

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Кубанский государственный университет»
Факультет химии и высоких технологий



УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор

Хагуров Т.А.

Подпись

« 31 » мая 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.01.01 ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ И МАТЕРИАЛОВ НА ИХ ОСНОВЕ

| | |
|--------------------------|--|
| Направление подготовки | 04.03.01 Химия |
| Направленность (профиль) | Неорганическая химия и химия координационных соединений |
| Форма обучения | очная |
| Квалификация | бакалавр |

Краснодар 2024

Рабочая программа дисциплины ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ И МАТЕРИАЛОВ НА ИХ ОСНОВЕ составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки - 04.03.01 Химия.

Программу составил:

М.А. Назаренко, доцент, канд. хим. наук



Рабочая программа дисциплины ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ И МАТЕРИАЛОВ НА ИХ ОСНОВЕ утверждена на заседании кафедры общей, неорганической химии и информационно-вычислительных технологий в химии (разработчика) протокол № 8 «23» апреля 2024г.

Заведующий кафедрой общей, неорганической химии и ИВТ в химии к.х.н., доцент Волынкин В.А.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета химии и высоких технологий протокол № 7 от «20» мая 2024 г.
Председатель УМК факультета к.х.н. Беспалов А.В.



Рецензент:

Фролов В.Ю., канд. хим. наук, директор ООО «Ланэс».
Доценко В.В., д-р хим. наук, профессор кафедры органической химии и технологий ФГБОУ ВО «КубГУ».

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

1.1 Цель освоения дисциплины.

Освоение студентами методов люминесцентной спектроскопии для определения структуры и свойств неорганических и комплексных соединений, а также материалов на их основе, теоретических основ дезактивации электронного возбуждения молекул и основные закономерности люминесценции и ее спектральных проявлений.

1.2 Задачи дисциплины.

- изучение теоретических представлений о закономерностях люминесценции и физических процессов, вызывающих и сопровождающих люминесценцию вещества;
- изучение и усвоение принципов и методов измерения люминесценции;
- формирование у студентов теоретических знаний и практических навыков работы в области люминесцентных методов изучения и анализа вещества.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Люминесценция неорганических соединений и материалов на их основе» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана направления подготовки 04.03.01 «Химия».

Данный курс опирается на знания, полученные при изучении дисциплин: «Неорганическая химия», «Кристаллография», «Химия координационных соединений».

Знания, приобретенные при освоении курса, могут быть использованы при решении различных задач по дисциплинам «Перспективные неорганические материалы со специальными функциями», «Химия твердого тела», «Направленный синтез неорганических и координационных соединений» а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

| Код и наименование индикатора достижения компетенции | Результаты обучения по дисциплине |
|--|--|
| ПК-2 Способен применять современную аппаратуру при проведении научных исследований, а также обрабатывать и анализировать полученные результаты | |
| ИПК-2.1. Осуществляет исследование химических соединений и материалов с использованием современного химического оборудования | Знает принципы работы серийных спектральных приборов |
| | Умеет выбирать оптимальные методы и оборудование люминесцентной спектроскопии для исследования конкретных химических соединений и веществ |
| | Владеет методикой лабораторного люминесцентного анализа |
| ИПК-2.2. Обрабатывает и анализирует экспериментальные данные, полученные с использованием современной химической аппаратуры | Знает теорию люминесцентного анализа |
| | Умеет планировать химический эксперимент и формировать научный подход к выборным параметрам исследования |
| | Владеет навыками обработки и анализа полученных экспериментальных данных |
| ПК-3. Способен использовать современные теоретические представления химической науки для анализа экспериментальных данных | |
| ИПК-3.1. Использует современные теоретические представления химической науки в своей профессиональной деятельности | Знает физические основы оптики сложных молекулярных систем, люминесценции и современные методы исследования взаимодействия излучения с веществом |
| | Умеет использовать современные физико-химические подходы, приемы и методы для изучения спектров люминесценции |
| | Владеет опытом использования люминесценции в процессе проведения научных исследований |
| ИПК-3.2. Интерпретирует результаты химического эксперимента на основе современных теоретических представлений | Знает основные теории люминесценции органических и неорганических веществ |
| | Умеет планировать физико-химический эксперимент при изучении спектров люминесценции |
| | Владеет навыками интерпретации результатов физико-химического эксперимента при изучении спектров люминесценции |

