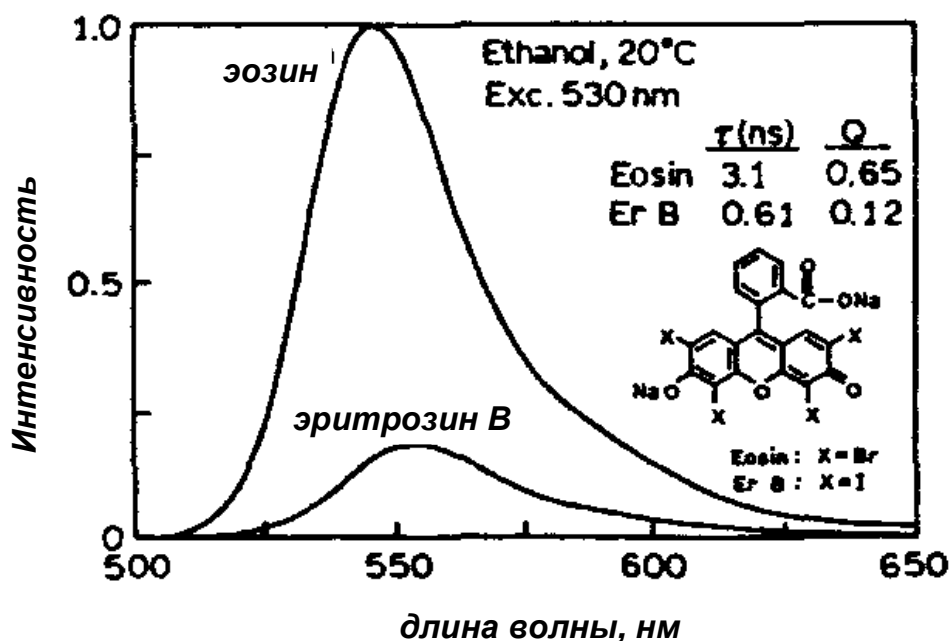


Телевизор в трубочку

Хотите телевизор, который сворачивается в трубочку или сотовый телефон толщиной с листок бумаги? Тогда придумайте, как получить OLED – органические светоизлучающие диодные элементы, из которых все чаще изготавливают пиксели бытовых устройств отображения, передачи и обработки информации. Для того, чтобы разработка подобных устройств будущими молодыми кадрами nanoиндустрии проходила эффективно, необходим экскурс в базовые закономерности поведения различных люминесцирующих молекул.

Квантовый выход флуоресценции определяется соотношением процессов излучательной и безызлучательной дезактиваций энергии. Скорость безызлучательных процессов обычно примерно одинакова как в случае процессов флуоресценции, и фосфоресценции. В то время как скорость излучательных процессов (Γ) изменяется значительно. Спектры фотолюминесценции, наблюдаемые времена жизни (τ) возбужденных состояний и квантовые выходы (θ) для молекул эозина и эритрозина (Er B) приведены на рисунке:



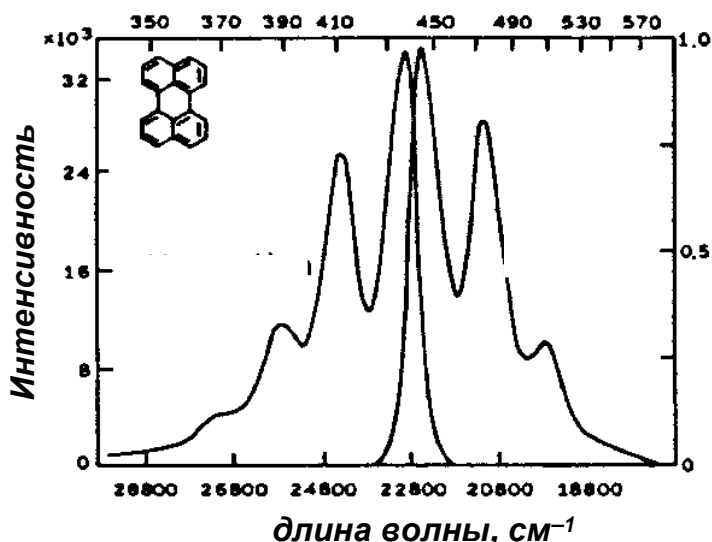
Вычислите время жизни возбужденного состояния в отсутствие безызлучательных процессов (τ_n), а также скорости затухания для безызлучательных и излучательных процессов в случае эозина и ErB (**3 балла**). Какая из скоростей вносит больший вклад в понижение квантового выхода ErB (**1 балл**)?

Время затухания фосфоресценции обычно составляет примерно 1–10 мс. Принять: 1) время затухания фосфоресценции в отсутствие безызлучательных процессов для обоих этих соединений равным 10 мкс; 2) скорости безызлучательной дезактивации равными для обоих соединений, при чем как при переходах с возбужденного синглетного, так и триплетного

состояний. Оцените квантовые выходы флуоресценции эозина и ЕгВ при комнатной температуре (2 балла).

Согласно правилу Каша, излучение всегда происходит с низшего возбужденного состояния (например, S_1). Если молекула находится в возбужденном состоянии S_2 , то в течение примерно 10^{-13} с она переходит в состояние S_1 (из которого в последствии и происходит излучение). Используя скорость излучательной дезактивации вычисленную для эозина в предыдущей задаче, определите квантовый выход S_2 состояния (1 балл).

Спектр люминесценции перилена (см. рисунок ниже, правая кривая) содержит несколько максимумов излучения, связанных с различными переходами энергии внутри молекулы (см. диаграмму Яблонского). Используя распределение Больцмана, оцените долю молекул, находящихся в основном состоянии, которые могут находиться в первом возбужденном колебательном состоянии при комнатной температуре (2 балла).



Затухание люминесценции триптофана при $pH = 7$ представляет собой биэкспоненциальную зависимость. При 320 нм изменение интенсивности люминесценции со временем может быть описано следующим уравнением: $I(t) = 0.19 \cdot \exp(-t/0.62 \text{ нс}) + 0.81 \cdot \exp(-t/3.33 \text{ нс})$. Оцените вклад компоненты излучающей с $\tau = 0.62 \text{ нс}$ (f_1) в общую интенсивность люминесценции при 320 нм (2 балла).