

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ИНГУШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**ХИМИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Кафедра химии**

СОГЛАСОВАН

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

И.о. декана химико-биологического

\_\_\_\_\_ профессор Саламов А.М.

факультета \_\_\_\_\_ М.К.Дакиева

« 22 » \_\_\_\_\_ мая \_\_\_\_\_ 2024 г.

« 23 » \_\_\_\_\_ мая \_\_\_\_\_ 2024 г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**по дисциплине**

**«КРИСТАЛЛОХИМИЯ»**

**Направление подготовки/специальность:** 04.03.01 Химия

**Уровень образования:** бакалавриат

**Фонд оценочных средств**

**разработала** \_\_\_\_\_ Арчакова Р.Д., профессор, к.т.н.

**Утвержден на заседании кафедры химии**

протокол заседания № 10 от « 21 » мая \_\_\_\_\_ 2024 г.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.М.Саламов

**Магас, 2024**

## 1. ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЕТЕНЦИЙ, ФОРМИРУЕМЫХ ДИСЦИПЛИНОЙ

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикатор достижения компетенции	В результате освоения дисциплины обучающийся должен:
<i>Универсальные компетенции и индикаторы их достижения</i>			
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие;	<b>Знать:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- понятие и классификация систем;</li> <li>- структуру и закономерности функционирования систем;</li> <li>- особенности системного подхода в научном познании;</li> <li>- понятие о системе, её целях, задачах и общих принципах;</li> <li>- основные технологии поиска и сбора информации;</li> <li>- форматы представления информации в компьютере;</li> <li>- правила использования средств связи;</li> <li>- информационно-поисковые системы и базы данных;</li> <li>- технологию осуществления поиска информации;</li> <li>- технологию систематизации полученной информации;</li> <li>- способы статистической обработки данных, представленных в различных измерительных шкалах и анализ полученных результатов;</li> <li>- виды и формы работы с педагогической и научной литературой;</li> <li>- требования к оформлению библиографии (списка литературы).</li> </ul> <b>Уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- работать с информацией, представленной в различной форме;</li> <li>- обрабатывать данные средствами стандартного программного обеспечения;</li> <li>- синтезировать информацию, представленную в различных источниках;</li> <li>- выбирать источники информации, адекватные поставленным задачам и соответствующие научному мировоззрению;</li> <li>- осуществлять поиск информа-</li> </ul>
		УК-1.2. Определяет, интерпретирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи;	
		УК-1.3. Осуществляет поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов;	
		УК-1.4. При обработке информации отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок, формирует собственные мнения и суждения, аргументирует свои выводы и точку зрения;	
		УК-1.5 Рассматривает и предлагает возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки.	

			<p>ции;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- интерпретировать и ранжировать информацию, требуемую для решения поставленной задачи.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- персональным компьютером и поисковыми сервисами;</li> <li>- методиками аналитико-синтетической обработки информации из различных информационно-поисковых систем (предметизация, аннотирование, реферирование).</li> </ul>
<b>Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения</b>			
<b>ПК-7</b>	<p>Способен представлять полученные в исследованиях результаты в виде отчетов и научных публикаций (стендовых докладов, рефератов и статей в периодической научной печати.</p>	<p><b>ОПК-7.1.</b> Знает основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации; принципы обработки информации; составляет обзор литературных источников по заданной теме, оформляет отчеты о выполненной работе по заданной форме;</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные способы и приемы оформления, представления и систематизации результатов теоретических и экспериментальных исследований параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники;</li> <li>- методики и приёмы оптимальной визуализации информации.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- пользоваться базовыми приемами и стандартными программными средствами оформления, представления и систематизации результатов теоретических экспериментальных исследований параметров, характеристик и конструкций приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники в форме отчетов, презентаций, докладов, публикаций;</li> <li>- представлять полученные в исследованиях результаты в виде отчетов и научных публикаций (стендовые доклады, рефераты и статьи в периодической научной печати);</li> <li>- представлять результаты работы в виде аналитического отчета, статьи, выступления, презентации доклада, информационного обзора.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- базовыми навыками оформления результатов исследования в форме отчетов, презентаций, докладов, публикаций по результатам проведенных иссле-</li> </ul>
		<p><b>ПК-7.2.</b> Анализирует и критически оценивает развитие научных идей, на основе имеющихся ресурсов, составляет план решения поставленной задачи, выбирает и модифицирует методические приемы;</p>	
		<p><b>ПК-7.3.</b> Использует современное химическое оборудование в лабораторных условиях, грамотно обосновывает поставленные задачи в контексте современного состояния проблемы, использует математические методы оценивания гипотез, обработки экспериментальных данных, математического моделирования химических процессов и адекватно оценивает достовер-</p>	