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице

| Виды работ | | Всего часов | Форма обучения |
|--|--------------------------------------|-------------|------------------|
| | | | очная |
| | | | 5 семестр (часы) |
| Контактная работа, в том числе: | | | |
| Аудиторные занятия (всего): | | 52,2 | 52,2 |
| занятия лекционного типа | | 16 | 16 |
| лабораторные занятия | | 34 | 34 |
| практические занятия | | - | - |
| семинарские занятия | | - | - |
| Иная контактная работа: | | | |
| Контроль самостоятельной работы (КСР) | | 2 | 2 |
| Промежуточная аттестация (ИКР) | | 0,2 | 0,2 |
| Самостоятельная работа, в том числе: | | 55,8 | 55,8 |
| <i>Курсовая работа</i> | | - | - |
| <i>Проработка учебного (теоретического) материала</i> | | 28 | 28 |
| <i>Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)</i> | | - | - |
| <i>Реферат</i> | | - | - |
| Подготовка к текущему контролю | | 27,8 | 27,8 |
| Контроль: | | | |
| Подготовка к экзамену | | | 27,8 |
| Общая трудоёмкость | час. | 108 | 108 |
| | в том числе контактная работа | 52,2 | 52,2 |
| | зач. ед | 3 | 3 |

2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоёмкости по разделам дисциплины. Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 5 семестре (очная форма обучения)

| № | Наименование разделов (тем) | Количество часов | | | | |
|----|--|------------------|-------------------|----|----|----------------------|
| | | Всего | Аудиторная работа | | | Внеаудиторная работа |
| | | | Л | ПЗ | ЛР | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1. | Явление люминесценции и ее классификация | 9 | 1 | - | 2 | 6 |
| 2. | Выход люминесценции | 11 | 1 | - | 4 | 6 |
| 3. | Теория молекулярной фотолюминесценции | 12 | 2 | - | 4 | 6 |
| 4. | Явление фосфоресценции | 12 | 2 | - | 4 | 6 |
| 5. | Тушение люминесценции | 12 | 2 | - | 4 | 6 |
| 6. | Зависимость люминесцентных характеристик от внешних факторов | 12 | 2 | - | 4 | 6 |

| | | | | | | |
|----|---|-------|----|---|----|------|
| 7. | Особенности люминесценции неорганических соединений и материалов на их основе | 12 | 2 | - | 4 | 6 |
| 8. | Экспериментальная техника люминесценции | 12 | 2 | - | 4 | 6 |
| 9. | Практическое приложение явления люминесценции | 13,8 | 2 | - | 4 | 7,8 |
| | <i>Итого по дисциплине:</i> | 105,8 | 16 | - | 34 | 55,8 |
| | Контроль самостоятельной работы (КСР) | 2 | | | | |
| | Промежуточная аттестация (ИКР) | 0,2 | | | | |
| | Подготовка к текущему контролю | - | | | | |
| | Общая трудоемкость по дисциплине | 108 | | | | |

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

2.3.1 Занятия лекционного типа

| № | Наименование раздела (темы) | Содержание раздела (темы) | Форма текущего контроля |
|----|--|--|-------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1. | Явление люминесценции и ее классификация | Явление люминесценции и ее классификация. Классификация люминесценции по типам возбуждения. Классификация люминесценции по времени послесвечения. Резонансная люминесценция. Спонтанная люминесценция. Вынужденная люминесценция. Рекомбинационная люминесценция. | Устный опрос, ЛР1 |
| 2. | Выход люминесценции | Выход люминесценции. Квантовый и энергетический выход люминесценции. Время жизни в возбужденном состоянии центров свечения. Законы затухания люминесценции. | Устный опрос, ЛР2, ЛР3 |
| 3. | Теория молекулярной фотолюминесценции | Основные закономерности молекулярной люминесценции. Условия возбуждения электронного спектра испускания. Связь полос поглощения и испускания сложных молекул. Независимость спектра люминесценции от длины волны возбуждения света. Закон Стокса-Ломмеля. Правило Левшина. Универсальное соотношение Степанова. Эффект Шпольского. | Устный опрос, ЛР4 |

