Министерство просвещения Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Ульяновский государственный педагогический университет имени И.Н. Ульянова»
(ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова»)

Факультет естественно-географический
Кафедра биологии и химии

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методической работе
_____ С.Н. Титов
«25» июня 2021 г.

ХИМИЯ ТВЕРДОГО ТЕЛА

Программа учебной дисциплины модуля «Современные проблемы химической науки»

основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы магистратуры по направлению подготовки
44.04.01 Педагогическое образование

направленность (профиль) образовательной программы
Химическое образование

(заочная форма обучения)

Составитель: Кафиятуллина А.Г., к.х.н., доцент кафедры биологии и химии

Рассмотрено и одобрено на заседании ученого совета естественно-географического факультета, протокол от «22» июня 2021 г. №7

Ульяновск, 2021

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 01D77C644FC1E54000000006381D0002
Владелец: Титов Сергей Николаевич
Действителен: с 19.07.2021 до 19.07.2022

Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Химия твердого тела» относится к дисциплинам по выбору модуля «Современные проблемы химической науки» Блока 1. Дисциплин (модули) части формируемой участниками образовательных отношений учебного плана основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы магистратуры по направлению подготовки 44.04.01 Педагогическое образование, направленность (профиль) образовательной программы "Химическое образование" заочной формы обучения.

Дисциплина опирается на результаты обучения, сформированные в рамках обучения в курсе бакалавриата и дисциплин учебного плана: Методология исследования в образовании, Современные проблемы науки и образования, Методология и методы научного исследования, Современные проблемы химической науки, Современные проблемы общей и неорганической химии, Современные проблемы органической химии, учебная практика (научно-исследовательская работа) Современные проблемы химической науки, Проблемы современной химической промышленности, Функциональный анализ в органической химии, спектральный анализ органических соединений.

Результаты изучения дисциплины «Химия твердого тела» являются теоретической и методологической основой при изучении дисциплин: Селективный катализ, Химическая модификация полимеров, Химия комплексных соединений, Внеурочная деятельность учащихся по химии, Современные химические методы исследования, Физико-химические методы исследования, Методы исследования в токсикологической химии, Эколого-химические методы исследования, Основы современной химии, Современные задачи супрамолекулярной химии, Производственная практика (научно-исследовательская работа).

1. Перечень планируемых результатов обучения (образовательных результатов) по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Химия твердого тела» является формирование у студентов представления о строении твердых тел, химической связи в твердых телах, взаимосвязи их физических и химических свойств, фазовые превращениях в твердых телах.

Задачей освоения дисциплины является формирование у студента знаний об особенностях химического, фазового состава и структуры твердых тел, обусловливающие их свойства и практическое применение, методах получения твердых тел с заданной структурой.

В результате освоения программы магистратуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине «Химия твердого тела» (в таблице представлено соотнесение образовательных результатов обучения по дисциплине с индикаторами достижения компетенций):

Компетенция и индикаторы ее достижения в дисциплине	Образовательные результаты дисциплины (этапы формирования дисциплины)		
	знает	умеет	владеет
ПК-2 Способен проектировать и реализовывать учебные программы дисциплин (модулей) предметной области для образовательных организаций разных уровней образования	ОР-1 предметное содержание химических дисциплин, содержание основных нормативных документов, регламентирующих		

ИПК-2.1. Знать содержание основных нормативных документов, регламентирующих химическое образование на разных уровнях; структуру учебных и рабочих программ и требования к их проектированию и реализации; виды учебно-методического обеспечения современного процесса обучения химии.	химическое образование на разных уровнях; ОР-2 структуру учебных и рабочих программ и требования к их проектированию и реализации; виды учебно-методического обеспечения современного процесса обучения химии.		

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

Номер семестра	Учебные занятия						Форма промежуточной аттестации
	Всего		Лекции, час	Практические занятия, час	Контроль час	Самостоят. работа, час	
	Трудоемк.						
	Зач. ед.	Часы					
3	2	72	2	6	6	58	Зачет
Итого:	2	72	2	6	6	58	Зачет

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

3.1. Указание тем (разделов) и отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Наименование раздела и тем	Количество часов по формам организации обучения			
	Лекции	Лабор. работы	Практич. занятия	Самост работа
Раздел I. Введение в предмет				
Тема 1. Химия твердого тела, как наука: цели, задачи.			1	14
Раздел II. Типы химических связей в твердых телах.				
Тема 2. Ионные, ковалентные, молекулярные и металлические структуры.	1		1	14

Раздел III. Кристаллические вещества.				
Тема 3. Основные типы кристаллических решеток.	1		2	16
Раздел IV. Твердофазные процессы.				
Тема 4. Термодинамика и кинетика твердофазных реакций			2	14
ИТОГО 3 семестр:	2		6	58

3.2. Краткое описание содержания тем (разделов) дисциплины

Краткое содержание курса (3 семестр)

Раздел I. Введение в предмет.

