

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Химический институт им. А.М. Бутлерова



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Д.А. Таюрский

» _____ 20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Химия твердого тела

Специальность: 04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия

Специализация: не предусмотрено

Квалификация выпускника: Химик. Преподаватель химии

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
 - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Штырлин В.Г. (Кафедра неорганической химии, Химический институт им. А.М. Бутлерова), Valery.Shtyrilin@kpfu.ru

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

| Шифр компетенции | Расшифровка приобретаемой компетенции |
|------------------|--|
| ОК-7 | готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-7); |
| ОПК-1 | способностью воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1); |
| ПК-3 | владением системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания (ПК-3); |
| ПСК-1 | способностью использовать основные закономерности химической науки и фундаментальные химические понятия в профессиональной деятельности в соответствии с выбранной специализацией; |

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

основы строения твердых тел, симметрии кристаллов, методы синтеза твердых веществ, механизмы твердофазных реакций; типы и природу фазовых превращений твердых тел, типы и роль дефектов в твердых телах, взаимосвязи между структурой и свойствами кристаллов, магнитные, электрические, диэлектрические и оптические свойства кристаллов.

Должен уметь:

ориентироваться в систематике структур неорганических соединений, структурах органических кристаллов, соединений включения и клатратов, аморфных твердых тел, методах исследования твердых тел.

Должен владеть:

навыками применения концепций и методов химии твердого тела к анализу синтезируемых в Химическом институте им. А.М. Бутлерова твердофазных материалов и к обсуждению кристаллохимической информации в книжных и журнальных изданиях.

Должен демонстрировать способность и готовность:

применения концепций и методов химии твердого тела к анализу синтезируемых в Химическом институте им. А.М. Бутлерова твердофазных материалов и к обсуждению кристаллохимической информации в книжных и журнальных изданиях.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.13 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 04.05.01 "Фундаментальная и прикладная химия (не предусмотрено)" и относится к дисциплинам по выбору.

Осваивается на 4 курсе в 8 семестре.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) на 72 часа(ов).

Контактная работа - 36 часа(ов), в том числе лекции - 36 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 36 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 8 семестре.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

| N | Разделы дисциплины / модуля | Семестр | Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах) | | | Самостоятельная работа |
|-----|--|---------|--|----------------------|---------------------|------------------------|
| | | | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | |
| 1. | Тема 1. Тема 1: Строение твердых тел. Симметрия кристаллов. Химическая связь в твердых телах. | 8 | 2 | 0 | 0 | 2 |
| 2. | Тема 2. Систематика структур неорганических соединений. Силикаты и алюмосиликаты. | 8 | 2 | 0 | 0 | 2 |
| 3. | Тема 3. Несвязывающие взаимодействия в ионных кристаллах. Политипизм. Органические кристаллы. | 8 | 2 | 0 | 0 | 2 |
| 4. | Тема 4. Соединения включения и клатраты. | 8 | 2 | 0 | 0 | 2 |
| 5. | Тема 5. Аморфные твердые тела. Квазикристаллы. | 8 | 2 | 0 | 0 | 2 |
| 6. | Тема 6. Квазичастицы в кристаллах: фононы, магноны, экситоны, поляроны, солитоны. | 8 | 2 | 0 | 0 | 2 |
| 7. | Тема 7. Тема 2: Методы исследования кристаллов. Рентгеновская, электронная и нейтронная дифракция. Электронная микроскопия. Рентгеновская адсорбционная спектроскопия (EXAFS и XANES). | 8 | 2 | 0 | 0 | 2 |
| 8. | Тема 8. Электронная спектроскопия. Спектроскопия ЯМР и ЭПР. Адсорбционная, флуоресцентная, ИК- и КР-спектроскопия. Зондовая микроскопия. | 8 | 2 | 0 | 0 | 2 |
| 9. | Тема 9. Тема 3: Методы синтеза твердых веществ. Получение неорганических материалов керамическими, химическими и дугowymi методами, применение высокого давления, настольного плавления и химического осаждения из газовой фазы. | 8 | 2 | 0 | 0 | 2 |
| 10. | Тема 10. Особенности синтеза органических твердых тел. Синтез наноматериалов. Получение аморфных веществ. Общие методы выращивания крупных кристаллов. | 8 | 2 | 0 | 0 | 2 |
| 11. | Тема 11. Тема 4: Фазовые превращения. Термодинамика фазовых переходов. Мягкие моды. Критические явления. Структурные изменения при фазовых превращениях. Основные механизмы фазовых переходов. | 8 | 2 | 0 | 0 | 2 |

