

мұндағы λ - (8) функцияға минимум беретін, төртінші дәрежелі полиномның түбірі болатын Лагранж параметрі.

Бірқалыпты тордың әрбір түйініндегі коэффициенттер, сонымен бірге $\Omega = b_3 - c_2$ күйін және $D = b_2 + c_3$ дивергенция табылғаннан кейін ток функциясы ψ және ϕ потенциал үшін екі Пуассон тендеуі шешіледі:

$$\Delta \psi = \Omega, \quad \Delta \phi = D \quad (14)$$

Шекаралық шарттары, мысалы геострофикалық

$$\psi|_r = -\frac{H}{l}, \quad \phi|_r = 0.$$

ψ және ϕ бойынша желдің құраушысын есептеуге болады

$$u = -\psi_y + \phi_x \quad v = \psi_x + \phi_y.$$

Әдебиеттер:

1. Белоусов С.Л., Машкович С.А. **Обработка оперативной метеорологической информации с помощью электронных вычислительных машин.** -Л.: Гидрометеиздат, 1968. -282 б.
2. Борисенков Е.П. Физико-статистические методы анализа и предвычисления полей. -Труды НИИАК, 1963.- 263б.
3. Быков В.В., Курбаткин Г.П. Анализ метеорологических и аэрологических данных с помощью данных электронной вычислительной машины. -ДАН, т. 134, № 5, 1960.- 1065-1068б.
4. Газетова Н.П., Романов Л.Н. Об аппроксимации метеорологических полей полиномами. - Метеорология-гидрология, 1978, № 8, 23-28б.
5. Марчук Г.И. Численные методы в прогнозе погоды.-Л.:1974.-356б.
6. Костюков В.В. О геострофическом согласовании полей геопотенциала и ветра. -Изв. АН СССР. Сер. Физика атмосферы и океана, 1974, т.10, № 7, 704-711б.
7. Костюков В.В. Об одном способе вариационного согласования полей геопотенциала и ветра на основе уравнений баланса. -Изв. АН СССР. Сер. Физика атмосферы и океана, 1976, т.12 № 1, 93-97б.
8. Костюков В.В., Кочергина Т.Н. Согласование полей геопотенциала и ветра на основе уравнений баланса. -Труды ЗСРНИГМИ, 1980, вып.48, 43-52б.
9. Кочергина Т.Н. Бакирбаев Б. О контроле и исправлении данных измерений геопотенциала и температуры на основе уравнений статики. -Труды ЗапСибНИИ Госкомгидромета, 1982, вып.55, 77-80б.
- 10.Фадеев Д.К., Фадеева В.Н. Вычислительные методы линейной алгебры. М.-Л.: Физматгиз, 1963, -784 бет.
- 11.Петров А.А. Об объективном анализе на основе аппроксимации полей полиномами. -Метеорология-гидрология, 1968, № 6, 21-28б.
- 12.В.Д.Большаков,П.А.Гайдаев.Теория математической обработки геодезических измерений. М., «Недра», 1977. 367 б.
- 13.В.И.Мудров,В.Л.Кушко. Методы обработки измерений.М.,1976. 192 б.
- 14.Марчук Г.И. Методы вычислительной математики.-М.:1977,456 с.
15. Федорова Н.Г., Фукс-Рабинович Н.С. О динамическом согласовании исходных полей для моделей по полным уравнениям гидротермодинамики. -Метеорология и гидрология, 1972, №56, 3-11 б.

ВЛИЯНИЕ ПЛАЗМОННОГО ПЕРЕНОСА ЭНЕРГИИ НА ВРЕМЕНА ЖИЗНИ ВОЗБУЖДЕННЫХ СОСТОЯНИЙ МОЛЕКУЛ АКРИФЛАВИНА В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ

Цибульникова А.В., ст. преподаватель*; Тихомирова Н.С., методист*;

Слежкин В.А., зам. декана*; Брюханов В.В., директор**

*ФГБОУ ВПО «Калининградский государственный технический университет»;

**Балтийский федеральный университет им. И.Канта, НОЦ «Лазерные нанотехнологии и информационная биофизика»

г. Калининград, Российская Федерация

E-mail: vslezhkin@mail.ru

Исследован коллоидный раствор наночастиц золота с плазмонным резонансом на длине волны $\lambda=520$ нм. В пленках поливинилового спирта и на поверхности кремнезема С-80 обнаружено усиление быстрой флуоресценции молекул акрифлавина в присутствии золотых наночастиц, обусловленное плазмонным переносом энергии от наночастиц к молекулам красителя. Возрастание интенсивности люминесценции

сопровождалось ростом времени жизни быстрой флуоресценции молекул акрифлавина. Установлено, что время жизни замедленной флуоресценции красителя в пленке возрастает в присутствии наночастиц золота, а на поверхности кремнезема уменьшается.

