

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич

Должность: Ректор

Дата подписания: 15.09.2025 10:43:11

Уникальный программный ключ:

04c19ed8bb98f3b6cb77a486b9a8788b8322373

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)

Химический факультет

Кафедра аналитической и физической химии

Фонд оценочных средств по дисциплине «Физические методы исследования в химии»
по направлению подготовки 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия»

Версия документа - 1

стр. 1 из 10

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

Фонд оценочных средств

по дисциплине

Физические методы исследования в химии

Направление подготовки (специальность)

04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Направленность (профиль)

Органическая и биорганическая химия

Присваиваемая квалификация

Химик. Преподаватель химии

Форма обучения

Очная

Челябинск 2025 г.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Химический факультет
Кафедра аналитической и физической химии

Фонд оценочных средств по дисциплине «Физические методы исследования в химии»
по направлению подготовки 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия»

Версия документа - 1

стр. 2 из 10

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Направление подготовки: 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия»

Направленность (профиль) Органическая и биоорганическая химия

Дисциплина: Физические методы исследования в химии

Семестр (семестры) изучения: № 8

Форма (формы) промежуточной аттестации: экзамен

2. ПЕРЕЧЕНЬ ФОРМИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной

Изучение дисциплины «Физические методы исследования в химии»
направлено на формирование следующих компетенций:

Коды компетенции согласно ФГОС (ОПОП ВО)	Содержание компетенций согласно ФГОС (ОПОП ВО)	Индикаторы достижения компетенции согласно ОПОП	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3	4
ОПК-1	Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности	ОПК-1-1. Обладает теоретическими знаниями в области химических наук, ориентируется в причинно-следственных связях между ними; ОПК-1-2. Умеет использовать знания в области химических наук применительно к конкретной области химии; ОПК-1-3. Имеет навыки интерпретации и обобщения результатов практических и теоретических исследований.	ОПК-1-1. Знать: основные законы физики, применительно к методам исследования состава, структуры, свойств химических веществ. Уметь: устанавливать причинно-следственные связи между различными отраслями химического и физического знания. Владеть: способностями к анализу знаний, химической и физической информации. ОПК-1-2. Знать: теоретический фундамент общей, физической, неорганической и органической химии (основные законы, уравнения и принципы). Уметь: использовать теоретические знания при



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Химический факультет
Кафедра аналитической и физической химии

Фонд оценочных средств по дисциплине «Физические методы исследования в химии»
по направлению подготовки 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия»

Версия документа - 1

стр. 3 из 10

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

постановке плана исследования и обработки результатов исследования химических веществ.
Владеть: основными физическими методами исследования, применяемыми в химической науке.
ОПК-1-3.
Знать: основные принципы работы с научно-технической информацией, компьютерные базы данных и поисковые ресурсы.
Уметь: интерпретировать, обобщать результаты, полученные в ходе исследования химических веществ с привлечением физических знаний.
Владеть: навыками обработки данных применительно к исследованию состава, структуры и свойств химических веществ.

3. СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

3.1 Виды оценочных средств

№ п/п	Контролируемые темы/разделы дисциплины из РПД	Код компетенции/планируемые результаты обучения	Наименование оценочного средства для текущего контроля	Наименование оценочного средства на промежуточной аттестации
1	Разделы 1 – 5	ОПК-1	Вопросы по темам дисциплины	Вопросы по темам дисциплины
2	Разделы 5 – 10	ОПК-1	Вопросы по темам дисциплины	Вопросы по темам дисциплины
3	Разделы 10 – 15	ОПК-1	Вопросы по темам дисциплины	Вопросы по темам дисциплины

Типовые задания, критерии и показатели оценивания в рамках текущего контроля представлены в рабочей программе по дисциплине. Полные комплекты оценочных



средств и контрольно-измерительных материалов хранятся на кафедре и являются учебно-методическими материалами ограниченного (конфиденциального) пользования.