		ность и значимость полученных результатов.	дований параметров, характеристик и конструкций приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники; - основными средствами визуализации информации; - навыками организации научных дискуссий; - навыками публичной и научной речи; - навыками поиска и использования информации в разрезе профессиональной деятельности
--	--	--	--

## 2. ОЦЕНИВАНИЕ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ

4-балльная шкала (уровень освоения)	Показатели	Критерии
Отлично (повышенный уровень)	1. Полнота выполнения практического задания; 2. Своевременность выполнения задания; 3. Последовательность и рациональность выполнения задания; 4. Самостоятельность решения; 5. и т.д.	Студентом задание решено самостоятельно. При этом составлен правильный алгоритм решения задания, в логических рассуждениях, в выборе формул и решении нет ошибок, получен верный ответ, задание решено рациональным способом.
Хорошо (базовый уровень)		Студентом задание решено с подсказкой преподавателя. При этом составлен правильный алгоритм решения задания, в логическом рассуждении и решении нет существенных ошибок; правильно сделан выбор формул для решения; есть объяснение решения, но задание решено нерациональным способом или допущено не более двух несущественных ошибок, получен верный ответ.
Удовлетворительно (пороговый уровень)		Студентом задание решено с подсказками преподавателя. При этом задание понято правильно, в логическом рассуждении нет существенных ошибок, но допущены существенные ошибки в выборе формул или в математических расчетах; задание решено не полностью или в общем виде.

Неудовлетворительно (уровень не сформирован)		Студентом задание не решено.
---	--	------------------------------

### 3. СООТВЕТСТВИЕ ИЗУЧАЕМЫХ РАЗДЕЛОВ, ИЗУЧАЕМЫХ РАЗДЕЛОВ, РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ И ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины)	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1.	Учение о симметрии	УК-1, ПК-7	собеседование контрольная работа тестовый контроль
2.	Симметрия кристаллической решетки	УК-1, ПК-7	коллоквиум контрольная работа тестовый контроль
3.	Рентенография	УК-1, ПК-7	собеседование контрольная работа тестовый контроль
4.	Химические связи в кристаллах	УК-1, ПК-7	собеседование контрольная работа тестовый контроль
5.	Шаровые кладки и упаковки	УК-1, ПК-7	собеседование контрольная работа тестовый контроль
6.	Кристаллохимические радиусы	УК-1, ПК-7	собеседование контрольная работа тестовый контроль
7.	Изоморфизм и полиморфизм	УК-1, ПК-7	собеседование контрольная работа тестовый контроль
8.	Кристаллохимия простых веществ	УК-1, ПК-7	собеседование контрольная работа тестовый контроль
9.	Шаровые кладки и упаковки	УК-1, ПК-7	собеседование контрольная работа тестовый контроль

