

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

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
общей и неорганической химии



проф. Семенов В.Н.
19.04.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.21 Физические методы исследования

- 1. Код и наименование направления подготовки/специальности:**
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
- 2. Профиль подготовки/специализация:**
Фундаментальная химия в профессиональном образовании
- 3. Квалификация выпускника:** химик. Преподаватель химии
- 4. Форма обучения:** очная
- 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** общей и неорганической химии
- 6. Составители программы:** Семенов Виктор Николаевич, д. х. н., проф.
- 7. Рекомендована:** Научно-методическим советом химического факультета
11.04.2024, протокол № 4
- 8. Учебный год: 2028/2029 Семестр(ы): 9**

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Целями освоения учебной дисциплины являются:

формирование представлений о возможностях современных экспериментальных методов исследования свойств вещества.

Задачи учебной дисциплины:

- ознакомление с принципиальными основами, практическими возможностями и ограничениями важнейших для физических методов исследования;
- знакомство с аппаратным оснащением физических методов исследования и условиями проведения эксперимента.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина относится к обязательной части блока Б1.

Для успешного освоения дисциплины обучающиеся должны в достаточной мере владеть знаниями по базовым курсам, изучаемым в специалитете: неорганической химии, физической химии, кристаллохимии, физике.

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

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ОПК-1	Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности	ОПК-1.1	Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов	<i>Знать:</i> как систематизировать и анализировать результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов; <i>Уметь:</i> систематизировать и анализировать результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов; <i>Владеть:</i> систематизацией и анализом результатов химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результатов расчетов свойств веществ и материалов.
		ОПК-1.2	Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии	<i>Знать:</i> как предлагать интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии; <i>Уметь:</i> предлагать интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии; <i>Владеть:</i> интерпретацией результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии.

		ОПК-1.3	Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности	<i>Знать:</i> как формулировать заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности; <i>Уметь:</i> формулировать заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности; <i>Владеть:</i> навыками формулировать заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности.
ОПК-2.	Способен проводить химический эксперимент с использованием современного оборудования, соблюдая нормы техники безопасности	ОПК-2.1	Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности	<i>Знать:</i> как работать с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности; <i>Уметь:</i> работать с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности; <i>Владеть:</i> работой с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности.
		ОПК-2.2	Использует существующие и разрабатывает новые методики получения и характеристики веществ и материалов для решения задач профессиональной деятельности	<i>Знать:</i> как использовать существующие и разрабатывать новые методики получения и характеристики веществ и материалов для решения задач профессиональной деятельности; <i>Уметь:</i> использовать существующие и разрабатывать новые методики получения и характеристики веществ и материалов для решения задач профессиональной деятельности; <i>Владеть:</i> использованием существующих и разработкой новых методик получения и характеристики веществ и материалов для решения задач профессиональной деятельности.
		ОПК-2.3	Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием современного научного оборудования	<i>Знать:</i> как проводить исследования свойств веществ и материалов с использованием современного научного оборудования; <i>Уметь:</i> проводить исследования свойств веществ и материалов с использованием современного научного оборудования; <i>Владеть:</i> проведением исследований свойств веществ и материалов с использованием современного научного оборудования.
ОПК-3.	Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их	ОПК-3.1	Применяет теоретические и полуэмпирические модели при решении задач химической направленности	<i>Знать:</i> как применять теоретические и полуэмпирические модели при решении задач химической направленности; <i>Уметь:</i> применять теоретические и полуэмпирические модели при решении задач химической направленности; <i>Владеть:</i> применением теоретических и полуэмпирических моделей при решении задач химической направленности.

	участием, используя современное программное обеспечение и базы данных профессионального назначения	ОПК-3.2	Использует стандартное программное обеспечение и специализированные базы данных при решении задач профессиональной деятельности	<i>Знать:</i> как использовать стандартное программное обеспечение и специализированные базы данных при решении задач профессиональной деятельности; <i>Уметь:</i> использовать стандартное программное обеспечение и специализированные базы данных при решении задач профессиональной деятельности; <i>Владеть:</i> стандартным программным обеспечением и специализированными базами данных при решении задач профессиональной деятельности.
--	--	---------	---	---

