

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОГЛАСОВАНО**

Заведующий кафедрой

Кафедра физической и  
неорганической химии  
(ФиНХ\_ХМФ)

наименование кафедры

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий ОП ВО

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой

Кафедра физической и  
неорганической химии  
(ФиНХ\_ХМФ)

наименование кафедры

доцент к.х.н. Денисова Л.Т.

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ  
ХИМИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА**

Дисциплина Б1.О.03.02.02 ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ  
Химическая кинетика

Направление подготовки /  
специальность \_\_\_\_\_

Направленность  
(профиль) \_\_\_\_\_

Форма обучения

очная

Год набора

2019

Красноярск 2021

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования с учетом профессиональных стандартов по укрупненной группе

040000 «ХИМИЯ»

---

Направление подготовки /специальность (профиль/специализация)

04.03.01 Химия профиль подготовки 04.03.01.32 Физическая химия

---

Программу  
составили

к.х.н., доцент, Иртюго Лилия Александровна

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель преподавания дисциплины

Цель изучения дисциплины – получение студентами базовых сведений по химической кинетике и катализу, необходимых для освоения специальных дисциплин, и в дальнейшем – для грамотной, эффективной работы в сфере профессиональной деятельности.

### 1.2 Задачи изучения дисциплины

Задачами курса является изучение учащимися теоретических основ и практических аспектов химической кинетики, совершенствование в постановке и проведении экспериментов.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

<b>УК-1:Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач</b>	
Уровень 1	правила поиска научной информации в литературе и научных базах данных
Уровень 1	анализировать научную информацию
Уровень 1	навыками применения научной информации при решении поставленной задачи
<b>УК-2:Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений</b>	
Уровень 1	основные законы физ.химии, методы синтеза и исследования физ.химических свойств, их приборное оформление
Уровень 1	определять задачи для достижения поставленной цели, выбирать оптимальные способы их решения
Уровень 1	навыками определения задач для достижения поставленной цели, выбора оптимального способа их решения
<b>УК-4:Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)</b>	
Уровень 1	правила и нормы делового устного и письменного общения
Уровень 1	осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной форме
Уровень 1	навыками осуществления деловой коммуникации в устной и письменной форме
<b>УК-6:Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни</b>	
Уровень 1	основы таймменджмента

Уровень 1	реализовывать свое саморазвитие
Уровень 1	навыками управления временем и реализацией своего саморазвития
<b>УК-8:Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций</b>	
Уровень 1	факторы, оказывающие вредное влияние на здоровье и жизнедеятельность человека, окружающую среду
Уровень 1	выявлять опасные факторы при работе в лаборатории и на производстве
Уровень 1	элементарными приемами оказания первой помощи при несчастных случаях при работе в лаборатории и на производстве
<b>ОПК-1:Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений</b>	
Уровень 1	стандартные методы обработки результатов физ.химических экспериментов, наблюдений, измерений
Уровень 1	систематизировать и анализировать результаты физ.химических экспериментов
Уровень 1	способами интерпретации результатов физ.химических экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии
<b>ОПК-2:Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием</b>	
Уровень 1	стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ
Уровень 2	стандартные методы обработки результатов эксперимента
Уровень 3	методы планирования эксперимента
Уровень 1	проводить простые химические опыты по предлагаемым методикам
Уровень 2	выбирать методы диагностики веществ и материалов, проводить стандартные измерения
Уровень 3	планировать эксперимент на основе анализа литературных данных, анализировать и обобщать результаты эксперимента, формулировать выводы
Уровень 1	базовыми навыками проведения химического эксперимента и оформления его результатов
Уровень 2	навыками проведения эксперимента и методами обработки его результатов
Уровень 3	навыками планирования, анализа и обобщения результатов эксперимента
<b>ОПК-3:Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники</b>	
Уровень 1	основные теоретические и полуэмпирические модели расчета физикохимических свойств веществ
Уровень 1	применять основные теоретические и полуэмпирические модели расчета физикохимических свойств веществ

