

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
оптики и спектроскопии



_____ (Овчинников О.В.)
подпись, расшифровка подписи

21.06.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.07 Современные методы оптической спектроскопии

1. Код и наименование направления подготовки: 12.04.03 Фотоника и оптоинформатика
2. Профиль подготовки: Перспективные материалы и устройства фотоники
3. Квалификация выпускника: магистр
4. Форма образования: очная
5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: кафедра оптики и спектроскопии
6. Составители программы:
Смирнов Михаил Сергеевич, доктор физико-математических наук, доцент,
Возгорькова Екатерина Александровна, кандидат физико-математических наук
7. Рекомендована: НМС физического ф-та ВГУ протокол № 6 от 20.06.2023
8. Учебный год: 2023 / 2024, 2024 / 2025 Семестр(-ы): 2,3

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Целью освоения учебной дисциплины являются: формирование профессиональной компетенции в области современных методов оптической спектроскопии молекул, кристаллов и наноструктур.

Задачи учебной дисциплины:

- сформировать у студентов навыки практического использования основных методов современной спектроскопии
- базовые представления об основных подходах к систематизации данных и способах анализа научно-технической проблемы и литературы
- получить практические навыки подготовки проб для анализа, записи и интерпретации спектров в рамках каждого метода
- базовые представления о подходах и критериях для выбора научно-исследовательского и технологического оборудования с учетом особенностей нанотехнологических процессов создания материалов и устройств нанофотоники

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: учебная дисциплина Б1.В.07 «Современные методы оптической спектроскопии» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока Б1.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-1	Способен к анализу состояния научно-технической проблемы и постановке цели и задач проводимых научных исследований на основе подбора и изучения литературных и патентных источников	ПК-1.1	Составляет план поиска научно-технической информации по созданию материалов и разработке устройств фотоники	знать: основные подходы к систематизации данных и способы анализа научно-технической проблемы и литературы уметь: анализировать состояние научно-технической проблемы и ставить цель и задачи для проведения научных исследований на основе подбора и изучения литературных и патентных источников владеть: современными подходами к анализу состояния научно-технической проблемы, методами решения задач при проведении научных исследований на основе подбора и изучения литературных и патентных источников способами решения научно-инновационных задач
		ПК-1.2	Проводит поиск и анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по созданию материалов и разработке устройств фотоники	
		ПК-1.3	Представляет информацию в систематизированном виде, оформляет научно-технические отчеты	
ПК-3	Способен выбирать научно-исследовательское и технологическое оборудование с учетом особенностей нанотехнологических процессов создания материалов и устройств нанофотоники	ПК-3.1	Проводит научные исследования в области нанофотоники, используя специализированное исследовательское оборудование, приборы и установки	знать: подходы и критерии для выбора научно-исследовательского и технологического оборудования с учетом особенностей нанотехнологических процессов создания материалов и устройств нанофотоники уметь: формулировать критерии для выбора научно-исследовательского и технологического оборудования с учетом особенностей нанотехнологических процессов создания материалов и устройств нанофотоники

				владеть: навыками выбора научно-исследовательского и технологического оборудования с учетом особенностей нанотехнологических процессов создания материалов и устройств нанофотоники
ПК-4	Способен разрабатывать техническое задание на исследование выбранных материалов для реализации приборов фотоники с заданными параметрами и экспериментальную проверку технологических процессов в рамках разработанной концепции, утверждать экспериментальные методики	ПК-4.1	Производит согласование возможности и порядка использования лабораторного оборудования для исследовательских и экспериментальных работ по анализу материалов и апробированию технологических процессов	знать: Способы разработки технического задания на исследование выбранных материалов для реализации приборов фотоники с заданными параметрами и экспериментально проверять технологические процессы в рамках разработанной концепции, утверждать экспериментальные методики уметь: разрабатывать техническое задание на исследование выбранных материалов для реализации приборов фотоники с заданными параметрами и экспериментально проверять технологические процессы в рамках разработанной концепции владеть: навыками разработки технического задания на исследование выбранных материалов для реализации приборов фотоники с заданными параметрами; экспериментальными методиками проверки технологических процессов в рамках разработанной концепции
		ПК-4.2	Формулирует техническое задание на проведение исследований материалов для приборов фотоники, оптоэлектроники и оптоэлектроники для экспериментальной проверки технологических процессов	
		ПК-4.3	Производит экспертную оценку результатов исследовательских работ и принятие решения о выборе оптимального варианта технологического процесса	

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час - 6/216

Форма промежуточной аттестации: зачет, зачет с оценкой

13 Виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость		
	Всего	По семестрам	
		№ 2	№3
Аудиторные занятия	140	80	60
в том числе:	лекции	16	16
	практические		
	лабораторные	124	64
Самостоятельная работа	76	28	48
Форма промежуточной аттестации		зачет	зачет с оценкой
Итого:	216	108	108

13.1 Содержание разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК *
1. Лекции			
1.1	Введение. Абсорбционная электронная спектроскопия.	Коэффициенты Эйнштейна. Закон Бугера. Принципы спектрофотометрии и задачи, решаемые этим методом. Одно- и двулучевые спектрофотометры. Устройство и назначение интегрирующей сферы.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4083
1.2	Люминесцентная спектроскопия.	Теоретические основы люминесценции. Устройство спектрофлуориметров. Дифракционные и призмные спектральные приборы. Источники возбуждения люминесценции. Время-разрешённые люминесцентные исследования.	
1.3	Инфракрасная спектроскопия поглощения	Теоретические основы инфракрасной спектроскопии. Устройство ИК спектрофотометров. Материалы для ИК оптики. Методика нарушенного полного внутреннего отражения.	
1.4	Спектроскопия комбинационного рассеяния.	Принципы и возможности спектроскопии комбинационного рассеяния. Устройство современных приборов для исследования комбинационного рассеяния. Методика гигантского комбинационного рассеяния.	
2. Лабораторные работы			
2.1	Поглощение света и фотолюминесценция полупроводниковых коллоидных квантовых точек	Экситонная и рекомбинационная люминесценция нанокристаллов полупроводников. Основные признаки рекомбинационного свечения и механизмы рекомбинации. Влияние ловушек на кинетику люминесценции наносистем. Экспериментальная аппаратура для исследования люминесцентных свойств молекул и кристаллов	
2.2	Поглощение света и фотолюминесценция упорядоченных J-агрегатов полиметиновых красителей	Поглощение света органическими молекулами. Основные понятия, характеристики и законы люминесценции органических молекул. Оптические спектры поглощения и люминесценции J-агрегатов полиметиновых красителей. Классификация, связь строения красителей с их хромофорными свойствами. Электронный спектр поглощения J-агрегата. Основные параметры. Определение числа молекул в агрегате по оптическому спектру.	

13.2 Темы (разделы) дисциплины и виды занятий:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)				Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	
1.1	Введение. Абсорбционная электронная спектроскопия.	4			4	8
1.2	Люминесцентная спектроскопия.	4			4	8
1.3	Инфракрасная спектроскопия поглощения	4			4	8
1.4	Спектроскопия комбинационного рассеяния.	4			4	8
2.1	Поглощение света и фотолюминесценция полупроводниковых коллоидных квантовых точек			64	12	76
2.2	Поглощение света и фотолюминесценция упорядоченных J-агрегатов полиметиновых красителей			60	48	108
	Итого	16		124	76	216

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Основными этапами освоения дисциплины являются:

1. Лекции. В ходе лекционных занятий студенту необходимо вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций
2. Лабораторные занятия. При подготовке к лабораторным занятиям студентам рекомендуется: внимательно ознакомиться с тематикой лабораторной работы, прочесть конспект лекции по теме, изучить рекомендованную литературу; составить краткий конспект, в котором указать цель работы, оборудование, описание установки и методики измерения; проверить свои знания, отвечая на вопросы для самопроверки; если встретятся незнакомые термины, обязательно обратиться к словарю и зафиксировать их в тетради; при затруднениях сформулировать вопросы к преподавателю
3. Самостоятельная работа студента. Изучение учебной, научной и методической литературы, материалов периодических изданий с привлечением электронных средств научной информации.
4. Подготовка к аттестации. В ходе подготовки к текущим аттестациям и промежуточной аттестации студенту рекомендуется: изучить конспекты лекции, учебную литературу, ознакомиться с основными методами решения задач, самостоятельно решить задачи, использовать электронный образовательный портал Moodle (электронная среда дисциплины, с предоставлением презентаций лекций, заданий для выполнения практических работ, дополнительного теоретического материала и нормативно-правовых документов по темам и перечней вопросов для подготовки к текущим аттестациям и промежуточной аттестации). Также студенту рекомендуется использовать весь набор методов и средств современных информационных технологий для изучения отечественной и зарубежной литературы по дисциплине, оценки и анализа ее текущего состояния и перспектив развития. Ему предоставляется возможность работать в компьютерных классах факультета (313а аудитория), иметь доступ к Интернет-ресурсам и электронной почте, использовать имеющиеся на кафедре оптики и спектроскопии физического факультета информационные технологии, использовать ресурсы Зональной научной библиотеки ВГУ, в том числе электронно-библиотечные системы.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1.	Ефимова, О. С. Аналитическая спектроскопия : учебное пособие / О. С. Ефимова, О. Н. Булгакова, Г. О. Еремеева. — Кемерово : КемГУ, 2022. — 113 с. — ISBN 978-5-8353-2927-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/309074 (дата обращения: 23.09.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2.	Рябухин, Ю. И. Электронная абсорбционная спектроскопия в органической химии : учебное пособие для вузов / Ю. И. Рябухин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 284 с. — ISBN 978-5-507-47519-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/385088 (дата обращения: 23.09.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3.	Фадеекина, И. Н. ИК-спектроскопия с преобразованием Фурье : учебное пособие / И. Н. Фадеекина, Н. А. Полотнянко. — Дубна : Государственный университет «Дубна», 2021. — 66 с. — ISBN 978-5-89847-626-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/196911 (дата обращения: 23.09.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4.	Тимофеев, В. Б. Оптическая спектроскопия объемных полупроводников и наноструктур : учебное пособие / В. Б. Тимофеев. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 512 с. — ISBN 978-5-8114-1745-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/209666 (дата обращения: 23.09.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
5.	Люминесцентный анализ вещества : Пособие для студентов : Специальность "Физика" (010400) / Воронеж. гос. ун-т, Каф. оптики и спектроскопии; Сост. :Т.В. Волошина, И.В. Кавецкая .— Воронеж, 2004 .— 35 с.
6.	Люминесценция кристаллов : учебное пособие для вузов : [для студ. 4 к. днев. отд-ния физ. фак. направления 010700-Физика, специальности 010701-Физика] / Воронеж. гос. ун-т ; сост.: Т.В. Волошина, И.В. Кавецкая , Л.Ю. Леонова .— Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2012 .— 80 с. : ил. <URL: http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m12-137.pdf >.
7.	Антонов-Романовский, В.В. Кинетика фотолюминесценции кристаллофосфоров / В.В. Антонов-

