

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Химический факультет
Кафедра неорганической химии

УТВЕРЖДАЮ:

проректор по научно-методической
и учебной работе

Е.И. Скафа
«22» апреля 2020 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Химия твердого тела

название учебной дисциплины

Направление подготовки:	04.03.01 Химия
Профиль подготовки:	—
Образовательная программа:	Бакалавриат
Квалификация:	академический бакалавр
Форма обучения:	<u>очная</u> , очно-заочная, заочная

Донецк 2020

УТВЕРЖДАЮ:

Декан химического факультета

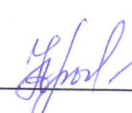
А.В. Белый



«16» апреля 2020 г.

Программа учебной дисциплины «Химия твердого тела» составлена на основании Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования (ГОС ВПО) Донецкой Народной Республики (ДНР) по направлению подготовки 04.03.01 Химия, утвержденного приказом Министерства образования и науки ДНР № 454 от «20» апреля 2016 г.; Порядка организации учебного процесса в образовательных организациях высшего профессионального образования Донецкой Народной Республики, утвержденного приказом Министерства образования и науки ДНР № 1171 от «10» ноября 2017 г.; учебного плана и основной образовательной программы высшего профессионального образования направления подготовки 04.03.01 Химия, разработанных в ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет».


Разработчик:

Доцент кафедры неорганической химии, к.х.н.  Яблочкова Н.В.

Программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры неорганической химии

Протокол № 8 от "18" марта 2020 г.

Заведующий кафедрой

 Игнатов А.В.

Программа учебной дисциплины одобрена учебно-методической комиссией химического факультета

Протокол № 3 от "15" апреля 2020 г.

Председатель учебно-методической комиссии химического факультета

 Яблочкова Н.В.

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ И МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Учебная дисциплина «Химия твердого тела» относится к вариативной части профессионального блока. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими и сопутствующими дисциплинами – математика, физика, неорганическая химия, физическая химия, квантовая химия, кристаллохимия.

2. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

<i>Характеристика учебной дисциплины</i>		
Направление подготовки	04.03.01 Химия	
Профиль	-	
Образовательная программа	бакалавриат	
Квалификация	Академический бакалавр	
Количество содержательных модулей	2	
Дисциплина базовой / вариативной части образовательной программы	Профессиональный блок, вариативная часть	
Формы контроля (МК, экзамен, зачет)	МК, экзамен	
Показатели	очная форма обучения	заочная форма обучения
Количество зачетных единиц (кредитов)	3	
Год подготовки	4	
Семестр	8	
Количество часов	108	
- лекционных	36	
- практических, семинарских	-	
- лабораторных	24	
- самостоятельной работы	48	
в т.ч. индивидуальное задание	-	
Недельное количество часов,	8	
в т.ч. аудиторных	5	

3. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели и задачи.

Цель - научить студентов анализировать химический состав, делать вывод о кристаллической структуре веществ и их свойствах. Обучить студентов основам химии твердого тела с целью использования полученных знаний для прогнозирования химических реакций в твердых телах при выполнении выпускной квалификационной работы и в последующей научной деятельности.

Задачи – усвоение теоретических основ химии твердого тела, которые позволили бы самостоятельно выполнять твердофазный синтез соединений с заданными физико-химическими свойствами. Дать студентами достаточные знания по строению реальных кристаллов, их поведения при нагревании, механизму твердофазных реакций.

Требования к результатам освоения дисциплины: Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ГОС ВПО по данному направлению подготовки (профилю):

а) общекультурных (ОК):

- способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);

б) общепрофессиональных (ОПК):

- способностью использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1);
- владением навыками проведения химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций (ОПК-2);
- способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности (ОПК-3);
- способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности с использованием современных информационно-коммуникационных технологий с учетом основных требований информационной безопасности (ОПК-4);
- способностью к поиску и первичной обработке научной и научно-технической информации (ОПК-5);
- знанием норм техники безопасности и умением реализовать их в лабораторных и технологических условиях (ОПК-6).

