

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Российский университет дружбы народов»*

Факультет физико-математических и естественных наук

Рекомендовано МССН
по направлению 04.00.00 «Химия»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины

ХИМИЯ ТВЕРДОГО ТЕЛА

Рекомендуется для направления подготовки

04.04.01 «ХИМИЯ»

Направленность программы (профиль)

«ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ И ПРИКЛАДНАЯ ХИМИЯ»

1. Цели и задачи дисциплины:

Цель

-подготовить магистров к пониманию превращений и взаимодействий, происходящих внутри твердого тела и между твердыми телами при различных внешних воздействиях (температура, облучение, давление и т.д.).

-сформировать у студентов научное мировоззрение, навыки и умения для обоснования методов синтеза веществ с заданными фазовым составом и микроструктурой, а также для управления реакционной способностью твердофазных реагентов, что необходимо для подготовки специалистов-исследователей.

Задачи:

формирование у студентов

-представления о фазовых равновесиях и структурных превращениях в твердых телах;

-представления о связи свойств твердого тела с его строением;

-умения работать с учебной, научной и справочной литературой по химии твердого тела

2. Место дисциплины в структуре ОП ВО:

Дисциплина «Химия твердого тела» относится к вариативной части блока 1 (Модуль 2 «Неорганическая химия») учебного плана по направлению 04.04.01 учебного плана.

В таблице № 1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций дисциплины в соответствии с матрицей компетенций ОП ВО.

Предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций

№ п/п	Шифр и наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины
Универсальные компетенции			
УК-6	Способен определить и реализовать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	Актуальные задачи современной химии Спектральные методы в неорганической химии Химия координационных соединений Резонансные методы в химии Электрохимические методы исследования Рентгендифракционные методы в неорганической химии Физические методы исследования веществ и материалов Физико-химический анализ Методика преподавания химии в вузе Применение ПО в неорганическом эксперименте Термоаналитические методы в химии НИР Экспериментальные методы	Преддипломная практика Экспериментальные методы исследования в химии

	исследования в химии	
Профессиональные компетенции		
М-ПК-1-н Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	Спектральные методы в неорганической химии Химия координационных соединений Резонансные методы в химии Электрохимические методы исследования Рентгendifракционные методы в неорганической химии Физические методы исследования веществ и материалов Физико-химический анализ Методика преподавания химии в вузе Применение ПО в неорганическом эксперименте Термоаналитические методы в химии НИР Экспериментальные методы исследования в химии	Преддипломная практика Экспериментальные методы исследования в химии
М-ПК-2-н Способен проводить патентно-информационные исследования в выбранной области химии и/или смежных наук	Спектральные методы в неорганической химии Химия координационных соединений Резонансные методы в химии Электрохимические методы исследования Рентгendifракционные методы в неорганической химии Физические методы исследования веществ и материалов Физико-химический анализ Методика преподавания химии в вузе Применение ПО в неорганическом эксперименте Термоаналитические методы в химии НИР Экспериментальные методы исследования в химии	Преддипломная практика Экспериментальные методы исследования в химии

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции

Компетенции	Название компетенции	Составляющие компетенции
УК-6	Способен определить и реализовать приоритеты собственной деятельности и способы ее	УК-6.1. Оценивает свои ресурсы и их пределы (личностные, ситуативные, временные), оптимально их использует для успешного выполнения порученного задания. УК-6.2. Определяет приоритеты профессионального роста и способы совершенствования собственной деятельности на основе самооценки по выбранным критериям;

	совершенствования на основе самооценки	УК-6.3. Выстраивает гибкую профессиональную траекторию, используя инструменты непрерывного образования, с учетом накопленного опыта профессиональной деятельности и динамично изменяющихся требований рынка труда
М-ПК-1-н	Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	М-ПК-1-н-1. Составляет общий план исследования и деталильные планы отдельных стадий, М-ПК-1-н-2. Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов
М-ПК-2-н	Способен проводить патентно-информационные исследования в выбранной области химии и/или смежных наук	М-ПК-2-н-1. Проводит поиск специализированной информации в патентно-информационных базах данных М-ПК-2-н-2. Анализирует и обобщает результаты патентного поиска по тематике проекта в выбранной области химии (химической технологии)

