

Для объяснения аномально большого отражения света от среды с инверсией населенности ранее [2] нами было высказано предположение о том, что это явление обусловлено наличием неоднородности показателя преломления раствора красителя, связанной с неоднородностью инверсии населенности и тепловыделением под действием излучения накачки. Расчетным путем можно показать, что коэффициент отражения (а следовательно, и усиление) в этом случае будет тем больше, чем больше изменение показателя преломления в возбужденной области раствора и чем ближе показатель преломления активной среды к показателю преломления пассивной. В экспериментах увеличение концентрации красителя и плотности мощности накачки приводит к увеличению оптической неоднородности раствора и, следовательно, к росту усиления. В свою очередь уменьшение относительного показателя преломления активной среды и связанное с этим увеличение угла юстировки резонатора вызывает падение усиления (рис. 2, *е*). Таким образом, изложенные экспериментальные результаты укладываются в рамки гипотезы о неоднородности инвертированной среды.

Авторы выражают благодарность В. А. Кизелю за внимание к данной работе и полезные дискуссии.

#### Литература

- [1] Б. Я. Коган, В. М. Волков, С. А. Лебедев. Письма ЖЭТФ, 16, 144, 1972.
- [2] С. А. Лебедев, В. М. Волков, Б. Я. Коган. Опт. и спектр., 35, 976, 1973.
- [3] Б. Б. Бойко, Н. С. Петров, И. З. Джилавдар и. В сб.: Квантовая электроника и лазерная спектроскопия, 449. «Наука и техника», Минск, 1974.
- [4] А. А. Колоколов. Опт. и спектр., 38, 809, 1975.
- [5] R. F. Cybulsky, Jr., S. K. Carniglia. J. Opt. Soc. Am., 67, 1620, 1977.
- [6] Г. Хирд. Измерение лазерных параметров. «Мир», М., 1970.
- [7] T. Urisu, K. Kajiyama. J. Appl. Phys., 47, 3559, 1976.
- [8] Б. Я. Коган, В. Л. Чуркин. Опт. и спектр., 27, 530, 1969.

Поступило в Редакцию 2 июля 1979 г.

УДК 535.33 : 546.291

### СПЕКТР ИЗЛУЧЕНИЯ ДВУХАТОМНЫХ МОЛЕКУЛ ГЕЛИЯ-3 И ГЕЛИЯ-4 В ОБЛАСТИ 465 нм

*Г. Н. Герасимов и Л. В. Егорова*

Настоящее сообщение посвящено экспериментальному наблюдению эмиссионных спектров двухатомных молекул гелия-3 и гелия-4 с помощью светосильного интерференционного спектрометра СП-140Б [1], работающего в режиме регистрации производной от исследуемого спектра [2]. Основные параметры прибора: фокусное расстояние коллимирующей оптики 100 мм, диаметр параллельного пучка 30 мм. Дифракционные решетки с частотой штрихов  $1200 \text{ мм}^{-1}$  работали в первом порядке. Теоретическая разрешающая способность прибора 80 000, величина геометрического фактора  $8 \cdot 10^{-4} \text{ см}^2 \cdot \text{ср}$ . Скорость сканирования по спектру составляла  $0.32 \text{ \AA/мин}$ . В качестве фотоприемника использовался неохлаждаемый фотоумножитель ФЭУ-79, постоянная времени системы регистрации 10 с, частота колебаний модулирующего зеркала 3 кГц.

Гелий возбуждался в импульсном электрическом разряде. Давление газа в разрядной трубке варьировалось от 4 до 12 тор. Длительность возбуждающего импульса составляла 50 мкс, а его амплитуда — при

мерно 1.5 А. Для напуска изотопа гелия-3 в систему использовалась смесь, обогащенная легким изотопом до 99.7% и содержащая примесь

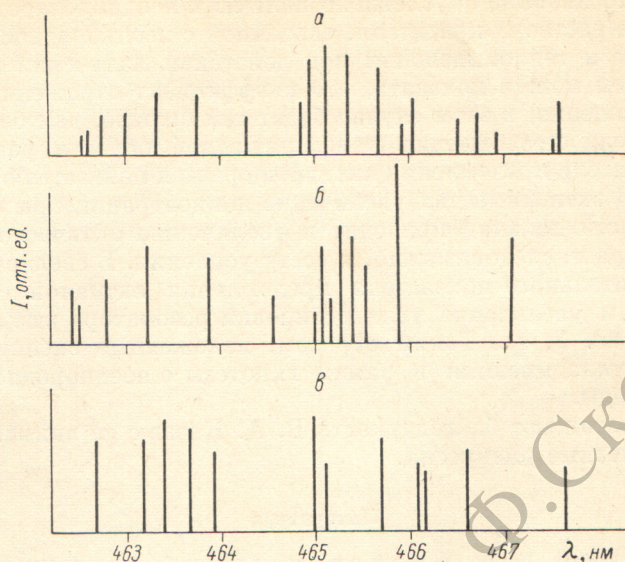


Рис. 1. Относительные интенсивности зарегистрированных линий излучения гелия.

