

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Неравновесные явления в сложных химических процессах

Код модуля
1158024

Модуль
Физико-химические закономерности
неорганических процессов

Екатеринбург

Оценочные материалы составлены автором(ами):

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Брусницына Людмила Александровна	кандидат химических наук, доцент	Доцент	физической и коллоидной химии
2	Виноградова Татьяна Владимировна	кандидат химических наук, без ученого звания	Доцент	физической и коллоидной химии
3	Степановских Елена Ивановна	кандидат химических наук, доцент	Доцент	физической и коллоидной химии

Согласовано:

Управление образовательных программ

С.А. Иванченко

Авторы:

- Брусницына Людмила Александровна, Доцент, физической и коллоидной химии
- Степановских Елена Ивановна, Доцент, физической и коллоидной химии

1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Неравновесные явления в сложных химических процессах

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	4	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Лабораторные занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Экзамен	
4.	Текущая аттестация	Контрольная работа	2
		Расчетная работа	4

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Неравновесные явления в сложных химических процессах

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)	Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине
1	2	3
ОПК-3 -Способен проводить исследования и изыскания для решения прикладных инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию	Д-1 - Проявлять заинтересованность в содержании и результатах исследовательской работы З-1 - Изложить основные приемы и методы проведения исследований и изысканий, которые могут быть использованы для решения поставленных прикладных задач, относящихся к профессиональной деятельности З-2 - Характеризовать возможности доступной исследовательской аппаратуры	Лабораторные занятия Лекции Экзамен

<p>полученных результатов</p>	<p>для реализации предложенных приемов и методов решения поставленных прикладных инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности З-3 - Описать последовательность действий при обработке и интерпретации полученных результатов исследований и изысканий П-1 - Подготовить и провести экспериментальные измерения, исследования и изыскания для решения поставленных прикладных задач, относящихся к профессиональной деятельности П-2 - Представить интерпретацию полученных результатов в форме научного доклада (сообщения) П-3 - Составить план проведения исследований и изысканий, включающий перечень необходимых ресурсов и временные затраты У-1 - Обосновать выбор приемов, методов и соответствующей аппаратуры для проведения исследований и изысканий, которые позволят решить поставленные прикладные задачи, относящиеся к профессиональной деятельности У-2 - Определять перечень необходимых ресурсов и временные затраты при составлении плана проведения исследований и изысканий У-3 - Анализировать и объяснить полученные результаты исследований и изысканий</p>	
<p>ОПК-1 -Способен формулировать и решать задачи, относящиеся к профессиональной</p>	<p>З-2 - Обосновать значимость использования фундаментальных естественнонаучных и философских знаний в</p>	<p>Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2 Расчетная работа № 1 Расчетная работа № 2 Расчетная работа № 3</p>

деятельности, применяя фундаментальные знания основных закономерностей развития природы, человека и общества	формулировании и решении задач профессиональной деятельности знаний П-1 - Работая в команде, формулировать и решать задачи в рамках поставленного задания, относящиеся к области профессиональной деятельности У-2 - Определять конкретные пути решения задач профессиональной деятельности на основе фундаментальных естественнонаучных знаний	Расчетная работа № 4 Экзамен
--	---	---------------------------------

3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.70		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>расчетная работа 1</i>	4,5	15
<i>расчетная работа 2</i>	4,8	14
<i>расчетная работа 3</i>	4,11	19
<i>расчетная работа 4</i>	4,14	14
<i>Контрольная работа 1</i>	4,6	18
<i>Контрольная работа 2</i>	4,13	20
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.40		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.60		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – не предусмотрено		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – нет		

Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий –0.30		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Выполнение лабораторных работ, включая тест -допуск на работу, написание отчета</i>	4,14	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -1.00		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям –нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – 0.00		
4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -		
Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям –		

3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– не предусмотрено		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – не предусмотрено		

