

**Методические указания для выполнения
самостоятельной работы по дисциплине
«Химическая кинетика и катализ»**

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Энгельсский технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.»**

**Методические указания для выполнения
самостоятельной работы по дисциплине
«Химическая кинетика и катализ»
для студентов направлений
18.04.01 – Химическая технология,**

Энгельс 2026

Самостоятельная работа обучающихся – одна из важных форм организации учебного процесса. Она играет особую роль в профессиональной подготовке специалистов, являясь формой, с одной стороны, организации самостоятельной работы обучающихся, с другой – развития их познавательной активности.

Самостоятельная работа студента - это способ активного, целенаправленного приобретения студентом профессиональных и общих компетенций, практического опыта, знаний, умений в процессе групповой и индивидуальной учебной деятельности, осуществляемой под руководством преподавателя. Самостоятельная работа студентов – особая форма организации учебного процесса, представляющая собой планируемую познавательную, организационно и методически направляемую деятельность студентов, ориентированную на достижение конкретного результата, осуществляемую без непосредственного участия преподавателя.)

Цель самостоятельной работы - научить студента осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свою квалификацию.

Самостоятельная работа студентов может быть направлена на:

- систематизацию и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний и практических умений;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развития исследовательских умений;
- выработку навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель преподавания дисциплины: формирование основ научного химического мышления, получение необходимых знаний в области синтеза, строения, свойств твёрдых фаз, а также навыков работы с такими веществами.

Задачи изучения дисциплины:

- освоить основные теоретические концепции, описывающие строение кристаллических и аморфных твёрдых фаз;
- получить представление о различиях между молекулярными и немолекулярными веществами, аморфном и кристаллическом состояниях твёрдого тела;
- уметь описывать кристаллохимическое и электронное строение основных типов кристаллических веществ (атомные, молекулярные, ионные, ионно-ковалентные);
- приобрести навыки описывания твёрдых фазы на основе квантово-механических теорий твёрдого тела;
- получить представление о дефектах твёрдых тел, процессах их ассоциации, образования, исчезновения и взаимодействия;
- уметь рассчитать термодинамику процессов с участием твёрдых фаз, различать равновесные и неравновесные дефекты и определять их влияние на изменение функций состояния систем в процессе взаимодействия реагентов;
- освоить описание основных механизмов реакций с участием твёрдых фаз (в том числе и без изменения состава) и способы управления этими механизмами;
- уметь оценивать скорость и энергию активации процессов различных типов, знать основные понятия и методы изучения их кинетики, кинетические модели и уравнения;
- познакомиться с понятием «активное состояние реагентов», изучить способы получения активных прекурсоров и активации реагентов в процессе взаимодействия;
- получить представления о технологиях синтеза твёрдых фаз и изготовлении керамики, текстур, плёнок, монокристаллов и композитов;
- приобрести навыки описания структуры поверхности твёрдофазных материалов, знать свойства, определяемые структурой поверхности (сорбция, катализ, поверхностные процессы);
- уметь устанавливать связь между составом, строением твёрдой фазы и химическими, физико-химическими, физическими и механическими свойствами материалов на её основе.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Химия твердого тела» входит в перечень дисциплин вариативной части (М.1.2) основной образовательной программы магистратуры по направлению 18.04.01 «Химическая технология».

Данная дисциплина базируется на предварительном изучении следующих курсов: «Общая и неорганическая химия», «Органическая химия», «Физическая химия», «Материаловедение», «Общая химическая технология». Кроме того, используется материал, изученный в курсах «Математика», «Физика», «Аналитическая химия», «Физико-химические методы анализа».

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование следующей компетенции:

ПК-1 Способен контролировать проведения испытаний наноструктурированных композиционных материалов с заданными свойствами.

В результате изучения дисциплины «Химия твердого тела» вариативной части основной образовательной программы магистратуры: студент должен знать:

- основные методы изучения структуры и свойств аморфной и кристаллической фаз композитов;

студент должен уметь:

проводить исследования структуры и свойств композитов, в том числе наноструктурированных материалов с заданными свойствами;

студент должен владеть:

приемами проведения испытаний структуры и свойств наноструктурированных композиционных материалов с заданными свойствами

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции (составляющей компетенции)
ПК-1 Способен контролировать проведения испытаний наноструктурированных композиционных материалов с заданными свойствами	ИД-1_{ПК-1} Способен проводить исследования структуры и свойств композитов, в том числе наноструктурированных материалов с заданными свойствами

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
<p>ИД-1_{ПК-1} Способен проводить исследования структуры и свойств композитов, в том числе наноструктурированных материалов с заданными свойствами</p>	<p>Знать: основные методы изучения структуры и свойств аморфной и кристаллической фаз композитов; Уметь: проводить исследования структуры и свойств композитов, в том числе наноструктурированных материалов с заданными свойствами; Владеть: приемами проведения испытаний структуры и свойств наноструктурированных композиционных материалов с заданными свойствами</p>

