

- [15] J. R. McNeil, M. L. Johnson, G. J. Collins. Appl. Phys. Lett., 29, 172, 1976.  
 [16] J. Z. Klose. Astrophys. J., 198, 229, 1975.  
 [17] H. Bucka, J. Ney, G. Herpke. Z. Angew. Phys., B, 20, 354, 1966.  
 [18] K. P. Selter, H.-J. Kunse. Astrophys. J., 221, 713, 1978.  
 [19] А. Л. Ошерович, Я. Ф. Веролайнен. В кн.: Проблемы атмосферной оптики, 80. Изд. ЛГУ, Л., 1979.  
 [20] А. Л. Ошерович, Г. Л. Плехоткина, В. Р. Обидин. Опт. и спектр., 50, в. 6, 1981.  
 [21] C. E. Moore. Nat. Bur. Stand. 467, 3, 48, 1958.  
 [22] A. G. Shenstone. Phys. Rev., 57, 894, 1940.  
 [23] A. G. Shenstone. Phys. Rev., 31, 317, 1928.

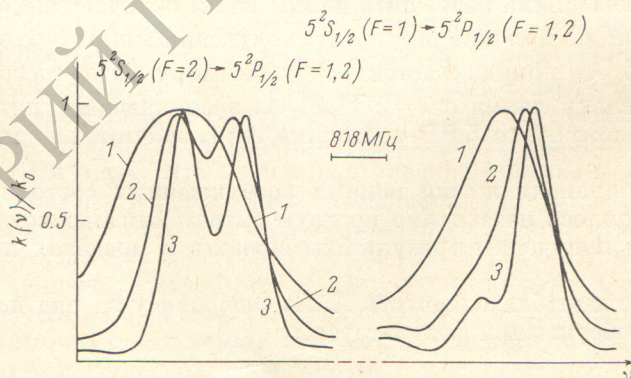
Поступило в Редакцию 1 июля 1980 г.

УДК 539.186.3 : 546.35

### КОНСТАНТЫ УШИРЕНИЯ И СДВИГА Д<sub>1</sub>- И Д<sub>2</sub>-ЛИНИЙ РУБИДИЯ-87 ИНЕРТНЫМИ ГАЗАМИ

С. Л. Изотова, А. И. Канцеров и М. С. Фриш

В наших работах [1-3] приводились значения уширений и сдвигов сверхтонких компонент Д<sub>1</sub>-линии гелием, неоном, аргоном, криптоном и Д<sub>2</sub>-линии рубидия-87 гелием и аргоном, вызванных эффектом давления инертных газов. В настоящей работе сообщаются данные о взаимодействии атомов рубидия-87 с другими инертными газами, проявляющемся в деформациях контуров поглощения этих линий. Тем самым завершается цикл работ по исследованию возмущения резонансных переходов



Контурсы линии поглощения  $\lambda=794.7$  нм  $^{87}\text{Rb}$ .

1 — контур линии поглощения, возмущенной аргоном при давлении 54 мм рт. ст., 2 — контур линии поглощения, возмущенной аргоном при давлении 20 мм рт. ст., 3 — контур линии поглощения чистых паров  $^{87}\text{Rb}$ .

$5^2S_{1/2} - 5^2P_{1/2}$  (794.7 нм) и  $5^2S_{1/2} - 5^2P_{3/2}$  (780 нм) атомов рубидия-87 нейтральными атомами инертных газов. Вопрос определения констант возмущения этих переходов представляет определенный теоретический и практический интерес [15].

В основе метода лежит исследование контуров поглощения насыщенного пара рубидия-87 по анализу спектрального распределения света, прошедшего через пар с различными добавками инертных газов. Анализ производился с помощью двойного интерферометра Фабри—Перо [4], ширина аппаратной функции которого составляла  $140 \pm 20$  МГц. Высокое

постоянство условий, в которых находилась ячейка со смесью рубидия-87 и инертного газа, а также достаточно высокая разрешающая способность спектрального прибора позволили надежно регистрировать контуры поглощения сверхтонких компонент и сравнивать их между собой. Подробно методика получения контуров поглощения и извлечения из них информации об уширении и сдвиге описана в работах [1-3].

В работе [2] допущена ошибка в рис. 1. На самом деле рис. 1 имеет вид, приведенный на стр. 196.