Уровень 1	основными навыками использования теоретических и полуэмпирических моделей расчета физикохимических свойств веществ
<b>ОПК-4:Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач</b>	
Уровень 1	основные уравнения, правила и законы математики и физики
Уровень 1	обрабатывать физ.химические данные с использованием стандартных способов аппроксимации численных характеристик
Уровень 1	методами обработки данных с использованием стандартных способов аппроксимации численных характеристик
<b>ОПК-5:Способен использовать существующие программные продукты и информационные базы данных для решения задач профессиональной деятельности с учетом основных требований информационной безопасности</b>	
Уровень 1	источники научно-технической и патентной информации, системы информационно обеспечения науки и образования
Уровень 2	особенности хранения и обработки химической информации в электронном виде
Уровень 1	анализировать, синтезировать, критически резюмировать информацию
Уровень 2	осуществлять сбор, обработку, анализ и систематизацию научной и научно-технической информации для решения профессиональных задач
Уровень 1	общими методами работами с мировыми хранилищами электронной информации, электронными библиотеками, коллекциями баз данных
Уровень 2	навыками отбора рациональных приемов поиска научной информации, патентного поиска в облсти химии
<b>ОПК-6:Способен представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе</b>	
Уровень 1	формы представления научной и технической информации
Уровень 1	представлять результаты экспериментальной работы в виде отчета по стандартной форме
Уровень 1	навыками представления результатов экспериментальной работы в виде тезисов и презентаций

#### 1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина является базовой.

Химическая термодинамика  
Математические методы в химии  
Общая и неорганическая химия  
Техническая химия  
Математика. Высшая алгебра

Математика. Математический анализ  
Математика. Дифференциальные уравнения  
Математика. Теория вероятностей и математическая статистика  
Физика  
Аналитическая химия  
Введение в химию поверхностных явлений  
Химическая термодинамика  
Аналитическая химия  
Математические методы в химии  
Физика  
Математика (дифференциальные уравнения)  
Техническая химия. Часть 2  
Математика (высшая алгебра)  
Математика (математический анализ)  
Неорганическая химия  
Техническая химия. Часть 1

Дисциплины специализации  
химико-технологическая  
Экспериментальные методы химической термодинамики  
Физико-химический анализ  
Физическая химия неупорядоченных систем  
Электрохимия  
Коллоидная химия  
Современная химия и химическая безопасность  
Супрамолекулярная химия  
Химическое материаловедение  
Химическая технология  
Высокотемпературная физическая химия  
Кинетика гетерогенных процессов  
Физическая химия материалов электронной техники  
Химия окружающей среды  
Электрохимия  
Коллоидная химия  
Химическая технология

1.5 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

## 2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Семестр
		6
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>5 (180)</b>	<b>5 (180)</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>2,94 (106)</b>	<b>2,94 (106)</b>
занятия лекционного типа	0,94 (34)	0,94 (34)
занятия семинарского типа		
в том числе: семинары		
практические занятия	0,5 (18)	0,5 (18)
практикумы		
лабораторные работы	1,5 (54)	1,5 (54)
другие виды контактной работы		
в том числе: групповые консультации		
индивидуальные консультации		
иная внеаудиторная контактная работа:		
групповые занятия		
индивидуальные занятия		
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>1,06 (38)</b>	<b>1,06 (38)</b>
изучение теоретического курса (ТО)		
расчетно-графические задания, задачи (РГЗ)		
реферат, эссе (Р)		
курсовое проектирование (КП)	Нет	Нет
курсовая работа (КР)	Нет	Нет
<b>Промежуточная аттестация (Экзамен)</b>	<b>1 (36)</b>	<b>1 (36)</b>

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

#### 3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа (акад. час)	Занятия семинарского типа		Самостоятельная работа, (акад. час)	Формируемые компетенции
			Семинары и/или Практические занятия (акад. час)	Лабораторные работы и/или Практикумы (акад. час)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Формальная кинетика	12	8	20	9	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ОПК-5 ОПК-6
2	Теория химической кинетики	6	2	0	9	ОПК-1 ОПК-3 ОПК-5
3	Кинетика специфических сложных реакций	8	6	20	10	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ОПК-5 ОПК-6
4	Катализ	8	2	14	10	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ОПК-5 ОПК-6
Всего		34	18	54	38	

#### 3.2 Занятия лекционного типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Предмет и задачи курса. Химическая кинетика как раздел физической химии. Термодинамический и кинетический критерии реакционной способности системы.	1	0	0



2	1	<p>Скорость реакции. Понятие скорости реакции. Факторы, влияющие на скорость реакции. Классификация химических реакций. Основной постулат кинетики. Порядок реакции, молекулярность. Кинетика простых реакций. Реакции первого порядка. Псевдомолекулярные реакции. Реакции второго и третьего порядка. Методы определения порядка реакции.</p>	3	0	0
3	1	<p>Кинетика сложных реакций. Прямая и обратная задачи кинетики. Принцип независимости. Обратимые реакции порядка. Параллельные реакции. Метод конкурирующих реакций. Последовательные реакции. Приближенные методы кинетики. Метод квазистационарных концентраций. Лимитирующая стадия. Квазиравновесное приближение.</p>	4	0	0