	Романовский ; АН СССР, Физический ин-т им. П.Н. Лебедева .— М. : Наука, 1966 .— 323 с.
8.	Кюри, Д. Люминесценция кристаллов / Д. Кюри ; Пер. с фр. Н.М. Лозинской, под ред. Н.А. Толстого .— М. : Изд-во иностр. лит-ры, 1961 .— 200 с.
9.	Галанин, М.Д. Люминесценция молекул и кристаллов / М.Д.Галанин ; Рос.акад.наук, Физ.ин-т им. П.Н.Лебедева, УНЦ "Фундамент. оптика и спектроскопия" .— М., 1999 .— 199 с.
10.	В.В. Егоров, М.В. Алфимов « Теория J-полосы: от экситона Френкеля к переносу заряда » Успехи физических наук. 2007. Т.177. С.1033–1081.
11.	Лакович Д. Основы флуоресцентной спектроскопии / Пер. с англ. М.В. Козьменко, А.П. Савицкого; Под ред. М.Г. Кузьмина. — М. : Мир, 1986. — 496 с. ил.; 23
12.	Шапиро Б. И. Теоретические начала фотографического процесса / Б.И. Шапиро .— М. : Эдиториал УРСС, 2000 .— 288 с.,
13.	Адинович, Э.И. Некоторые вопросы теории люминесценции кристаллов / Э.И. Адинович .— 2-е изд. — М. : Гос. изд-во техн.-теорет. лит., 1956 .— 350 с.
14.	Фок, М.В. Введение в кинетику люминесценции кристаллофосфоров / М.В. Фок .— М. : Наука, 1964 .— 282 с.
15.	Степанов, Б.И. Введение в современную оптику : Поглощение и испускание света квантовыми системами / Б.И. Степанов; Ред.В.П.Грибковский .— Минск : Навука і тэхніка, 1991 .— 479 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
16.	ЭБС Лань – https://e.lanbook.com/
17.	Зональная научная библиотека ВГУ – http://www.lib.vsu.ru

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1.	Люминесцентный анализ вещества : Пособие для студентов : Специальность "Физика" (010400) / Воронеж. гос. ун-т, Каф. оптики и спектроскопии; Сост. :Т.В. Волошина, И.В. Кавецкая .— Воронеж, 2004 .— 35 с.
2.	Люминесценция кристаллов : учебное пособие для вузов : [для студ. 4 к. днев. отд-ния физ. фак. направления 010700-Физика, специальности 010701-Физика] / Воронеж. гос. ун-т ; сост.: Т.В. Волошина, И.В. Кавецкая , Л.Ю. Леонова .— Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2012 .— 80 с. : ил. <URL: http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m12-137.pdf >.

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

В учебном процессе используются традиционные и дистанционная (ДОТ) образовательные технологии. По образовательным формам: лекции и лабораторные занятия. Преобладающими методами и приемам обучения являются: объяснительно-иллюстративные (объяснение, показ – демонстрация учебного материала и др.); активные (анализ учебной и научной литературы, составление схем и др.) и интерактивные, в том числе и групповые (взаимное обучение в форме подготовки и обсуждения докладов); информационные; мультимедийные (работа с сайтами академических структур, научно-исследовательских организаций, электронных библиотек и др., работа с электронными обучающими программами и т.п.).

Организационная структура лекционного занятия: 1. Формулировка темы, целей занятия, постановка проблемного вопроса. 2. Разъяснение вопросов теоретического и практического плана для решения поставленной проблемы. 3. Рассмотрение путей решения проблемного вопроса на конкретных примерах. 4. Заключение, формулировка выводов. 5. Формулировка задания для самостоятельной домашней работы. Озвучивание темы следующего занятия.

Организационная структура лабораторного занятия: 1. Формулировка целей занятия и ответы на вопросы студентов. 2. Ознакомление с теоретической основой работы, основными приемами и техникой безопасности при работе с используемыми приборами и реактивами. 3. Выполнение экспериментальной части работы. 4. Обработка экспериментальных результатов и предоставление их для предварительной проверки преподавателю.

Защита лабораторной работы проводится с целью выявления уровня освоения материала по тематике работы, способности дать правильную трактовку результатам, полученным при выполнении работы. Защита работы заключается в оформлении работ, устной беседе преподавателя со студентом по полученным в работе результатам и основным теоретическим понятиям по теме работы.

При реализации дисциплины с использованием дистанционных образовательных технологий используются инструменты электронной информационно-образовательной среды ВГУ «Электронный университет ВГУ» (<https://edu.vsu.ru>) и/или «МООК ВГУ» (<https://mooc.vsu.ru>), сервис видеоконференций BigBlueButton, электронная почта.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Специализированная мебель, проектор, ноутбук, экран.
WinPro 8, OfficeStandard 2019, «Антиплагиат.ВУЗ», MathWorks TotalAcademicHeadcount, ANSYSHF AcademicResearch.

Фотоприемник PDF-10C/M, лазерный модуль/блок питания поворотного крепления, фотоэлектронный умножитель 928P, ПЗС-линейка ToshibaTCD1304AP, волоконно-оптический спектральный комплекс OceanOptics на базе спектрометра USB-2000+XR1 с источником излучения USB-DT, и набором зондов для измерения диффузного ISP-80-8-R и зеркального отражения RSS-VA и люминесценции R400-7-SR, пропускания и люминесценции жидких и твердых образцов CUV-VAR и CUV-ALL-UV.

Пакет ПО для управления спектрофотометром USB 2000+ (OceanOptics), для анализа и обработки данных, WinPro 8, OfficeStandard 2019

19. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция (и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.1	<i>Введение. Абсорбционная электронная спектроскопия.</i>	ПК-1, ПК-3, ПК-4	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3	Вопросы, тесты, задачи
1.2	<i>Люминесцентная спектроскопия.</i>	ПК-1, ПК-3, ПК-4	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3	Вопросы, тесты, задачи
1.3	<i>Спектроскопия комбинационного рассеяния.</i>	ПК-1, ПК-3, ПК-4	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3	Вопросы, тесты, задачи
1.4	<i>Инфракрасная спектроскопия</i>	ПК-1, ПК-3, ПК-4	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3	Вопросы, тесты, задачи
2.1	<i>Поглощение света и фотолюминесценция полупроводниковых коллоидных квантовых точек</i>	ПК-1, ПК-3, ПК-4	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3	Вопросы, тесты, задачи
2.2	<i>Поглощение света и фотолюминесценция упорядоченных J-агрегатов полиметиновых красителей</i>	ПК-1, ПК-3, ПК-4	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3	Вопросы, тесты, задачи
Промежуточная аттестация форма контроля – зачет , зачет с оценкой				Вопросы, тесты, задачи

20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций. Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: вопросы, тесты, задачи. Типовые задания теста, вопросы и задачи для проведения аттестации представлены в Приложении 1 к рабочей программе дисциплины

20.1. Текущая аттестация

2 семестр

Текущая аттестация №1 проводится по двум показателям:

- 1) выполнение заданий по лабораторной работе;

Критерии и шкалы оценивания:

- «зачтено» – составлен конспект, в котором указаны: цель работы, оборудование, теоретические основы работы, приведено описание установки и методики измерения; получен допуск к выполнению работы по итогу устной беседы с преподавателем по содержанию конспекта.
- «не зачтено» – конспект к лабораторной работе не составлен или содержит ошибки; не получен допуск к выполнению работы по итогу устной беседы с преподавателем по содержанию работы.

- 2) письменный ответ на задание, которое включает в себя пять тестовых заданий, теоретический вопрос и 2 задачи. Время выполнения 45 мин.

Пример КИМ для текущей аттестации №1:

Контрольно-измерительный материал № 1

Задание 1. Укажите правильные ответы.

1. Какое выражение соответствует закону Бугера в дифференциальной форме?

- а) $I_v = \exp[-\kappa_v I_v l]$; б) $-dI_v = \kappa_v I_v dx$; в) $I_v = 10^{-\kappa_v I_v l}$; г) $D = -\lg T$ д) $D = \epsilon Cl$

2. Какой буквой принято обозначать оптическую плотность?

- а) D; б) ϵ ; в) C; г) T.

3. Какая размерность у коэффициента молярной экстинкции ϵ ?

- а) моль; б) моль/литр; в) см^2 ; г) литр/(моль·см).

4. Какая размерность у эффективного сечения поглощения света σ ?

- а) моль; б) моль/литр; в) см^2 ; г) литр/моль·см

5. Кто из основоположников теории люминесценции в определение люминесценции добавил критерий длительности?

- а) А.Э.Г. Видеманн; б) Й. Фраунгофер; в) С.И. Вавилов; г) О.В. Лосев.

Задание 2. Дайте развернутый ответ по вопросу: Абсорбционная электронная спектроскопия органических молекул. Связь экспериментально измеряемых параметров со строением органических молекул.

