

лосы, оценить коэффициент усиления при одном отражении. Такая оценка дала величину  $\sim 10^3$ , что намного превышает вышеуказанную величину максимально возможного усиления при френелевском отражении. Это дает основание предположить, что мы имеем дело с более сложным случаем отражения. Например, возможно внутреннее отражение на некотором расстоянии от границы, обусловленное наличием градиентов показателя преломления в растворе, связанных с неоднородностью инверсной населенности и тепловыделения под действием излучения накачки. В пользу такого предположения говорит также отсутствие резкого спада коэффициента усиления при уменьшении критического угла от  $90^\circ$ . При чисто френелевском отражении такой спад должен был бы иметь место (см. рисунок).

В заключение укажем на то, что экспериментально наблюдаемые зависимости спектра и пространственного распределения поля излучения от условий опыта достаточно сложны, и для выяснения механизма усиления света при отражении от среды с инверсной населенностью требуются дальнейшие исследования.

### Литература

- [1] Б. Я. Коган, В. М. Волков, С. А. Лебедев. Письма в ЖЭТФ, 16, 144, 1972.  
 [2] Г. Н. Романов, С. С. Шахиджанов. Письма в ЖЭТФ, 16, 298, 1972.  
 [3] М. Борн, Э. Вольф. Основы оптики. Изд. «Наука», М., 1970.  
 [4] А. П. Пришивалко. Отражение света от поглощающих сред. Изд. АН БССР Минск, 1963.

Поступило в Редакцию 2 февраля 1973 г.

УДК 535.37

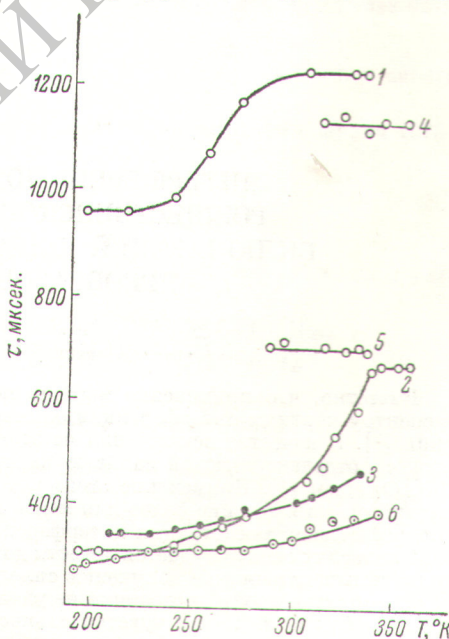
## АНОМАЛЬНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ВРЕМЕНИ ЗАТУХАНИЯ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ ИОНОВ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ

В. Л. Ермолаев и В. С. Тачин

Была изучена зависимость времени затухания ( $\tau_d$ ) люминесценции  $Tb^{3+}$  ( $^5D_4$ ) и  $Eu^{3+}$  ( $^5D_0$ ) в жидких растворах при изменении температуры от 190 до  $360^\circ K$ . Было обнаружено, что в растворителях, характеризующихся высоким донорным числом ( $DN$ ) по Гутману: вода  $DN=18$ , диметилформамид  $DN=26.6$ , диметилсульфоксид  $DN=29.8$ ,  $\tau_d$  ионов редкоземельных элементов (РЗЭ) сохраняется постоянным во всей исследованной области температур (см. рисунок). С другой стороны, в растворителях с низким донорным числом (ацетонитрил —  $DN=14.1$ , ацетон —  $DN=17.0$ , этилацетат —  $DN=17.1$ ) мы обнаружили необычную зависимость  $\tau_d$  от температуры: с ростом последней  $\tau_d$  и выход люминесценции не падают, как обычно, а увеличиваются, причем коэффициент увеличения  $\tau_d$  в изученном интервале температур достигает двух (см. рисунок).

Зависимость времени затухания люминесценции растворов  $Eu(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$  от температуры.

1 — осушенный ацетоновый раствор, 2, 3, 4, 5 — неосушенные этилацетатный, ацетоновый, диметилсульфоксидный, диметилформамидный растворы при концентрациях  $Eu \cdot 10^{-2}$  г ион/л, 6 — неосушенный ацетоновый раствор с концентрацией  $Eu \cdot 10^{-1}$  г ион/л.



Проверка влияния изменения концентрационного тушения люминесценции ионов РЗЭ показала, что при использованных концентрациях ионов РЗЭ оно не играет роли, а при более высоких концентрациях ( $Eu^{3+}$ ) приводило бы не к росту, а падению  $\tau_d$  с увеличением температуры (см. кривую 6 на рисунке).

