

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования "Пермский
государственный национальный исследовательский
университет"**

Кафедра физической химии

Авторы-составители: **Петухов Игорь Валентинович**

Рабочая программа дисциплины

ХИМИЯ ТВЕРДОГО ТЕЛА

Код УМК 49212

Утверждено
Протокол №5
от «13» мая 2021 г.

Пермь, 2021

1. Наименование дисциплины

Химия твердого тела

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в обязательную часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление подготовки: **04.03.02** Химия, физика и механика материалов
направленность Функциональные, конструкционные материалы и наноматериалы

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Химия твердого тела** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

04.03.02 Химия, физика и механика материалов (направленность : Функциональные, конструкционные материалы и наноматериалы)

ОПК.3 Способен проводить анализ литературных данных по теме научного исследования, планировать и проводить с соблюдением норм техники безопасности экспериментальные исследования, применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники

Индикаторы

ОПК.3.2 Собирает, анализирует и обрабатывает литературные данные по тематике исследования, составляет план исследования, выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов

ПК.1 Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения научно-исследовательских задач в профессиональной области, поставленных специалистом более высокой квалификации

Индикаторы

ПК.1.1 Проводит работы по поиску, обработке и анализу научно-технической информации в профессиональной области, планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР

4. Объем и содержание дисциплины

Направление подготовки	04.03.02 Химия, физика и механика материалов (направленность: Функциональные, конструкционные материалы и наноматериалы)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	10
Объем дисциплины (з.е.)	3
Объем дисциплины (ак.час.)	108
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	42
Проведение лекционных занятий	28
Проведение практических занятий, семинаров	14
Самостоятельная работа (ак.час.)	66
Формы текущего контроля	Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (2)
Формы промежуточной аттестации	Экзамен (10 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Химия твердого тела. Первый семестр

Дисциплина "Химия твердого тела" нацелена на формирование профессиональных компетенций студента: студент приобретает (или закрепляет) следующие компетенции: использует основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применяет методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования; способен применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, в том числе с привлечением информационных баз данных; владеет навыками химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования твердых тел; владеет навыками работы на современной учебно-научной аппаратуре при проведении химических экспериментов; владеет методами регистрации и обработки результатов химических экспериментов. Дисциплина «Химия твердого тела» является комплексной и базируется на знаниях, полученных студентами при изучении фундаментальных дисциплин: «Неорганическая химия», «Аналитическая химия», «Физическая химия», «Физика».

Твердое состояние вещества. Типы химических связей в кристаллах. Зонная теория кристаллов. Зонная структура металлов, диэлектриков, полупроводников.

Рассматривается твердое состояние вещества, типы химических связей в кристаллах, зонная теория кристаллов, зонная структура металлов, диэлектриков, полупроводников.

Дефекты кристаллического строения. Точечные дефекты. Дислокации. Границы зерен. Влияние дефектов кристаллического строения на свойства твердых тел.

Рассматриваются различные виды дефектов кристаллического строения (нульмерные, одномерные, двумерные и трехмерные дефекты) и их влияние на физические и химические свойства твердых тел.

Твердые растворы. Правило фаз Гиббса. Диаграммы состояния двухкомпонентных и трехкомпонентных систем.

Рассматриваются различные виды твердых растворов, правило фаз Гиббса и основные типы диаграмм состояния двух- и трехкомпонентных систем.

Процессы кристаллизации твердых тел.

Рассматриваются гомогенное и гетерогенное зародышеобразование в процессе кристаллизации твердых тел, механизмы роста кристаллов, методы направленной кристаллизации твердых тел.

Фазовые превращения в твердом состоянии

Рассматриваются фазовые превращения в твердом состоянии, виды границ раздела в твердом теле, классификация фазовых превращений в твердом состоянии, фазовые превращения, сопровождающиеся диффузией и бездиффузионные фазовые превращения.

Процессы диффузии в твердых телах

Рассматриваются фазовые превращения в твердом состоянии, виды границ раздела в твердом теле, классификация фазовых превращений в твердом состоянии, фазовые превращения, сопровождающиеся диффузией и бездиффузионные фазовые превращения.

Особенности кинетики и механизма химических реакций с участием твердых тел.

Рассматриваются особенности кинетики и механизма химических реакций с участием твердых тел, типы твердофазных превращений и лимитирующие стадии процесса, методы активации твердых тел.

Ионная проводимость в твердых телах.

В данном разделе рассматриваются ионная проводимость, типичные твердые электролиты, механизм

проводимости, а также применение твердых электролитов.

Сегнетоэлектрики, пиро- и пьезоэлектрики. Важнейшие классы диэлектриков.

Композиционные материалы.

Рассматриваются важнейшие классы диэлектриков, сегнетоэлектриков, пироэлектриков и пьезоэлектриков, особенности их структуры. Также в данном разделе рассматривается классификация композиционных материалов, их основные типы, особенности структуры и свойств композиционных материалов

Методы исследования твердых тел.

Рассматриваются современные методы исследования твердых тел: рентгеноструктурный анализ, электронная и атомно-силовая микроскопия, ИК-спектроскопия и др. методы.