| N | Разделы дисциплины / модуля | Семестр | Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах) | | | Самостоятельная работа |
|-----|--|---------|--|----------------------|---------------------|------------------------|
| | | | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | |
| 12. | Тема 12. Несоразмерные фазы. Кооперативный эффект Яна-Теллера. Переходы между спиновыми состояниями. Мезофазы. Пластическое кристаллическое состояние. Жидкие кристаллы. Фазовые переходы в стеклах. | 8 | 2 | 0 | 0 | 2 |
| 13. | Тема 13. Тема 5: Дефекты в твердых телах. Точечные дефекты. Параэлектрические и молекулярные примеси. Центры окраски. Дислокации. Планарные дефекты. | 8 | 2 | 0 | 0 | 2 |
| 14. | Тема 14. Взаимодействие дефектов. Упорядочение точечных дефектов и сверхструктуры. Кристаллографический сдвиг. Блочные и бесконечно адаптивные структуры. Прораствание кристаллов. | 8 | 2 | 0 | 0 | 2 |
| 15. | Тема 15. Тема 6: Взаимосвязь между структурой и свойствами кристаллов. Описание электронной структуры твердых тел. Магнитные свойства кристаллов. Электрические свойства твердых тел. | 8 | 2 | 0 | 0 | 2 |
| 16. | Тема 16. Сверхпроводимость. Диэлектрические и оптические свойства кристаллов. Переходы металл-неметалл. Смешанно-валентные соединения. Ферроики. Особенности аморфных тел и жидких кристаллов. | 8 | 2 | 0 | 0 | 2 |
| 17. | Тема 17. Тема 7: Твердофазные реакции. Классификация твердофазных реакций. Механизмы важнейших твердофазных реакций. | 8 | 2 | 0 | 0 | 2 |
| 18. | Тема 18. Диффузия в твердых телах. Кинетические модели и уравнения изотермической кинетики. Активное состояние реагентов и его роль в твердофазных процессах. Гетерогенный катализ. | 8 | 2 | 0 | 0 | 2 |
| | Итого | | 36 | 0 | 0 | 36 |

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Тема 1: Структура твердых тел. Симметрия кристаллов. Химическая связь в твердых телах.

Элементарная ячейка. Трансляционные векторы, определяющие ребра и углы между ними. Семь кристаллических систем: кубическая, тетрагональная, орторомбическая, ромбоэдрическая, гексагональная, моноклинная, триклинная. Понятие симметрии. Точечная симметрия. Элементы и операции точечной симметрии (закрытые операции): собственное вращение, отражение в плоскости симметрии, отражение в центре симметрии (инверсия), несобственное вращение, поворот с инверсией. Обозначение элементов симметрии в системах Шенфлиса и Германа-Могена. Точечная группа. Иерархия точечных групп и распределение их по кристаллическим системам. Голоэдрическая группа. Операция трансляции и открытые операции симметрии. Винтовой оператор и винтовые оси. Оператор скользящего отражения и плоскости a -, b -, c -, n -, d -скольжения. Центрирующий оператор и типы кристаллических решеток: базоцентрированные, гранецентрированные, объемцентрированные и примитивные. Четырнадцать решеток Браве. Пространственная группа. Обозначения пространственных групп. Операция антисимметрии Шубникова. Цветные или магнитные группы.

Тема 2. Систематика структур неорганических соединений. Силикаты и алюмосиликаты.

Введение в предмет. Типы связи в твердых телах. Ионные кристаллы. Уравнения Борна-Майера и Борна-Ланде. Постоянная Маделунга и маделунговский потенциал ионов. Ко-валентные кристаллы. Алмазоподобные структуры, соединения типа ANB_8-N . Ионность связи в кристаллах по Полингу и Филлипсу, эвристическое значение параметра ионности. Металлические кристаллы. Основы зонной теории. Молекулярные кристаллы. Ван-дер-Ваальсовы взаимодействия. Энергии Кеезома, Дебая, Лондона. Потенциал Леннарда-Джонса. Парные атом-атомные потенциалы Китайгородского. Кристаллы с водородной связью, значение водородной связи в живой природе. Асимметричные и симметричные водородные связи, способы их описания.

Тема 3. Несвязывающие взаимодействия в ионных кристаллах. Политипизм. Органические кристаллы.

Модель жестких сфер. Кубическая и гексагональная плотнейшие упаковки. Объемцентрированная плотная упаковка. Структуры металлических элементов, особенности структур Hg , Cd и Zn . Структуры неметаллических и полуметаллических элементов. Элементы VIII группы. Элементы VII группы. Элементы VI группы. Элементы V группы. Элементы IV группы. Структуры бора. Структуры неорганических соединений. Модель плотнейшей упаковки ионов. Ограничения ионной модели: некорректность использования универсальных ионных радиусов и концепция электростатической силы связи Полинга; явление эквации. Структуры соединений типа AB : структура каменной соли (хлорида натрия), структура хлорида цезия, структура цинковой обманки (сфалерита), структура вюрцита, структура арсенида никеля, структура иодида таллия, структуры α - и β -оксида свинца, структура сульфида ртути (киновари), структура оксида меди(II), структуры оксидов (сульфидов) палладия(II) и платины(II). Структуры соединений типа AB_2 : структура флюорита (фторида кальция), антифлюоритная структура, структура рутила (оксида титана(IV)), структуры диоксида кремния (β -кristобалита, β -тридимита, β -кварца), структура куприта (оксида меди(I)), структура пирита (дисульфида железа(II)), слоистые структуры иодида кадмия, хлорида кадмия, молибденита (дисульфида молибдена(IV)), иодида ртути(II). Структуры соединений типа A_2B_3 : ионные структуры - структура корунда (оксида алюминия), структура ильменита (титаната железа(II)), структуры A -, B - и C -редкоземельного оксида, структуры оксида висмута(III), ковалентные структуры ? структуры теллурида и сульфида висмута(III).

Тема 4. Соединения включения и клатраты.

