

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

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
материаловедения и индустрии наносистем



В.М. Иевлев
20.06.2018г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.Б.14 Структурная химия и кристаллохимия

Код и наименование дисциплины в соответствии с Учебным планом

- 1. Шифр и наименование направления подготовки/специальности:
04.03.02 Химия, физика и механика материалов**
- 2. Профиль подготовки/специализации:** химия, физика и механика материалов
- 3. Квалификация (степень) выпускника:** бакалавр
- 4. Форма образования:** очная
- 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:**
Кафедра материаловедения и индустрии наносистем
- 6. Составители программы:** **Самойлов Александр Михайлович,
доктор химических наук, профессор**
- 7. Рекомендована:** Научно-методическим советом химического факультета,
протокол № 5 от 24.05.2018
- 8. Учебный год:** 2019-2020 **Семестр(-ы):** 3

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Данная дисциплина состоит из двух частей: структурной химии (стереохимии) и кристаллохимии.

Основной задачей курса структурной химии (стереохимии) является изложение общетеоретического фундамента пространственного строения молекул и кристаллов. Рассматриваются общетеоретические концепции, законы, теории, такие, макроскопические признаки кристаллов, симметрия как всеобщее свойство природы, элементы симметрии первого и второго рода, точечные группы, классы симметрии, трансляционная симметрия, сингонии, решетки Браве, прямая и обратные решетки, теория химического строения, химическая связь, пространственные группы, теория плотнейших шаровых упаковок, закон постоянства двугранных углов и т.д. Изучение разделов структурной химии (стереохимии) преследует цель развить у студентов пространственное химическое мышление, научить теоретическому подходу к научным проблемам и критически воспринимать, казалось бы, незыблемые химические теории, т.к. все они неизбежно уточняются со временем.

Цель и задача кристаллохимии состоит в изучении зависимости пространственного строения веществ, их физико-химических свойств в зависимости от типа химической связи, которая реализуется между структурными единицами вещества. В основу положены свойство симметрии и Периодический закон как основа химической систематики. Рассматривается классификация структурных типов и особенностей пространственного строения простых веществ, а также бинарных и сложных химических соединений. Изучаются особенности стереохимии комплексных соединений и металлоорганических соединений. Серьезное внимание уделяется стереохимии и кристаллохимии наиболее перспективных функциональных материалов. Уделяется внимание изучению путей развития структурной химии, проблеме получения новых неорганических веществ с заранее заданными свойствами (полупроводники, ферриты, неорганические полимеры, жидкие кристаллы, нанотрубки, наноструктуры и т.п.).

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: (цикл, к которому относится дисциплина, требования к входным знаниям, умениям и компетенциям, дисциплины, для которых данная дисциплина является предшествующей)

Учебный курс входит в блок Б1, базовую часть.

Для успешного освоения учебной программы студент должен освоить курс неорганической химии и аналитической геометрии (высшая математика). Основные теоретические положения структурной химии и кристаллохимии являются одной из важнейших естественных наук. Знать основные свойства различных агрегатных состояний вещества. Знать элементы симметрии, уметь проводить кристаллографическое индентирование узлов, ребер (направлений) и граней (плоскостей) кристаллической решетки. Знать основные структурные типы металлов, неметаллов, а также бинарных, тройных и многокомпонентных соединений. Уметь применять законы и положения структурной химии и кристаллохимии к рассмотрению пространственного строения веществ, уметь устанавливать взаимосвязь между типом химической связи, пространственным строением и физико-химическими свойствами веществ. Уметь определять координационные числа и координационные многогранники в кристаллических структурах. Уметь пользоваться шаростержневыми моделями молекул и кристаллов, решать типовые задачи по структурной химии и кристаллохимии.

11. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

а) профессиональные (ПК) ОПК-1, ОПК-3, ПК-3

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

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ОПК-1	Способность использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - отличительные свойства вещества в четырех различных агрегатных состояниях; - основные макроскопические признаки кристаллического вещества; - определение кристаллов; - законы классической кристаллографии: закон постоянства двугранных углов, закон изоморфизма и закон простых целых чисел; - принципы построения сферических, стереографических и гномостереографических проекций кристаллических многогранников; - основные положения теории групп применительно к выводу точечных групп (классов симметрии); - основные свойства трансляционной симметрии; - элементы симметрии кристаллических структур: плоскости скользящего отражения и винтовые оси; - представления о прямой и обратной решетке; - основные положения теории плотнейших шаровых упаковок; - принципы кристаллографического индцирования узлов, отрезков (ребер) и плоскостей (граней); <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - использовать Периодический закон Д.И. Менделеева для систематики кристаллических структур неорганических простых веществ и химических соединений; - применять законы классической кристаллографии (закон постоянства двугранных углов, закон изоморфизма, закон простых целых чисел) для систематики кристаллических структур; - строить сферические, стереографические и гномостереографические проекции кристаллических многогранников; - определять элементы симметрии I и II рода в кристаллических многогранниках; - применять основные положения теории групп применительно к выводу точечных групп (классов симметрии); - применять основные свойства трансляционной симметрии для анализа кристаллических структур; <p>Владеть (иметь навык(и)):</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами построения сферических, стереографических и гномостереографических проекций кристаллических многогранников; - методами кристаллографического индцирования

		<p>узлов, отрезков (ребер) и плоскостей (граней) для кристаллических многогранников и кристаллических структур;</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами анализа кристаллических структур металлов с позиций теории плотнейших шаровых упаковок; - методами определения координационных чисел и координационных многогранников в кристаллических структурах; - методологией применения сеток Вульфа для анализа кристаллических многогранников;
ОПК-3	Способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Периодический закон Д.И. Менделеева применительно к систематике кристаллических структур неорганических простых веществ и химических соединений; - методы планиметрического и стереометрического построения 2D-фигур и 3D-многогранников; - методы аналитической геометрии для определения координат узлов, ребер (отрезков) и граней в кристаллических структурах; - методы векторной алгебры для определения элементарных трансляций и элементарных ячеек в пространстве обратной решетки; - методы термодинамики для расчета энергии кристаллической решетки - цикл Борна - Габеры; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - использовать Периодический закон Д.И. Менделеева для систематики кристаллических структур неорганических простых веществ и химических соединений; - применять основные положения теории групп применительно к выводу точечных групп (классов симметрии); - применять основные свойства трансляционной симметрии для анализа кристаллических структур; <p>Владеть (иметь навык(и)):</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами построения сферических, стереографических и гномостереографических проекций кристаллических многогранников; - методами кристаллографического индцирования узлов, отрезков (ребер, направлений) и плоскостей (граней) в кристаллических структурах; - методами расчета энергии кристаллических решеток;
ПК-3	Владение системой фундаментальных химических понятий	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - кристаллографическую символику, используемую для построения стереографических и гномостереографических проекций элементов симметрии и граней кристаллических многогранников; - 47 простых форм кристаллических многогранников; - 5 типов двумерных и 14 типов пространственных решеток Браве; - элементы симметрии I и II рода кристаллических многогранников; - теоремы о сочетании элементов симметрии I и II рода кристаллических многогранников; - элементы симметрии кристаллических структур; - отличительные признаки кристаллов низшей, средней и высшей кристаллографических категорий;