#### **4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

##### ***Примерные вопросы для собеседования***

1. История развития кристаллохимии.
2. Предмет и задачи кристаллохимии. Взаимосвязь состава, строения и свойств химических веществ.
3. Способы и варианты классификации кристаллов: по размерам, симметрии, структуре.
4. Классификация по симметрии: категории, сингонии, классы, группы.
5. Понятие о кристаллической решетке и атомной структуре кристаллического вещества.
6. Понятие об элементарной ячейке. Типы ячеек по симметрии. Многовариантность выбора ячеек, примитивные и непримитивные ячейки.
7. Правила однозначного выбора элементарных ячеек. 14 типов решеток Бравэ.
8. Основные элементы кристаллической решетки: узлы, ряды, плоскости, их характеристики. Кристаллографические плоскости как важнейший элемент решетки.
9. Межплоскостные расстояния, ретикулярная плотность, закономерности роста граней.
10. Квадратичные формы. Вывод для прямоугольных решеток.
11. Индексы в примитивных и непримитивных решетках. Законы погасания для центрированных ячеек.
12. Понятие об обратной решетке. Квадратичные формы в терминах обратной решетки.
13. Структурные типы: понятие, классификация, основные характеристики.
14. Симметрия кристаллов: элементы симметрии, законы их взаимодействия.
15. Простые формы: понятие, основные названия, классификация, роль в дифракционных методах.
16. Правила построения стереографической проекции элементов симметрии и граней кристаллов.
17. Понятие о пространственной симметрии: элементы симметрии, понятие о пространственных группах.
18. Способы вывода пространственных групп подстановкой координат и перемножением матриц.
19. Химическая связь в кристаллах: ионная, металлическая, ковалентная. Системы атомных и ионных радиусов.
20. Концепция плотнейших упаковок. Характеристики упаковок: слойность, типы пустот, коэффициент компактности.
21. Понятие о твердых растворах. Изоморфное замещение, растворы внедрения и вычитания.
22. Дефекты кристаллической структуры: точечные дефекты, протяженные дефекты.
23. Энергетика дефектообразования.
24. Понятие о дифракции волн, источники вторичных волн для рентгеновских лучей.
25. Дифракция - как избирательное отражение.
26. Формула Вульфа-Брэгга.
27. Кристаллографическая плотность.
28. Экспериментальное определение числа формульных единиц в ячейке.
29. Сложение волн, рассеянных атомами.
30. Вывод формулы для расчета структурного фактора по координатам атомов.

##### ***Примеры заданий контрольных работ***

##### ***Контрольная работа 1 (по анализу структурных типов)***

- 1). Название структурного типа.
- 2). Сингония.
- 3). Тип решетки Бравэ.
- 4). Число формульных единиц в элементарной ячейке.
- 5). Координационные числа и координационные многогранники.
- 6). Наличие и тип плотнейшей упаковки. Заселенность пустот.

***Контрольная работа 2***  
***(по анализу симметрии и формы кристаллических многогранников)***

- 1). Сингония.
- 2). Группа (форма) симметрии.
- 3). Стереографическая проекция элементов симметрии.
- 4). Гномостереографическая проекция граней.
- 5). Число и название простых форм
- 6). Координаты базисных атомов.

***Критерии оценки ответа студента при выполнении контрольной работы***

<b>Оценка</b>	<b>Требования к знаниям</b>
отлично	приведены полные правильные решения, ответы грамотно аргументированы
хорошо	допущены незначительные погрешности при ответах на вопросы, аргументация была не полной
удовлетворительно	в ответах на некоторые вопросы допущены грубые ошибки, часть выводов не аргументирована или аргументирована неправильно
неудовлетворительно	ответы на 50 и более % вопросов ошибочны, большинство выводов не аргументированы или аргументированы неправильно

***Примерные тестовые задания***

***Тест 1***

1. Симметрия и правильность внешней формы природных кристаллических многогранников - это:
  - а) отличительная особенность кристаллических многогранников
  - б) обязательная особенность кристаллических многогранников
  - в) отличительная и обязательная особенность кристаллических многогранников
  - г) отличительная, но не обязательная особенность кристаллических многогранников
2. Элементарная ячейка:

- а) должна обладать наименьшей симметрией.
  - б) должна обладать наивысшей симметрией.
  - в) не должна обладать симметрией
  - г) не должна обладать наименьшей симметрией.
3. Некоторый элемент симметрии, который делит фигуру на две части, расположенные друг относительно друга как предмет и его зеркальное отражение, называется:
- а) ось симметрии, б) плоскость симметрии, в) центр симметрии, г) элемент симметрии.
4. Линия пересечения двух плоскостей под углом  $90^0$  является осью симметрии:
- а) 2 порядка, б) 3 порядка, в) 4 порядка, г) 6 порядка.
5. Формула симметрии тетрагональной дипирамиды:
- а)  $3L_44L_36L_29PC$ , б)  $L_44L_25PC$ , в)  $6L_29PC$ , г)  $L_44L_25P$ ,
6. Только из одной грани состоит:
- а) моноэдр, б) пинакоид, в) диэдр.