3.2 Содержание оценочных средств

3.2.1. База теоретических вопросов

Вопросы для проведения контрольной работы

- 1) Определить элементы симметрии и точечную группу молекулы хлорметана. Сколько нормальных колебаний имеет данная молекула?
- 2) Используя правило Вудворда-Физера, определить положение максимума полосы поглощения для тетраметилциклопентадиена.
- 3) Определить элементы симметрии и точечную группу молекулы этилена. Сколько нормальных колебаний имеет молекула?
- 4) Какими основными свойствами характеризуется электронное состояние молекулы? Пояснить физический смысл этих параметров.
- 5) Что такое «характеристическое время метода»? Оценить значение этого параметра для метода оптической спектроскопии поглощения, если частота поглощаемого молекулой кванта электромагнитного излучения составляет 1 ПГц.
- 6) Определить число колебательных степеней свободы для молекул ацетилен, этилена, этана, ацетона и бензола.
- 7) Перечислить и охарактеризовать первичные фотофизические процессы в молекуле. В чем отличие явлений флуоресценции и фосфоресценции?
- 8) Определить элементы симметрии и точечную группу молекулы пропина. Сколько нормальных колебаний имеет эта молекула?
- 9) Как влияет сопряжение кратных связей на электронный спектр поглощения молекулы? Привести примеры этого влияния

Список вопросов для проведения экзамена.

1. Общая характеристика физических методов исследования. План ответа: Прямая и обратная задачи методов. Характеристическое время физических методов и его роль при исследовании быстро протекающих процессов. Перечислить основные виды внутреннего движения молекулы и качественно охарактеризовать соотношение их энергий.
2. Электронные состояния. План ответа: Что такое электронное состояние молекулы и какими основными параметрами оно характеризуется. Классификация электронных состояний двухатомных и многоатомных линейных молекул.



3. Электронные переходы. План ответа: Классификация электронных переходов в сложных молекулах (по Малликену и Каша) на примере карбонильных соединений. Схема электронных переходов в карбонильной группе. По каким признакам можно идентифицировать полосы поглощения, обусловленные π - π^* и n - π^* электронными переходами?
4. Правила отбора в ФМИ. План ответа: Перечислить основные правила отбора электронных переходов молекул. Какими факторами определяются интенсивности полос поглощения электронных спектров молекул? Сформулировать правило отбора электронных переходов по спину. Какие факторы могут нарушать спиновый запрет?
5. Особенности спектров в ФМИ. План ответа: Как влияет сопряжение хромофорных групп на их электронный спектр поглощения? Как отражается на интенсивности полос поглощения переходов π - π^* изменение конформации системы сопряженных связей (S-цис и S-транс изомерия, плоская и неплоская конфигурации)? Как отражается образование внутримолекулярных и межмолекулярных водородных связей на положение полос π - π^* и n - π^* переходов?
6. Спектры поглощения и люминесценции. План ответа: По диаграмме Яблонского перечислить и охарактеризовать основные фотофизические процессы, происходящие при поглощении молекулой кванта излучения. При регистрации спектров поглощения или люминесценции в растворах часто наблюдается "размытие" и исчезновение тонкой структуры полос. В каком из растворителей (CCl_4 или CH_3Cl) это наиболее вероятно?
7. Явления, происходящие при поглощении света. План ответа: Что такое фосфоресценция и флуоресценция и каковы принципиальные различия между этими процессами? Что такое интеркомбинационная конверсия и почему она возможна? Что такое энергетический и квантовый выход люминесценции?
8. Колебательные состояния. План ответа: Квантовомеханическое описание колебательных состояний молекул. Энергия колебательных уровней двухатомных и сложных молекул. Схема классического решения прямой колебательной задачи. Классификация колебательных уровней и переходов между ними в сложных молекулах на примере молекулы воды.
9. Колебательные переходы. План ответа: Что такое "основные" колебательные переходы, "обертон", "составные" и "горячие" переходы в колебательных спектрах? Соотношение интенсивностей соответствующих полос поглощения.
10. Комбинационное рассеяние. План ответа: Схема, объясняющая эффект комбинационного рассеяния. Какие факторы определяют вероятности



переходов в ИК - спектрах поглощения и спектрах комбинационного рассеяния?