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная:

1. Кнотько А. В., Пресняков И. А., Третьяков Ю. Д. Химия твердого тела: учебное пособие для студентов, обучающихся по специальности 020101 (011000) "Химия"/А. В. Кнотько, И. А. Пресняков, Ю. Д. Третьяков.-Москва: Академия, 2006, ISBN 5-7695-2262-3.-304.-Библиогр. в конце глав
2. Петухов И. В. Физико-химические основы изменения свойств материалов: учебное пособие для студентов вузов/И. В. Петухов.-Пермь, 2007, ISBN 5-7944-1013-2.-249.-Библиогр. в конце глав

Дополнительная:

1. Бутягин П. Ю. Химическая физика твердого тела: учебник для студентов, обучающихся по направлению 511700 "Химия, физика и механика материалов"/П. Ю. Бутягин.-Москва: Издательство Московского университета, 2006, ISBN 5-211-04970-5.-272.

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<http://elibrary.ru> Научная электронная библиотека

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Химия твердого тела** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

Образовательный процесс по дисциплине **Химия твердого тела** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий);

доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС);

доступ в электронную информационно-образовательную образовательную среду университета.

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (student.psu.ru)

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (student.psu.ru).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Лекционные занятия: Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

2. Занятий семинарского типа (семинары, практические занятия):

Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

3. Для групповых (индивидуальных) консультаций - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

5. Для проведения текущего контроля - аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской.

6. Самостоятельная работа:

Аудитория для самостоятельной работы, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченная доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине
Химия твердого тела**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.
Индикаторы и критерии их оценивания**

ОПК.3

Способен проводить анализ литературных данных по теме научного исследования, планировать и проводить с соблюдением норм техники безопасности экспериментальные исследования, применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ОПК.3.2 Собирает, анализирует и обрабатывает литературные данные по тематике исследования, составляет план исследования, выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов</p>	<p>знать возможности, области применения экспериментальных и расчетно-теоретических методов. уметь собирать, анализировать и обрабатывать литературные данные по структуре твердых тел, дефектам их кристаллического строения, умеет составлять план исследования составлять корректный плана исследования. владеть экспериментальными и расчетно-теоретическими методами для выявления дефектов структуры, установления взаимосвязи между структурой и свойствами твердого тела.</p>	<p align="center">Неудовлетворител</p> <p>не знает возможностей, областей применения экспериментальных и расчетно-теоретических методов. не умеет собирать, анализировать и обрабатывать литературные данные по структуре твердых тел, дефектам их кристаллического строения, не умеет составлять план исследования, не владеет экспериментальными и расчетно-теоретическими методами для выявления дефектов структуры, установления взаимосвязи между структурой и свойствами твердого тела.</p> <p align="center">Удовлетворительн</p> <p>Знает отдельные возможности, области применения и использования экспериментальные и расчетно-теоретические методов. Владеет некоторыми навыками сбора, анализа и обработки литературных данных по структуре твердых тел, дефектам их кристаллического строения, умеет составить недостаточно корректный план исследования, Владеет некоторыми экспериментальными и расчетно-теоретическими методами для выявления дефектов структуры, установления взаимосвязи между структурой и свойствами твердого тела.</p> <p align="center">Хорошо</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>знать основные возможности, области применения экспериментальных и расчетно-теоретических методов. уметь собирать, анализировать и обрабатывать литературные данные по структуре твердых тел, дефектам их кристаллического строения, умеет составлять план исследования владеть основными экспериментальными и расчетно-теоретическими методами для выявления дефектов структуры, установления взаимосвязи между структурой и свойствами твердого тела.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>знать возможности, области применения экспериментальных и расчетно-теоретических методов. уметь собирать, анализировать и обрабатывать литературные данные по структуре твердых тел, дефектам их кристаллического строения, умеет составлять план исследования составлять корректный плана исследования. владеть экспериментальными и расчетно-теоретическими методами для выявления дефектов структуры, установления взаимосвязи между структурой и свойствами твердого тела.</p>

ПК.1

Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения научно-исследовательских задач в профессиональной области, поставленных специалистом более высокой квалификации