а —  $\text{He}_2^+$ , б —  $\text{He}_3^+$ , в —  $\text{He}_3^+, 4$ .

гелия-4, согласно паспортным данным, не более 0.3%. Примеси других элементов не превышали тысячных долей процента и соответствующие им линии в исследуемой области спектра не наблюдались.

Зарегистрированные длины волн излучения молекул гелия. Значения длин волн даны в ангстремах

к	P-ветвь	Q-ветвь	R-ветвь
1. Молекула $\text{He}_3^+$			
0			4647.18
1		4651.90	
2	4660.31	4652.11	4640.24
3	4670.92?	4652.94	
4		4654.06	4634.23
5		4655.25	
6		4656.75	4629.51
7			
8			4625.99
2. Молекула $\text{He}_2^+$			
1		4649.80	4643.67
3	4660.13	4650.70	4638.60
5	4668.12	4652.33	4634.40
7	4677.00	4654.80	4631.15
9	4686.80	4657.80	4628.70
11	4697.40	4661.50	4627.30
13		4665.70	4626.70
15		4670.80	
17		4676.50	
3. Молекула $\text{He}_3^+, 4$			
1		4651.46	4640.81
2	4658.42	4652.29	4638.06
3	4662.36		4635.50
4	4667.54	4663.13?	4633.31
5	4677.61		

Известно [3], что структура колебательно-вращательных термов двухатомных молекулярных ионов и двухатомных молекул инертных газов является одной из основных характеристик, определяющих детальный механизм процесса диссоциативной рекомбинации. Вопрос о роли последней для гелия до настоящего времени остается дискуссионным, поэтому