в) профессиональных (ПК) :

научно-исследовательская деятельность:

- способностью выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам (ПК-1);
- владением базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований (ПК-2);
- владением системой фундаментальных химических понятий (ПК-3);
- способностью применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов (ПК-4);
- способностью получать и обрабатывать результаты научных экспериментов с помощью современных компьютерных технологий (ПК-5);
- владением навыками представления полученных результатов в виде кратких отчетов и презентаций (ПК-6);
- владением методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств (ПК-7);

производственно-технологическая деятельность:

- способностью использовать основные закономерности химической науки и фундаментальные химические понятия при решении конкретных производственных задач (ПК-8);
- владением навыками расчета основных технических показателей технологического процесса (ПК-9).

В результате изучения учебной дисциплины студент должен.

Знать:

- основные понятия и законы, которые используются в химии кристаллов;
- особенности протекания реакций в твердых телах;
- термодинамику и кинетику твердофазных реакций;
- химию и кристаллохимию нестехиометрических соединений;
- влияние дефектов на физические свойства функциональных материалов.

Уметь:

- писать реакции дефектообразования в кристаллах;
- подбирать рациональные условия синтеза функциональных материалов с заданными свойствами;
- прогнозировать физические свойства получаемых твердых веществ.

Владеть:

- навыками подбора условий синтеза твердых веществ;

- технологией осуществления керамического метода синтеза;
- физико-химическими методами анализа синтезируемых соединений.
- приемами осуществления химического эксперимента для получения веществ с заданными свойствами;
- возможностями поиска необходимой информации в научной и справочной литературе;
- приемами оформления результатов эксперимента и расшифровки их.

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Курс дисциплины "Химия твердого тела" предусматривает следующие формы организации учебного процесса:

- лекции,
- лабораторные занятия,
- самостоятельная работа студента.

Материал излагается с использованием словесных, объяснительно-иллюстративных, эвристических, проблемных и исследовательских методов преподавания. При проведении лекций для обсуждения материала широко используются мультимедийные презентации, анимации, а также раздаточные материалы. Во время лабораторных занятий создаются проблемные ситуации, рассматриваются задачи максимально приближенные к практике, для самостоятельной работы предлагаются творческие задания. Рассматриваются примеры реакций и механизмы дефектообразования в твердых телах.

В учебном процессе широко применяются активные и интерактивные формы проведения занятий (демонстрации химических реакций в твердых телах, разбор закономерностей протекания твердофазных процессов, дискуссия, полемика), внеаудиторная самостоятельная работа, балльно-рейтинговая система оценки успеваемости, личностно-ориентированное обучение, проблемное обучение, блочно-модульное обучение. Использование в учебном процессе наглядного материала по данному курсу; рассмотрение различных типов теоретических и практических задач, наглядно демонстрирующих связь химии с жизнью, химического эксперимента, тестов и контрольных работ.

Самостоятельная работа студентов предусматривает выполнение индивидуальных заданий, подготовку к лабораторным занятиям, изучение учебной и методической литературы. Студенты самостоятельно дорабатывают некоторые темы, которые изучались в курсе химии твердого тела: твердые электролиты и их применение, вольфрамовые бронзы, различные механизмы спекания и др.

Порядковый номер и тема	Краткое содержание темы
	<i>Содержательный модуль 1 Химия нестехиометрических соединений</i>
Тема 1. Предмет химии твердого тела.	Предмет химии твердого тела. История науки. Современное состояние проблемы. Разделы дисциплины. Задачи химии твердого тела. Научные проблемы и перспективы их решения
Тема 2. Атомные дефекты.	Атомные дефекты. Классификация атомных дефектов. Влияние дефектов на свойства. Описание дефектов. Примеры реакций дефектообразования
Тема 3. Электронные дефекты	Электронные дефекты. Понятие о зонной теории строения кристаллов. Дефекты и зонная теория. Прогнозирование характера примесей и типа проводимости. Получение нестехиометрических соединений. Фазы замещения и внедрения. Механизм

