

АТОМНАЯ И ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА

УДК 535.32; 535.563.5; 539.186.22

ФОТОРАЗВАЛ ГЕЛИЕПОДОБНОГО ИОНА ВОДОРОДА

С. М. Бурков (ХПИ)*, Н. А. Летяев, С. И. Страхова

(НИИЯФ)

С использованием R -матричного подхода рассчитаны сечения фоторазвала отрицательного иона водорода и параметры анизотропии углового распределения фотоэлектронов. Расчеты выполнены в приближении сильной связи шести состояний. Проведено сравнение с экспериментальными и теоретическими данными других авторов.

Данная работа продолжает цикл исследований взаимодействия гелиеподобных систем с излучением в области энергий между первым и третьим порогами [1, 2]. Непрерывный спектр иона H^- , в отличие от других гелиеподобных систем, имеет ряд качественных особенностей: конечное число резонансов в сериях, наличие резонанса формы над вторым порогом [3, 4] и др. Вследствие этого применение методов взаимодействующих конфигураций, в том числе в представлении комплексных чисел [1], становится неудобным. Ниже приведены результаты расчета сечений фоторазвала H^- , полученные в рамках R -матричного подхода, численная реализация которого изложена в [5]. Мы использовали приближение сильной связи шести ($1s-2s-2p-3s-3p-3d$) состояний. В разложении канальных волновых функций учитывалось до 25 членов ряда. R -матричный радиус сшивания выбирался равным 38 а. е. В качестве атомных орбиталей использовались кулоновские волновые функции с эффективным зарядом $Z=1$. Все результаты приводятся ниже в шкале энергий, базирующейся на общепринятом значении энергии связи основного состояния отрицательного иона водорода, равной $-0,527751$ а. е. [6].

Сравнение результатов расчета с экспериментом (рис. 1) позволяет сделать вывод о хорошей точности описания процесса фоторазвала иона H^- в выбранной модели. Некоторое различие в сечениях, полученных по формулам длины L и скорости V для оператора дипольного перехода, свидетельствует о недостаточной полноте используемого базиса. На это указывает также завышенное значение положений резонансов. Область энергий, соответствующая фешбаховскому резонансу под вторым порогом развала, достаточно хорошо описывается как в L -, так и в V -приближении. Непосредственно в районе второго порога расчеты не проводились, поскольку приме-

Параметры резонансов в полных сечениях фоторазвала H^- из серий, сходящихся к $n = 3$ порогу развала. Положения резонансов приведены относительно основного состояния H^- ($-0,527751$ а. е., $1 Ry = 13,6058435$ эВ).
В скобках указана ошибка измерений

Номер резонанса	Параметр	Настоящий расчет		Эксперимент		Теория (3)
		L -приближение	V -приближение	[7]	[10]	
1	E_r , эВ	12,667	12,667	12,647(4)	12,651(1)	12,654
	Γ , эВ	0,0379	0,0370	0,0275(8)	0,0390(20)	0,0342
	q	-1,040	-0,824	-0,81(2)	-0,716(370)	—
2	E_r , эВ	12,772	12,772	12,776	—	12,767
	Γ , эВ	0,00026	0,00025	—	—	0,000245
	q	-3,469	-0,898	—	—	—
3	E_r , эВ	12,841	12,841	12,834(4)	—	12,840
	Γ , эВ	0,00158	0,00173	0,0016(3)	—	0,0019
	q	-0,635	-0,524	-0,67(14)	—	—

* Хабаровский политехнический институт.

