

от результатов работы [2] имел существенное значение. В экспериментах производилась замена присовой диафрагмы на диафрагму в виде полуплоскости, которая вводилась в луч как от центра резонатора, так и снаружи. Точка резонатора, в которой вводилась диафрагма, при такой замене не изменялась. Результатом изменения вида диафрагмы было увеличение $\delta\nu_{\max}$ до 200—250 гц и, что обращает на себя внимание, изменение знака расщепления. Такая зависимость расщепления от вида диафрагмы пока не нашла у нас объяснения.

Авторы благодарны В. Е. Привалову за интерес к работе и обсуждение результатов эксперимента.

Литература

- [1] И. А. Андропова, И. Л. Бернштейн. ЖЭТФ, 57, 100, 1969.
 [2] А. Д. Валугев, С. А. Савранский, А. Ф. Савушкин, Б. А. Шоккин. Опт. и спектр., 29, 410, 1970.
 [3] Э. И. Фрадкин. Опт. и спектр., 31, 952, 1971; 32, 132, 1972.
 [4] T. Y. Podgorski, F. Aronowitz. IEEE of QE, 4, 11, 1968.
 [5] В. Ю. Петрунькин, В. М. Николаев, Н. М. Кожевников, Р. И. Окунев. ЖТФ, 43, 1099, 1973.

Поступило в Редакцию 11 апреля 1973 г.

УДК 535.184.52.001.24

РАДИАЦИОННЫЕ ВРЕМЕНА ЖИЗНИ УРОВНЕЙ ИОНА КII

А. В. Логинов и П. Ф. Груздев

Настоящее сообщение посвящено вычислению радиационных времен жизни уровней конфигураций $3p^5ns$ ($n=4-7$), $3p^5np$ ($n=4-6$), $3p^5nd$ ($n=3-5$) и $3p^54f$ иона КII. Метод расчета тот же, что и в предыдущих работах [1-3]. Результат вычислений приведен в таблице. В одноконфигурационном приближении ($\tau_{\text{ОП}}$) расчеты проведены с интегралами переходов, вычисленными на функциях Хартри—Фока (ХФ) по формулам длины (τ_r) и скорости (τ_v) диполя, а также с их геометрическим средним (τ_{rv}). В многоконфигурационном приближении ($\tau_{\text{МП}}$) для расчетов использованы интегралы переходов, полученные только по формуле геометрического среднего. Исключение составляют уровни $3p_1$, $4X_2$, $4Z_2$, $4Y_2$, при получении времен жизни которых в МП были использованы интегралы переходов, вычисленные по формуле длины диполя.

Уровни в таблице расположены в порядке возрастания их энергий. Как правило, одноконфигурационное приближение (ОП) и многоконфигурационное приближение (МП) дают близкие значения энергии (исключая уровни $1P_1$ $3p^5nd$, о которых речь пойдет ниже), и порядок следования уровней совпадает в обоих приближениях. Лишь в случае $3d_6$ и $5d_4$ МП переставляет их по сравнению с ОП, хотя сами значения энергий изменяются незначительно. В таблице эти уровни расположены в том порядке, в котором они получаются в ОП. Что касается уровней $1P_1$ $3p^5nd$ (в таблице они обозначены $3s'_1$, $4s'_1$ и $5s'_1$), то они перемешиваются настолько сильно, что их можно отнести к той или иной конфигурации лишь условно, руководствуясь в основном значением энергии. Так, вместо чистых состояний $1P_1$ $3p^5nd$ мы имеем такие линейные комбинации

$$\begin{aligned} 3p^5 3d &\rightarrow 0.47 3d + 0.30 4d + 0.23 5d, \\ 3p^5 4d &\rightarrow 0.47 3d + 0.48 4d + 0.05 5d, \\ 3p^5 5d &\rightarrow 0.04 3d + 0.21 4d + 0.75 5d. \end{aligned}$$

Значения энергии этих уровней, полученные в МП, следующие: 205 550 ($3s'_1$), 226 250 ($4s'_1$) и 258 990 ($5s'_1$) см⁻¹. При этом разность энергии состояний $3s'_1$ и $3d_2$ уменьшается от 68 114 см⁻¹ в ОП до 42 380 см⁻¹ в МП, что находится в хорошем согласии с результатом, полученным в работах [4, 5]. В работе [5] эта разность равна 67 670 см⁻¹ в предположении, что слетеровские радиальные интегралы не зависят от терма, и уменьшается до 37 100 см⁻¹, когда функции ХФ, с помощью которых рассчитываются интегралы, получены отдельно для каждого терма. В нашей работе мы принимали во внимание наложение $3p^53d + 3p^54d + 3p^55d$ (интересно отметить, что термы $1P_1$ $3p^5nd$ практически не перемешиваются с состояниями $3p^5ms$), которое отлично от нуля только благодаря тому, что мы используем не зависящие от терма функции ХФ. Следовательно, мы фактически находим, так же как и в [5], поправку на зависимость функций ХФ от терма.