Задание 3. Решите задачу: Рассчитайте объём (в мл с точностью до целых) раствора А концентрации 10^{-3} моль/литр, который необходимо взять, чтобы, добавив некоторое количество растворителя, приготовить 20 мл раствора В с концентрацией 10^{-4} моль/литр.

Задание 4. Решите задачу: Пучок монохроматического света $\lambda = 600$ нм проходит через стеклянную пластинку толщины $l = 1$ см. При этом поглощается $A = 0.1$ падающего света. Определить натуральный монохроматический показатель поглощения стекла в см^{-1} на этой длине волны с точностью до тысячных.

Критерии и шкалы оценивания:

Для оценивания выполнения письменных заданий используется балльная шкала:

1) тестовые задания:

- 1 балл – указан верный ответ;
- 0 баллов – указан неверный ответ, в том числе частично.

2) расчетные задачи, ситуационные, практико-ориентированные задачи:

- 2 балла – задача решена верно (получен правильный ответ, обоснован (аргументирован) ход решения);
- 1 балла – решение задачи содержит незначительные ошибки, но приведен правильный ход рассуждений, или получен верный ответ, но отсутствует обоснование хода ее решения, или задача решена не полностью, но получены промежуточные результаты, отражающие

правильность хода решения задачи, или, в случае если задание состоит из решения нескольких подзадач, 50% которых решены верно;

- 0 баллов – задача не решена или решение неверно (ход решения ошибочен или содержит грубые ошибки, значительно влияющие на дальнейшее изучение задачи).

3) ответ на теоретический вопрос:

- 2 балла – обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом и теоретическими основами по поставленному вопросу, способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований;

- 1 балл – обучающийся частично владеет понятийным аппаратом и теоретическими основами по поставленному вопросу, не способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований;

- 0 баллов – обучающийся не владеет понятийным аппаратом и теоретическими основами по поставленному вопросу, не способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований

В зависимости от набранного балла за письменную работу, выставляется оценка по четырехбалльной шкале:

оценка	«5»	«4»	«3»	«2»
балл	от 13 до 15	от 10 до 12	от 5 до 9	от 0 до 4

Итоговая оценка по текущей аттестации №1

Лабораторная работа	Письменная работа	Итоговая оценка
«зачтено»	«5»	«5»
	«4»	«4»
	«3»	«3»
	«2»	«3»
«не зачтено»	«5», «4», «3», «2»	«2»

3 семестр

Текущая аттестация №2 проводится по двум показателям:

- 1) выполнение заданий по лабораторной работе;

Критерии и шкалы оценивания:

- «зачтено» – составлен конспект, в котором указаны: цель работы, оборудование, теоретические основы работы, приведено описание установки и методики измерения; получен допуск к выполнению работы по итогу устной беседы с преподавателем по содержанию конспекта.
- «не зачтено» – конспект к лабораторной работе не составлен или содержит ошибки; не получен допуск к выполнению работы по итогу устной беседы с преподавателем по содержанию работы.

- 2) письменный ответ на задание, которое включает в себя пять тестовых заданий, теоретический вопрос и 2 задачи. Время выполнения 45 мин.

Пример КИМ для текущей аттестации №2:

Контрольно-измерительный материал № 1

Задание 1. (тест) Укажите правильные ответы.

1. Что такое энергетический выход фотолюминесценции:

- а) Это отношение числа поглощённых квантов возбуждения к числу испущенных квантов люминесценции;
- б) Это отношение числа испущенных квантов люминесценции к числу поглощённых квантов возбуждения;
- в) Это отношение поглощённой энергии фотовозбуждения к энергии фотолюминесценции;
- г) Это отношение энергии фотолюминесценции к энергии поглощённого фотовозбуждения;

2. Укажите устройства, необходимые для измерения спектра поглощения окрашенного раствора?

- а) источник непрерывного излучения, работающий в области поглощения изучаемого вещества;
- б) диспергирующий элемент;
- в) лазерный светодиод с длиной волны излучения, совпадающей с максимумом полосы люминесценции исследуемого вещества;
- г) интегрирующая сфера;
- д) кюветный отсек с набором кювет различной длины;

3. Какому электрону в молекуле формальдегида H_2CO соответствует несвязывающая молекулярная орбиталь?

- а) одному из электронов, образующих двойную связь в карбонильной группе $C=O$;
- б) электрону, образующему связь в группе $C-H$;
- в) электрону из неподеленной пары электронов кислорода;
- г) в этой молекуле нет несвязывающих орбиталей.

4. Что означает символ «+» в обозначении термина $X^1\Sigma^+$ электронного состояния в молекуле?

- а) симметричность волновой функции;
- б) четность волновой функции;
- в) положительность волновой функции;
- г) волновая функция коммутирует с волновой функцией другого состояния, содержащего такое же обозначение в терме.

5. Что такое разрыхляющая молекулярная орбиталь?

- а) орбиталь, образованная электронами с антипараллельными спинами;
- б) орбиталь, образованная электронами с параллельными спинами;
- в) орбиталь, образованная единственным электроном;
- г) орбиталь с наименьшим значением энергии.

Задание 2. Дайте развернутый ответ по вопросу:

Задание 3. Решите задачу: Натуральный показатель поглощения плазмы крови равен 1.168 см^{-1} . Какая толщина (в см с точностью до десятых) слоя плазмы крови уменьшает интенсивность падающего света в 7.5 раза? Ответ укажите в см с точностью до десятых.

Задание 4. Решите задачу: Установлено, что кривая затухания фотолюминесценции, зарегистрированная в полосе с максимумом 780 нм, с хорошей точностью аппроксимируется суммой трех экспонент:

$$I_i(t) = \sum (a_i \cdot \exp(-t/\tau_i))$$

$$a_1 = 730 \text{ отн.ед.}, a_2 = 535 \text{ отн.ед.}, a_3 = 210 \text{ отн.ед.};$$

$$\tau_1 = 1400 \text{ нс}, \tau_2 = 900 \text{ нс}, \tau_3 = 145 \text{ нс}.$$

Рассчитайте среднее время жизни люминесценции. Ответ представьте в нс с точностью до целых.

Критерии и шкалы оценивания:

Для оценивания выполнения письменных заданий используется балльная шкала:

1) тестовые задания:

- 1 балл – указан верный ответ;
- 0 баллов – указан неверный ответ, в том числе частично.

2) расчетные задачи, ситуационные, практико-ориентированные задачи:

- 2 балла – задача решена верно (получен правильный ответ, обоснован (аргументирован) ход решения);
- 1 балла – решение задачи содержит незначительные ошибки, но приведен правильный ход рассуждений, или получен верный ответ, но отсутствует обоснование хода ее решения, или задача решена не полностью, но получены промежуточные результаты, отражающие правильность хода решения задачи, или, в случае если задание состоит из решения нескольких подзадач, 50% которых решены верно;
- 0 баллов – задача не решена или решение неверно (ход решения ошибочен или содержит грубые ошибки, значительно влияющие на дальнейшее изучение задачи).

3) ответ на теоретический вопрос:

• 2 балла – обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом и теоретическими основами по поставленному вопросу, способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований;

• 1 балл – обучающийся частично владеет понятийным аппаратом и теоретическими основами по поставленному вопросу, не способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований;

• 0 баллов – обучающийся не владеет понятийным аппаратом и теоретическими основами по поставленному вопросу, не способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований

В зависимости от набранного балла за работу, выставляется оценка по четырехбалльной шкале:

оценка	«5»	«4»	«3»	«2»
балл	от 13 до 15	от 10 до 12	от 5 до 9	от 0 до 4

Итоговая оценка по текущей аттестации №2

Лабораторная работа	Письменная работа	Итоговая оценка
«зачтено»	«5»	«5»
	«4»	«4»
	«3»	«3»
	«2»	«3»
«не зачтено»	«5», «4», «3», «2»	«2»

20.2. Промежуточная аттестация

2 семестр

Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине – зачет. Оценки вносятся в аттестационную ведомость по результатам работы обучающихся в течение семестра на заключительном занятии.

Промежуточная аттестация проводится по двум показателям:

- 1) выполнение заданий по лабораторной работе;

Критерии и шкалы оценивания:

- «зачтено» – выполнена экспериментальная часть работы, обработаны результаты измерений, получен окончательный результат и сделаны выводы, оформлен отчет. В устной беседе с преподавателем студент «защитил» работу продемонстрировав: достаточный уровень освоения материала по тематике работы; способность дать правильную трактовку результатам, полученным при выполнении работы.
- «не зачтено» – экспериментальная часть работы не выполнена; в устной беседе с преподавателем студент не показал достаточный уровень освоения материала по тематике работы.

- 2) письменный ответ на задание, которое включает в себя пять тестовых заданий, теоретический вопрос и 2 задачи. Время выполнения 45 мин.

Пример КИМ для промежуточной аттестации во 2 семестре:

Контрольно-измерительный материал № 1

Задание 1. (тест) Укажите правильные ответы.

1. Укажите возможные в молекуле переходы в поглощении:

- а) $\pi \leftarrow \pi^*$ б) $n \leftarrow \pi$ в) $\pi \rightarrow n^*$ г) $n \rightarrow \pi^*$

2. Полосы поглощения какого типа хромофоров имеют наиболее интенсивные полосы поглощения?

- а) В-хромофоровы
 б) К-хромофоровы
 в) R-хромофоровы
 г) зависит от интенсивности возбуждающего излучения

3. Какой тип атомных орбиталей не может участвовать в образовании π -связи в молекуле?

- а) s-орбитали б) p-орбитали в) d-орбитали г) все перечисленные

4. Каким, согласно правилу Гунда, должно быть суммарное значение спинового квантового числа электронов данного подслоя.

- а) максимальным б) минимальным в) любым г) равным 1.

5. Какие из перечисленных процессов происходят с изменением мультиплетности молекулярного состояния:

- а) интеркомбинационная конверсия;
 б) внутренняя конверсия;
 в) колебательная релаксация;

г) флуоресценция.

