,694 | 7,993 |
| $2s \ 2S_{1/2} - 2p \ 2P_{3/2}$ | | | | | | | 8,684 | 7,983 |

| Переходы | K | Ca | Sc | Ti | V | Cr | Mn | Fe |
|---|----------|----------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|
| $2p \ ^2P_{3/2} - 5d \ ^2D_{3/2,5/2}$ | I4,776 | I3,192* | II,845* | IO,690 | 9,704 | (8,847) | 8,090 | 7,438 |
| $\quad \quad \quad \ ^2P_{1/2} - \quad \quad \quad \ ^2D_{3/2}$ | I4,715 | I3,120* | II,777 | IO,620 | 9,633 | (8,778) | 8,029 | 7,370 |
| $2s \ ^2S_{1/2} - 5p \ ^2P_{1/2,3/2}$ | (I4,147) | I2,636* | II,377 | IO,278 | 9,352 | (8,516) | 7,797 | 7,169 |
| $2p \ ^2P_{3/2} - 6d \ ^2D_{3/2,5/2}$ | (I3,977) | I2,476* | II,204 | IO,109 | 9,175 | (8,365) | (7,656) | 7,033 |
| $\quad \quad \quad \ ^2P_{1/2} - \quad \quad \quad \ ^2D_{3/2}$ | (I3,914) | I2,411 | II,141 | IO,046 | 9,111 | (8,304) | (7,595) | 6,972 |
| $2s \ ^2S_{1/2} - 6p \ ^2P_{1/2,3/2}$ | (I3,407) | II,989 | IO,785 | 9,733 | 8,843 | (8,066) | (7,387) | 6,787 |
| $2p \ ^2P_{3/2} - 7d \ ^2D_{3/2,5/2}$ | (I3,533) | I2,078 | IO,846 | 9,788 | 8,882 | (8,100) | (7,413) | 6,808 |
| $\quad \quad \quad \ ^2P_{1/2} - \quad \quad \quad \ ^2D_{3/2}$ | (I3,475) | (I2,021) | IO,785 | 9,733 | 8,826 | (8,042) | (7,355) | (6,752) |
| $2s \ ^2S_{1/2} - 7p \ ^2P_{1/2,3/2}$ | (I2,996) | II,621 | IO,443 | 9,434 | 8,576 | (7,817) | (7,158) | (6,583) |
| $2p \ ^2P_{3/2} - 8d \ ^2D_{3/2,5/2}$ | (I3,261) | (II,836) | IO,628 | 9,591 | 8,703 | (7,936) | (7,263) | (6,672) |
| $\quad \quad \quad \ ^2P_{1/2} - \quad \quad \quad \ ^2D_{3/2}$ | (I3,204) | (II,780) | IO,576 | 9,534 | 8,643 | (7,881) | (7,208) | (6,617) |
| $2s \ ^2S_{1/2} - 8p \ ^2P_{1/2,3/2}$ | (I2,744) | (II,394) | (IO,240) | 9,246 | (8,399) | (7,664) | (7,018) | (6,451) |
| $2p \ ^2P_{3/2} - 9d \ ^2D_{3/2,5/2}$ | (I3,080) | (II,675) | (IO,481) | (9,459) | (8,582) | (7,828) | (7,164) | (6,581) |
| $\quad \quad \quad \ ^2P_{1/2} - \quad \quad \quad \ ^2D_{3/2}$ | (I3,025) | (II,620) | (IO,426) | (9,405) | (8,527) | (7,774) | (7,110) | (6,527) |
| $2s \ ^2S_{1/2} - 9p \ ^2P_{1/2,3/2}$ | (I2,576) | (II,243) | (IO,104) | 9,128 | (8,288) | (7,562) | (6,925) | (6,365) |

взята из работы /2/, а значения длин волн – из экспериментов с лазерной плазмой. Знаком "х" помечены значения длин волн, не попавших в диапазон регистрации в наших экспериментах и имеющихся только в работе /2/. В тех случаях, когда в нашем распоряжении не было экспериментальных значений длин волн, в таблицу внесены результаты теоретических расчетов – соответствующие значения заключены в скобки.

Для переходов $2p - 3s$ существует разногласие между идентификацией, предложенной в работе /2/, и нашей, основанной на теоретических расчетах /6/, надежность которых подтверждается экспериментально. Подробно этот вопрос обсуждается в работе /4/. Здесь же мы ограничиваемся тем, что приводим в таблице для каждого из переходов $2p \rightarrow 2p_{3/2, 1/2} - 3s \rightarrow 2s_{1/2}$ обе пары конкурирующих значений длин волн.

Таким образом, на основе экспериментальных данных и теоретических расчетов удается составить практически полную картину структуры уровней большой группы L_1 -подобных ионов. Соответствующие значения расщеплений, потенциалов ионизации, положений отдельных уровней легко выводятся из представленной таблицы по стандартной процедуре /7/. Данные настоящей работы наряду с идентификацией содержащихся в спектре лазерной плазмы диэлектронных спутников H - и He -подобных ионов $Na...V$ /3/ представляют интерес для астрофизических исследований.

Авторы благодарны Н. Г. Басову, О. Н. Крохину и С. Л. Мандельштаму за стимулирование и поддержку настоящей работы.

Поступила в редакцию
9 декабря 1975 г.

Л и т е р а т у р а

1. В. А. Бойко, О. Н. Крохин, Г. В. Склизков, Труды ФИАН, "Лазеры и их применение", 76, 186, (1974).
2. S. Goldsmith, U. Feldman, L. Oren. *Astrophys. J.*, 174, 209 (1972).
3. Е. В. Аглицкий, В. А. Бойко, С. А. Пякуз, А. Я. Фаенов. *Квантовая электроника*, 1, 908 (1974).

4. Е. В. Аглицкий, В. А. Бойко, С. А. Пикуз, А. Я. Фаенов. Препринт ФИАН № 56, 1974 г.
5. Е. В. Аглицкий, В. А. Бойко, С. А. Пикуз, А. Я. Фаенов. Квантовая электроника, I, 1731. (1974).
6. U. I. Safronova. J. Quant. Spectr. Rad. Trans., 8, 251(1974).
7. В. Edlen. In Encyclopedia of Physics, vol. 27, ed. by S. Flügge (Berlin: Springer-Verlag).