Тема 1. Химия твердого тела, как наука: цели, задачи.

Цели и задачи курса. Твердое состояние вещества. Кристаллы. Зависимость свойств кристаллических тел от типа кристаллической решетки. Энергия кристаллической решетки.

Интерактивная форма: учебная дискуссия.

Раздел II. Типы химических связей в твердых телах.

Тема 2. Ионные, ковалентные, молекулярные и металлические структуры.

Металлическая связь. Доля ковалентной составляющей связи в металлах. Химическая связь в твердых неорганических веществах. Интерметаллические соединения, природа химической связи в них. Типы химического взаимодействия в металлических системах без образования соединений. Образование соединений в металлических системах:Зонная теория кристаллов. Энергия Ферми. Проводники и изоляторы.

Интерактивная форма: Групповое обсуждение результатов

Раздел III. Кристаллические вещества.

Тема 3. . Основные типы кристаллических решеток. Кристаллические структуры твердых тел. Основные типы кристаллических решеток. Теория плотнейших упаковок. Аморфная и аморфно-кристаллическая структуры.

Интерактивная форма: Групповое обсуждение

Раздел IV. Твердофазные процессы.

Тема 4. Термодинамика и кинетика твердофазных реакций

Дефекты структуры твердых тел. Диффузия в кристаллах. Твердофазные процессы. Диаграммы состояния гетерогенных систем. Термодинамика и кинетика твердофазных реакций

Интерактивная форма: Работа с Интернет-источниками

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

Самостоятельная работа студентов является особой формой организации учебного процесса, представляющая собой планируемую, познавательно, организационно и методически направляемую деятельность студентов, ориентированную на достижение конкретного результата, осуществляемую без прямой помощи преподавателя. Самостоятельная работа студентов является составной частью учебной работы и имеет целью закрепление и углубление полученных знаний и навыков, поиск и приобретение новых знаний, а также выполнение учебных заданий, подготовку к предстоящим занятиям и экзамену. Она предусматривает, как правило, разработку рефератов, написание докладов, выполнение творческих, индивидуальных заданий в соответствии с учебной программой (тематическим планом изучения дисциплины). Тема для такого выступления может быть предложена преподавателем или избрана самим студентом, но материал выступления не должен дублировать лекционный материал. Реферативный материал служит дополнительной информацией для работы на практических занятиях. Основная цель данного вида работы

состоит в обучении студентов методам самостоятельной работы с учебным материалом. Для полноты усвоения тем, вынесенных в практические занятия, требуется работа с первоисточниками. Курс предусматривает самостоятельную работу студентов со специальной литературой. Следует отметить, что самостоятельная работа студентов результативна лишь тогда, когда она выполняется систематически, планомерно и целенаправленно.

Задания для самостоятельной работы предусматривают использование необходимых терминов и понятий по проблематике курса. Они нацеливают на практическую работу по применению изучаемого материала, поиск библиографического материала и электронных источников информации, иллюстративных материалов. Задания по самостоятельной работе даются по темам, которые требуют дополнительной проработки.

Общий объем самостоятельной работы студентов по дисциплине включает аудиторную и внеаудиторную самостоятельную работу студентов в течение семестра.

В курсах лекций и лабораторных занятий предусмотрены следующие **темы на самостоятельное изучение**:

1. Аморфные полупроводники
2. Наноразмерные частицы металлов. Их особые свойства, применение.
3. Особенности механохимических процессов. Их практическое примене-ние.
4. Реакции дегидратации твердых тел. Механизм и кинетика процессов.
5. Химические превращения твердофазных реагентов,возбуждаемыене-тепловыми методами
6. Фотохимические превращения в твердых телах и их практическое при-менение
7. Полупроводниковые стекла. Состав, свойства, применение.
8. Влияние дислокаций на свойства твердых тел. Способы управления концентрацией дислокаций.
9. Электрофизические свойства диэлектриков. Применение диэлектриков в электронной технике.
10. Экспериментальные методы исследования кинетики химических реак-ций с участием твердых тел.
11. Диффузионные процессы в твердых телах. Их влияние на кинетику и механизм реакций с участием твердых тел.
12. Использование процессов диффузии для легирования монокристаллов.