4	1	<p>Реакции в потоке</p> <p>Пределные режимы проведения реакций в потоке. Условие материального баланса.</p> <p>Кинетика реакций в реакторах идеального смешения и идеального вытеснения.</p> <p>Стационарный режим кинетического процесса.</p>	2	1	0
5	1	<p>Влияние температуры на скорость реакции.</p> <p>Правило Вант-Гоффа.</p> <p>Уравнение Аррениуса.</p> <p>Методы расчета энергии активации и предэкспоненциального множителя. Тепловой взрыв. Диаграмма Семенова.</p>	2	0	0
6	2	<p>Соотношения кинетической теории газов.</p> <p>Уравнение Максвелла для распределения молекул по скоростям.</p> <p>Средняя скорость движения молекул.</p> <p>Диаграмма столкновений. Расчет числа столкновений.</p> <p>Теория бинарных соударений.</p> <p>Энергия активации.</p> <p>Константа скорости бимолекулярной реакции. Стерический фактор. Применение теории бинарных соударений к мономолекулярным реакциям.</p>	2	0	0

7	2	<p>Основные понятия теории активированного комплекса.  Переходное состояние.  Теория абсолютных скоростей реакций.  Карта поверхности потенциальной энергии.  Трансмиссионный коэффициент.  Адиабатический процесс. Положения, лежащие в основе теории переходного состояния. Константа скорости бимолекулярной реакции.  Термодинамический аспект теории переходного состояния.  Связь константы скорости реакции с термодинамическими функциями.  Физический смысл энтальпии активации.  Мономолекулярные и тримолекулярные реакции.  Константы скоростей мономолекулярной и тримолекулярной реакций. Температурная зависимость константы скорости тримолекулярной реакции.</p>	2	2	0
8	2	<p>Реакции в растворах.  Применимость теории столкновений к реакциям в растворах.  Расчет константы скорости по теории активированного комплекса (уравнение Бренстеда-Бьеррума).  Первичный и вторичный солевые эффекты.</p>	2	0	0

9	3	Цепные реакции. Основные понятия кинетики цепных реакций. Кинетика разветвленных цепных реакций. Теория взрывов. Вероятностная теория цепных реакций.	2	0	0
10	3	Фотохимические реакции. Основные понятия кинетики фотохимических реакций. Законы фотохимии. Скорость фотохимической реакции.	1	0	0
11	3	Основные понятия теории гетерогенных процессов. Диффузия и скорость диффузии. Законы Фика. Кинетика процессов в условиях стационарного и нестационарного состояния диффузионного потока. Температурная зависимость коэффициента диффузии. Реакции с участием твердых тел. Реакции твердое тело – жидкость и твердое тело – газ. Морфологические модели образования и роста зародышей. Зародышеобразование в одну стадию и в несколько стадий. Случайное зародышеобразование в объеме твердого реагента. Уравнение Ерофеева. Экспоненциальный период ускорения роста зародышей. Уравнение Праута-Томпкинса.	5	2	0

12	4	<p>Основные понятия кинетики каталитических реакций. Катализаторы и ингибиторы. Специфичность и селективность катализаторов. Причины ускоряющего действия катализаторов. Классификация каталитических процессов. Гомогенный катализ. Кислотно-основной катализ. Кислотность среды. Функция Хаммета. Автокаталитические реакции. Гетерогенный катализ. Гетерогенно-каталитические процессы. Роль адсорбции в гетерогенно-каталитических реакциях. Уравнения адсорбции Фрейндлиха и Лэнгмюра. Кинетика гетерогенно-каталитических процессов на равнодоступной поверхности. Основные направления в развитии теории гетерогенно-каталитического акта.</p>	7	1	0
13	4	Роль химической кинетики в различных областях науки и техники.	1	0	0
Итого			24	6	0

### 3.3 Занятия семинарского типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в acad. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме

