

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич

Должность: Ректор

Дата подписания: 15.09.2026 09:38:11

Уникальный программный ключ:

04c19ed8bb98f3b6cb77a486b9a8788b8322325



МИНОБРАЗОВАНИЯ 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 04.03.01 «Химия» направленность «Химия» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 1 из 11

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

Фонд оценочных средств

по дисциплине

Физические методы исследования в химии

Направление подготовки (специальность)

04.03.01 Химия

Направленность (профиль)

Химия

Присваиваемая квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Год набора 2026

Челябинск 2026 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 04.03.01 «Химия» направленность «Химия» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	
Версия документа - 1	стр. 2 из 11 Первый экземпляр _____ КОПИЯ № _____

Содержание

1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Перечень формируемых компетенций
 - 2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной
3. Содержание оценочных средств по дисциплине
 - 3.1. Виды оценочных средств
 - 3.2. Содержание оценочных средств
4. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации
 - 4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации
 - 4.2. Критерии оценивания промежуточной аттестации по видам оценочных средств
 - 4.3. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций.

 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 04.03.01 «Химия» направленность «Химия» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»			
Версия документа - 1	стр. 3 из 11	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

1. Паспорт фонда оценочных средств

Направление подготовки: 04.03.01 «Химия»

Направленность (профиль): 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:

Код и наименование компетенции согласно ФГОС	Индикаторы достижения компетенций согласно ОПОП ВО	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	3	4
ОПК–3. Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники	ОПК–3-1. Знает базовые основы химического и математического моделирования; ОПК-3-2. Умеет использовать расчетно-теоретические и компьютерные программы для решения профессиональных задач; ОПК-3-3. Имеет практический опыт применения расчетно-теоретических и компьютерных программ в конкретных областях профессиональной деятельности.	ОПК-3-1. Знать: основы химического и математического моделирования структуры и состава химических соединений. Уметь: применять моделирование для установления структуры и состава химических веществ. Владеть: навыками химического и физического моделирования. ОПК-3-2. Знать: основные компьютерные программы, расчетно-графические приемы, применяемые при физических исследованиях химических соединений. Уметь: применять данные, полученные с помощью расчетов при интерпретации результатов физических методов исследования. Владеть: компьютерными программами, базами данных, необходимыми в применении физических методов исследования. ОПК-3-3. Знать: основные физические методы исследования, применяемые в химии. Уметь: использовать компьютеризированные расчеты в использовании методов исследования и интерпретации данных. Владеть: навыками применения компьютерных расчетов в выбранной профессиональной сфере.

 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 04.03.01 «Химия» направленность «Химия» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»			
Версия документа - 1	стр. 4 из 11	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

3. Содержание оценочных средств по дисциплине

3.1 Виды оценочных средств

Код, наименование компетенции согласно ФГОС	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине	Контролируемые темы/разделы	Семестр	Номер задания	Наименование оценочного средства
ОПК-3. Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники	ОПК-3-1. Знать: основы химического и математического моделирования структуры и состава химических соединений. Уметь: применять моделирование для установления структуры и состава химических веществ. Владеть: навыками химического и физического моделирования. ОПК-3-2. Знать: основные компьютерные программы, расчетно-графические приемы, применяемые при физических исследованиях химических соединений. Уметь: применять данные, полученные с помощью расчетов при интерпретации результатов физических методов исследования. Владеть: компьютерными программами, базами данных, необходимыми в применении физических методов исследования. ОПК-3-3. Знать: основные физические методы исследования, применяемые в химии. Уметь: использовать компьютеризированные расчеты в использовании методов исследования и	Раздел 1. Введение. Общая характеристика и классификация методов	8	1-4	Задание открытого типа с развернутым ответом
		Раздел 2. Виды движения. Энергетические состояния и переходы между ними в изолированной молекуле. Методы молекулярной спектроскопии	8	5-8	Задание открытого типа с развернутым ответом
		Раздел 3. Электронные состояния и электронные переходы в двухатомных и сложных молекулах	8	9-12	Задание открытого типа с развернутым ответом
		Раздел 4. Электронные спектры поглощения молекул в видимой и ультрафиолетовой областях	8	13-16	Задание открытого типа с развернутым ответом
		Раздел 5. Электронные спектры флуоресценции и фосфоресценции	8	17-20	Задание открытого типа с развернутым ответом
		Раздел 6. Спектроскопия колебательных переходов в молекулах	8	20-24	Задание открытого типа с развернутым ответом
		Раздел 7. Методы рентгеноэлектронной, фотоэлектронной и оже-спектроскопии	8	25-29	Задание открытого типа с развернутым ответом
		Раздел 8. Ядерный магнитный резонанс	8	30-34	Задание открытого типа с развернутым



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 04.03.01 «Химия» направленность «Химия» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 5 из 11