Задание 2. Дайте развернутый ответ по вопросу: Метод инфракрасной спектроскопии как метод исследования кристаллической структуры и строения органического пассиватора для полупроводниковых коллоидных квантовых точек

Задание 3. Решите задачу: При прохождении монохроматического света через слой вещества толщины $x = 15$ см его интенсивность убывает в 4 раза. Определить показатель рассеяния, если показатель поглощения $k = 0.025 \text{ см}^{-1}$. Ответ в обратных см укажите с точностью до тысячных.

Задание 4. Решите задачу: Имеется система двух последовательно расположенных кювет с растворами, оптическая плотность которых равна $D_1 = 0.7$ и $D_2 = 0.15$. Найти общую оптическую плотность D (с точностью до сотых).

Критерии и шкалы оценивания:

Для оценивания выполнения письменных заданий используется балльная шкала:

1) тестовые задания:

- 1 балл – указан верный ответ;
- 0 баллов – указан неверный ответ, в том числе частично.

2) расчетные задачи, ситуационные, практико-ориентированные задачи:

- 2 балла – задача решена верно (получен правильный ответ, обоснован (аргументирован) ход решения);
- 1 балла – решение задачи содержит незначительные ошибки, но приведен правильный ход рассуждений, или получен верный ответ, но отсутствует обоснование хода ее решения, или задача решена не полностью, но получены промежуточные результаты, отражающие правильность хода решения задачи, или, в случае если задание состоит из решения нескольких подзадач, 50% которых решены верно;
- 0 баллов – задача не решена или решение неверно (ход решения ошибочен или содержит грубые ошибки, значительно влияющие на дальнейшее изучение задачи).

3) ответ на теоретический вопрос:

- 2 балла – обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом и теоретическими основами по поставленному вопросу, способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований;
- 1 балл – обучающийся частично владеет понятийным аппаратом и теоретическими основами по поставленному вопросу, не способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований;
- 0 баллов – обучающийся не владеет понятийным аппаратом и теоретическими основами по поставленному вопросу, не способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований

В зависимости от набранного балла за работу, выставляется оценка по четырехбалльной шкале:

оценка	«5»	«4»	«3»	«2»
балл	от 13 до 15	от 10 до 12	от 5 до 9	от 0 до 4

Итоговая оценка по промежуточной аттестации за 2 семестр:

Лабораторная работа	Средняя оценка за письменные работы	Итоговая оценка
зачтено	$\geq 2,5$ $< 2,5$	«зачтено» «не зачтено»
не зачтено	2	«не зачтено»

3 семестр

Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине – зачет с оценкой. Оценки вносятся в аттестационную ведомость по результатам работы обучающихся в течение семестра на заключительном занятии.

Промежуточная аттестация проводится по двум показателям:

1) выполнение заданий по лабораторной работе;

Критерии и шкалы оценивания

- «зачтено» – выполнена экспериментальная часть работы, обработаны результаты измерений, получен окончательный результат и сделаны выводы, оформлен отчет. В устной беседе с преподавателем студент «защитил» работу продемонстрировав: достаточный уровень освоения материала по тематике работы; способность дать правильную трактовку результатам, полученным при выполнении работы.
- «не зачтено» – экспериментальная часть работы не выполнена; в устной беседе с преподавателем студент не показал достаточный уровень освоения материала по тематике работы.

- 2) письменный ответ на задание, которое включает в себя пять тестовых заданий, теоретический вопрос и 2 задачи. Время выполнения 45 мин.

**Пример КИМ для промежуточной аттестации в 3 семестре:
Контрольно-измерительный материал № 1**

Задание 1. (тест) Укажите правильные ответы.

1. Выберите безызлучательные переходы в молекуле

- а) замедленная флуоресценция;
- б) флуоресценция;
- в) интеркомбинационная конверсия;
- г) фосфоресценция.

2. Что необходимо для получения истинных спектров поглощения растворов исследуемых молекул?

- а) спектр поглощения кюветы с растворителем;
- б) спектр поглощения растворителя;
- в) спектр поглощения кюветы;
- г) провести измерения при низкой температуре.

3. Укажите пункт, в котором процессы в конкретной молекуле приведены в порядке увеличения времени затухания:

- а) фосфоресценция, флуоресценция, замедленная флуоресценция;
- б) флуоресценция, фосфоресценция, замедленная флуоресценция;
- в) флуоресценция, замедленная флуоресценция, фосфоресценция
- г) замедленная флуоресценция, фосфоресценция, флуоресценция,

4. Что такое квантовый выход люминесценции?

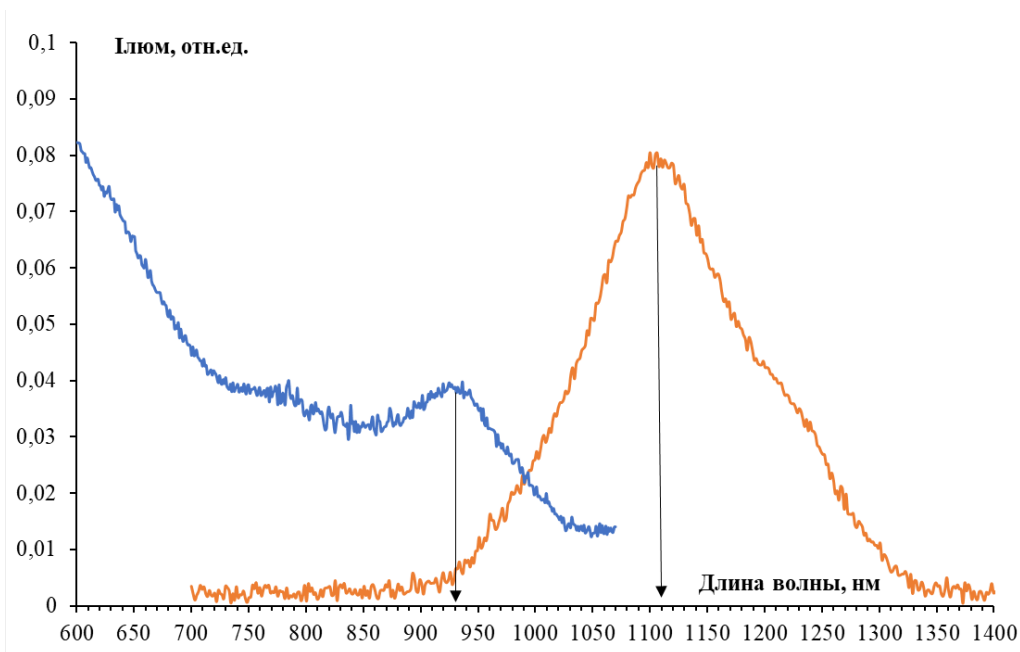
- а) доля радиационных переходов по отношению ко всем процессам, приводящим к уменьшению заселенности возбужденного электронного состояния;
- б) отношение излучаемой при люминесценции энергии к поглощенной энергии возбуждающего излучения;
- в) отношение числа квантов люминесценции, испускаемых единицей объема вещества в единицу времени, к числу поглощенных фотонов возбуждающего излучения;
- г) отношение интенсивности люминесценции к интенсивности возбуждающего излучения.

5. Что такое концентрационная чувствительность абсорбционного метода?

- а) наименьшая концентрация вещества в растворе, достоверно определяемая указанным методом;
- б) изменение оптической плотности при изменении концентрации вещества;
- в) возможность получить зависимость от концентрации оптической плотности растворов исследуемого вещества;
- г) диапазон концентраций, для которых выполняется закон Бугера..

Задание 2. Дайте развернутый ответ по вопросу: Абсорбционная электронная спектроскопия органических молекул

Задание 3. Решите задачу: На рисунке представлены спектры фотолюминесценции и возбуждения фотолюминесценции (с регистрацией в полосе 1100 нм). Найти стоксов сдвиг. Ответ дать в эВ с точностью до сотых.



Задание 4. Решите задачу: Пучок монохроматического света $\lambda = 540$ нм проходит через стеклянную пластинку толщины $L = 0.5$ см. При этом поглощается $A = 0.7$ падающего света. Определить натуральный монохроматический показатель поглощения стекла на этой длине волны. Ответ укажите в см^{-1} с точностью до десятых.

Критерии и шкалы оценивания

Для оценивания выполнения письменных заданий используется балльная шкала:

1) тестовые задания:

- 1 балл – указан верный ответ;
- 0 баллов – указан неверный ответ, в том числе частично.

2) расчетные задачи, ситуационные, практико-ориентированные задачи:

- 2 балла – задача решена верно (получен правильный ответ, обоснован (аргументирован) ход решения);
- 1 балла – решение задачи содержит незначительные ошибки, но приведен правильный ход рассуждений, или получен верный ответ, но отсутствует обоснование хода ее решения, или задача решена не полностью, но получены промежуточные результаты, отражающие правильность хода решения задачи, или, в случае если задание состоит из решения нескольких подзадач, 50% которых решены верно;
- 0 баллов – задача не решена или решение неверно (ход решения ошибочен или содержит грубые ошибки, значительно влияющие на дальнейшее изучение задачи).

3) ответ на теоретический вопрос:

- 2 балла – обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом и теоретическими основами по поставленному вопросу, способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований;
- 1 балл – обучающийся частично владеет понятийным аппаратом и теоретическими основами по поставленному вопросу, не способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований;
- 0 баллов – обучающийся не владеет понятийным аппаратом и теоретическими основами по поставленному вопросу, не способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований

В зависимости от набранного балла за работу, выставляется оценка по четырехбалльной шкале:

оценка	«5»	«4»	«3»	«2»
балл	от 13 до 15	от 10 до 12	от 5 до 9	от 0 до 4

Итоговая оценка по промежуточной аттестации за 3 семестр:

Лабораторная работа	Средняя оценка за письменные работы		Итоговая оценка
	минимальная	максимальная	
зачтена	4,5	5	«отлично» «хорошо» «удовлетворительно»
	3,6	4,4	
	2	3,5	

не зачтена	2	5	«неудовлетворительно»
------------	---	---	------------------------------

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Перечень типовых заданий для проведения текущих и промежуточных аттестаций

Типовые тестовые задания

1. Какое выражение соответствует закону Бугера в дифференциальной форме?

