**Люминесценция металлоорганических комплексов иона европия (III) с катионами щелочных металлов**

***Ферулев А.И. 1, Коршунов В.M.1,2, Тайдаков И.B.2***

Студент, научный сотрудник к.ф.-м.н., ведущий научный сотрудник д.х.н

1 МГТУ им. Н. Э. Баумана, Москва, Россия, 2 ФИАН им. П.Н. Лебедева, Москва, Россия,

alexeyferulev27@gmail.com

**Введение**

 Люминесцентные материалы на основе иона европия находят широкое применение в различных сферах за счет своего яркого излучения в видимой красной области спектра. Для таких соединений возможны различные практические приложения, такие как сенсибилизированные красителем солнечные батареи (ячейки Гретцеля), материалы для ап-конверсии излучения, сцинтилляционные материалы, люминесцентные сенсоры и дозиметры, красители для биовизуализации и биомаркеры в медицине [1,2].

 Однако эффективность люминесценции подобных соединений ограничена процессами колебательной релаксации. Для уменьшения скорости колебательной релаксации используют различные методы, такие как галогенирование органических лигандов, использование различных заместителей в лигандах, и другие. В данной работе былo исследовано влияние ионов щелочных металлов (Na, K, Rb, Cs) в составе координационных соединений иона Eu3+­с лигандами из класса β-дикетонатов на процессы колебательной релаксации. Далее каждое соединение будет обозначаться по связанному с ионом Eu3+ атомом щелочного металла ([Na], [K], [Rb], [Cs]). Все спектры излучения и возбуждения, внешние и внутренние квантовые выходы, а также скорости излучательных и безызлучательных процессов были измерены согласно методике, представленной в работе [3].

### **Результаты**

Спектры излучения и возбуждения люминесценции исследуемых соединений представлены на рисунке 1. Внешние и внутренние квантовые выходы, а также времена жизни возбужденных состояний представлены в таблице 1. 

Рис. 1: Спектры люминесценции комплексов при возбуждении светом длиной волны 370 нм при T=293 K и T=77K (слева) и спектры оптического возбуждения люминесценции исследуемых комплексов, зарегистрированные на длине волны 614 нм при T=293 K и T=77K (справа).

Таблица 1 Фотофизические параметры исследуемых соединений в твердой фазе.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Комплекс | krad, s-1 | knrad, s-1 | τobs, µs | Q, % | Ф, % | η |
| [Na] | 766 | 219 | 951 | 73 | 35 | 0,48 |
| [K] | 668 | 243 | 1072 | 72 | 49 | 0,68 |
| [Rb] | 625 | 174 | 1084 | 68 | 45 | 0,66 |
| [Cs] | 573 | 177 | 1134 | 65 | 44 | 0,68 |
| krad – скорость излучательных процессов, knrad – скорость безызлучательных процессов, τobs – время жизни возбужденного состояния, Q – внутренний квантовый выход, Ф – внешний квантовый выход, η – коэффициент сенсибилизации |

**Обсуждение**

Все исследованные комплексы люминесцируют при возбуждении в широком спектральном диапазоне от 280 до 450 нм. Широкие полосы в спектрах возбуждения в диапазоне от 280 до 400 нм связаны с сенсибилизацией люминесценции через электронные переходы внутри лигандного окружения. Также в спектрах наблюдаются интенсивные узкие полосы, соответствующие внутриконфигурационным *f - f\** переходам иона: $\_{0}\rightarrow \_{2}$ (465 нм) и$\_{0}\rightarrow \_{1}$ (537 нм).

В спектрах фотолюминесценции для всех исследуемых соединений наблюдаются узкие спектральные полосы, соответствующие электронным переходам Eu3+. Форма спектров эмиссии идентична для комплексов [Rb] и [Cs], что указывает на одинаковую группу пространственной симметрии данных комплексов.

**Выводы**

 Исследованы фотофизические свойства координационных соединений Eu3+ c лигандами из класса 1,3‑дикетонов, содержащих ионы щелочных металлов Na, K, Rb, Cs. Показано, что при увеличении атомного радиуса щелочного металла времена жизни возбужденного состояния увеличивается с 951 до 1134 мкс при снижении скорости излучательных процессов. Обнаружено влияние атомного радиуса щелочного металла на скорость процессов безызлучательной релаксации. Наименьшая скорость этих процессов выявлена для комплекса с ионом Rb. Установлено, что увеличение атомного радиуса щелочного металла приводит к уменьшению внутреннего квантового выхода иона Eu3+с 73% до 65%.

**Список литературы**

1. Bünzli J. C. G., Eliseeva S. V. Basics of lanthanide photophysics //Lanthanide luminescence: Photophysical, analytical and biological aspects. – 2011. – С. 1-45.
2. Kitagawa Y., Tsurui M., Hasegawa Y. Bright red emission with high color purity from Eu (iii) complexes with π-conjugated polycyclic aromatic ligands and their sensing applications //RSC advances. – 2022. – Т. 12. – №. 2. – С. 810-821.
3. Zanizdra S. R. et al. Exploring the Effect of Fluorine Radicals as Substituents in β-Diketones on the Luminescence Properties of Eu3+ Complexes //Optical Materials. – 2025. – С. 116780.