		<ul style="list-style-type: none"> - параметры кристаллической решетки в векторном и скалярном выражении; - правила выбора элементарных ячеек плоских сеток и пространственных решеток; - отличительные признаки кристаллов низшей, средней и высшей кристаллографических категорий; - принципы построения элементарных ячеек и систем координат триклинной, моноклинной, ромбической, тригональной, тетрагональной, гексагональной и кубической сингоний; - методы расчета энергии кристаллической решетки, уравнения Борна - Ланде, формулу Капустинского, формулу Ферсмана; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - определять наличие 47 простых форм кристаллических многогранников в комбинациях простых форм; - определять 5 типов двумерных и 14 типов пространственных решеток Браве; - определять элементы симметрии I и II рода в кристаллических многогранниках; - определять элементы симметрии кристаллических структур; - определять признаки кристаллов низшей, средней и высшей кристаллографических категорий; - определять элементарные ячейки плоских сеток и пространственных решеток в соответствии с правилами выбора; - принципы построения элементарных ячеек и систем координат триклинной, моноклинной, ромбической, тригональной, тетрагональной, гексагональной и кубической сингоний; <p>рассчитывать энергию кристаллической решетки по уравнениям Борна - Ланде, формуле Капустинского, формуле Ферсмана;</p> <p>Владеть (иметь навык(и)):</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами анализа кристаллических структур простых веществ в соответствии с положениями теории плотнейших шаровых упаковок; - методами анализа структур бинарных (NaCl, CsCl, ZnS, CaF₂, TiO₂, SiO₂, Al₂O₃ - корунд) соединений. Анализ структур тройных (перовскит CaTiO₃, шпинель MgAl₂O₄) и многокомпонентных соединений в соответствии с положениями теории плотнейших шаровых упаковок; - методами расчета энергии кристаллических решеток; - методами решения типовых задач по структурной химии и кристаллохимии.
--	--	--

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/часах в соответствии с учебным планом — 3 / 108.

12.1 Форма промежуточной аттестации - зачет с оценкой (дифференцированный зачет)

13. Виды учебной работы:

Вид учебной работы	Трудоемкость (часы)			
	Всего	По семестрам		
		№ сем.	№ сем.
Аудиторные занятия	68	3		
в том числе: лекции	34	3		
практические	-			
лабораторные	34	3		
Самостоятельная работа	40	3		
Зачет с оценкой	0			
Итого:	108			

13.1. Содержание разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1. Лекции		
1	Введение. Понятие симметрии. Симметрия как всеобщее свойство природы. Стереохимия и кристаллохимия.	Предмет и задачи структурной химии и кристаллохимии. Симметрия в природе и творениях человека. Стереохимия и кристаллохимия. Кристаллохимия: ее основные задачи как науки. Физическая и геометрическая кристаллография. Место структурной химии и кристаллохимии среди других естественных наук.
2	Агрегатное состояние вещества. Кристаллы. Аморфное и кристаллическое состояние твердых тел. Основные понятия стереохимии и кристаллохимии.	Агрегатное состояние вещества. Свойства газов, жидкостей, твердых тел и плазмы. Кристаллическое и аморфное состояние твердого тела. Основные понятия о кристаллах. Поли- и монокристаллы. Явления полиморфизма и аллотропии. Дефекты кристаллической структуры. Идеальные и реальные кристаллы. Проявление упорядоченности в газообразных и конденсированных системах. Понятие о фазе – носителе свойств вещества в кристаллах немалекулярной структуры. Способы изображения структуры веществ.
3	Макроскопические признаки кристаллов. Закон постоянства двугранных углов.	Макроскопические свойства кристаллов: однородность, анизотропия, симметрия, ограниченность. Закон постоянства двугранных углов: классическая формулировка и современное прочтение. Естественные и искусственные кристаллы.
4	Кристаллографические проекции.	Полярный комплекс кристалла. Кристаллографические проекции: сферическая, стереографическая и гномостереографическая. Системы координат. Сетки Вульфа. Правила построения стереографической и

		гномостереграфической проекций.
5	Элементы симметрии конечных фигур.	Элементы симметрии конечных фигур. Элементы симметрии 1-го рода: центр симметрии, плоскость зеркального отражения. Оси симметрии: элементарный угол поворота и порядок оси. Элементы симметрии 2-го рода: инверсионные оси, зеркально-поворотные оси.
6	Сочетание элементов симметрии.	Сложение элементов симметрии. Основные теоремы о сложении элементов симметрии.
7	Трансляционная симметрия. Понятие об элементарной ячейке.	Понятие о трансляционной симметрии. Элементарная трансляция. Бесконечный узловый ряд, плоская сетка, пространственная решетка. Условия выбора элементарных ячеек плоской сетки и пространственной решетки. Параметры элементарной ячейки. Кристаллическая структура и пространственная решетка. Теорема Кюри.
8	Категории и сингонии.	Симметрично равные и единичные направления в кристаллах. Категории (высшая, средняя и низшая) и сингонии (кубическая, тетрагональная, тригональная, гексагональная, ромбическая, моноклинная и триклинная). Кристаллографические координатные оси. Метрика и установка кристаллов различных сингоний.
9	Формула и класс симметрии. Понятие о точечной группе.	Символика Браве, международная символика Германа-Могена, символика Шенфлиса. Формула и класс симметрии. Понятие о точечной группе. Основные принципы вывода 32 классов симметрии. Примитивные, центральные, аксиальные, планальные, план-аксиальные, инверсионно-примитивные и инверсионно-планальные группы классов симметрии.
10	Формы кристаллических многогранников. Простая форма и комбинация простых форм.	Формы кристаллических многогранников. Простая форма и комбинация простых форм. Характеристика простых форм по числу граней и их положению относительно элементов симметрии. Энантиоморфизм. Общие и частные простые формы. Гемидрия, тетардоэдрия, огдоэдрия.
11	Кристаллографическое индцирование. Символы узлов, направлений (ребер) и плоскостей (граней).	Кристаллографическое индцирование. Символы узлов, направлений (ребер) и плоскостей (граней). Параметры Вейсса, индексы Миллера. Особенности гексагональной сингонии. Закон целых чисел. Понятие о единичной грани.
12	Решетки Браве. Прямая и обратные решетки.	Решетки Браве, условия их выбора. Примитивные, базоцентрированные, объемно-центрированные и гранецентрированные решетки. Прямая и обратная решетка. Свойства обратной решетки.

