



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФГБОУ ВО «ИГУ»

Кафедра физической и коллоидной химии



УТВЕРЖДАЮ

А.И. Вильмс
Декан химического факультета
«17» мая 2021 г.

Рабочая программа дисциплины

Наименование дисциплины: **Б1.О.25 Физическая химия. Электрохимия.
Химическая кинетика и катализ**

Направление подготовки **04.03.01 – «Химия»**

Направленность подготовки: **химия, химия нефти и газа**

Квалификация выпускника - **бакалавр**

Форма обучения: **очная**

Согласовано с УМК химического
факультета
Протокол № 6 от «17» мая 2021 г.

Председатель А.И. Вильмс

Рекомендовано кафедрой физической и
коллоидной химии
Протокол № 6 «12» мая 2021 г.

Зав. кафедрой А.Ф. Шмидт

Иркутск 2021 г.

1. Цели и задачи дисциплины (модуля)
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП.
3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)
4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы
5. Содержание дисциплины (модуля)
 - 5.1 Содержание разделов и тем дисциплины (модуля)
 - 5.2 Разделы дисциплины (модуля) и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами (модулями)
 - 5.3 Разделы и темы дисциплин (модулей) и виды занятий
6. Перечень семинарских, практических занятий, лабораторных работ, план самостоятельной работы студентов, методические указания по организации самостоятельной работы студентов
 - 6.1. План самостоятельной работы студентов
 - 6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов
7. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля):
 - а) основная литература;
 - б) дополнительная литература;
 - в) программное обеспечение;
 - г) базы данных, поисково-справочные и информационные системы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)
10. Образовательные технологии
11. Оценочные средства (ОС)

I. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ:

Цели: овладение студентами химического факультета основ физической химии как теоретического фундамента современной химической науки, ее возможностями и областью практического применения.

Задачи:

1. обучить студентов теоретическим основам формальной химической кинетики, электрохимии и применению выводов химической кинетики и электрохимии для решения практических задач при описании химических превращений, свойств растворов и материалов, дать базовые представления о катализе; закрепить необходимый понятийный аппарат важнейших разделов химической кинетики, катализа и электрохимии;
2. сформировать умение использовать подходы электрохимии, катализа и химической кинетики для решения практических задач;
3. сформировать навыки проводить стандартные операции для определения химического состава веществ и материалов на их основе; работать с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности; представлять результаты работы в виде отчета по стандартной форме на русском языке.

II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

2.1. Учебная дисциплина «Физическая химия. Электрохимия. Химическая кинетика и катализ» относится к обязательной части программы, а именно, к базовым дисциплинам профессионального цикла (Б1.О.25).

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами, а именно:

- «Математика» (Б1.О.10),
 - «Механика и молекулярная физика» (Б1.О.13),
 - «Общая химия. Химия неметаллов» (Б1.О.16),
 - «Металлическая связь. Химия металлов» (Б1.О.17),
 - «Математическая теория эксперимента» (Б1.В.02),
 - «Органическая химия» (Б1.О.20),
 - «Аналитическая химия» (Б1.О.18),
 - «Квантовая механика» (Б1.О.30).
- «Физическая химия. Химическая термодинамика» (Б1.О.24)

2.3 Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:

- «Высокомолекулярные соединения» (Б1.О.26),
 - «Строение вещества» (Б1.О.29),
 - «Химические основы биологических систем» (Б1.В.12),
 - «Коллоидная химия» (Б1.В.03),
 - «Химия мономеров» (Б1.В.ДВ.03.02),
 - «Физико-химия поверхностно-активных веществ» (Б1.В.ДВ.02.02),
 - «Современные методы полимерной химии» (Б1.В.ДВ.07.02),
- выполнения выпускных квалификационных работ и формирования профессиональных компетенций

III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование компетенций (элементов следующих компетенций) в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки 04.03.01 «Химия», профиль: теоретическая и прикладная химия.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
<p><i>ОПК-1</i></p> <p>Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений</p>	<p><i>ИДК ОПК-1.1</i></p> <p>Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов</p>	<p>Знать: теоретические основы химической кинетики, электрохимии, катализа и способы их использования при решении конкретных химических задач</p>
		<p>Знать: основные законы и закономерности, определяющие направление, скорость и результат протекания процессов в гомогенных и гетерогенных системах.</p>
		<p>Уметь: проводить обработку и первичный анализ результатов с применением теоретических основ химической кинетики, катализа, электрохимии</p>
<p><i>ОПК-2</i></p> <p>Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием</p>	<p><i>ИДК ОПК2.1</i></p> <p>Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности</p>	<p>Знать: правила и нормы техники безопасности при работе с химическими реактивами и физическими приборами, применяемыми в работах по химической кинетике и электрохимии</p>
	<p><i>ИДК ОПК2.3</i></p> <p>Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе</p>	<p>Уметь: работать на стандартном оборудовании, применяемом при проведении формально-кинетических исследований, изучении свойств растворов электролитов и гальванических элементов.</p> <p>Владеть: приемами организации методики работ при решении задач в области химической кинетики, катализа и электрохимии.</p>
<p><i>ОПК-6</i></p> <p>Способен применять основные естественно-научные законы и</p>	<p><i>ИДК ОПК6.1</i></p> <p>Представляет результаты работы в виде отчета по</p>	<p>Знать: правила представления результатов экспериментов в области химической кинетики и электрохимии, исследований</p>

<p>закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов</p>	<p>стандартной форме на русском языке</p>	<p>свойств растворов электролитов и гальванических элементов в виде отчета. Уметь: представить результаты опытов в области химической кинетики и электрохимии, исследований свойств растворов электролитов и гальванических элементов в виде отчета согласно требованиям в данной области химии, проводить обработку результатов анализа статистическими методами.</p>
--	---	--

I. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 9 зачетных единиц, 324 часа,
в том числе 1.25 зачетных единиц, 45 часов на экзамен (при наличии)

Форма промежуточной аттестации: *экзамен, зачет*

4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

№ п/п	Раздел дисциплины/темы	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости; Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	
			Контактная работа преподавателя с обучающимися							
			Лекции	Лабораторные занятия		КСР + консультации + КО				
				Всего	Из них практическая подготовка*					
1	Электрохимия		-	-		-	-	-		
1.1	Химический и электрохимический способы осуществления окислительно-восстановительных реакций.	6	2	-	-	1	-	Коллоквиум		
1.2	Теории сильных и слабых электролитов	6	6	-	-	3	3	Проверка КР, коллоквиум		
1.3	Электрическая проводимость растворов электролитов	6	6	30	30	3	18	Проверка отчетов по ЛР, проверка КР, коллоквиум		
1.4	Равновесия в электрохимических системах	6	6	30	30	3	18	Проверка отчетов по ЛР, проверка КР, коллоквиум		
2	Химическая кинетика		-	-	-	-	-	-		
2.1	Основные понятия химической кинетики	6	2	-	-	-	2	-		

№ п/п	Раздел дисциплины/темы	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости; Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	
			Контактная работа преподавателя с обучающимися							
			Лекции	Лабораторные занятия		КСР + консультации + КО				
				Всего	Из них практическая подготовка*					
2.2	Простые химические реакции. Методы определения порядка и константы скорости	6	4	18	18	2	9	Проверка отчетов по ЛР, проверка КР, коллоквиум		
2.3	Зависимость константы скорости от температуры	6	2	6	6	2	4	Проверка отчетов по ЛР, проверка КР, коллоквиум		
2.4	Кинетика сложных реакций	6	8	6	6	2	4	Проверка отчетов по ЛР, проверка КР, коллоквиум		
2.5	Теории химической кинетики	6	8	6	6	1	4	Проверка отчетов по ЛР, проверка КР, коллоквиум		
2.6	Кинетика цепных реакций.	6	6	6	6	1	4	Проверка отчетов по ЛР, проверка КР, коллоквиум		
2.7	Фотохимические реакции.	6	6	-	-	1	2	Коллоквиум		
2.8	Кинетика гетерогенных процессов.	6	6	-	-	1	2	Коллоквиум		
3	Катализ		-	-	-	-	-	-		
3.1	Общие принципы катализа	6	2	-	-	1	2	Коллоквиум		
3.2	Гомогенный катализ	6	4	6	6	1	3	Проверка отчетов по ЛР, проверка контрольных заданий коллоквиум		
3.3	Гетерогенный катализ	6	4	-	-	1	1	Коллоквиум		
Итого часов			72	108	108	23	76	Экзамен, зачет		