а) $I_v = \exp[-\kappa_v I_v l]$;

б) $-dI_v = \kappa_v I_v dx$;

в) $I_v = 10^{-\kappa_v I_v l}$;

г) $D = -lgT$

д) $D = \epsilon Cl$

2. Какой буквой принято обозначать оптическую плотность?

а) D;

б) ϵ ;

в) C;

г) T.

3. Какая размерность у коэффициента молярной экстинкции ϵ ?

а) моль;

б) моль/литр;

в) см^2 ;

г) литр/(моль·см).

4. Какая размерность у эффективного сечения поглощения света σ ?

а) моль;

б) моль/литр;

в) см^2 ;

г) литр/моль·см

5. Кто из основоположников теории люминесценции в определение люминесценции добавил критерий длительности?

а) А.Э.Г. Видеманн;

б) Й. Фраунгофер;

в) С.И. Вавилов;

г) О.В. Лосев

6. Закон о независимости спектра молекулярной фотолюминесценции от длины волны возбуждающего излучения носит название

а) Закон Вавилова;

б) Правило Лёвшина);

в) Закон Стокса;

г) Закон Кирхгофа

7. Что такое квантовый выход фотолюминесценции:

а) Это отношение числа поглощённых квантов возбуждения к числу испущенных квантов люминесценции;

б) Это отношение числа испущенных квантов люминесценции к числу поглощённых квантов возбуждения;

в) Это отношение поглощённой энергии фотовозбуждения к энергии фотолюминесценции;

г) Это отношение энергии фотолюминесценции к энергии поглощённого фотовозбуждения;

8. Закон затухания в случае мономолекулярной кинетики люминесценции:

а) Гиперболический;

б) Параболический;

в) Экспоненциальный;

г) Полиномиальный;

д) эллиптический

9. Правила отбора при оптических переходах в дипольном приближении выражаются:

- а) $\Delta J = 0, \pm 1$ и $\Delta m = 0, \pm 1$ и $\Delta l = \pm 1$;
- б) $\Delta J = 0, \pm 1$ и $\Delta m = 0, \pm 1$ и $\Delta l = 0$;
- в) $\Delta J = 0, \pm 1$ и $\Delta m = 0$, и $\Delta l = \pm 2$;
- г) $\Delta J = 0$, и $\Delta m = 0, \pm 1$ и $\Delta l = 0$;
- д) $\Delta J = 0$ и $\Delta m = \pm 1$ и $\Delta l = \pm 2$

10. Мультиплетность уровня энергии (конфигурации) определяется:

- а) полным спином атома, молекулы или экситона;
- б) полным орбитальным моментом атома, молекулы или экситона;
- в) полным угловым моментом атома, молекулы или экситона;
- г) энергией соответствующей конфигурации.

11. Как от расстояния между донором и акцептором зависит эффективность индуктивного безызлучательного резонансного переноса энергии электронного возбуждения в случае диполь-дипольного взаимодействия?

- а) $\sim R^4$;
- б) $\sim R^{-6}$;
- в) $\sim R^5$;
- г) $\sim R^{-5}$;
- д) $\sim R^6$;
- е) $\sim R^{-4}$;

13. Какое выражение связывает коэффициенты Эйнштейна для спонтанных и вынужденных переходов?

а) $A_{21} = \frac{2\hbar\omega^3}{\pi c^3} \frac{g_1}{g_2} B_{12}$;

б) $A_{21} = \frac{8\pi h\nu^3}{c^3} \frac{g_1}{g_2} B_{21}$;

в) $A_{21} = \frac{8\pi h\nu^3}{m\epsilon} \frac{g_1}{g_2} B_{12}$;

г) $A_{21} = \frac{\nu^3}{c^3} \frac{g_1}{g_2} A_{12}$

14. Какое выражение устанавливает связь для интенсивности люминесценции, измеренной в шкале длин волн и в шкале энергий?

- а) $I(\lambda) = \text{const} \cdot I(E) \cdot E^2$;
- б) $I(E) = \text{const} \cdot I(\lambda) \cdot \lambda$;
- в) $I(\lambda) = \text{const} \cdot I(E) \cdot E^{-2}$;
- г) $I(E) = \text{const} \cdot I(\lambda) \cdot \lambda^{-2}$.

15. Является ли люминесценция термодинамически равновесным процессом?

- а) не является;
- б) является;
- в) является при комнатной температуре;
- г) процесс становится равновесным после прекращения возбуждения.

16. К какой из приведенных классификаций относятся термины: фотолюминесценция, рентгенолюминесценция, хемилюминесценция, катодолюминесценция?

- а) по механизму свечения;
- б) по способу возбуждения;
- в) по спектральному составу;
- г) по длительности свечения.

17. Что такое спектр флуоресценции?

- а) Графическая зависимость интенсивности флуоресценции от частоты (длины волны) излучения;
- б) Графическая зависимость интенсивности флуоресценции от частоты (длины волны) возбуждающего света;
- в) Графическая зависимость интенсивности возбуждающего света от частоты (длины волны) излучения;
- г) Графическая зависимость длины волны флуоресценции от длины волны возбуждающего излучения.

18. Что представляет собой спектр возбуждения флуоресценции и что он характеризует?

- а) Графическая зависимость интенсивности флуоресценции от частоты (длины волны) возбуждающего света; эффективность поглощения флуоресцирующими молекулами возбуждающего излучения;
- б) Графическая зависимость интенсивности флуоресценции от частоты (длины волны) излучения; спектральное излучение флуоресцирующих частиц.
- в) Графическая зависимость длины волны возбуждающего излучения от длины волны флуоресценции; эффективность излучательного процесса.
- г) Графическая зависимость интенсивности возбуждающего света от его частоты (длины волны); активное возбуждение флуоресцирующих частиц;

19. Какая из приведенных формулировок выражает закон Стокса-Ломмеля?

- а) Спектр излучения в целом и его максимум смещены относительно спектра поглощения и его максимума в сторону больших длин волн;
- б) Выход флуоресценции зависит от длины волны возбуждающего света, концентрация флуоресцирующего вещества, посторонних примесей, температуры;
- в) Нормированные спектры поглощения и излучения зеркально симметричны относительно прямой, проходящей перпендикулярно к оси частот через точку пересечения обоих спектров;
- г) Спектр люминесценции всегда имеет большую длину волны, чем возбуждающий свет.

20. Назовите критерий разрешения двух спектральных линий (критерий Рэлея)

- а) положение максимумов отличается на 20%;
- б) положение максимумов отличается на 20 нм;
- в) глубина провала между максимумами составляет 20% высоты максимумов;
- г) глубина провала между максимумами составляет 33% высоты максимумов.

21. Что является основной характеристикой величины поглощения среды при данной длине волны?

- а) интенсивность падающего излучения;
- б) молярный коэффициент поглощения;
- в) коэффициент пропускания;
- г) оптическая плотность;
- д) интенсивность прошедшего излучения.

22. В какой области спектра целесообразно использовать приборы с кварцевой оптикой?

- а) УФ область;
- б) видимая область;
- в) ближняя ИК область;
- г) дальняя ИК область.

23. Что используют в качестве образца сравнения в дифференциальном спектрометрическом методе при изучении растворов вещества?

- а) кювета с чистым растворителем;
- б) кювета с раствором вещества известной концентрации;
- в) кювета с раствором вещества любой концентрации;
- г) пустая кювета.

24. Какой характер имеют молекулярные спектры поглощения?

- а) сплошной спектр;
- б) спектр с широкой полосой;
- в) линейчатый спектр;
- г) спектр с тонкой структурой на основной полосе.

25. Получено значение оптической плотности D трех-компонентного раствора с известными концентрациями каждой компоненты. Пусть D_1 , D_2 , D_3 – оптические плотности растворов указанных компонент соответствующих концентраций. Согласно закону Бугера значение D равно:

- а) $\lg(D_1)+\lg(D_2)+\lg(D_3)$;
- б) $D_1 \cdot D_2 \cdot D_3$;
- в) $D_1+D_2+D_3$;
- г) $\lg(D_1) \cdot \lg(D_2) \cdot \lg(D_3)$

26. Укажите возможные в молекуле переходы в поглощении:

- а) $\pi \leftarrow \pi^*$
- б) $n \leftarrow \pi$
- в) $\pi \rightarrow n^*$
- г) $n \rightarrow \pi^*$

27. Полосы поглощения какого типа хромофоров имеют наиболее интенсивные полосы поглощения?

- а) В-хромофоры
- б) К-хромофоры
- в) R-хромофоры
- г) зависит от интенсивности возбуждающего излучения

28. Какой тип атомных орбиталей не может участвовать в образовании π -связи в молекуле?

- а) s-орбитали
- б) p-орбитали
- в) d-орбитали
- г) все перечисленные

29. Каким, согласно правилу Гунда, должно быть суммарное значение спинового квантового числа электронов данного подслоя.

- а) максимальным
- б) минимальным
- в) любым
- г) равным 1.

30. Какие из перечисленных процессов происходят с изменением мультиплетности молекулярного состояния:

- а) интеркомбинационная конверсия;
- б) внутренняя конверсия;
- в) колебательная релаксация;
- г) флуоресценция.

31. Укажите правильную формулировку уравнения Штерна-Фольмера

а) $\frac{\tau}{\tau_0} = 1 + k_q \tau_0 * C$

б) $\frac{\tau_0}{\tau} = 1 - k_q \tau_0 * C$

в) $\frac{I_0}{I} = 1 + k_q \tau_0 * C$

г) $\frac{I_0}{I} = 1 + k_q \tau_0 * C^2$

32. Метод теории возмущений, используемый Брюсом при выводе поправки на кулоновское взаимодействие квазичастиц в полупроводниковых наночастицах, применим в приближении:

- а) Сильного конфайнмента.
- б) Промежуточного конфайнмента.
- в) Слабого конфайнмента.
- г) Всегда применим для нульмерных наносистем.