13	Элементы симметрии кристаллических структур. Пространственные группы симметрии.	Элементы симметрии кристаллических структур: плоскости скользящего отражения, винтовые оси. Правые, левые и нейтральные винтовые оси. Теоремы о сочетании элементов симметрии кристаллических структур. Понятия о пространственных группах симметрии (Е.С. Федоров). Энергия кристаллической решетки. Примеры расчета энергии кристаллических решеток. Цикл Борна-Габера.
14	Теория плотнейших шаровых упаковок. Основные структурные типы металлов.	Теория плотнейших упаковок равновеликих шаров. Кубическая и гексагональная плотнейшие упаковки. Типы пустот в шаровых упаковках. Упаковки неравновеликих шаров. Координационные числа и координационные многогранники. Структура кристаллов и структурный тип. Три основных структурных типа металлов: Cu, Mg и α -Fe. Распределение структурных типов металлов по Периодической системе элементов.
15	Основные кристаллохимические особенности металлического, ковалентного и ионного типов связи.	Основные кристаллохимические особенности металлического, ковалентного и ионного типов связи. Основные типы взаимодействия металлов друг с другом. Кристаллические структуры твердых растворов металлов и интерметаллических соединений. Соединения Курнакова, фазы внедрения, фазы Лавеса, электронные соединения Юм-Розери. Ионные радиусы. Размерный фактор в кристаллических структурах с ионной связью. Поляризация ионов. Классификация структурных типов по Г.Б. Бокию.
16	Основные структурные типы неметаллов, бинарных, тройных и многокомпонентных соединений. Структуры комплексных и металлоорганических соединений. Основные положения стереохимии и кристаллохимии органических соединений. Изомерия.	Кристаллические структуры простых веществ – неметаллов: структуры алмаза, графита. Структуры халькогенов и пниктогенов. Правило Юм - Розери. Формула Пирсона. Анализ структур бинарных (NaCl, CsCl, ZnS, CaF ₂ , TiO ₂ , SiO ₂ , Al ₂ O ₃ - корунд) соединений. Анализ структур тройных (перовскит CaTiO ₃ , шпинель MgAl ₂ O ₄) и многокомпонентных соединений. Кристаллические структуры силикатов. Структуры комплексных и металлоорганических соединений. Основные положения стереохимии и кристаллохимии органических соединений. Изомерия.
17	Структура перспективных функциональных материалов. Жидкие кристаллы. Фуллерены. Углеродные нанотрубки. Наноструктуры.	Структура перспективных функциональных материалов. Жидкие кристаллы: нематические, смектические и холестерические. Фуллерены. Углеродные нанотрубки. нанокерамика. Наноструктуры.
2. Лабораторные занятия		

1	Введение. Понятие симметрии. Симметрия как всеобщее свойство природы. Стереохимия и кристаллохимия.	Предмет и задачи структурной химии и кристаллохимии. Симметрия в природе и творениях человека. Стереохимия и кристаллохимия. Кристаллохимия: ее основные задачи как науки. Физическая и геометрическая кристаллография. Место структурной химии и кристаллохимии среди других естественных наук.
2	Агрегатное состояние вещества. Кристаллы. Аморфное и кристаллическое состояние твердых тел. Основные понятия стереохимии и кристаллохимии.	Агрегатное состояние вещества. Свойства газов, жидкостей, твердых тел и плазмы. Кристаллическое и аморфное состояние твердого тела. Основные понятия о кристаллах. Поли- и монокристаллы. Явления полиморфизма и аллотропии. Дефекты кристаллической структуры. Идеальные и реальные кристаллы. Проявление упорядоченности в газообразных и конденсированных системах. Понятие о фазе – носителе свойств вещества в кристаллах немолекулярной структуры. Способы изображения структуры веществ.
3	Макроскопические признаки кристаллов. Закон постоянства двугранных углов.	Макроскопические свойства кристаллов: однородность, анизотропия, симметрия, ограниченность. Закон постоянства двугранных углов: классическая формулировка и современное прочтение. Естественные и искусственные кристаллы.
4	Кристаллографические проекции.	Полярный комплекс кристалла. Кристаллографические проекции: сферическая, стереографическая и гномостереографическая. Системы координат. Сетки Вульфа. Правила построения стереографической и гномостереографической проекций.
5	Элементы симметрии конечных фигур.	Элементы симметрии конечных фигур. Элементы симметрии 1-го рода: центр симметрии, плоскость зеркального отражения. Оси симметрии: элементарный угол поворота и порядок оси. Элементы симметрии 2-го рода: инверсионные оси, зеркально-поворотные оси.
6	Сочетание элементов симметрии.	Сложение элементов симметрии. Основные теоремы о сложении элементов симметрии.
7	Трансляционная симметрия. Понятие об элементарной ячейке.	Понятие о трансляционной симметрии. Элементарная трансляция. Бесконечный узловый ряд, плоская сетка, пространственная решетка. Условия выбора элементарных ячеек плоской сетки и пространственной решетки. Параметры элементарной ячейки. Кристаллическая структура и пространственная решетка. Теорема Кюри.
8	Категории и сингонии.	Симметрично равные и единичные направления в кристаллах. Категории (высшая, средняя и низшая) и сингонии (кубическая, тетрагональная,

		тригональная, гексагональная, ромбическая, моноклинная и триклинная). Кристаллографические координатные оси. Метрика и установка кристаллов различных сингоний.
9	Формула и класс симметрии. Понятие о точечной группе.	Символика Бравэ, международная символика Германа-Могена, символика Шенфлиса. Формула и класс симметрии. Понятие о точечной группе. Основные принципы вывода 32 классов симметрии. Примитивные, центральные, аксиальные, планальные, план-аксиальные, инверсионно-примитивные и инверсионно-планальные группы классов симметрии.
10	Формы кристаллических многогранников. Простая форма и комбинация простых форм.	Формы кристаллических многогранников. Простая форма и комбинация простых форм. Характеристика простых форм по числу граней и их положению относительно элементов симметрии. Энантиоморфизм. Общие и частные простые формы. Гемидрия, тетраэдр, октаэдр.
11	Кристаллографическое индицирование. Символы узлов, направлений (ребер) и плоскостей (граней).	Кристаллографическое индицирование. Символы узлов, направлений (ребер) и плоскостей (граней). Параметры Вейсса, индексы Миллера. Особенности гексагональной сингонии. Закон целых чисел. Понятие о единичной грани.
12	Решетки Браве. Прямая и обратные решетки.	Решетки Браве, условия их выбора. Примитивные, базоцентрированные, объемно-центрированные и гранецентрированные решетки. Прямая и обратная решетка. Свойства обратной решетки.
13	Элементы симметрии кристаллических структур. Пространственные группы симметрии.	Элементы симметрии кристаллических структур: плоскости скользящего отражения, винтовые оси. Правые, левые и нейтральные винтовые оси. Теоремы о сочетании элементов симметрии кристаллических структур. Понятия о пространственных группах симметрии (Е.С. Федоров). Энергия кристаллической решетки. Примеры расчета энергии кристаллических решеток. Цикл Борна-Габера.
14	Теория плотнейших шаровых упаковок. Основные структурные типы металлов.	Теория плотнейших упаковок равновеликих шаров. Кубическая и гексагональная плотнейшие упаковки. Типы пустот в шаровых упаковках. Упаковки неравновеликих шаров. Координационные числа и координационные многогранники. Структура кристаллов и структурный тип. Три основных структурных типа металлов: Cu, Mg и α -Fe. Распределение структурных типов металлов по Периодической системе элементов.
15	Основные	Основные кристаллохимические особенности