Примечание: КР – контрольная работа, ЛР – лабораторная работа, *в рабочей программе по дисциплине при выполнении лабораторных работ предусмотрена **практическая подготовка** в виде выполнения отдельных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью

4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Затраты времени (час.)		
6	Электрохимия. Электрическая проводимость растворов электролитов	Подготовка отчета по ЛР «Кондуктометрическое титрование».		2	Проверка отчета по работе. УО	Практические работы по электрохимии: учебное пособие, ИГУ, 2013
6	Электрохимия. Электрическая проводимость растворов электролитов	Подготовка отчета по ЛР «Определение постоянной сосуда и электрической проводимости воды»		2	Проверка отчета по работе. УО	Практические работы по электрохимии: учебное пособие, ИГУ, 2013
6	Электрохимия. Электрическая проводимость растворов электролитов	Выполнение практических заданий по теме «Коллигативные свойства растворов электролитов»		2	Практические задания по теме	См. список рекомендуемой литературы (№2)
6	Электрохимия. Электрическая проводимость растворов электролитов	Подготовка отчета по ЛР «Определение константы диссоциации слабого электролита и проверка закона разведения Оствальда»		2	Проверка отчета по работе. УО	Практические работы по электрохимии: учебное пособие, ИГУ, 2013
6	Электрохимия. Электрическая проводимость растворов электролитов	Выполнение практических заданий по теме «Электрическая проводимость растворов электролитов»		2	Практические задания по теме	См. список рекомендуемой литературы (№2). Сборник задач по физической химии
6	Электрохимия. Электрическая проводимость растворов электролитов	Подготовка отчета по ЛР «Определение растворимости и произведения растворимости труднорастворимой соли при различных температурах»		2	Проверка отчета по работе. УО	Практические работы по электрохимии: учебное пособие, ИГУ, 2013

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Затраты времени (час.)		
6	Электрохимия. Электрическая проводимость растворов электролитов	Выполнение практических заданий по теме «Электрическая проводимость растворов электролитов»		2	Практические задания по теме. УО	См. список рекомендуемой литературы (№2). Сборник задач по физической химии
6	Электрохимия. Электрическая проводимость растворов электролитов	Подготовка к коллоквиуму по теме «Электрическая проводимость растворов»		4	Устная беседа; практические задания по теме	См. список рекомендуемой литературы (№ 1, 2)
6	Электрохимия. Электрическая проводимость растворов электролитов. Теории сильных и слабых электролитов	Подготовка к контрольной работе по теме «Электрическая проводимость растворов»		3	Проверка контрольной работы.	См. список рекомендуемой литературы (№2). Сборник задач по физической химии
6	Электрохимия. Равновесия в электрохимических системах	Подготовка отчета по ЛР «Химические цепи. Исследование элемента Якоби-Даниэля»		2	Проверка отчета по работе. УО	Практические работы по электрохимии: учебное пособие, ИГУ, 2013
6	Электрохимия. Равновесия в электрохимических системах	Выполнение практических заданий по теме «Электродные потенциалы»		2	Практические задания по теме. УО	См. список рекомендуемой литературы (№2). Сборник задач по физической химии
6	Электрохимия. Равновесия в электрохимических системах	Подготовка отчета по ЛР «Концентрационные цепи. Определение произведения растворимости и предельной растворимости труднорастворимой соли CuS»		2	Проверка отчета по работе. УО	Практические работы по электрохимии: учебное пособие, ИГУ, 2013

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Затраты времени (час.)		
6	Электрохимия. Равновесия в электрохимических системах	Выполнение практических заданий по теме «ЭДС гальванического элемента»		2	Практические задания по теме. УО	См. список рекомендуемой литературы (№2). Сборник задач по физической химии
6	Электрохимия. Равновесия в электрохимических системах	Подготовка отчета по ЛР «Окислительно-восстановительные цепи. Определение стандартного потенциала ферри-ферро электрода»		2	Проверка отчета по работе. УО	Практические работы по электрохимии: учебное пособие, ИГУ, 2013
6	Электрохимия. Равновесия в электрохимических системах	Выполнение практических заданий по теме «ЭДС гальванического элемента»		2	Практические задания по теме. УО	См. список рекомендуемой литературы (№2). Сборник задач по физической химии
6	Электрохимия. Равновесия в электрохимических системах	Подготовка отчета по ЛР «Потенциметрическое определение pH растворов»		2	Проверка отчета по работе. УО	Практические работы по электрохимии: учебное пособие, ИГУ, 2013
6	Электрохимия. Равновесия в электрохимических системах	Подготовка к коллоквиуму по теме «Равновесия в электрохимических системах»		2	Устная беседа; практические задания по теме	См. список рекомендуемой литературы (№ 1, 2)
6	Электрохимия. Равновесия в электрохимических системах	Подготовка к контрольной работе по теме «Электрическая проводимость растворов»		2	Проверка контрольной работы.	См. список рекомендуемой литературы (№ 2). Сборник задач по физической химии

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Затраты времени (час.)		
6	Химическая кинетика	Подготовка отчета по ЛР «Определение константы скорости реакции инверсии тростникового сахара»		2	Проверка отчета по работе. УО	Методические указания ИГУ «Кинетика и катализ»
6	Химическая кинетика	Выполнение практических заданий по теме «Формальная кинетика простых реакций»		2	Практические задания по теме. УО	См. список рекомендуемой литературы (№ 2). Сборник задач по физической химии
6	Химическая кинетика	Подготовка отчета по ЛР «Изучение скорости гидратации уксусного ангидрида методом электропроводности»		2	Проверка отчета по работе. УО	Методические указания ИГУ «Кинетика и катализ»
6	Химическая кинетика	Выполнение практических заданий по теме «Формальная кинетика простых реакций»		2	Практические задания по теме. УО	См. список рекомендуемой литературы (№ 2). Сборник задач по физической химии
6	Химическая кинетика	Подготовка отчета по ЛР «Определение константы скорости омыления сложного эфира»		2	Проверка отчета по работе. УО	Методические указания ИГУ «Кинетика и катализ»
6	Химическая кинетика	Выполнение практических заданий по теме «Влияние температуры на скорость химической реакции»		2	Практические задания по теме. УО	См. список рекомендуемой литературы (№ 2). Сборник задач по физической химии

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Затраты времени (час.)		
6	Химическая кинетика	Подготовка отчета по ЛР «Определение порядка реакции окисления иодид-ионов ионами трехвалентного железа»		2	Проверка отчета по работе. УО	Методические указания ИГУ «Кинетика и катализ»
6	Химическая кинетика	Выполнение практических заданий по теме «Кинетика сложных реакций»		2	Практические задания по теме. УО	См. список рекомендуемой литературы (№2). Сборник задач по физической химии
6	Химическая кинетика	Подготовка к коллоквиуму по теме «Химическая кинетика. Часть 1»		4	Устная беседа; практические задания по теме	См. список рекомендуемой литературы (№1)
6	Химическая кинетика	Подготовка к контрольной работе о теме «Формальная кинетика простых реакций»		3	Проверка контрольной работы.	См. список рекомендуемой литературы (№2). Сборник задач по физической химии
6	Химическая кинетика	Подготовка к коллоквиуму по теме «Химическая кинетика. Часть 2»		4	Устная беседа; практические задания по теме	См. список рекомендуемой литературы (№ 1)
6	Химическая кинетика	Выполнение практических заданий по теме «Сложные реакции. Приближенные методы химической кинетики»		4	Практические задания по теме. УО	См. список рекомендуемой литературы (№ 2). Сборник задач по физической химии
6	Катализ	Подготовка отчета по ЛР «Определение кинетики фотохимического разложения пероксида водорода»		3	Проверка отчета по работе. УО	Методические указания ИГУ «Кинетика и катализ»

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Затраты времени (час.)		
6	Катализ	Подготовка к контрольной работе по теме «Кинетика сложных реакций»		3	Проверка контрольной работы.	См. список рекомендуемой литературы (№ 2). Сборник задач по физической химии
Общая трудоемкость самостоятельной работы по дисциплине (час)				76		
Бюджет времени самостоятельной работы, предусмотренный учебным планом для данной дисциплины (час)				76		

Контактная работа может быть аудиторной, внеаудиторной, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде.