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать: основные закономерности, управляющие синтезом твердотельных материалов с заданными свойствами. **Понимать** физико-химические особенности твердого состояния; влияние структуры вещества на его физические и химические свойства; роль дефектов структуры; зависимость структуры твердого вещества от атомного и электронного строения его элементов

Уметь:

- использовать и развивать теоретические основы неорганической и физической химии, физико-химического анализа, физических методов исследования неорганических веществ при решении задач синтеза и изучения твердых тел
- прогнозировать физические свойства и реакционную способность твердых тел на основе знания их химического, фазового состава и структуры

Владеть:

- основными приемами синтеза твердотельных материалов, руководствуясь нормами техники безопасности в лабораторных и технологических условиях
- основными методами описания и изучения структуры твердых тел

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц.

Вид учебной работы	Всего часов	Модули			
		6			
Аудиторные занятия (всего)	48	48			
В том числе:					
Лекции	32	32			
Практические занятия (ПЗ)					
Семинары (С)					

Лабораторные работы (ЛР)		16	16			
Самостоятельная работа (всего)		96	96			
Общая трудоемкость	час	144	144			
	зач. ед.	4	4			

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов дисциплины

ВВЕДЕНИЕ

Химия твердого тела. Что это такое?

Часть 1. ПРИРОДА ТВЕРДЫХ ТЕЛ

Тема 1. Химическая связь в твердых телах. Классификация твердых тел по типу химической связи.

Тема 2. Строение твердых тел. Принципы описания кристаллических структур. Примеры наиболее распространенных структур. Некристаллические и аморфные тела.

Тема 3. Фазовые переходы. Классификация фазовых переходов. Представление фазовых переходов на диаграммах состояния. Кристаллохимия и фазовые переходы.

Часть 2. ПРЕПАРАТИВНЫЕ МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ ТВЕРДЫХ ТЕЛ

Тема 1. Твердофазные реакции. Экспериментальное осуществление твердофазных реакций. Кинетика твердофазных реакций.

Тема 2. Кристаллизация растворов, расплавов, стекол и гелей.

Тема 3. Транспортные реакции и реакции внедрения и ионного обмена.

Тема 4. Выращивание монокристаллов. Метод Чохральского. Методы Бриджмена и Стокбаргера. Зонная плавка. Эпитаксиальный рост тонких слоев.

Часть 3. ДЕФЕКТЫ И НЕСТЕХИОМЕТРИЧНОСТЬ

Тема 1. Совершенные и несовершенные кристаллы. Типы дефектов. Дефекты Шоттки и Френкеля. Центры окраски.

Тема 2. Кластеры и агрегаты дефектов, антиструктурные дефекты, протяженные дефекты.

Тема 3. Нестехиометрия и дефекты. Общие замечания. Дислокации. Механические свойства и реакционная способность твердых тел

Часть 4. ТВЕРДЫЕ РАСТВОРЫ

Тема 1. Твердые растворы замещения и внедрения. Механизмы образования твердых растворов. Условия образования твердых растворов. Экспериментальные методы изучения твердых растворов.

Часть 5. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ТВЕРДЫХ ТЕЛ

Тема 1. Обзор методов исследования и областей применения для изучения твердых тел. Дифракционные методы.

Тема 2. Микроскопические методы, спектральные методы. Термический анализ.

Часть 6. ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТВЕРДЫХ ТЕЛ

Тема 1. Ионная проводимость и твердые электролиты.

Тема 2. Электрические свойства. Магнитные и оптические свойства.

5.2. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ. зан.	Лаб. зан.	Сем ин	СРС	Всего час.
-------	---------------------------------	-------	-------------	-----------	--------	-----	------------

1.	Часть 1. Природа твердых тел	8			10	18
2.	Часть 2. Препаративные методы получения твердых тел	6		6	20	33
3.	Часть 3. Дефекты и нестехиометричность	4			15	19
4.	Часть 4. Твердые растворы	4		2	16	20
5.	Часть 5. Методы исследования твердых тел	8		6	16	34
6.	Часть 6. Физические свойства твердых тел	4		2	16	20
	Всего	32		16	96	144