4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

Результаты обучения	Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения

	обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.
Другие результаты	Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)				
№ п/п	Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)	Шкала оценивания		
		Традиционная характеристика уровня		Качественная характеристика уровня
1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)
2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)
3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	Неудовлетворительно (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания		Нет результата

5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля

5.1.1. Лекции

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

5.1.2. Лабораторные занятия

Примерный перечень тем

1. Определение констант ионизации слабых кислот и оснований методом рН-метрии
 2. Кондуктометрическое титрование
 3. Применение кондуктометрии для исследования кислотно-основных равновесий в водных растворах слабых кислот и оснований
 4. Определение частных порядков реакции (электронная работа)
 5. Определение энергии активации (электронная работа)
 6. Исследование кинетики реакции омыления сложного эфира щелочью с помощью кондуктометрического метода
 7. Фотометрическое исследование кинетики взаимодействия красителя кристаллического фиолетового со щелочью
 8. Исследование кинетики взаимодействия твердых карбонатов и оксидов металлов с растворами минеральных кислот
 9. Исследование кинетики реакции инверсии сахарозы поляриметрическим методом LMS-платформа
1. Неравновесные явления в сложных химических процессах 5 зач.ед. (Степановских Е.И.) https://learn.urfu.ru/subject/index/card/subject_id/3734
 2. Неравновесные явления в сложных химических процессах (Брусницына Л.А.) https://learn.urfu.ru/subject/index/card/subject_id/3762

5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

Базовый

5.2.1. Контрольная работа № 1

Примерный перечень тем

1. Характеристики равновесий в ионных системах. Способы расчета равновесных свойств систем.
2. Удельная и эквивалентная электрические проводимости растворов электролитов. Зависимость электропроводности от различных факторов.
3. Виды электрохимических цепей. Электролизеры и гальванические элементы. Гальванические элементы и их характеристики.

4. Закон независимого движения ионов. Уравнение Кольрауша. Уравнение Онзагера. Кондуктометрия и ее использование в химии

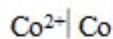
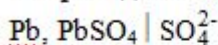
Примерные задания

Контрольная работа 1

Раздел 1 Неравновесные и равновесные процессы в ионных системах

Примеры задач

1. Приведите схему гальванического элемента, составленного из данных электродов:



$$c_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 0,02 \text{ моль/л}$$

$$c_{\text{CoCl}_2} = 0,1 \text{ моль/л}$$

Запишите уравнения электродных и токообразующих процессов, вычислите электродвижущую силу гальванического элемента. Рассчитайте стандартную мольную энергию Гиббса токообразующей реакции

2. Удельная электропроводность насыщенного раствора малорастворимого соединения AgBr при 18°C равна $1,576 \cdot 10^{-4} \text{ (Ом}\cdot\text{м)}^{-1}$, а воды, взятой для приготовления этого раствора

$1,519 \cdot 10^{-4} \text{ (Ом}\cdot\text{м)}^{-1}$. Полагая, что насыщенный раствор малорастворимого соединения относится к предельно разбавленным, найти растворимость бромистого серебра в чистой воде и величину ПР.

3. Вычислите ионное произведение воды при 10°C , если удельная электрическая проводимость воды при этой температуре равна $2,85 \cdot 10^{-6} \text{ См/м}$.

4. Найдите равновесную концентрацию ионов гидроксония в $0,2 \text{ моль/м}^3$ растворе гидрохлорида анилина $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3\text{Cl}$

LMS-платформа

1. Неравновесные явления в сложных химических процессах 5 зач.ед. (Степановских Е.И.) https://learn.urfu.ru/subject/index/card/subject_id/3734

2. Неравновесные явления в сложных химических процессах (Брусницына Л.А.) https://learn.urfu.ru/subject/index/card/subject_id/3762

5.2.2. Контрольная работа № 2

Примерный перечень тем

1. Кинетические кривые, методы их получения и обработки.
2. Кинетические уравнения для моно- и бимолекулярных необратимых реакций в закрытых системах.
3. Методы определения частных порядков реакции.
4. Зависимость константы скорости от температуры. Методы определения величины энергии активации.
5. Решение прямой и обратной задачи кинетики в случае многостадийной реакции
6. Принцип квазистационарных концентраций.