Структуры соединений типа AB_3 : структура оксида рения(VI), структура фторида палладия(III), антиструктура ReO_3 , структура тисонита (LnF_3 , AcF_3). Структуры соединений типа ABX_3 : перовскиты. Структуры соединений типа A_2BX_4 : K_2NiF_4 . Структуры соединений типа AB_2O_4 : шпинели и ?обращенные? шпинели. Структуры соединений типа $A_2B_2O_7$: пи-рохлоры. Октаэдрические туннельные структуры: оксидные бронзы, гексагональные и тетрагональные вольфрамовые бронзы, фосфатные вольфрамовые бронзы, титановые бронзы. Ламеллярные (пластинчатые) структуры. Силикаты и алюмосиликаты. Ортосиликаты, пиросиликаты, силикаты с кольцевым ионом $Si_3O_9^{6-}$, пироксены, амфиболы. Филло-силикаты, глинистые минералы, каолинит, тальк-пиррофиллит, тальк, слюды.

Тема 5. Аморфные твердые тела. Квазикристаллы.

Трехмерные силикаты и алюмосиликаты: полевые шпаты, ультрамарины, цеолиты, со-далитовая клетка, новые аналоги цеолитов, темплатный синтез микропористых и мезо-пористых твердых тел. Изо- и гетерополиметаллаты, структура Кеггина, додека- и ди-гидрододекавольфраматы, анион Дайсона. Несвязывающие взаимодействия в ионных кристаллах. Значение концепции электростатической силы связи для описания структур соединений кремния. Новые взгляды на структуры неорганических твердых тел: структуры конденсированных металлокластеров; структуры, связанные кристаллографическими операциями; структуры из упаковок двумерных плоских сеток (сеток Кагоме); структуры из упаковок стержней или нитей. Возможности метода МО для описания кристаллических структур. Политипизм: политипы ZnS , CdI_2 , PbI_2 , слоистых дихалько-генидов, силикатов, перовскитов.

Тема 6. Квазичастицы в кристаллах: фононы, магноны, экситоны, поляроны, солитоны.

Трехмерные силикаты и алюмосиликаты: полевые шпаты, ультрамарины, цеолиты, со-далитовая клетка, новые аналоги цеолитов, темплатный синтез микропористых и мезо-пористых твердых тел. Изо- и гетерополиметаллаты, структура Кеггина, додека- и ди-гидрододекавольфрамат, анион Дайсона. Несвязывающие взаимодействия в ионных кристаллах. Значение концепции электростатической силы связи для описания структур соединений кремния. Новые взгляды на структуры неорганических твердых тел: структуры конденсированных металлокластеров; структуры, связанные кристаллографическими операциями; структуры из упаковок двумерных плоских сеток (сеток КагOME); структуры из упаковок стержней или нитей. Возможности метода МО для описания кристаллических структур. Политипизм: политипы ZnS, CdI₂, PbI₂, слоистых дихалькогенидов, силикатов, перовскитов.

Тема 7. Тема 2: Методы исследования кристаллов. Рентгеновская, электронная и нейтронная дифракция. Электронная микроскопия. Рентгеновская адсорбционная спектроскопия (EXAFS и XANES).

Четыре основных типа характеристик твердых тел. Оптические методы исследования. Основы дифракционных методов, формула Брэгга-Вульфа, построение обратной ре-сетки. Методы рентгеновской дифракции: метод Лауэ, метод порошка (Дебая-Шеррера-Халла), метод вращающегося кристалла (метод Вейсенберга). Два этапа анализа дифракционной картины: установление параметров элементарной ячейки и определение относительных координат атомов в ячейке. Электронная дифракция и ее преимущества, дифракция низкоэнергетических электронов (LEED). Нейтронная дифракция и ее преимущества, полнопрофильный анализ Ритвелда, применения нейтронной дифракции. Электронная микроскопия: сканирующая электронная микроскопия, трансмиссионная электронная микроскопия, применение Фурье-преобразования для анализа изображения. Спектроскопия потерь электронной энергии (EELS). Аналитическая микроскопия.

Тема 8. Электронная спектроскопия. Спектроскопия ЯМР и ЭПР. Адсорбционная, флуоресцентная, ИК- и КР-спектроскопия. Зондовая микроскопия.

Рентгеновская адсорбционная спектроскопия (EXAFS и XANES). ЯМР-спектроскопия твердых тел, эксперименты с вращением под магическим углом (MAS NMR). ЭПР-спектроскопия, неорганические и органические спиновые зонды. Электронная спектроскопия (принципы и применения): фотоэлектронная спектроскопия (XPS и UVPS), Оже-спектроскопия (AES), спектроскопия потерь электронной энергии (EELS). Ад-сорбционная и флуоресцентная спектроскопия в видимой и УФ области, ИК- и КР-спектроскопия, месбауэровская спектроскопия. Зондовая микроскопия: сканирующая туннельная микроскопия (STM), атомно-силовая микроскопия (AFM).

Тема 9. Тема 3: Методы синтеза твердых веществ. Получение неорганических материалов керамическими, химическими и дуговыми методами, применение высокого давления, настильного плавления и химического осаждения из газовой фазы.