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|----|---|--|--------------------------------|
| 4. | Явление фосфоресценции | Процессы длительного послесвечения. Условия возникновения спектров фосфоресценции. Схема Теренина-Льюиса. Триpletное состояние и его свойства. Внутренняя и интеркомбинационная конверсия. | Устный опрос, ЛР5, ЛР6 |
| 5. | Тушение люминесценции. | Тушение люминесценции. Внешнее и внутреннее тушение люминесценции. Статистическое тушение люминесценции. Уравнение Штерна-Фольмера. Диффузионная теория тушения люминесценции посторонними веществами. Соотношение между выходом люминесценции и временем жизни возбужденного состояния для динамического и статистического тушения. Константа динамического тушения K_d . Константа скорости процесса диффузии K_s , уравнение Смолуховского. | Устный опрос, ЛР7, ЛР8, ЛР9 |
| 6. | Зависимость люминесцентных характеристик от внешних факторов | Фотолюминесценция растворов и сопутствующие эффекты. Влияние растворителя на спектр люминесценции. Процесс релаксации растворителя. Общее и специфическое влияние растворителя на спектр люминесценции. Уравнение Липперта. Влияние водородной связи на спектр люминесценции. Влияние примесей в растворе. Влияние концентрации активатора. Влияние температуры. | Устный опрос, ЛР10 |
| 7. | Особенности люминесценции неорганических соединений и материалов на их основе | Кристаллофосфоры. Состав и получение кристаллофосфоров. Зонная модель кристаллофосфоров. Кинетика процесса затухания рекомбинационной и внутрицентральной люминесценции. Механизм люминесценции координационных соединений лантаноидов. «Антенный эффект». Закономерности между строением комплексных соединений и люминесцентными характеристиками. | Устный опрос, ЛР11, ЛР12, ЛР13 |
| 8. | Экспериментальная техника люминесценции | Приборы для измерения спектров люминесценции. Источники возбуждения. Типы монохроматоров и детекторов. Пробоподготовка: измерение спектров люминесценции растворов и твердых соединений. Определение квантовых выходов. Кинетика люминесценции. | Устный опрос, ЛР14, ЛР15 |
| 9. | Практическое приложение явления люминесценции | Методы люминесценции в аналитической химии. Характеристики аналитических методов. Использование явления хемолюминесценции и фотолюминесценции в биологии. Люминесценция координационных соединений для визуализации биологических объектов. | Устный опрос, ЛР16, ЛР17 |

| | | |
|--|--|--|
| | Неорганические люминофоры и сферы их применения. | |
|--|--|--|

2.3.2 Занятия семинарского типа (практические / семинарские занятия/ лабораторные работы)

| № | Наименование раздела (темы) | Тематика занятий/работ | Форма текущего контроля |
|-----|---|--|-------------------------|
| 1. | Явление люминесценции и ее классификация | «Запись электронных спектров поглощения и определение их характеристик» | ЛР1 |
| 2. | Выход люминесценции | «Определение относительных квантовых выходов люминесценции веществ в растворе» | ЛР2 |
| 3. | Выход люминесценции | «Измерение кинетики люминесценции» | ЛР3 |
| 4. | Теория молекулярной фотолюминесценции | «Проверка закона Стокса и правила зеркальной симметрии» | ЛР4 |
| 5. | Явление фосфоресценции | «Измерение спектров фосфоресценции» | ЛР5 |
| 6. | Явление фосфоресценции | «Хемолюминесценция» | ЛР6 |
| 7. | Тушение люминесценции. | «Концентрационное тушение люминесценции» | ЛР7 |
| 8. | Тушение люминесценции. | «Температурное тушение люминесценции» | ЛР8 |
| 9. | Тушение люминесценции. | «Тушение люминесценции посторонними веществами» | ЛР9 |
| 10. | Зависимость люминесцентных характеристик от внешних факторов | «Влияние растворителя на люминесценцию» | ЛР10 |
| 11. | Особенности люминесценции неорганических соединений и материалов на их основе | «Люминесценция комплексных соединений s- и p-элементов» | ЛР11 |
| 12. | Особенности люминесценции неорганических соединений и материалов на их основе | «Люминесценция комплексных соединений d-элементов» | ЛР12 |
| 13. | Особенности люминесценции неорганических соединений и материалов на их основе | «Люминесценция комплексных соединений f-элементов» | ЛР13 |
| 14. | Экспериментальная | «Приготовление кристаллофосфоров» | ЛР14 |

| | | | |
|-----|---|--|------|
| | техника люминесценции | | |
| 15. | Экспериментальная техника люминесценции | «Измерение спектров люминесценции кристаллофосфоров» | ЛР15 |
| 16. | Практическое приложение явления люминесценции | «Люминесцентное определение ионов металлов» | ЛР16 |
| 17. | Практическое приложение явления люминесценции | «Люминесценция тонкопленочных материалов» | ЛР17 |

