

ВЛИЯНИЕ УРОВНЯ $4P_{1/2}$ НА ВЫНУЖДЕННОЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ РАССЕЯНИЕ В ПАРАХ КАЛИЯ

Т. А. ПАПАЗЯН, А. В. КАРМЕНЯН, С. М. САРКИСЯН

Работа посвящена экспериментальному исследованию вынужденного четырехфотонного параметрического рассеяния в парах калия. При возбуждении резонансного перехода паров калия второй стоксовой компонентой ВКР хлороформа (расстройки $\sim 13 \text{ \AA}$ и $47 \text{ \AA}$) наблюдалось усиление на новой параметрической частоте. Эта параметрическая линия интерпретируется как результат влияния уровня $4P_{1/2}$ на четырехфотонный параметрический процесс в парах калия.

Параметрическое четырехфотонное рассеяние света на свете в парах калия в условиях резонанса, приводящее к уширению спектра вблизи падающей линии, впервые наблюдалось в [1]. В работах [2, 3] более детально изучались спектральное и угловое распределения параметрического рассеяния. В [4] путем перестройки частоты падающего излучения экспериментально измерялась дисперсия нелинейной части показателя преломления вблизи резонанса.

При анализе параметрического четырехфотонного рассеяния в парах калия обычно ограничиваются двухуровневым приближением и учитывают лишь резонансный $4S_{1/2} - 4P_{3/2}$ -переход ($7664,9 \text{ \AA}$). Основанием для такого рассмотрения обычно служит тот факт, что падающее излучение находится в резонансе с указанным переходом. В действительности это предположение не всегда оправдано, и в настоящей работе показано, что учет влияния следующего близкого резонансного $4S_{1/2} - 4P_{1/2}$ -перехода приводит к параметрическому рассеянию на другой дополнительной частоте.

Законы сохранения энергии и импульса для параметрического четырехфотонного процесса имеют вид

$$\begin{aligned} 2\omega' &= \omega_1 + \omega_2, \\ 2\omega'n(\omega') &= \omega_1 n(\omega_1) + \omega_2 n(\omega_2), \end{aligned} \quad (1)$$

где ω' — частота падающего излучения, ω_1, ω_2 — частоты параметрически-рассеянных фотонов, а $n(\omega)$ — показатель преломления среды (для простоты рассматривается параметрическое рассеяние только в направлении накачки). Показатель преломления имеет вид

$$n(\omega) = 1 + \frac{P_1}{(\omega_{01} - \omega)\omega} + \frac{P_2}{(\omega_{02} - \omega)\omega}. \quad (2)$$

Здесь учтены только резонансные $4S_{1/2} - 4P_{3/2}$ - и $4S_{1/2} - 4P_{1/2}$ -переходы (ω_{01} и ω_{02} — соответственно частоты этих переходов),

$P_i = \frac{\pi e^2}{m} N f_i$, f_i — сила осциллятора, N — плотность атомов.

Решая систему (1) с учетом (2), найдем следующие возможные значения рассеянной частоты:

$$\Omega_1 \equiv \omega_1 - \omega' = 0,$$

$$\Omega_2 \equiv \omega_2 - \omega' = \pm \varepsilon_2 \sqrt{\frac{1 + \eta \left(\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2}\right)^3}{1 + \eta \left(\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2}\right)}}, \quad (3)$$

где $\eta = \frac{f_2}{f_1} \approx 0,5$, ε_1 и ε_2 — расстройки резонансов.

Первое решение ($\Omega_1=0$, $\omega_1=\omega'$) соответствует обычному параметрическому рассеянию, которое проявляется в виде уширения спектра вблизи частоты $\omega_1=\omega'$. Второе решение, возникающее только при учете третьего слагаемого в (2), приводит к появлению новых частот, симметрично расположенных относительно падающей частоты.

Как видно из формулы (3), Ω_2 зависит только от частоты падающего излучения и отношения сил осцилляторов. Экспериментальному наблюдению этих частот и посвящена настоящая работа. Схема экспериментальной установки приведена на рис. 1.

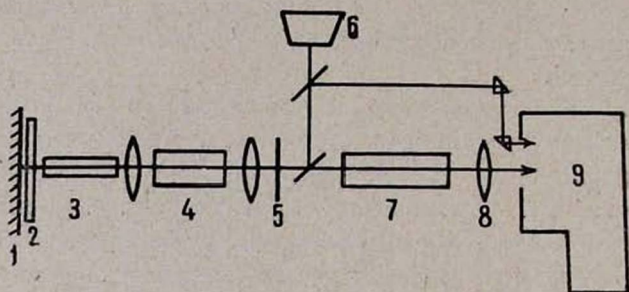


Рис. 1. Схема установки: 1 — зеркало $R \approx 0,95$, 2 — пассивный затвор, 3 — рубиновый стержень, 4 — кювета с органической жидкостью, 5 — фильтр ФС-7, 6 — калориметр, 7 — кювета с парами атомарного калия, 8 — собирающая линза, 9 — спектрограф ИСП-51.