Синтез новых соединений и создание новых материалов: характерные примеры. Четыре категории синтеза твердых веществ. Значение понимания кристаллохимии для синтеза новых веществ. Керамический метод синтеза твердых веществ. Пути преодоления ограничений керамического метода: 1) метод сушки распылением; 2) метод сушки вы-мораживанием; 3) метод соосаждения; 4) золь-гель процесс. Применение золь-гель процесса в синтезе материалов для нелинейной оптики, биотехнологии и конверсии солнечной энергии. Использование термодинамического контроля в высокоэнтальпийных реакциях: самораспространяющийся высокотемпературный синтез (SHS), метод сгорания. Химические методы синтеза твердых тел. Методы мягкой химии (soft-chemistry, chimie douce): дегидратация, разложение, редокс-внедрение или -экстракция, ионный обмен, кислотное выщелачивание, синтез гидридов металлов взаимодействием металла с борогидридом, биоминерализация. Метод твердофазного предшественника, использование индивидуальных веществ и твердых растворов. Метод газозофазного предшественника. Мягкие методы синтеза из расплавов: использование низкоплавких полихалькогенидов щелочных металлов и эвтектики из гидроксидов натрия и калия. Метод топохимических редокс-реакций. Стратегии интеркаляции щелочных металлов в слоистые или цепочечные структуры, зависимость координационного окружения от природы металла (Li, Na, K, Cs). Новые стратегии интеркаляции: интеркаляция с поли-меризацией; монодиспергирование с рестэкингом, пиллеринг (pillaring). Метод топохимических ионообменных реакций: протонный обмен и обмен катионов металлов. Методы высокого давления. Гидротермальные (давление 1-10 кбар) синтезы цеолитов, алюмофосфатов, микро- и мезопористых твердых тел, синтезы группы Hausalter'a. Синтезы при повышенном давлении (10-150 кбар) и типы аппаратуры: а) аппаратура поршень-цилиндр; б) аппаратура типа наковальни или противоположных наковален; в) бэлт-аппаратура (belt ? пояс). Пути снижения свободной энергии реакций под давлением: а) делокализация d-электронов через сближение атомов; б) стабилизация высоко-валентных состояний; в) подавление сегнетоэлектрического смещения катионов; г) изменение предпочтительных позиций катионов; д) снижение поляризации 6s²-электронов. Синтезы под высоким давлением веществ с необычными степенями окисления и спиновыми состояниями переходных металлов. Ускорение реакций под давлением.

Тема 10. Особенности синтеза органических твердых тел. Синтез наноматериалов. Получение аморфных веществ. Общие методы выращивания крупных кристаллов.

Получение неорганических материалов дугowymi методами: однодуговой метод, трех-дуговой метод; дуговой транспортный метод, настольное плавление. Метод химического осаждения из газовой фазы (CVD), преимущества метода. Особенности синтеза органических твердых тел: получение комплексов с переносом заряда, проводящих органических полимеров (полиацетилена, полианилина, полипиррола, политиенилена). Получение и особенности состояния микрочастиц и наноматериалов. Методы синтеза микрочастиц: распыление-высушивание, замораживание-высушивание, золь-гель процесс, жидкое высушивание, пирогель-метод. Методы синтеза нанокластеров: испарение в инертной атмосфере, механическое размельчение, лазерный пиролиз, пиролиз облачка спрея, плазменная техника, химические методы (окисление тонких частиц оксидов, соосаждение, приготовление коллоидных растворов, химическая полимеризация и осаждение, золь-гель-процесс, создание микроэмульсий и мицелл). Особенности синтеза малых частиц металлов: испарение в инертном газе, получение коллоидных металлов восстановлением растворов солей, использование для этих целей электролитов. Методы получения аморфных веществ (стекло): охлаждение переохлажденных жидких фаз (?формование? из расплава, лазерное стеклование), осаждение из газовой фазы, дробление-разупорядочение ударом, разупорядочение облучением (метамиктовые формы), десольватация, гелеобразование. Методы выращивания кристаллов затвердеванием из расплава: метод Чохральского, трехдуговой метод, метод Киропулоса, метод Бриджме-на-Стокбаргера, метод Вернейля, метод плазменной горелки, метод плавающей зоны. Методы кристаллизации из раствора: методы с использованием флюсов, гидротермальные методы кристаллизации из водного раствора с использованием автоклава, метод геля. Электролитический метод выращивания кристаллов. Метод газотранспортных химических реакций (CVT). Метод условной кристаллизации. Метод молекулярно-лучевой эпитаксии.

Тема 11. Тема 4: Фазовые превращения. Термодинамика фазовых переходов. Мягкие моды. Критические явления. Структурные изменения при фазовых превращениях. Основные механизмы фазовых переходов.

Определение понятия ?фазовый переход?. Термодинамика фазовых переходов: фазовые переходы первого и второго рода. Теория фазовых переходов Ландау, параметр порядка, изменение симметрии при фазовых переходах. Мягкие моды и роль флуктуаций при фазовых переходах. Спектры рассеяния нейтронов и света вблизи фазовых переходов (центральные пики). Критические явления и критические индексы. Классификация фазовых переходов в терминах размерности системы и параметра порядка. Структурные изменения при фазовых превращениях. Классификация фазовых переходов по Бургеру: а) переходы, затрагивающие первую координационную сферу ? реконструктивные (медленные) и дилатационные (быстрые); б) переходы, затрагивающие вторую и последующие координационные сферы ? реконструктивные (медленные) и диспласивные (быстрые). Ферро- и антиферродисторсионные переходы. Основные механизмы фазовых переходов: а) переходы зародышеобразования и роста; б) переходы порядок-беспорядок; в) мартенситные переходы. Спинодальное и эвтектическое разложение твердых тел. Особенности фазовых переходов в органических твердых телах, переходы в парадихлорбензоле и малоновой кислоте.

Тема 12. Несоразмерные фазы. Кооперативный эффект Яна-Теллера. Переходы между спиновыми состояниями. Мезофазы. Пластическое кристаллическое состояние. Жидкие кристаллы. Фазовые переходы в стеклах.

