

В. В. Уточникова



ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ

органических, металл-органических
и координационных соединений

Валентина Владимировна Уточникова
Люминесценция органических,
металл-органических и
координационных соединений

*http://www.litres.ru/pages/biblio_book/?art=38271551
ISBN 9785449350220*

Аннотация

В книге обсуждены фундаментальные особенности люминесценции органических соединений, особенности люминесценции координационных соединений РЗЭ, а также структура, принцип работы и способы усовершенствования рабочих характеристик OLED и требования, предъявляемые к материалам эмиссионных слоев. Для студентов ВУЗов и широкого круга читателей.

Содержание

Введение	7
1. Свет и источники света	8
1.1 Формирование цвета	14
Конец ознакомительного фрагмента.	17

**Люминесценция
органических, металл-
органических и
координационных
соединений**

**Валентина Владимировна
Уточникова**

© Валентина Владимировна Уточникова, 2018

ISBN 978-5-4493-5022-0

Создано в интеллектуальной издательской системе Ridero

КС	координационное соединение
КЧ	координационное число
РЛК	разнолигандный комплекс
Ln ^{III} , PЗЭ	лантанид, редкоземельный элемент
ЭЛ, EL	электролюминесценция
ФЛ, PL	фотолюминесценция
ПМП	протонный магнитный резонанс
AFM	атомно-силовая микроскопия
Hdik	β-дикетоны
Hdpm	дипивалоилметан (2,2,6,6-тетраметилгептан-3,5-дион)
HCarb	ароматическая карбоновая кислота
Phen	1,10-фенантролин
EtOH	этанол
ACN	ацетонитрил
ТГФ	тетригидрафуран
DMSO (DMSO-d ⁶)	диметилсульфоксид (дейтерированный)
C ₆ D ₆	дейтерированный бензол
ОСИД, OLED	органическое электролюминесцентное устройство (organic light emitting device)
ITO	индий-оловянный оксид
PEDOT:PSS	поли(3,4-этилендиокситиофен):поли(4-стирен)сульфонат
PVK	поли(винилкарбазол)
TPD	<i>N,N'</i> -дифенил- <i>N,N'</i> -(3-метилфенил)-1,1'-бифенил-4,4'-диамин
BSP	батокупроин
AIQ ₃	комплекс алюминия с 8-оксихинолином
TAZ	3-фенил-4-(1'-нафтил)-5-фенил-1,2,4-триазол
$\sqrt{\sigma_{z(x,y)}^2}$ обн.	среднеквадратичная шероховатость поверхности
НОМО	высшая занятая молекулярная орбиталь (High Occupied Molecular Orbital)
LUMO	низшая свободная молекулярная орбиталь (Low Unoccupied Molecular Orbital)
ETL	слой с электронной проводимостью (electron transport layer)
HTL	слой с дырочной проводимостью (hole transport layer)
E _F	энергия Ферми
S ₀ , S ₁	основное и первое возбужденное синглетное состояние
T ₁	триплетное состояние
E _F	энергия Ферми
LC	перенос заряда с лиганда на лиганд
MC	перенос заряда с металла на металл
MLCT	перенос заряда с металла на лиганд
LMCT	перенос заряда с лиганда на металл
IC	внутренняя конверсия
ISC	внутрисистемный перенос
Q _{отн.}	относительный квантовый выход
Q _{абс.}	абсолютный квантовый выход
Q _L ^{ln}	квантовый выход люминесценции при непрямом (через лиганд)

AFM
SEM
РФА

атомно-силовая микроскопия
сканирующая электронная микроскопия
рентгенофазовый анализ

Введение

Люминесценция – это явление, которое находит все больше применений в современном мире: достаточно упомянуть только получающее все большее распространение OLED-дисплеи, в основе работы которых – электролюминесценция металл-органических соединений. С помощью люминесцентных соединений производят защиту ценных бумаг – в первую очередь денег, – а также проводят диагностические исследования, поскольку люминесцентная биовизуализация обладает очень высоким разрешением.

Поиск новых соединений для этих применений, как и поиск новых областей применения люминесцентных соединений, невозможен без понимания особенностей этого явления. Этому и посвящена данная книга.