	кристаллохимические особенности металлического, ковалентного и ионного типов связи.	металлического, ковалентного и ионного типов связи. Основные типы взаимодействия металлов друг с другом. Кристаллические структуры твердых растворов <i>металлов</i> и интерметаллических соединений. Соединения Курнакова, фазы внедрения, фазы Лавеса, электронные соединения Юм-Розери. Ионные радиусы. Размерный фактор в кристаллических структурах с ионной связью. Поляризация ионов. Классификация структурных типов по Г.Б. Бокию.
16	Основные структурные типы неметаллов, бинарных, тройных и многокомпонентных соединений. Структуры комплексных и металлорганических соединений. Основные положения стереохимии и кристаллохимии органических соединений. Изомерия.	Кристаллические структуры простых веществ – неметаллов: структуры алмаза, графита. Структуры халькогенов и пниктогенов. Правило Юм - Розери. Формула Пирсона. Анализ структур бинарных (NaCl, CsCl, ZnS, CaF ₂ , TiO ₂ , SiO ₂ , Al ₂ O ₃ - корунд) соединений. Анализ структур тройных (перовскит CaTiO ₃ , шпинель MgAl ₂ O ₄) и многокомпонентных соединений. Кристаллические структуры силикатов. Структуры комплексных и металлорганических соединений. Основные положения стереохимии и кристаллохимии органических соединений. Изомерия.
17	Структура перспективных функциональных материалов. Жидкие кристаллы. Фуллерены. Углеродные нанотрубки. Наноструктуры.	Структура перспективных функциональных материалов. Жидкие кристаллы: нематические, смектические и холестерические. Фуллерены. Углеродные нанотрубки. нанокерамика. Наноструктуры.

13.2. Разделы дисциплины и виды занятий:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Введение. Понятие симметрии. Симметрия как всеобщее свойство природы. Стереохимия и кристаллохимия.	1		1	4	6
2	Агрегатное состояние вещества. Кристаллы. Аморфное и кристаллическое состояние твердых тел. Основные понятия стереохимии и кристаллохимии.	1		1	4	6
3	Макроскопические признаки кристаллов. Закон постоянства двугранных углов.	2		2	2	6
4	Кристаллографические проекции.	2		2	2	6

5	Элементы симметрии конечных фигур.	2		2	2	6
6	Сочетание элементов симметрии.	2		2	2	6
7	Трансляционная симметрия. Понятие об элементарной ячейке.	2		2	2	6
8	Категории и сингонии.	2		2	2	6
9	Формула и класс симметрии. Понятие о точечной группе.	2		2	2	6
10	Формы кристаллических многогранников. Простая форма и комбинация простых форм.	2		2	2	6
11	Кристаллографическое индцирование. Символы узлов, направлений (ребер) и плоскостей (граней).	2		2	2	6
12	Решетки Браве. Прямая и обратные решетки.	2		2	2	6
13	Элементы симметрии кристаллических структур. Пространственные группы симметрии.	4		4	4	12
14	Теория плотнейших шаровых упаковок. Основные структурные типы металлов.	2		2	2	6
15	Основные кристаллохимические особенности металлического, ковалентного и ионного типов связи.	2		2	2	6
16	Основные структурные типы неметаллов, бинарных, тройных и многокомпонентных соединений. Структуры комплексных и металлоорганических соединений. Основные положения стереохимии и кристаллохимии органических соединений. Изомерия.	2		2	2	6
17	Структура перспективных функциональных материалов. Жидкие кристаллы. Фуллерены. Углеродные нанотрубки. Наноструктуры.	2		2	2	6
Итого:		34		34	40	108

13.3 Междисциплинарные связи с другими дисциплинами:

№ п/п	Наименование дисциплин учебного плана, с которым организована взаимосвязь дисциплины рабочей программы	№ № разделов дисциплины рабочей программы, связанных с указанными дисциплинами
1	Общая и неорганическая химия	1 - 17
2	Органическая химия	2 – 7, 9, 10, 16
3	Физическая химия	8 - 17
4	Физика	12, 13
5	Геометрия	1 - 14

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Организация изучения дисциплины предполагает:

- изучение основных и дополнительных литературных источников;
- решение практических задач, предложенных преподавателем для работы на лекциях;
- выполнение контрольных работ;
- тестирование;
- текущий контроль успеваемости в форме устного опроса по основным разделам дисциплины.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Мюллер У. Структурная неорганическая химия / У. Мюллер. – Долгопрудный : ИД «Интеллект». – 2010. – 356 с.
2	Егоров-Тисменко Ю.К. Кристаллография и кристаллохимия / Ю.К. Егоров-Тисменко. - М. : Университет. Книжный Дом, 2012. – 587 с.
3	Самойлов А.М., Иевлев В.М. Структурная химия и кристаллохимия. Сборник задач и упражнений. Воронеж : ИПЦ Воронежского гос. ун-та, 2013. – 96 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
4.	Чупрунов Е.В. Кристаллография / Е.В. Чупрунов, А.Ф. Хохлов, М.А. Фадеев.- М. : Физматлит, 2006. – 494 с.
5	Бокий Г.Б. Кристаллохимия / Г.Б. Бокий - М. : Наука, 1971. – 400 с.
6	Шаскольская М.П. Кристаллография / М.П. Шаскольская. – М. : Высшая школа, 1984. – 375 с.
7	Зоркий П.М. Симметрия молекул и кристаллических структур / П.М. Зоркий. – М. : Изд-во МГУ, 1986. – 232 с.
8	Угай Я.А. Общая и неорганическая химия / Я.А. Угай. – М. : Высшая школа, 2004. – 527 с.
9	Самойлов А.М. Современное содержание основных понятий кристаллохимии. Методическое пособие для студентов 1 к. хим. ф-та / А.М. Самойлов. – Воронеж : Изд-во ВГУ, 2001. – 32 с.
10	Самойлов А.М. Современные методы исследования и описания кристаллических структур. Методическое пособие для студентов 1 к. хим. ф-та / А.М. Самойлов. – Воронеж : Изд-во ВГУ, 2001. – 32 с.