### *Тест 2*

1. Если для любой точки кристалла, взятой внутри него, найдется такая, что свойства кристалла в обеих этих точках совершенно аналогичны, то кристаллы:
- а) анизотропны, б) однородны, в) неоднородны, г) симметричны
2. Ячейка, внутри которой нет узлов:
- а) называется параллелограммом,
  - б) является примитивной элементарной ячейкой
  - в) является сложной ячейкой
  - г) является пространственной решеткой
3. Некоторый элемент симметрии, при повороте вокруг которого на некоторый определенный угол, фигура совмещается сама с собой, называется:
- а) ось симметрии, б) плоскость симметрии, в) центр симметрии,
  - г) элемент симметрии.
4. Линия пересечения четырех плоскостей под углом  $45^0$  является осью симметрии:
- а) 2 порядка, б) 3 порядка, в) 4 порядка, г) 6 порядка.
5. Формула симметрии тригональной дипирамиды:
- а)  $4L_36L_29PC$ , б)  $L_34L_24PC$ , в)  $L_39PC$ , г)  $L_33L_24P$ ,
6. Над лункой первого слоя находится шар второго слоя. Пустота в обоих случаях окружена четырьмя шарами. Пустоты называются:
- а) тетраэдрическими, б) октаэдрическими, г) гексаэдрическими

### *Тест 3*

1. Если почти все физические свойства кристалла в различных направлениях различны, то кристаллы:
- а) анизотропны, б) однородны, в) неоднородны, г) симметричны
2. Ретикулярная плотность это:



- а) число узлов на единицу площади
  - б) число узлов на единицу объема
  - в) число вершин на единицу объема
  - г) число узлов на единицу объема
3. Некоторый элемент симметрии внутри фигуры, через которую проведена любая прямая, встречает одинаковые точки по обе стороны от центра на равных расстояниях, называется:  
а) ось симметрии, б) плоскость симметрии, в) центр симметрии, г) элемент симметрии.
4. Кристаллы низшей категории не имеют осей симметрии порядка выше:  
а) 3, б) 2, в) 4, г) 6.
5. Формула симметрии гексагональной дипирамиды:  
а)  $3L_4L_36L_29PC$ , б)  $L_66L_27PC$ , в)  $6L_29PC$ , г)  $L_4L_25P$ ,

#### *Тест 4*

1. Кратчайшее из возможных расстояний между одинаковыми точками в \_\_\_\_\_ ряду называется:  
а) узел, б) ряд, в) параметр ряда, г) грань ряда.
2. Структура кристалла это:  
а) беспорядочное расположение частиц в пространстве;  
б) конкретное расположение частиц в пространстве;  
в) сочетание узлов и граней;  
г) это способ представления периодичности повторения в пространстве отдельных материальных частиц или групп частиц.
3. Элементарный угол поворота определяется  
а)  $n=360/\alpha$ , б)  $n=360 \cdot \alpha$ , в)  $n=\alpha/360$ .
4. В высшей категории только одна сингония:  
а) кубическая, б) тетрагональная, в) тригональная, г) ромбическая.
5. Формула симметрии тетрагональной призмы:  
а)  $3L_44L_36L_29PC$ , б)  $L_44L_25PC$ , в)  $6L_29PC$ , г)  $L_44L_25P$ ,
6. Изоморфными являются вещества:  
а) твердые вещества, сходные по химическому составу и имеющие разные по форме кристаллы  
б) твердые вещества, сходные по химическому составу и имеющие близкие по форме кристаллы  
в) твердые вещества, разные по химическому составу, и разные по форме кристаллы  
г) твердые вещества, разные по химическому составу, но имеющие близкие по форме кристаллы

#### *Тест 5*

1. Сдвиг точки бесконечного ряда на один период идентичности вдоль направления трансляции это:  
а) перенос системы, б) симметричное преобразование,  
в) преобразование системы, г) несимметричное преобразование