Несоразмерные фазы. Способы формирования несоразмерности фаз: а) составная несо-размерность; б) диспласивная несо-размерность; в) самоупорядочение дефектов. Образование несоразмерных фаз в модели одномерных металлов Пайерлса-Фрелиха, волны зарядовой плотности (CDW), гигантская аномалия Кона. Несоразмерные фазы в $K_2Pb[Cu(NO_2)_6]$, K_2SeO_4 и монослойных графитовых интеркалатах. Динамический и статический эффекты Яна-Теллера, кооперативный эффект Яна-Теллера. Кооперативный эффект Яна-Теллера в РЗЭ-цирконах, шпинелях и перовскитах. Переходы между спиновыми состояниями в соединениях железа(II, III) и кобальта(III), влияние на температуру перехода давления и допирования. Мезофазы. Пластическое кристаллическое состояние. Жидкие кристаллы: нематические, холестерические и смектические фазы. Особенности смектических фаз. Параметр порядка в жидкокристаллических фазах. Эн-тальпия перехода в жидкокристаллическое состояние. Квазижидкие кристаллы. Фазовые переходы в стеклах. Температура стеклования (T_g) и температура термодинамического перехода в стекло (T_0). Парадокс Козмана (Kauzman?) и его решение. Конфигурационная энтропия в стеклах. Стеклокристаллы, дипольные стекла, замороженное жидкокристаллическое состояние. Практическое применение фазовых переходов.

Тема 13. Тема 5: Дефекты в твердых телах. Точечные дефекты. Параэлектрические и молекулярные примеси. Центры окраски. Дислокации. Планарные дефекты.

Четыре типа дефектов в твердых телах. Нестехиометрические соединения и твердые растворы как их модели. Точечные дефекты: пары по Шоттки, дефекты по Френкелю, алио-валентные примеси, ? и их роль в электропроводности. Оценки энергий образования пар по Шоттки и ионной миграции. Равновесие точечных дефектов и квазихимические реакции в применении к оксидам и галогенидам металлов. Параэлектрические и молекулярные примеси. Центры окраски: F-центры, F⁺, F⁻, F³⁻, R- и VK-центры, применение ЭПР для их исследования. Дислокации: краевые и винтовые дислокации. Вектор и контур Бюргера. Совершенные и несовершенные (частичные) дислокации, частичные дислокации Франка и Шокли. Роль дислокаций в химических реакциях. Планарные дефекты: когерентные, некогерентные и полукogerентные границы раздела. Дефекты упаковки ГЦК или ГПУ, границы двойников, коинсидентные, антифазные и доменные границы.

Тема 14. Взаимодействие дефектов. Упорядочение точечных дефектов и сверхструктуры. Кристаллографический сдвиг. Блочные и бесконечно адаптивные структуры. Прорастание кристаллов.

Упорядочение точечных дефектов и сверхструктуры. Фазы Сузуки. Сверхструктуры халькогенидов и карбидов металлов. Сверхструктуры оксидов титана, ванадия и железа, кластеры Коха-Коуэна. Сверхструктуры на основе флюорита с избытком или дефицитом ани-онов: кластеры Бевана, кластеры Уиллиса. Кристаллографический сдвиг (cs) по Уодсли: плоскости cs в структурах типа ReO_3 и TiO_2 . Блочные структуры. Блочные структуры оксидов ниобия. Бесконечно адаптивные структуры с плоскостями и без плоскостей кристаллографического сдвига. Прорастание кристаллов: периодическое и непериодическое прорастание. Типы дефектов в перовскитных оксидах ABO_3 : вакансии в позициях А, аниондефицитная и анионизбыточная нестехиометричность.

Тема 15. Тема 6: Взаимосвязь между структурой и свойствами кристаллов. Описание электронной структуры твердых тел. Магнитные свойства кристаллов. Электрические свойства твердых тел.

Четыре модели описания свойств твердых тел. Зонная модель, зоны Бриллюэна, уровень Ферми. Модель локализованных электронов, большие и малые поляроны. Модель химической связи по Гудинафу, энергия переноса (b_{ij}), концептуальные фазовые диаграммы. Модель кластеров, учет конфигурационных взаимодействий и состояний с переносом заряда. Физические свойства твердых тел: равновесные, стационарные, гистерезисные и не-обратимые. Магнитные свойства твердых тел. Диа- и парамагнетизм, закон Кюри-Вейса (константа Вейса), ван-Флекковский парамагнетизм, магнетизм Паули. Обменное взаимодействие: прямой и косвенный обмен (суперобмен и обмен по механизму RKKY). Основные типы магнетизма в твердых телах: диамагнетизм, идеальный парамагнетизм, ферро-магнетизм, антиферромагнетизм, ферримагнетизм. Гелимагнетизм, слабый ферромагнетизм, метамагнетизм, суперпарамагнетизм, сперомагнетизм, микромагнетизм и спиновые стекла. Электрические свойства твердых тел. Проводимость металлов, рассеяние электронов на фононах и дефектах решетки. Проводимость собственных и несобственных полупроводников с делокализованными носителями. Проводимость полупроводников с локализованными носителями (хоппинг малых поляронов). Взаимосвязь между электропроводностью и массопереносом ионов, соотношение Нернста-Эйнштейна, отношение Ха-вена. Сверхпроводимость. Взаимосвязь между энтропией и электронной теплоемкостью в сверхпроводящем состоянии. Влияние магнитного поля на сверхпроводимость, эффект Мейсснера-Охзенфельда, вихри Абрикосова, особенности фаз Шевреля. Теория сверхпроводимости Бардина-Купера-Шриффера (БКШ), куперовские пары. Высокотемпературные оксидные сверхпроводники: структурные особенности купратных сверхпроводников, механизм сверхпроводимости в купратах.