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы – не предусмотрены

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

| № | Вид СРС | Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы |
|----|--|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | Проработка учебного (теоретического) материала | 1. Спектральные методы анализа. Практическое руководство [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.И. Васильева [и др.]. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 416 с. — ISBN: 978-5-8114-1638-7. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/50168 . 2. Методические рекомендации к организации аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы студентов: методические указания / сост. Т.П. Стороженко, Т.Б. Починок, А.В. Беспалов, Н.В. Лоза. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2018. 89 с. |
| 2. | Подготовка к текущему контролю | 1. Спектральные методы анализа. Практическое руководство [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.И. Васильева [и др.]. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 416 с. — ISBN: 978-5-8114-1638-7. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/50168 . 2. Методические рекомендации к организации аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы студентов: методические указания / сост. Т.П. Стороженко, Т.Б. Починок, А.В. Беспалов, Н.В. Лоза. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2018. 89 с. |

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в печатной форме увеличенным шрифтом,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии

В ходе изучения дисциплины предусмотрено использование следующих образовательных технологий: метод проблемного изложения материала; самостоятельное чтение студентами учебно-методической и справочной литературы и последующей свободной дискуссии по освоенному ими материалу; использование иллюстративных видеоматериалов с помощью мультимедийного оборудования. Технологии личностно-ориентированного обучения, позволяющие создавать индивидуальные образовательные технологии.

Компетентностный подход в рамках преподавания дисциплины реализуется в использовании интерактивных технологий и активных методов (проблемная лекция, работа в малых группах) в сочетании с внеаудиторной работой.

Информационные технологии, применяемые при изучении дисциплины: использование информационных ресурсов, доступных в информационно-телекоммуникационной сети Интернет.

Адаптивные образовательные технологии, применяемые при изучении дисциплины – для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Люминесценция неорганических соединений и материалов на их основе».

Фонд оценочных средств включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме устного опроса и отчетов по лабораторным работам и **промежуточной аттестации** в форме вопросов к зачету.

Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

| № п/п | Код и наименование индикатора (в соответствии с п. 1.4) | Результаты обучения (в соответствии с п. 1.4) | Наименование оценочного средства | |
|-------|---|--|----------------------------------|--------------------------|
| | | | Текущий контроль | Промежуточная аттестация |
| 1 | ИПК-2.1. Осуществляет исследование химических соединений материалов с использованием современного химического оборудования | Знает принципы работы серийных спектральных приборов | Устный опрос | Вопрос на зачете |
| | | Умеет выбирать оптимальные методы и оборудование люминесцентной спектроскопии для исследования конкретных химических соединений и веществ | Лабораторная работа | Вопрос на зачете |
| | | Владеет методикой лабораторного люминесцентного анализа | Лабораторная работа | Вопрос на зачете |
| 2 | ИПК-2.2. Обрабатывает и анализирует экспериментальные данные, полученные с использованием современной химической аппаратуры | Знает теорию люминесцентного анализа | Устный опрос | Вопрос на зачете |
| | | Умеет планировать химический эксперимент и формировать научный подход к выборным параметрам исследования | Лабораторная работа | Вопрос на зачете |
| | | Владеет навыками обработки и анализа полученных экспериментальных данных | Лабораторная работа | Вопрос на зачете |
| 3 | ИПК-3.1. Использует современные теоретические представления химической науки в своей профессиональной деятельности | Знает физические основы оптики сложных молекулярных систем, люминесценции и современные методы исследования взаимодействия излучения с веществом | Устный опрос | Вопрос на зачете |
| | | Умеет использовать современные физико-химические подходы, приемы и | Лабораторная работа | Вопрос на зачете |

| | | | | |
|---|--|--|---------------------|------------------|
| | | методы для изучения спектров люминесценции | | |
| | | Владеет опытом использования люминесценции в процессе проведения научных исследований | Лабораторная работа | Вопрос на зачете |
| 4 | ИПК-3.2. Интерпретирует результаты химического эксперимента на основе современных теоретических представлений | Знает основные теории люминесценции органических и неорганических веществ | Устный опрос | Вопрос на зачете |
| | | Умеет планировать физико-химический эксперимент при изучении спектров люминесценции | Лабораторная работа | Вопрос на зачете |
| | | Владеет навыками интерпретации результатов физико-химического эксперимента при изучении спектров люминесценции | Лабораторная работа | Вопрос на зачете |

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы:

Устный опрос

Компетенции проверяемые оценочным средством: ПК-2, ПК-3

Тема: «Явление люминесценции и ее классификация»

1. Явление люминесценции и ее классификация.
2. Классификация люминесценции по типам возбуждения.
3. Классификация люминесценции по времени послесвечения.
4. Резонансная люминесценция.
5. Спонтанная люминесценция.
6. Вынужденная люминесценция.
7. Рекомбинационная люминесценция.