Контактная работа при проведении учебных занятий по дисциплинам (модулям) включает в себя:

занятия лекционного типа (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками организации и (или) лицами, привлекаемыми организацией к реализации образовательных программ на иных условиях, обучающимся),

занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), групповые консультации,

индивидуальную работу обучающихся с педагогическими работниками организации и (или) лицами, привлекаемыми организацией к реализации образовательных программ на иных условиях (в том числе индивидуальные консультации);

иную контактную работу (при необходимости), предусматривающую групповую или индивидуальную работу обучающихся с педагогическими работниками организации и (или) лицами, привлекаемыми организацией к реализации образовательных программ на иных условиях, определяемую организацией самостоятельно.

4.3 Содержание учебного материала

Содержание разделов и тем дисциплины

1.1. Электрохимия

Химический и электрохимический способы осуществления окислительно-восстановительных реакций. Электрохимическая цепь и ее компоненты. Определение теоретической электрохимии, ее разделы и связь с задачами прикладной электрохимии.

Развитие представлений о строении растворов электролитов (Гротгус, Аррениус, Фарадей). Основные положения теории Аррениуса. Недостатки этой теории. Энергия кристаллической решетки и энергия сольватации. Понятие средней активности и среднего коэффициента активности; их связь с активностью и коэффициентом активности отдельных ионов.

Неравновесные явления в растворах электролитов. Диффузионный и миграционный потоки. Удельная и эквивалентная электрические проводимости. Подвижности ионов и закон Кольрауша. Числа переноса и методы их определения. Зависимость предельных подвижностей ионов от природы, радиуса иона, температуры, концентрации и природы растворителя. Механизм электрической проводимости растворов кислот и щелочей.

Понятие электрохимического потенциала и условие электрохимического равновесия на границе раздела фаз. Поверхностный, внешний и внутренний потенциалы; разности потенциалов Гальвани и Вольта. Равновесные электрохимические цепи и их ЭДС. Формула Нернста и уравнение Гиббса-Гельмгольца. Понятие электродного и диффузионного потенциалов. Классификация электродов и электрохимических цепей. Термодинамика гальванического элемента.

Плотность тока как мера скорости электродного процесса; поляризация электродов. Основные уравнения диффузионной кинетики и общий подход к решению ее задач. Зависимость скорости стадии разряда от строения двойного слоя. Методы защиты металлов от коррозии. Химические источники тока; их виды и основные характеристики.

1.2 Химическая кинетика

Химическая кинетика – наука о скоростях и механизмах химических реакций. Формальная и молекулярная кинетика. Основные понятия химической кинетики. Скорость химической реакции, кинетические уравнения. Закон действующих масс и основные кинетические параметры: константа скорости, порядок и молекулярность простой реакции или стадий сложной реакции. Кинетика в статической системе, в проточных реакторах идеального вытеснения и идеального перемешивания. Кинетическая классификация химических реакций. Этапы кинетического исследования.

Методы определения порядка и константы скорости: дифференциально-расчетный, дифференциально-графический, интегрально-расчетный, интегрально-графический (реакции нулевого, первого, второго, третьего и n-порядка), интегральный метод по периоду полупревращения. Временной и концентрационный (истинный) порядки.

Зависимость константы скорости от температуры. Уравнение Аррениуса и методы определения энергии активации.

Кинетика сложных реакций. Прямая и обратная кинетические задачи. Кинетика обратимых реакций. Кинетика параллельных и конкурирующих реакций. Кинетика последовательных реакций. Методы управления обратимыми, последовательными и параллельными реакциями. Лимитирующая стадия. Принцип стационарности и его применение при кинетическом анализе процессов, протекающих через образование промежуточных продуктов.

Теория столкновений в химической кинетике. Физический смысл энергии активации и предэкспоненциального множителя. Стерический фактор. Теория столкновений, учитывающая колебания в молекулах.

Теория активированного комплекса (переходного состояния). Поверхность потенциальной энергии при взаимодействии атома с двухатомной молекулой. Статический расчет константы скорости реакции. Термодинамический аспект активированного комплекса. Энтропия активации. Соотношения между экспериментальной и истинной энергией активации. Сопоставление теории активных столкновений а теории переходного состояния.

Формальная кинетика сложных реакций с замкнутыми циклами стадий. Общее уравнение, связывающее скорость стационарной реакции с механизмом реакции.

Кинетика цепных реакций. Элементарные процессы возникновения, продолжения, разветвления и обрыва цепей. Длина цепи. Элементарная вероятностная теория цепных реакций. Кинетические особенности разветвленных цепных реакций. Предельные явления в разветвленных цепных реакций. Полуостров воспламенения. Тепловой взрыв.

Кинетика цепных реакций с вещественной цепью. Вывод кинетических уравнений. Примеры цепных реакций: фотохимическое хлорирование муравьиной кислоты, хлорирование этилена, синтез хлорида водорода, термический крекинг этана. Причины возникновения и протекания химических реакций по цепному механизму. Вырождение цепного механизма в нецепной при приближении химического процесса к состоянию равновесия.

Реакции в растворах. “Клеточный эффект” и число соударений молекул в жидкостях. Роль явлений сольватации в химической кинетике.

Фотохимические реакции. Законы Гротгуса-Дренера и Эйнштейна. Квантовый выход. Элементарный акт фотохимической реакции. Определение кинетических постоянных фотохимических реакций методом стационарных концентраций.

Кинетика гетерогенных процессов. Роль диффузии в кинетике гетерогенных процессов. Гетерогенные процессы при стационарной и нестационарной диффузии. Различные режимы протекания реакций (кинетическая и внешняя кинетическая области; область внешней и внутренней диффузии).

1.3 Катализ

Определение катализа. Общие принципы катализа. Роль катализа в химии. Основные промышленные каталитические процессы. Примеры механизмов каталитических реакций. Механизмы активации в катализе.

Гомогенный катализ. Кислотно-основной катализ. Классификация реакций кислотно-основного типа. Кинетика и механизм реакций специфического катализа. Кинетика и

механизм реакций общего кислотного катализа. Специфический и общий основной катализ, электрофильный и нуклеофильный катализ.

Гетерогенный катализ. Определение скорости гетерогенной каталитической реакции. Явления промотирования, модифицирования и отравления каталитических центров. Активность и селективность катализаторов. Формирование гетерогенных катализаторов. Кинетика гетерогенных каталитических реакций. Теории катализа.

4.3.1 Перечень практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины (модуля)	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (час.)		Оценочные средства	Формируемые компетенции	
			Всего	Из них практическая подготовка			
1	2	3	4	5	6	7	
1	1.3 Электрическая проводимость растворов электролитов	Техника безопасности при выполнении работ в практикуме.	1	1	Собеседование	—	
2		Кондуктометрическое титрование	4	4	Проверка отчета по ЛР	ОПК-1.1; ОПК-2.1; ОПК-2.3; ОПК-6.1	
3		Определение постоянной сосуда и электрической проводимости воды	4	4	Проверка отчета по ЛР	ОПК-1.1; ОПК-2.1; ОПК-2.3; ОПК-6.1	
4		Выполнение практических заданий по теме «Коллигативные свойства растворов электролитов»	2	2	Практические задания по теме	ОПК-1.1	
5		Определение константы диссоциации слабого электролита и проверка закона разведения Оствальда	4	4	Проверка отчета по ЛР	ОПК-1.1; ОПК-2.1; ОПК-2.3; ОПК-6.1	
6		Выполнение практических заданий по теме «Электрическая проводимость растворов электролитов»	2	2	Практические задания по теме	ОПК-1.1	
7		Определение растворимости и произведения растворимости труднорастворимой соли при различных температурах	5	5	Проверка отчета по ЛР	ОПК-1.1; ОПК-2.1; ОПК-2.3; ОПК-6.1	
8		Выполнение практических заданий по теме «Электрическая проводимость растворов электролитов»	2	2	Практические задания по теме	ОПК-1.1	
9		Коллоквиум по теме «Электрическая проводимость растворов электролитов»	4	4	Устная беседа; практические задания по теме	ОПК-1.1	
12		Контрольная работа по теме «Электрическая проводимость растворов электролитов»	2	2	Проверка КР	ОПК-1.1	
13		1.4 Равновесия в электрохимических системах	Химические цепи. Исследование элемента Якоби-Даниэля	4	4	Проверка отчета по ЛР	ОПК-1.1; ОПК-2.1; ОПК-2.3; ОПК-6.1
14			Выполнение практических заданий по теме «Электродные потенциалы»	3	3	Практические задания по теме	ОПК-1.1
15	Концентрационные цепи. Определение произведения растворимости и предельной растворимости труднорастворимой соли CuS		4	4	Проверка отчета по ЛР	ОПК-1.1; ОПК-2.1; ОПК-2.3; ОПК-6.1	