1	1	Введение. Простые реакции. Содержание занятия: упражнения на составление кинетических уравнений по экспериментальным данным о скорости реакции; задачи на расчет констант скоростей и концентраций веществ в простых реакциях первого, второго и третьего порядков и на определение порядков реакций.	2	0	0
2	1	Сложные реакции. Содержание занятий: решение задач на расчет констант скоростей отдельных стадий обратимых и параллельных реакций. Приближенные методы кинетики Содержание занятия: составление кинетических уравнений на основании предложенных механизмов сложных реакций.	2	0	0
3	1	Реакции в потоке. Содержание занятия: решение задач на расчет констант скоростей реакций в потоке.	2	0	0
4	1	Влияние температуры на скорость реакции. Методы расчета энергии активации и предэкспоненциального множителя. Содержание занятия: графическое и аналитическое определение энергии активации и предэкспоненциального множителя по уравнению Аррениуса и методом трансформации кинетических кривых.	2	0	0

5	2	Теории химической кинетики. Содержание занятия: сравнительный анализ теории бинарных соударений и теории активированного комплекса: решение задач на расчет энтальпии и энтропии активации, константы скорости.	2	0	0
6	3	Цепные реакции. Содержание занятия: решение задач на расчет констант скоростей, определение порядков цепных реакций.	2	0	0
7	3	Фотохимические реакции. Содержание занятия: решение задач на расчет констант скоростей и квантового выхода фотохимических реакций.	2	0	0
8	3	Кинетика гетерогенных процессов в условиях стационарного режима диффузионного потока Содержание занятия: решение задач на расчет константы скорости диффузии с использованием закона Фика и температурной зависимости константы скорости.	2	0	0
9	4	Катализ Содержание занятия: решение задач на расчет констант скоростей каталитического процесса в реакциях кислотно-основного и гетерогенного катализа	2	0	0
Итого			18	0	0

### 3.4 Лабораторные занятия

№	№	Наименование занятий	Объем в акад. часах
---	---	----------------------	---------------------

п/п	раздела дисциплины		Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Инструктаж по технике безопасности и охране труда	1	0	0
2	1	Изучение скорости гидролиза уксусного ангидрида методом электрической проводимости. Содержание работы: Измеряя электрическую проводимость, определяют концентрацию уксусной кислоты, образующейся при гидролизе уксусного ангидрида. Полученные значения используют для графического определения константы скорости реакции и для расчета энергии активации, теплоты и энтропии активации.	4	0	0
3	1	Изучение кинетики реакции гидролиза уксусного ангидрида колориметрическим методом. Содержание работы: Кинетику реакции изучают по концентрации йода, выделяющегося при окислении иодида иодатом в кислой среде. По экспериментальным данным рассчитывают константу скорости реакции и энергию активации.	4	0	0



4	1	Изучение кинетики реакции окисления тиомочевины и тиоацетамида гексацианоферрата (III) в щелочном растворе. Содержание работы: Ход реакции контролируют по изменению концентрации гексацианоферрата (III) при заданной температуре, измеряя оптическую плотность раствора. По результатам опытов рассчитывают константу скорости и энергию активации процесса.	7	0	0
5	1	Изучение кинетики реакции окисления тиомочевины и тиоацетамида гексацианоферрата (III) в щелочном растворе. Содержание работы: Ход реакции контролируют по изменению концентрации гексацианоферрата (III) при заданной температуре, измеряя оптическую плотность раствора. По результатам опытов рассчитывают константу скорости и энергию активации процесса.	4	0	0
6	2	Лабораторные работы не предусмотрены.	0	0	0

7	3	<p>Изучение кинетики фотохимического разложения перекиси водорода.</p> <p>Содержание работы:</p> <p>Кинетику фотохимического разложения перекиси водорода изучают по объему кислорода, выделяющегося при облучении раствора ультрафиолетовым светом. Устанавливают зависимости скорости процесса от концентрации фенола (замедлителя реакции), интенсивности облучения и диаметра реакционного сосуда. По опытным данным методом графического дифференцирования находят скорость реакции в разные моменты времени, по полученным значениям графически определяют константу нарастания, характеризующую скорость разветвления, и рассчитывают период индукции.</p>	4	0	0
---	---	---	---	---	---

8	3	<p>Изучение кинетики топохимических реакций. Содержание работы: Кинетику топохимических реакций изучают газометрическим методом на примере термического разложения перманганата калия. Скорость процесса определяют графическим дифференцированием зависимости степени превращения от времени, рассчитанной по объему выделяющегося кислорода. Анализируют зависимость скорости реакции от времени. Значения степени превращения в разные моменты времени используют для графического определения коэффициентов в уравнении Ерофеева. Эксперименты проводят при двух температурах.</p>	4	0	0
9	3	<p>Изучение кинетики испарения жидкости и диффузии ее паров в воздухе. Содержание работы: С использованием катетометра изучают кинетику испарения жидкости в условиях стационарного и нестационарного режима процесса. Определяют коэффициент диффузии пара жидкости в воздухе.</p>	4	0	0

