**Люминесцентные температурные сенсоры на основе комплексов лантаноидов**

***Дун Шичжань, Целых Л.О.***

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,*

*химический факультет, Москва, Россия*

*E-mail: Richarddong-chem@qq.com*

В последние годы значительное внимание уделяется разработке люминесцентных температурных сенсоров на основе комплексов лантанидов, из-за уникальных свойств 4f-электронных переходов ионов редкоземельных металлов, проявляющих нелинейный отклик на температуру. В данном исследовании была предложена инновационная стратегия синтеза шести координационных соединений на основе ионов Eu³⁺ и Yb³⁺ с лигандами β-дикетонового производного dbm (дибензоилметан) и жестким сопряженным лигандом Bphen (4,7-дифенил-1,10-фенантролин). На основе этих координационных соединений успешно создана модель растворимого температурного сенсора, а в качестве сенсорного отклика может быть использовано отношение интенсивности люминесценции (LIR) двух металлов, отношение двух полос люминесценции иона европия или время жизни иона европия.

Эксперименты показали, что комплекс EuCl₃Bphen демонстрирует характерные полосы излучения иона Eu³⁺ при 612 нм (⁵D₀→⁷F₂) и 700 нм (⁵D₀→⁷F₄), интенсивность которых линейно снижается при нагревании. Это согласуется с описанным в литературе механизмом термически активированных безызлучательных переходов в комплексах Eu³⁺ [1]. Примечательно, что данный комплекс проявляет исключительно высокую люминесцентную эффективность в ацетоне и ДМСО, что объясняется подавлением тушения ионной люминесценции лантанидов молекулами растворителя за счет сильных π-π взаимодействий нейтрального лиганда Bphen, а также снижением энергетических потерь благодаря его жесткой структуре [1]. В отличие от этого, ближнее инфракрасное излучение YbCl₃Bphen при 982 нм (²F₅/₂→²F₇/₂) практически не зависит от температуры (флуктуации <5% на 10 К), что обусловлено простой электронной структурой Yb³⁺ (всего два возбужденных уровня) и большим энергетическим зазором (~10 000 см⁻¹), препятствующим значительным изменениям распределения штарковских уровней под термическим воздействием.

Совместное растворение комплексов Eu/Yb в одной растворной системе позволило реализовать режим синергетической работы двух эмиссионных центров. Излучение Yb³⁺ при 982 нм используется как внутренний референсный сигнал, а излучение Eu³⁺ при 612 нм — как температурно-зависимый сигнал. Отношение их интенсивностей (I(612)/I(982)) демонстрирует линейную зависимость в диапазоне 298–373 К. Данный подход устраняет недостатки традиционных одноэмиссионных систем, чувствительных к колебаниям концентрации и мощности возбуждения, дополняя принципы твердотельных биметаллических термометров, описанных Zhang и соавт. [2].

Таким образом, в работе представлен новый класс растворимых люминесцентных сенсоров, объединяющих превосходную совместимость с растворителями (благодаря Bphen), двухканальную детекцию для минимизации помех и сверхвысокую интенсивность свечения. Эти результаты открывают перспективы для создания растворимых температурных сенсоров.

**Литература**

[1] Binnemans, K. Chem. Rev. 2009, 109, 4283; Xu, H. и др. J. Mater. Chem. C 2016, 4, 9566.

[2] Zhang, J. и др. ACS Appl. Mater. Interfaces 2020, 12, 51293.