11	<i>Современная кристаллография / Под ред. Б.К. Вайнштейна: в 4-х т. М. : Наука, 1979. – Т. 1 – 337 с.; Т. 2 – 398 с.; Т. 3 – 364 с.; Т. 4 – 402 с.</i>
12	<i>Кребс Г. Основы кристаллохимии неорганических соединений / Г. Кребс. – М. : Мир, 1971. – 367 с.</i>
13	<i>Урусов В.С. Теоретическая кристаллохимия / В.С. Урусов. - М. : Изд-во МГУ, 1987. – 376 с.</i>
14	<i>Уэллс А. Структурная неорганическая химия / А. Уэллс: в 3-х т. М. : Мир, 1988. – Т. 1 – 405 с.; Т. 2 – 694 с.; Т. 3 – 563 с.</i>

в) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

№ п/п	Источник
1	http://www.en.edu.ru/ - Естественно-научный образовательный портал - является составной частью федерального портала "Российское образование". Содержит ресурсы и ссылки на ресурсы по естественно-научным дисциплинам (физика, химия и биология).
2	http://window.edu.ru/ - информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам».
3	http://vovr.ru/ «Высшее образование в России» - научно-педагогический журнал Министерства образования и науки РФ. В журнале публикуются результаты исследований современного состояния высшей школы России, обсуждаются вопросы теории и практики гуманитарного, естественно-научного и инженерного высшего образования.
4	http://www.elibrary.ru – Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 12 млн. научных статей и публикаций. На платформе eLIBRARY.RU доступны электронные версии более 1400 российских научно-технических журналов, в том числе более 500 журналов в открытом доступе.
5	http://www.chem.msu.ru/rus/ - Chemnet - официальное электронное издание Химического факультета МГУ в Internet
6	http://www.physchem.chimfak.rsu.ru/Source/History/index.html - «Кристаллохимия» - Программа лекционного курса, конспекты лекций. Южный Федеральный университет.
7	http://ru.wikipedia.org/wiki/ - Энциклопедия. Биографические данные выдающихся химиков.

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.	Самойлов А.М., Иевлев В.М. Структурная химия и кристаллохимия. Сборник задач и упражнений. Воронеж : ИПЦ Воронежского гос. ун-та, 2013. – 96 с.
2.	Миттова И.Я., Самойлов А.М., Кострюков В.Ф. Томина Е.В. Лабораторный практикум по общей и неорганической химии. Часть 1 : учебн. пособие для вузов. – Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2014. – 104 с.

17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Персональные компьютеры с доступом в Интернет; мультимедийный проектор BENQ, экран, ноутбук. Мультимедийные лекции по истории химии © Alexander M. Samoylov 2008 - 2017.

19. Фонд оценочных средств:

19.1. Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС* (средства оценивания)
ОПК-1	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - отличительные свойства вещества в четырех различных агрегатных состояниях; - основные макроскопические признаки кристаллического вещества; - определение кристаллов; - законы классической кристаллографии: закон постоянства двугранных углов, закон изоморфизма и закон простых целых чисел; - принципы построения сферических, стереографических и гномостереографических проекций кристаллических многогранников; - основные положения теории групп применительно к выводу точечных групп (классов симметрии); - основные свойства трансляционной симметрии; - элементы симметрии кристаллических структур: плоскости скользящего отражения и винтовые оси; - представления о прямой и обратной решетке; - основные положения теории плотнейших шаровых упаковок; - принципы кристаллографического индцирования узлов, отрезков (ребер) и плоскостей (граней); 	1, 2, 3, 5, 10, 15	Лабораторная работа, семинарское занятие, решение задач
	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - использовать Периодический закон Д.И. Менделеева для систематики кристаллических структур неорганических простых веществ и химических соединений; - законы классической кристаллографии (закон постоянства двугранных углов, закон изоморфизма и закон простых целых чисел) для систематики кристаллических структур; - строить сферические, стереографические и гномостереографические проекции кристаллических многогранников; - определять элементы симметрии I и II 	1, 2, 4, 7, 10, 12, 14	

	<p>рода в кристаллических многогранниках;</p> <ul style="list-style-type: none"> - применять основные положения теории групп применительно к выводу точечных групп (классов симметрии); 		
	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами построения сферических, стереографических и гномостереографических проекций кристаллических многогранников; - методами кристаллографического индцирования узлов, отрезков (ребер) и плоскостей (граней) для кристаллических многогранников и кристаллических структур; - методами анализа кристаллических структур металлов с позиций теории плотнейших шаровых упаковок; методами определения координационных чисел и координационных многогранников в кристаллических структурах; - методологией применения сеток Вульфа для анализа кристаллических 	1, 2, 4, 7, 10, 12, 14	
ОПК-3	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Периодический закон Д.И. Менделеева применительно к систематике кристаллических структур неорганических простых веществ и химических соединений; - методы планиметрического и стереометрического построения 2D-фигур и 3D-многогранников; - методы аналитической геометрии для определения координат узлов, ребер (отрезков) и граней в кристаллических структурах; - методы векторной алгебры для определения элементарных трансляций и элементарных ячеек в пространстве обратной решетки; - методы термодинамики для расчета энергии кристаллической решетки - цикл Борна - Габера; 	1, 2, 4, 6, 7, 8	Лабораторная работа, семинарское занятие, решение задач, контрольная работа № 1
	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - использовать Периодический закон Д.И. Менделеева для систематики кристаллических структур неорганических простых веществ и химических соединений; - применять основные положения теории групп применительно к выводу точечных групп (классов симметрии); - применять основные свойства трансляционной симметрии для анализа кристаллических структур; 	1, 2, 4, 7, 10, 12, 14	
	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами построения сферических, стереографических и гномостереографических проекций кристаллических многогранников; - методами кристаллографического индцирования узлов, отрезков (ребер, направлений) и плоскостей (граней) в кристаллических структурах; - методами расчета энергии кристалли- 	1, 2, 4, 7, 10, 12, 14	

