

Отметим без доказательства, что не зависящее от  $\beta$  каноническое квантование нелинейного осциллятора с функцией Гамильтона

$$\hat{H} = c_1 p^2 + c_2 q^2 + V(q), \quad c_1, c_2 > 0, \quad 0 \leq V(q) \in C^\infty(\mathbb{R})$$

не удовлетворяет (1).

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Aizenmann M. et al. *Comm. Math. Phys.*, 1976, 48, N 1, p. 1. [2] Haag R., Kastler D., Trjsh-Pohlmeier E. *Comm. Math. Phys.*, 1974, 38, N 3, p. 173. [3] Gallone F., Sparzani A. *J. Math. Phys.*, 1979, 20, N 1, p. 1375. [4] Березин Ф. А. *Изв. АН СССР, сер. матем.*, 1974, 38, № 5, с. 1116. [5] Рид М., Саймон Б. *Методы современной математической физики*. М.: Мир, 1978, т. 2, гл. X, § 7.

Поступила в редакцию  
09.04.82

ВЕСТН. МОСК. УН-ТА. СЕР. 3. ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ, 1983, Т. 24, № 3

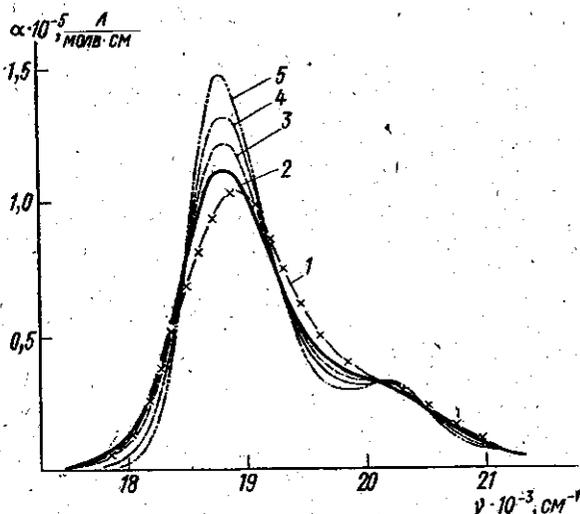
УДК 535.37

### О ТЕМПЕРАТУРНОЙ ЗАВИСИМОСТИ ЭЛЕКТРОННЫХ СПЕКТРОВ ПОГЛОЩЕНИЯ СЛОЖНЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ МОЛЕКУЛ

Л. В. Левшин, Б. Д. Рыжиков, С. И. Стальмахович

(кафедра общей физики для физического факультета)

Изучение влияния температуры на спектральные характеристики органических растворов проводилось в ряде работ, например в [1—5]. Однако до настоящего времени отсутствует единая теория, объясняющая наблюдаемые температурные изменения спектров. В работе [3] была предложена модель, объясняющая влияние температуры на спектры поглощения изменением распределения молекул по колебательным подуровням основного и возбужденных состояний. Согласно



[4] падение поглощательной способности раствора при повышении температуры обусловлено переходом части молекул красителя в бесцветную форму. Однако по теоретическим представлениям [6] интегральная поглощательная способность молекул должна слабо меняться в достаточно широком интервале тем-

Температурные изменения электронных спектров поглощения этанольного раствора роданина 6Ж ( $C = 2,5 \cdot 10^{-6}$  м/л): +60 °C (1), +20 °C (2), -20 °C (3), -60 °C (4) и -100 °C (5)

ператур. Цель настоящей работы состояла в исследовании влияния температуры на спектры поглощения молекул красителей с учетом возможных температурных изменений свойств растворителя.

Объектом исследования служили растворы родаминовых красителей в долярных растворителях. Измерения проводились на спектрофотометре «Spesord UV VIS» с термостатирующей приставкой в интервале температур от  $-100$  до  $+100^{\circ}\text{C}$ . Концентрация растворов не превышала  $5 \cdot 10^{-6}$  моль/л, что исключало возможность образования ассоциатов красителя при сильном охлаждении.

На рисунке показаны деформации спектров поглощения родамина 6Ж в этаноле при изменении температуры от  $-100$  до  $+60^{\circ}\text{C}$ . Видно, что по мере повышения температуры происходит уменьшение интенсивности максимума и увеличение полуширины полосы поглощения. При этом положение максимума полосы несколько смещается в сторону больших частот. Аналогичные изменения спектров наблюдаются у растворов родамина 6Ж и других родаминовых красителей в ацетоне, н-пропанол, воде, этиленгликоле и других растворителях.