Примерные задания

Контрольная работа 2

Раздел 2 Кинетика простых реакций

Примеры задач

1. Раскручивание двойной спирали ДНК – реакция первого порядка с энергией активации 420 кДж/моль. При 37°C константа скорости равна $4,9 \cdot 10^{-4} \text{ мин}^{-1}$. Рассчитайте период полупревращения ДНК при 40°C.

2. При изучении кинетики гидролиза сахарозы были получены следующие данные:

Время, мин	0	30	90	180
Концентрация $C_{12H_{22}O_{11}}$, моль/л	0,5	0,451	0,363	0,267

Определите порядок реакции и константу скорости

3. Газовая реакция $2A \rightarrow B$ протекает согласно второму порядку по веществу А с периодом полураспада 1 час при постоянном объеме и температуре. В начальный момент времени давление вещества А было равным 1 атм (вещества В в системе не было).

Каково будет общее давление в системе через 1 час?

4. Скорость бактериального гидролиза мышц рыб удваивается при переходе от температуры -1,1°C до +2,2°C. Оцените энергию активации этой реакции.

Раздел 3 Кинетика многостадийных реакций

Примеры задач

1. Газовая реакция $2A \rightarrow B$ протекает согласно второму порядку по веществу А с периодом полураспада 1 час при постоянном объеме и температуре. В начальный момент времени давление вещества А было равным 1 атм (вещества В в системе не было). Каково будет общее давление в системе через 1 час?

2. В параллельных реакциях первого порядка $A \rightarrow B$

$A \rightarrow D$ выход вещества В составил 53 %, а время превращения А на одну треть 40 с. Найдите константы скорости каждой реакции.

3. В реакции $A+B = D$ начальная скорость измерялась при различных начальных концентрациях. Получены следующие данные:

$C_{A,0}$, моль/л	$C_{B,0}$, моль/л	$W_{V,0}$, моль/(л·с)
1,0	1,0	0,025
0,1	1,0	0,0025
1,0	0,1	0,00025

Найдите частные порядки реакции по компонентам.

4. Для обратимой реакции первого порядка $A \rightleftharpoons B$ константа равновесия равна 10; а константа скорости прямой стадии $0,2 \text{ с}^{-1}$. Вычислите время, при котором концентрации веществ А и В станут равными, если концентрация вещества В в начале реакции равна 0.

LMS-платформа

1. Неравновесные явления в сложных химических процессах 5 зач.ед. (Степановских Е.И.) https://learn.urfu.ru/subject/index/card/subject_id/3734

2. Неравновесные явления в сложных химических процессах (Брусницына Л.А.) https://learn.urfu.ru/subject/index/card/subject_id/3762

5.2.3. Расчетная работа № 1

Примерный перечень тем

1. Удельная и эквивалентная электрические проводимости растворов электролитов. Зависимость электропроводности от различных факторов.

2. Расчет электропроводности. Использование кондуктометрии для определения термодинамических констант

3. Химическое равновесие в гомогенных химических системах

4. Вычисление ЭДС гальванического элемента

5. Расчет протолитического равновесия и ионного произведения воды

Примерные задания

РР 1. Расчет электропроводности в различных системах (лектор Степановских Е.И.)

Раздел 1. Неравновесные и равновесные процессы в ионных системах

Тема: «Расчет электропроводности. Использование кондуктометрии для определения физико-химических констант».

Задача 1

При 298 К и 1 атм удельная электропроводность 0,0001 моль/л раствора бензойной кислоты равна 0,0021 См/м. Вычислите:

1. эквивалентную электропроводность раствора;
2. значение константы ионизации кислоты и сравните его со справочной величиной;
3. величину рН раствора.