Излучение оптического квантового генератора, работающего в режиме модуляции добротности (мощность $\sim 50 \text{ Мвт/см}^2$), возбуждало вынужденное комбинационное рассеяние в хлороформе, вторая стоксова компонента которого имеет длину волны $\lambda \approx 7652 \text{ \AA}$ и резонирует с переходами атомарного калия $4P_{3/2} - 4S_{1/2}$, $4P_{1/2} - 4S_{1/2}$ с расстройками резонанса, соответственно равными $\sim 13 \text{ \AA}$ и $47 \text{ \AA}$. Основное лазерное излучение устранилось фильтром ФС-7. Часть ВКР хлороформа направлялась в калориметр, а другая часть, которая не проходила через пары калия, — на верхнюю часть щели спектрографа ИСП-51. В этом же спектрографе регистрировался спектр излучения после прохождения через резонансную среду. Линейная дисперсия спектрографа в области $7600 \text{ \AA}$ приблизительно равна $21 \text{ \AA/мм}$. Спектральная ширина щели — $0,4 \text{ см}^{-1}$. Давление паров калия составляло около $0,5 \text{ тор}$. При мощности ВКР хлороформа $15\text{--}20 \text{ Мвт/см}^2$ на спектре (рис. 2)

появлялась линия (длина волны $\approx 7696,5 \text{ \AA}$, которая отсутствовала в спектре возбуждающего излучения. Эту линию невозможно отождествить с линией перехода $4P_{1/2} - 4S_{1/2}$, длина волны которой $7699 \text{ \AA}$. В условиях нашего эксперимента из-за высокочастотного Штарк-эффекта наблюдалось бы смещение уровня $4P_{1/2}$ в длинноволновую сторону.

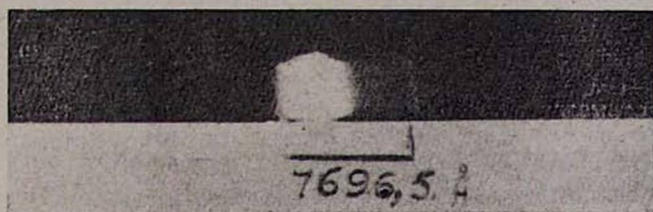


Рис. 2. Спектрограмма излучения, прошедшего через пары калия.

Изменение интенсивности возбуждающей волны, а также изменение давления паров калия, как и следовало ожидать, не сказывались на значении Ω_2 . Значения Ω_2 менялись от импульса к импульсу, что согласуется со случайными изменениями частоты возбуждающего излучения. В табл. приведены значения Ω_2 , измеренные для разных импульсов, а также вычисленные по формуле (3).

Таблица

ω'	ε_2	ε_1	Ω_2 (эксп.)	Ω_2 (по формуле (3))
7651,56	47,5	13,4	45,1	44,75
7653,1	45,9	11,8	43,8	43,4
7651,3	47,7	13,7	45,2	44,95
7652,1	46,8	12,8	44,4	44,19
7652,8	46,2	12,1	44,0	43,75

Как видно из табл., измеренные значения Ω_2 находятся в хорошем согласии с теорией. По формуле (3) ожидалось также появление симметричной линии с коротковолновой стороны, однако на эксперименте четко наблюдать ее не удалось. Если сравнить ширины параметрических линий Ω_1 и Ω_2 , то из спектрограммы видно, что линия Ω_1 намного шире линии Ω_2 . Более подробное теоретическое изучение коэффициентов усиления на этих линиях показывает, что в условиях нашего эксперимента линия Ω_1 должна быть, по крайней мере, на порядок шире линии Ω_2 .

Авторы выражают благодарность В. М. Арутюняну и Ю. С. Чилингаряну за обсуждения.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. В. М. Арутюнян, Н. Н. Бадалян, В. Ирадян, М. Е. Мовсесян. ЖЭТФ, 58, 37 (1970).
2. Ю. М. Кирик, С. Г. Раутиан, А. Е. Семенов, Б. М. Чернобород. Письма ЖЭТФ, 11, 340 (1970).
3. А. М. Бонч-Бруевич, В. А. Ходовой, В. В. Хромов. Письма ЖЭТФ, 11, 431 (1970).
4. С. А. Ахманов, И. И. Коврыгин, С. А. Максимов, В. Е. Ойлузбин. Письма ЖЭТФ, 15, 186 (1972).

**4P_{1/2} ՄԱԿԱՐԴԱԿԻ ԱՋԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ
ԿԱԼԻՈՒՄԻ ԳՈԼՈՐՇԻՆԵՐՈՒՄ ՍՏԻՊՈՂԱԿԱՆ ՊԱՐԱՄԵՏՐԻԿ ՑՐՄԱՆ ՎՐԱ**

Թ. Ա. ՓԱՓԱՋՅԱՆ, Ա. Վ. ԿԱՐՄԵՆՅԱՆ, Ս. Մ. ՍԱՐԿԻՍՅԱՆ

Աշխատանքը նվիրված է կալիումի գոլորշիներում ստիպողական պարամետրիկ ցրման էքսպերիմենտալ հետազոտությանը: Դիտվել է ուժեղացում նոր պարամետրիկ հաճախության վրա, երբ կալիումի գոլորշիների ռեզոնանսային անցումները գրգռվել են քլորոֆորմի ստիպողական կոմբինացիոն ցրման: Երկրորդ ստոքսյան բաղադրիչով (ապալարբը ~ 13 և $47 \text{ \AA}$) Ստացված պարամետրիկ վիճը մեկնաբանվում է որպես $4P_{1/2}$ մակարդակի ազդեցությունը քառաֆոտոն պարամետրիկ ցրման վրա կալիումի գոլորշիներում: Կատարված է փորձնական և տեսական հաշվումների համեմատություն:

**INFLUENCE OF $4P_{1/2}$ LEVEL ON STIMULATED
PARAMETRIC SCATTERING IN POTASSIUM VAPOR**

T. A. PAPASIAN, A. V. KARMENIAN, S. M. SARKISSIAN

In present paper we report on the experimental investigation of four-photon parametric scattering in potassium vapor. The gain on a new parametric frequency was obtained at the excitation of transition by the second Stokes component of SRS in chloroform from ruby laser. This line is interpreted as being due to the influence of $4P_{1/2}$ level on four-photon parametric process in potassium vapor.