	ческих решеток;		
ПК-3	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - кристаллографическую символику, используемую для построения стереографических и гномостереографических проекций элементов симметрии и граней кристаллических многогранников; - 47 простых форм кристаллических многогранников; - 5 типов двумерных и 14 типов пространственных решеток Браве; - элементы симметрии I и II рода кристаллических многогранников; - теоремы о сочетании элементов симметрии I и II рода кристаллических многогранников; - элементы симметрии кристаллических структур; - отличительные признаки кристаллов низшей, средней и высшей кристаллографических категорий; - параметры кристаллической решетки в векторном и скалярном выражении; - правила выбора элементарных ячеек плоских сеток и пространственных решеток; - отличительные признаки кристаллов низшей, средней и высшей кристаллографических категорий; - принципы построения элементарных ячеек и систем координат триклинной, моноклинной, ромбической, тригональной, тетрагональной, гексагональной и кубической сингоний; - методы расчета энергии кристаллической решетки, уравнения Борна - Ланде, формулу Капустинского, формулу Ферсмана; 	6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14	Лабораторная работа, семинарское занятие, решение задач, контрольная работа № 2
	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - определять наличие 47 простых форм кристаллических многогранников в комбинациях простых форм; - определять 5 типов двумерных и 14 типов пространственных решеток Браве; - определять элементы симметрии I и II рода в кристаллических многогранниках; - определять элементы симметрии кристаллических структур; - определять признаки кристаллов низшей, средней и высшей кристаллографических категорий; - определять элементарные ячейки плоских сеток и пространственных решеток в соответствии с правилами выбора; - принципы построения элементарных ячеек и систем координат триклинной, моноклинной, ромбической, тригональной, тетрагональной, гексагональной и кубической сингоний; - рассчитывать энергию кристаллической решетки по уравнениям Борна - Ланде, формуле Капустинского, формуле 	3, 5, 6, 8, 14	

	Ферсмана; Владеть: - методами анализа кристаллических структур простых веществ в соответствии с положениями теории плотнейших шаровых упаковок; - методами анализа структур бинарных (NaCl, CsCl, ZnS, CaF ₂ , TiO ₂ , SiO ₂ , Al ₂ O ₃ - корунд) соединений. Анализ структур тройных (перовскит CaTiO ₃ , шпинель MgAl ₂ O ₄) и многокомпонентных соединений в соответствии с положениями теории плотнейших шаровых упаковок; - методами расчета энергии кристаллических решеток; - методами решения типовых задач по структурной химии и кристаллохимии.	3, 5, 6, 8, 14	
Промежуточная аттестация			КИМ

* В графе «ФОС» в обязательном порядке перечисляются оценочные средства текущей и промежуточной аттестаций.

19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Для оценивания результатов обучения на зачете используются следующие показатели

(ЗУНы из 19.1):

- 1) знание и понимание основных положений и законов структурной химии и кристаллохимии;
- 2) знание и понимание основополагающих признаков газообразного, жидкого, твердого аморфного, твердого кристаллического состояния вещества;
- 3) знание и понимание принципов трансляционной симметрии кристаллических веществ;
- 4) знание и понимание отличий идеальной кристаллической решетки и реальной кристаллической структуры;
- 5) знание символики Браве, международной символики Германа-Могена, символики Шенфлиса,
- 6) знание основных положений теории групп к выводу точечных групп (классов симметрии) кристаллических многогранников;
- 7) знание элементов симметрии I и II рода кристаллических многогранников и элементов симметрии кристаллических многогранников;
- 8) знание теорем о сочетании элементов симметрии кристаллических многогранников;
- 8) знание методов кристаллографического индцирования узлов, ребер (направлений) и плоскостей (граней) кристаллических структур;
- 9) знание основных положений теории плотнейших шаровых упаковок и умение их применять при анализе кристаллических структур простых веществ и химических соединений;
- 10) владение понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), способность иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач.

Для оценивания результатов обучения на зачете используется – **отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно.**

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач в области структурной химии и кристаллохимии.	Повышенный уровень	Отлично
Обучающийся владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач в области структурной химии и кристаллохимии, допускает ошибки и неточности при изложении конкретных фактов и теорий структурной химии и кристаллохимии, а также допускает незначительные ошибки при решении практических задач.	Базовый уровень	Хорошо
Обучающийся владеет частично теоретическими основами дисциплины, фрагментарно способен излагать основные законы и положения структурной химии и кристаллохимии, не умеет устанавливать связь между знаниями основ структурной химии и кристаллохимии и областями применения этих знаний, при решении практических задач допускает серьезные ошибки.	Пороговый уровень	Удовлетворительно
Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки при решении практических задач.	---	Неудовлетворительно

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

19.3.1 Перечень вопросов к экзамену (зачету):

Экзаменационный билет № 1.

1. Решетки Браве. Условия выбора решеток Браве.
2. Кристаллическая структура ZnS - сфалерита.

Экзаменационный билет № 2.

1. Кристаллографические проекции (сферическая, стереографическая, гномостереографическая).
2. Кристаллическая структура флюорита - CaF₂.

Экзаменационный билет № 3.

1. Агрегатное состояние вещества. Понятие о кристаллическом состоянии вещества. Аморфное состояние твердого тела.
2. Простые формы кристаллов высшей категории.

Экзаменационный билет № 4.

1. Макроскопические признаки кристаллов. Однородность, анизотропия, симметрия, ограниченность. Закон постоянства двугранных углов.

2. Простые формы кристаллов средней категории.

Экзаменационный билет № 5.

1. Элементы симметрии кристаллических многогранников первого рода.
2. Кристаллическая структура алмаза.

Экзаменационный билет № 6.

1. Элементы симметрии кристаллических многогранников второго рода.
2. Кристаллическая структура меди.

Экзаменационный билет № 7.

1. Трансляции. Элементарная трансляция. Элементарная ячейка плоской сетки, пространственной решетки. Условия выбора элементарных ячеек.
2. Кристаллическая структура вольфрама (α - Fe).

Экзаменационный билет № 8.

1. Установка и метрика кристаллов низшей категории.
2. Кристаллическая структура хлорида натрия.

Экзаменационный билет № 9.

1. Установка и метрика кристаллов средней категории.
2. Кристаллическая структура графита.

Экзаменационный билет № 10.

1. Формула и класс симметрии. Международная символика Германа-Могена.
2. Кристаллическая структура магния.

Экзаменационный билет № 11.

1. Вывод классов симметрии для кристаллов низшей категории.
2. Кристаллическая структура ZnS - вюртцита.

Экзаменационный билет № 12.

1. Символы узлов и ребер (направлений) кристаллических решеток.
2. Кристаллическая структура рутила TiO₂.

Экзаменационный билет № 13.

1. Символы плоскостей (граней) кристаллических решеток.
2. Кристаллическая структура перовскита.

Экзаменационный билет № 14.

1. Элементы симметрии кристаллических структур. Плоскости скользящего отражения.
2. Простые формы кристаллов высшей категории.

Экзаменационный билет № 15.

1. Теория плотнейших шаровых упаковок.
2. Кристаллическая структура хлорида цезия.