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
ПК.1.1 Проводит работы по поиску, обработке и анализу научно-технической информации в профессиональной	Знает основные тенденции в области химии твердого тела и современного материаловедения, владеет навыками поиска необходимой информации, ее обработке и анализу в области химии	<p style="text-align: center;">Неудовлетворител</p> <p>Не знает основных тенденций в области химии твердого тела и современного материаловедения, не владеет навыками поиска необходимой информации, ее обработке и анализу в области химии твердого тела и современного</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>области, планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР</p>	<p>твердого тела и современного материаловедения, умеет планировать отдельные стадии исследования по созданию новых материалов с заданными свойствами, их обработке и прогнозированию поведения материалов в процессе эксплуатации при наличии общего плана НИР</p>	<p>Неудовлетворител материаловедения, не умеет планировать отдельные стадии исследования по созданию новых материалов с заданными свойствами, их обработке и прогнозированию поведения материалов в процессе эксплуатации при наличии общего плана НИР</p> <p>Знает</p> <p>Удовлетворительн Знает о некоторых тенденциях в области химии твердого тела и современного материаловедения, владеет отдельными навыками поиска необходимой информации, ее обработке и анализу в области химии твердого тела и современного материаловедения, не умеет планировать отдельные стадии исследования по созданию новых материалов с заданными свойствами, их обработке и прогнозированию поведения материалов в процессе эксплуатации при наличии общего плана НИР</p> <p>Хорошо Знает основные тенденции при наличии отдельных пробелов в области химии твердого тела и современного материаловедения, в целом, владеет навыками поиска необходимой информации, ее обработке и анализу в области химии твердого тела и современного материаловедения, умеет планировать отдельные стадии исследования по созданию новых материалов с заданными свойствами, их обработке и прогнозированию поведения материалов в процессе эксплуатации при наличии общего плана НИР</p> <p>Отлично Знает основные тенденции в области химии твердого тела и современного материаловедения, владеет навыками поиска необходимой информации, ее обработке и анализу в области химии твердого тела и современного материаловедения, умеет планировать отдельные стадии исследования по созданию новых материалов с заданными свойствами, их обработке и прогнозированию поведения</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		Отлично материалов в процессе эксплуатации при наличии общего плана НИР

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : СУОС

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Экзамен

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ОПК.3.2 Собирает, анализирует и обрабатывает литературные данные по тематике исследования, составляет план исследования, выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов	Дефекты кристаллического строения. Точечные дефекты. Дислокации. Границы зерен. Влияние дефектов кристаллического строения на свойства твердых тел. Письменное контрольное мероприятие	знать теоретические представления о зонной теории твердого тела, типах химической связи в кристаллах, дефектах кристаллического строения материалов, их влиянии на свойства материалов, процессы деформации и разрушения материалов, теорию термической обработки материалов, процессов кристаллизации, фазовых превращений,
ОПК.3.2 Собирает, анализирует и обрабатывает литературные данные по тематике исследования, составляет план исследования, выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов	Фазовые превращения в твердом состоянии Письменное контрольное мероприятие	знать теоретические представления о термодинамике процесса кристаллизации, механизмах кристаллизации, процессах кристаллизации эвтектических композиционных материалах, методах выращивания монокристаллов, термодинамике и типах фазовых превращениях в твердом состоянии, материалах с эффектом памяти формы.

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ПК.1.1 Проводит работы по поиску, обработке и анализу научно-технической информации в профессиональной области, планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР</p> <p>ОПК.3.2 Собирает, анализирует и обрабатывает литературные данные по тематике исследования, составляет план исследования, выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов</p>	<p>Методы исследования твердых тел.</p> <p>Итоговое контрольное мероприятие</p>	<p>знать законы и механизмы диффузии, некоторые решения диффузионных уравнений, влияние дефектов структуры на процессы диффузии, особенности кинетики твердофазных процессов, кинетические уравнения, описывающие превращения в твердофазном состоянии, дефекты структуры ионных кристаллов, механизмы проводимости ионных кристаллов, суперионики, основные представления о структуре и свойствах сегнетоэлектриков, пиро- и пьезоэлектриков, композиционных материалах, методах исследования структуры и свойств твердых тел.</p>

Спецификация мероприятий текущего контроля

Дефекты кристаллического строения. Точечные дефекты. Дислокации. Границы зерен. Влияние дефектов кристаллического строения на свойства твердых тел.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
3 задачи по 5 баллов каждая по темам: 1. Зонная теория твердого тела (расчет ширины запрещенной зоны, проводимость полупроводников) 2. Дефекты кристаллического строения (расчет параметров кристаллической решетки, концентрации точечных дефектов, энергии образования точечных дефектов, плотности дислокаций)	15
5 теоретических вопросов по 3 балла каждый по темам зонная теория твердого тела, типы химических связей в кристаллах, дефекты кристаллического строения	15

Фазовые превращения в твердом состоянии

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Полный ответ на теоретический вопрос по теме "Процессы кристаллизации твердых тел".	

	13
Полный ответ на теоретический вопрос по теме "Фазовые превращения в твердом состоянии".	10
Полный ответ на теоретический вопрос по теме "Твердые растворы. Правило фаз Гиббса".	7

Методы исследования твердых тел.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17**

Показатели оценивания	Баллы
Полный ответ на теоретический вопрос по теме "Процессы диффузии в твердых телах"	6
Полный ответ на теоретический вопрос по теме "Особенности кинетики и механизма химических реакций с участием твердых тел"	6
Полный ответ на теоретический вопрос по теме "Ионная проводимость в твердых телах"	6
Полный ответ на теоретический вопрос по теме "Сегнетоэлектрики, пиро- и пьезоэлектрики. Композиционные материалы."	6
Полный ответ на теоретический вопрос по теме "Методы исследования твердых тел"	6
Расчетная задача по теме "Процессы диффузии в твердых телах"	5
Расчетная задача по теме "Особенности кинетики и механизма химических реакций с участием твердых тел"	5