Ключевые слова: наночастицы золота, быстрая и замедленная флуоресценция, время жизни, пленки поливинилового спирта, акрифлавин

ВВЕДЕНИЕ

В настоящие годы большое внимание уделяется исследованию влияния наночастиц благородных металлов на органические объекты. Эффективное влияние наночастиц (НЧ) определяется процессами переноса плазмонной энергии [1]. Благодаря своим физическим свойствам наночастицы широко применяются в оптоэлектронике, биосенсорике и нанотехнологии в целях ускорения различных процессов посредством плазмонной энергии [2-4].

В нашей работе представляло интерес исследовать влияние поверхностных плазмонов на дезактивацию возбужденных состояний молекул акрифлавина в различных средах: в пленках поливинилового спирта (ПВС) и на поверхности нанопористого кремнезема С-80. Данный краситель относится к ряду акридиновых красителей и обладает высоким квантовым выходом быстрой флуоресценции а также характеризуется замедленную флуоресценцию (ЗФ) типа Е.

Коллоидный раствор наночастиц золота был получен методом лазерной абляции в воде по методике, описанной в [5]. Спектр поглощения НЧ золота измерен на спектрофотометре UV-PROBE и представлен на рисунке 1. Размеры НЧ были исследованы методом фотокорреляционной спектроскопии на установке FotoCor-Complex. Все измерения по флуоресценции производились на оптической системе Fluorolog – 3 фирмы Horiba. Снятие спектров быстрой флуоресценции осуществлялось непрерывной Хе лампой, длиной волны возбуждения 460 нм. Для измерения спектра и кинетики ЗФ использовалась импульсная лампа, работающая в миллисекундном диапазоне. Для измерения короткоживущих состояний использовался твердотельный импульсный диод NanoLed – 455 nm.

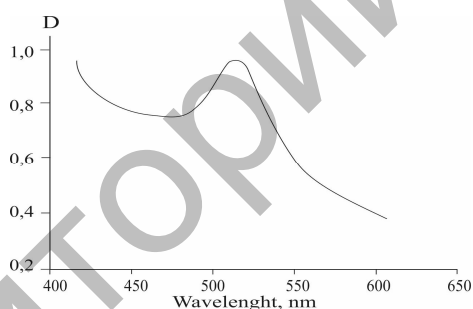


Рис.1. Спектр плазмонного поглощения наночастиц золота. $C_{Au}=5 \cdot 10^{12}$ шт/мл.

Максимум плазмонного поглощения коллоидных НЧ наблюдается на длине волны 520 нм, что соответствует литературным данным [6]. Средний радиус частиц составляет 35 нм (рис.2).

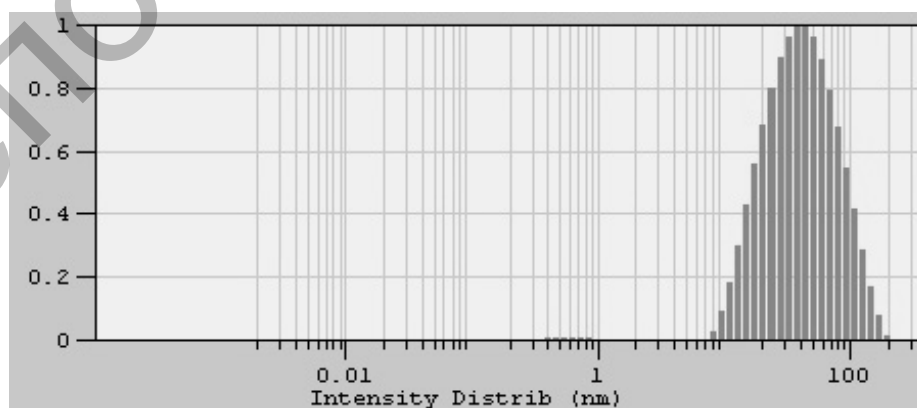


Рис.2. Функция распределения наночастиц золота по размерам в водном растворе согласно данным FotoCor-Complex.

В первой серии эксперимента было исследовано влияние поверхностных плазмонов на флуоресценцию и времена жизни различных состояний молекул акрифлавина в пленках ПВС. Для

приготовления пленок использовали спиртовой раствор акрифлавина. Содержание ПВС в пленке составляет 8%. Образцы сушили при комнатной температуре. Толщина полученных пленок $\delta = 60$ мкм. Концентрация акрифлавина в пленке $C = 8 \cdot 10^{-4}$ М.