33. Правила отбора для межзонных переходов в квантовых точках определяются:

- а) Интегралом перекрытия.
- б) Стационарным спектром квантовой системы.
- в) Видом потенциала, обеспечивающего финитное движение.
- г) Элементным составом вещества, из которого состоят квантовые точки.

34. Что такое энергетический выход фотолюминесценции:

- а) Это отношение числа поглощённых квантов возбуждения к числу испущенных квантов люминесценции;
- б) Это отношение числа испущенных квантов люминесценции к числу поглощённых квантов возбуждения;
- в) Это отношение поглощённой энергии фотовозбуждения к энергии фотолюминесценции;
- г) Это отношение энергии фотолюминесценции к энергии поглощённого фотовозбуждения;

35. Укажите устройства, необходимые для измерения спектра поглощения окрашенного раствора?

- а) источник непрерывного излучения, работающий в области поглощения изучаемого вещества;
- б) диспергирующий элемент;
- в) лазерный светодиод с длиной волны излучения, совпадающей с максимумом полосы люминесценции исследуемого вещества;
- г) интегрирующая сфера;
- д) кюветный отсек с набором кювет различной длины;

36. Какому электрону в молекуле формальдегида H_2CO соответствует несвязывающая молекулярная орбиталь?

- а) одному из электронов, образующих двойную связь в карбонильной группе $C=O$;
- б) электрону, образующему связь в группе $C-H$;
- в) электрону из неподеленной пары электронов кислорода;
- г) в этой молекуле нет несвязывающих орбиталей.

37. Что означает символ «+» в обозначении термина $X^1\Sigma^+$ электронного состояния в молекуле?

- а) симметричность волновой функции;
- б) четность волновой функции;
- в) положительность волновой функции;
- г) волновая функция коммутирует с волновой функцией другого состояния, содержащего такое же обозначение в терме.

38. Что такое разрыхляющая молекулярная орбиталь?

- а) орбиталь, образованная электронами с антипараллельными спинами;
- б) орбиталь, образованная электронами с параллельными спинами;
- в) орбиталь, образованная единственным электроном;
- г) орбиталь с наименьшим значением энергии.

39. Выберите верное утверждение:

- а) при подходящих экспериментальных условиях для некоторых молекул можно получить колебательный спектр с отчетливой вращательной структурой;
- б) при подходящих экспериментальных условиях для некоторых молекул можно получить электронный спектр с отчетливой вращательной структурой;
- в) при подходящих экспериментальных условиях для некоторых молекул можно получить

вращательный спектр с отчетливой колебательной структурой;

г) при подходящих экспериментальных условиях для некоторых молекул можно получить вращательный спектр с отчетливой электронной структурой.

40. Как изменяется спектр люминесценции при переходе от возбуждения в полосе поглощения $S_0 \rightarrow S_1$ к возбуждению в полосе $S_0 \rightarrow S_2$?

а) максимум полосы смещается в коротковолновую сторону;

б) максимум полосы смещается в длинноволновую сторону;

в) положение полосы не изменяется;

г) это принципиально другой спектр.

41. Укажите условия, в которых не выполняется закон Бугера

а) при высоких мощностях излучения;

б) при низкой температуре, близкой к температуре кристаллизации исследуемого раствора;

в) при межмолекулярных взаимодействиях с молекулами растворителя;

г) для смесей нескольких веществ.

42. Что такое изобестическая точка?

а) концентрация, для которой спектральные кривые имеют одинаковое значение коэффициента экстинкции на одной длине волны;

б) концентрация, при которой мономерная и димерная формы красителя содержатся в растворе в равных долях;

в) длина волны, которой соответствует пересечение спектральных кривых молярного коэффициента экстинкции, получающихся для различных соотношений компонентов смеси;

г) длина волны, которой соответствует максимум спектра поглощения.

43. Для какой области спектра характерны электронные переходы в большинстве молекул?

а) дальняя ИК;

б) дальняя ИК и ближняя ИК;

в) ближняя ИК и видимая

г) видимая и УФ.

44. Какое преимущество дают кривые зависимости второй производной оптической плотности от длины волны (частоты) излучения?

а) позволяют учесть погрешность, вносимую спектральным прибором;

б) позволяют легче определить положение неразрешённых пиков в спектре оптической плотности;

в) напрямую получить спектр экстинкции исследуемого вещества;

г) позволяют получить спектр пропускания исследуемого раствора.

45. Как располагается полоса фосфоресценции по отношению к полосе флуоресценции той же молекулы?

а) максимум полосы фосфоресценции сдвинут в коротковолновую сторону;

б) максимум полосы фосфоресценции сдвинут в длинноволновую сторону;

в) имеет то же спектральное положение, но ниже по интенсивности;

г) имеет то же спектральное положение, но выше по интенсивности.

46. Выберите безызлучательные переходы в молекуле

а) замедленная флуоресценция;

б) флуоресценция;

в) интеркомбинационная конверсия;

г) фосфоресценция.

47. Что необходимо для получения истинных спектров поглощения растворов исследуемых молекул?

а) спектр поглощения кюветы с растворителем;

б) спектр поглощения растворителя;

в) спектр поглощения кюветы;

г) провести измерения при низкой температуре.

48. Укажите пункт, в котором процессы в конкретной молекуле приведены в порядке увеличения времени затухания:

- а) фосфоресценция, флуоресценция, замедленная флуоресценция;
- б) флуоресценция, фосфоресценция, замедленная флуоресценция;
- в) флуоресценция, замедленная флуоресценция, фосфоресценция
- г) замедленная флуоресценция, фосфоресценция, флуоресценция,

49. Что такое квантовый выход люминесценции?

- а) доля радиационных переходов по отношению ко всем процессам, приводящим к уменьшению заселенности возбужденного электронного состояния;
- б) отношение излучаемой при люминесценции энергии к поглощенной энергии возбуждающего излучения;
- в) отношение числа квантов люминесценции, испускаемых единицей объема вещества в единицу времени, к числу поглощенных фотонов возбуждающего излучения;
- г) отношение интенсивности люминесценции к интенсивности возбуждающего излучения.

50. Что такое концентрационная чувствительность абсорбционного метода?

- а) наименьшая концентрация вещества в растворе, достоверно определяемая указанным методом;
- б) изменение оптической плотности при изменении концентрации вещества;
- в) возможность получить зависимость от концентрации оптической плотности растворов исследуемого вещества;
- г) диапазон концентраций, для которых выполняется закон Бугера.

Вопросы с развернутым ответом, задачи

1. Рассчитайте, сколько (в мг с точностью до десятых) необходимо взвесить органического красителя метиленового голубого, если его молекулярная масса равна $M = 320$ г/моль, для того чтобы получить 10 мл раствора в концентрации 10^{-3} моль/литр?

2. Рассчитайте объём (в мл с точностью до целых) раствора А концентрации 10^{-3} моль/литр, который необходимо взять, чтобы, добавив некоторое количество растворителя, приготовить 20 мл раствора В с концентрацией 10^{-4} моль/литр.

3. Рассчитайте объём (в мл с точностью до десятых) раствора А концентрации 10^{-3} моль/л, который необходимо взять, чтобы, добавив некоторое количество растворителя, приготовить 10 мл раствора В с концентрацией $3 \cdot 10^{-5}$ моль/л.

4. Рассчитайте коэффициент поглощения (в см^{-1} с точностью до целых) тонкой полупроводниковой плёнки толщиной 1.5 мкм, если оптическая плотность оказалась равной $D = 1.1$.

5. Рассчитайте, сколько необходимо взвесить органического красителя, если его молекулярная масса равна $M = 365$ г/моль, для того чтобы получить 12 мл раствора в концентрации 10^{-4} моль/литр? Ответ приведите в мг с точностью до десятых.

6. Рассчитайте объём раствора А концентрации $3 \cdot 10^{-3}$ моль/литр, который необходимо взять, чтобы, добавив некоторое количество растворителя, приготовить 14 мл раствора В с концентрацией $2 \cdot 10^{-5}$ моль/литр. Ответ приведите в мл с точностью до тысячных.

7. Пропускание раствора вещества, имеющего молярную массу 150 г/моль, с концентрацией 3.75 мг в 100.0 мл, измеренное в кювете длиной 1.5 см при 480 нм, равно 39.9%. Рассчитайте молярный коэффициент поглощения этого вещества. Ответ дайте с точностью до целых.

8. Рассчитать концентрацию раствора, содержащего Fe(III), по следующим данным и условиям фотометрического определения. К 1 мл искомого раствора добавлен ацетон, раствор роданида аммония и вода до 100 мл. Фотометрирование проводилось в кювете 2 см.

Оптическая плотность (при 480 нм) окрашенного раствора равнялась 0.75. Молярный коэффициент светопоглощения при данных условиях равняется 14000. Ответ указать с точность до десятых в ммоль/л.

9. Рассчитать концентрацию урана (VI) и урана (IV) в концентрированном растворе фосфорной кислоты по следующим данным: молярный коэффициент светопоглощения: при 410 нм для урана (IV) равен 2.0, для урана (VI) – 11; при 630 нм для урана (IV) равен 330, для урана (VI) – 0.

При измерении исследуемого раствора найдены оптические плотности: при 410 нм – 0.50, а при 630 нм – 0.80. Применялась кювета 1 см. Ответ представить в ммоль/л с точностью до десятых.

10. Коэффициент молярного поглощения окрашенного комплекса никеля с α -бензоилдиоксином при 406 нм равен 12500. Какую минимальную концентрацию никеля (в мг/л с точностью до десятых) можно определить фотометрически в кювете с длиной равной 0.5 см, если минимальная оптическая плотность, регистрируемая прибором, равна 0.02? Молярная масса никеля 58.7 г/моль.

11. Имеется система двух последовательно расположенных кювет с растворами, оптическая плотность которых равна $D_1 = 0.66$ и $D_2 = 0.78$. Найти общую оптическую плотность D (с точностью до сотых).