Тема: «Выход люминесценции»

1. Выход люминесценции.
2. Квантовый и энергетический выход люминесценции.
3. Время жизни в возбужденном состоянии центров свечения.
4. Законы затухания люминесценции.

Тема: «Теория молекулярной фотолюминесценции»

1. Основные закономерности молекулярной люминесценции.
2. Условия возбуждения электронного спектра испускания.
3. Связь полос поглощения и испускания сложных молекул.
4. Независимость спектра люминесценции от длины волны возбуждения света.
5. Закон Стокса-Ломмеля.
6. Правило Левшина. Универсальное соотношение Степанова.
7. Эффект Шпольского.

Тема: «Явление фосфоресценции»

1. Процессы длительного послесвечения.
2. Условия возникновения спектров фосфоресценции.
3. Схема Теренина-Льюиса.
4. Триpletное состояние и его свойства.
5. Внутренняя и интеркомбинационная конверсия.

Тема: «Тушение люминесценции»

1. Тушение люминесценции.
2. Внешнее и внутреннее тушение люминесценции.
3. Статистическое тушение люминесценции.
4. Уравнение Штерна-Фольмера.
5. Диффузионная теория тушения люминесценции посторонними веществами.
6. Соотношение между выходом люминесценции и временем жизни возбужденного состояния для динамического и статистического тушения.
7. Константа динамического тушения K_d .
8. Константа скорости процесса диффузии K_s , уравнение Смолуховского.

Тема: «Зависимость люминесцентных характеристик от внешних факторов»

1. Фотолюминесценция растворов и сопутствующие эффекты.
2. Влияние растворителя на спектр люминесценции.
3. Процесс релаксации растворителя.

4. Общее и специфическое влияние растворителя на спектр люминесценции.
5. Уравнение Липперта.
6. Влияние водородной связи на спектр люминесценции.
7. Влияние примесей в растворе.
8. Влияние концентрации активатора.
9. Влияние температуры.

Тема: «Особенности люминесценции неорганических соединений и материалов на их основе»

1. Кристаллофосфоры.
2. Состав и получение кристаллофосфоров.
3. Зонная модель кристаллофосфоров.
4. Кинетика процесса затухания рекомбинационной и внутрицентральной люминесценции.
5. Механизм люминесценции координационных соединений лантаноидов.
6. «Антенный эффект».
7. Закономерности между строением комплексных соединений и люминесцентными характеристиками.

Тема: «Особенности люминесценции неорганических соединений и материалов на их основе»

1. Приборы для измерения спектров люминесценции.
2. Источники возбуждения.
3. Типы монохроматоров и детекторов.
4. Пробоподготовка: измерение спектров люминесценции растворов и твердых соединений.
5. Определение квантовых выходов.
6. Кинетика люминесценции.

Тема: «Практическое приложение явления люминесценции»

1. Методы люминесценции в аналитической химии.
2. Характеристики аналитических методов.
3. Использование явления хемолюминесценции и фотолюминесценции в биологии.
4. Люминесценция координационных соединений для визуализации биологических объектов.
5. Неорганические люминофоры и сферы их применения.

Критерии оценки:

| Критерии | Оценка | Уровень |
|---|---------------------|----------------------------------|
| 1) полное раскрытие вопроса; 2) указание точных названий и определений; 3) правильная формулировка понятий и категорий; 4) самостоятельность ответа, умение вводить и использовать собственные классификации и квалификации, анализировать и делать собственные выводы по рассматриваемой теме; 5) использование дополнительной литературы и иных материалов и др. | «отлично» | повышенный (продвинутый) уровень |
| 1) недостаточно полное, по мнению преподавателя, раскрытие темы; 2) несущественные ошибки в определении понятий и категорий и т. п., кардинально не меняющих суть изложения; 3) использование устаревшей учебной литературы и других источников. | «хорошо» | базовый уровень |
| 1) ответ отражает общее направление изложения лекционного материала и материала современных учебников; 2) наличие достаточного количества несущественных или одной-двух существенных ошибок в определении понятий и категорий и т. п.; 3) использование устаревшей учебной литературы и других источников; 4) неспособность осветить проблематику учебной дисциплины и др. | «удовлетворительно» | пороговый уровень |