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час – 2/72

Форма промежуточной аттестации (зачет/экзамен) – зачет с оценкой

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость		
		Всего	По семестрам	
			9 семестр	__ семестр
Аудиторные занятия		54	54	
в том числе	лекции	22	22	
	практические	32	32	
	лабораторные			
Самостоятельная работа		18	18	
Форма промежуточной аттестации (экзамен – __ час)				
Итого:			72	

13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн - курса, ЭУМК
1. Лекции			
1.1	Введение	Значение ФМИ в химии. Общая характеристика и классификация методов.	*- в случае перевода студентов на дистанционное обучение <u>все</u> <u>разделы</u> дисциплины могут быть реализованы с помощью электронного курса на образовательном портале ВГУ: https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11716
1.2	Оптические методы исследования	Оптические методы исследования. Взаимодействие электромагнитного излучения и корпускулярного излучения с ядрами, атомами, молекулами и их структурными образованиями. Колебательная спектроскопия. Виды движения атомов и молекул. Колебания двухатомных молекул. Применение колебательной спектроскопии для химических исследований.	

1.3	Рентгеновские методы исследования	Природа рентгеновских спектров. Закон Мозли. Дифракция рентгеновских лучей на кристаллах. Закон Вульфа-Брэгга. Методы рентгено-структурного анализа. Фазовый анализ. Рентгеновская дифрактометрия. Анализ по вторичному рентгеновскому излучению.	
1.4	Газовая Электронография	Рассеяние электронов двухатомной молекулой в гармоническом приближении колебания ядер. Схема эксперимента. Условия получения электронограмм.	
1.5	Масс - спектроскопия.	Принцип действия масс-спектрометра и его устройство. Методы ионизации. Времяпролетный масс-спектрометр. Примеры расшифровки масс – спектров. Идентификация вещества. Роль разрешения, потенциалов появления, методов ионизации, метастабильных ионов.	
1.6	Магнетохимия	Поведение вещества во внешнем постоянном магнитном поле. Природа явлений диа-, пара-, ферро- и ферромагнетизма. Законы Кюри и Кюри-Вейса. Микроскопическая природа магнетизма.	
1.7	Резонансные методы.	Электронный парамагнитный резонанс. Условия резонанса. Достоинства и ограничения метода. Ядерный магнитный резонанс. Характеристика ядер. Зеемановское расщепление. Условия резонанса. Химический сдвиг. Константа экранирования ядра.	
2. Практические занятия			
2.1	Введение	Значение ФМИ в химии. Общая характеристика и классификация методов.	
2.2	Оптические методы исследования	Взаимодействие электромагнитного излучения и корпускулярного излучения с ядрами, атомами, молекулами и их структурными образованиями. Колебательная спектроскопия. Виды движения атомов и молекул. Колебания двухатомных молекул. Применение колебательной спектроскопии для химических исследований.	
2.3	Рентгеновские методы исследования	Природа рентгеновских спектров. Закон Мозли. Дифракция рентгеновских лучей на кристаллах. Закон Вульфа-Брэгга. Методы рентгено-структурного анализа. Фазовый анализ. Рентгеновская дифрактометрия. Анализ по вторичному рентгеновскому излучению.	
2.4	Газовая Электронография	Рассеяние электронов двухатомной молекулой в гармоническом приближении колебания ядер. Схема эксперимента. Условия получения электронограмм.	
2.5	Масс - спектроскопия.	Принцип действия масс-спектрометра и его устройство. Методы ионизации. Времяпролетный масс-спектрометр. Примеры расшифровки масс – спектров. Идентификация вещества.	
2.6	Магнетохимия	Поведение вещества во внешнем постоянном магнитном поле. Природа явлений диа-, пара-, ферро- и ферромагнетизма. Законы Кюри и Кюри-Вейса. Микроскопическая природа магнетизма.	
2.7	Резонансные методы.	Электронный парамагнитный резонанс. Условия резонанса. Достоинства и ограничения метода. Ядерный магнитный резонанс. Характеристика ядер. Зеемановское расщепление. Условия резонанса. Химический сдвиг. Константа экранирования ядра.	
3. Лабораторные занятия			
3.1			
3.2			

* Заполняется, если отдельные разделы дисциплины изучаются с помощью онлайн-курса. В колонке Примечание необходимо указать название онлайн-курса или ЭУМК. В других случаях в ячейки ставятся прочерки.

