

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Химический факультет

УТВЕРЖДЕНО
решением ученого совета ННГУ
протокол № 6 от 31 мая 2023 г.

Рабочая программа дисциплины

Избранные главы химии твердого тела

Уровень высшего образования
Бакалавриат

Направление подготовки / специальность
04.03.01 - Химия

Направленность образовательной программы
Химия и материаловедение

Форма обучения
очная, очно-заочная

г. Нижний Новгород

2023 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.03.ДВ.01.05 Избранные главы химии твердого тела относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

| Формируемые компетенции (код, содержание компетенции) | Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции | | Наименование оценочного средства | |
|--|---|---|------------------------------------|---------------------------------|
| | Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора) | Результаты обучения по дисциплине | Для текущего контроля успеваемости | Для промежуточной аттестации |
| ПК-1-н: Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации | <p>ПК-1-н.1: Планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР</p> <p>ПК-1-н.2: Готовит элементы документации, проекты планов и программ отдельных этапов НИР</p> <p>ПК-1-н.3: Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИР</p> <p>ПК-1-н.4: Готовит объекты исследования</p> | <p>ПК-1-н.1:</p> <p>Знать четкую инструкцию по выполнению или алгоритм действий, направленных на решение исследовательской задачи химической направленности.</p> <p>Уметь разрабатывать детальные планы отдельных стадий исследования с учетом имеющихся материальных и временных ресурсов при наличии общего плана НИР.</p> <p>Владеть навыками выбора и использования технических средств и методов испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации.</p> <p>ПК-1-н.2:</p> <p>Знать стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, стадии исследования НИР, правила обработки и оформления результатов работы, включая программные продукты, нормы ТБ, необходимые для подготовки элементов документации, проектов планов и программ отдельных этапов НИР.</p> | Отчет по лабораторным работам | Экзамен: Контрольные вопросы |

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| | | <p>Уметь анализировать информацию о строении твердого тела, необходимую для подготовки элементов документации, проектов планов и программ отдельных этапов НИР.</p> <p>Владеть базовыми навыками подготовки элементов документации, проектов планов и программ отдельных этапов НИР.</p> <p>ПК-1-н.3:</p> <p>Знать стандартные методы получения веществ, технические средства и методы испытаний, необходимые для решения поставленных задач НИР.</p> <p>Уметь выбирать технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИР.</p> <p>Владеть навыками выбора и использования технических средств и методов испытаний (из набора имеющихся) для решения исследовательских задач химической направленности.</p> <p>ПК-1-н.4:</p> <p>Знать стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, позволяющие корректно интерпретировать экспериментальные данные по областям существования твердых растворов.</p> <p>Уметь выбирать оптимальные пути получения объектов исследования.</p> <p>Владеть базовыми навыками проведения химического эксперимента и оформления его результатов.</p> | | |
|--|--|--|--|--|

| | | | | |
|---|---|--|---|--|
| <p><i>ПК-1-т: Способен выбирать технические средства и методы испытаний для решения технологических задач, поставленных специалистом более высокой квалификации</i></p> | <p><i>ПК-1-т.1: Планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИОКР</i></p> <p><i>ПК-1-т.2: Готовит элементы документации, проекты планов и программ отдельных этапов НИОКР</i></p> <p><i>ПК-1-т.3: Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИОКР</i></p> <p><i>ПК-1-т.4: Готовит объекты исследования</i></p> | <p><i>ПК-1-т.1:</i></p> <p><i>Знать четкую инструкцию по выполнению или алгоритм действий, направленных на решение технологических задач химической направленности.</i></p> <p><i>Уметь разрабатывать детальные планы отдельных стадий НИОКР с учетом имеющихся материальных и временных ресурсов при наличии общего плана НИОКР.</i></p> <p><i>Владеть навыками выбора и использования технических средств и методов испытаний для решения технологических задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации.</i></p> <p><i>ПК-1-т.2:</i></p> <p><i>Знать стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, стадии исследования НИОКР, правила обработки и оформления результатов работы, включая программные продукты, нормы ТБ, необходимые для подготовки элементов документации, проектов планов и программ отдельных этапов НИОКР.</i></p> <p><i>Уметь анализировать информацию о строении твердого тела, необходимую для подготовки элементов документации, проектов планов и программ отдельных этапов НИОКР.</i></p> <p><i>Владеть базовыми навыками подготовки элементов документации, проектов планов и программ отдельных этапов НИОКР.</i></p> <p><i>ПК-1-т.3:</i></p> <p><i>Знать стандартные методы получения веществ,</i></p> | <p><i>Отчет по лабораторным работам</i></p> | <p><i>Экзамен:</i></p> <p><i>Контрольные вопросы</i></p> |
|---|---|--|---|--|

