

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
УРАЛЬСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ПЕРВОГО ПРЕЗИДЕНТА РОССИИ Б. Н. ЕЛЬЦИНА

К. В. Гржегоржевский
А. А. Остроушко

Основы молекулярной спектроскопии:
спектры оптического поглощения
и люминесценции,
применение в изучении
полиоксометаллатных нанокластеров

Учебное пособие

2-е издание, стереотипное

Москва
Издательство «ФЛИНТА»
Издательство Уральского университета
2017

УДК 543.422.3(075.8)
Г819

Рецензенты:

А. В. Д р у ж и н и н, кандидат физико-математических наук,
старший научный сотрудник лаборатории
нанокompозитных мультиферроиков
(Институт физики металлов им. М. Н. Михеева УрО РАН);

М. И. К о д е с с, кандидат химических наук,
заведующий лабораторией спектральных методов исследования
(Институт органического синтеза им. И. Я. Постовского УрО РАН)

Гржегоржевский, К. В.

Г819 Основы молекулярной спектроскопии: спектры оптического поглощения и люминесценции, применение в изучении полиоксометаллатных нанокластеров [Электронный ресурс]: [учеб. пособие] / К. В. Гржегоржевский, А. А. Остроушко ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. — 2-е изд., стер. — М. : ФЛИНТА : Изд-во Урал. ун-та, 2017. — 210 с.

ISBN 978-5-9765-3083-6 (ФЛИНТА)

ISBN 978-5-7996-1652-6 (Изд-во Урал. ун-та)

В учебном пособии изложены теоретические основы молекулярной спектроскопии и общие принципы анализа спектральных данных, представленные на примере изучения взаимодействий в растворах нанокластерных полиоксомолибдатов. Рассмотрены вопросы природы электромагнитного излучения в контексте его взаимодействия с веществом. Главным образом учебное пособие сфокусировано на методах оптической спектроскопии электронного поглощения и флуориметрии применительно к растворным системам. Изложенный в пособии материал позволит читателю ознакомиться с широким кругом явлений в области электронно-колебательно-вращательных переходов и в дальнейшем без затруднений перейти к уже более узкоспециализированной литературе.

Пособие будет полезно студентам и аспирантам химического и физического профиля, а также научным сотрудникам и преподавателям, работающим в смежных областях.

УДК 543.422.3(075.8)

ОГЛАВЛЕНИЕ

Список сокращений	5
Введение	6
МЕТОДЫ МОЛЕКУЛЯРНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ИЗУЧЕНИИ НАНОКЛАСТЕРНЫХ ПОЛИОКСОМЕТАЛЛАТОВ	10
ГЛАВА 1. Основные представления	10
§1. Электромагнитная природа света	12
1.1. Свойства плоских поперечных электромагнитных волн	13
1.2. Рассеяние света	21
1.3. Поляризация световой волны	30
1.4. Радиационное затухание	38
§2. Энергетическое строение молекул	41
2.1. Природа возникновения и структура энергетических уровней молекул	41
2.2. Ширина энергетических уровней. Расщепление уровней в электрических и магнитных полях	55
2.3. Статистическое распределение молекул по энергетическим состояниям – заселенность уровней	58
ГЛАВА 2. Спектры электронного поглощения	60
§1. Теоретические представления. Правила отбора	60
§2. Спектрофотометры: оптическая схема, источники излучения, детекторы	70
§3. Характеристичность спектров. Межмолекулярные взаимодействия. Качественный и количественный анализ	79
3.1. Характеристичность спектров	79
3.2. Влияние межмолекулярных взаимодействий на электронные переходы	84
3.3. Количественная оценка вероятности переходов – коэффициенты Эйнштейна	90
3.4. Закон Бугера – Ламберта – Бера – количественная оценка спектров	94

§4. Практическое использование: полиоксометаллатные нанокластеры	97
ГЛАВА 3. Фотолюминесценция	106
§1. Теоретические представления. Правила отбора	106
§2. Диаграмма Яблонского. Кинетика люминесценции. Законы фотохимии	112
2.1. Анализ диаграммы Яблонского	112
2.2. Кинетика люминесценции. Квантовый выход и излучательное время жизни	118
2.3. Законы фотохимии	127
§3. Флуориметры: оптическая схема, источники возбуждения. Особенности регистрации спектров. Счетчики квантов	131
§4. Тушение люминесценции. Перенос энергии. Поляризация люминесценции	137
4.1. Тушение люминесценции: динамическое и статическое	137
4.2. Перенос энергии: механизмы	143
4.3. Перенос заряда	157
4.4. Поляризация люминесценции	162
§5. Практическое использование спектров люминесценции: взаимосвязь структуры и характера люминесценции	165
5.1 Влияние светорассеяния на регистрацию спектров люминесценции	165
5.2. Эффект Шпольского: люминесценция органических примесей	168
5.3. Влияние сопряжения на явление люминесценции	171
5.4. Внутримолекулярный перенос протона	178
5.5. Межмолекулярный перенос энергии: FRET и перенос заряда	180
ОБЗОР СТРУКТУРНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ И РЯДА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОМ	190
ГЛАВА 4. Нанокластерные полиоксомолибдаты	190
§1. Базовые элементы структуры	190
§2. Физико-химические свойства	201
Список библиографических ссылок	208
Список рекомендуемой литературы	209