Эксперименты проводились при нескольких давлениях возмущающего инертного газа в области 0-50 тор при температуре порядка 320 К.

Следует отметить, что в указанном интервале давлений в пределах экспериментальных ошибок наблюдалась линейная зависимость величин уширений и сдвигов от давления инертных газов для  $D_1$ - и  $D_2$ -линий рубидия-87. Этот экспериментальный факт находится в согласии с одним из важных выводов ударной теории столкновений — прямой зависимостью сдвигов и уширений от концентрации инертного газа. Подтверждается теоретический вывод об одинаковости сдвигов и уширений отдельных сверхтонких компонент, принадлежащих как переходу, соответствующему  $D_1$ -линии, так и  $D_2$ -линии [9].

В данной работе приводим измеренные нами новые константы сдвигов и уширений сверхтонких компонент резонансных линий рубидия инертными газами. Для  $D_1$ -линии в присутствии ксенона получено значение сдвига  $-6.0 \pm 0.2$  МГц/тор, а уширения  $15 \pm 3$  МГц/тор. Константы сдвигов и уширений сверхтонких компонент  $D_1$ -линии различными инертными газами приведены в табл. 1.

Итак, из ударной теории столкновений следует, что величины сдвигов и уширений пропорциональны числу возмущающих атомов в единице объема (концентрации). Опубликованные нами ранее значения уширений и сдвигов, как и в большинстве отечественных работ, отнесены к давлению, величина которого определяется не только концентрацией частиц, но и температурой, при которой проводится эксперимент. Обычно у разных авторов температура диктуется условиями эксперимента, а поэтому различна. Отсюда следуют трудности при сравнении результатов. Чтобы приводимые значения не зависели от температуры конкретного эксперимента, в зарубежной литературе [10-13] принято значения сдвигов и уширений приводить в единицах частоты ( $\text{см}^{-1}$ ,  $\text{с}^{-1}$ , Гц), отнесенных не к единицам давления (тор), а к единицам плотности (relative density или r. d.). Одна r. d. соответствует плотности идеального газа при давлении 760 тор и температуре 0° С. В настоящей работе мы считаем полезным привести в табл. 2 и 3 полученные нами, а также некоторыми другими авторами, значения сдвигов и уширений в единицах  $\text{см}^{-1}/\text{r. d.}$  для резонансных линий рубидия  $D_1$  и  $D_2$ . Перейти к единицам МГц/тор можно, воспользовавшись соотношением  $\text{см}^{-1}/\text{r. d.} = 10^{-2} T \text{ К}/107.73 \text{ МГц/тор}$ .

Как видно из таблиц, все инертные газы, кроме гелия, сдвигают центр линии в красную сторону спектра. Отношение величины сдвига к уширению различно при взаимодействии с разными инертными газами для сверхтонких компонент обеих линий. Не наблюдается монотонной зависимости величин сдвигов и уширений от атомного веса возмущающего инертного газа. Это указывает на различный вид потенциалов взаимодействия атома рубидия и инертных газов. Вопрос о потенциалах взаимодействия щелочных металлов с инертными газами подробно рассмотрен в работе [14].

В работах [5-7] константы сдвигов и уширений определялись методом магнитного сканирования. Данные, полученные двумя совершенно неза-

Таблица 1

	Сдвиг, МГц/тор	Уширение, МГц/тор
He	$+5 \pm 1$	$19 \pm 2$
Ne	$-1.7 \pm 0.5$	$7 \pm 2$
Ar	$-0.6 \pm 0.4$	$21 \pm 2$
Kr	$-5 \pm 1$	$15 \pm 1$
Xe	$-0.6 \pm 0.2$	$15 \pm 3$

Таблица 2

Константы сдвигов и уширений сверхтонких компонент D<sub>1</sub>-линии рубидия-87