№ № п/п	№ раздела и темы дисциплины (модуля)	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (час.)		Оценочные средства	Формируемые компетенции
			Всего	Из них практическая подготовка		
1	2	3	4	5	6	7
16	2. Химическая кинетика	Выполнение практических заданий по теме «ЭДС гальванического элемента»	2	2	Практические задания по теме	ОПК-1.1
17		Окислительно-восстановительные цепи. Определение стандартного потенциала ферри-ферро электрода	4	4	Проверка отчета по ЛР	ОПК-1.1; ОПК-2.1; ОПК-2.3; ОПК-6.1
18		Выполнение практических заданий по теме «ЭДС гальванического элемента»	2	2	Практические задания по теме	ОПК-1.1
19		Потенциометрическое определение pH растворов	4	4	Проверка отчета по ЛР	ОПК-1.1; ОПК-2.1; ОПК-2.3; ОПК-6.1
20		Коллоквиум по теме «Равновесия в электрохимических системах»	4	4	Устная беседа; практические задания по теме	ОПК-1.1
21		Контрольная работа по теме «Равновесия в электрохимических системах»	3	3	Проверка КР.	ОПК-1.1
22		Определение константы скорости реакции инверсии тростникового сахара	4	4	Проверка отчета по ЛР	ОПК-1.1; ОПК-2.1; ОПК-2.3; ОПК-6.1
23	Выполнение практических заданий по теме «Формальная кинетика простых реакций»	3	3	Практические задания по теме	ОПК-1.1	
24	Изучение скорости гидратации уксусного ангидрида методом электропроводности	4	4	Проверка отчета по ЛР	ОПК-1.1; ОПК-2.1; ОПК-2.3; ОПК-6.1	
25	Выполнение практических заданий по теме «Формальная кинетика простых реакций»	3	3	Практические задания по теме	ОПК-1.1	
26	Определение константы скорости омыления сложного эфира	4	4	Проверка отчета по ЛР	ОПК-1.1; ОПК-2.1; ОПК-2.3; ОПК-6.1	
27	Выполнение практических заданий по теме «Влияние температуры на скорость химической реакции»	3	3	Практические задания по теме	ОПК-1.1	
28	Определение порядка реакции окисления иодид-ионов ионами трехвалентного железа	4	4	Проверка отчета по ЛР	ОПК-1.1; ОПК-2.1; ОПК-2.3; ОПК-6.1	
29	Контрольная работа по теме «Формальная кинетика простых реакций»	3	3	Проверка КР	ОПК-1.1	
30	Коллоквиум по теме «Химическая кинетика. Часть 1»	4	4	Устная беседа; практические задания по теме	ОПК-1.1	
31	Выполнение практических заданий по теме «Кинетика простых реакций»	3	3	Практические задания по теме	ОПК-1.1	
32	Коллоквиум по теме «Химическая кинетика. Часть 2»	4	4	Устная беседа; практические задания по теме	ОПК-1.1	
33	Выполнение практических заданий по теме «Приближенные методы химической кинетики»	3	3	Практические задания по теме	ОПК-1.1	
34	3. Каталитизм	Определение кинетики фотохимического	4	4	Проверка отчета	ОПК-1.1;

№ № п/п	№ раздела и темы дисциплины (модуля)	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоёмкость (час.)		Оценочные средства	Формируемые компетенции
			Всего	Из них практическая подготовка		
1	2	3	4	5	6	7
		разложения пероксида водорода			по ЛР	ОПК-2.1; ОПК-2.3; ОПК-6.1
35		Контрольная работа по теме «Кинетика сложных реакций»	2	2	Проверка КР	ОПК-1.1

4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение самостоятельной работы студентов

№ п/п	Тема	Задание	Формируемая компетенция	ИДК
1	Теории сильных и слабых электролитов.	Подготовка к устному опросу (см. вопросы текущего контроля). Написание отчетов по ЛР, выполнение практических заданий.	ОПК-1	ОПК-1.1
2	Электрическая проводимость растворов электролитов	Подготовка к устному опросу (см. вопросы текущего контроля). Написание отчетов по ЛР, выполнение практических заданий.	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-6	ОПК-1.1; ОПК-2.1; ОПК-2.3; ОПК-6.1
3	Равновесия в электрохимических системах	Подготовка к устному опросу (см. вопросы текущего контроля). Написание отчетов по ЛР, выполнение практических заданий.	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-6	ОПК-1.1; ОПК-2.1; ОПК-2.3; ОПК-6.1
4	Основные понятия химической кинетики	Подготовка к устному опросу (см. вопросы текущего контроля). Написание отчетов по ЛР, выполнение практических заданий.	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-6	ОПК-1.1; ОПК-2.1; ОПК-2.3; ОПК-6.1
5	Простые химические реакции. Методы определения порядка и константы скорости	Подготовка к устному опросу (см. вопросы текущего контроля). Написание отчетов по ЛР, выполнение практических заданий.	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-6	ОПК-1.1; ОПК-2.1; ОПК-2.3; ОПК-6.1
6	Зависимость константы скорости от температуры	Подготовка к устному опросу (см. вопросы текущего контроля). Написание отчетов по ЛР, выполнение практических заданий.	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-6	ОПК-1.1; ОПК-2.1; ОПК-2.3; ОПК-6.1

№ п/п	Тема	Задание	Формируемая компетенция	ИДК
7	Кинетика сложных реакций	Подготовка к устному опросу (см. вопросы текущего контроля). Написание отчетов по ЛР, выполнение практических заданий.	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-6	ОПК-1.1; ОПК-2.1; ОПК-2.3; ОПК-6.1
8	Теории химической кинетики	Подготовка к устному опросу (см. вопросы текущего контроля). Написание отчетов по ЛР, выполнение практических заданий.	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-6	ОПК-1.1; ОПК-2.1; ОПК-2.3; ОПК-6.1
9	Кинетика цепных реакций	Подготовка к устному опросу (см. вопросы текущего контроля). Выполнение практических заданий.	ОПК-1	ОПК-1.1;
10	Фотохимические реакции	Подготовка к устному опросу (см. вопросы текущего контроля). Выполнение практических заданий.	ОПК-1	ОПК-1.1;
11	Кинетика гетерогенных процессов	Подготовка к устному опросу (см. вопросы текущего контроля). Выполнение практических заданий.	ОПК-1	ОПК-1.1
12	Общие принципы катализа	Подготовка к устному опросу (см. вопросы текущего контроля). Выполнение практических заданий.	ОПК-1	ОПК-1.1
13	Гомогенный катализ	Подготовка к устному опросу (см. вопросы текущего контроля). Написание отчетов по ЛР, выполнение практических заданий.	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-6	ОПК-1.1; ОПК-2.1; ОПК-2.3; ОПК-6.1
14	Гетерогенный катализ	Подготовка к устному опросу (см. вопросы текущего контроля). Выполнение практических заданий.	ОПК-1	ОПК-1.1

3.2 Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов, связанная с подготовкой отчетов по выполненным лабораторным работам, закреплением теоретического материала в виде решения задач и подготовки к коллоквиумам, проводится во внеаудиторное время.

Структура отчета по лабораторной работе:

1. Цель работы.
2. Теоретическая часть.
3. Выполнение расчетных, графических и контрольных заданий в соответствии с методическими указаниями к каждой работе.
4. Вывод (на основе полученных результатов).

Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ и обработке полученных экспериментальных данных по каждой лабораторной работе описаны в методических рекомендациях, подготовленных преподавателями кафедры.