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоят. работа	Всего
1	Введение	2	2		2	6
2	Оптические методы исследования	2	2		2	6
3	Рентгеновские методы исследования	4	6		2	12
4	Газовая Электронография	2	4		2	8
5	Масс - спектроскопия.	2	4		2	8
6	Магнетохимия	4	6		4	14
7	Резонансные методы.	6	8		4	18
Итого:		22	32		18	72

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методические материалы, доступные в локальной сети Университета (сайт библиотеки), включают в себя следующие типы материалов: учебники, учебные пособия, методические указания для студентов, в которых изучаемый материал представлен в систематизированном и структурированном виде, и которые включают в себя необходимые таблицы, схемы и материалы презентаций, с опорой на которые проводится аудиторная работа. Также в локальной сети размещены методические указания для преподавателя и указания для самопроверки. На протяжении курса студенты по инициативе лектора обсуждают в аудитории наиболее сложные вопросы и детали курса.

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

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	<i>Ярышев Н.Г. Физические методы исследования и их практическое применение в химическом анализе / Н.Г. Ярышев ; Панкратов Д. А. ; Токарев М. И. ; Камкин Н. Н. ; Родякина С. Н. — Москва : Прометей, 2012. — 159 с. ISBN 978-5-4263-0122-1. — <URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=212909></i>
2	<i>Пентин Ю. А. Физические методы исследования в химии / Ю. А. Пентин, Л. В. Вилков. - Москва : Мир. 2012. - 688 с.</i>
3	<i>Физические методы исследования неорганических веществ: учеб. пособие / Т. Г. Баличева [и др.] ; под ред. А. Б. Никольского. - Москва : Academia. 2006. - 442 с.</i>

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
4	Вилков Л. В. Физические методы исследования в химии. Резонансные и электрооптические методы / Л.В. Вилков, Ю. А. Пентин. – М. : Высш. шк., 1989.
5	Накамото К. ИК-спектры и спектры КР неорганических и координационных соединений / К. Накамото. – М. : Мир, 1991.
6	Липсон Г. Интерпретация порошковых рентгенограмм / Г. Липсон, Г. Стипл. – М. : Мир, 1972.
7	Сергеев Н. М. Спектроскопия ЯМР / Н. М. Сергеев. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1981.
8	Зенкевич И. Г. Интерпретация масс-спектров органических соединений / И. Г. Зенкевич, Б. В. Иоффе. – Л. : Химия, 1986.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет):

№ п/п	Ресурс
1	Электронная библиотека ЗНБ ВГУ
2	Электронно-библиотечная система "Консультант студента" http://www.studentlibrary.ru/

3	Электронно-библиотечная система «Лань» https://e.lanbook.com/
4	Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» https://biblioclub.ru/
5	Научная электронная библиотека http://elibrary.ru
6	Электронный курс «Методы исследования дефектообразования в кристаллах» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11716

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы
(учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.)

№ п/п	Источник
1	пункты 1 – 3 а), пункты 4 – 7 б)

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

При реализации дисциплины проводятся лекции (вводная и по разделам дисциплины), семинарские занятия (проблемные, дискуссионные и т. д.), проводится текущая аттестация, самостоятельная работа по дисциплине или отдельным ее разделам и т. д.

В случае перевода студентов на дистанционное обучение дисциплина может быть реализована с помощью электронного курса на образовательном портале ВГУ <https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11716>

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Мультимедийное оборудование для чтения лекций с использованием электронных презентаций.

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

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

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенции	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1	Спектральные методы исследования	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Практикоориентированные задания / домашние задания
			ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2	
2	Прочие оптические и магнетохимические методы	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2	Практикоориентированные задания / домашние задания
3	Резонансная спектроскопия	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2	Практикоориентированные задания / домашние задания

4	Электронная спектроскопия	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2	Практикоориентированные задания / домашние задания
5	Масс-спектрометрия	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2	Практикоориентированные задания / домашние задания
6	Дифракционные методы исследования	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2	Практикоориентированные задания / домашние задания
7	Электронная и атомная силовая микроскопия	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2	Практикоориентированные задания / домашние задания
Промежуточная аттестация форма контроля – зачет с оценкой				Перечень вопросов

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

20.1 Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

- Презентация рефератов
- Контрольные работы;
- Устный опрос.

Примеры контрольных работ

Контрольная работа №1

1. Понятие корректно поставленных задач в математике.
2. Природа явлений диа-, пара- и ферромагнетизма. Законы Кюри и Кюри-Вейса.