Тема 16. Сверхпроводимость. Диэлектрические и оптические свойства кристаллов. Переходы металл-неметалл. Смешанно-валентные соединения. Ферроики. Особенности аморфных тел и жидких кристаллов.

Диэлектрические свойства твердых тел. Поляризация среды, уравнение Клаузиуса-Моссотти, время релаксации Дебая, комплексная диэлектрическая проницаемость, статическая и оптическая диэлектрические константы, закон Кюри-Вейса (температура Кюри). Взаимосвязь между константой распространения электромагнитной волны, диэлектрической проницаемостью среды и действительной и мнимой частью показателя преломления. Оптические свойства твердых тел. Поглощение слабосвязанных электронов (меж-зонные переходы), поглощение сильносвязанных электронов, переходы от донорных и акцепторных примесей в полупроводниках, полосы поглощения от экситонов, рекомбинация пар электрон-дырка с рождением фонона и люминесценцией. Неупругое рассеяние излучения в твердых телах, эффект Рамана. Лазерное излучение, рубиновый лазер и лазеры на полупроводниковых диодах. Нелинейные зависимости поляризации от электрического поля в лазерных лучах, генерация вторых гармоник (KN_2PO_4). Переходы металл-неметалл: а) переходы в кристаллах между зонными состояниями с изменениями в структуре; б) моттовский переход между делокализованными и локализованными состояниями в кристаллах; в) андерсоновский переход между делокализованными и локализованными состояниями в некристаллических твердых телах. Андерсоновская локализация, механизм проводимости со скачками переменной длины (VRH). Критерии перехода металл-неметалл по Хаббарду, Мотту и Герцфельду. Смешанно-валентные соединения (СВС). Три класса СВС в зависимости от коэффициента валентной делокализации, соль Крейтца-Таубе (Creutz-Taube). Низкоразмерные твердые тела: цепочечные и слоистые соединения, красная соль Вольфрама. Ферроики: ферроэлектрики (сегнетоэлектрики), ферромагнетики, ферроэластики (сегнетоэластики). Первичные и вторичные ферроики, выражение свободной энергии для ферроиков. Собственные и несобственные ферроики. Ферроэлектрики, пьезоэлектрики, пироэлектрики, антиферроэлектрики, фазовые переходы в титанате бария. Электрооптические материалы, эффекты Покелса и Керра. Особенности жидких кристаллов, анизотропия показателя преломления, диэлектрической константы и ориентационной упругости.

Тема 17. Тема 7: Твердофазные реакции. Классификация твердофазных реакций. Механизмы важнейших твердофазных реакций.

Типы твердофазных реакций. Лимитирующие стадии твердофазных реакций, эффект Хед-вала. Реакции, включающие одну твердую фазу: описание S-образных кинетических зависимостей, уравнения Авраами-Ерофеева и Праута-Томпкинса, примеры топотактических реакций. Реакции твердое-газ: параболический закон скорости и модель Вагнера. Реакции твердое-твердое: реакции присоединения и обмена, кинетика реакций с участием моно- и поликристаллов. Реакции твердое-жидкость: образование слоя на поверхности, растворение в жидкой фазе, процессы интеркаляции. Реакции органических твердых тел: отличие от реакций неорганических твердых тел, фотодимеризация транс-коричных кислот, полимеризация 2,5-дистирилпиразина, полимеризация диацетиленов, асимметрические синтезы в хиральных кристаллах, индуцирование хиральности селективными добавками, стереоспецифические реакции внедрения гостей? в структуру стероидов, разделение энантиомеров на органических хиральных кристаллах, ускорение реакций под действием внутреннего давления кристалла.

Тема 18. Диффузия в твердых телах. Кинетические модели и уравнения изотермической кинетики. Активное состояние реагентов и его роль в твердофазных процессах. Гетерогенный катализ.

Управление реакционной способностью органических твердых тел: техника организации кристалла. Гетерогенный катализ: активность и селективность катализатора; катализаторы, диспергированные на подложке; сильное взаимодействие металл-носитель (SMSI). Примеры процессов с гетерогенным катализом: крекинг углеводородов в присутствии водорода, гидродесульфуризация нефти, получение метана из CO и H₂, синтез аммиака, синтез Фишера-Тропша (гидрирование CO), окисление CO в автомобильных отходящих газах, полимеризация этилена и пропилена (с катализатором Циглера-Натта), аммоокисление пропилена (механизм реакции с молибдатами висмута). Цеолиты как катализаторы: селективность по реагенту, продукту и переходному состоянию. Особенности катализа пентасилом H+ZSM-5.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

сайт - <http://urai.net.ru/crystal/p21aa1.html>

сайт - http://www.eunnet.net/metod_materials/wm5/symmetry.htm

сайт - <http://cultinfo.ru/fulltext/1/001/008/102/214.html>

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;
- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Сайт Книги по химии - Химия твердого тела - <http://chemistry-chemists.com/Uchebniki/Chemistry-books-Solid-state.html>
2. Сайт Химик. Химия твердого тела - <http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/4998.html>
3. Сайт ?Твердофазные реакции? - http://pcrnasm.narod.ru/solid-phase_reactions.pdf
4. Сайт ?Постнаука. Химия твердого тела? - <http://postnauka.ru/themes/himiya-tverdogo-tela>
5. Сайт Твердофазные реакции - <http://dic.academic.ru/dic.nsf/es/89815/ТВЕРДОФАЗНЫЕ>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Для успешного освоения любой дисциплины необходима творческая, планомерная, повседневная работа, которая доставляет радость открытия нового и эстетическое наслаждение от глубокого проникновения в познание Истины, Гармонии и Красоты нашего удивительного мира, в котором царят законы, порождающие Порядок из Хаоса.

