

ПРИМЕНЕНИЕ ЭФФЕКТОВ ФЕЙДИНГА И АНТИФЕЙДИНГА ФЛУОРЕСЦЕНЦИИ В МЕТОДАХ АНАЛИТИЧЕСКОЙ СПЕКТРОСКОПИИ

Арабей С.М., Станишевский И.В.

Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск

Республика Беларусь

arabei.chemistry@bsatu.by

В работах [1, 2] предложен и развит метод исследования свойств долгоживущих электронных состояний светостойких органических флуорофоров, основанный на фотовозбуждении (ФВ) флуоресценции лазерными импульсами миллисекундной длительности и прямоугольно-ступенчатой формы в канале их синглетных уровней ($S_0 \rightarrow S_i$), а также на компьютерной симуляции и анализе экспериментальных кинетических кривых. Метод основан на эффекте относительно медленного уменьшения интенсивности флуоресценции при действии прямоугольного импульса ФВ (фейдинг флуоресценции, ФФ), возникающего в результате заселения долгоживущего (метастабильного) нижнего триплетного T_1 -состояния флуорофоров. После скачкообразного (ступеньчатого) ослабления интенсивности ФВ наблюдается относительно медленное возрастание интенсивности флуоресценции, обусловленное уменьшением населенности T_1 -состояния (антифейдинг флуоресценции, АФ). Именно немонотонная кинетика флуоресценции, имеющая специфический профиль и возникающая вследствие последовательного увеличения и уменьшения (иначе модуляции) населенности метастабильного T_1 -состояния, однозначно указывает на его существование, даже если при этом фосфоресцентное свечение будет отсутствовать. Аппроксимация кривых ФФ и АФ позволяет определить время жизни T_1 -состояния.

Эффекты ФФ и АФ могут найти применение в методах аналитической спектроскопии. Существенно, что применение двухступенчатого ФВ позволяет обнаружить флуоресценцию искомого соединения среди других возможных видов вторичного свечения и рассеяния благодаря характерному «сигнатурному» профилю её кинетики, причем без сканирования длины волны возбуждения, как этого требует, например, поиск специфических спектров возбуждения флуоресценции отдельных флуорофоров. Корреляция амплитудных и временных параметров кривых ФФ и АФ, а также их зависимость от констант скоростей процессов имеет важное диагностическое значение, а также является надежным доказательством того, что наблюдаемый процесс обусловлен испусканием анализируемого флуорофора. Разработанный метод компьютерного моделирования и анализа экспериментальных кривых ФФ и АФ имеет перспективу для изучения метастабильных состояний любой природы других систем, а значит пригоден для обнаружения и идентификации этих систем в модельных и биологических объектах. Он также может служить основой нового люминесцентного метода количественного и качественного анализа веществ. В частности, с его помощью можно определять присутствие в системе атомов тяжелых металлов или иных тушителей флуоресценции, приводящих к увеличению квантового выхода образования триплетного T_1 -состояния.

Работа выполнена в рамках проекта №Ф17-005 с БРФФИ.

1. И.В. Станишевский, К.Н. Соловьев, С.М. Арабей, В.А. Чернявский // Журн. прикл. спектроск. 2013. Т.80. №3. С.368.
2. И.В. Станишевский, С.М. Арабей, В.А. Чернявский, К.Н. Соловьев // Опт. и спектроск. 2016. Т.121. №5. С.770.