Внеаудиторная самостоятельная работа осуществляется в формах:
- подготовки к устным докладам (выступлениям по теме реферата);
- подготовка к защите проекта;
- выполнение реферативной работы;
- участие в учебной дискуссии

Примерные задания для контрольной работы

1. Кристалл какого состава применяется в качестве рабочего кристалла в лазерах?
A) $Ca(NbO_3)_2$ B) $CaBrO_3$ C) $CaPrO_3$ D) $Ca(PrO_2)_2$ E) $CaJO_3$

2. Что из перечисленного не верно?
A) в методе Бриджмена вырастает только один кристалл
B) в методе Чохральского при вытягивании кристалла расплав и кристалл вращают в противоположных направлениях
C) в методе Бриджмена кристаллизация вещества возникает в нескольких точках
D) в методе Бриджмена возникает несколько центров кристаллизации
E) метод Чохральского широко применяется для получения полупроводников

3. Чем отличается метод Чохральского от метода кристаллизации из растворов в расплаве?
A) при кристаллизации из растворов состав получаемых кристаллов отличается от состава раствора
B) в методе Чохральского состав получаемых кристаллов отличается от состава раствора

C) метод Чохральского основан на кристаллизации раствора
D) в методе Чохральского кристаллизация осуществляется в наиболее холодной части расплава
E) это один и тот же метод

4. Из чего получают кристаллы различных силикатов с высокими температурами плавления?
A) из растворов легкоплавких боратов
B) из растворов фосфатов
C) из растворов алюминатов
D) из тугоплавких селенатов
E) из легкоплавких молибденитов

5. Какую роль выполняет флюс при кристаллизации из растворов в расплаве?
A) понижает температуру плавления основного кристаллического продукта
B) повышает плотность основного кристаллического продукта
C) понижает интенсивность кристаллообразования
D) повышает дипольный момент основного кристаллического продукта
E) никакую

6. Что из перечисленного не верно?
A) структура цеолитов не содержит пустот
B) образование кристаллических продуктов из растворов, гелей протекает при более низких температурах, чем при твердофазном синтезе
C) кристаллизация из водных растворов применяется для получения кристаллогидратов
D) гель, раствор характеризуется однородностью
E) цеолиты используются в качестве молекулярных сит и катализаторов

7. Укажите исходные продукты при получении цеолитов?
A) метасиликаты и метаалюминаты щелочных металлов
B) ортофосфаты и сульфаты свинца
C) карбонаты и ортофосфаты щелочных металлов
D) гидроксиды и селенаты щелочных металлов
E) сульфиды и селенаты алюминия

8. В результате сополимеризации метасиликат и метаалюминат ионов образуется?
A) гель B) раствор C) расплав D)стекло E) ничего

9. Что из перечисленного не верно?
A) для появления большого количества кристаллов при получении цеолитов необходима низкая степень пресыщения растворов геля
B) при получении цеолитов в качестве исходных веществ следует брать аморфные осадки
C) при получении цеолитов в геле следует поддерживать высокую щелочную среду
D) гидротермальная обработка гелей приводит к кристаллизации цеолитов
E) кристаллизацию геля при получении цеолитов проводят в гидротермальных условиях

10. Что общего между кристаллизацией из растворов и кристаллизацией из расплавов?
1)совместное плавление исходных твердых веществ способствует высокой степени гомогенизации
2) при охлаждении раствора и расплава происходит образование и рост кристаллов
3) температурный диапазон
A)1,2 B)1,3 C)1,2,3 D)только 1 E) только 3

Примерный перечень тем для учебной дискуссии

1. Стеклообразное состояние вещества. Механизм, условия и причины образования.
2. Кристаллические вещества. Формы существования в природе.
3. Химический состав стекол, влияние на структуру.

4. Факторы, влияющие на стеклообразование твердых веществ.
5. Классификация твердых тел. (Кудрясова)
6. Изоморфизм, полиморфизм. Примеры
7. Типы кристаллических решёток ТТ

Вопросы для группового обсуждения

1. Отличительные особенности кристаллических веществ.
2. Отличительные особенности аморфных веществ.
3. Особенности превращений в твердых телах.
4. Основные теории роста кристаллов из раствора
5. Собственные дефекты кристаллических веществ.

Темы докладов

1. Кристаллические решетки твердых веществ.
2. Химическая связь в твердых телах.
3. Образование соединений в металлических системах.
4. Зонная теория кристаллов.
5. Собственные и примесные полупроводники.
6. Точечные дефекты.
7. Неравновесные дефекты.
8. Фазовые равновесия и фазовые диаграммы.
9. Типы диаграмм состояния.
10 Твердые растворы.
11. Дальтониды и бертоллиды.
12. Фазовые превращения в твердом состоянии.
13. Упорядочение.
14. Полиморфные превращения и распад пересыщенных растворов.

