

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Неравновесные явления в сложных химических процессах

Код модуля
1158002

Модуль
Современный курс органической и физической
химии

Екатеринбург

Оценочные материалы составлены автором(ами):

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Виноградова Татьяна Владимировна	к.х.н.	доцент	Физической и коллоидной химии
2	Степановских Елена Ивановна	кандидат химических наук, доцент	Доцент	физической и коллоидной химии

Согласовано:

Управление образовательных программ

С.А. Иванченко

Авторы:

- 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
		Коллоквиум	1
		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>Коллоквиум Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2 Лекции Расчетная работа № 1</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 № 2 Расчетная работа № 3 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	22
<i>расчетная работа 2</i>	4,8	15
<i>расчетная работа 3</i>	4,11	15
<i>расчетная работа 4</i>	4,14	10
<i>Теоретический коллоквиум</i>	4,14	38
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>Контрольная работа 1</i>	4,9	20
<i>Выполнение лабораторных работ</i>	4,14	60
<i>Контрольная работа 2</i>	4,6	20
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. Кондуктометрическое титрование
2. Определение констант ионизации слабых кислот и оснований методом рН-метрии
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. Курс для биотехнологов. https://learn.urfu.ru/subject/index/card/subject_id/5249

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. Закон независимого движения ионов. Уравнение Кольрауша. Уравнение Онзагера.
4. Виды электрохимических цепей. Электролизеры и гальванические элементы. Гальванические элементы и их характеристики.

Примерные задания

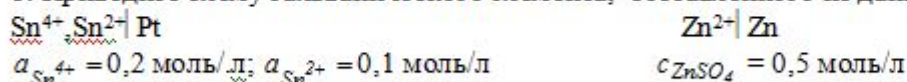
Контрольная работа 1 разработана для проверки знаний по первому разделу курса. Нужно решить две задачи. Примеры типовых задач приводятся

Контрольная работа 1

Раздел 1 Неравновесные и равновесные процессы в ионных системах

Примеры задач

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



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 AgCl равна $3,1 \cdot 10^{-4} \text{ (Ом}\cdot\text{м)}^{-1}$, а воды, взятой для приготовления этого раствора $1,3 \cdot 10^{-4} \text{ (Ом}\cdot\text{м)}^{-1}$. Полагая, что насыщенный раствор малорастворимого соединения относится к предельно разбавленным, найти растворимость хлористого серебра в чистой воде и величину ПР.

3. Эквивалентная электропроводность раствора уксусной кислоты при концентрации ее $4,4 \text{ г/л}$ равна $6,09 \text{ Ом}^{-1}\text{моль}^{-1}\text{см}^2$. Найти константу ионизации уксусной кислоты и величину pH раствора.

4. Запишите уравнения и законы ионных равновесий в системе и найдите pH смеси, получаемой при добавлении к $20 \text{ мл } 10 \text{ моль/м}^3 \text{ KOH}$ $30 \text{ мл } 0,02 \text{ моль/л}$ раствора аммиака

LMS-платформа

1. Неравновесные явления в сложных химических процессах. Курс для биотехнологов. https://learn.urfu.ru/subject/index/card/subject_id/5249

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. Принцип квазистационарных концентраций.
6. Решение прямой и обратной задач кинетики в случае многостадийных реакций

Примерные задания

Контрольная работа 2 разработана для проверки знаний по разделам 2-4 курса. Нужно решить 2 задачи. Примеры типовых задач приводятся далее.

Контрольная работа 2

Раздел 2 Кинетика простых реакций

Примеры задач

1. В реакции $2A + B = D$ 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)
0,1	0,1	0,25
0,2	0,1	0,5
0,1	0,2	0,25

Найдите частные порядки реакции по компонентам.

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. Для реакции разложения бромэтана $C_2H_5Br \rightarrow C_2H_4 + HBr$ известны параметры уравнения Аррениуса предэкспоненциальный множитель $7,2 \cdot 10^{12} \text{ с}^{-1}$; энергия активации $218,0 \text{ кДж/моль}$. Используя теорию активированного комплекса, рассчитайте энтальпию, энтропию и энергию Гиббса активации этой реакции при $200 \text{ }^\circ\text{C}$.