10	3	Изучение кинетики растворения и диффузии в водных растворах. Содержание работы: Методом вращающегося диска изучают кинетику растворения металлов и полупроводников в водных растворах кислот в зависимости от скорости вращения диска и концентрации кислоты. По полученным данным рассчитывают коэффициент диффузии.	4	0	0
11	3	Изучение кинетики процессов травления полупроводников. Содержание работы: Кинетику процесса травления полупроводников изучают на примере кремния. По полученным экспериментальным данным методом графического дифференцирования находят скорость реакции в разные моменты времени. Определяют глубину нарушенного слоя.	4	0	0
12	4	Изучение скорости реакции иодирования ацетона (6) Содержание работы: Выполняют три части работы: 1. По концентрации йода рассчитывают константы скорости и определяют ее зависимость от начальной концентрации катализатора. 2. Изучают первичный солевой эффект при добавлении соли, не имеющей общий анион с катализирующей реакцию кислотой. 3. Изучают вторичный солевой эффект при добавлении соли катализирующей кислоты.	8	0	0

13	4	Изучение кинетики каталитических реакций на примере разложения перекиси водорода (6) Содержание работы: выполняют две части работы: 1. Изучают кинетику гомогенно-каталитического распада перекиси водорода в присутствии бихромат-ионов. Скорость реакции определяют по объему выделившегося кислорода. По полученным данным графически находят константу равновесия и константу скорости реакции. 2. Изучают гетерогенно-каталитический распад перекиси водорода на активированном угле. По кинетическим кривым графически определяют порядок реакции.	6	0	0
Итого			54	0	0

#### 4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Дидух С. Л., Чубаров А. В., Белоусова Н. В.	Химическая кинетика: лабораторный практикум	Красноярск: ИПК СФУ, 2009
Л1.2	Белоусова Н. В., Белоусов О. В.	Химическая кинетика: практикум	Красноярск: ИПК СФУ, 2009
Л1.3	Белоусова Н. В., Дидух С. Л.	Химическая кинетика: методические указания по самостоятельной работе	Красноярск: ИПК СФУ, 2009
Л1.4	Колпакова Н. А., Романенко С. В., Колпаков В. А.	Сборник задач по химической кинетике: учебное пособие	Санкт-Петербург: Лань, 2016

#### 5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

**6 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

6.1. Основная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Франк-Каменецкий Д. А.	Основы макрокинетики. Диффузия и теплопередача в химической кинетике: [учебник-монография]	Долгопрудный: Интеллект, 2008
Л1.2	Белоусова Н. В., Белоусов О. В., Дидух С. Л., Чубаров А. В.	Химическая кинетика: электрон. учеб.-метод. комплекс дисциплины	Красноярск: ИПК СФУ, 2009
Л1.3	Темкин О. Н.	Гомогенный металлокомплексный катализ. Кинетические аспекты: монография	Москва: Академкнига, 2008
Л1.4	Чоркендорф И., Наймантсведрайт Х., Ролдугин В. И.	Современный катализ и химическая кинетика: монография	Долгопрудный: Интеллект, 2010
Л1.5	Кудряшева Н.С., Бондарева Л. Г.	Физическая химия: учебник для бакалавров	Москва: Юрайт, 2012
Л1.6	Буданов В. В., Ломова Т. Н., Рыбкин В. В.	Химическая кинетика: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлениям подготовки «Химическая технология», «Биотехнология», «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»	Санкт-Петербург: Лань, 2014
Л1.7	Чоркендорф И., Наймантсведрайт Х., Ролдугин В. И.	Современный катализ и химическая кинетика: [учебное пособие]	Долгопрудный: Интеллект, 2013
6.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Байрамов В. М.	Химическая кинетика и катализ. Примеры и задачи с решениями: учебное пособие для химических факультетов университетов по специальности 011000 "Химия" и направлению 510500 "Химия"	Москва: Академия, 2003
Л2.2	Байрамов В. М., Лунин В. В.	Основы химической кинетики и катализа: учебное пособие для химических факультетов университетов по специальности 011000 "Химия" и направлению 510500 "Химия"	Москва: Академия, 2003