| | | | | |
|--|--|---|-------------------------------|---------------------------------|
| | | <p>технические средства и методы испытаний, необходимые для решения поставленных задач НИОКР. Уметь выбирать технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИОКР. Владеть навыками выбора и использования технических средств и методов испытаний (из набора имеющихся) для решения технологических задач химической направленности.</p> <p>ПК-1-т.4: Знать стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, позволяющие корректно интерпретировать экспериментальные данные по областям существования твердых растворов. Уметь выбирать оптимальные пути получения объектов исследования. Владеть базовыми навыками проведения химико-технологического эксперимента и оформления его результатов.</p> | | |
| ПК-2-н: Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы | ПК-2-н.1: Проводит первичный поиск информации по заданной тематике (в т.ч., с использованием патентных баз данных) | <p>ПК-2-н.1: Знать основную терминологию и понятийный аппарат базовых естественнонаучных дисциплин, используемых для решения профессиональных задач в области неорганической химии и смежных с химией наук. Уметь анализировать информацию о строении твердого тела, позволяющую корректно интерпретировать экспериментальные данные по областям существования твердых растворов в информационных (в т.ч.</p> | Отчет по лабораторным работам | Экзамен: Контрольные вопросы |

| | | | | |
|---|---|--|---|-------------------------------|
| | | <p>патентных) базах данных.</p> <p>Владеть навыками работы по поиску специализированной информации по заданной тематике в учебной и научной литературе, в том числе в информационных (включая патентные) базах данных.</p> | | |
| <p>ПК-3-н: Способен осуществлять контроль качества веществ и материалов</p> | <p>ПК-3-н.1: Выполняет стандартные операции на высокотехнологическом оборудовании для характеристики веществ и материалов.</p> <p>ПК-3-н.2: Составляет отчеты о выполненной работе по заданной форме.</p> | <p>ПК-3-н.1:</p> <p>Знать основные кристаллохимические категории (изоморфизм, морфотропию, полиморфизм) на современном уровне развития науки, необходимые для осуществления контроля качества веществ и материалов при решении задач химической и материаловедческой направленности.</p> <p>Уметь выполнять стандартные операции на высокотехнологическом оборудовании для характеристики веществ и материалов и анализировать их связь с теоретическими представлениями об изоморфизме соединений и образовании твердых растворов.</p> <p>Владеть навыками конструирования, синтеза и характеристики новых кристаллических соединений и твердых растворов с выходом на создание материалов со специальными и практически важными функциями и оформления результатов выполненной работы.</p> <p>ПК-3-н.2:</p> <p>Знать сущность и основные проблемы при проведении направленного дизайна новых твердых растворов и соединений на основе кристаллохимических данных, стадии исследования НИР, правила обработки и</p> | <p>Внеаудиторная контрольная работа</p> | <p>Экзамен: Портфолио</p> |

| | | | | |
|--|--|---|--|--|
| | | <p>оформления результатов работы.</p> <p>Уметь реализовывать современный подход к синтезу и характеристике полученных соединений и твердых растворов с использованием высокотехнологического оборудования и стандартных методик обработки результатов экспериментов, включая программные продукты.</p> <p>Владеть навыками конструирования, синтеза и характеристики новых кристаллических соединений и твердых растворов с выходом на создание материалов со специальными и практически важными функциями и оформления результатов выполненной работы в виде отчета по заданной форме.</p> | | |
|--|--|---|--|--|

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

| | очная | очно-заочная |
|--|-----------------------------|-----------------------------|
| Общая трудоемкость, з.е. | 9 | 9 |
| Часов по учебному плану | 324 | 324 |
| в том числе | | |
| аудиторные занятия (контактная работа): | | |
| - занятия лекционного типа | 64 | 64 |
| - занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы) | 160 | 64 |
| - КСР | 2 | 2 |
| самостоятельная работа | 44 | 158 |
| Промежуточная аттестация | 54 экзамен | 36 экзамен |