В таблице приведены значения τ для 83 возбужденных состояний иона КII. Для двух уровней конфигураций $3p^54s$ ($1s_5$ и $1s_3$) и для девяти уровней конфигураций $3p^53d$ ($3d_6$, $3d'_1$, $3d_4$, $3d_3$, $3d'_1$, $3d'_1$, $3s'_1$, $3s'_1$ и $3s'_1$) радиационное время жизни в дипольном приближении равно бесконечности. Эти состояния в таблице опущены. Сопоставление времен жизни, вычисленных в ОП, показывает, что для большинства

Радиационные времена жизни (в нсек.) уровней иона КII

Уровни по Мур	τ _{ОП}			τ _{МП}	Уровни по Мур	τ _{ОП}			τ _{МП}
	τ _r	τ _{rr}	τ _p			τ _r	τ _{rr}	τ _p	
1s ₄	2.76	3.15	3.58	2.91	3s ₅	7.46	7.34	6.90	7.46
1s ₂	0.46	0.52	0.59	0.45	3s ₄	2.80	3.19	3.51	2.55
3d ₅	1080	1431	1895	104	3s ₃	8.91	9.06	8.84	9.39
3d ₂	104	137	182	91.2	3s ₂	3.23	3.53	3.69	2.84
3s ₁	0.22	0.24	0.25	0.13	4X ₁	1.86	2.42	3.13	2.63
2p ₁₀	5.96	8.55	9.40	8.13	4X ₂	2.66	3.29	3.80	2.77
2p ₉	5.05	6.73	8.11	6.77	4V ₅	2.13	2.58	3.11	3.42
2p ₈	5.56	7.12	8.40	6.90	4V ₄	2.84	3.14	3.43	3.15
2p ₇	5.63	7.48	9.05	7.36	4Y ₃	2.30	2.77	3.28	3.43
2p ₆	5.39	6.82	8.12	6.43	4Y ₂	4.66	5.07	4.74	3.64
2p ₄	4.88	6.15	7.31	6.23	4U ₃	3.05	3.31	3.56	3.22
2p ₃	4.78	6.43	7.91	6.20	4U ₄	3.24	3.43	3.60	2.98
2p ₅	4.03	5.77	7.52	5.17	4W ₃	2.44	2.82	3.23	3.27
2p ₂	4.01	5.31	6.55	5.24	4W ₄	2.46	3.22	3.49	3.20
2p ₁	3.21	4.64	6.68	4.33	4Z ₃	2.92	2.88	3.29	3.16
2s ₅	3.99	4.41	4.85	4.40	4Z ₂	3.53	4.21	3.66	2.68
2s ₄	1.61	1.83	2.08	1.35	4p ₁₀	14.0	69.7	157	24.8
2s ₃	4.74	5.25	5.78	5.33	4p ₉	12.3	59.2	135	44.8
2s ₂	1.46	1.66	1.87	2.38	4p ₈	14.5	65.4	141	45.4
4d ₅	3.31	3.59	3.86	1.83	4p ₇	17.9	95.2	252	20.1
4d ₆	2.88	3.10	3.32	2.94	4p ₆	13.8	60.7	132	57.2
4d ₃	3.70	4.07	4.44	4.36	4p ₅	15.1	58.3	124	21.0
4d ₄	3.13	3.35	3.58	3.17	4p ₄	10.0	34.5	60.3	16.0
4d ₄ '	3.28	3.51	3.76	3.40	4p ₃	11.9	57.0	133	45.8
4d ₁ '	3.62	3.86	4.12	3.72	4p ₂	9.93	33.4	58.1	13.6
4d ₁ '	2.81	3.07	3.35	3.04	4p ₁	17.5	61.8	125	13.4
4s ₁ '	2.76	2.96	3.17	2.83	5d ₅	11.7	11.2	9.92	6.74
4d ₂ '	2.36	2.54	2.74	2.31	5d ₄	11.2	10.3	8.84	12.1
4s ₁ '	2.32	2.49	2.66	2.38	5d ₃	14.8	14.2	12.7	13.1
4s ₁ '	2.92	3.18	3.46	3.16	5d ₆	9.76	8.96	7.44	10.2
4s ₁ '	0.86	0.87	0.88	0.49	5d ₄ '	12.2	11.2	9.48	12.0
3p ₁₀	39.5	54.2	52.7	21.3	5d ₁ '	11.1	10.0	8.41	11.2
3p ₉	26.9	36.8	42.3	32.8	5d ₁ '	10.8	9.79	8.26	9.65
3p ₈	29.7	39.5	44.7	34.4	5d ₂ '	4.44	4.29	3.94	3.08
3p ₇	40.2	57.9	67.8	19.0	5s ₁ '	10.0	9.04	7.50	9.51
3p ₆	24.5	33.6	40.6	31.6	5s ₁ '	9.72	8.63	6.98	9.64
3p ₅	19.5	28.6	36.2	12.4	5s ₁ '	11.2	10.2	8.64	10.4
3p ₄	18.4	23.4	27.1	11.3	5s ₁ '	0.014	0.019	0.025	0.015
3p ₃	24.9	34.0	40.0	30.3	4s ₅	11.1	11.2	11.1	10.1
3p ₂	16.0	21.0	25.3	11.2	4s ₄	5.04	5.54	5.99	3.51
3p ₁	11.3	19.7	25.1	3.11	4s ₃	14.1	14.5	14.6	12.8
					4s ₂	5.78	6.13	6.38	4.20