Во второй серии эксперимента представляло интерес исследовать влияние НЧ золота на процессы, протекающие на поверхности адсорбента. Полученные НЧ золота адсорбировались на поверхность кремнезема С-80, с удельной площадью поверхности $80 \text{ м}^2/\text{г}$, средним радиусом пор 40 нм. Адсорбция НЧ золота длилась 14 часов, затем на поверхность С-80 адсорбировался акрифлавин. Адсорбцию акрифлавина на кремнеземе проводили при комнатной температуре, концентрация акрифлавина в водном растворе до адсорбции $2,5 \cdot 10^{-5}$ моль/л, масса навески кремнезема составляла $0,3 \text{ г}$, объем раствора с красителем 10 мл . Концентрация раствора красителя после адсорбции определялась спектрофотометрическими методами, концентрация молекул на поверхности рассчитывалась по формуле (1):

$$C = V(C_1 - C_2) / (m_k S_{\text{уд}}) \quad (1)$$

где V – объем водного раствора акрифлавина, C_1 и C_2 – концентрация красителя в растворе до и после адсорбции соответственно, m_k – масса навески кремнезема, $S_{\text{уд}}$ – удельная площадь поверхности кремнезема.

Концентрация молекул люминофора на поверхности $C = 6 \cdot 10^{-3}$ молекул/нм².

Так как кремнезем С-80 имеет фрактальную поверхность, молекулы красителя и наночастицы золота распределены по поверхности островками, неравномерно, несмотря на линейную изотерму сорбции (рис.3).

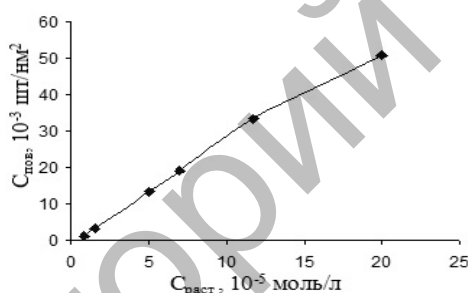


Рис.3. Изотерма сорбции акрифлавина на кремнеземе С-80.

На рисунке 4 представлены спектры быстрой флуоресценции (БФ) молекул красителя в ПВС и на поверхности С-80. Из рисунков видно, что в присутствии НЧ золота флуоресценция красителя возрастает на 20% как в полимере, так и на кремнеземе. Данное усиление обусловлено плазмонным механизмом переноса энергии от золотой наночастицы к молекуле красителя.

Времена жизни синглетного и триплетного состояния представлены в таблице 1.

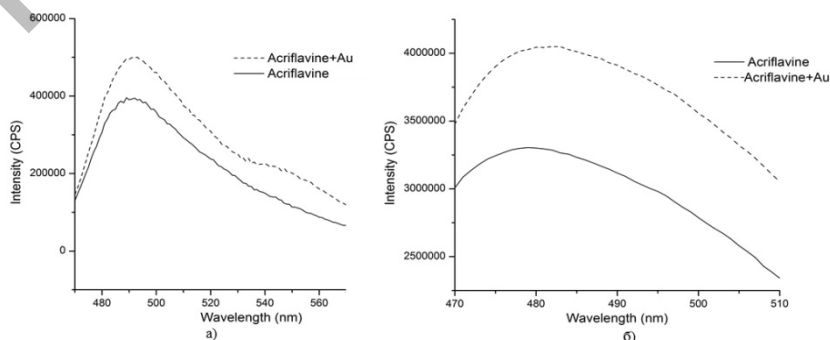


Рис.4. Спектры быстрой флуоресценции молекул акрифлавина: а) - в пленке ПВС, $C_{\text{акр}} = 8 \cdot 10^{-4}$ М; б) – на поверхности кремнезема С-80, $C_{\text{акр}} = 6 \cdot 10^{-3}$ молекул/нм².

Таблица.1.

Интенсивности быстрой флуоресценции $I_{\text{бф}}$, замедленной флуоресценции $I_{\text{зф}}$, времена жизни быстрой флуоресценции $\tau_{\text{бф}}$, замедленной флуоресценции $\tau_{\text{зф}}$.

