

# СМЕЩЕНИЕ ЧАСТОТЫ ИЗЛУЧЕНИЯ РЕЗОНАНСНЫХ ЛИНИЙ РУБИДИЯ В ГАЗОНАПОЛНЕННЫХ БЕЗЭЛЕКТРОДНЫХ ЛАМПАХ

С. Л. Изотова и М. С. Фриш

В настоящем сообщении описывается исследование сдвига сверхтонких компонент излучения первого резонансного дублета  $\text{Rb}^{87}$ , соответствующего переходам  $5^2S_{1/2} - 5^2P_{1/2, 3/2}$  (794,7 и 780 нм) и изменение ширины контура излучения линий — вопросы, которые в настоящее время возникают при исследовании многих физических проблем [1].

Экспериментальная установка, блок-схема которой представлена на рис. 1, позволяла практически одновременно записывать как непосредственно излучение источника, так и излучение, прошедшее через поглощающую кювету. В качестве источника

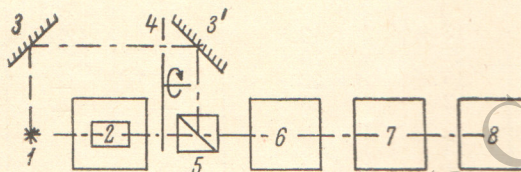


Рис. 1. Блок-схема экспериментальной установки.

1 — лампа типа Белла—Блюма, 2 — поглощающая кювета, 3 — поворотная призма, 4 — монохроматор, 7 — барокамера с интерферометром Фабри—Перо, 8 — система фотоэлектрической регистрации.

света использовалась лампа типа Белла—Блюма [2], содержащая изотоп  $\text{Rb}^{87}$  и наполненная аргоном до давления  $2 \div 2.5$  тор. Применялся фотоэлектрический метод регистрации [3] и оптическая толщина интерферометра Фабри—Перо изменялась непрерывно и равномерно давлением воздуха в барокамере, причем скорость сканирования устанавливалась такой, что один порядок интерференции записывался в течение 30 минут, а прерыватель света пропускал излучение вдоль одного из каналов наблюдения в течение  $4 \div 5$  сек. (постоянная времени самописца 1 сек.).

Основное состояние  $\text{Rb}^{87} 5^2S_{1/2}$  расщеплено на два сверхтонких подуровня, расстояние между которыми в шкале частот 6835 Мгц. Расщепления верхних состояний  $5^2P_{1/2}$  и  $5^2P_{3/2}$  составляли 818 и 496 Мгц [4] и не могли быть разрешены описываемой установкой.

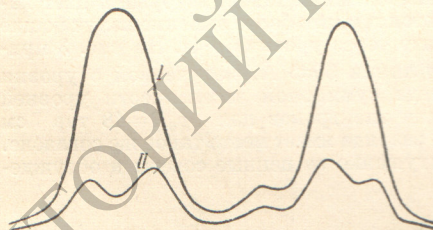


Рис. 2. Регистрограмма излучения лампы типа Белла—Блюма.

I — контур излучения источника (сверхтонкие компоненты перехода  $5^2P_{1/2} - 5^2S_{1/2}$ ,  $F = 1, 2$ ), II — контур излучения после прохождения поглощающей ячейки.

Постоянство режима работы лампы Белла—Блюма контролировалось миллиамперметром в цепи питания высокочастотного генератора и фотодиодом. Лампа помещалась в термоизолирующий кожух. Измерения показали, что минимальное самопоглощение в лампе и наилучшее разрешение сверхтонких компонент наступали при токе 40 ма, но в этом режиме сигнал мал и неустойчив. При больших мощностях разряда (ток питания 90 ма) компоненты сильно уширены и наблюдалось самообращение линий в виде провалов в контуре излучения. В использованном режиме работы источника ( $i = 60$  ма) линии излучения характеризовались хорошим разрешением сверхтонких компонент при сравнительно большой интегральной яркости, при этом самопоглощение мало и регистрируемая ширина контура коротковолновой сверхтонкой компоненты была 2100 Мгц. Аппаратная ширина регистрирующей системы определялась качеством пластин интерферометра Фабри—Перо и равнялась приблизительно 900 Мгц.