1. Шмидт А.Ф., Скрипов Н.И. Кинетика и катализ (методические рекомендации к практикуму). Иркутск: Иркут. гос. ун-т, 2009. – 42 с.
2. Белова М.В., Губайдулина О.В., Суслов Д.С. Практические работы по электрохимии (методические рекомендации к практикуму). Иркутск: Иркут. гос. ун-т, 2013. – 144 с.
3. Быков М.В. Математическая и графическая обработка физико-химических данных / М.В. Быков, Д.С. Суслов, В.С. Ткач – Иркутск: изд-во ИГУ, 2015. – 100 с. (50 экз).
4. Макаров В.А. Электрохимия (методические рекомендации к семинарским занятиям). Иркутск: Иркут. гос. ун-т, 2009. – 36 с.

Примеры решения типовых задач представлены в рекомендуемых учебных пособиях и задачаниках по физической химии.

1. Основы физической химии [Текст] : учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по спец. 011000 - Химия и по напр. 510500 - Химия : в 2 т. / В. В. Еремин [и др.]. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2013 - . - ISBN 978-5-9963-0377-9. Ч. 2 : Задачи. - 2013. - 263 с. : ил., табл. - ISBN 978-5-9963-0536-0 : 26 экз.
2. Кудряшов И.В., Каретников Г.С. [Текст] Сборник примеров и задач по физической химии : Учеб. пособие для хим.-технол. Спец. Вузов . – 6-ое изд., перераб. И доп. – М. : Высш. шк., 1991. – 527 с.

(Описывается организация каждого вида самостоятельной работы студентов, используемого при изучении данной дисциплины. В случае наличия методических рекомендаций по организации самостоятельной работы (изданных на бумажных носителях или в ЭЛИОС) в свободном доступе для каждого обучающегося, можно ограничиться ссылкой на данный источник).

4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии) _____

V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

а) основная литература:

1. Основы физической химии [Текст] : учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по спец. 011000 - Химия и по напр. 510500 - Химия : в 2 т. / В. В. Еремин [и др.]. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2013 - . - 24 см. - ISBN 978-5-9963-0377-9. Ч. 1 : Теория. - 2013. - 320 с. : ил. - (Учебник для высшей школы). - Библиогр.: с. 309-311. - Предм. указ.: с. 312-319. - ISBN 978-5-9963-0535-3 : 25 экз.
2. Основы физической химии [Текст] : учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по спец. 011000 - Химия и по напр. 510500 - Химия : в 2 т. / В. В. Еремин [и др.]. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2013 - . - ISBN 978-5-9963-0377-9. Ч. 2 : Задачи. - 2013. - 263 с. : ил., табл. - ISBN 978-5-9963-0536-0 : 26 экз.
3. Еремин, В. В. Основы физической химии. Теория : учебное пособие : в 2 ч. [Электронный ресурс] / В. В. Еремин. - Москва : Лаборатория знаний"" (ранее ""БИНОМ. Лаборатория знаний", 2015. -

Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=84118. - Режим доступа: ЭБС "Издательство Лань". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-9963-2918-2 :

4. Стромберг, А.Г. Физическая химия [Текст] : учеб. для студ. вузов, обуч. по хим. спец. / А.Г. Стромберг, Д.П. Семченко. - 4-е изд., испр. - М. : Высш. шк., 2001. - 527 с. : ил ; 25 см. - Библиогр.: с.511-515. - Предм.указ.: с.516-522. - ISBN 5060036278 : 29 экз.

б) дополнительная литература:

1. Ипполитов, Е.Г. Физическая химия [Текст] : учеб. для студ. вузов / Е. Г. Ипполитов, А. В. Артемов, В. В. Батраков. - М. : Академия, 2005. - 448 с. : ил. ; 22 см. - (Высшее профессиональное образование : педагогические специальности). - Библиогр.: с. 446. - ISBN 5-7695-1456-6 : 30 экз.
2. Байрамов, В.М. Основы химической кинетики и катализа [Текст] : учеб. пособие для студ. хим. фак. ун-тов / В.М. Байрамов. - М. : Академия, 2003. - 252 с. ; 22 см. - Библиогр.: с. 242-243 . - Предм. указ.: с. 244-250 . - ISBN 5-7695-1297-0 : 20 экз.
3. Байрамов, В.М. Химическая кинетика и катализ [Текст] : примеры и задачи с решениями: Учеб. пособие для студ. хим. фак. ун-тов, обуч. по спец. 011000 "Химия" и напр. 510500 "Химия" / В.М. Байрамов. - М. : Академия, 2003. - 319 с. ; 22 см. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 318. - ISBN 5-7695-1293-8 : 21 экз.
4. Практическая химическая кинетика. Химическая кинетика в задачах с решениями [Электронный ресурс] : учеб. пособие для студ., обуч. по спец. 020101.65 "Химия". - ЭВК. - М. : Изд-во МГУ ; СПб. : Изд-во СПбГУ, 2006. - 592 с. - Режим доступа: . - Режим доступа: Электронный читальный зал "Библиотех". - ISBN 5-211-05233-1. - ISBN 5-288-04155-5 :
5. Кудряшева, Н.С. Физическая химия [Электронный ресурс] : учеб. для бакалавров, учеб. для студ. вузов / Н. С. Кудряшева, Л. Г. Бондарева. - ЭВК. - М. : Юрайт, 2012. - (Бакалавр). - Режим доступа: . - Режим доступа: ЭЧЗ "Библиотех". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-9916-1293-7 :
6. Дамаскин, Б.Б. Электрохимия [Текст] : учебник / Б. Б. Дамаскин, О. А. Петрий, Г. А. Цирлина. - 2-е изд., испр. и перераб. - М. : Химия ; [Б. м.] : КолосС, 2006. - 670 с. ; 21 см. - (Учебники и учебные пособия для студентов вузов). - Библиогр.: с. 659-665. - Предм. указ.: с. 666-670. - ISBN 5-98109-011-1. - ISBN 5-9532-0295-4 : 19 экз.
7. Мельников, М. Я. Практическая химическая кинетика. Химическая кинетика в задачах с решениями [Электронный ресурс] / ред. М. Я. Мельников. - Москва : МГУ, 2006. - 592 с. : ил. - Режим доступа: <http://ibooks.ru/reading.php?short=1&isbn=5-211-05233-1> (<http://ibooks.ru/reading.php?short=1&isbn=5-211-05233-1>). - Режим доступа: ЭБС "Айбукс". - Неогранич. доступ. - ISBN 5-211-05233-1 :
8. Белова, М.В. Практические работы по электрохимии [Текст] : учеб. пособие / М. В. Белова, О. В. Губайдуллина, Д. С. Суслов ; рец.: В. С. Ткач, В. В. Смирнов ; Иркутский гос. ун-т. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2013. - 144 с. ; 20 см. - Библиогр.: с. 141-142. - ISBN 978-5-9624-0911-5 : 15 экз.
9. Быков, М.В. Математическая и графическая обработка физико-химических данных [Текст] : учеб. пособие / М. В. Быков, Д. С. Суслов, В. С. Ткач ; рец.: А. И. Вильмс, И. С. Петрушин ; Иркут. гос. ун-т, Хим. фак. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2015. - 91 с. ; 20 см. - ISBN 978-5-9624-1292-4 : 9 экз.



в) периодические издания (при необходимости)

г) список авторских методических разработок:

в ЭИОС ИГУ размещены методические указания к лабораторным работам:

1. Шмидт А.Ф., Скрипов Н.И. Кинетика и катализ (методические рекомендации к практикуму). Иркутск: Иркут. гос. ун-т, 2009. – 42 с.
2. Белова М.В., Губайдулина О.В., Суслов Д.С. Практические работы по электрохимии (методические рекомендации к практикуму). Иркутск: Иркут. гос. ун-т, 2013. – 144 с.
3. Быков М.В. Математическая и графическая обработка физико-химических данных / М.В. Быков, Д.С. Суслов, В.С. Ткач – Иркутск: изд-во ИГУ, 2015. – 100 с. (50 экз).

д) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. <http://www.msu.ru/libraries/>

Данный интернет источник – сайт научной библиотеки Московского государственного университета.