При объяснении полученных результатов следует учитывать, что ионы РЗЭ растворяются в виде гидратированных азотнокислых солей  $\text{Ln}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ . Известно [1, 2] что в растворителях, характеризующихся высоким донорным числом, внутренняя координационная сфера составлена целиком из молекул растворителя, анионы и в случае неводных растворителей (диметилформамид, диметилсульфоксид) вода из внутренней сферы полностью удалены. При изменении температуры внутренняя координационная сфера иона РЗЭ не изменяется и  $\tau_d$  сохраняется постоянным. Иная картина имеет место в случае растворителей с относительно низким донорным числом состоит из трех анионов  $\text{NO}_3^-$  и четырех—пяти молекул воды [2]. Такой тип координации, предполагаемый исходя из химических данных, подтверждается также приблизительно одинаковой величиной  $\tau_d$   $\text{Tb}^{3+}$  и  $\text{Eu}^{3+}$  во всех растворителях с низким донорным числом и резким различием в  $\tau_d$  в растворителях, характеризующихся высокими донорными числами.

Для проверки нашего предположения мы подвергли растворы ацетона, ацетонитрила осушке с помощью цеолита NaA. На рисунке приведены  $\tau_d$  осушенных растворов  $\text{Eu}(\text{NO}_3)_3$  (кривая 1). Обращает на себя внимание заметный рост  $\tau_d$  осушенных растворов по сравнению с неосушенными. Однако при понижении температуры все же наблюдается некоторое падение  $\tau_d$ , обусловленное присутствием следов воды в растворе.

Наблюдаемые факты хорошо согласуются с предложенными одним из авторов и Свешниковой [3] представлениями о механизме деградации энергии электронного возбуждения ионов РЗЭ и переходных металлов как индуктивно-резонансном переносе энергии на окружающие ион молекулы растворителя и добавок. Они согласуются также с современными координационно-химическими представлениями и позволяют получить новые данные об окружении ионов в растворах [4, 5].

#### Литература

- [1] В. Гутман. Химия координационных соединений в неводных растворах. Изд. «Мир», М., 1971.
- [2] К. Б. Яцимирский, Н. А. Костромина, З. А. Шека, Н. К. Давиденко, Е. Е. Крисс, В. И. Ермоленко. Химия комплексных соединений редкоземельных элементов. Изд. «Наукова думка», Киев, 1966.
- [3] Е. Б. Свешникова, В. Л. Ермолаев. Опт. и спектр., 30, 379, 1971; Изв. АН СССР, сер. физ., 35, 148, 1971.
- [4] Б. М. Антипенко, В. Л. Ермолаев, Т. А. Привалова. Ж. неорг. хим., 17, 1252, 1972.
- [5] В. Л. Ермолаев, В. С. Гачин. Изв. АН СССР, сер. физ., 37, 513, 1973.

Поступило в Редакцию 2 февраля 1973 г.

УДК 535.411

### ИНТЕРФЕРЕНЦИОННАЯ УСТАНОВКА РОЖДЕСТВЕНСКОГО С ПРИСТАВКОЙ, ВКЛЮЧАЮЩЕЙ ЭЛЕКТРОННО-ОПТИЧЕСКИЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ (ЭОП)

Г. А. Плехоткин и А. М. Шухтин

Известно, что применение методов исследования с использованием развернутой по спектру картины интерференции обычно связано с необходимостью ее фотографирования [1]. В качестве исключения из этого правила можно указать на оригинальный метод с фотоэлектрической записью картины интерференции, недавно предложенный С. Э. Фришем [2]. Применение этого метода предполагает поддержание неизменными условий опыта в течение более или менее длительного времени. Время экспозиции при фотографической регистрации интерференционной картины в видимой и ультрафиолетовой областях спектра удается довести до величины  $\tau \approx 10^{-6}$  сек. за счет использования специальных источников излучения сплошного спектра [3]. В близкой инфракрасной области спектра время экспозиции не удается сократить до такой же величины указанным способом из-за малой чувствительности фотоматериалов. Однако повышение временного разрешения интерференционной установки и для этой области спектра представляется весьма полезным с практической точки зрения.

Мы попытались решить эту задачу, создав интерференционную установку, снабженную приставкой с ЭОПом, чувствительным к инфракрасной области спектра. Схема установки приведена на рис. 1. С помощью такой установки удалось фотографи-