Тема Расчет электропроводности

Задача 2

Известны данные о зависимости удельного сопротивления (ρ) водного раствора NaNO_3 от концентрации (c).

c , моль/л	0,05	0,1	0,16	0,5	1
ρ , Ом·м	1,852	0,971	0,638	0,250	0,157

Изобразите графически зависимость удельной и эквивалентной электропроводности этого раствора от концентрации. Определите величину предельной эквивалентной электропроводности данного вещества и сравните полученную величину со справочными данными.

Тема «Вычисление ЭДС гальванического элемента»

Задача 3

Гальванический элемент без переноса составлен из водородного и хлорного электродов, погруженных в водный раствор кислоты HCl концентрации 10 моль/м³. Газообразный водород пропускается в водородном электроде под давлением 1,5 атм, а хлор в хлорном электроде под давлением 1,3 атм.

Необходимо:

1. записать схему ГЭ;
2. записать реакции, протекающие на электродах и токообразующую реакцию;
3. вычислить ЭДС данного гальванического элемента.

Тема: «Химическое равновесие в гомогенных электрохимических системах»

Задача 4

При 298 К дана зависимость величины рН растворов акриловой кислоты от начальной концентрации раствора c_{HA} , моль/л.

c_{HA} , моль/л	0,003	0,01	0,03	0,1	0,3
рН	3,39	3,13	2,89	2,63	2,39

Определите величину константы кислотности слабой кислоты и сравните полученное значение со справочной величиной.

РР 1. Расчет электропроводности в различных системах (лектор Брусницына Л.А.)

Раздел 1. Неравновесные и равновесные процессы в ионных системах

Тема «Расчет концентрации всех видов частиц в растворах слабых одноосновных кислот»

Задача 1

При 298 К имеется водный раствор уксусной кислоты, концентрация которой 0,020 моль/л.

Необходимо:

- 1) записать уравнения ионных равновесий в водном растворе кислоты;
- 2) представить условия материального баланса и условие электронейтральности;
- 3) рассчитать концентрации всех видов частиц в водном растворе уксусной кислоты, используя плотность глубины реакции.

Раздел 1. Неравновесные и равновесные процессы в ионных системах

Тема «Расчет протолитического равновесия и ионного произведения воды»

Задача 2

Известно, что удельная электропроводность чистой воды при температуре 271 К составляет $1,47 \cdot 10^{-6} \text{ Ом}^{-1}\text{м}^{-1}$.

Необходимо рассчитать: 1) константу протолитического равновесия воды при заданной температуре; 2) константу ионизации воды при заданной температуре; 3) ионное произведение воды; 4) водородный показатель (рН) воды.

Раздел 1. Неравновесные и равновесные процессы в ионных системах

Тема «Расчет ЭДС гальванического элемента»

Задача 3

По справочным данным при температуре 298 К для приведенной схемы гальванического элемента $\text{Zn} | \text{ZnSO}_4 || \text{FeSO}_4 | \text{Fe}$ необходимо:

- 1) записать электродные реакции и общую реакцию в элементе;
- 2) рассчитать стандартное значение ЭДС гальванического элемента;
- 3) рассчитать константу равновесия электрохимической реакции.

LMS-платформа

1. Неравновесные явления в сложных химических процессах 5 зач.ед. (Степановских Е.И.) https://learn.urfu.ru/subject/index/card/subject_id/3734

2. Неравновесные явления в сложных химических процессах (Брусницына Л.А.) https://learn.urfu.ru/subject/index/card/subject_id/3762

5.2.4. Расчетная работа № 2

Примерный перечень тем

1. Зависимость скорости химической реакции от концентрации реагентов и от температуры

2. Определение скорости реакции и константы скорости

3. Интегральные способы определения частных порядков реакции

4. Расчет константы скорости реакции первого и второго порядка

Примерные задания

**РР-2 Расчет константы скорости реакций первого и второго порядка
(лектор Степановских Е.И.)**

Раздел 2. Кинетика простых реакций

Задача 5. Тема «Зависимость скорости химической реакции от концентрации реагентов и от температуры. Уравнение Аррениуса».