Для самостоятельной подготовки к занятиям по дисциплине рекомендуется использовать учебно-методические материалы:

1. Пестова Н.Ю. Прикладная химия - Электронное учебное пособие, 2013. Электронный ресурс: - Режим доступа: http://www.superhimik.com/t8295-topic
2. Пестова Н.Ю. Физико-химические методы исследования. Учебно-методические рекомендации. - Ульяновск: ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова», 2017 – 21 с.
3. Пестова Н.Ю. Прикладная химия - Электронное учебное пособие, 2013. Электронный ресурс: - Режим доступа: http://www.superhimik.com/t8295-topic
4. Кафиятуллина А.Г. Общая химия: Учебное пособие. – Ульяновск: УлГПУ, 2015. – 73

5. Примерные оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Организация и проведение аттестации студента

ФГОС ВО в соответствии с принципами Болонского процесса ориентированы преимущественно не на сообщение обучающемуся комплекса теоретических знаний, но на выработку у бакалавра компетенций – динамического набора знаний, умений, навыков и личностных качеств, которые позволят выпускнику стать конкурентоспособным на рынке труда и успешно профессионально реализовываться.

В процессе оценки студентов необходимо используются как традиционные, так и инновационные типы, виды и формы контроля. При этом постепенно традиционные средства совершенствуются в русле компетентностного подхода, а инновационные средства адаптированы для повсеместного применения в российской вузовской практике.

Цель проведения аттестации – проверка освоения образовательной программы дисциплины-практикума через сформированность образовательных результатов.

Промежуточная аттестация осуществляется в конце семестра и завершает изучение дисциплины; помогает оценить крупные совокупности знаний и умений, формирование определенных компетенций.

Оценочными средствами текущего оценивания являются: доклад, тесты по теоретическим вопросам дисциплины, защита практических работ и т.п. Контроль усвоения материала ведется регулярно в течение всего семестра на практических (семинарских, лабораторных) занятиях.

№ п/п	**СРЕДСТВА ОЦЕНИВАНИЯ,** используемые для текущего оценивания показателя формирования компетенции	Образовательные результаты дисциплины
	Оценочные средства для текущей аттестации ОС-1 подготовки к устным докладам (выступлениям по теме реферата); ОС-2 выполнение реферативной работы; ОС-3 участие в учебной дискуссии ОС-4 Защита проекта	ОР-1 предметное содержание химических дисциплин, содержание основных нормативных документов, регламентирующих химическое образование на разных уровнях; ОР-2 структуру учебных и рабочих программ и требования к их проектированию и реализации; виды учебно-методического обеспечения современного процесса обучения химии.
	Оценочные средства для промежуточной аттестации **зачет (экзамен)** ОС-5 Зачет в форме устного собеседования	

Описание оценочных средств и необходимого оборудования (демонстрационного материала), а так же процедуры и критерии оценивания индикаторов достижения компетенций на различных этапах их формирования в процессе освоения образовательной программы представлены в Фонде оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине «Химия твердого тела».

Материалы, используемые для текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине

Материалы для организации текущей аттестации представлены в п.4 программы.

Материалы, используемые для промежуточного контроля успеваемости обучающихся по дисциплине

ОС-5 Зачет в форме устного собеседования

Примерные вопросы к зачету

1. Геометрическая модель кристалла. Координационное число. Плотность упаковки.
2. Основные типы связей в твердых телах.
3. Химическая связь в твердых телах. Энергия связи. Приведите примеры использования хроматографических методов в анализе воздуха.
4. Зонная теория твердого тела. Зона проводимости и валентная зона. Запрещенная зона.
5. Классификация твердых тел по электропроводности.
6. Полупроводниковые материалы. Собственные и примесные.
7. Акцепторные и донорные примеси в полупроводниках.
8. Диэлектрики.
9. Классификация дефектов по их размерности.
10. Тепловые точечные дефекты.
11. Заряженные и незаряженные дефекты. Центры окраски (F, M, R - центры).

12. Основные типы взаимодействия точечных дефектов.
13. Виды дислокаций. Источники дислокации.
14. Методы наблюдения дефектов решетки.
15. Твердые растворы внедрения, вычитания и замещения.
16. Факторы, влияющие на реакционную способность твердых тел: примеси, структурные дефекты, облучение.