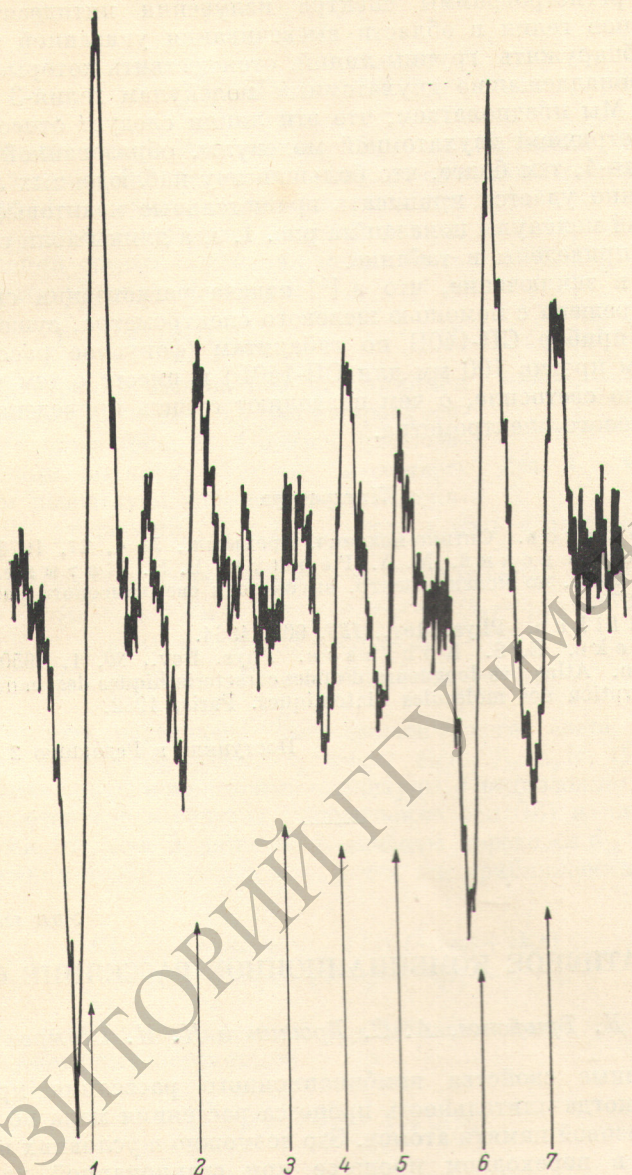


Рис. 2. Участок регистрограммы молекулярной полосы гелия в области 4650 Å.  
 1 —  $\text{He}_2^+$ ,  $\lambda 4649.51$ ; 2 —  $\text{He}_2^3$ ,  $\lambda 4649.92$ ; 3 —  $\text{He}_2^3$ ,  $\lambda 4650.36$ ; 4 —  $\text{He}_2^3$ ,  $\lambda 4650.57$ ; 5 —  $\text{He}_2^3$ ,  $\lambda 4650.75$ ;  
 6 —  $\text{He}_2^3$ ,  $\lambda 4651.13$ ; 7 —  $\text{He}_2^3$ ,  $\lambda 4651.40$  Å.

информация о структуре молекулярных термов гелия и особенно для смешанной молекулы с этой точки зрения может представлять особый интерес.

В точном соответствии с данными работы [4] наши эксперименты выявили существенные различия в структуре молекулярных спектров, соответствующих двухатомным молекулам гелия-3 и гелия-4. На рис. 1, а и б изображены регистрограммы полосы  $3p\pi^3\Pi_g \rightarrow 2s\sigma(a)^3\Sigma_u^+$  [5] двухатомных молекул гелия-3 и гелия-4. На рис. 2 приведен в качестве иллю-

люстрации участок регистрограммы колебательно-вращательного спектра смеси изотопов гелия. В таблице указаны длины волн наиболее интенсивных линий исследованной полосы. В качестве реперных меток использовались линии молекул гелия-3 и гелия-4, длины волн которых, согласно [4], имеют значения 464.718 и 464.367 нм.

Анализ регистрограммы спектра излучения пятидесятипроцентной смеси изотопов гелия в области высвечивания указанной выше полосы позволил обнаружить группы линий, отождествить которые как примесные или принадлежащие двухатомным молекулам гелия-3 или гелия-4 не удалось. Мы предполагаем, что эти линии следует отнести к излучению несимметричной двухатомной молекулы, образованной атомами гелия-3 и гелия-4, тем более, что большинству наблюдаемых линий достаточно уверенно удается приписать вращательные квантовые числа. Вид спектра такой молекулы показан на рис. 1, в, а длины волн соответствующих линий приведены в таблице.

Заметим в заключение, что в [4] задача регистрации спектров изотопов гелия решена с помощью щелевого спектрометра, существенно превышающего прибор СП-140Б по габаритам (фокусное расстояние коллиматора 7 м против 100 мм для СП-140Б) и вместе с тем уступающего последнему по светосиле, о чем позволяют судить приведенные в [4] параметры щелевого спектрометра.

#### Литература

- [1] В. М. Архипов. Опико-механич. промышл., № 4, 27, 1978.
- [2] К. П. Василевский, М. А. Гершун, В. Н. Котылев. Тез. докл. III всес. симп. по молек. спектр. высокого и сверхвысокого разрешения, 57. Томск, 1976.
- [3] R. S. Milliken. Phys. Rev., 136, 962, 1964.
- [4] G. H. Dieke, E. S. Robinson. Phys. Rev., 80, 1, 1950.
- [5] V. Rosen. Atlas des longueurs d'ondes caracteristiques des bandes d'emission et d'absorption des molecules diatomiques. Paris, 1952.

Поступило в Редакцию 2 июля 1979 г.

УДК 535.375.5 : 539.18

## КООПЕРАТИВНОЕ КОМБИНАЦИОННОЕ РАССЕЯНИЕ СВЕТА

Е. Д. Трифонов, А. С. Трошин и Н. И. Шамров

Кооперативные свойства комбинационного рассеяния проявляются в том случае, когда длительность процесса рассеяния мала по сравнению со временем фазовой памяти атомов. Это возможно в условиях импульсной накачки или в переходном процессе при стационарной накачке.

Впервые кооперативное комбинационное рассеяние исследовано в работе [1, 4]. Деляя предположения о пространственной однородности поля, о квазистационарном характере процесса и используя приближение заданного поля для падающей световой волны, авторы статьи [1] получили для рассеянного света одиночный импульс в форме гиперболического секанса с пиковой интенсивностью, пропорциональной  $N^2$ , и нашли его длительность и время задержки. В нерезонансном случае происходит периодическое изменение интенсивностей стоксовой и антистоксовой компонент рассеяния.

В работе [2] предложено полностью квантовое описание явления. В сообщении [3] в рамках полуклассического подхода сделана попытка отказаться от приближения заданного поля для волны накачки, но с сохранением пространственной однородности.