В чем заключается работа студента на лекции или практическом занятии? Прежде всего, в четкой организованности своей деятельности. Старайтесь не опаздывать на лекцию: в первые минуты занятий объявляется тема, план лекции. Слушание лекции требует напряженного, сосредоточенного внимания, поэтому надо подготовиться к записи до начала занятий. Чтобы легче запомнить излагаемый материал, необходимо его понять, разобраться в системе научных понятий, которую дает лектор. Пути изложения в лекции могут быть различными. Иногда преподаватель выбирает индуктивный путь, т.е. вначале излагает конкретные факты, обобщает их, раскрывает сущность понятия, дает его определение. Другой путь образования понятий - дедуктивный: лектор вначале определяет научное понятие, а потом дает объяснения, приводит конкретный фактический материал. Если уловить путь изложения материала, то становится легче понять мысль преподавателя и проникнуть в содержание лекции. Обращайте внимание на определение понятий. Рекомендуется для их усвоения составлять глоссарий (словарь).

Слушание учебной лекции - это необходимое, но не достаточное условие сознательного и прочного усвоения знаний. Лекцию необходимо записать - только тогда лекция станет источником для дальнейшей самостоятельной работы, работы с учебниками и научной литературой. Конспектирование лекции - это сложное дело, требующее умений и опыта. Не огорчайтесь, если хорошо законспектировать лекцию вам сразу не удалось. Существуют некоторые типичные ошибки студентов-первокурсников в записывании лекций. Некоторые видят основную цель в том, чтобы записать лекцию полностью, слово в слово, не вдумываясь в содержание материала, опираясь только на свою память. И стоит забыть одно или несколько слов, как запись прерывается. Сплошная запись возможна только в том случае, если преподаватель диктует лекционный материал. Но диктовка делает изложение однообразным и утомительным и обычно не используется. Стремление записать лекцию слово в слово отвлекает слушателя от обдумывания лекционного материала. Недаром студенты говорят, что трудно совместить и запись, и обдумывание. Постепенно такое умение придет, если вы будете стремиться к этому целенаправленно и постоянно.

Другие студенты, наоборот, записывают лекцию очень коротко, отдельными штрихами, так что их записи не могут быть материалом для повторения. В такой излишне краткой записи трудно разобраться уже некоторое время спустя. Для записи возьмите общую тетрадь и сделайте поля для различных заметок во время записи: например, знак восклицания (отметка особо важных моментов), знак вопроса (что-то не поняли, и знак напомним вам, что к данному положению надо вернуться) и т.п.

Каждой лекции присваивайте свой порядковый номер, чтобы знать, сколько лекций вмещает в себя данный курс и в случае пропуска лекции по уважительной причине, не забудьте потом восполнить этот пробел. Для каждой лекции записывайте тему, план и литературу (обязательную и дополнительную), рекомендованную преподавателем.

Сокращенная запись лекции требует умения отличать главный материал от второстепенного, иллюстративного, описательного. Точно, подробно вы записываете формулы, теоретические положения, закономерности, выводы, формулировки понятий. Лектор обычно создает условия для дословной записи основных положений: замедляет темп чтения, повторяет одну и ту же мысль несколько раз. Точно нужно делать зарисовки графиков, схем. Запись фактического, описательного материала делается коротко, лаконично. Иногда можно только назвать пример, факт, событие. Для того чтобы коротко записать несколько фраз, положений, надо стремиться найти главную мысль, главное слово, иногда заменить выражение лектора 'своими словами'.

Лекция записана. Встает вопрос: как работать с лекцией в дальнейшем, после первого ее восприятия? Отдельные студенты, пользуясь тем, что преподаватель на занятии далеко не всегда спрашивает материал предыдущей лекции, оставляют дальнейшую работу над лекционным материалом на будущее, может быть, на время сессии. И эта ошибка становится началом отставания в учебе. Для того чтобы лекция была усвоена сознательно и основные ее положения остались в памяти прочно, надолго, необходимо заниматься систематически, в течение всего семестра; лекцию же надо обязательно повторить в ближайшее время после ее первичного восприятия. Перечитайте лекцию, сопоставьте материал лекции с материалом учебника, дополните пропущенное, продумайте те положения, которые остались непонятны. Кроме учебников, в работе над лекцией могут потребоваться различные справочные пособия: таблицы, словари, энциклопедические издания, электронные ресурсы. Работа над лекцией не только способствует глубокому, сознательному и прочному усвоению материала, но и готовит студента к восприятию следующей лекции. В таких предметах, как математик, физика, химия и др. каждую последующую тему лекции невозможно понять без знания предыдущей. Занимайтесь каждый день! Составляйте четкий режим дня, куда входили бы ежедневные 3-4 часа самостоятельных занятий для профильного предмета. Соблюдайте порядок на рабочем столе, чтобы каждая книга и тетрадь была у вас под рукой, и вы бы не тратили время на поиски нужных вам книг. Все это поможет вам установить систему самостоятельных учебных занятий, а это - залог успешной учебы в ВУЗе.