Отчеты по лабораторным работам

Компетенции проверяемые оценочным средством: ПК-2, ПК-3

Перечень лабораторных работ

1. Запись электронных спектров поглощения и определение их характеристик

2. Определение относительных квантовых выходов люминесценции веществ в растворе.
3. Измерение кинетики люминесценции.
4. Проверка закона Стокса и правила зеркальной симметрии
5. Измерение спектров фосфоресценции.
6. Хемилюминесценция
7. Концентрационное тушение люминесценции.
8. Температурное тушение люминесценции.
9. Тушение люминесценции посторонними веществами.
10. Влияние растворителя на люминесценцию.
11. Люминесценция комплексных соединений s- и p-элементов
12. Люминесценция комплексных соединений d-элементов
13. Люминесценция комплексных соединений f-элементов
14. Приготовление кристаллофосфоров
15. Измерение спектров люминесценции кристаллофосфоров
16. «Люминесцентное определение ионов металлов»
17. «Люминесценция тонкопленочных материалов»

Указания к составлению отчётов о выполнении работы

Все наблюдения и выводы по экспериментальной работе следует заносить в рабочий журнал, отражающий всю работу студента. На обложке или на первой странице журнала должны быть написаны фамилия студента, его инициалы, номер группы и название практикума. Записи в журнале производят только чернилами, лаконично, аккуратно, непосредственно после проведения опыта. Запись должна содержать:

1. Дату выполнения работы.
2. Название темы и название опыта
3. Последовательность проведения операций опыта.
4. Описание условий проведения опыта.
5. Рисунок или схему используемого прибора.
6. Уравнения всех происходящих в опытах реакций.
7. Изменение окраски веществ, выделение и характер осадка.
8. Расчеты, проводимые при выполнении работы.
9. Ответы на поставленные в руководстве вопросы.
10. Выводы.

Критерии оценки

| Критерии | Оценка | Уровень |
|---|---------------|----------------------------------|
| <p>Владение навыками планирования, прогнозирования и проведения химического эксперимента, безопасной работы в химической лаборатории; владение приемами разработки и реализации методов синтеза координационных соединений; владение техникой эксперимента, приемами измерения физических величин с заданной точностью; владение навыками работы на приборах, анализа и интерпретации полученных экспериментальных результатов.</p> | зачтено | повышенный (продвинутый) уровень |
| <p>Владение навыками проведения химического эксперимента, безопасной работы в химической лаборатории; владение методами синтеза координационных соединений; владение техникой эксперимента, приемами измерения физических величин с заданной точностью; владение навыками работы на приборах, анализа и интерпретации полученных экспериментальных результатов.</p> | зачтено | базовый уровень |
| <p>Отсутствие владения навыками химического эксперимента, безопасной работы в химической лаборатории; невладение методами синтеза координационных соединений; отсутствие владения техникой эксперимента, приемами измерения физических величин с заданной точностью; отсутствие владения навыками работы на приборах, анализа и интерпретации полученных экспериментальных результатов.</p> | не зачтено | уровень не сформирован |

**Зачетно-экзаменационные материалы
для промежуточной аттестации (экзамен/зачет)**

**Вопросы для подготовки к зачету
Компетенции проверяемые оценочным средством: ПК-2, ПК-3**

1. Явление люминесценции и ее классификация.
2. Кинетика процесса люминесценции и её виды.
3. Связь полос поглощения и испускания сложных молекул
4. Условия возбуждения электронного спектра испускания.
5. Выход люминесценции: типы и методы определения.
6. Законы затухания люминесценции.
7. Независимость спектра люминесценции от длины волны возбуждения света. Правило Каши.
8. Закон Стокса-Ломмеля.
9. Правило зеркальной симметрии спектров поглощения и люминесценции Левшина.
10. Универсальное соотношение Степанова.
11. Закон Вавилова.
12. Процессы тушения молекулярной люминесценции.
13. Условия возникновения спектров фосфоресценции.
14. Механизм свечения кристаллофосфоров.
15. Вторичная фосфоресценция.
16. Особенности тушения кристаллофосфоров.
17. Явление вторичного поглощения и вторичной люминесценции.
18. Влияние растворителя на спектр люминесценции.
19. Механизм люминесценции комплексов лантаноидов.
20. Закономерности между строением комплексных соединений и люминесцентными характеристиками.
21. Практическое применение люминесцентных комплексов лантаноидов.
22. Экспериментальная техника люминесцентной спектроскопии.

Методические рекомендации к сдаче зачета

Студенты обязаны сдать зачет в соответствии с расписанием и учебным планом. Зачет является формой контроля усвоения студентом учебной программы по дисциплине, выполнения лабораторных работ.