Контрольная работа №2

1. Дифракция рентгеновских лучей на кристаллах (закон Вульфа-Брегга).
2. Эффект Зеемана (поведение электрона в магнитном поле).

Выполнение контрольных работ оценивается по пятибалльной системе.

20.2 Промежуточная аттестация

Если студент выполняет презентацию реферата на положительную оценку и имеет положительные оценки по контрольным работам и устным опросам, то ему может быть выставлен дифференцированный зачет «автоматом» как средняя оценка по текущим аттестациям. В случае неудовлетворительных оценок или в случае несогласия студента с предложенной оценкой, проводится собеседование по перечню вопросов к зачету

Перечень вопросов к зачету:

1. Методы определения физических свойств. Физическая теория метода. Прямая и обратная задачи физического метода. Понятие корректно поставленных задач в математике.
2. Электромагнитное излучение - основные характеристики излучения (частота, длина волны, волновое число).
3. Абсорбционная спектроскопия в видимой и ультрафиолетовой (УФ) областях. Валентные, деформационные, крутильные колебания молекул. Принцип Франка–Кондона. Закон Бугера-Ламбета-Бера. Колебательные спектры поглощения.
4. Классическая модель колебания двухатомной молекулы. Колебания молекулы в приближении гармонического и ангармонического осцилляторов (кривая Морзе). ИК-спектроскопия - техника и методики (ИК-прозрачные материалы, приготовление образцов).
5. Рентгеновское излучение и его взаимодействие с веществом. Опасные факторы рентгеновского излучения. Устройство современной рентгеновской трубки. Метод регистрации рентгеновских лучей.
6. Типы и природа возникновения рентгеновских спектров. Закон Мозли.
7. Дифракция рентгеновских лучей на кристаллах (закон Вульфа-Брегга). Рентгеноструктурный анализ (метод Лауэ и метод порошка).
8. Рентгенофазовый анализ. Анализ по вторичному рентгеновскому излучению (рентгенофлуоресцентный)
9. Рентгеновская дифрактометрия.
10. Волновые представления Де Бройля. Электронограф Вирля, схема эксперимента. Использование секторного устройства. Возможности и недостатки электронографического метода.
11. Открытие нейтрона. Тепловые нейтроны. Нейтронография и ее возможности.
12. Механизмы ионизации (молекулярная, диссоциативная). Способы ионизации (электронный удар, фотоионизация, химическая ионизация, комбинированные методы).
13. Кривая эффективности ионизации ионов. Параметры ионов, изучаемых в масс-спектрометрах. Устройство ионного источника.
14. Принципиальная схема магнитного масс-спектрометра (расчет радиуса кривизны траектории движения ионов).
15. Времяпролетный масс-спектрометр.
16. Поведение веществ во внешнем магнитном поле. Магнитная восприимчивость веществ.
17. Природа явлений диа-, пара- и ферромагнетизма. Законы Кюри и Кюри-Вейса. Петля гистерезиса. Экспериментальное определение поправки Вейса.
18. Измерение магнитной восприимчивости (методы Гуи, Квинке, Фарадея).
19. Эффект Зеемана (поведение электрона в магнитном поле). Условие ЭПР. Вид спектра ЭПР и основные параметры линии спектра ЭПР (резонансное значение напряженности магнитного поля и g -фактор, интенсивность, ширина и форма линии). Расщепление сигнала ЭПР при взаимодействии с одним и несколькими ядрами.
20. Блок-схема спектрометра ЭПР, особенности эксперимента. Достоинства и ограничения метода.
21. Метод ядерного магнитного резонанса (ЯМР). Существующие типы ядер атомов и их магнитные свойства. Электрический квадрупольный момент ядра. Физические основы

ЯМР. Снятие вырождения спиновых состояний в постоянном магнитном поле. Условие резонанса.

22. Химический сдвиг в спектрах ЯМР. Константа экранирования ядра.

23. Блок-схема спектрометра ЯМР и ее отличие от схемы ЭПР.

Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации, проводимой в традиционной форме по билетам:

Для оценивания результатов обучения на дифференцированном зачете используются следующие показатели:

- владение понятийным аппаратом химии дефектов (теоретическими основами дисциплины),
- способность иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований,
- применять теоретические знания для решения практических задач по оценке концентрации и энергии образования точечных дефектов в кристаллах,
- знание современных методов экспериментального наблюдения дефектов в кристаллах.