	дефектообразования. Гетеровалентное замещение. Твердые электролиты, их применение. Методы изучения нестехиометрических соединений.
Тема 4. Химия нестехиометрических соединений.	Химия нестехиометрических соединений. Соединения с вакансиями в катионной подрешетке. Соединения с вакансиями в анионной подрешетке. Соединения с катионными и анионными вакансиями. Вольфрамовые бронзы (соединения включения). Гомологические ряды оксидов или структуры сдвигов.
Тема 5. Современное содержание основных химических законов	Современное содержание основных химических законов. Закон сохранения материи. Законы постоянства состава и кратных отношений. Современные формулировки стехиометрических законов.
Тема 6. Диффузия в кристаллах	Диффузия в кристаллах. Виды диффузии. Механизм образования вакансий. Экспериментальные исследования диффузии. Гетеродиффузия. Механизм диффузии.
	Содержательный модуль 2 Механизмы твердофазных реакций
Тема 7. Спекание	Спекание. Движущая сила спекания. Изменение внутренней поверхности. Механизм спекания по Френкелю. Механизм спекания по Пиннесу. Факторы, влияющие на спекание.
Тема 8. Рекристаллизация Плавнение. Возгонка. Полиморфные превращения	Рекристаллизация. Плавнение. Возгонка. Полиморфные превращения. Сущность рекристаллизации. Механизм и движущая сила процесса рекристаллизации. Кинетика рекристаллизации и факторы, которые на нее влияют. Вторичная рекристаллизация.
Тема 9. Механизм реакций в смесях твердых веществ	Механизм реакций в смесях твердых веществ. Общие положения. Элементарные стадии реакций в смесях твердых веществ. Теория Таммана-Хэджала. Теория Вагнера. Методы изучения механизма реакций. Последовательность химических превращений. Возникновение и рост зародышей новой фазы. Роль газовой и жидкой фаз в твердофазных реакциях.
Тема 10. Факторы, влияющие на скорость твердофазных реакций	Факторы, влияющие на скорость твердофазных реакций. Гранулометрический состав смеси. Влияние температуры, давления.

Тематический план

	Содержательный модуль 1											
Названия содержательных модулей и тем	Количество часов											
	Очная форма						Заочная форма					
	всего	В Т.Ч.					всего	В Т.Ч.				
		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа
Тема 1. Предмет химии твердого тела.	4	1	-	1	2	-						
Тема 2. Атомные дефекты.	8	3	-	1	4	-						
Тема 3. Электронные дефекты.	10	4	-	2	4	-						
Тема 4.Химия нестехио- метрических соединений.	10	4	-	2	4	-						
Тема 5. Диффузия в кристаллах	10	4	-	2	4	-						
Тема 6. Диффузия в кристаллах	9	4		2	3	-						
Итого по 1 содержательному модулю	51	20	-	10	21	-						

Содержательный модуль 2												
Названия содержательных модулей и тем	Количество часов											
	Очная форма						Заочная форма					
	всего	В Т.Ч.					всего	В Т.Ч.				
		лекции	практические	лабораторные	самостоятельна я работа	индивидуальная работа		лекции	практические	лабораторные	самостоятельна я работа	индивидуальная работа
Тема 7. Спекание	12	4	-	2	6	-						
Тема 8. Рекристаллизация Плавление. Возгонка. Полиморфные превращения	16	4	-	4	8	-						
Тема 9. Механизм реакций в смесях твёрдых веществ	13	4	-	4	5	-						

Тема 10. Факторы, влияющие на скорость твердофазных реакций	16	4	-	4	8	-						
Итого по 2 содержательному модулю	57	16	-	14	27	-						
Всего часов по дисциплине	108	36	-	24	48	-						

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЛЕКЦИОННЫХ, ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

Темы лабораторных занятий

№	Название темы	Кол-во часов
1	Методика описания дефектообразования.	2
2	Электронные дефекты.	2
3	Нестехиометрические соединения	4
4	Механизм твердофазных реакций.	4
5	Факторы, которые влияют на скорость реакции.	4
6	Методика осуществления твердофазного метода синтеза.	4
7	Синтез функциональных материалов с заданными свойствами.	4
Всего часов		24

Самостоятельная работа

1. Проработка теоретических основ прослушанного лекционного материала.
2. Подготовка к лабораторным занятиям.
3. Изучение вопросов, которые вынесены на самостоятельную проработку.
4. Систематика изученного материала перед модульным контролем.