2. <http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/phys.html>

Данный интернет источник – сайт Московского государственного университета (страница кафедры физической химии), на котором представлены

3. лекции **проф. М.В.Коробов**

[Задачи по физической химии. Часть II. Химическая кинетика. Электрохимия](#)

4. **Кубасов А.А.**

[Химическая кинетика и катализ \(часть 1 и часть 2\)](#)

5. **Новаковская Ю.В.**

[Определение термодинамических и кинетических характеристик элементарных реакций на основании квантово-химических расчетов](#)

6. **Семиохин И.А.**

[Сборник задач по электрохимии](#)

7. **Семиохин И.А.**

[Сборник задач по химической кинетике](#)

8. **Семиохин И.А., Страхов Б.В., Осипов А.И.**

[Кинетика химических реакций](#)

7. <http://www.physchem.chimfak.rsu.ru/>

Данный интернет источник – сайт Южного федерального университета (страница кафедры физической химии), на котором представлены лекции С. И. Левченкова по физической и коллоидной химии, программа курса и литература

VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебно-лабораторное оборудование:

Помещения для проведения лекционных и лабораторных занятий, укомплектованные необходимым оборудованием, приборной базой и реактивами, а именно:

- аудитории, оснащенные мультимедийными средствами, для проведения аудиторных и практических занятий (ауд. 303, 402, 426); ауд. 5, 402, 426 оборудованы мультимедийными

проекторами (InFocus IN 105 (3D Ready), настенными экранами, ноутбуками Samsung NP 300T5A-A0FRU.

- компьютерный класс кафедры физической и коллоидной химии (ауд. 303). Общее количество единиц вычислительной техники – 3. Имеется локальная сеть.

лабораторные практикумы (ауд. 308, 309, 313) по физической химии, оснащенные следующим оборудованием:

№ п/п	Наименование	Количество
1	2	3
1.	Кондуктометр № 5721 М	2
2.	Кондуктометр К-1-4	1
3.	Реохордный мост Р-38	2
4.	Генератор сигналов Г-33	2
5.	Магазин сопротивлений Р-33	5
6.	Иономер ЭВ-74	8
7.	РН- метр рН-410 комбинированный	3
8.	Ультратермостат УТУ -4	4
9.	Поляриметр СМ-5	2
10	Магнитная мешалка	7
11	Вакуумный насос ЗНВР - 10	1
12	Мешалка электрическая	9
13	Вытяжной шкаф	6
14	Сушильный шкаф СНОЛ -3,5	3
15	Аппарат Киппа	2
16	Медный электрод	6
17	Цинковый электрод	2
18	Платиновый электрод	7
19	Хлорсеребряный электрод	8
20	Термометр Бэкмана	17
21	Электроплитка	10
22	Электролитическая ячейка	7
23	Пресс для таблетирования	1
24	Прибор для определения температуры кипения	2
25	Штативы	18
26	Тензиметр для определения давления насыщенного пара	10
27	Кипятильник	3
28	Тензиметр для определения давления диссоциации кристаллогидрата	2
29	Торсионные весы WAGA TORSYINA - WT	3
30	Весы тип КОА 10	1
31	Технические весы ВЛТК -500	1
32	Секундомер	8
33	Термометр	10
33	Штатив с пробирками	4
34	Набор химической посуды (плоскодонные колбы, стаканы, мерные колбы т.д.)	

6.2. Программное обеспечение:

6.3. Технические и электронные средства:

VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В процессе изучения дисциплины «Физическая химия. Электрохимия. Химическая кинетика и катализ» читаются лекции, проводятся контрольные и лабораторные работы, коллоквиумы, разбор конкретных ситуаций с использованием пассивных, активных и интерактивных форм обучения.

Активные формы обучения. На лабораторных занятиях, которые составляют более половины от контактной работы, каждый студент выполняет лабораторную работу индивидуально. Такой вид организации обучения способствует приобретению навыков самостоятельного ведения экспериментальных работ, практических навыков обращения и работы с различными химическими веществами и лабораторным оборудованием, измерительной аппаратурой, организации методики экспериментальных работ, составления протоколов отчетов химических экспериментов, а также практического подтверждения теоретических положений электрохимии, химической кинетики и катализа. Подготовка отчетов по каждой лабораторной работе формирует умение проводить первичный анализ результатов с учетом общих закономерностей, формулируемых в рамках химической термодинамики, представлять результаты опытов и расчетных работ, грамотно формулировать выводы.

Закрепление теоретических положений электрохимии, химической кинетики и катализа проводится в виде интерактивного обучения – коллоквиумов, и выполнения расчетных задач.

Наименование тем занятий с использованием интерактивных форм обучения:

№	Тема занятия	Вид занятия	Форма / Методы интерактивного обучения	Кол-во часов
1	Электрическая проводимость растворов	лабораторные/ практические	Групповая дискуссия / коллоквиум	4
2	Равновесия в электрохимических системах	лабораторные/ практические	Групповая дискуссия / коллоквиум	4
3	Химическая кинетика. Часть 1	лабораторные/ практические	Групповая дискуссия / коллоквиум	4
4	Химическая кинетика. Часть 2	лабораторные/ практические	Групповая дискуссия / коллоквиум	4
Итого часов				16

VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Оценочные средства (ОС):

Оценочные средства текущего контроля формируются в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе университета. Назначение оценочных средств текущего контроля - выявить у обучающихся сформированность компетенций: ОПК-1.1; ОПК-2.1; ОПК-2.3; ОПК-6.1.

Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний

студентов:

№	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции, компоненты которых контролируются
1	Выполнение лабораторных работ. Отчет по ЛР.	Электрическая проводимость растворов электролитов	ОПК-1.1; ОПК-2.1; ОПК-2.3; ОПК-6.1
2	Собеседование в форме коллоквиума. Контрольная работа	Электрическая проводимость растворов электролитов	ОПК-1.1
3	Собеседование в форме коллоквиума. Контрольная работа	Равновесия в электрохимических системах	ОПК-1.1
4	Выполнение лабораторных работ. Отчет по ЛР.	Равновесия в электрохимических системах	ОПК-1.1; ОПК-2.1; ОПК-2.3; ОПК-6.1
5	Собеседование в форме коллоквиума. Контрольная работа	Химическая кинетика	ОПК-1.1
6	Выполнение лабораторных работ. Отчет по ЛР.	Фазовые равновесия	ОПК-1.1; ОПК-2.1; ОПК-2.3; ОПК-6.1
7	Выполнение лабораторных работ. Отчет по ЛР.	Катализ	ОПК-1.1; ОПК-2.1; ОПК-2.3; ОПК-6.1
8	Собеседование в форме коллоквиума. Контрольная работа	Катализ	ОПК-1.1

Демонстрационный вариант контрольной работы №1*Задача 1.*

В сосуд для измерения электрической проводимости, заполненный раствором CH_3COOH концентрации 1/32 моль/л, помещены параллельные электроды площадью $3 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ на расстоянии $2 \cdot 10^{-2} \text{ м}$ друг от друга. При напряжении 10 В через раствор идет ток силой 4,306 мА при 298 К. Определить степень диссоциации, константу диссоциации и рН раствора, если подвижности ионов соответственно равны $\lambda_{\text{H}^+}^0 = 349,8 \cdot 10^{-4} \text{ См} \cdot \text{м}^2 \cdot (\text{моль})^{-1}$ и $\lambda_{\text{CH}_3\text{COO}^-}^0 = 40,9 \cdot 10^{-4} \text{ См} \cdot \text{м}^2 \cdot (\text{моль})^{-1}$.

Задача 2.

Удельная электрическая проводимость насыщенного водного раствора BaSO_4 при 298 К равна $4,31 \cdot 10^{-4} \text{ См/м}$, а удельная электрическая проводимость воды, взятой для приготовления этого раствора, равна $1,5 \cdot 10^{-4} \text{ См/м}$. Определить растворимость (в моль/л) и произведение растворимости сульфата бария в воде при 298 К, если эквивалентная электрическая проводимость при бесконечном разведении BaSO_4 равна $143,5 \cdot 10^{-4} \text{ См} \cdot \text{м}^2 \cdot (\text{моль})^{-1}$.

Демонстрационный вариант контрольной работы №2

Задача 1.

Рассчитайте ЭДС окислительно-восстановительной цепи при 298 К

$\text{Pt} | \text{Cu}^+ (a=0,001), \text{Cu}^{2+} (a=0,1) || \text{Cu}^{2+} (a=0,5) | \text{Cu}$, если стандартные потенциалы $\varphi_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}}^0 = 0,337 \text{ В}$ и $\varphi_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^+}^0 = 0,153 \text{ В}$. Напишите уравнение реакции, протекающей в этой цепи, и рассчитайте ΔG и $K_{\text{равн.}}$ реакции.

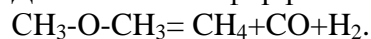
Задача 2.