Экзаменационный билет № 16.

1. Элементы симметрии кристаллических структур. Винтовые оси.
2. Кристаллическая структура вольфрама (α - Fe).

Экзаменационный билет № 17.

1. Вывод классов симметрии для кристаллов средней категории.
2. Кристаллическая структура ZnS - сфалерита.

Экзаменационный билет № 18.

1. Вывод классов симметрии для кристаллов высшей категории.
2. Кристаллическая структура меди.

Экзаменационный билет № 19.

1. Энергия кристаллической решетки.
2. Кристаллическая структура хлорида натрия.

Экзаменационный билет № 20.

1. Вывод классов симметрии для кристаллов средней категории.
2. Кристаллическая структура рутила TiO_2 .

Экзаменационный билет № 21.

1. Вывод классов симметрии для кристаллов высшей категории.
2. Кристаллическая структура хлорида цезия.

Экзаменационный билет № 22.

1. Понятие об обратной решетке.
2. Кристаллическая структура флюорита - CaF_2 .

Экзаменационный билет № 23.

1. Понятие о жидких кристаллах.
2. Кристаллическая структура ZnS - вюртцита.

Экзаменационный билет № 24.

1. Пространственные группы симметрии.
2. Кристаллическая структура магния.

Экзаменационный билет № 25.

1. Формула Борна - Ланде.
2. Кристаллическая структура алмаза.

Экзаменационный билет № 26.

2. Формула Капустинского. Упрощенные формулы для расчета энергии решетки.
2. Кристаллическая структура ZnS - сфалерита.

19.3.2 Тестовые задания (пример)

Задание 1.2.	<i>Ответ</i>
<p>Все газы легко сжимаемы. Это обусловлено тем, что:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) в газах отсутствует ближний порядок; 2) молекулы газов находятся в непрерывном поступательном движении; 3) расстояния между молекулами очень велики; 4) в газах отсутствует дальний порядок. 	<ol style="list-style-type: none"> 1) <input type="radio"/> 2) <input type="radio"/> 3) <input type="radio"/> 4) <input type="radio"/>
Задание 1.3.	<i>Ответ</i>
<p>Все жидкости могут принимать форму сосуда, в котором они находятся. Это обусловлено тем, что:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) в жидкостях присутствует ближний порядок; 2) молекулы жидкостей находятся в непрерывном поступательном движении; 3) расстояния между молекулами в жидкостях гораздо меньше, чем в газах; 4) в жидкостях отсутствует дальний порядок. 	<ol style="list-style-type: none"> 1) <input type="radio"/> 2) <input type="radio"/> 3) <input type="radio"/> 4) <input type="radio"/>
Задание 1.4.	<i>Ответ</i>
<p>Все вещества в природе находятся в следующих агрегатных состояниях:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) жидкое и твердое; 2) газообразное и твердое; 3) газообразное, жидкое и твердое; 4) газообразное, жидкое, твердое и плазма. 	<ol style="list-style-type: none"> 1) <input type="radio"/> 2) <input type="radio"/> 3) <input type="radio"/> 4) <input type="radio"/>
Задание 1.5.	<i>Ответ</i>
<p>Макроскопический признак однородности кристаллического состояния подтверждает изучение следующих физико-химических свойств:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) количественный элементный состав, плотность, теплоемкость, термо-э.д.с., удельная электропроводность; 2) количественный элементный состав, теплоемкость, термо-э.д.с., удельная электропроводность коэффициент преломления; 3) количественный элементный состав, плотность, термо-э.д.с., удельная электропроводность; магнитная восприимчивость; 	<ol style="list-style-type: none"> 1) <input type="radio"/> 2) <input type="radio"/> 3) <input type="radio"/> 4) <input type="radio"/>

4) количественный элементный состав, плотность, теплоемкость, химический потенциал	
Задание 1.6.	<i>Ответ</i>
Макроскопический признак анизотропии кристаллического состояния подтверждает изучение следующих физико-химических свойств: 1) количественный элементный состав, плотность, теплоемкость, термо-э.д.с., удельная электропроводность; 2) количественный элементный состав, теплопроводность, теплоемкость, термо-э.д.с., удельная электропроводность; 3) коэффициент преломления, теплопроводность, термо-э.д.с., удельная электропроводность, магнитная восприимчивость; 4) плотность, теплоемкость, теплопроводность, термо-э.д.с., удельная электропроводность, коэффициент преломления.	1) <input type="radio"/> 2) <input type="radio"/> 3) <input type="radio"/> 4) <input type="radio"/>
Задание 1.7.	<i>Ответ</i>
Анизотропией физических свойств обладают все вещества, находящиеся в следующем агрегатном состоянии: 1) твердое аморфное ; 2) твердое кристаллическое; 3) жидкое; 4) газообразное.	1) <input type="radio"/> 2) <input type="radio"/> 3) <input type="radio"/> 4) <input type="radio"/>
Задание 1.8.	<i>Ответ</i>
Сходство внешней формы кристаллов характерно для следующей пары веществ: 1) Na_2SO_4 и Na_2SO_3 ; 2) Na_3PO_4 и Na_3AsO_4 ; 3) KNO_2 и KNO_3 ; 4) Na_3PO_4 и Na_2HPO_3 ;	1) <input type="radio"/> 2) <input type="radio"/> 3) <input type="radio"/> 4) <input type="radio"/>
Задание 1.9.	<i>Ответ</i>
А. Вещества, для которых характерно жидкокристаллическое состояние, могут быть неорганическими и органическими; В. Молекулы веществ, для которых характерно жидкокристаллическое состояние, должны иметь полярные группировки атомов. 1) Верно только утверждение А; 2) Верно только утверждение В; 3) Оба утверждения верны;	1) <input type="radio"/> 2) <input type="radio"/> 3) <input type="radio"/> 4) <input type="radio"/>

4) Оба утверждения являются неверными.	
--	--

19.3.3. Комплект заданий для контрольной работы № 1

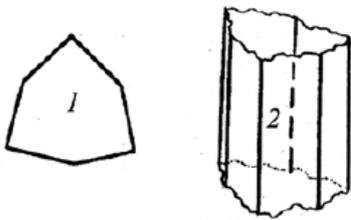
**КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 1
ПО СТРУКТУРНОЙ ХИМИИ И КРИСТАЛЛОХИМИИ**

**ТЕМА № 1: СТЕРЕОГРАФИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ И ЭЛЕМЕНТЫ СИММЕТРИИ
КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ МНОГОГРАННИКОВ**

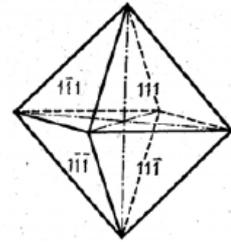
ВАРИАНТ № 1.