2. По закону постоянства углов кристаллов:
  - а) во всех кристаллах данного вещества при одинаковых условиях углы между соответствующими гранями кристаллов постоянны.
  - б) во всех кристаллах любого вещества при одинаковых условиях углы между соответствующими гранями кристаллов постоянны.
  - в) в некоторых кристаллах данного вещества при одинаковых условиях углы между соответствующими гранями кристаллов постоянны.
  - г) во всех кристаллах данного вещества при одинаковых условиях углы между соответствующими гранями кристаллов непостоянны.
3. Угол поворота вокруг линии пересечения двух плоскостей симметрии:
  - а) больше угла между плоскостями
  - б) вдвое больше угла между плоскостями
  - в) вдвое меньше угла между плоскостями
  - г) равен углу между плоскостями
4. Тригональная, тетрагональная, гексагональная сингонии относятся к категории:
  - а) низшей, б) средней, в) высшей.
5. Формула симметрии тетрагональной пирамиды:
  - а)  $L_44PC$ , б)  $L_44L_25PC$ , в)  $6L_29PC$ , г)  $L_44PC$ ,

#### *Тест 6*

1. Одинаковые точки, связанные между собой трансляциями в бесконечном ряду называются:
  - а) вершинами, б) узлами, в) гранями, г) ячейками
2. Чему равны двойные отношения параметров для двух любых граней:
  - а) отношению малых целых чисел
  - б) отношению больших целых чисел
  - в) отношению малых дробных чисел
  - г) отношению дробных и целых чисел
3. Если есть четная ось симметрии и на ней центр симметрии, то перпендикулярно к ней проходит:
  - а) плоскость, б) ось, в) центр, г) ось и плоскость.
4. Ромбическая, моноклинная, триклинная сингонии относятся к категории:
  - а) низшей, б) средней, в) высшей.
5. Формула симметрии тригональной пирамиды:
  - а)  $L_44PC$ , б)  $L_3PC$ , в)  $L_33P$ , г)  $L_44PC$ ,

и, в) петлями, параллелограммами

#### *Тест 7*

1. Что такое операции симметрии:
  - а) отражение, б) вращение, в) отражение и вращение, г) перенос из одной точки в другую

2. Если есть ось симметрии  $n$ -го порядка и вдоль нее проходит плоскость симметрии, то таких плоскостей:  
а)  $n$ , б)  $n-1$ , в)  $n+1$ , г)  $2n$
3. Формула симметрии куба:  
а)  $3L_44L_36L_29PC$ , б)  $3L_44L_36L_26PC$ , в)  $3L_46L_29PC$ , г)  $3L_44L_36L_29P$ ,
4. Формула симметрии гексагональной пирамиды:  
а)  $L_64PC$ , б)  $L_64L_26PC$ , в)  $6L_6PC$ , г)  $L_66P$ .
5. Над лункой первого слоя находится шар второго слоя. Пустота в обоих случаях окружена шестью шарами. Пустоты называются:  
а) тетраэдрическими, б) октаэдрическими, г) гексаэдрическими

***Критерии оценки ответа студента при выполнении тестовых заданий***

Оценка	Требования к знаниям
отлично	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно освоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятое решение.
хорошо	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного характера, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при обосновании ответа.
неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, имеет затруднения при ответе на вопросы и обосновании ответов. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут

	продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.
--	---

### **Типовые вопросы к коллоквиуму по теории симметрии и основам геометрического строения кристаллов**

- 1). Понятие о пространственной симметрии
- 2). Основные пространственные элементы симметрии: плоскости скользящего отражения, винтовые оси.
- 3). Особенности взаимодействия пространственных элементов симметрии, координатный способ вывода групп симметрии.
- 4). Правильные системы точек, общие и частные системы.
- 5). Кратность правильных систем точек, роль правильных систем в структурном анализе.
- 6). Химическая связь в кристаллах, координационное число.
- 7). Системы атомных и ионных радиусов.
- 8). Концепция плотнейших упаковок атомов и ионов, основные типы упаковок: двухслойная и трехслойная.
- 9). Основные типы пустот и принципы расчета их заселенности.
- 10). Понятие о твердых растворах, основные типы растворов: замещения, внедрения, вычитания.
- 11). Основные фазовые диаграммы с твердыми растворами.
- 12). Пределы растворимости, закон Вегарда.
- 13). Дефекты кристаллической структуры, точечные и протяженные дефекты.

#### **Критерии оценивания ответов**

Коллоквиум считается сданным, если отвечающий дает достаточно полный ответ, понимает связь материала данного раздела с другими, в случае затруднений откликается на подсказки и наводящие вопросы.