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

| Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины | Всего (часы) | в том числе | |
|---|--------------|--|------------------------|
| | | Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них | Самостоятельная работа |
| | | | |

| | | | Занятия лекционного типа | | Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы | | Всего | | обучающегося, часы | |
|--------------------------------------|-------------|------------------|--------------------------|------------------|--|------------------|-------------|------------------|--------------------|------------------|
| | о ф о | о з ф о | о ф о | о з ф о | о ф о | о з ф о | о ф о | о з ф о | о ф о | о з ф о |
| Тема 1. Изоморфизм. Твердые растворы | 164 | 167 | 42 | 42 | 98 | 39 | 140 | 81 | 24 | 86 |
| Тема 2. Морфотропия | 48 | 57 | 10 | 10 | 28 | 11 | 38 | 21 | 10 | 36 |
| Тема 3. Полиморфизм | 56 | 62 | 12 | 12 | 34 | 14 | 46 | 26 | 10 | 36 |
| Аттестация | 54 | 36 | | | | | | | | |
| КСР | 2 | 2 | | | | | 2 | 2 | | |
| Итого | 324 | 324 | 64 | 64 | 160 | 64 | 226 | 130 | 44 | 158 |

Практические занятия /лабораторные работы организуются, в том числе, в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

На проведение практических занятий / лабораторных работ в форме практической подготовки отводится: очная форма обучения - 48 ч., очно-заочная форма обучения - 16 ч.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

- электронный курс "Избранные главы химии твердого тела" (<https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=3726>).

Иные учебно-методические материалы: Петьков В.И., Грудзинская Е. Ю. Активные методы в преподавании дисциплины «Изоморфизм. Твердые растворы». Курс лекций и описание занятий. Монография. -Saarbrücken, Deutschland / Германия: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co.KG, 2014, 169 с. (Книги имеются в фонде кафедры)

Петьков В.И., Дмитриенко А.С. Полиморфизм. Учебно-методическое пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2019, 36 с.

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам) для оценки сформированности компетенции ПК-1-н

Лабораторная работа "Методы синтеза твердых растворов":

1. Обзор литературных источников по теме лабораторной работы, обобщение литературных данных.
2. Выбор приборов и реактивов, необходимых для проведения лабораторной работы.
2. Протоколирование результатов опытов.

3. Представление результатов эксперимента в виде таблиц и (или) графических зависимостей в отчете.

4. Анализ полученных данных. Выводы.

5. Отражение литературных источников по теме работы и оформление списка литературы согласно требованиям к отчету.

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам) для оценки сформированности компетенции ПК-1-г

Лабораторная работа "Методы синтеза твердых растворов":

1. Обзор литературных источников по теме лабораторной работы, обобщение литературных данных.

2. Выбор технических средств, методов испытаний и реактивов, необходимых для проведения лабораторной работы.

2. Протоколирование результатов опытов.

3. Представление результатов эксперимента в виде таблиц и (или) графических зависимостей в отчете.

4. Анализ полученных данных. Выводы.

5. Отражение литературных источников по теме работы и оформление списка литературы согласно требованиям к отчету.

5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам) для оценки сформированности компетенции ПК-2-н

Лабораторная работа "Методы синтеза твердых растворов":

1. Обзор литературных источников по теме лабораторной работы, обобщение литературных данных.

2. Отражение литературных источников по теме работы и оформление списка литературы согласно требованиям к отчету.

Критерии оценивания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам)

| Оценка | Критерии оценивания |
|---------------|--|
| зачтено | Отчет должен удовлетворять всем требованиям, предъявляемым к оформлению отчета. Содержание отчета соответствует названию лабораторной работы. Результаты работы отражены в отчете, соответствуют данным в подписанном протоколе, обработаны, сделаны соответствующие выводы. |
| не зачтено | Содержание отчета не соответствует теме лабораторной работы, предъявляемые требования к оформлению лабораторной работы не соблюдены. Результаты работы не отражены в отчете, либо не соответствуют протоколу, не обработаны, выводы по работе не сделаны. Или отчет не предоставлен. |

5.1.4 Типовые задания (оценочное средство - Внеаудиторная контрольная работа) для оценки сформированности компетенции ПК-3-н

Задание 1. Рассчитайте плотность твёрдого раствора YF_3 в CaF_2 в зависимости от состава: а) по модели катионных вакансий; б) по модели межузельных ионов F^- . Параметр a кубической элементарной ячейки CaF_2 равен 5.4626 \AA , число формульных единиц Z равно 4. Принять, что объём элементарной ячейки не зависит от состава твёрдого раствора.