При изучении кинетики термического разложения вещества A , начальная концентрация которого равна 70 моль/м^3 , получены значения констант скоростей реакции при разных температурах

$T, \text{ K}$	800	820	840	850	865
$k, \text{ мин}^{-1}$	0,002	0,0043	0,0088	0,0123	0,0204

Определите: 1) графическим методом величину энергии активации; 2) вычислите величину предэкспоненциального множителя; 3) вычислите концентрацию исходного вещества через 15 минут от начала реакции, протекающей при температуре 840 К.

Тема: «Определение скорости реакции, времени полупревращения и константы скорости реакции»

Задача 6

При изучении кинетики реакции первого порядка получены следующие данные для построения кинетической кривой исходного вещества.

Время, мин	0	3	5	7	12	20	30
Концентрация A , моль/м ³	100	54,88	36,79	24,66	9,07	1,83	0,25

Необходимо:

- 1) Построить кинетическую кривую; 2) определить по ней скорости реакции в начальный момент и при времени 6 минут от начала процесса; 3) время полупревращения; 4) вычислить константу скорости реакции.

Тема: «Интегральные способы определения частных порядков реакции»

Задача 7

Для гомогенной реакции, протекающей согласно стехиометрическому уравнению $2A = B$, имеются данные по зависимости концентрации вещества A от времени.

Время, мин	0	20	40	60	80	100	120	140	160	220
Концентрация A , моль/м ³	500	312	238	189	156	133	115	103	93	71

Определите:

- 1) интегральным методом, к какому порядку: первому или второму, относится данная реакция (проверить оба); 2) определите величину константы скорости реакции; 3) постройте кинетическую кривую и подтвердите по ней порядок реакции.

**РР-2 Расчет константы скорости реакций первого и второго порядка
(лектор Брусницына Л.А.)**

Раздел 2. Кинетика простых реакций

Тема «Расчет константы скорости реакции первого порядка»

Задача 4

Для реакции, протекающей в газовой фазе при постоянном объеме, согласно стехиометрическому уравнению $A = B + C + D$ известна зависимость давления газовой смеси от времени:

Время, мин	0	5	10	15	20
p , Па	40000	49800	58360	65870	72470

Реакция описывается уравнением реакции первого порядка.

Необходимо:

- 1) выразить константу скорости реакции через общее давление;
- 2) рассчитать константу скорости реакции.

Раздел 2. Кинетика простых реакций

Тема «Расчет константы скорости реакции второго порядка»

Задача 5

Кинетика гомогенной реакции $A + B = C$ описывается кинетическим уравнением второго порядка. Известна константа скорости и начальные концентрации исходных веществ: $k = 0,00238 \text{ м}^3 \text{ моль}^{-1} \text{ мин}^{-1}$; $c_{A,0} = 25 \text{ моль/м}^3$; $c_{B,0} = 50 \text{ моль/м}^3$.

Необходимо:

- 1) выразить зависимость концентрации реагирующих веществ и продуктов реакции от времени;
- 2) рассчитать текущие концентрации реагирующих веществ и продукта реакции;
- 3) построить кинетические кривые всех участников реакции в интервале времени от 0 до 60 мин с шагом 10 мин.