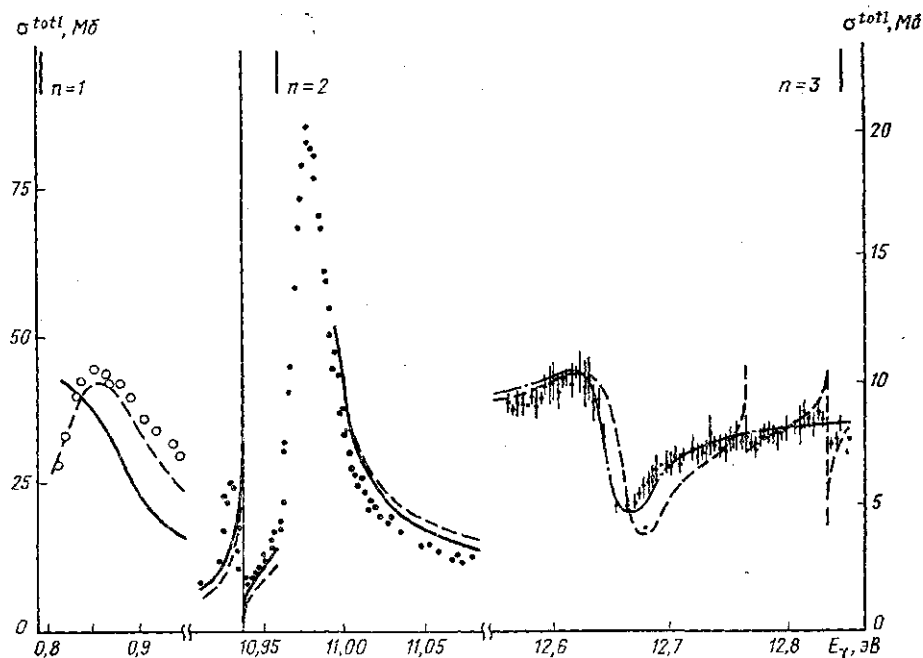


Рис. 1. Полные сечения фоторазвала H^- : кружки светлые — данные [8], темные — [9], со штрихом — [7], сплошная кривая — наш расчет, L -приближение, штриховая — наш расчет, V -приближение, штрих-пунктирная — данные [10]. Данные [7] и [10] нормированы на наш расчет в V -приближении при энергии 12,8 эВ. Для энергий фотонов от 12,5 до 12,84 эВ шкала сечений приведена справа. Сверху отмечены пороги развала иона H^-

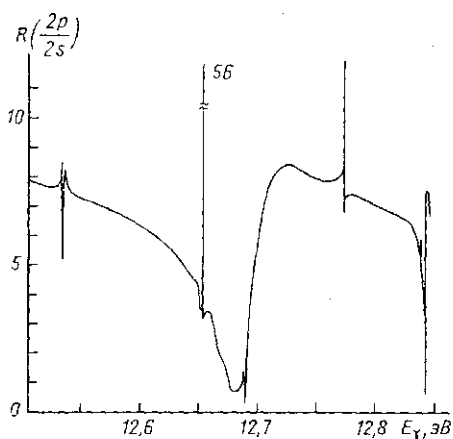


Рис. 2. Отношение сечений фоторазвала иона H^- в состоянии $2p$ и $2s$ остаточного атома H

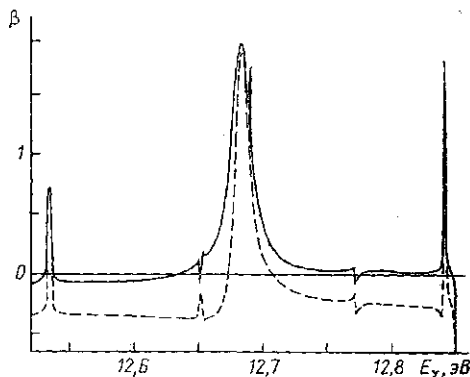


Рис. 3. Параметры анизотропии углового распределения фотоэлектронов: штриховая кривая — β_{2p} , V -приближение, сплошная — $\beta_{n=2}$, V -приближение