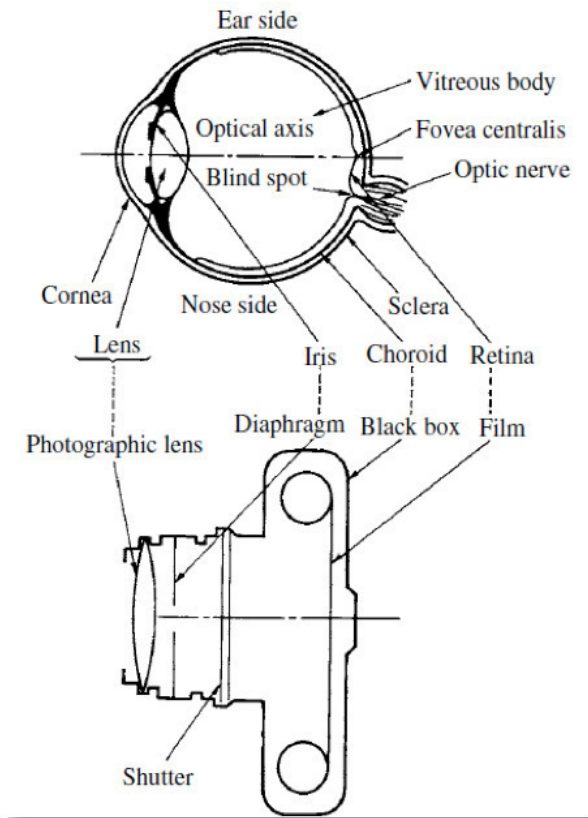
1. Свет и источники света

Человеческое цветовосприятие

Пожалуй, с самого момента изобретения колеса и даже с того времени, когда человек научился добывать огонь трением, фундаментальная наука существует неразрывно от прикладной. Именно поэтому основной акцент при изучении люминесценции делается именно на излучении в видимом диапазоне спектра: говоря «видимый», мы негласно подразумеваем «видимый здоровым человеческим глазом». Более формально под видимым диапазоном разные источники подразумевают область от 400...700 нм до 380...800 нм. Именно в этой области интенсивность солнечного спектра максимальна, и это не случайно: за миллионы лет развития наш глаз эволюционировал так, чтобы детектировать свет именно тех длин волн, интенсивность которых в спектре основного источника естественного освещения – солнца – максимальна.

Прежде чем сравнивать различные источники света, рассмотрим механизм детектирования и обработки светового сигнала самым важным для нас оптическим прибором – человеческим глазом. Свет, падающий в глаз, вызывает фотохимические реакции в сетчатке, которая соответствует фотопленке. Нервный импульс, генерируемый в результате

этой реакции, передается в мозг, генерируя зрительный сигнал. Сетчатка охватывает около двух третей внутреннего по-
верхность глазного яблока и представляет собой прозрач-
ную пленку толщиной около 0,3 мм, со сложной структурой,
включающей несколько типов клеток. Падающий свет попада-
ет на сетчатку, как указано на рисунке, и достигает све-
точувствительного нейроэпителиального слоя. Оптический
нерв, который расположен в передней части нейроэпители-
ального слоя, выполняет обработку сигнала.



За восприятие цвета у нас отвечает два типа светочувствительных клеток – фоторецепторов: высоко чувствительные *палочки*, отвечающие за ночное зрение, и менее чувствительные *колбочки*, отвечающие за цветное зрение. В от-

личие от большинства животных, у которых существует два типа колбочек, чувствительных к синему и красному цвету, у приматов из-за перехода к дневному образу жизни в результате мутации появился третий цвет колбочек, чувствительных к зеленому цвету. Нормализованные спектры светочувствительности этих трех типов колбочек показаны на а. При этом интересно, что максимум кривой чувствительности палочек смещен относительно максимума кривой суммарной чувствительности колбочек в синюю область – именно поэтому в темноте лучше видны синие предметы.

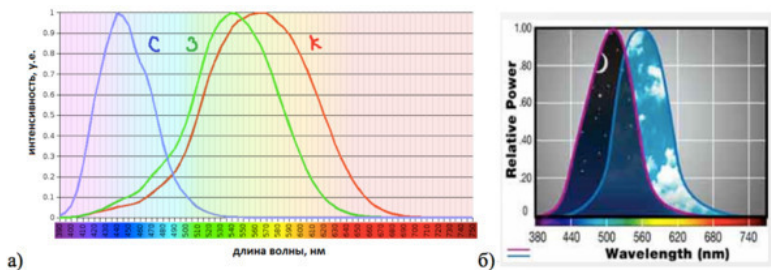


Рис. 1 а) Спектры чувствительности колбочек (С – синий, З – зеленый, К – красный) и б) кривая чувствительности палочек (фиолетовая кривая) и кривая суммарной чувствительности колбочек (синяя кривая)

Наличие трех типов фоторецепторов приводит к трехкомпонентной системе человеческого зрения, причем, поскольку кривые их чувствительности перекрываются, свет различно-

го спектрального состава может ощущение одинакового цвета. Это явление называется метамерией. Еще одним важным свойством человеческого зрения является время сбора информации, которое у разных животных различно. У человека оно составляет 20 мс, что должно быть учтено при создании дисплеев, картинка на которых для появления эффекта непрерывного изображения должна сменяться не реже одного раза каждые 20 мс.