4. 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 $40 \text{ }^\circ\text{C}$.

Контрольная работа 2

Раздел 3 Кинетика многостадийных реакций

Примеры задач

1. 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 A и B станут равными, если концентрация вещества B в начале реакции равна 0.

2. При изучении реакционной системы $Ni(NCS)^+ + NCS^- \rightleftharpoons Ni(NCS)_2$ получены значения констант скорости прямой и обратной реакций

Температура, $^\circ\text{C}$	30	33,5
$k_1 \cdot 10^{-5}$, л/(моль·с)	2,21	3,32
k_{-1} , с^{-1}	82	91

Найти величины энергии активации каждой стадии.

3. Химическая реакция $CH_3COOCH_3 + H_2O = CH_3COOH + CH_3OH$

катализируется ионами H^+ . Полагают, что наблюдаемая константа скорости k' связана с константой скорости некаталитической реакции k соотношением $k' = k(c_{kt})^n$, где c_{kt} – концентрация катализатора. На основании опытных данных определить значения k и n .

$k' \cdot 10^{-4}$, с^{-1}	0,108	0,585	1,000	2,682	3,469
c_{HCl} , моль/л	0,1005	0,5024	0,8275	1,800	2,429

Контрольная работа 2

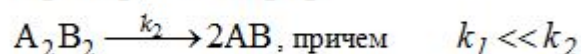
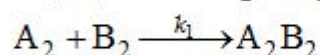
Раздел 4 Катализ

Примеры задач

1. Ферментативная реакция подавляется конкурентным ингибитором. Константа Михаэлиса равна $2,7 \cdot 10^{-3}$ моль/л, константа ингибирования равна $3,1 \cdot 10^{-5}$ моль/л, концентрация субстрата равна $3,6 \cdot 10^{-4}$ моль/л. Сколько ингибитора понадобится для подавления реакции на 30%?

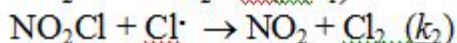
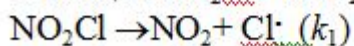
2. Рассчитайте концентрацию неконкурентного ингибитора I (константа диссоциации его $K_I = 2,9 \cdot 10^{-4}$ моль/л), необходимую для 90% подавления ферментативной реакции.

3. Для реакции $A_2 + B_2 \rightarrow 2AB$ предложен следующий механизм:



Получите кинетическое уравнение скорости образования продукта АВ.

4. Реакция $NO_2Cl \rightarrow NO_2 + 0,5 Cl_2$ протекает по механизму:



Выведите уравнение для скорости разложения NO_2Cl .

LMS-платформа

1. Неравновесные явления в сложных химических процессах. Курс для биотехнологов. https://learn.urfu.ru/subject/index/card/subject_id/5249

5.2.3. Коллоквиум

Примерный перечень тем

1. Неравновесные и равновесные процессы в ионных системах
2. Кинетика простых реакций
3. Кинетика многостадийных реакций
4. Катализ

Примерные задания

Теоретический коллоквиум разработан для проверки знания и усвоения самых сложных вопросов курса. Это письменный коллоквиум. Время, отведенное на ответ, 30 минут.

Перечень вопросов, вынесенных на теоретический коллоквиум приводится далее.