Благодаря наличию в установке второго канала, имелась возможность получать контур линии поглощения, положение максимума которого в шкале частот служило в дальнейшем репером при обработке регистрограмм. В качестве поглощающего элемента использовалась отпаянная стеклянная цилиндрическая кювета с плоскопараллельными окошками, наполненная парами  $\text{Rb}^{87}$ . Температура ячейки поддерживалась  $(54 \pm 0.5)^\circ \text{C}$ . Типичная регистрограмма представлена на рис. 2. Для численной оценки величины сдвига строился контур поглощения

$$k(\nu)l = \ln \frac{I_0(\nu)}{I_{\text{пр.}}(\nu)},$$



где  $I_0(\nu)$  — падающее на ячейку излучение частоты  $\nu$ ,  $I_{\text{пр.}}(\nu)$  — излучение частоты  $\nu$ , прошедшее через ячейку,  $l$  — длина ячейки.

В результате экспериментов выяснилось, что стабилизация источника по току неоднозначно определяет положение и ширину линий излучения в шкале частот. Контроль за стабильностью источника по интегральному излучению обеих резонансных линий также не дал возможности задавать определенные положение максимума и ширину контура линии излучения источника. Дополнительным условием при сравнении регистрограмм было постоянство ширины сверхтонких компонент при прочих одинаковых характеристиках режима излучения.

Измерения показали, что максимумы контура излучения сверхтонких компонент источника смещены по отношению к местоположению максимумов контура поглощения. Для линии 794.7 нм, соответствующей переходу  $5^2S_{1/2} - 5^2P_{1/2}$ , коротковолновая сверхтонкая компонента ( $F=1$ ) смещена в шкале частот в сторону меньших частот на величину  $-(145 \pm 30)$  Мгц, а длинноволновая ( $F=2$ ) в сторону больших на величину  $+(70 \pm 30)$  Мгц. Таким образом, расстояние между компонентами резонансного излучения в источнике оказалось меньшим, чем для изолированных атомов. Для перехода  $5^2S_{1/2} - 5^2P_{3/2}$  ( $\lambda = 780$  нм) характер наблюдаемого смещения оказался иным, а именно: обе сверхтонкие компоненты контура излучения сдвинуты относительно контура поглощения в коротковолновую область и величины сдвигов равны  $+(80 \pm 30)$  Мгц и  $+(20 \pm 30)$  Мгц для длинноволновой и коротковолновой сверхтонких компонент соответственно.

Процессы в источнике, приводящие к появлению наблюдаемых сдвигов, не обсуждаются в данном сообщении. Однако в качестве возможных причин можно назвать наличие неконтролируемых электромагнитных полей, перераспределение интенсивностей неразрешенных сверхтонких компонент переходов  $5^2S_{1/2} - 5^2P_{1/2, 3/2}$  и присутствие в источнике инертного газа.

Авторы благодарят Н. И. Калитеевского и М. П. Чайку за постановку задачи и ценные дискуссии по изучаемому вопросу, а также С. В. Семенова за любезное предоставление ячеек с изотопом  $\text{Rb}^{87}$ .

#### Литература

- [1] В. Р. Григорьянц, М. Е. Жаботинский, В. Ф. Золин. Квантовые стандарты частоты. Изд. «Наука», М., 1968.
- [2] W. Bell, A. Bloom, J. Lynch. Rev. Scient. Instr., 32, 688, 1961.
- [3] Н. И. Калитеевский, М. П. Чайка. Сб. «Спектроскопия газоразрядной плазмы». Л., 1970.
- [4] J. D. Feichtner, J. H. Gallacher, M. Mizushima. Phys. Rev., 164, 44, 1967.

Поступило в Редакцию 5 апреля 1972 г.

УДК 539.194.01

### ЭФФЕКТЫ ЦЕНТРОБЕЖНОГО ИСКАЖЕНИЯ В МИКРОВОЛНОВЫХ СПЕКТРАХ $l$ -УДВОЕНИЯ ЛИНЕЙНЫХ МОЛЕКУЛ

М. Р. Алиев

Переходы между компонентами  $l$ -удвоения вырожденных уровней линейных молекул и молекул типа симметричного волчка попадают в микроволновую область спектра и для целого ряда молекул исследованы экспериментально (ссылки см. в [1-3]). Для анализа этих спектров в случае уровней с  $|l|=1$  ( $l$  — квантовое число колебательного момента количества движения) линейных молекул обычно используется следующая формула для частот переходов:

$$\Delta\nu = \frac{1}{2} [q_0 + q_J J(J+1) + q_{JJ} J^2(J+1)^2 + \dots] (v+1) J(J+1). \quad (1)$$

Здесь  $v$  и  $J$  — колебательное и вращательное квантовые числа,  $q_0$  — постоянная  $l$ -удвоения второго порядка,

$$q_0 = \frac{2B^2}{\omega} \sum_n r_n^2 \frac{(3\omega^2 + \omega_n^2)}{(\omega_n^2 - \omega^2)}, \quad (2)$$