Л2.3	Пурмаль А. П.	А, Б, В... химической кинетики: учебное пособие для химических факультетов университетов по специальности 011000 "Химия" и направлению 510500 "Химия"	Москва: Академкнига, 2004
Л2.4	Стромберг А. Г., Семченко Д. П., Стромберг А. Г.	Физическая химия: учебник для вузов по химическим специальностям	Москва: Высшая школа, 2006
Л2.5	Леенсон И. А.	Как и почему происходят химические реакции. Элементы химической термодинамики и кинетики: [учеб. пособие для вузов]	Долгопрудный: Интеллект, 2010
<b>6.3. Методические разработки</b>			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л3.1	Дидух С. Л., Чубаров А. В., Белоусова Н. В.	Химическая кинетика: лабораторный практикум	Красноярск: ИПК СФУ, 2009
Л3.2	Белоусова Н. В., Белоусов О. В.	Химическая кинетика: практикум	Красноярск: ИПК СФУ, 2009
Л3.3	Белоусова Н. В., Дидух С. Л.	Химическая кинетика: методические указания по самостоятельной работе	Красноярск: ИПК СФУ, 2009
Л3.4	Колпакова Н. А., Романенко С. В., Колпаков В. А.	Сборник задач по химической кинетике: учебное пособие	Санкт-Петербург: Лань, 2016
Л3.5	Иртюго Л. А., Белоусова Н. В., Дидух-Шадрина С. Л.	Химическая кинетика: учебно-методическое пособие	Красноярск: СФУ, 2018

## **7 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Э1	Химическая кинетика. Версия 1.0 [Электронный ресурс]: электрон. учеб.-метод. комплекс / Н.В. Белоусова, О.В. Белоусов, М.Н. Васильева и др. – Электрон. дан. (50 Мб). – Красноярск: ИПК СФУ, 2009. – (Химическая кинетика: УМКД № 1441 / рук. творч. коллектива Н.В. Белоусова).	<a href="http://catalog.sfu-kras.ru/cgi-bin/irbis64r_14/cgiirbis_64.exe?P21DBN=UMKD&amp;I21DBN=UMKD&amp;S21FMT=fullwebr&amp;Z21ID=&amp;C21COM=S&amp;S21ALL=&lt;.&gt;I%3DUMKD544.4%28075%29%2FX%2046-932110&lt;.&gt;#page-title">http://catalog.sfu-kras.ru/cgi-bin/irbis64r_14/cgiirbis_64.exe?P21DBN=UMKD&amp;I21DBN=UMKD&amp;S21FMT=fullwebr&amp;Z21ID=&amp;C21COM=S&amp;S21ALL=&lt;.&gt;I%3DUMKD544.4%28075%29%2FX%2046-932110&lt;.&gt;#page-title</a>
----	--	---

## **8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Условно самостоятельную работу учащихся можно разбить на обязательную и специальную.

Обязательные формы обеспечивают подготовку учащегося к текущим аудиторным занятиям. Результаты этой подготовки проявляются в активности учащегося на занятиях и качественном

уровне сделанных докладов, выполненных контрольных работ, тестовых заданий и других форм текущего контроля.

Специальные формы самостоятельной работы направлены на углубление и закрепление знаний учащегося, развитие аналитических навыков по проблематике учебной дисциплины. Подведение итогов и оценка результатов таких форм самостоятельной работы осуществляется во время контактных часов с преподавателем.

Самостоятельная работа учащихся предусматривает:

- 1) Проработку лекционного материала.
- 2) Оформление и подготовку к защите лабораторных работ.
- 3) Работу по подготовке к практическим занятиям.
- 4) Изучение теоретического материала, который будет рассматриваться на очередном практическом занятии.

5) Решение задач (по задаче из каждого раздела дисциплины (кроме введения и заключения) – общих для всей группы; и по 2 индивидуальные задачи из всего курса).

6) Прохождение промежуточного контроля – самотестирование и текущее тестирование с помощью банка заданий по дисциплине.

На самостоятельное изучение дополнительного теоретического материала по курсу химической кинетики выносятся следующие темы:

1. Релаксационные и струевые методы изучения быстрых реакций.

При изучении данной темы следует остановиться на таких моментах, как время релаксации; импульсные и стационарные релаксационные методы; струевые методы: методы непрерывной, ускоренной, остановленной струи; построение кинетических кривых с помощью данных методик; способы определения константы скорости; применение струевого метода.

2. Статистический аспект теории активированного комплекса

3. Расчет стерического фактора по теории переходного состояния

4. Кинетическая схема Штерна-Фольмера

На кинетическую схему Штерна-Фольмера следует обратить внимание как на пример определения элементарных констант из опытных фотохимических данных.