11. Степени свободы молекулы. План ответа: Дать определение нормальным колебаниям и нормальным колебательным координатам. Что такое естественные координаты и как они связаны с нормальными координатами? Число степеней свободы для молекул ацетилена, ацетона, бензола, этана. Какие естественные координаты можно ввести для молекул H_2O , CO_2 , CH_3Cl , $CH_2=CH_2$?

12. Приближение гармонического осциллятора. План ответа: Энергия гармонического осциллятора для двухатомных молекул. Как определяется частота нормальных колебаний в приближении гармонического осциллятора и от каких параметров она зависит?

13. ИК-спектрометр. План ответа: Блок-схема ИК - спектрофотометра. Основные способы получения и подготовки, образцов для регистрации ИК-спектров.

14. Микроволновая спектроскопия. План ответа: Вращательные переходы в микроволновой спектроскопии двухатомных и многоатомных линейных молекул. Правила отбора. Определение геометрических параметров молекул. Вращательные переходы в микроволновой спектроскопии молекул типа симметричного волчка. Вращательные переходы в микроволновой спектроскопии молекул типа асимметричного волчка.

15. Ядерный магнитный резонанс. План ответа: Магнитные моменты атомных ядер. Энергия ядерных состояний во внешнем магнитном поле. Эффект Зеемана. Физический смысл явления ядерного магнитного резонанса. Что такое спин-решеточная и спин-спиновая релаксация? Условия реализации ядерного магнитного резонанса.

16. Спектры ЯМР. План ответа: Экранирование ядер электронами. Константы экранирования. Химический сдвиг сигналов ЯМР. Относительные химические сдвиги. Шкалы химических сдвигов.

17. Спин-спиновое взаимодействие. План ответа: Спин-спиновое взаимодействие и мультиплетность сигнала в спектре ЯМР. Мультипликативные функции состояния системы двух эквивалентных спинов A_2 ($I=1/2$). Схема взаимодействия двух ядер X и Y ($I=1/2$) и расщепление сигнала ЯМР в результате спин-спинового взаимодействия ядер. Спиновые состояния системы трех эквивалентных ядер A_3 ($I=1/2$). Энергия взаимодействия ядер и константы спин-спинового взаимодействия. Схема расщепления сигнала ЯМР при спин-спиновом взаимодействии протонов этильного радикала.

18. Парамагнитный резонанс. План ответа: Условия возникновения



электронного парамагнитного резонанса. Энергия взаимодействия магнитного момента электрона с внешним магнитным полем. Эффект Зеемана. Что такое g-фактор Ланде и как он влияет на положение сигнала ЭПР? Электрон - ядерное взаимодействие и сверхтонкая структура спектров ЭПР. Константа сверхтонкого взаимодействия. Основные элементы конструкции ЭПР-спектрометра. Применение ЭПР-спектроскопии в химии.

20. Ядерный квадрупольный резонанс. План ответа: Условия получения спектров ядерного квадрупольного резонанса. Взаимодействие ядер, обладающих квадрупольным моментом, с электрическим полем. Квадрупольные уровни энергии и частоты переходов для ядер со спином $I=1$ в аксиальном симметричном и асимметричном электрических полях.

21. Рентгеновская спектроскопия. План ответа: Физические принципы методов рентгеновской и фотоэлектронной спектроскопии. Оже-спектроскопия. Энергия связи электрона с ядром. Параметры и структура рентгено-фотоэлектронных спектров. Химические сдвиги. Информативность методов. Условия получения рентгеноэлектронных, фотоэлектронных и оже-спектров Примеры применения методов в химии.

22. Масс-спектрометрия. План ответа: Физические принципы методов масс-спектрометрии. Процессы ионизации атомов и молекул. Способы ионизации. Основные типы ионов в масс-спектрометрии. Применение масс - спектрометрии в химии. Принципы конструкции масс - спектрометров.

4. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация проводится в виде экзамена в **восьмом** семестре. Экзамен проводится в виде письменного опроса в присутствии преподавателя и предполагает развернутый, полный ответ на один теоретический вопрос. Вопросы составляются с учётом материала, пройденного как на лекционных занятиях, так и на практических занятиях. Время, отводимое на подготовку к ответу 40 минут. Во время экзамена студент в течение отведенного времени готовит письменный ответ на вопросы билета и затем (при необходимости) проходит устное собеседование с преподавателем. Преподаватель может задавать дополнительные вопросы, касающиеся темы раздела. Оценочные средства представлены базой контрольных вопросов.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Химический факультет
Кафедра аналитической и физической химии

Фонд оценочных средств по дисциплине «Физические методы исследования в химии»
по направлению подготовки 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия»

Версия документа - 1

стр. 8 из 10

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

4.2. Критерии оценивания промежуточной аттестации по видам оценочных средств.

4.2.1 Критерии оценивания теоретического вопроса

Максимальный балл за ответ на теоретический вопрос — 5 баллов.

Отлично 5 баллов	Хорошо 4 балла	Удовлетворительно 3 балла	Неудовлетворительно 0-2 баллов
Высокий уровень освоения проверяемых компетенций	Средний уровень освоения проверяемых компетенций	Базовый уровень освоения проверяемых компетенций	Недостаточный уровень освоения проверяемых компетенций
Обучающийся отлично знает материал, умеет анализировать проблему и аргументировано изложить свою точку зрения, владеет достаточным для высказывания лексическим запасом, грамотно изъясняется на иностранном языке с использованием точных терминов и названий. Обучающийся практически не допускает ошибок.	Обучающийся хорошо знает материал, умеет анализировать проблему и аргументировано изложить свою точку зрения, владеет достаточным для высказывания лексическим запасом, грамотно изъясняется на иностранном языке с использованием точных терминов и названий. Обучающийся допускает незначительные ошибки.	Обучающийся знаком с материалом, владеет достаточным для высказывания лексическим запасом. Обучающийся допускает фактические и языковые ошибки, не оперирует лексическим запасом по теме.	Обучающийся не знает основных положений вопроса, не ориентируется в основных понятиях, излагает материал с трудом, с грубыми фактическими и языковыми ошибками, либо отказывается от ответов на вопросы.



4.2.2. Критерии оценивания письменного опроса

Письменный опрос считается успешно сданным при получении студентом при ответе на теоретический вопрос от 3 до 5 баллов.

4.3. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций

Уровни сформированности компетенций определяется следующим образом:

1. Высокий уровень сформированности компетенций соответствует оценке **отлично**:

- предполагает формирование компетенций на высоком уровне, готовность к самостоятельной профессиональной деятельности: имеются глубокие знания основных законов, теоретической базы различных методов исследования, применяемых в химии, формируются навыки использования методов, навыки систематизации и обработки данных, получаемых в результате анализа.
- студент способен аргументировать собственную точку зрения по дискуссионным вопросам дисциплины, решать ситуационные задачи, критически оценивать информацию о состоянии и проблемах развития химии, формулировать собственные выводы.

2. Средний уровень соответствует оценке **хорошо**:

- предполагает формирование компетенций на более высоком уровне: формируется комплексное знание базовых понятий и законов физики, умение сбора, анализа и обработки данных различных аналитических методов, необходимых для решения прикладных задач;
- студент способен давать развернутые ответы на теоретические вопросы дисциплины на уровне не ниже оценки «удовлетворительно».

3. Базовый уровень соответствует оценке **удовлетворительно**:

- предполагает формирование компетенций на начальном уровне: знание основных положений и законов физики, имеются лишь общие представления о применяемых в химии физических методах;



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Химический факультет
Кафедра аналитической и физической химии

Фонд оценочных средств по дисциплине «Физические методы исследования в химии»
по направлению подготовки 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия»

Версия документа - 1	стр. 10 из 10	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	---------------	------------------------	---------------

- студент не способен дать развернутый ответ на дополнительные вопросы.

4. Низкий уровень соответствует оценке **неудовлетворительно**.