Задания для самостоятельной работы студентов

№ темы	Задания для самостоятельного изучения.	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3
1	<p>Квантовомеханическое описание твёрдых фаз. Приближение, основанное на модели свободных электронов. Зонная теория. Законы распределения электронов по энергетическим состояниям. Теория поля лигандов в химии твёрдого тела. Атомные дефекты (точечные дефекты, примесные атомы, заряженные и нейтральные дефекты, нестехиометрия, образование вакансий при введении примесных атомов). Компенсация заряда, комплексные центры, ассоциация дефектов. Способы обозначения нарушений в кристаллической решётке. Дислокации и плоские дефекты. Взаимодействие точечных дефектов.</p>	1 – 4, 8 – 11
2	<p>Термодинамические закономерности процессов с участием твёрдых фаз. Термодинамическая оценка возможности самопроизвольного протекания химических реакций с участием твёрдых фаз, экспериментальные методы исследования термодинамики этих процессов и приближённые способы расчёта изменения энтальпии, энтропии и энергии Гиббса в процессе реакций с участием кристаллических фаз. Определение равновесных условий образования и термодинамическое описание фаз переменного состава, как продуктов твердофазного взаимодействия. Равновесные и неравновесные дефекты.</p>	1 – 4, 8 – 11
3	<p>Механизмы твердофазных реакций. Физико-химические факторы, определяющие механизм реакций с участием твёрдых фаз. Диффузия в твёрдых телах. Методы исследования механизмов твердофазных реакций, теории твердофазного взаимодействия и процессов с участием твердых фаз, реагирующих с газообразными и жидкими фазами, влияние дефектов на скорость и механизм этих процессов. Механизмы твердофазных реакций, в том числе без изменения состава. Природа активного состояния твёрдых фаз и способы его оценки. Активирование прекурсоров путём изменения их</p>	1 – 4, 8 – 11

	химической и термической предыстории, введением микродобавок, механическое активирование и активирование реагентов в процессе взаимодействия.	
4	<p>Кинетика твердофазных реакций.</p> <p>Критический размер зародыша. Влияние пересыщения. Явления самоорганизации в ходе роста частиц новой фазы. Гетерогенное зародышеобразование. Диффузионно-контролируемые реакции. Лимитирующие стадии переноса. Влияние на скорость твердофазных процессов температуры и степени дисперсности соединений.</p> <p>Уравнения сжимающейся и растущей сферы и их модификация для кристаллов с пониженной фрактальной размерностью. Кинетический эксперимент для твердофазных реакций. Механизмы и некоторые особенности твердофазных процессов. Твердофазный синтез. Срастание кристаллов. Роль винтовых дислокаций в процессе роста кристаллов. Термоактивация. Активация излучением по ударному механизму. Механическая активация, механохимические процессы.</p>	1 – 4, 8 – 11

Перечень учебно-методического обеспечения для обучающихся по дисциплине

1. Ильин, А. П. Химия твердого тела : учебное пособие / А. П. Ильин, Н. Е. Гордина. — Иваново : ИГХТУ, 2006. — 216 с. — ISBN 5-9616-0126-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/4486> — Режим доступа: для авториз. Пользователей.

2. Уваров, Н. Ф. Химия твердого тела : учебное пособие / Н. Ф. Уваров, Ю. Г. Матейшина. — Новосибирск : НГТУ, 2019. — 108 с. — ISBN 978-5-7782-3831-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/152341> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Урусов, В. С. Кристаллохимия. Краткий курс: учебник / Урусов В. С. , Ерёмин Н. Н. - Москва : Издательство Московского государственного университета, 2010. - 256 с. - ISBN 978-5-211-05497-4. - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785211054974.html>. - Режим доступа: по подписке.

4. Бутягин, П. Ю. Химическая физика твердого тела / Бутягин П. Ю. - Москва: Издательство Московского государственного университета, 2006. - 272 с. - ISBN 5-211-04970-5. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5211049705.html> - Режим доступа : по подписке.

Периодические издания

5. Электрохимия: [Текст]: РАН. - М. : Наука, 1965 - ISSN 0424-8570. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=8297>

6. Естественные и технические науки: – М. : ООО "Изд-во "Спутник+". – ISSN 1684-2626 Режим доступа: http://elibrary.ru/title_about.asp?id=9779

7. Журнал физической химии: [Текст]: РАН. - М.: Наука, 1930 - Выходит ежемесячно. - ISSN 0044-4537 Режим доступа: <http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7802>

Интернет-ресурсы

8. Библиотека Российской академии наук (БАН) www.ras.ru
9. Российская государственная библиотека (РГБ) www.rsl.ru
10. Библиотека МГУ им М.В. Ломоносова. Химический факультет МГУ www.msu.ru
11. Российская национальная библиотека (РНБ) [www. nlr.](http://www.nlr.ru)