Задание 2. Приведите наиболее вероятные формулы для следующих ограниченных твёрдых растворов: а) $MnCl_2$ в KCl ; б) Y_2O_3 в ZrO_2 .

Задание 3. Рассмотрите применение рентгенографии для доказательства образования твёрдого раствора, изученного в Вашей научной группе. Приведите состав (химическую формулу) твёрдого раствора, область его гомогенности, исходные рентгенограммы (с индексами hkl), рассчитанные по ним параметры элементарной ячейки, зависимость параметров ячейки от состава. Укажите, соответствует ли зависимость параметров ячейки от состава твёрдого раствора правилу Вегарда или имеется отклонение от поведения, предсказываемого правилом Вегарда, о чем может свидетельствовать это отклонение.

Если Ваша научная работа не связана с изучением твёрдых растворов, для выполнения задания 3 воспользуйтесь файлом “Работа1.pdf”.

Задание 4. Приведите две «звезды изоморфизма» Ферсмана (иные, чем в лекции 3) и предложите схемы лучшей кристаллохимической компенсации избыточной степени окисления элементов, используемых в Вашей научной работе, при их изоморфных замещениях.

Задание 5. Приведите диаграмму состояния p (см. рис. 5.11 лекции 5) и опишите число фаз в каждой области диаграммы и их состав.

Критерии оценивания (оценочное средство - Внеаудиторная контрольная работа)

| Оценка | Критерии оценивания |
|--------------|--|
| превосходно | Студент дал полный и развернутый ответ в письменной форме на все вопросы контрольной работы, подтверждая тем самым владение материалом. Студент демонстрирует творческий подход к решению технологических задач по областям существования твёрдых растворов. |
| отлично | Студент дал полный и развернутый ответ в письменной форме на все вопросы контрольной работы, подтверждая тем самым владение материалом. |
| очень хорошо | Студент дал полный ответ в письменной форме на все вопросы контрольной работы, но допустил небольшие неточности в определениях понятий, процессов и т.п. |

| Оценка | Критерии оценивания |
|---------------------|--|
| хорошо | Студент дал ответ в письменной форме на все теоретические вопросы контрольной работы, но объяснения по ним даны неполные, допущены неточности в определениях понятий, процессов и т.п. |
| удовлетворительно | Студент показал минимальный уровень теоретических знаний, сделал существенные ошибки при письменном ответе на вопросы. |
| неудовлетворительно | Студент дал ошибочные письменные ответы на теоретические вопросы контрольной работы. |
| плохо | Студент отказался отвечать на вопросы контрольной работы в письменной форме. |

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

| Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций) | плохо | неудовлетворительно | удовлетворительно | хорошо | очень хорошо | отлично | превосходно |
|--|---|--|--|---|---|--|--|
| | не зачтено | | зачтено | | | | |
| <u>Знания</u> | Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа | Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки | Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет. | Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. |
| <u>Умения</u> | Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа | При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки | Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме | Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами | Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами. | Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельным и несущественными недочетами, выполнены все задания в | Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов |

| | | | | | | | |
|---------------|--|---|--|--|--|--|---|
| | | | | | | полном объеме | |
| <u>Навыки</u> | Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа | При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки | Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторым и недочетами | Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и недочетами | Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов | Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов | Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач |

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

| Оценка | | Уровень подготовки |
|------------|---------------------|--|
| зачтено | превосходно | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой |
| | отлично | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично». |
| | очень хорошо | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо» |
| | хорошо | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо». |
| | удовлетворительно | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно» |
| не зачтено | неудовлетворительно | Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно». |
| | плохо | Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо» |

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации

5.3.1 Типовые задания, выносимые на промежуточную аттестацию:

Оценочное средство - Контрольные вопросы

Экзамен

Критерии оценивания (Контрольные вопросы - Экзамен)

| Оценка | Критерии оценивания |
|---------------------|--|
| превосходно | Студент дал полный и развернутый ответ в письменной форме на все вопросы билета, подтверждая тем самым владение материалом. Студент демонстрирует творческий подход к решению технологических задач по областям существования твердых растворов. |
| отлично | Студент дал полный и развернутый ответ в письменной форме на все вопросы билета, подтверждая тем самым владение материалом. |
| очень хорошо | Студент дал полный ответ в письменной форме на все вопросы билета, но допустил небольшие неточности в определениях понятий, процессов и т.п. |
| хорошо | Студент дал ответ в письменной форме на все теоретические вопросы билета, но объяснения по ним даны неполные, допущены неточности в определениях понятий, процессов и т.п. |
| удовлетворительно | Студент показал минимальный уровень теоретических знаний, сделал существенные ошибки при письменном ответе на вопросы. |
| неудовлетворительно | Студент дал ошибочные письменные ответы на теоретические вопросы билета. |
| плохо | Студент отказался отвечать на вопросы билета в письменной форме. |