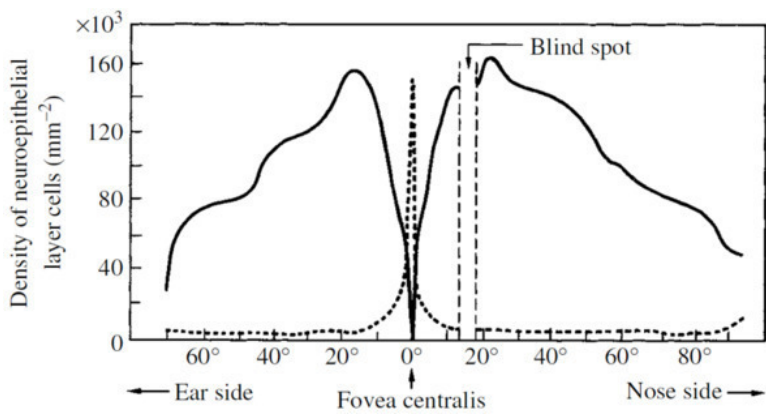


Рис. 2 Распределение палочек (сплошная линия) и колбочек (пунктирная линия)

Осталось отметить, что распределение нейроэпителиальных клеток в сетчатке неравномерно. Колбочки сосредоточены в окрестности оптической оси в центральной ям-

ке. Центральная ямка – это узкая область сетчатки, около 1,5 мм в диаметре, в которой расположено примерно 100000—150000 колбочек, поэтому максимальное разрешение достигается именно в этой узкой области. В отличие в колбочек, палочки практически отсутствуют в непосредственной близости от центральной ямки и распределены в широкой области сетчатки. Поскольку в темноте за зрение отвечают палочки, а не колбочки, звезды ночью более четко видны, если слегка сощурить глаза. Кроме того, поскольку в той части сетчатки, где проходит зрительный нерв, светочувствительные клетки отсутствуют, эта часть не может воспринимать свет и называется слепым пятном. Слепое пятно находится под углом 15° от оптической оси и составляет около 5° в ширину.

1.1 Формирование цвета

Вернемся к системе формирования цвета человеческим глазом. Есть два способа формирования цвета: *аддитивный*, при котором происходит сложение цветов непосредственно излучающих объектов, и *субтрактивный*, при котором происходит вычитание определенных цветов из отраженного белого света. Субтрактивная система формирования цвета используется, например, при работе красных стоп-сигналов в автомобиле: красное стекло, за которым находится лампочка – источник белого света, является фильтром, который поглощает остальную часть спектр, пропуская только красный свет. Так же работают и жидкокристаллические мониторы: перед источником непрерывного спектра находится матрица жидкокристаллических фильтров, которые поглощают свет различных длин волн в зависимости от подаваемого напряжения. Формирование света с помощью аддитивной системы используется, например, в светодиодных лампах, которые будут более подробно обсуждены в следующем разделе. В таких лампах восприятие белого света обеспечивается смешением синего света люминесценции полупроводникового кристалла и желтого цвета широкого спектра люминесценции порошкового люминофора.

Математически это можно описать с помощью цветовой модели, основной целью которой является количественное

сравнение различных цветов. В основе этой модели легло определение трех – по числу типов колбочек – функций цветового соответствия, с помощью которых путем умножения на них спектра источника света можно получить трехкомпонентный вектор, описывающий детектируемый глазом цвет. В колориметрии данные функции принято называть *функциями цветового соответствия* (англ. *color matching functions*). Эти функции были экспериментально определены на основе проведенных в конце 1920-х – начале 1930-х годов Дэвидом Райтом и Джоном Гилдом экспериментов.

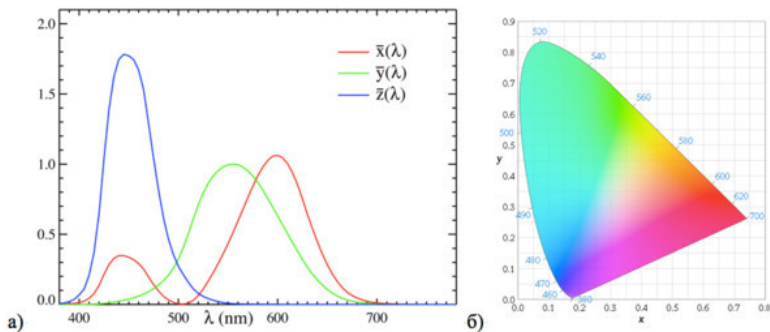


Рис. 3 а) Функции цветового соответствия Стандартного колориметрического наблюдателя, определённые комитетом CIE в 1931 году на диапазоне длин волн от 380 до 780 нм (с 5 нм интервалом) и б) диаграмм-

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.