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

интерпретации данных. Владеть: навыками применения компьютерных расчетов в выбранной профессиональной сфере.	Раздел 9. Электронный парамагнитный резонанс	8	35-39	ответом Задание открытого типа с развернутым ответом
	Раздел 10. Методы масс-спектрометрии	8	40-44	Задание открытого типа с развернутым ответом
	Раздел 11. Методы определения геометрии молекул	8	45-49	Задание открытого типа с развернутым ответом
	Раздел 12. Ядерный квадрупольный резонанс	8	50-52	Задание открытого типа с развернутым ответом
	Раздел 13. Ядерный гамма-резонанс	8	53-57	Задание открытого типа с развернутым ответом
	Раздел 14. Методы определения электрических дипольных моментов молекул	8	58	Задание открытого типа с развернутым ответом
	Раздел 15. Методы изучения поляризуемости молекул. Дисперсия оптического вращения и оптический дихроизм	8	59-60	Задание открытого типа с развернутым ответом

3.2 Содержание оценочных средств

База тестовых вопросов открытого типа с развернутым ответом.

Прочитайте задание и запишите развернутый обоснованный ответ.

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

	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 04.03.01 «Химия» направленность «Химия» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»		
Версия документа - 1	стр. 6 из 11	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

6. Классификация электронных переходов в сложных молекулах (по Малликену и Каша) на примере карбонильных соединений. Схема электронных переходов в карбонильной группе.
7. По каким признакам можно идентифицировать полосы поглощения, обусловленные π - π^* и n - π^* электронными переходами?
8. Перечислить основные правила отбора электронных переходов молекул. Какими факторами определяются интенсивности полос поглощения электронных спектров молекул?
9. Сформулировать правило отбора электронных переходов по спину. Какие факторы могут нарушать спиновый запрет?
10. 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)?
11. Как отражается образование внутримолекулярных и межмолекулярных водородных связей на положение полос π - π^* и n - π^* переходов?
12. Как формулируется принцип Франка-Кондона для электронных переходов молекул?
13. Общая характеристика электронных переходов с переносом заряда.
14. Охарактеризовать основные элементы конструкции спектрофотометра для регистрации спектров поглощения в УФ и видимой областях спектра.
15. По диаграмме Яблонского перечислить и охарактеризовать основные фотофизические процессы, происходящие при поглощении молекулой кванта излучения.
16. При регистрации спектров поглощения или люминесценции в растворах часто наблюдается "размытие" и исчезновение тонкой структуры полос. В каком из растворителей (CCl_4 или CH_2Cl_2) это наиболее вероятно?
17. Что такое фосфоресценция и флуоресценция и каковы принципиальные различия между этими процессами?
18. Что такое интеркомбинационная конверсия и почему она возможна? Что такое энергетический и квантовый выход люминесценции?
19. Как можно объяснить правило зеркальной симметрии полос поглощения и люминесценции? Почему оно является приближенным?
20. Сформулируйте закон поглощения Ламберта-Бугера-Бера и объясните смысл параметров соответствующего уравнения.
21. Квантовомеханическое описание колебательных состояний молекул. Энергия колебательных уровней двухатомных и сложных молекул.
22. Схема классического решения прямой колебательной задачи.
23. Классификация колебательных уровней и переходов между ними в

	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 04.03.01 «Химия» направленность «Химия» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»		
Версия документа - 1	стр. 7 из 11	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

сложных молекулах на примере молекулы воды.

24. Что такое "основные" колебательные переходы, "обертоны", "составные" и "горячие" переходы в колебательных спектрах? Соотношение интенсивностей соответствующих полос поглощения.

25. Схема, объясняющая эффект комбинационного рассеяния. Какие факторы определяют вероятности переходов в ИК - спектрах поглощения и спектрах комбинационного рассеяния?

26. Дать определение нормальным колебаниям и нормальным колебательным координатам. Что такое естественные координаты и как они связаны с нормальными координатами?

27. Степени свободы молекулы. Число степеней свободы для молекул ацетилен, ацетон, бензол, этан. Какие естественные координаты можно ввести для молекул H_2O , CO_2 , CH_3Cl , $\text{CH}_2=\text{CH}_2$?

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

29. Какие существуют элементы и операции симметрии? Что такое точечная группа симметрии? Типы симметрии нормальных колебаний.

30. Концепция групповых или характеристических колебаний. Для каких целей используется эта концепция?

31. Как пользоваться таблицами характеров представлений точечных групп? Пояснить на примере молекулы SO_2 .

32. Блок-схема ИК - спектрофотометра. Основные способы получения и подготовки, образцов для регистрации ИК- спектров.

33. Вращательные переходы в микроволновой спектроскопии двухатомных и многоатомных линейных молекул. Правила отбора. Определение геометрических параметров молекул.

34. Вращательные переходы в микроволновой спектроскопии молекул типа симметричного волчка.

35. Вращательные переходы в микроволновой спектроскопии молекул типа асимметричного волчка.

36. Магнитные моменты атомных ядер. Энергия ядерных состояний во внешнем магнитном поле. Эффект Зеемана. Физический смысл явления ядерного магнитного резонанса.