Удельная электрическая проводимость насыщенного водного раствора BaSO_4 при 298 К равна $4,31 \cdot 10^{-4} \text{ См/м}$, а удельная электрическая проводимость воды, взятой для приготовления этого раствора, равна $1,5 \cdot 10^{-4} \text{ См/м}$. Определить растворимость (в моль/л) и произведение растворимости сульфата бария в воде при 298 К, если эквивалентная электрическая проводимость при бесконечном разведении BaSO_4 равна $143,5 \cdot 10^{-4} \text{ См} \cdot \text{м}^2 \cdot (\text{моль})^{-1}$.

Демонстрационный вариант контрольной работы №3

Задача 1.

Диметиловый эфир разлагается в соответствии с уравнением:



В опыте при 504°C общее давление в системе постоянного объема изменялось следующим образом:

$t, \text{ с}$	0	390	665	1195	2240	3165
$P_{\text{общ}}, \text{ отн. ед.}$	312	408	468	562	714	779

1. Определить порядок реакции и значение константы скорости реакции интегральным методом (графически).
2. Определить время полупревращения из кинетических кривых.
3. Сравнить значение константы скорости, полученное графически, с рассчитанным по времени полупревращения (указать размерность).

Задача 2.

Константа скорости реакции омыления этилацетата щелочью при 10°C равна $2,3 \text{ л} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{мин}^{-1}$. Рассчитайте время превращения эфира на 40%, если к 1 л 0,05М раствора эфира добавили 1 л 0,1 М раствора щелочи.

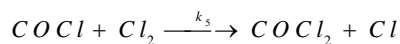
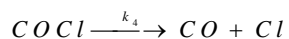
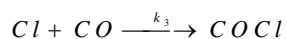
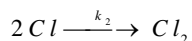
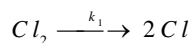
Задача 3.

Процесс разложения вещества А представляет собой реакцию I порядка с энергией активацией 231 кДж/моль. При 300 К разложение этого вещества происходит со скоростью 95% в ч. Вычислите температуру, при которой это вещество разлагается со скоростью 0,1% в мин.

Демонстрационный вариант контрольной работы №4

Задача 1.

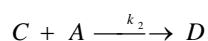
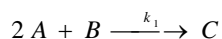
Был предложен следующий механизм образования фосгена - COCl_2 :



Приняв, что концентрации частиц $COCl$ и Cl малы и стационарны, написать уравнение скорости образования фосгена.

Задача 2.

Для реакции $2A + B \rightarrow D$, протекающей по схеме:



рассчитать стационарную концентрацию вещества C , если начальные концентрации исходных веществ равны 1 моль/л, а $k_2 = 25k_1$.

ВОПРОСЫ ДЛЯ СОБЕСЕДОВАНИЯ

Коллоквиум 1. Электрическая проводимость растворов электролитов

1. Что представляют собой электролиты? Какие вещества называются ионофорами и ионогенами? Каковы особенности растворов электролитов при изучении их коллигативных свойств.
2. Каковы основные положения теории электролитической диссоциации Аррениуса? Что представляет собой степень диссоциации? Каков физический смысл изотонического коэффициента Вант-Гоффа? Закон разведения Оствальда в случае слабых электролитов. Каковы недостатки теории Аррениуса?
3. В чем суть метода активностей Льюиса при термодинамическом описании свойств растворов электролитов? Что такое активности электролита, иона и как они связаны между собой? Понятия средней активности и среднего коэффициента активности, их связь с активностями и коэффициентами активности отдельных ионов.
4. Что такое ионная сила раствора? Что она характеризует? В чем заключается суть закона ионной силы? Рассчитайте величину ионной силы раствора, содержащего смесь солей сульфатов натрия, цинка и алюминия с концентрацией 0,01 моль/л каждой соли.
5. Какая модель распределения ионов в растворе использовалась в теории электролитов Дебая-Хюккеля? Каковы основные допущения теории в определении плотности электрического заряда и потенциала ионной атмосферы? Каким образом радиус ионной атмосферы зависит от заряда и концентрации ионов, природы растворителя и температуры?
6. Энергия межионного взаимодействия в теории Дебая – Хюккеля и уравнения для средних коэффициентов активности в трех приближениях. Назовите причины, вызывающие отклонение коэффициента активности от единицы. Может ли коэффициент активности иметь значение больше единицы? Почему?

7. Что называется удельной электрической проводимостью, каковы ее физический смысл и размерность? Приведите графическую зависимость χ от концентрации и разведения для слабых и сильных электролитов.
8. Что называется эквивалентной электрической проводимостью, каковы ее физический смысл и размерность? Приведите на одном графике, соблюдая масштаб, зависимости λ от разведения для KCl, KOH, HCl и CH₃COOH.
9. Что представляют собой потоки миграции, какова причина их возникновения? Что называется электрической подвижностью иона, какова ее размерность и как она связана с электрической подвижностью иона?
10. Выведите уравнение закона независимого движения ионов Кольрауша. Каков физический смысл соотношения λ/λ^0 для слабых и сильных электролитов? Пользуясь законом Кольрауша, рассчитайте λ^0 для раствора AlCl₃.
11. Какова зависимость предельных подвижностей ионов от радиуса ионов и от температуры? Почему по величине эквивалентной электрической проводимости водных растворов хлориды металлов первой группы располагаются в порядке, обратном порядку расположения этих же солей в расплавах?
12. Почему предельные эквивалентные электрические проводимости ионов H и OH резко отличаются от подвижностей остальных ионов?
13. Что называется электрическими числами переноса? Какие существуют экспериментальные методы определения чисел переноса?
14. Как теория электрической проводимости сильных электролитов Дебая – Хюккеля – Онзагера обосновывает эмпирическую формулу Кольрауша? В чем заключаются эффекты Вина и Дебая – Фалькенгагена?
15. Как электрическая проводимость растворов электролитов зависит от температуры? Почему необходимо обязательное термостатирование растворов электролитов при измерениях их электрической проводимости?
16. Разберите компенсационную схему измерения электрической проводимости электролитов. Почему при измерении электрической проводимости растворов используют преимущественно переменный ток звуковой частоты и платинированные платиновые электроды?
17. Что характеризует константа электролитического сосуда? Как она определяется?
18. Как определяется константа диссоциации слабого электролита методом электрической проводимости? Можно ли определить теплоту диссоциации воды и уксусной кислоты методом электрической проводимости?
19. Как экспериментально определяются предельные электрические проводимости сильных и слабых электролитов? Как изменяются при разведении степень диссоциации слабого электролита и коэффициент электрической проводимости сильного электролита?
20. Как определяются растворимость и произведение растворимости труднорастворимых соединений методом электрической проводимости? Почему необходимо обязательное термостатирование при определении растворимости труднорастворимого соединения? Как можно рассчитать термодинамические функции растворения $\Delta G^0_s, \Delta H^0_s, \Delta S^0_s$?
21. В чем состоит суть метода кондуктометрического титрования? Какие типы реакций могут при этом использоваться? Преимущества данного метода перед обычным титрованием с

индикатором. Каков характер кривых кондуктометрического титрования сильного, слабого оснований и их смеси сильной кислотой?

Коллоквиум 2. Равновесие в электрохимических системах

1. Электрохимическая система. Чем отличаются химические источники тока от электролизера? Законы электролиза Фарадея.
2. Электрохимический потенциал; внутренний, внешний, поверхностный и реальный потенциалы; гальвани-потенциал и вольта-потенциал? Как они связаны между собой?
3. Какая цепь называется правильно разомкнутой? Какие межфазные скачки потенциалов определяют ЭДС гальванического элемента? ЭДС как сумма гальвани-потенциалов. Нернстовский потенциал. Уравнение скачка потенциала на границе металл-раствор соли этого металла.
4. Контактный потенциал. Закон Вольта для контактной разности потенциалов цепи, составленной из проводников первого рода.
5. Диффузионный потенциал, каковы причины его возникновения? Формулы Гендерсона – Планка для приближенного диффузионного потенциала. Методы измерения диффузионного потенциала.
6. ЭДС гальванического элемента. Термодинамический вывод уравнения Нернста для ЭДС гальванического элемента.
7. Применение уравнения Гиббса – Гельмгольца к обратимым равновесным электрохимическим цепям. Как, зная температурный коэффициент ЭДС элемента, рассчитать изменение энтальпии и энтропии химической реакции, протекающей в гальваническом элементе?
8. Электродный потенциал. Стандартный (нормальный) водородный электрод. Водородная шкала стандартных электродных потенциалов.
9. Электроды первого рода. Уравнение Нэрнста для электродного потенциала электрода первого рода. Примеры.
10. Электроды второго рода. Почему они используются в качестве электродов сравнения? Примеры. Уравнение Нернста для потенциала электрода второго рода.
11. Электроды третьего рода. Какие ионы являются потенциалопределяющими в них?
12. Окислительно-восстановительные электродами. Уравнение Нэрнста для простых и сложных редокс-электродов. Правило Лютера.
13. Газовые электроды. Примеры. Уравнение Нэрнста для газовых электродов.
14. Классификация электрохимических цепей: Химические и концентрационные; цепи без переноса и с переносом ионов.
15. Ионоселективные рН-индикаторные электроды. Определение рН растворов с помощью водородного, хингидронного и стеклянного электродов.
16. Определение коэффициентов активности, произведения растворимости труднорастворимых соединений, чисел переноса потенциометрическим методом.