уровней $\tau_r < \tau_{rr} < \tau_p$, как и следовало ожидать, τ_{rr} занимает промежуточное положение между τ_r и τ_p . Для выяснения влияния наложения конфигураций на времена жизни достаточно сравнивать $\tau_{МП}$ и τ_{rr} . Расчетные значения времен жизни, представленные в таблице, считаем наиболее достоверными для тех состояний, для которых τ_{rr} и $\tau_{МП}$ близки друг к другу. Для большей части состояний, представленных в таблице, наблюдается соответствие τ_{rr} и $\tau_{МП}$. Для тех состояний, для которых наложение конфигураций проявляется в сильной степени ($\tau_{МП}$ и τ_{rr} значительно различаются в этих случаях), достоверность расчетных значений τ мала.

Для ряда наиболее глубоких уровней иона КII расчетные значения τ , представленные в таблице, можно сопоставить с экспериментом. Значения $\tau_{эксп.}$, полученные методом луч-фольга [6-8], следующие (в нсек.): $2p_{10} - 8.9 [^6]$, $10.8 [^7]$; $2p_9 - 8.1 [^6]$, $9.2 [^7]$; $2p_8 - 8.4 [^8]$, $8.9 [^7]$, $10.0 [^6]$; $2p_7 - 8.3 [^8]$, $8.8 [^6, 7]$; $2p_6 - 8.3 [^6]$, $8.6 [^8]$, $9.3 [^7]$; $2p_4 - 9.1 [^7]$, $9.6 [^8]$, $10.3 [^6]$; $2p_3 - 8.0 [^6]$, $8.3 [^8]$, $8.8 [^7]$; $2p_5 - 6.7 [^8]$, $7.0 [^7]$; $2p_2 - 5.4 [^6]$, $7.2 [^8]$, $9.0 [^7]$; $2p_1 - 4.4 [^7]$, $4.5 [^6]$; $2s_5 - 3.1 [^6]$, $3.3 [^8]$, $3.9 [^7]$; $2s_4 - 2.7 [^7]$; $2s_3 - 2.7 [^7]$; $2s_2 - 3.2 [^6]$; $4d_5 - 2.9 [^7]$; $4d_3 - 3.2 [^7]$, $4.3 [^6]$; $4d_4 - 3.4 [^7]$; $4d_1' - 3.1 [^6]$, $3.5 [^7]$; $4s_1'''' - 3.0 [^7]$.

Сопоставление $\tau_{эксп.}$ с расчетными τ показывает, что τ_{rr} и $\tau_{МП}$ в основном не плохо согласуются с экспериментом. Для ряда уровней $\tau_{расч.}$ очень близки к $\tau_{эксп.}$. Для уровня $2p_2$ наблюдается значительное расхождение между $\tau_{расч.}$ из работ [6-8]. Наши значения $5.31 (\tau_{rr})$ и $5.24 (\tau_{МП})$ близки с $\tau_{эксп.} = 5.4$ из работ [6].

Литература

- [1] П. Ф. Груздев, А. В. Логинов. Опт. и спектр., *35*, 3, 1973.
- [2] П. Ф. Груздев, А. В. Логинов. Опт. и спектр., *34*, 612, 1973.
- [3] П. Ф. Груздев, А. В. Логинов. Опт. и спектр., *34*, 812, 1973.
- [4] R. D. Cowan. *J. de Phys.*, *31*, C4, 191, 1970.
- [5] J. E. Hansen. *J. Phys. B.*, *5*, 1083, 1972.
- [6] H. G. Berry, J. Bromander, R. Buchta. *Physica Scripta*, *1*, 179, 1970.
- [7] T. Andersen, J. Desesquelles, K. A. Jessen, G. Sorensen. *J. Opt. Soc. Am.*, *60*, 1199, 1970.
- [8] C. K. Kumar, G. E. Assousa, L. Brown, W. K. Ford, Jr. *Phys. Rev. A*, *7*, 112, 1973.

Поступило в Редакцию 11 июня 1973 г.

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф. СКОРНИН