Коллоквиум считается несданным, если отвечающий не может дать развернутого ответа, ему не помогают подсказки и наводящие вопросы.

### ***Типовые вопросы к защите по лабораторным работам***

- 1). Основные типы решеток, решетки Бравэ.
- 2). Примитивные и центрированные решетки.
- 3). Кристаллическая решетка и индексы Миллера.
- 4). Квадратичные формы ортогональных сингоний.
- 5). Принципы индирования высокосимметричных кристаллов.
- 6). Расчет параметров решетки по межплоскостным расстояниям.
- 7). Элементарные принципы дифракции.
- 8). Условия дифракции по Лауэ.
- 9). Метод вращения.
- 8). Формула Вульфа-Брэгга и «отражательная» дифракция.
- 9). Рентгенофазовый анализ.
- 10). Основные причины погасаний дифракционных рефлексов.

11). Зависимость структурного фактора от координат и индексов Миллера.

### ***Критерии защиты лабораторной работы***

Работа считается защищенной при следующих условиях:

- участие в выполнении работы;
- предоставление отчета, оформленного в соответствии с учебно-методическими пособиями к лабораторным работам;
- краткие, но достаточно содержательные ответы на 2–3 вопроса из прилагаемого списка.

При невыполнении любого из требований, перечисленных выше, остальные могут быть зачтены, но работа не будет считаться защищенной, пока не будут выполнены все требования.

### ***Примерные контрольные вопросы к зачету***

1. Предмет и задачи кристаллохимии. Кристаллохимия как часть химии и как метод исследования химических веществ. Основной закон кристаллохимии (Гольдшмидт, Капустинский). Общие свойства кристаллов. Формула Эйлера-Декарта.
2. Основные этапы истории рентгеноструктурного анализа и кристаллохимии.
3. Типы химических связей в кристаллах. Энергия связей. Гомо- и гетеродесмические структуры. Характер структуры. Примеры.
4. Структурные типы. Изоструктурность. Описание простейших кристаллических структур.
5. Изоморфизм. Структура твердых растворов.
6. Полиморфизм, политипия, морфотропия. Монотропные и энантиотропные полиморфные превращения.
7. ПШУ и ПШК. Описание кристаллических структур простых веществ в рамках представлений о ПШУ и ПШК.
8. Пустоты в ПШУ и ПШК. Описание кристаллических структур бинарных и тернарных соединений в рамках представлений о ПШУ и ПШК. Примеры.
9. Кристаллические структуры металлов.
10. Кристаллические структуры простых веществ, образованных р-элементами VIII, VII и VI групп периодической системы.
11. Кристаллические структуры простых веществ, образованных р-элементами V, IV и III групп периодической системы.
12. Кристаллические структуры интерметаллидов.
13. Кристаллические структуры бинарных соединений, описываемые в рамках представлений о ПШУ и ПШК.
14. Общая характеристика кристаллических структур бинарных соединений. Примеры. Ажурные структурные мотивы.
15. Общая характеристика кристаллических структур тернарных соединений.
16. Структурный тип перовскита. Сегнетоэлектрики.
17. Структурный тип шпинели. Нормальная (прямая) и обращенная шпинель. Коэффициент обращения. Ферриты и их свойства.
18. Структуры силикатов. Цеолиты.
19. Значение рентгеноструктурного анализа и кристаллохимии для химии и молекулярной биологии. Базы структурных данных.
20. Понятие о рентгенографии. Автоматические дифрактометры.
21. Метод порошка в рентгенографии. Индексы Миллера. Межплоскостные расстояния. Уравнение Брэгга-Вульфа. Порядок отражения. Рентгенограмма. Представление о рентгенофазовом анализе.