6. Лабораторный практикум

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)
1.	Ч.2, Ч.5	1. Постановка задачи по синтезу. Выбор объекта синтеза 2. Сбор литературных данных по объекту синтеза и исследования. Определение условий синтеза и методов анализа. 3. Приготовление исходных веществ для синтеза (высушивание, при необходимости перекристаллизация)	8
2.	Ч.2, Ч.4	1. Расчет навесок исходных веществ. Взвешивание. Гомогенизация. Прессование. 2. Отжиг с промежуточными перешихтовками.	4
3.	Ч.5, Ч.6	1. Пробоподготовка для проведения РФА. Определение фазности образцов. 2. Расчет параметров кристаллической решетки полученных фаз. 3. ДТА и ДСК полученных образцов. 4. Написание отчета	4
	Всего		16

7. Практические занятия (семинары)

Не предусмотрены учебным планом.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

1. Высокотемпературные муфельные электропечи СНОЛ-13
2. Высокотемпературная микроволновая муфельная печь НАМиLab-C1500
3. Лабораторный пресс «Легат» F-12
4. Термоанализатор SDT-Q600
5. Дифрактометр рентгеновский ДРОН-7
6. Программируемый гидравлический пресс SpexX-Press 3635
7. Мельница-ступка Fritsch Pulverisette 2
8. Компьютеры для проведения вычислений, обработки результатов и доступа к информационным системам.

9. Информационное обеспечение дисциплины

ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ

НАЗВАНИЕ РЕСУРСА	ОПИСАНИЕ РЕСУРСА	АДРЕС ДОСТУПА
Научная электронная библиотека eLIBRARY		http://elibrary.ru
Естественно-научный образовательный портал	Портал является составной частью федерального портала "Российское образование". Содержит ресурсы и ссылки на ресурсы по естественно-научным дисциплинам (физика, химия и биология)	http://www.en.edu.ru/
Сайт студентов, аспирантов и преподавателей ВУЗов	Доступ к ресурсам осуществляется через регистрацию. Скачивание ресурсов происходит за счет баллов. Баллы начисляются посредством sms	http://www.twirpx.com/
ХиМик.ru	сайт о химии	http://www.xumuk.ru/
Ximia.org	все о химии	http://www.ximia.org/
alhimikov.net	На сайте представлены различные материалы по химии и смежным наукам. Они будут интересны преподавателям, учащимся и всем, кто интересуется химией	http://www.alhimikov.net/
himhelp.ru	Образовательный ресурс. Химия, полимеры, рефераты по химии	http://www.himhelp.ru/
chemNet	Химическая информационная сеть. Химический факультет МГУ	http://www.chem.msu.su/
Электронная библиотека по химии и технике		http://www.rushim.ru/books/books.htm
gigapedia	На сайте собрано более 10 тыс. книг по химии, преимущественно на английском языке. Для загрузки книг необходима регистрация	http://gigapedia.com/
OxfordJournals. LifeSciences	Журналы по естественно-научным дисциплинам	http://www.oxfordjournals.org/
Химическая наука и образование в России		http://www.chem.msu.su/rus/
Российский химический журнал	Журнал	http://www.chem.msu.su/rus/journals/jvho/welcome.html
<u>Химическая энциклопедия</u>		http://www.chemport.ru
chemNet	Химическая информационная сеть. Химический факультет МГУ	http://www.chem.msu.su/
Электронная библиотека по химии и технике		http://www.rushim.ru/books/books.htm
gigapedia	На сайте собрано более 10 тыс. книг	http://gigapedia.com/

	по химии, преимущественно на английском языке. Для загрузки книг необходима регистрация	
OxfordJournals. LifeSciences	Журналы по естественно-научным дисциплинам	http://www.oxfordjournals.org/
Химическая наука и образование в России		http://www.chem.msu.su/rus/

10. Учебно-методическое обеспечение дисциплины:

а) основная литература

1. Физические методы исследования неорганических веществ. Учебное пособие для вузов / Т.Г. Баличева; Под ред. А.Б.Никольского. - М.: Академия, 2006. - 448 с
2. Вилков Л.В., Пентин Ю.А. Физические методы исследования в химии. – М.: Высшая школа, 1987. - 364 с.
3. Г.Готтштайн. Физико-химические основы материаловедения. Бином.: Лаборатория знаний, 2009. 400с.