Типовые задания (Контрольные вопросы - Экзамен) для оценки сформированности компетенции ПК-1-н (Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации)

Экспериментальные методы изучения твердых растворов (рентгенография, измерения плотности, использование метода ДТА для изучения изменения температур фазовых переходов в твердых растворах).

Основные понятия термодинамики твердых растворов. Экспериментальное определение термодинамических функций смешанных твердых растворов.

Основные физико-химические и термодинамические принципы теории изоморфизма.

Типовые задания (Контрольные вопросы - Экзамен) для оценки сформированности компетенции ПК-1-т (Способен выбирать технические средства и методы испытаний для решения технологических задач, поставленных специалистом более высокой квалификации)

Экспериментальные методы изучения твердых растворов (рентгенография, измерения плотности, использование метода ДТА для изучения изменения температур фазовых переходов в твердых растворах).

Основные понятия термодинамики твердых растворов. Экспериментальное определение термодинамических функций смешанных твердых растворов.

Основные физико-химические и термодинамические принципы теории изоморфизма.

Типовые задания (Контрольные вопросы - Экзамен) для оценки сформированности компетенции ПК-2-н (Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы)

Структурные критерии различия химических соединений и твердых растворов.

Типы твердых растворов замещения. Твердые растворы внедрения.

Правила изоморфизма с современной точки зрения.

Морфотропия. Критерии устойчивости структурного типа.

Полиморфизм. Классификационная проблема.

Изоморфизм, морфотропия, полиморфизм. Сущность понятий.

Системы кристаллохимических радиусов.

Фазовые переходы первого и второго рода.

Классификация изоморфизма.

Структурный переход порядок-беспорядок в кристаллах твердых растворов.

Координационные правила полиморфизма.

Механизмы образования твердых растворов.

Эмпирические правила изоморфизма.

Роль диаграмм состояния в исследовании изоморфизма. Типы физико-химического взаимодействия веществ. Физико-химическая сущность изоморфизма как макроскопического явления.

Факторы изоморфной взаимозаместимости атомов в кристаллах твердых растворов.

Роль кристаллохимического подхода в решении задач создания научных представлений о процессах формирования материалов с требуемыми свойствами.

Типы кристаллического строения фаз переменного состава.

Оценочное средство - Портфолио

Экзамен

Критерии оценивания (Портфолио - Экзамен)

| Оценка | Критерии оценивания |
|-------------|---|
| превосходно | Наличие сопроводительного письма владельца портфолио с описанием цели, предназначения и краткого содержания портфолио. Наличие трех обязательных разделов. Наличие дополнительных рубрик (поисковых, ситуативных, описательных), демонстрирующих полезность портфолио |

| Оценка | Критерии оценивания |
|---------------------|--|
| | для студента. Наличие рефлексии и самооценки по групповым работам. Наличие рефлексии и самооценки по самостоятельной работе в ходе изучения курса. |
| отлично | Наличие сопроводительного письма владельца портфолио с описанием цели, предназначения и краткого содержания портфолио. Наличие трех обязательных разделов. Наличие дополнительных рубрик (поисковых, ситуативных, описательных), демонстрирующих полезность портфолио для студента. Наличие рефлексии и самооценки по групповым работам. |
| очень хорошо | Наличие сопроводительного письма владельца портфолио с описанием цели, предназначения и краткого содержания портфолио. Наличие трех обязательных разделов. В портфолио включены дополнительные рубрики. Наличие рефлексии по групповым работам. |
| хорошо | Наличие сопроводительного письма владельца портфолио с описанием цели, предназначения и краткого содержания портфолио. Наличие трех обязательных разделов. В портфолио включены дополнительные рубрики, но не всегда явно выражена их полезность для студента. Недостаточно выражена оригинальность, творчество в оформлении портфолио. |
| удовлетворительно | Наличие сопроводительного письма владельца портфолио с описанием цели, предназначения и краткого содержания портфолио. Наличие трех обязательных разделов. Акцент сделан на обязательные разделы и рекомендуемые рубрики. |
| неудовлетворительно | Отсутствие сопроводительного письма владельца портфолио с описанием цели, предназначения и краткого содержания портфолио. Наличие менее трех обязательных разделов. |
| плохо | Отсутствие сопроводительного письма владельца портфолио с описанием цели, предназначения и краткого содержания портфолио. Наличие менее трех обязательных разделов. Портфолио не позволяет оценить прирост знаний студента. |