22. Сравнение разных дифракционных методов изучения кристаллической структуры.
23. Группы симметрии. Операции и элементы симметрии. Закрытые операции и элементы симметрии. Инверсия. Поворотные и инверсионные оси, свойства. Описание симметрии неперiodических объектов. Примеры.
24. Точечные группы, символы, принципы их построения. Предельные группы. Примеры.
25. Проекция элементов симметрии.
26. Символики Германа-Могена и Шенфлиса. Зеркальные повороты и зеркально-поворотные оси, соотношения с инверсионными.
27. Трансляции, их дискретные группы. Кристаллическая решетка, ее базис. Прimitives и непрimitives параллелограммы и параллелепипеды повторяемости.
28. Симметрия решетки. Голоэдрические группы, их свойства. Особые направления в решетке, их свойства.
29. Кристаллографические координатные системы, их выбор. Базис кристаллографической координатной системы. Координатный крест. Элементарная ячейка. Параметры решетки. Виды кристаллографических координатных систем для разных типов симметрии решетки. Сингония.
30. Способы размещения узлов в элементарной ячейке. Типы Бравэ. Проекция элементарной ячейки.
31. Основные структурные типы для кубической сингонии. Число формульных единиц в элементарной ячейке. Рентгеновская плотность кристалла.
32. Кристаллографические точечные группы. Симметрия кристаллического многогранника. Примеры.
33. Открытые операции и элементы симметрии.
34. Пространственные группы симметрии (симморфные и несимморфные), принцип их вывода.
35. Кристаллохимические радиусы, соотношение с орбитальными. Ионные радиусы. Метод Ланде. Металлические, ковалентные, вандерваальсовы радиусы. Поправки Гольдшмидта.

### Критерии оценки ответа на зачете

Оценка	Критерии ответа
<b>Зачтено</b>	Глубокое и хорошее знание и понимание предмета, в том числе терминологии и основных понятий; теоретических закономерностей; фактических данных; обстоятельный, логический и грамотный ответ во время сдачи зачета; удельный вес ошибок при контрольном тестировании – не более 50%.
<b>Незачтено</b>	Слабое знание основной терминологии, теоретических закономерностей, фактических данных, ошибочный ответ на зачете; удельный вес ошибок при контрольном тестировании – более 50%.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Для успешного освоения лекционного материала обучающиеся должны посещать лекции и конспектировать их в специальную тетрадь.

Очень полезно перед текущей лекцией просмотреть материал предыдущей.

При конспектировании следует записывать лишь основные положения, последовательность выводов законов и уравнений, воспроизводить необходимые схемы и рисунки. Если возникают вопросы по части материала и нет возможности выяснить их сразу, следует отметить оставшееся непонятым и после лекции (в свободное время) найти соответствующий материал в литературе, Интернете или выяснить у преподавателя во время практических занятий или на консультациях.

При подготовке к контрольным работам необходимо повторить соответствующий материал. По контрольной № 1 наиболее важные вопросы:

- номенклатура структурных типов;
- основные типы решеток;
- методика подсчета числа атомов и формульных единиц (молекул), приходящихся на элементарную ячейку;
- выявление плотнейшей упаковки;
- определение типа плотнейшей упаковки;
- анализ заселенности пустот;
- координационные числа и координационные многогранники.

По контрольной работе № 2:

- принципы построения стереографической проекции элементов симметрии;
- принципы построения гномостереографической проекции граней кристаллического многогранника;
- размножение граней элементами симметрии;
- особенности взаимодействия элементов симметрии друг с другом;
- классификация простых форм;
- основные типы простых форм.

Рекомендуется также внеурочное посещение лаборатории с целью повторения материала по изучению кристаллов на моделях, имеющихся в лаборатории, поскольку этот наглядный материал не может быть доступным вне лаборатории. Рекомендуется обращаться к персоналу лаборатории за необходимыми разъяснениями и консультациями.

При подготовке к практическим и лабораторным занятиям необходимо повторить теоретическую часть как по конспектам лекций и учебникам, так и по соответствующему учебно-методическому пособию.

Коллоквиум призван закрепить материал по пространственной симметрии и геометрическим закономерностям формирования структуры и внешней формы кристаллов. При подготовке к коллоквиуму также необходимо тщательно проработать материал, используя конспекты лекций, учебные и учебно-методические пособия, другие источники (справочники, энциклопедии, Интернет).

Зачет с оценкой – это завершающее оценочное средство по дисциплине, позволяющее уточнить уровень усвоения материала обучающимися. При подготовке к зачету, в общем, рекомендуются те же действия, что и в случае других контрольных мероприятий: тщательная проработка материала по конспектам лекций, учебным и учебно-методическим пособиям, другим источникам. Кроме этого, необходимо выделить наиболее трудные разделы и сформулировать вопросы преподавателю к консультации перед зачетом.