б) дополнительная литература

1. Вест А.Р. Химия твердого тела: Теория и приложения В 2-х ч. Ч. 1 - М.: Мир, 1988. - 555 с.
2. Вест А.Р. Химия твердого тела: Теория и приложения В 2-х ч. Ч. 2 – М.: Мир, 1988. - 334 с.
3. Рао Ч.Н.Р., Гополакришнан Дж. Новые направления в химии твердого тела. Новосибирск: Наука, 1990, - 520с.
4. Ярославцев А.Б. Химия твердого тела М.: Научный мир, 2009. - 328 с.

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

Согласно учебному плану при изучении дисциплины «Химия твердого тела» предполагается проведение лабораторных работ, составление презентаций и рефератов по предложенным студентам темам, а также выполнение расчетных работ и домашних заданий. В конце семестра проводится промежуточный контроль в виде письменного экзамена.

Самостоятельная работа студентов включает в себя подготовку к этим видам работ и контроля.

1. Подготовка и выполнение лабораторных работ

Прежде чем начать выполнение синтеза, следует ознакомиться с соответствующими теоретическими разделами лекционного курса «Химия твердого тела» Далее совместно с преподавателем выбрать (из предложенных) соединение или фазу, которую необходимо будет получить и исследовать. Изучить предложенную преподавателем научную литературу, а также провести самостоятельный поиск, пользуясь информационно-справочными и поисковыми системами, на предмет способов получения, условий синтеза и физико-химических свойств выбранного для синтеза соединения. Составить план проведения синтеза и анализа искомого соединения. Провести необходимые расчеты для синтеза, выбрать режим отжига, провести синтез и подготовить пробы синтезированного вещества для проведения его анализа.

Оформление лабораторного журнала

При работе в лаборатории необходимо вести лабораторный журнал, в котором полностью отражается подготовительная и экспериментальная работа студента. Лабораторный журнал заполняется дома и дополняется экспериментальными данными, полученными непосредственно по ходу выполнения работы.

В лабораторный журнал заносятся следующие сведения:

- дата и описание проведенных действий (например, работа с литературой, расчет необходимых навесок, взвешивание исходных веществ и т.д.)
- уравнения химических реакций, лежащие в основе синтеза
- расчет навесок
- режим отжига
- физико-химические данные о свойствах вещества, найденные в литературе
- полученные результаты анализа вещества

Полный отчет о проделанной работе должен содержать:

- литературные данные об исходных веществах и синтезированном веществе
- краткое описание последовательных операций (с обязательными расчетами навесок)
- реальные режимы синтеза (температура и время отжига, микроволновая или муфельная печь, наличие перешихтовок)
- результаты анализа полученного соединения (РФА, ДТА/TG)
- фазовый анализ полученного соединения с указанием возможных примесей
- расчет параметров кристаллической решетки
- описание фазовых переходов, выявленных ДТА (обратимый или необратимый, 1-го или 2-го рода и т.д.)
- краткие выводы

При оценке лабораторной работы учитывается полнота (степень) домашней подготовки, самостоятельность выполнения, а также сданный отчет

2 Требования к написанию рефератов

Написание реферата является

- одной из форм обучения студентов, направленной на организацию и повышение уровня самостоятельной работы студентов;
- одной из форм научной работы студентов, целью которой является расширение научного кругозора студентов, ознакомление с методологией научного поиска.

Реферат — письменная работа объемом 10-18 печатных страниц, выполняемая студентом в течение длительного срока (от одной недели до месяца). Реферат (от лат. *referre* — докладывать, сообщать) — краткое точное изложение сущности какого-либо вопроса, темы на основе одной или нескольких книг, монографий или других первоисточников. Реферат должен содержать основные фактические сведения и выводы по рассматриваемому вопросу.

Целью написания рефератов является:

привитие студентам навыков библиографического поиска необходимой литературы (на бумажных носителях, в электронном виде);

привитие студентам навыков компактного изложения мнения авторов и своего суждения по выбранному вопросу в письменной форме, научно грамотным языком и в хорошем стиле;

приобретение навыка грамотного оформления ссылок на используемые источники, правильного цитирования авторского текста;

Требования к содержанию:

- материал, использованный в реферате, должен относиться строго к выбранной теме;
- необходимо изложить основные аспекты проблемы не только грамотно, но и в соответствии с той или иной логикой (хронологической, тематической, событийной и др.)
- при изложении следует сгруппировать идеи разных авторов по общности точек зрения или по научным школам;

Структура реферата.