ЗАДАНИЕ 1. Построить гномостереографические проекции следующих многогранников: - 10 баллов.

- а) дитригональная прямая призма; б) октаэдр



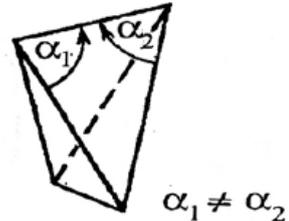
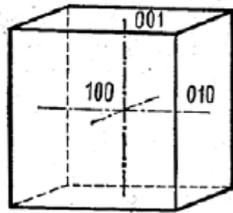
- 1) сечение призмы
2) дитригональная призма



Примечание: Пирамиды и призмы не имеют основания

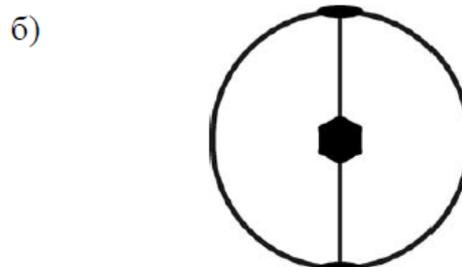
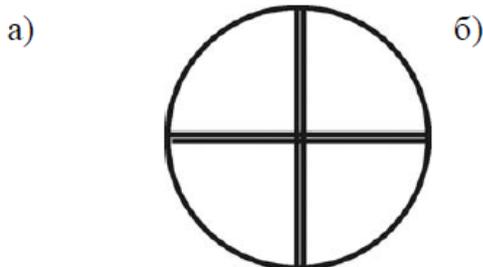
ЗАДАНИЕ 2. Определить элементы симметрии и записать формулу Бравэ для следующих многогранников: - 10 баллов.

- а) куб б) ромбический тетраэдр



ЗАДАНИЕ 3. Никелин NiAs имеет элементарную ячейку, которая описывается следующими параметрами: $a = b = c = 0,3619$ нм; $c = 0,5034$ нм; $\alpha = \beta = 90^\circ$; $\gamma = 120^\circ$. Определить сингонию этого соединения, изобразить его элементарную ячейку, определить координатные направления и единичную грань. - 10 баллов.

ЗАДАНИЕ 4. Дорисовать на проекции недостающие элементы симметрии, наличие которых вытекает из присутствующих элементов симметрии в соответствии с теоремами о сочетании элементов симметрии: - 20 баллов.



КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА ПО КРИСТАЛЛОХИМИИ № 2

ВАРИАНТ № 1

ЗАДАНИЕ 1. Решетки Бравэ. Условия выбора элементарных ячеек решеток Бравэ. - 5 баллов.

ЗАДАНИЕ 2. Привести в соответствие запись класса симметрии и формулы симметрии: - 10 баллов.

а) записать следующие формулы симметрии в виде классов симметрии, используя международную символику Германа-Могэна:

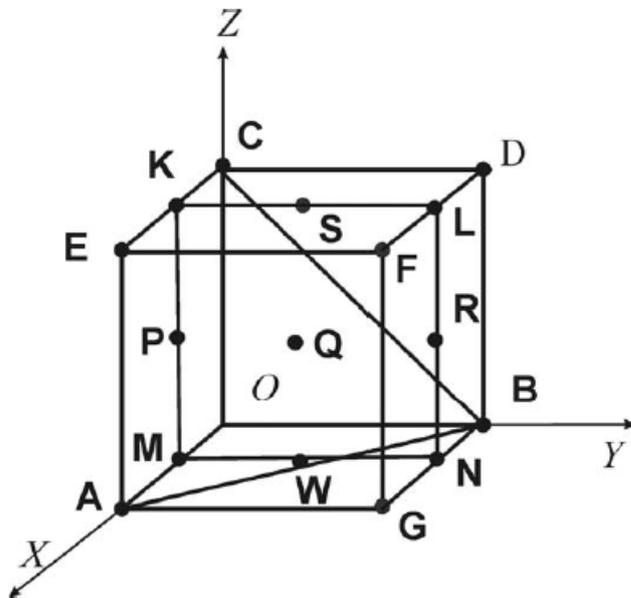
$L_4 2L_2 2P -$; $L_3 3L_2 3PC -$; $4L_3 3L_2 3PC -$

б) для следующих классов симметрии записать соответствующие формулы симметрии, используя символику Бравэ:

$\bar{4}3m -$; $\frac{4}{m}mm -$; $mm2 -$.

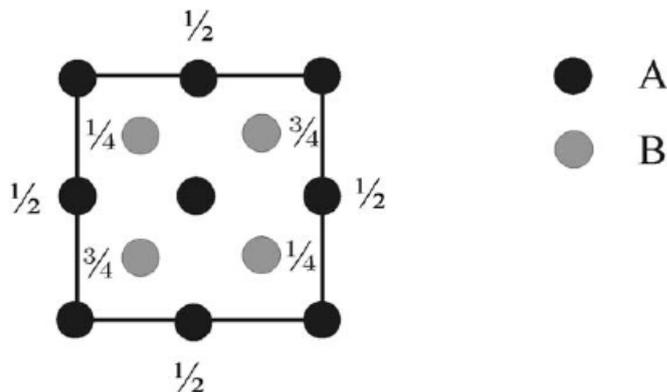
ЗАДАНИЕ 3. Указать символы узлов А, В, С, F, G, W, S, Q, R ; ребер

(направлений) OA, OB, OC, AE, EF, BD, OG, OF, а также параметры Вейсса и индексы Миллера плоскостей (граней) AEFG, GFDB, ECDF, AECO, AEDB, MKLN, ACB в кристалле кубической сингонии (точки S, R, W – центры соответствующих граней, точка Q – центр куба). - 15 баллов.



ЗАДАНИЕ 4. По представленным проекциям элементарных ячеек на плоскость XOY распознать данное вещество и определить: а) число формульных единиц в элементарной ячейке; б) координационные числа; в) координационные многогранники; г) число и типы пустот; д) элементы симметрии; е) базис и трансляционную группу; ж) пространственную группу симметрии - 20 баллов.

(указаны координаты атомов, если они не лежат в плоскости XOY)



Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется студенту, если: в контрольной работе тема раскрыта практически полностью, имеются лишь незначительные неточности;
- оценка «хорошо» выставляется студенту, если: в контрольной работе тема раскрыта, имеются лишь некоторые несущественные ошибки и недочеты;
- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если в контрольной работе тема раскрыта не полностью, имеются значительные ошибки и недочеты;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если в контрольной работе тема не раскрыта или имеются грубые ошибки, значительные неточности.

19.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме устного опроса и тестирования. Критерии оценивания приведены выше.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний. При оценивании используются количественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены выше.