возмущающий газ	Эксперимент				Теория	
	настоящая работа и [7] (мультиплекс)	[6] (магнитное сканирование)	[10, 12]	[11]	[10]	[8]
Сдвиг (см <sup>-1</sup> /г. д.)						
He	+0.15±0.03	+0.17±0.015				
Ne	-0.05±0.015	-0.033±0.015		-0.011±0.01		
Ar	-0.20±0.01	-0.184±0.015	-0.25	-0.21±0.02	-0.195	-0.160
Kr	-0.15±0.03	-0.153±0.014	-0.18	-0.215±0.015	-0.140	-0.163
Xe	-0.178±0.006	-0.20±0.03		-0.225±0.020	-0.142	-0.187
Уширение (см <sup>-1</sup> /г. д.)						
He	0.56±0.06	0.51±0.03		0.55±0.1		
Ne	0.21±0.06	0.28±0.03		0.28±0.04		
Ar	0.62±0.06	0.54±0.015	0.50	0.54±0.07	0.50	0.44
Kr	0.45±0.03	0.48±0.03	0.60	0.54±0.05	0.67	0.45
Xe	0.45±0.09	0.58±0.025		0.62±0.07	0.63	0.52

Таблица 3

Константы сдвигов и уширений сверхтонких компонент D<sub>2</sub>-линии рубидия-87

возмущающий газ	Эксперимент				Теория		
	настоящая работа [3] (мультиплекс)	[7] (магнитное сканирование)	[10, 12]	[11]	[10]		[9]
					анизотропная теория	изотропная теория	
Сдвиг (см <sup>-1</sup> /г. д.)							
He	+0.027±0.006	+0.061±0.015		-0.022±0.01			
Ne	-0.080±0.006	-0.103±0.015	-0.075	-0.06±0.01	+0.030	+0.047	
Ar	-0.169±0.006	-0.20±0.02	-0.20	-0.24±0.035	-0.20	-0.215	-0.157
Kr	-0.172±0.006	-0.23±0.03	-0.22	-0.24±0.015	-0.145	-0.152	-0.163
Xe	-0.178±0.006	-0.195±0.03		-0.27±0.02	-0.185	-0.117	-0.187
Уширение (см <sup>-1</sup> /г. д.)							
He	0.45±0.06	0.63±0.03		0.55±0.1			
Ne	0.39±0.09	0.26±0.015	0.35	0.29±0.05	0.44	0.49	
Ar	0.53±0.06	0.55±0.015	0.48	0.55±0.07	0.50	0.495	0.434
Kr	0.50±0.06	0.49±0.03	0.60	0.48±0.04	0.582	0.705	0.448
Xe	0.56±0.06	0.55±0.03		0.63	0.640	0.535	0.511

висимыми методами, находятся в хорошем согласии, как и с данными других авторов.

Мы выражаем глубокую благодарность Н. И. Калитеевскому за проявленный интерес и полезные обсуждения по всему циклу работ.

## Литература

- [1] С. Л. Изотова, А. И. Канцеров, М. С. Фриш. Опт. и спектр., 42, 213, 1977.
- [2] С. Л. Изотова, А. И. Канцеров, М. С. Фриш. Опт. и спектр., 46, 1144, 1979.
- [3] С. Л. Изотова, А. И. Канцеров, М. С. Фриш. Опт. и спектр., 49, 1000, 1980.
- [4] С. Л. Изотова, А. И. Канцеров, М. С. Фриш. В сб.: Диагностика плазмы по контурам спектральных линий, 76, Петрозаводск, 1977.

- [5] В. В. Гершун, В. Хуторщиков, Н. Н. Якобсон. Опт. и спектр., 31, 866, 1971.
- [6] С. А. Казанцев, Н. И. Калитеевский, О. М. Риш. Опт. и спектр., 44, 638, 1978.
- [7] В. Н. Белов. Опт. и спектр., 51, наст. вып., 1981.
- [8] В. Н. Ребане. Опт. и спектр., 41, 894, 1976.
- [9] В. Н. Ребане. Опт. и спектр., 44, 644, 1978.
- [10] R. Granier, J. Granier, F. Schuller. J. Quant. Spectr. Rad. Tran., 16, 143, 1976.
- [11] Ch. Ottinger, R. Scheps, G. W. York, A. Gallagher. Phys. Rev., A11, 1815, 1975.
- [12] R. Granier. Ann. Phys. Paris, 4, 383, 1969.
- [13] E. Roueff, A. Suzor. J. de Phys., 35, 727, 1974.
- [14] J. Pascale, J. Vanderplanque. J. Chem. Phys., 60, 2278, 1974.
- [15] IV Internat. Conf. Spectral Line Shapes, Program and Abstracts, Univ. Windsor, Ontario, Canada, 1978.

Поступило в Редакцию 3 декабря 1980 г.

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ имени Ф. СКОРИНЫ