6. ОБРАЗЕЦ МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЯ (образец варианта и критерии оценивания)

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет химический

Направление подготовки: **04.03.01 Химия**

Профиль: _____

Программа подготовки: **бакалавриат**

Семестр

 1

Учебная дисциплина

 Химия твердого тела

МОДУЛЬНАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА ВАРИАНТ №1

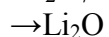
1. Напишите реакции дефектообразования:

$\text{TiO}_2 =$

$\rightarrow \text{Nb}_2\text{O}_5$

$\text{MoO}_3 =$

$\rightarrow \text{OsO}_4$



2. Напишите реакцию внедрения:



3. Напишите реакцию замещения с указанием типа проводимости:



Утверждено на заседании кафедры _____,
 протокол № ____ от «__» _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____

Преподаватель _____

Критерии оценивания модульного контроля

<i>Номер задания</i>	<i>Количество баллов</i>
1	5
2	5
3	5
<i>Всего</i>	<i>15</i>

7. ОБРАЗЕЦ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» Факультет химический

Направление подготовки: **04.03.01 Химия**

Профиль: _____

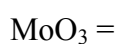
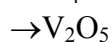
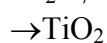
Программа подготовки: **бакалавриат**

Семестр 1

Учебная дисциплина Химия твердого тела

БИЛЕТ №1

1. Теории дефектообразования в кристаллах. Классификация атомных дефектов. Примеры влияния дефектов на свойства.
2. Индексы Миллера. Индицирование рентгенограмм веществ тетрагональной сингонии.
3. Определить плотность кубических кристаллов SrCl_2 (структурный тип флюорита), если расстояние $\text{Sr} - \text{Cl}$ равно $3,02 \text{ \AA}$.
4. Напишите реакции дефектообразования, если происходит замещение:





Если происходит внедрение:



Утверждено на заседании кафедры _____,
протокол № ____ от « ____ » _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____

Экзаменатор _____

Критерии оценивания экзамена

<i>Номер задания</i>	<i>Количество баллов</i>
1	10
2	10
3	10
4	10
Всего	40 баллов

8. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

Содержание дисциплины «Химия твердого тела» состоит из двух зачетных модулей. Каждый зачетный модуль состоит из теоретического материала и практических задач, выполнение которых требует овладения теорией в указанном в модуле объеме.

Оценка знаний студентов проводится по 100-балльной шкале согласно следующим критериям:

Зачетные модули	Форма контроля	Баллы
Смысловой модуль 2	Индивидуальная работа по решению задач	5
	Защита лабораторных работ	10
	Модульная работа	15
Смысловой модуль 2	Индивидуальная работа по решению задач	5
	Защита лабораторных работ	10
	Модульная работа	15
Экзамен		40
Общий итог		100

Шкала соответствия баллов национальной шкале

Оценка по шкале ECTS	Оценка по 100-балльной шкале	Оценка по государственной шкале (экзамен, дифференцированный зачет)	Оценка по государственной шкале (зачет)
A	90-100	5 (отлично)	зачтено
B	80-89	4 (хорошо)	зачтено
C	75-79	4 (хорошо)	зачтено
D	70-74	3 (удовлетворительно)	зачтено
E	60-69	3 (удовлетворительно)	зачтено
FX	35-59	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи	не зачтено
F	0-34	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи при условии обязательного набора дополнительных баллов	не зачтено

Оценивание ответа на экзамене

35-40 баллов – выставляется за глубокие, аргументированные правильно написанные ответы на все вопросы билета в пределах программы дисциплины. Все задачи решены с подробным объяснением, уравнения реакций написаны правильно, с учетом стехиометрических коэффициентов. На теоретические вопросы даны полные аргументированные ответы.