В конце изучения дисциплины подводятся итоги работы студентов на лекционных и практических занятиях путем суммирования заработанных баллов в течение семестра.

Критерии оценивания знаний обучающихся по дисциплине

Формирование балльно-рейтинговой оценки работы обучающихся

		Посещение лекций	Посещение практических занятий	Работа на практических занятиях	Зачет
3 семестр	Разбалловка по видам работ	1 х 1=1 балл	3 х 1=3 балла	164 баллов	32 балла
	Суммарный макс. балл	1 балл max	3 балла max	164 баллов max	200 баллов max

Критерии оценивания работы обучающегося

	Баллы (2 ЗЕ)
«зачтено»	более 100
«не зачтено»	100 и менее

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Успешное изучение курса требует от обучающихся посещения лекций, активной работы на практических занятиях, выполнения всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой.

Запись **лекции** – одна из форм активной самостоятельной работы обучающихся, требующая навыков и умения кратко, схематично, последовательно и логично фиксировать основные положения, выводы, обобщения, формулировки. В конце лекции преподаватель оставляет время (5 минут) для того, чтобы обучающиеся имели возможность задать уточняющие вопросы по изучаемому материалу. Из-за недостаточного количества аудиторных часов некоторые темы не удается осветить в полном объеме, поэтому преподаватель, по своему усмотрению, некоторые вопросы выносит на самостоятельную работу студентов, рекомендуя ту или иную литературу. Кроме этого, для лучшего освоения материала и систематизации знаний по дисциплине, необходимо постоянно разбирать материалы лекций по конспектам и учебным пособиям. В случае необходимости обращаться к преподавателю за консультацией.

Подготовка к практическим занятиям

При подготовке к практическим занятиям студент должен изучить теоретический материал по теме занятия (использовать конспект лекций, изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, при необходимости дополнить конспект, делая в нем соответствующие записи из литературных источников). В случае затруднений, возникающих при освоении теоретического материала, студенту следует обращаться за консультацией к преподавателю. Идя на консультацию, необходимо хорошо продумать вопросы, которые требуют разъяснения.

В начале практического занятия преподаватель знакомит студентов с темой, оглашает план проведения занятия, выдает задания. В течение отведенного времени на выполнение работы студент может обратиться к преподавателю за консультацией или разъяснениями. В конце занятия проводится прием выполненных заданий, собеседование со студентом.

Результаты выполнения практических зданий оцениваются в баллах, в соответствии с балльно-рейтинговой системой университета.

Перечень практических (семинарских) занятий (3 семестр)

1. Стеклообразное состояние вещества. Механизм, условия и причины образования.
2. Кристаллические вещества. Формы существования в природе.
3. Химический состав стекол, влияние на структуру.
4. Факторы, влияющие на стеклообразование твердых веществ.
5. Классификация твердых тел.
6. Типы кристаллических решёток ТТ

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, Интернет-ресурсов, необходимых для освоения дисциплины

Основная литература

1. Уваров, Н. Ф. Химия твердого тела : учебное пособие : [16+] / Н. Ф. Уваров, Ю. Г. Матейшина ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2019. – 108 с. : ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=575292

2. Кригер, В. Г. Избранные главы химии твердого тела : учебное пособие : [12+] / В. Г. Кригер, А. В. Каленский, М. В. Ананьева ; Кемеровский государственный университет. – Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2014. – 139 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=278898

Дополнительная литература

1. Зарубин, Д. П. Физическая химия : учебное пособие / Д.П. Зарубин. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 474 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс]. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/20894. - ISBN 978-5-16-010067-8. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1852239

2. Кузьмина, Л. В. Задачник по химии твердого тела : учебное пособие : [16+] / Л. В. Кузьмина, Е. Г. Газенаур, В. И. Крашенинин. – Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2010. – 64 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232757

Интернет-ресурсы

1. Теоретические основы химии твердого тела [Электронный ресурс]: методические указания к изучению модуля "Теоретические основы химии твердого тела" http://search.rsl.ru/ru/record/01006570844
2. Химия твердого тела, Кнотько А.В., Пресняков И.А., Третьяков Ю.Д., http://nashol.com/2015032283473/himiya-tverdogo-tela-knotko-a-v-presnyakov-i-a-tretyakov-u-d-2006.html
3. Журнал Химия и Химики - http://chemistry-chemists.com/Uchebniki/Chemistry-books-Solid-state.html
4. Википедия, химия твердого тела - http://en.wikipedia.org/wiki/Solidstate_chemistry
5. Сайт Университета г. Огайа, химия твердого тела - http://www.chemistry.ohio-state.edu/~woodward/chem_754.htm