Краситель	Растворитель	Температура, $^{\circ}\text{C}$												
		-100	-80	-60	-40	-20	0	+20	+40	+60	+80	+100		
родамин 6Ж	этанол	А	1,14	1,12	1,10	1,07	1,05	1,02	1,00	0,97	0,94			
		Б	1,01	1,00	0,99	0,99	1,01	1,00	1,00	1,00	0,99			
	ацетон	А		1,14	1,11	1,09	1,06	1,03	1,00	0,96				
		Б		1,00	1,02	1,01	1,01	1,00	1,00	0,99				
	этиленгликоль	А						1,02	1,00	0,98	0,95	0,93	0,90	
		Б						1,00	1,00	1,01	0,99	0,99	1,00	
	н-пропанол	А	1,14	1,10	1,08	1,07	1,05	1,03	1,00	0,98	0,91	0,85		
		Б	1,01	0,99	1,01	1,00	1,00	1,01	1,00	1,01	0,98	0,95		
	родамин 3Б	этанол	А	1,13	1,11	1,09	1,06	1,05	1,02	1,00	0,96	0,94		
			Б	0,99	1,00	0,98	0,99	1,00	0,99	1,00	0,98	0,99		
		ацетон	А		1,13	1,11	1,08	1,06	1,03	1,00	0,96			
			Б		0,99	1,00	1,00	1,01	0,98	1,00	0,99			
этиленгликоль		А						0,99	1,00	0,98	0,96	0,94	0,91	
		Б						0,99	1,00	1,02	1,01	1,00	1,00	
н-пропанол		А	1,15	1,12	1,09	1,06	1,04	1,03	1,00	0,96	0,91	0,84		
		Б	1,00	1,00	1,01	0,99	1,00	1,01	1,00	0,97	0,95	0,90		
родамин С		этанол	А	1,13	1,12	1,09	1,07	1,05	1,03	1,00	0,96	0,93		
			Б	1,00	1,02	0,99	1,01	1,00	1,01	1,00	0,99	0,97		

Если согласно [4] предположить, что такие температурные изменения спектров связаны с переходом молекул красителя из одной формы в другую и определить значение энергии активации перехода для родамина 6Ж в этаноле, то получается величина  $800 \text{ см}^{-1}$ , что близко к значению  $1000 \text{ см}^{-1}$ , полученному в [4]. Однако следует заметить, что при изучении температурных изменений спектров поглощения необходимо учитывать изменение плотности исследуемых растворов, которое для некоторых растворителей может достигать значительной величины и приводить к кажущемуся изменению величины интегрального поглощения.

Данные об изменении интегральной поглощательной способности изученных растворов приведены в таблице, где

$$A = \int_0^{\infty} \alpha(\nu, t) d\nu / \int_0^{\infty} \alpha(\nu)_{t=+20^\circ\text{C}} d\nu$$

имеет смысл величины интегрального поглощения, приведенного к его величине при температуре  $+20^\circ\text{C}$  без учета объемного эффекта,  $B$  — та же величина с учетом объемного расширения растворителя. Из таблицы видно, что при учете температурного расширения исследованных растворов интегральное поглощение в пределах ошибок опыта ( $\sim 3\%$ ) остается постоянным.

Таким образом, установлена независимость интегрального поглощения от температуры, что находится в согласии с теоретическими результатами работы [6].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Левшин В. Л. Журн. физ. химии, 1935, 6, № 8, с. 991. [2] Баранова Е. Г., Левшин В. Л. Изв. АН СССР, сер. физ., 1963, 27, № 4, с. 554. [3] Hevesi J., Kozma L. Acta Phys. Acad. Sci. Hung., 1966, 20, p. 351. [4] Аристов П. В., Викторова Е. Н. Изв. АН СССР, сер. физ., 1970, 34, № 3, с. 645. [5] Мазуренко Ю. Т. и др. Опт. и спектр., 1978, 44, № 3, с. 466. [6] Лубченко А. Ф. Квантовые переходы в примесных центрах твердых тел. Киев, 1978, с. 91, 103.

Поступила в редакцию  
13.04.81

ВЕСТН. МОСК. УН-ТА. СЕР. 3. ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ, 1983, Т. 24, № 3

УДК 621.385.833

#### ОБ АНОМАЛЬНОЙ КИНЕТИКЕ КАТОДОЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ В GaN:Zn

Г. В. Сапарин, С. К. Обыден, И. Ф. Четверикова\*, М. В. Чукичев, С. И. Попов  
(кафедра электроники)

Оптические и люминесцентные свойства  $i$ - $n$ -структур на основе нитрида галлия, легированного цинком, представляют научный и практический интерес [1—7]. В настоящей работе исследовались катодолюминесцентные (КЛ) свойства  $i$ - $n$ -структур нитрида галлия, выращенных методом газовой эпитаксии на подложках сапфира с ориентацией (0001). Концентрация носителей в  $n$ -слое оценивалась в  $10^{19} \text{ см}^{-3}$ , концентрация цинка в  $i$ -слое —  $10^{20} \text{ см}^{-3}$ . Исследования проводились при комнатной температуре в растровом электронном микроскопе при энергиях электронов в зонде до 20 кэВ, токах от 0,45 до 10 нА и

\* Московский авиационный технологический институт.