Типовые задания (Портфолио - Экзамен) для оценки сформированности компетенции ПК-3-н (Способен осуществлять контроль качества веществ и материалов)

Портфолио является отчетным документом о работе студента на протяжении всего курса. Оформление портфолио проводится в электронной форме. Структура электронного портфолио включает разделы: автопортрет, информационные ресурсы, рабочие материалы, мои достижения, внутри которых выделяют рубрики. Каждый элемент портфолио должен датироваться, чтобы можно было проследить динамику учебного процесса. Желательно, чтобы при оформлении окончательного варианта портфолио включало в себя, помимо обязательных разделов, три обязательных элемента: сопроводительное письмо владельца портфолио с описанием цели, предназначения и краткого содержания портфолио; содержание (или оглавление) портфолио с перечислением его основных элементов; самоанализ и взгляд в будущее. К экзамену студенты дорабатывают с учетом пожеланий преподавателя построенные в процессе изучения материала кластеры «Изоморфизм», «Морфотропия», «Полиморфизм».

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Макаров Евгений Сергеевич. Изоморфизм атомов в кристаллах. - М. : Атомиздат, 1973. - 288 с. : черт. - 2.38., 2 экз.
2. Петьков В. И. Избранные главы химии твердого тела (Изоморфизм. Твердые растворы. Морфотропия. Полиморфизм) : учебно-методическое пособие / Петьков В. И. - Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2014. - 90 с. - Рекомендовано методической комиссией химического факультета, центром инновационных образовательных технологий (Центр «Тюнинг») ИЭП для студентов, обучающихся по направлениям подготовки 020100 «Химия», 240100 «Химическая технология», специальности 020201 «Фундаментальная и прикладная химия» и преподавателей высших учебных заведений. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ННГУ им. Н. И. Лобачевского - Химия., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=730308&idb=0>.
3. Урусов Вадим Сергеевич. Теоретическая кристаллохимия : [учеб. для геохим. и хим. специальностей вузов]. - М. : Изд-во МГУ, 1987. - 272, [3] с. : ил. - 0.85., 111 экз.
4. Готтштайн Г. Физико-химические основы материаловедения : учебное пособие / Готтштайн Г. - Москва : Лаборатория знаний, 2021. - 403 с. - ISBN 978-5-93208-565-3., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=838096&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Вест Антони Р. Химия твердого тела : теория и приложения : в 2 ч. Ч. 2 / пер. с англ. А. Р. Кауля, И. Б. Куценка ; под ред. Ю. Д. Третьякова. - М. : Мир, 1988. - 334, [1] с. : ил. - ISBN 5-03-000070-4. - ISBN 5-03-000071-2 : 4.00., 2 экз.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

<http://www.cryst.ehu.es/>
<http://www.crystallography.net/cod/>
<http://webbook.nist.gov/chemistry/>
http://sdbs.db.aist.go.jp/sdbs/cgi-bin/direct_frame_top.cgi
www.unn.ru/pages/e-library/methodmaterial/2010/solid_solution.pdf
www.geol.vsu.ru/ecology/ForStudents/3Graduate/Geochemistry/Lecture6.doc

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами, специализированным оборудованием: вытяжные шкафы; химическая посуда общего и специального назначения; механические мешалки; сушильные шкафы; дистилляторы; технические и аналитические весы; рентгеновский дифрактометр XRD-6000, ИК-спектрофотометр FTIR-8400, электрические печи (до 1573 К), радиометрические установки, персональные компьютеры, химические реактивы, необходимые для синтезов. Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки 04.03.01 «Химия».

Автор(ы): Петьков Владимир Ильич, кандидат химических наук, доцент.

Заведующий кафедрой: Сулейманов Евгений Владимирович, доктор химических наук.

Программа одобрена на заседании Методической комиссии химического факультета от 23 мая 2023 г., протокол № 7.