нение выбранной модели в районах порогов требует дополнительного обоснования. Наиболее тщательно в нашей работе изучалась область непрерывного спектра в районе серий резонансов, сходящихся к $n=3$ порогу развала H^- . Сечения, полученные в L - и V -приближениях, лежат в пределах ошибок эксперимента. Результаты обработки наших данных по формулам изолированного резонанса (см., напр., [1]) и сравнение их с данными других авторов даны в таблице. Следует обратить внимание на тот факт, что на рис. 1 и в таблице опущены данные о структурах с ширинами порядка 10^{-4} и меньше, наблюдаемых нами при энергиях возбуждения 12,5325; 12,6525; 12,69 и 12,833 эВ. Возможно, эти структуры (они видны на рис. 2 и 3) обусловлены недостаточной точностью используемого варианта численной реализации метода R -матрицы. В работах других авторов структуры подобных размеров не обсуждаются в связи с недостаточной точностью расчетов [3]. Из данных, приведенных на рис. 2, видно, что развал дважды возбужденного H^- идет главным образом на $2p$ -состояние остаточного H , что наиболее ярко проявляется в точках узких резонансов. На рис. 3 показано поведение параметров анизотропии β_{2p} и $\beta_{n=2}$, рассчитанных в V -приближении; β -параметры имеют аналогичную структуру и в L -приближении.

Расчеты выполнены на ЭВМ ЕС-1066 НИИЯФ МГУ и ЕС-1036 ВЦ ХПИ. Авторы благодарят участников научного семинара ЛТП НИИЯФ МГУ под руководством проф. В. В. Балашова, а также Ю. Ф. Смирнова, Л. Я. Стотланда, А. М. Широкова за полезные обсуждения. Авторы также выражают благодарность сотрудникам ВЦ ХПИ Л. В. Белоусовой, И. Н. Мирошниченко за помощь в подготовке программного обеспечения.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Бурков С. М., Страхова С. И. // Вестн. Моск. ун-та. Физ. Астрон. 1984. 25, № 3. С. 42. [2] Бурков С. М., Летяев Н. А., Страхова С. И. // Там же. 1989. 30, № 1. С. 6. [3] Anil Pathak et al. // J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys. 1988. 21. P. 2939. [4] Fanò U. // Rep. Prog. Phys. 1983. 46. P. 97. [5] Berrington K. A. et al. // Comp. Phys. Comm. 1978. 14. P. 367. [6] Pekeris C. L. // Phys. Rev. 1962. 126. P. 1470. [7] Hamm M. E. et al. // Phys. Rev. Lett. 1979. 43. P. 1715. [8] Smith S. J., Burch D. S. // Phys. Rev. 1957. 116. P. 1125. [9] MacArthur D. W. et al. // Phys. Rev. 1985. A32. P. 1921. [10] Cohen S. et al. // Phys. Rev. 1987. A36. P. 4728.

Поступила в редакцию
16.01.90

ВЕСТН. МОСК. УН-ТА. СЕР. 3, ФИЗИКА, АСТРОНОМИЯ. 1990. Т. 31, № 4

ОПТИКА И СПЕКТРОСКОПИЯ

УДК 535.14

КВАНТОВЫЕ ФЛУКТУАЦИИ И СЖАТЫЕ СОСТОЯНИЯ В НЕЛИНЕЙНОМ РЕЗОНАТОРЕ

А. В. Белянский

(кафедра общей физики и волновых процессов)

Предложено квантовое решение задачи об эволюции поля в нелинейном резонаторе произвольной добротности. На примере происходящей в нем фазовой самомодуляции или параметрического усиления показана несостоятельность соответствующих полуклассических теорий. В частности, предсказываемая ими эффективность сжатия оказывается преувеличенной, а рекомендуемые режимы его достижения — не оптимальными.

Получение и использование квантовых сжатых состояний в последние годы вызывают повышенный интерес, поскольку они связаны с решением целого ряда фундаментальных и прикладных проблем. Их привлекательность обусловлена возможностью снижения дробовых шумов фотодетектирования, что ведет к повышению предельных характеристик разнообразных высокоточных измерительных и преопередающих систем [1—3]. Однако экспериментальных результатов по получению глубокого сжатия за последние три года практически нет [2, 3]. Примерно двукратное по-