Среда	Вещество	$I_{6ф}$	$I_{3ф}$	$\tau_{6ф}$, нс	$\tau_{3ф}$, мс
ПВС	Акрифлавин	$4 \cdot 10^5$	$4 \cdot 10^7$	3,72	80,49
	Акрифлавин+НЧ	$5 \cdot 10^5$	$4 \cdot 10^7$	3,85	90,24
С-80	Акрифлавин	$3,3 \cdot 10^6$	-	3,03	7,53
	Акрифлавин+НЧ	$4,1 \cdot 10^6$	-	4,38	5,06

Из таблицы 1 видно, что в присутствии поверхностных плазмонов, происходит рост времени жизни БФ и ЗФ для случая, когда молекулы, находятся в полимерной матрице. Это может быть связано с тем, что при выбранных, сравнительно малых, концентрациях НЧ и красителя и, следовательно, больших расстояниях от поверхности НЧ до молекулы, уменьшается эффект «металлического» тушения. Поэтому, времена несколько возрастают. Поскольку время жизни поверхностных плазмонов составляет десятки фемтосекунд [7], и за время жизни синглетного состояния донора ($\tau_{фл} = 3,72$ нс) возможна непрерывная генерация поверхностных плазмонов в металлической частице, то возможно ускорение населенности синглетного уровня молекулы красителя, с последующей дезактивацией в триплетное состояние.

Известно, что на поверхности кремнезема образуются комплексы НЧ золота и молекул акрифлавина [8]. Уменьшение времени жизни замедленной флуоресценции акрифлавина в присутствии НЧ золота на поверхности С-80 происходит в результате влияния локальных плазмонов на поляризуемость среды, вследствие чего можно предположить о возникновении аннигиляционной замедленной флуоресценции молекул красителя в комплексах. Данное предположение является предметом дальнейших исследований.

Результаты получены в рамках государственного задания Минобрнауки России № 3.809.2014/К.

Литература:

1. K. Aslan, K. McDonald, Michael J. R. Previte, Y. Zhang, C. D. Geddes, C. P. Lett, 464 (2008) 216-219
2. А.С. Сарычева, Е.Ю. Паршина, А.А. Байжуманов, А.А. Семенова, Е.А. Гудилин, Г.В. Максимов. Наносистемы: физика, химия, математика, 4(1), (2013) 66-71
3. И.А. Болдов, А.С. Кучьянов, А.И. Плеханов, Н.А. Орлова. Физика твердого тела. Т.53, вып. 6 (2011) 1088-1090
4. И.Е. Проценко, А.В. Усков, В.М. Рудой. ЖЭТФ Т. 146, вып. 2(8) (2014) 265-280
5. А.В. Цибульникова, В.А. Слежкин, В.В. Брюханов. 21 Международная научная конференция. «Инновации в науке, образовании и бизнесе-2013» Сборник трудов ч.1. Калининград. «Калининградский государственный технический университет» (2013) 116-119
6. D. Ghosh, N. Chattopadhyay, Optics and Photonics Journal, 3 (2003) 18-26
7. D. Sarid, W. Challener. Modern Introduction to Surface Plasmons. Cambridge, Cambridge University Press (2010) 371
8. В.В. Брюханов, Н.С. Тихомирова, В.А. Слежкин. Материалы XVIII Всероссийской конференции «Оптика и спектроскопия конденсированных сред» (16 – 22 сентября). Краснодар. «Кубанский государственный университет», (2012) 175-179.

СИНТЕЗ И ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ДИАЛКИЛДИТИОФОСФОРНЫХ КИСЛОТ В ХРОМАТОГРАФИИ ХЕЛАТОВ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ

Шумаева К.А., магистрант; Тухватулина М.Р., магистрант; Чернова Е.А., студент
Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати
г. Тараз, Республика Казахстан

Диэтил-, ди-н-пропил-, ди-изо-пропил-, ди-н-бутил-, ди-изо-бутил-, ди-н-гексил- және ди-н-октилдифосфор қышқылының калийлі тұздары синтезделген. Алынған реагенттер негізінде никель және мыс диалкилдифосфаттары синтезделген. Молекуланың лигандты бөлігі құрылысының хелаттың хроматографиялық жағдайына әсері зерттелген.

Синтезированы калийные соли диэтил-, ди-н-пропил-, ди-изо-пропил-, ди-н-бутил-, ди-изо-бутил-, ди-н-гексил- и ди-н-октилдифосфорных кислот. На основе полученных реагентов синтезированы диалкилдифосфаты никеля и меди. Исследовано влияние строения лигандной части молекулы на хроматографическое поведение хелата.

Potassium salts of diethyl-, di-n-propyl-, di-iso-propyl-, di-n-butyl-, di-iso-butyl- and di-n-octyldithiophosphoric acids have been synthesized. Dialkyldithiophosphates of nickel and copper based on the reagents obtained have been