5. Элементарные процессы на границе раздела фаз.

Изучение этой темы предполагает рассмотрение следующих вопросов: Элементарные процессы на границе раздела при окислении металлов с образованием защитного слоя для случаев, когда твердая фаза – а) полупроводник n-типа с катионами в междоузлиях, б) полупроводник n-типа с анионными вакансиями, в) полупроводник p-типа с катионными вакансиями, г) полупроводник p-типа с междоузельными анионами. Элементарные процессы на границе раздела в отсутствие защитного слоя продукта реакции. Стадия



химического зародышеобразования.

#### 6. Автоколебательные реакции

В этой теме предусмотрено рассмотрение механизма реакции Белоусова–Жаботинского, механизма Филда-Кереша-Нойеса, модели Oregonator.

#### 7. Ферментативный катализ

Изучение этой темы предполагает усвоение следующего материала:

Общие определения и понятия ферментативного катализа. Активность ферментов. Уравнение Михаэлиса - Ментен и определение кинетических параметров из опытных данных. Кинетика каталитических реакций с конкурентным ингибированием. Эффективная константа Михаэлиса. Определение константы ингибирования из опытных кинетических данных. Ингибирование конкурентное, неконкурентное и смешанное.

При самостоятельном изучении дополнительного теоретического материала, при подготовке к занятиям, промежуточным тестам, экзамену и при решении задач учащиеся используют литературу, рекомендованную преподавателем и приведенную в методических указаниях.

Помимо общих задач, разбираемых на практических занятиях, за семестр необходимо решить по две индивидуальные задачи по всему курсу “Химической кинетики”. При решении задач рекомендуется пользоваться примерами, разобранными на занятии, а также дополнительной литературой.

Решенные индивидуальные задачи сдаются на проверку преподавателю не позже, чем за 7 дней до зачетной недели. Они должны быть оформлены в печатном виде, с использованием графических редакторов (в случае графического решения задачи). На листах с решенными задачами указывается ф.и.о. учащегося, шифр группы, условия задачи. Общие задачи, предлагаемые учащимся всей группы после ознакомления с очередным разделом дисциплины, должны быть подготовлены к следующему занятию и оформлены в тетрадях. Проверку задач осуществляет преподаватель, ведущий практические занятия.

Выполнение лабораторных работ проводится в соответствии с требованиями ТБ, группами обучающихся в количестве 2-3 человек, обязательно в присутствии преподавателя и УВП, вследствие повышенной опасности работы в химической лаборатории. Для соответствия между общим количеством обучающихся, одновременно выполняющих эксперимент, и количеством профессорско-

преподавательского состава и учебно-вспомогательного персонала, присутствующих в лаборатории, количество обучающихся не должно превышать 16 человек в группе.

Для защиты лабораторной работы учащийся должен предоставить преподавателю отчет, оформленный в соответствии с требованиями, перечисленными в лабораторном практикуме и быть готовым ответить на вопросы, касающиеся темы работы, ее выполнения, расчетов и выводов. Основные требования следующие:

1. Лабораторная работа должна быть оформлена на отдельных листах с указанием ф.и.о. учащегося и номера группы.

2. Отчет должен содержать цель работы, краткое теоретическое введение с формулами, на которые далее будут ссылки при расчетах; результаты опытов и их обработку (все предусмотренные в работе графики, таблицы и расчеты); выводы.

3. Графики должны быть выполнены с соблюдением всех правил их построения карандашом на миллиметровке или графическим редактором на компьютере и представлены на отдельном листе в отчете. Каждый рисунок должен иметь подпись, содержащую всю информацию, необходимую для его восприятия и анализа полученных данных.

4. Отчет, по возможности, должен содержать расчет ошибок определения величин и указания на причины их появления.

Защита лабораторных работ проводится во время аудиторного занятия.

При наличии успешно защищенных 7 лабораторных работ и двух индивидуальных задач, учащемуся выставляется зачет.

Экзамен принимается в письменной форме в два этапа: первый – проверка знаний теоретических основ курса «Химическая кинетика», на основании правильных ответов на вопросы экзаменационного билета, учащийся допускается ко второму этапу – решению двух типовых задач. На оценку удовлетворительно учащийся обязан дать правильные ответы на три теоретических вопроса (из шести) и решить одну задачу; на оценку хорошо необходимы правильные ответы минимум на три теоретических вопроса и решение 2 задач; на оценку отлично - полные ответы на все теоретические вопросы и решение двух задач.