LMS-платформа

1. Неравновесные явления в сложных химических процессах 5 зач.ед. (Степановских Е.И.) https://learn.urfu.ru/subject/index/card/subject_id/3734
2. Неравновесные явления в сложных химических процессах (Брусницына Л.А.) https://learn.urfu.ru/subject/index/card/subject_id/3762

5.2.5. Расчетная работа № 3

Примерный перечень тем

1. Решение обратной задачи кинетики для обратимой реакции
2. Решение прямой задачи кинетики для параллельной реакции
3. Кинетика газовых реакций
4. Определение порядка реакции дифференциальным методом

Примерные задания

**РР-3 Расчет параметров кинетического уравнения сложной реакции
(лектор Степановских Е.И.)**

Раздел 3. Кинетика многостадийных реакций

Задача 8. Тема: «Решение обратной задачи кинетики для обратимой реакции»

Известны данные о текущей концентрации вещества В (выраженной в процентах) при протекании обратимой реакции первого порядка типа $A \rightleftharpoons B$.

Время, мин	0	3	6	8	11	15	равновесие
Текущая концентрация В, %	2	14	24,2	30	36,5	43,3	57,8

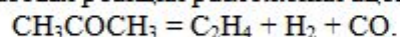
Необходимо:

- 1) построить кинетическую кривую;
- 2) построить анаморфозу кинетической кривой;
- 3) определить константы скоростей прямой и обратной стадий

Раздел 3. Кинетика многостадийных реакций

Задача 9. Тема: «Кинетика газовых реакций».

В системе протекает газовая реакция разложения ацетона



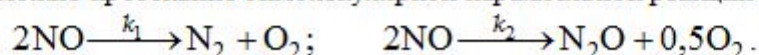
Константа скорости реакции $0,026 \text{ мин}^{-1}$. Начальное давление в системе 100000 Па (продуктов реакции в начальный момент нет).

Каким будет общее давление в системе через 20 мин ?

Раздел 3. Кинетика многостадийных реакций

Задача 10. Тема: решение прямой задачи кинетики для параллельной реакции

При 1300 К возможно протекание бимолекулярной параллельной реакции



Известно, что начальная концентрация окиси азота $c_{0,\text{NO}} = 4000 \text{ моль/м}^3$, а константы скоростей равны, соответственно, $k_1 = 0,0257 \text{ м}^3\text{моль}^{-1}\text{с}^{-1}$, $k_2 = 0,0182 \text{ м}^3\text{моль}^{-1}\text{с}^{-1}$. Через какое время от начала реакции концентрация окиси азота уменьшится на 32% ?

РР 3 «Определение порядка реакции» (лектор Брусницына Л.А.)

Раздел 3. Кинетика многостадийных реакций

Тема «Определение порядка химической реакции графическим интегральным методом»

Задача 6

Для гомогенной реакции, протекающей согласно стехиометрическому уравнению $2A = B$, имеются данные по зависимости концентрации вещества A от времени:

Время, мин	0	20	40	60	80	100	120	140
c_A , моль/м ³	992	620	395	247	156	99	84	39,6

Необходимо:

- 1) определить графически по зависимостям в соответствующих координатах (интегральным методом), к какому порядку (первому или второму) кинетически относится данная реакция; 2) рассчитать величину константы скорости реакции; 3) вычислить время получения 50% вещества B от максимально возможного при температуре опыта.

Тема «Определение порядка химической реакции графическим дифференциальным методом»

Задача 7

Для гомогенной реакции $A_1 + A_2 + A_3 = B$ дана зависимость концентрации вещества A_1 от времени при начальных концентрациях A_2 и A_3 , значительно превышающих начальную концентрацию вещества A_1 :

Время, мин	0	10	20	30	40	50	60	87
Концентрация A_1 , моль/м ³	235	188	144	103	70	43	25	1

Необходимо:

- 1) построить кинетическую кривую зависимости концентрации вещества A_1 от времени; 2) определить графически в соответствующих координатах дифференциальным методом частный порядок реакции по веществу A_1 ; 3) рассчитать эффективную константу скорости реакции.