1. Начинается реферат с *титульного листа*.

2. За титульным листом следует *Оглавление* или *Содержание*. Оглавление - это план реферата, в котором каждому разделу должен соответствовать номер страницы, на которой он находится.

3. *Текст* реферата. Он делится на три части: *введение, основная часть и заключение*.

а) *Введение* - раздел реферата, посвященный постановке проблемы, которая будет рассматриваться и обоснованию выбора темы.

б) *Основная часть* - это звено работы, в котором последовательно раскрывается выбранная тема. Основная часть может быть представлена как цельным текстом, так и разделена на главы. При необходимости текст реферата может дополняться иллюстрациями, таблицами, графиками, но ими не следует "перегружать" текст.

в) *Заключение* - данный раздел реферата должен быть представлен в виде выводов, которые готовятся на основе подготовленного текста. Выводы должны быть краткими и четкими. Также в заключении можно обозначить проблемы, которые "высветились" в ходе работы над рефератом, но не были раскрыты в работе.

4. *Список источников и литературы*. В данном списке называются как те источники, на которые ссылается студент при подготовке реферата, так и все иные, изученные им в связи с его подготовкой. В работе должно быть использовано не менее 5 разных источников. Работа, выполненная с использованием материала, содержащегося в одном научном источнике, является явным плагиатом и не принимается. Оформление Списка источников и литературы должно соответствовать требованиям библиографических стандартов

Список литературы. В списке литературы соответствующие источники указывают в том же порядке, в каком они упоминаются в тексте реферата.

Пример оформления ссылок:

1. Г.Готташтайн. Физико-химические основы материаловедения. –М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. 2009.-400с.

2. Емельянова Ю. В., Шафигина Р. Р., Буянова Е. С., Жуковский В. М., Зайнуллина В. М., Петрова С. А. Кислородпроводящие иониче семейства ВМЕVOX: синтез, структура и проводимость // Журнал физической химии. – 2006. - Т. 80, № 11. - С. 1943-1948.

Оценивая реферат, преподаватель обращает внимание на:

- соответствие содержания выбранной теме;
- отсутствие в тексте отступлений от темы;
- соблюдение структуры работы, четка ли она и обоснована;
- умение работать с научной литературой - вычленять проблему из контекста;
- умение логически мыслить;
- культуру письменной речи;
- умение оформлять научный текст (правильное применение и оформление ссылок, составление библиографии);
- умение правильно понять позицию авторов, работы которых использовались при написании реферата;
- способность верно, без искажения передать используемый авторский материал;
- соблюдение объема работы;
- аккуратность и правильность оформления, а также технического выполнения работы.

3. Подготовка презентации и доклада

Для подготовки презентации рекомендуется использовать: MicrosoftPowerPoint.

Для подготовки презентации необходимо собрать и обработать начальную информацию. Последовательность подготовки презентации:

1. Четко сформулировать цель презентации: вы хотите свою аудиторию мотивировать, убедить, заразить какой-то идеей или просто формально отчитаться.

2. Определить, каков будет формат презентации: живое выступление (тогда, сколько будет его продолжительность) или электронная рассылка (каков будет контекст презентации).

3. Отобрать всю содержательную часть для презентации и выстроить логическую цепочку представления.
4. Определить ключевые моменты в содержании текста и выделить их.
5. Определить виды визуализации (картинки) для отображения их на слайдах в соответствии с логикой, целью и спецификой материала.
6. Подобрать дизайн и форматировать слайды (количество картинок и текста, их расположение, цвет и размер).
7. Проверить визуальное восприятие презентации.

12. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Материалы для оценки уровня освоения учебного материала дисциплины «Химия твердого тела» (оценочные материалы), включающие в себя перечень компетенций с указанием этапов их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания, типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, разработаны в полном объеме и доступны для обучающихся на странице дисциплины в ТУИС РУДН.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО РУДН.

Разработчики:

доцент каф. неорганической химии

Сафроненко М.Г.

Руководитель программы

профессор,

кафедры органической химии

Варламов А. В.

Заведующий кафедрой

неорганической химии

Хрусталев В.Н.