12. Рассчитайте численное значение константы A_0 – вероятности перехода классического осциллятора частотой $\nu = 4.3 \cdot 10^{14}$ Гц.

Константы принять равными: $\pi = 3.14$; заряд СГС $e = 4.8 \cdot 10^{-10}$; скорость света $c = 2.9 \cdot 10^{10}$ см/с; масса электрона $m_e = 9.1 \cdot 10^{-28}$. Ответ приведите с точностью до сотых.

13. Рассчитайте численное значение константы A_0 – вероятности перехода классического осциллятора частотой $\nu = 7.5 \cdot 10^{14}$ Гц.

Константы принять равными: $\pi = 3.14$; заряд СГС $e = 4.8 \cdot 10^{-10}$; скорость света $c = 2.9 \cdot 10^{10}$ см/с; масса электрона $m_e = 9.1 \cdot 10^{-28}$. Ответ с точностью до десятых.

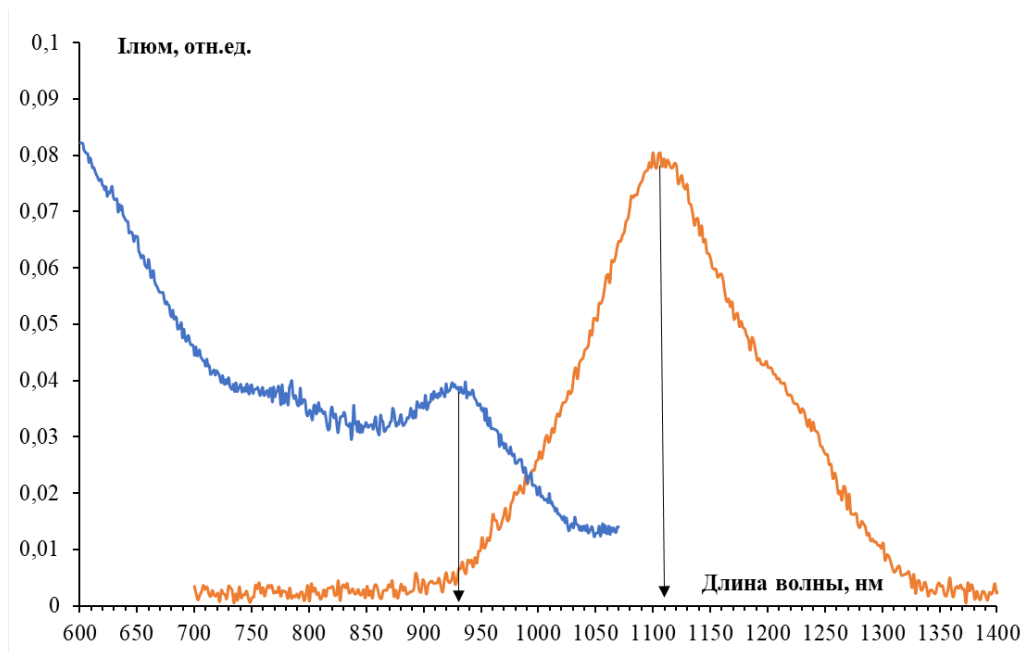
14. Коэффициент молярного поглощения окрашенного комплекса никеля с α -бензоилдиоксином при 390 нм равен 6900. Какую минимальную концентрацию никеля (в мг/л с точностью до сотых) можно определить фотометрически в кювете с длиной оптического пути равной 1 см, если минимальная оптическая плотность, регистрируемая прибором, равна 0.02? Молярная масса никеля 58.7 г/моль.

15. Рассчитать концентрацию раствора, содержащего Fe(III), по следующим данным и условиям фотометрического определения. К 1 мл искомого раствора добавлен ацетон, раствор роданида аммония и вода до 100 мл. Фотометрирование проводилось в кювете 0.5 см. Оптическая плотность (при 435 нм) окрашенного раствора равнялась 0.86. Молярный коэффициент поглощения при данных условиях равняется 15500. Ответ указать с точность до целых в ммоль/л.

16. Пропускание раствора вещества, имеющего молярную массу 238 г/моль, с концентрацией 1.55 мг в 100.0 мл, измеренное в кювете длиной 0.5 см при 550 нм, равно 53.5%. Рассчитайте молярный коэффициент поглощения этого вещества. Ответ дайте с точностью до целых.

17. Имеется система двух последовательно расположенных кювет с растворами, оптическая плотность которых равна $D_1 = 0.47$ и $D_2 = 0.26$. Найти общую оптическую плотность D (с точностью до сотых).

18. Показатель поглощения плазмы крови равен 0.836 см^{-1} . Какая толщина (в см с точностью до десятых) слоя плазмы крови уменьшает интенсивность падающего света в 3 раза?
19. В кювете находится раствор крови, имеющий концентрацию $C = 0.85$ моль/л. Молярный показатель поглощения для этого раствора $\epsilon = 0.35 \text{ л}/(\text{см} \cdot \text{моль})$. Определить, во сколько раз уменьшится интенсивность света при прохождении его через кювету длины $l = 8$ см, заполненную этим раствором.
20. Пучок монохроматического света $\lambda = 600$ нм проходит через стеклянную пластинку толщины $l = 1$ см. При этом поглощается $A = 0.1$ падающего света. Определить натуральный монохроматический показатель поглощения стекла в см^{-1} на этой длине волны с точностью до тысячных.
21. Пучок монохроматического света $\lambda = 600$ нм проходит через стеклянную пластинку толщины $l = 1$ см. При этом поглощается 0.1 падающего света. Натуральный показатель поглощения стекла на этой длине волны составляет 0.13 см^{-1} . Какой толщины должна быть стеклянная пластинка, чтобы поглотилась половина падающего света? Ответ приведите в см с точностью до десятых.
22. При прохождении через слой вещества света с длиной волны λ_1 его интенсивность уменьшается вследствие поглощения в $x_1 = 4$ раза. Интенсивность света с длиной волны λ_2 по той же причине ослабляется в $x_2 = 3$ раза. Найти показатель поглощения k_2 для света с длиной волны λ_2 , если для света с длиной волны λ_1 он равен $\alpha_1 = 0.02 \text{ см}^{-1}$. Ответ представить в см^{-1} с точностью до тысячных.
23. В 4-процентном растворе вещества интенсивность света уменьшается в два раза на глубине $l_1 = 20$ мм. Во сколько раз уменьшается интенсивность света на глубине $l_2 = 30$ мм в 8-процентном растворе того же вещества?
24. При прохождении монохроматического света через слой вещества толщины $x = 15$ см его интенсивность убывает в 4 раза. Определить показатель рассеяния, если показатель поглощения $k = 0.025 \text{ см}^{-1}$. Ответ в обратных см укажите с точностью до тысячных.
25. Имеется система двух последовательно расположенных кювет с растворами, оптическая плотность которых равна $D_1 = 0.7$ и $D_2 = 0.15$. Найти общую оптическую плотность D (с точностью до сотых).
26. Установлено, что кривая затухания фотолюминесценции, зарегистрированная в полосе с максимумом 870 нм, с хорошей точностью аппроксимируется суммой трех экспонент:
 $I_i(t) = a_i \cdot \exp(t/\tau_i)$
 $a_1 = 370$ отн.ед., $a_2 = 510$ отн.ед., $a_3 = 190$ отн.ед.;
 $\tau_1 = 1240$ нс, $\tau_2 = 980$ нс, $\tau_3 = 28$ нс.
 Рассчитайте среднее время жизни люминесценции. Ответ представьте в нс с точностью до десятков наносекунд.
27. Установлено, что кривая затухания фотолюминесценции, зарегистрированная в полосе с максимумом 900 нм, с хорошей точностью аппроксимируется суммой трех экспонент:
 $I_i(t) = \sum(a_i \cdot \exp(t/\tau_i))$
 $a_1 = 415$ отн.ед., $a_2 = 138$ отн.ед., $a_3 = 29$ отн.ед.;
 $\tau_1 = 169$ нс, $\tau_2 = 78$ нс, $\tau_3 = 6$ нс.
 Рассчитайте среднее время жизни люминесценции. Ответ представьте в нс с точностью до десятков наносекунд.
28. На рисунке представлены спектры фотолюминесценции и возбуждения фотолюминесценции (с регистрацией в полосе 1100 нм). Найти стоксов сдвиг. Ответ дать в эВ с точностью до сотых.



29. Рассчитайте, сколько (в мг с точностью до десятых) необходимо взвесить органического красителя, если его молекулярная масса равна $M = 415$ г/моль, для того чтобы получить 15 мл раствора в концентрации $3 \cdot 10^{-3}$ моль/литр?

30. Рассчитайте, сколько (в мг с точностью до десятых) необходимо взвесить органического красителя, если его молекулярная масса равна $M = 216$ г/моль, для того чтобы получить 25 мл раствора в концентрации $3 \cdot 10^{-4}$ моль/литр?

31. Рассчитайте, сколько (в мг с точностью до десятых) необходимо взвесить органического красителя, если его молекулярная масса равна $M = 240$ г/моль, для того чтобы получить 9 мл раствора в концентрации 10^{-2} моль/литр?

32. Рассчитайте, сколько (в мг с точностью до десятых) необходимо взвесить органического красителя, если его молекулярная масса равна $M = 538$ г/моль, для того чтобы получить 70 мл раствора в концентрации 10^{-4} моль/литр?

33. Рассчитайте, сколько (в мг с точностью до десятых) необходимо взвесить органического красителя, если его молекулярная масса равна $M = 193$ г/моль, для того чтобы получить 10 мл раствора в концентрации $2 \cdot 10^{-3}$ моль/литр?

34. Рассчитайте объём (в мл с точностью до десятых) раствора А концентрации $C_A = 10^{-4}$ моль/л, который необходимо взять, чтобы, добавив некоторое количество растворителя, приготовить 5 мл раствора В с концентрацией $C_B = 3 \cdot 10^{-5}$ моль/л и сколько необходимо добавить растворителя.