Тема «Определение энергии активации»

Задача 8

Для гомогенной реакции $H_2 + Br_2 = 2HBr$ известны значения констант скоростей при двух температурах:

T , К	574,5	497,2	$c_0 = 90$ моль/м ³
k , мин ⁻¹ моль ⁻¹ л	0,0856	0,00036	

Порядок реакции совпадает с молекулярностью, начальные концентрации исходных веществ разной природы равны между собой и равны c_0 .

Необходимо рассчитать: 1) энергию активации реакции; 2) количество вещества, израсходованное для этой реакции при температуре 483 К за 20 мин.

LMS-платформа

1. Неравновесные явления в сложных химических процессах 5 зач.ед. (Степановских Е.И.) https://learn.urfu.ru/subject/index/card/subject_id/3734

2. Неравновесные явления в сложных химических процессах (Брусницына Л.А.) https://learn.urfu.ru/subject/index/card/subject_id/3762

5.2.6. Расчетная работа № 4

Примерный перечень тем

1. Графическое решение обратной задачи кинетики для обратимой реакции
2. Применение принципа квазистационарных концентраций
3. Решение обратной задачи кинетики для последовательной реакции

Примерные задания

РР-4. Расчет параметров кинетического уравнения сложной реакции (лектор Степановских Е.И.)

Раздел 3. Кинетика многостадийных реакций

Задача 11. Тема: Кинетика обратимой реакции

Реакция изомеризации β -оксикротонового эфира (А) в ацетоуксусный эфир (В) относится к мономолекулярным реакциям ($c_{0,B} = 0$) $A \xrightarrow{k_1} B$; $B \xrightarrow{k_2} A$. По зависимости концентрации β -оксикротонового эфира от времени постройте кинетическую кривую $c_A = f(\tau)$. Найдите константы скорости прямой и обратной реакции.

τ , час	0	100	200	300	400	500	∞
c_A , моль/м ³	366	250	184	139	117	103	78

Раздел 3. Кинетика многостадийных реакций

Задача 12. Тема: «Принцип квазистационарных концентраций»

Для объяснения суммарной реакции $A_2 + B_2 = 2AB$ предложено два механизма.

Механизм 1	Механизм 2	Экспериментальные данные
$A_2 = 2A$ (k_1) $A + B_2 = AB + B$ (k_2) $A + B = AB$ (k_3)	$A_2 = 2A$ (k_1) $2A = A_2$ (k_1) $B_2 = 2B$ (k_2) $A + B = AB$ (k_3)	Найдено, что порядок по A_2 равен нулю

Выведите по каждому из них выражение для скорости накопления АВ. Известно, что первая стадия в каждом механизме самая медленная. Проанализируйте полученные уравнения и обоснованно ответьте, какой из этих механизмов соответствует экспериментальному уравнению скорости образования АВ

РР 4 «Сложные химические реакции» (лектор Брусницына Л.А.)

Раздел 3. Кинетика многостадийных реакций

Тема «Расчет констант скорости обратимых реакций»

Задача 9

Для обратимой мономолекулярной реакции известно изменение концентрации вещества A во времени и то, что $c_{B,0} = 0$.

Время, мин	0	6	25	44	54	66	равновесие
c_A , моль/м ³	1000	980	810	620	520	400	212

Необходимо:

- 1) построить кинетическую кривую для вещества A ;
- 2) вычислить константу скорости прямой реакции;
- 3) вычислить константу скорости обратной реакции.

РР 4 «Сложные химические реакции» (лектор Брусницына Л.А.)

Раздел 3. Кинетика многостадийных реакций

Тема «Расчет констант скорости последовательных реакций»

Задача 10

Для последовательной реакции первого порядка известны константы скорости первой и второй стадий, а также начальная концентрация исходного вещества A .

k_1 , мин ⁻¹	k_2 , мин ⁻¹	$c_{A,0}$, моль/м ³
0,10	0,05	1000

Необходимо:

- 1) построить кинетические кривые участников реакции исходного вещества A , промежуточного вещества B и продукта реакции C в интервале времени 0 - 60 мин с шагом по времени 10 мин;
- 2) вычислить значения максимума кинетической кривой промежуточного вещества и сравнить с данными, полученными из графика.