30-34 балла - выставляется студенту, допустившему 1-2 неточности в ответе. Все задачи решены, и уравнения реакций написаны правильно, но не проставлены коэффициенты, объяснение логично и последовательно. На теоретические вопросы даны исчерпывающие ответы.

25-29 баллов - выставляется за глубокие, аргументированные ответы на все вопросы в пределах билета, но при этом студент допустил некоторые неточности в пределах 3-4 ошибок, либо 1-2 грубых ошибок.

20-24 балла – при 2-3 недочетах, а также, если на 1-2 вопроса даны неполные ответы, а по остальным вопросам знания глубокие и аргументированные. Либо при полном отсутствии ответа на 1 вопрос, а по остальным вопросам знания глубокие и аргументированные. Либо большая часть уравнений реакций написана с ошибками, коэффициенты не проставлены.

15-19 баллов – выставляется за верные, но недостаточно полные ответы на все вопросы билета, либо за 3-4 грубые ошибки в ответах, или за полное незнание 2 вопросов билета, за отсутствие логического решения 1 задачи, неправильно приведенные уравнения реакций.

10-14 балла – за грубые ошибки, недочеты, неточности, нелогичность и непоследовательность в изложении материала. Либо если не выполнено 3 вопроса из билета.

5-9 баллов - выставляется за незнание 3 вопросов, за грубые ошибки и неточности.

0-4 баллов – выставляется за полный отказ от написания билета, либо за полное отсутствие знаний по всем вопросам билета.

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Лекционные занятия проводятся в аудитории на группу, оборудованной доской, мультимедийным проектором и экраном.

Лабораторные занятия по данному курсу проводятся в лаборатории, оснащенной необходимым оборудованием: муфельными печами типа СНОЛ, аналитическими весами.

Дополнительное обеспечение: Wi-Fi доступ в корпусах университета, текстовые и электронные ресурсы Научной библиотеки университета.

10. РЕКОМЕНДОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

№	Наименование	Кол-во	Наличие
---	--------------	--------	---------

п/п		экземпляров в библиотеке ДонНУ	электронной версии в ЭБС
Основная литература			
1.	Химия твердого тела и химическое материаловедение [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие по курсу "Химия твердого тела и химическое материаловедение" / [сост.: В. В. Козик, Л. П. Борило, С. А. Кузнецова, Е. С. Лютова] ; Томский государственный университет, Химический факультет. - Томск : Томский государственный университет, 2018. - Электронные данные (1 файл). http://library.donnu.ru/el/ed/1817_SUKZ.pdf	-	+
2.	Уваров Н.Ф. Ионный перенос в твердых телах. – Химия в интересах устойчивого развития. - №22. – 2014. С. 339-345 https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22003549	-	+
Дополнительная литература			
3.	Паньков В.В. Физико-химические процессы синтеза многокомпонентных оксидов для создания новых функциональных магнитных и проводящих материалов / Вестник БГУ. Сер. 2. 2011. № 3. – с. 30-34 https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21699858	-	+
4.	Вюрмель С., Лебедев О., Морозов И.В., Болталин А.И., Шевельков А.В. Новые слоистые бескислородные железосодержащие сверхпроводники и их аналоги: управление физическими свойствами путем изо- и гетеровалентного замещения / Вестник российского фонда фундаментальных исследований. – 2014. - №1. – с. 64-76 https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23127415	-	+

11. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. <https://elibrary.ru/defaultx.asp> - научная электронная библиотека
2. <http://library.donnu.ru/> - электронно-библиотечная система Донецкого национального университета

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании _____ с изменениями (без изменений) на 20____ год.

Протокол № ____ от « ____ » _____ 20 ____ г.

Заведующий кафедрой _____