Коллоквиум 3. Химическая кинетика Часть 1.

1. Скорость химической реакции. Факторы, определяющие скорость реакции.

2. Кинетическая классификация химических реакций (молекулярность, порядок реакции).
3. Методы определения порядка реакции.
4. Физический смысл константы скорости реакции и ее размерность.
5. Методы определения константы скорости реакции.
6. Реакции первого порядка. Уравнения скорости и константы скорости реакций первого порядка.
7. Реакции второго порядка. Уравнения скорости и константы скорости реакций второго порядка.
8. Влияние температуры на скорость химической реакции. Температурный коэффициент.
9. Энергия активации реакции и методы ее определения.
10. Кинетика обратимых реакций.
11. Кинетика параллельных реакций.
12. Теория последовательных реакций.

Коллоквиум 4. Химическая кинетика и катализ. Часть 2.

1. Теории химической кинетики (теория активных столкновений, теория активированного комплекса).
2. Фотохимические реакции. Закон фотохимической эквивалентности Эйнштейна. Квантовый выход.
3. Формальная кинетика цепных реакций с энергетической и вещественной цепями.
4. Гетерогенные реакции. Кинетика гетерогенных процессов.
5. Катализ. Причина каталитического действия.
6. Гомогенный катализ. Кинетика и механизм кислотно-основного катализа.
7. Гетерогенный катализ и его особенности.
8. Теории гетерогенного катализа.

Промежуточная аттестация (экзамен) может проводиться в форме устного собеседования или в виде тестовых заданий с открытыми вопросами.

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ И ЗАДАНИЙ К ЭКЗАМЕНУ

1. Активность и коэффициенты активности электролитов
2. Теория электролитической диссоциации.
3. Электрическая проводимость электролитов.
4. Числа переноса и методы их определения.
5. Электрохимический, внутренний, внешний и поверхностный потенциалы.
6. Контактный скачок потенциала и закон Вольта.
7. ЭДС электрохимического элемента. Уравнение Нернста.
8. Электроды 1,2, 3- рода. Окислительно-восстановительные электроды.
9. Классификация электрохимических цепей.
10. Электрохимические цепи без переноса. Электрохимические цепи с переносом.

11. Термодинамика гальванического элемента.
12. Основные понятия химической кинетики. Скорость химической реакции и ее выражение для реакторов: закрытых, проточных – идеального перемешивания и вытеснения.
13. Кинетическая классификация химических реакций. Этапы кинетического исследования.
14. Методы определения порядка и константы скорости реакции.
15. Зависимость константы скорости реакции от температуры. Уравнение Аррениуса.
16. Энергия активации и методы ее определения.
17. Кинетика обратимых реакций, параллельных и конкурирующих реакций.
18. Кинетика последовательных реакций.
19. Формальная кинетика сложных реакций с замкнутыми циклами стадий.
20. Теория активных столкновений.
21. Теория активированного комплекса (переходного состояния). Термодинамический аспект
22. Кинетика гетерогенных процессов.
23. Метод квазистационарных концентраций и его применение при выводе кинетических уравнений.
24. Причины каталитического действия веществ.
25. Кинетика и механизм реакций специфического катализа.
26. Кинетика и механизм реакций общего кислотного катализа.
27. Теории гетерогенного катализа.
28. Промотирование и модифицирование гетерогенных катализаторов.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

Индикаторы достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть)	Процедура оценивания
ОПК-1.1 Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов	Знает: теоретические основы химической кинетики, электрохимии, катализа и способы их использования при решении конкретных химических задач	Собеседование в форме коллоквиума. Выполнение практических и контрольных работ. Отчеты по лабораторным работам.
	Знает: основные законы и закономерности, определяющие направление, скорость и результат протекания процессов в гомогенных и гетерогенных системах.	Собеседование в форме коллоквиума. Выполнение практических и контрольных работ.
	Умеет: проводить обработку и первичный анализ результатов с применением теоретических основ химической кинетики, катализа, электрохимии	Собеседование в форме коллоквиума. Отчеты по лабораторным работам.

	Умеет: формулировать выводы	Собеседование в форме коллоквиума. Отчеты по лабораторным работам.
ОПК-2.1 Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности	Знает: правила и нормы техники безопасности при работе с химическими реактивами и физическими приборами, применяемыми в работах по химической кинетике и электрохимии	Собеседование. Выполнение лабораторных работ.
ОПК-2.3 Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе	Умеет: работать на стандартном оборудовании, применяемом при проведении формально-кинетических исследований, изучении свойств растворов электролитов и гальванических элементов.	Выполнение лабораторных работ.
	Владеет: приемами организации методики работ при решении задач в области химической кинетики, катализа и электрохимии.	Собеседование. Выполнение лабораторных работ.
ОПК-6.1 Представляет результаты работы в виде отчета по стандартной форме на русском языке	Знает: правила представления результатов экспериментов в области химической кинетики и электрохимии, исследований свойств растворов электролитов и гальванических элементов в виде отчета.	Выполнение лабораторных работ.
	Умеет: представить результаты опытов в области химической кинетики и электрохимии, исследований свойств растворов электролитов и гальванических элементов в виде отчета согласно требованиям в данной области химии, проводить обработку результатов анализа статистическими методами.	Отчеты по лабораторным работам.

КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ:

В соответствии с балльно-рейтинговой системой ИГУ для получения зачета по дисциплине «Физическая химия. Электрохимия. Химическая кинетика и катализ» студенту необходимо набрать не менее 60 баллов.

1. Обязательным является выполнение студентом 12 лабораторных работ по данной дисциплине, подготовка и сдача отчетов по ЛР. В зависимости от уровня сложности ЛР оценивается в 4 балла. При выполнении лабораторных работ оценивается техника

- выполнения ЛР, оформление отчетов, включающее расчеты термодинамических и физических величин, вывод размерности, представление графического материала, выполнение практических заданий по теме ЛР.
2. Предусмотрено 4 собеседования по теоретическому материалу в виде коллоквиумов. Каждая тема оценивается максимум на 5 балла.
 3. Предусмотрено 4 практических заданий в виде контрольных работ. Каждая контрольная работа оценивается максимум на 5 балла.

б) промежуточная аттестация - экзамен

Оценка «отлично»:

сформированные и систематизированные знания предмета, сформированные умения и навыки применения методов и подходов изучаемой дисциплины при решении учебных и практических задач.

Оценка «хорошо»:

в целом, сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания предмета, умение применять методы и подходы изучаемой дисциплины при решении учебных и практических задач с минимальным количеством ошибок не принципиального характера, наличие навыков применения методов и подходов изучаемой дисциплины при решении учебных и практических задач.

Оценка «удовлетворительно»:

несистематизированные знания предмета, частично сформированные умения и навыки применения методов и подходов изучаемой дисциплины при решении учебных задач.

Оценка «неудовлетворительно»:

фрагментарное знание предмета, отсутствие умений и навыков применения методов и подходов изучаемой дисциплины при решении учебных задач.

Разработчики:



профессор Д.С. Сулов

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учетом рекомендаций ПООП по направлению и профилю подготовки 04.03.01 – «Химия».

Программа рассмотрена на заседании кафедры физической и коллоидной химии «12» мая 2021 г.

Протокол № 6

Зав. кафедрой



/ А.Ф. Шмидт /

Настоящая программа, не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.