Для оценивания результатов обучения на дифференцированном зачете используется шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Полное соответствие ответа обучающегося всем перечисленным критериям. Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом химии дефектов (теоретическими основами дисциплины), способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач по оценке концентрации и энергии образования точечных дефектов в кристаллах, знает основы современных методов экспериментального наблюдения дефектов в кристаллах.	Повышенный уровень	Отлично
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует одному из перечисленных показателей, но обучающийся дает правильные ответы на дополнительные вопросы. Недостаточно демонстрирует умение применять теоретические знания для решения ситуационных практических задач.	Базовый уровень	Хорошо
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует двум из перечисленных показателей. Знание основного учебного материала, предусмотренного программой; ответ неполный, без обоснований, объяснений, с ошибками, которые устраняются по дополнительным вопросам преподавателя.	Пороговый уровень	Удовлетворительно
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым трем из перечисленных показателей. Знания несистематические, отрывочные; в ответах допущены грубые, принципиальные ошибки, которые не устраняются после наводящих вопросов преподавателя.	–	Неудовлетворительно

Вопросы для диагностической работы

ОПК-1

Закрытые вопросы

1. Сколько видов рентгеновского излучения различают по способам возникновения
а) 1;
б) 2;
с) 3;
д) 4
2. Дифракция рентгеновских лучей подчиняется уравнению Вульфа-Брегга
а) $2dn = \sin\theta$;
б) $2d\sin\theta = n\lambda$;
в) $\lambda = 2d\sin\theta$;
г) $2d = n\lambda\sin\theta$;
3. Что позволяет определить Рентгенофлуоресцентный анализ
а) симметрию кристалла;
б) межплоскостное расстояние кристаллической решетки;
с) элементный состав;

Открытые вопросы

1. Волновая природа рентгеновских лучей была установлена
- *ответ: М. Лауэ*
2. Характеристические рентгеновские спектры атомов зависят от химического окружения?
- *ответ: НЕТ*
3. Для какого рентгеновского излучения справедлив закон Мозли?
- *ответ: Характеристического*

ОПК-2

Закрытые вопросы

4. Рентгенофлуоресцентным методом можно определять начиная с
а) магния;
б) кальция;
в) серы;
г) железа;
5. Изменение материала анода рентгеновской трубки приводит к изменению
а) параметра кристаллической решетки;
б) кристаллографической текстуры;
в) коэффициента полезного действия трубки;
г) характеристического рентгеновского спектра;
6. Какие молекулы, из приведенных ниже, нельзя изучать методом ИК-спектроскопии
а) O₂;
б) CO;
с) NO;

д) CH_4

Открытые вопросы

1. Какой параметр кристаллической решетки позволяет определить метод Дебая - Шеррера
- *ответ: межплоскостное расстояние*
2. Какая область оптического излучения была открыта в **1800** году английским астрономом **У.Гершелем**.
- *ответ: Инфракрасная*
3. Открытие нейтрона в 1932 году принадлежит физики
- *ответ: Чедвику*

ОПК-3

Закрытые вопросы

1. g-фактор спектроскопического расщепления для свободного электрона принимает значение, равное
а) 2,00232;
б) 2,0036;
в) 2,00059;
г) 2,00186;
2. ЭПР – спектроскопия...
а) позволяет определять структуры молекул и концентрации веществ, имеющих неспаренные электроны;
б) основана на взаимодействии внешних электронов с переменным магнитным полем;
в) использует магнитный резонанс атомов, помещённых в поток рентгеновских лучей;
г) основана на явлении резонанса ядер атомов.
3. Метод ЯМР...
а) используют для анализа веществ, атомы которых имеют ядра с нечётным количеством протонов;
б) основан на взаимодействии ядер атомов, имеющими магнитный момент с постоянным магнитным полем;
в) позволяет измерять оптическую активность веществ;
г) основан на анализе спектров люминесценции веществ в процессе ЯМР.

Открытые вопросы

1. Расщепление энергетических уровней атомов и молекул в магнитном поле описывается эффектом
- *ответ: Зеемана*
2. Явление электронного парамагнитного резонанса открыл
- *ответ: Завойский*
3. Какой год считается годом открытия явления ЯМР
- *ответ: 1945*
4. Можно ли ядра с четным числом протонов и нейтронов исследовать методом ЯМР
- *ответ: НЕТ*