37. Что такое спин-решеточная и спин-спиновая релаксация? Условия реализации ядерного магнитного резонанса.

38. Экранирование ядер электронами. Константы экранирования. Химический сдвиг сигналов ЯМР. Относительные химические сдвиги.

	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 04.03.01 «Химия» направленность «Химия» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»		
Версия документа - 1	стр. 8 из 11	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

Шкалы химических сдвигов.

39. Условия возникновения явления ЯМР. Схема ЯМР-спектрометра. Применение метода ЯМР в химии.

40. 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.

41. 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.

42. Как соотносятся интегральные интенсивности сигналов ЯМР для групп ядер одного и того же изотопа и интегральные интенсивности компонентов мультиплета? Правила определения числа линий в мультиплете.

43. Классификация и информативность констант спин-спинового взаимодействия. Уравнения Карплуса.

44. Условия возникновения электронного парамагнитного резонанса. Энергия взаимодействия магнитного момента электрона с внешним магнитным полем. Эффект Зеемана.

45. Что такое g-фактор Ланде и как он влияет на положение сигнала ЭПР?

46. Электрон - ядерное взаимодействие и сверхтонкая структура спектров ЭПР. Константа сверхтонкого взаимодействия.

47. Правила отбора для переходов между зеемановскими уровнями в системах с электрон- ядерным сверхтонким взаимодействием. Пояснить на схеме.

48. Основные элементы конструкции ЭПР-спектрометра. Применение ЭПР-спектроскопии в химии.

49. Условия получения спектров ядерного квадрупольного резонанса. Взаимодействие ядер, обладающих квадрупольным моментом, с электрическим полем.

50. Квадрупольные уровни энергии и частоты переходов для ядер со спином $I=1$ в аксиальном симметричном и асимметричном электрических полях.

51. Схема ЯКР-спектрометра. Применение спектроскопии ЯКР в химии.

52. Физические принципы методов рентгеновской и фотоэлектронной спектроскопии. Оже-спектроскопия. Энергия связи электрона с ядром.

53. Параметры и структура рентгено - фотоэлектронных спектров. Химические сдвиги. Информативность методов.

54. Условия получения рентгеноэлектронных, фотоэлектронных и оже-

 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 04.03.01 «Химия» направленность «Химия» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»			
Версия документа - 1	стр. 9 из 11	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

спектров Примеры применения методов в химии.

55. Физические принципы методов масс- спектрометрии. Процессы ионизации атомов и молекул. Способы ионизации.

56. Основные типы ионов в масс-спектрометрии.

57. Применение масс - спектрометрии в химии. Принципы конструкции масс - спектрометров.

58. Физические принципы получения спектров ядерного гамма - резонанса. Энергия отдачи ядер и энергия эффекта Допплера.

59. Влияние электрического квадрупольного и магнитного взаимодействий на спектры ядерного гамма - резонанса.

60. Условия, необходимые для реализации эффекта Мессбауэра. Схема устройства спектрометра ЯГР. Особенности эксперимента.

61. Применение ядерного гамма - резонанса в химии.

4. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации

Экзамен проводится письменно в присутствии преподавателя и предполагает развернутый, полный ответ на два Задания открытого типа с развернутым ответом. 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 проходит устное собеседование с преподавателем. Преподаватель может задавать дополнительные вопросы, касающиеся темы раздела. Оценочные средства представлены базой вопросов.

4.2. Критерии оценивания промежуточной аттестации по видам оценочных средств.

4.2.1 Критерии оценивания теоретического вопроса

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	Обучающийся хорошо знает материал, умеет	Обучающийся знаком с материалом, владеет достаточным для	Обучающийся не знает основных положений вопроса, не



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 04.03.01 «Химия» направленность «Химия» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 10 из 11	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
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.	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.	высказывания лексическим запасом. Обучающийся допускает фактические и языковые ошибки, не оперирует лексическим запасом по теме.	ориентируется в основных понятиях, излагает материал с трудом, с грубыми фактическими и языковыми ошибками, либо отказывается от ответов на вопросы.

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**:



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 04.03.01 «Химия» направленность «Химия» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 11 из 11

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

- 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;
- студент не способен дать развернутый ответ на дополнительные вопросы.

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

04.03.01 Химия

"Физические методы исследования в химии", 2026 года набора, очной формы обучения

Фонд оценочных средств дисциплины (модуля) одобрен и рекомендован:

Проректор по учебной работе

утверждено 27.02.26

А.А. Саламатов

Ученым советом химического факультета

Протокол заседания № 6 от 26.02.2026

Председатель Ученого совета

химического факультета

СОГЛАСОВАНО

В. А. Бурмистров

Заседанием ректората

Протокол заседания № 2 от 25.02.2026

Заведующий кафедрой

СОГЛАСОВАНО

А.И. Бирюков

Автор (составитель)

Т. В. Батманова

Структура фондов оценочных средств соответствует приказу ректора ФГБОУ ВО «ЧелГУ» от 27 сентября 2022 №573-1