Лекции в настоящее время читаются в сопровождении презентаций: лектор показывает цветные слайды, где приведены основные определения, схемы и иллюстрации закономерностей, поясняющие примеры. Электронная версия иллюстраций лекций доступна студентам для лучшей подготовки к семинарским занятиям и экзамену. Но это ни в коем случае не отменяет обязанности студентов конспектировать текст лекций. Во-первых, на слайдах далеко не всегда приведены комментарии к рисункам и схемам - основная часть материала излагается лектором устно. Во-вторых, при конспектировании во время лекции участвуют одновременно слуховая, зрительная и механическая память - это позволит вам легче усвоить материал в течение учебного года и продемонстрировать знания на экзамене.

Во время практических и самостоятельных работ необходимо постоянно углублять свои представления об основных понятиях, концепциях, принципах и законах природы, которые были предметом рассмотрения на соответствующих лекционных занятиях.

Перед началом каждого практического занятия полезно еще раз просмотреть рабочую программу и спросить себя, в какой мере Вы уже сумели достичь сформулированных в ней целей и решить поставленные задачи курса. Если ответ на этот вопрос Вас не удовлетворит, повторите, пожалуйста, пройденный материал по конспектам лекций и практических занятий, а также их презентациям. Если же этого окажется недостаточным, обратитесь к рекомендованной литературе, а при необходимости сформулируйте проблемные вопросы и попросите помощи преподавателя на консультации, ближайшей лекции или практическом занятии. Обязательно находите время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания и навыки по контрольным вопросам к практическим и самостоятельным занятиям. Не забывайте простую истину: 'повторение - мать учения'. Очень важно научиться гармонично переключать внимание во время продолжительной работы. Это высокое искусство постигается не сразу, и Вы должны ему постоянно обучаться. С этой целью через каждые 40 минут лекционных и практических занятий мы на 3-4 минуты переключаемся на вопросы, представляющие эстетическую и нравственную ценность, или приводим исторические и биографические сведения, активизируя тем самым образное мышление и давая кратковременный отдых тем отделам мозга, который испытывали большую нагрузку при абстрактном мышлении. Поступайте так же и при выполнении самостоятельных работ.

Методические указания по организации самостоятельной работы

Рабочей программой дисциплины предусмотрена самостоятельная работа студентов. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины;
- подготовку к практическим занятиям, лабораторным работам и курсовой работе;
- работу с Интернет-источниками;
- подготовку к сдаче практических работ, выполнению тестовых заданий и сдаче зачетов и экзаменов.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение настоящей дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе дисциплины. По каждой из тем для самостоятельного изучения, приведенных в рабочей программе дисциплины следует сначала прочитать рекомендованную литературу и при необходимости составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме и для освоения последующих разделов курса.

Если Вы будете следовать этим простым рекомендациям и, кроме того, иметь полноценный сон, Вы никогда не устанете, но всегда будете пребывать в состоянии душевного подъема и преуспеете во всех делах, а не только в освоении данного курса.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

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

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по специальности: 04.05.01 "Фундаментальная и прикладная химия" и специализации "не предусмотрено".

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Специальность: 04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия

Специализация: не предусмотрено

Квалификация выпускника: Химик. Преподаватель химии

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

Основная литература:

1. Гусев А.И. Нестехиометрия, беспорядок, ближний и дальний порядок в твердом теле. [Электронный ресурс]. - М.: Физматлит, 2007. - 856 с.

Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2681

2. Гельфман М.И., Юстратов В.П. Неорганическая химия. [Электронный ресурс] - 2-е изд. - Санкт-Петербург: Лань, 2009. - 528 с.

Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=4032

Дополнительная литература:

1. Кнотько А.В. Химия твердого тела / А.В. Кнотько, И.А. Пресняков, Ю.Д. Третьяков. - М.: Изд. центр 'Академия', 2006. - 304 с.

2. Общая и неорганическая химия: учебное пособие для самостоятельной работы студентов / Казан. федер. ун-т; [науч. ред.: д.х.н., проф. Ф. В. Девятов, д.х.н., проф. Н. А. Улахович].?Казань: [Казанский университет], 2011.?. 21. Ч. 1: Общая химия / [сост.: Р. Р. Амиров и др.].?2011.?142 с.

3. Общая и неорганическая химия: учебное пособие для самостоятельной работы студентов / Казан. федер. ун-т; [науч. ред.: д.х.н., проф. Ф. В. Девятов, д.х.н., проф. Н. А. Улахович].?Казань: [Казанский университет], 2011.?. 21. Ч. 2: Химия элементов / [сост.: Г. А. Боос и др.].?2011.?140 с.

4. Андреев, Ю.Я. Физика и химия твердого тела. Точечные дефекты в ионных кристаллах. Методические указания. [Электронный ресурс] / Ю.Я. Андреев, А.В. Новиков, Е.А. Новикова. ? Электрон. дан. ? М. : МИСИС, 2003. ? 82 с. ? Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/1860> ? Загл. с экрана.

Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Специальность: 04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия

Специализация: не предусмотрено

Квалификация выпускника: Химик. Преподаватель химии

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.