Результат сдачи зачета по прослушанному курсу должны оцениваться как итог деятельности студента в семестре, а именно - по посещаемости лекций, результатам работы на лабораторных занятиях, выполнения самостоятельной

работы. При этом допускается на очной форме обучения пропуск не более 20% занятий, с обязательной отработкой пропущенных лабораторных работ. Студенты у которых количество пропусков превышает установленную норму, не выполнившие все виды работ и неудовлетворительно работавшие в течение семестра, проходят собеседование с преподавателем, который опрашивает студента на предмет освоения дисциплины. При этом студенты должны сдать отчеты по всем лабораторным работам.

Критерии оценки

Ответ оценивается **«зачтено»**, если студент:

полно раскрыл содержание материала в области, предусмотренной программой; изложил материал грамотным языком в определенной логической последовательности, точно использовал терминологию; показал умения иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами из практики; продемонстрировал усвоение изученных сопутствующих вопросов, сформированность и устойчивость знаний; отвечал самостоятельно без наводящих вопросов; возможны одна – две неточности при освещении второстепенных вопросов.

Ответ оценивается **«незачтено»** в следующих случаях:

не раскрыто основное содержание учебного методического материала; обнаружено незнание и непонимание студентом большей или наиболее важной части дисциплины; допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов преподавателя; допускает ошибки в освещении основополагающих вопросов дисциплины.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5. Перечень учебной литературы, информационных ресурсов и технологий

5.1 Учебная литература

1. Спектральные методы анализа. Практическое руководство [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.И. Васильева [и др.]. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 416 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/50168>.

2. Пентин, Ю.А. Основы молекулярной спектроскопии [Текст] : учебное пособие для студентов вузов / Ю. А. Пентин, Г. М. Курамшина. - М. : Мир : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. - 398 с. : ил. - (Методы в химии). - Библиогр. : с. 392-393. - ISBN 9785947747652. - ISBN 9785030038469.

https://www.studmed.ru/pentin-yu-a-kuramshina-g-m-osnovy-molekulyarnoy-spektroskopii_57acfe77014.html

3. Пентин, Ю.А. Физические методы исследования в химии [Текст] : Учебник для студентов вузов. - М. : Изд-во "МИР" Изд-во "АСТ", 2003. - 683с. : ил. - (Методы в химии). - Библиогр. : с. 658-661. - ISBN 5030034706. - ISBN 5170187602 : 358.00.

https://www.studmed.ru/pentin-yu-a-vilkov-l-v-fizicheskie-metody-issledovaniya-v-himii_5ff6dc84429.html

4. Маряхина, В.С. Теоретические основы методов спектрального анализа [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.С. Маряхина, Е.А. Кунавина, Е.А. Строганова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Оренбургский Государственный Университет. - Оренбург : ОГУ, 2016. - 135 с. — Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=469353>

5.2 Периодическая литература

1. «Журнал прикладной спектроскопии».
2. «Успехи химии».
3. «Координационная химия».
4. «Химия и жизнь».

5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

1. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
2. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
3. ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com
4. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>
5. Консультант плюс – справочная система (доступ с локальной сети компьютеров библиотеки).

Профессиональные базы данных

1. Scopus <http://www.scopus.com/>
2. ScienceDirect <https://www.sciencedirect.com/>
3. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
4. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
5. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
6. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://rusneb.ru/>
7. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prlib.ru/>
8. База данных CSD Кембриджского центра кристаллографических данных (CCDC) <https://www.ccdc.cam.ac.uk/structures/>
9. Springer Journals: <https://link.springer.com/>
10. Springer Journals Archive: <https://link.springer.com/>
11. Nature Journals: <https://www.nature.com/>

12. Springer Nature Protocols and Methods: <https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
13. Springer Materials: <http://materials.springer.com/>
14. Nano Database: <https://nano.nature.com/>
15. Springer eBooks (i.e. 2020 eBook collections): <https://link.springer.com/>
16. "Лекториум ТВ" <http://www.lektorium.tv/>
17. Университетская информационная система РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru>

Информационные справочные системы

1. **Консультант Плюс** - справочная правовая система (доступ по локальной сети с компьютеров библиотеки)

Ресурсы свободного доступа

1. КиберЛенинка <http://cyberleninka.ru/>;
2. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
3. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru/>;
4. Федеральный портал "Российское образование" <http://www.edu.ru/>;
5. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>;
6. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/> .
7. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина "Образование на русском" <https://pushkininstitute.ru/>;
8. Справочно-информационный портал "Русский язык" <http://gramota.ru/>;
9. Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru/>;
10. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
11. Образовательный портал "Учеба" <http://www.uceba.com/>;
12. Законопроект "Об образовании в Российской Федерации". Вопросы и ответы [http://xn--273--84d1f.xn--p1ai/voprosy i otvety](http://xn--273--84d1f.xn--p1ai/voprosy_i_otvety)

Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ

1. Электронный каталог Научной библиотеки КубГУ <http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/Web>
2. Электронная библиотека трудов ученых КубГУ <http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/UserEntry?Action=ToDb&idb=6>
3. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
4. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://infoneeds.kubsu.ru/>
5. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий <http://mschool.kubsu.ru/>;

6. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>
7. Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала "ШКОЛЬНЫЕ ГОДЫ" <http://icdau.kubsu.ru/>

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Успешное изучение дисциплины «Люминесценция неорганических соединений и материалов на их основе» требует от студентов регулярного посещения лекций, а также активной работы на практических занятиях, выполнения и защиты лабораторных работ, ознакомления с основной и дополнительной рекомендуемой литературой.

При подготовке к лекционному занятию студентам рекомендуется:

- 1) просмотреть записи предыдущей лекции и восстановить в памяти ранее изученный материал;
- 2) бегло просмотреть материал предстоящей лекции, с целью лучшего усвоения нового материала;
- 3) самостоятельно проработать отдельные фрагменты темы прошлой лекции, если это необходимо.

При конспектировании лекционного материала студентам нужно стремиться кратко, схематично, последовательно и логично фиксировать основные положения, выводы, обобщения и формулировки, не пытаясь записать весь преподаваемый материал слово в слово.

При подготовке к лабораторному занятию рекомендуется:

- 1) внимательно изучить материал предстоящей работы и составить план ее выполнения;
- 2) уделить повышенное внимание экспериментальным особенностям предстоящей работы (используемым реактивам и оборудованию, а также технике работы с ними);

Выполнять лабораторную работу необходимо аккуратно и последовательно, отражая все ее основные этапы в лабораторном журнале. Для успешной защиты лабораторной работы необходимо тщательно изучить лекционный и, если это необходимо, дополнительный теоретический материал по теме работы, а также правильно заполнить лабораторный журнал, сделав все необходимые расчеты и сформулировав выводы по проделанной работе.

При подготовке к устному опросу рекомендуется:

- 1) ознакомиться с темой и планом занятия, чтобы выяснить круг вопросов, которые будут обсуждаться на занятии;
- 2) поработать с конспектом лекции по теме занятия, а также ознакомиться с рекомендуемой литературой и (при необходимости) дополнительными источниками информации в виде периодических изданий и Интернет-ресурсов.

Самостоятельная работа наряду с аудиторной представляет одну из важнейших форм учебного процесса. Самостоятельная работа — это

планируемая работа студентов, выполняемая по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа предназначена не только для овладения представленной дисциплиной, но и для формирования навыков работы вообще, в учебной, научной, профессиональной деятельности, способности принимать на себя ответственность, самостоятельно решать возникающие проблемы, находить правильные решения и т.д.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

7. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

| Наименование специальных помещений | Оснащенность специальных помещений | Перечень лицензионного программного обеспечения |
|---|--|---|
| Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа | Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер | Microsoft Windows; Microsoft Office |
| Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер | Microsoft Windows; Microsoft Office |
| Учебные аудитории для проведения лабораторных работ. Лаборатория 435С. | Учебная лаборатория, укомплектованная специализированной мебелью, вытяжной системой вентиляции, меловыми досками, средствами пожарной безопасности и оказания первой медицинской помощи, лабораторным оборудованием: весы технохимические, электрические плитки, | Microsoft Windows; Microsoft Office |

| | | |
|--|--|--|
| | наборы химической посуды и реактивов, водяные бани, термометры, магнитные мешалки с подогревом ММ-135Н «Таглер», рН-метр «Эксперт-001-3.04», спектрофотометр В-1100 ЭКОВЬЮ, лабораторный источник питания ПРОФКИП Б5-71/1М, весы аналитические Adventurer Pro AV114С | |
| Учебные аудитории для курсового проектирования (выполнения курсовых работ) | Курсовая работа не предусмотрена учебным планом. | |

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

| Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся | Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся | Перечень лицензионного программного обеспечения |
|---|---|---|
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки) | Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное) | Microsoft Windows; Microsoft Office |

| | | |
|--|---|--|
| | соединение по технологии Wi-Fi) | |
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд. 431С) | <p>Мебель: учебная мебель</p> <p>Комплект специализированной мебели: компьютерные столы</p> <p>Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)</p> | Microsoft Windows; Microsoft Office |