LMS-платформа

1. Неравновесные явления в сложных химических процессах 5 зач.ед. (Степановских Е.И.) https://learn.urfu.ru/subject/index/card/subject_id/3734

2. Неравновесные явления в сложных химических процессах (Брусницына Л.А.) https://learn.urfu.ru/subject/index/card/subject_id/3762

5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля

5.3.1. Экзамен

Список примерных вопросов

1. Основной постулат химической кинетики. Константа скорости реакции
2. Кинетические кривые. Методы получения. Использование кинетических кривых
3. Зависимость константы скорости реакции от температуры
4. Методы определения величины энергии активации
5. Интегральные методы определения частных порядков реакции
6. Дифференциальный метод определения частных порядков реакции
7. Теория активированного комплекса. Уравнение Эйринга
8. Термодинамический аспект теории активированного комплекса
9. Теория активных соударений. Уравнение Траутца - Льюиса

10. Дифференциальное и интегральное кинетические уравнения реакций первого порядка в закрытой системе
 11. Дифференциальное и интегральное кинетические уравнения реакций второго порядка в закрытой системе
 12. Частные случаи реакции второго порядка
 13. Решение прямой и обратной задач кинетики для реакций первого порядка
 14. Решение прямой и обратной задач кинетики для реакций второго порядка
 15. Кинетика мономолекулярной обратимой реакции
 16. Кинетика мономолекулярной параллельной реакции
 17. Кинетика мономолекулярной последовательной реакции
 18. Принцип квазистационарных концентраций. Достоинства и недостатки
 19. Понятие о цепных реакциях. Неразветвленные и разветвленные цепные реакции
 20. Анализ модельного уравнения цепной реакции
 21. Понятие о фотохимических реакциях. Законы фотохимии. Квантовый выход
 22. Гетерогенные химические реакции. Стадии гетерогенной реакции. Кинетика при лимитирующей стадии адсорбции
 23. Гомогенный катализ, примеры. Слитный механизм гомогенного катализа. Анализ кинетического уравнения.
 24. Гомогенный катализ, примеры. Раздельный механизм гомогенного катализа. Анализ кинетического уравнения
 25. Гетерогенный катализ. Основные стадии процесса. Теории гетерогенного катализа
 26. Супер быстрые реакции и особенности описания их кинетики
 27. Кинетика автокаталитических реакций
 28. Сопряженные реакции и возможность их протекания
 29. Механизм переноса тока в растворах электролитов.
 30. Скорость движения ионов. Подвижность ионов. Закон независимого движения ионов.
 31. Удельная и эквивалентная электрические проводимости растворов электролитов. Связь между ними.
 32. Зависимость электропроводимости электролитов от различных факторов. Уравнение Вальдена-Писаржевского
 33. Объяснение аномальной подвижности некоторых ионов и торможения в растворах электролитов
 34. Уравнения Кольрауша, Онзангера и расчеты по этим уравнениям
 35. Использование кондуктометрии для определения термодинамических констант
 36. Теория сильных электролитов Дебая-Хюккеля, основные уравнения и ограничения.
 37. Кондуктометрический метод анализа
- LMS-платформа
1. Неравновесные явления в сложных химических процессах 5 зач.ед. (Степановских Е.И.) https://learn.urfu.ru/subject/index/card/subject_id/3734
 2. Неравновесные явления в сложных химических процессах (Брусницына Л.А.) https://learn.urfu.ru/subject/index/card/subject_id/3762

5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения	Контрольно-оценочные мероприятия
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности Технология самостоятельной работы	ОПК-3	Д-1	Лабораторные занятия Лекции Расчетная работа № 1 Расчетная работа № 2 Расчетная работа № 3 Расчетная работа № 4