35. Рассчитайте объём (в мл с точностью до десятых) раствора А концентрации $C_A = 10^{-4}$ моль/л, который необходимо взять, чтобы, добавив некоторое количество растворителя, приготовить 18 мл раствора В с концентрацией $C_B = 10^{-5}$ моль/л.

36. Рассчитать концентрацию урана (VI) и урана (IV) в концентрированном растворе фосфорной кислоты по следующим данным: молярный коэффициент экстинкции:

при 410 нм для урана (IV) равен 2.0, для урана (VI) – 11;

при 520 нм для урана (IV) равен 150, для урана (VI) – 6.

При измерении исследуемого раствора найдены оптические плотности:

при 410 нм – 0.50, а при 520 нм – 0.60. Применялась кювета 1 см. Ответ представить в ммоль/л с точностью до целых.

37. Натуральный показатель поглощения плазмы крови равен 1.168 см^{-1} . Какая толщина (в см с точностью до десятых) слоя плазмы крови уменьшает интенсивность падающего света в 7.5 раза? Ответ укажите в см с точностью до десятых.

38. Натуральный показатель поглощения плазмы крови равен 0.748 см^{-1} . Какая толщина (в см с точностью до десятых) слоя плазмы крови уменьшает интенсивность падающего света в 2.5 раза? Ответ укажите в см с точностью до десятых.

39. Пучок монохроматического света $\lambda = 540 \text{ нм}$ проходит через стеклянную пластинку толщины $L = 0.5 \text{ см}$. При этом поглощается $A = 0.7$ падающего света. Определить натуральный монохроматический показатель поглощения стекла на этой длине волны. Ответ укажите в см^{-1} с точностью до десятых.

40. Пучок монохроматического света $\lambda = 710 \text{ нм}$ проходит через стеклянную пластинку толщины $L = 2 \text{ см}$. При этом поглощается $A = 0.9$ падающего света. Определить натуральный монохроматический показатель поглощения стекла на этой длине волны. Ответ приведите в см^{-1} с точностью до сотых.

41. Пучок монохроматического света $\lambda = 520 \text{ нм}$ проходит через стеклянную пластинку. При этом поглощается 0.25 падающего света. Натуральный показатель поглощения стекла на этой длине волны составляет 0.22 см^{-1} . Какой толщины должна быть стеклянная пластинка, чтобы поглотилась четверть падающего света? Ответ приведите в см с точностью до десятых.

42. Пучок монохроматического света $\lambda = 345 \text{ нм}$ проходит через стеклянную пластинку. При этом поглощается 0.25 падающего света. Натуральный показатель поглощения стекла на этой длине волны составляет 0.46 см^{-1} . Какой толщины должна быть стеклянная пластинка, чтобы поглотилась четверть падающего света? Ответ приведите в см с точностью до десятых.

43. Пучок монохроматического света $\lambda = 450 \text{ нм}$ проходит через стеклянную пластинку. При этом поглощается 0.5 падающего света. Натуральный показатель поглощения стекла на этой длине волны составляет 0.364 см^{-1} . Какой толщины должна быть стеклянная пластинка, чтобы поглотилась половина падающего света? Ответ приведите в см с точностью до десятых.

44. В кювете находится раствор крови, имеющий концентрацию $C = 0.75 \text{ моль/л}$. Молярный коэффициент экстинкции для этого раствора $\epsilon = 0.35 \text{ л}/(\text{см}\cdot\text{моль})$. Определить, во сколько раз уменьшится интенсивность света при прохождении его через кювету длины $L = 5 \text{ см}$, заполненную этим раствором. Ответ округлите до целого.

45. В кювете находится раствор крови с концентрацией $C = 0.55 \text{ моль/л}$. Молярный коэффициент экстинкции этого раствора $\epsilon = 0.347 \text{ л}/(\text{см}\cdot\text{моль})$. Определить, во сколько раз уменьшится интенсивность света при прохождении его через кювету длины $L = 10 \text{ см}$, заполненную этим раствором.

46. Установлено, что кривая затухания фотолюминесценции, зарегистрированная в полосе с максимумом 950 нм , с хорошей точностью аппроксимируется суммой трех экспонент:

$$I_i(t) = \sum(a_i \cdot \exp(-t/\tau_i))$$

$$a_1 = 530 \text{ отн.ед.}, a_2 = 210 \text{ отн.ед.}, a_3 = 16 \text{ отн.ед.};$$

$$\tau_1 = 360 \text{ нс}, \tau_2 = 200 \text{ нс}, \tau_3 = 5 \text{ нс}.$$

Рассчитайте среднее время жизни люминесценции. Ответ представьте в нс с точностью до целых.

47. Установлено, что кривая затухания фотолюминесценции, зарегистрированная в полосе с максимумом 880 нм , с хорошей точностью аппроксимируется суммой трех экспонент:

$$I_i(t) = \sum(a_i \cdot \exp(-t/\tau_i))$$

$$a_1 = 800 \text{ отн.ед.}, a_2 = 640 \text{ отн.ед.}, a_3 = 185 \text{ отн.ед.};$$

$$\tau_1 = 615 \text{ нс}, \tau_2 = 330 \text{ нс}, \tau_3 = 20 \text{ нс}.$$

Рассчитайте среднее время жизни люминесценции. Ответ представьте в нс с точностью до целых.

48. Установлено, что кривая затухания фотолюминесценции, зарегистрированная в полосе с максимумом 780 нм, с хорошей точностью аппроксимируется суммой трех экспонент:

$$I_i(t) = \sum(a_i \cdot \exp(t/\tau_i))$$

$a_1 = 730$ отн.ед., $a_2 = 535$ отн.ед., $a_3 = 210$ отн.ед.;

$\tau_1 = 1400$ нс, $\tau_2 = 900$ нс, $\tau_3 = 145$ нс.

Рассчитайте среднее время жизни люминесценции. Ответ представьте в нс с точностью до целых.

49. Установлено, что кривая затухания фотолюминесценции, зарегистрированная в полосе с максимумом 900 нм, с хорошей точностью аппроксимируется суммой трех экспонент:

$$I_i(t) = \sum(a_i \cdot \exp(t/\tau_i))$$

$a_1 = 58$ отн.ед., $a_2 = 27$ отн.ед., $a_3 = 16$ отн.ед.;

$\tau_1 = 415$ нс, $\tau_2 = 115$ нс, $\tau_3 = 36$ нс.

Рассчитайте среднее время жизни люминесценции. Ответ представьте в нс с точностью до целых.

50. Имеется система двух последовательно расположенных кювет с растворами, оптическая плотность которых равна $D_1 = 0.18$ и $D_2 = 0.94$. Найти общую оптическую плотность D (с точностью до сотых).

Перечень вопросов (2 семестр):

1. Абсорбционная электронная спектроскопия органических молекул. Связь экспериментально измеряемых параметров со строением органических молекул.
2. Особенности абсорбционной спектроскопии полупроводниковых коллоидных квантовых точек.
3. Рекомбинационная, экситонная и внутрицентровая люминесценция коллоидных квантовых точек.
4. Законы кинетики затухания люминесценции. Влияние ловушек на кинетику люминесценции наносистем.
5. Особенности люминесцентной спектроскопии органических молекул и их агрегатов.
6. Экспериментальная аппаратура для регистрации спектров люминесценции и спектров возбуждения люминесценции.
7. Метод инфракрасной спектроскопии как метод исследования кристаллической структуры и строения органического пассиватора для полупроводниковых коллоидных квантовых точек.
8. Метод комбинационного рассеяния как метод исследования кристаллической структуры и строения органического пассиватора для полупроводниковых коллоидных квантовых точек.

Перечень вопросов (3 семестр):

1. Закон Бугера.
2. Одно- и двухлучевые спектрофотометры.
3. Правила отбора для оптических переходов в молекулах.
4. Основные понятия, характеристики и законы люминесценции органических молекул.
5. Оптические спектры поглощения и люминесценции J-агрегатов полиметиновых красителей.
6. Классификация, связь строения красителей с их хромофорными свойствами.
7. Электронный спектр поглощения J- агрегата. Основные параметры.
8. Определение числа молекул в агрегате по оптическому спектру.
9. Устройство и назначение интегрирующей сферы.
10. Фемтосекундная спектроскопия наведенного поглощения молекул, упорядоченных агрегатов, наноструктур
11. Спектроскопия ИК поглощения и комбинационного рассеяния. Устройство современных ИК и Раман- спектрофотометров.
12. Методика нарушенного полного внутреннего отражения.
13. Методика гигантского комбинационного рассеяния.
14. Устройство спектрофлуориметров.
15. Дифракционные и призмные спектральные приборы.

16. Источники возбуждения люминесценции.
17. Аппаратура для время-разрешённых люминесцентных исследований.
18. Рекомбинационная, экситонная и внутрицентровая люминесценция коллоидных квантовых точек. Основные признаки рекомбинационного свечения и механизмы рекомбинации.
19. Влияние ловушек на кинетику люминесценции наносистем.
20. Экспериментальная аппаратура для исследования люминесцентных свойств молекул и кристаллов.
21. Законы поглощения света органическими молекулами.
22. Основные понятия, характеристики и законы люминесценции органических молекул.
23. Оптические спектры поглощения и люминесценции J-агрегатов полиметиновых красителей.
24. Классификация, связь строения красителей с их хромофорными свойствами.
25. Электронный спектр поглощения J- агрегата. Основные параметры.
26. Определение числа молекул в агрегате по оптическому спектру.
27. Абсорбционная электронная спектроскопия органических молекул.
28. Связь экспериментально измеряемых параметров со строением органических молекул.
29. Особенности абсорбционной спектроскопии полупроводниковых коллоидных квантовых точек.
30. Метод инфракрасной спектроскопии как метод исследования кристаллической структуры и строения органического пассиватора для полупроводниковых коллоидных квантовых точек.
31. Метод комбинационного рассеяния как метод исследования кристаллической структуры и строения органического пассиватора для полупроводниковых коллоидных квантовых точек.