## 9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)

### 9.1 Перечень необходимого программного обеспечения

9.1.1	1. Microsoft Vista Business
9.1.2	2. Microsoft Office Word 2007
9.1.3	3. Adobe Reader 7.0
9.1.4	4. Microsoft PowerPoint 2007
9.1.5	5. Microsoft Office Excel 2007
9.1.6	

### 9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем

9.2.1	1. Научная Электронная Библиотека e-LIBRARY.RU. Полнотекстовая коллекция «Российские академические журналы on-line» (издательство «Наука») включает 139 журналов. Заключено лицензионное соглашение (до ноября 2021 г.) об использовании ресурсов со свободным доступом с компьютеров университетской сети.- Режим доступа: <a href="http://elibrary.ru/">http://elibrary.ru/</a> .
9.2.2	2. Nature Publishing Group – годовая подписка на научные электронные журналы издательства Nature Publishing Group: Nature Materials, Nature Nanotechnology. – Режим доступа: <a href="http://www.nature.com">http://www.nature.com</a> .
9.2.3	3. EBSCO Journals (компания EBSCO Publishing) – электронные журналы. Всего более 7000 названий журналов, 3,5 тысячи рецензируемых журналов. – Режим доступа: <a href="http://search.ebscohost.com">http://search.ebscohost.com</a>
9.2.4	4. Cambridge University Press - доступ к текущим выпускам журналов издательств Cambridge University Press (с 1996-2015 гг) . – Режим доступа: <a href="http://www.journals.cambridge.org">http://www.journals.cambridge.org</a>
9.2.5	5.Royal Society of Chemistry - журналы открытого доступа. - Режим доступа: <a href="http://pubs.rsc.org">http://pubs.rsc.org</a> .
9.2.6	6.Elsevier - доступ к Freedom Collection издательства Elsevier. В комплект подписки Freedom Collection издательства Elsevier входят электронные научные полнотекстовые журналы по всем областям науки, техники, медицины, размещенные на платформе ScienceDirect, (23 предметные коллекции), охват более 1900 названий журналов. Архив 2010-2014 гг. - Режим доступа: <a href="http://www.sciencedirect.com">http://www.sciencedirect.com</a>
9.2.7	7. Электронная химическая энциклопедия – он-лайн. -Режим доступа: <a href="http://www.xumuk.ru/encyklopedia/">http://www.xumuk.ru/encyklopedia/</a> .
9.2.8	8. Сайт по применению методов математической статистики и теории вероятностей в аналитической химии для обработки результатов аналитических измерений-Режим доступа: <a href="http://chemstat.com.ru/">http://chemstat.com.ru/</a> .
9.2.9	9. База данных термодинамических величин ИВТАНТЕРМО - Режим доступа: <a href="http://www.chem.msu.su/rus/handbook/ivtan/">http://www.chem.msu.su/rus/handbook/ivtan/</a>
9.2.10	10. База данных кинетики реакций в растворах - Режим доступа: <a href="http://kinetics.nist.gov/solution/">http://kinetics.nist.gov/solution/</a>
9.2.11	11. База данных кинетики реакций в газовой фазе - Режим доступа: <a href="http://kinetics.nist.gov/kinetics/index.jsp">http://kinetics.nist.gov/kinetics/index.jsp</a>

## **10 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Технические средства обучения (мультимедийный проектор, интерактивная доска, ПЭВМ).

- 1 - Кондуктометр лабораторный;
- 2 – термостат водный;
- 3 – калориметр лабораторный;
- 4 – спектрофотометр «SPEKOL-1300»;
- 5 – термогравиметрическая установка;
- 6 – установка для изучения фотохимических реакций;
- 7 – установка для изучения топочимических реакций;
- 8 – катетометр;
- 9 – установка для изучения кинетики гетерогенных взаимодействий методом вращающегося диска;
- 10 – весы электронные лабораторные;
- 11 – эвдиометр;
- 12 - общелабораторное оборудование: химические реактивы, химическая посуда.

Выполнение лабораторных работ проводится в соответствии с требованиями ТБ, группами обучающихся в количестве 2-3 человек, обязательно в присутствии преподавателя и УВП, вследствие повышенной опасности работы в химической лаборатории. Для соответствия между общим количеством обучающихся, одновременно выполняющих эксперимент, и количеством профессорско-преподавательского состава и учебно-вспомогательного персонала, присутствующих в лаборатории, общее количество обучающихся не должно превышать 16 человек в группе.