Вопросы теоретического письменного коллоквиума

1. Решите прямую и обратную задачи кинетики для химической реакции нулевого порядка.
2. Кинетическое уравнение химической реакции $w = kc^{1/2}$. Решите прямую и обратную задачи кинетики для этой реакции.
3. В системе протекает параллельная реакция, описываемая следующими двумя стадиями: $A \xrightarrow{k_1} P$; $B \xrightarrow{k_2} P$. Полагая, что начальные концентрации А и В одинаковы, а продукта в начальный момент нет, запишите кинетическое уравнение реакции и выведите уравнение кинетической кривой для продукта.
4. Выведите уравнение скорости гомогенной каталитической реакции, протекающей по слитному механизму и проанализируйте его.
5. Выведите кинетическое уравнение гомогенной каталитической реакции, протекающей по раздельному механизму, и проанализируйте его для случая лимитирующей второй стадии процесса.
6. Выведите уравнение Михаэлиса – Ментен для односубстратной ферментативной реакции
7. Выведите кинетическое уравнение гомогенной каталитической реакции, протекающей по раздельному механизму и проанализируйте его для случая лимитирующей первой стадии процесса.
8. Выведите уравнение Михаэлиса-Ментен для ферментативной реакции с конкурентным ингибированием
9. Выведите уравнение Михаэлиса-Ментен для ферментативной реакции с неконкурентным ингибированием
10. Выведите уравнение Михаэлиса-Ментен для ферментативной реакции с бесконкурентным ингибированием
11. Расскажите об эффекте Дебая-Фалькенгагена и объясните его протекание с точки зрения теории Дебая – Хюккеля – Онзагера
12. Расскажите о сопряженных химических реакциях и причинах возможности их протекания, исходя из современной теории неравновесных процессов
13. Расскажите о супербыстрых реакциях и способах решения обратной задачи кинетики для них
14. Расскажите о стационарной кинетике и ее возможностях
15. Расскажите о предельных явлениях в цепных реакциях

LMS-платформа

1. Неравновесные явления в сложных химических процессах. Курс для биотехнологов. https://learn.urfu.ru/subject/index/card/subject_id/5249

5.2.4. Расчетная работа № 1

Примерный перечень тем

1. Характеристики равновесий в ионных системах. Способы расчета равновесных свойств систем.
2. Перенос тока в растворах электролитов
3. Теория сильных электролитов

Примерные задания

Расчетная работа РР-1 создана по материалам 1 раздела курса. Одна из задач (задача 3) является довольно трудоемкой. Для ее выполнения лектором создана специальная программа, которая выложена в Гиперметоде

Расчетная работа 1. Расчет электропроводности в различных системах

Раздел 1. Неравновесные и равновесные процессы в ионных системах

Тема: «Перенос тока в растворах электролитов».

Задача 1

При 298 К удельная электропроводность насыщенного водного раствора $PbBr_2$ равна 0,3082 См/м. Удельная электропроводность воды, взятой для приготовления этого раствора, равна 0,0001 См/м.

Необходимо:

- 1) найти значения предельных подвижностей всех ионов;
- 2) записать уравнение, связывающее удельную электропроводность раствора с подвижностями ионов и плотностями глубин реакций;
- 3) вычислить растворимость малорастворимого вещества;
- 4) рассчитать произведение растворимости этого вещества;
- 5) сравнить полученную величину со справочными данными.

Тема: «Теория сильных электролитов»

Задача 2 (на базе специальной программы)

1. Рассмотрите влияние температуры на величину среднего ионного коэффициента активности ионов в водном растворе HBr концентрации 0,03 моль/л. По результатам расчетов постройте график.
2. По зависимости средних ионных коэффициентов активности в водном растворе HBr от концентрации электролита определите значение параметра a в уравнении второго приближения теории Дебая-Хюккеля. Сравните полученную величину со справочными данными.

Концентрация, моль/л	0,005	0,08	0,2	0,5	0,8
Средний ионный коэффициент активности	0,928	0,79	0,726	0,661	0,63

Тема: «Растворы электролитов и их свойства».

Задача 3

Имеется водный раствор азотистой кислоты начальной концентрации 15 моль/м³.

Необходимо:

- 1) записать уравнения ионных равновесий в этом растворе;
- 2) записать законы ионных равновесий;
- 3) найти равновесную плотность глубины реакции ионизации кислоты;
- 4) вычислить равновесную концентрацию кислоты (нейтральной формы) в данном растворе;
- 5) найти величину pH.

LMS-платформа

1. Неравновесные явления в сложных химических процессах. Курс для биотехнологов. https://learn.urfu.ru/subject/index/card/subject_id/5249

5.2.5. Расчетная работа № 2

Примерный перечень тем

1. Скорость реакции и закон скорости
2. Кинетика бимолекулярных реакций
3. Зависимость скорости реакции от температуры

Примерные задания

РР-2 Расчет константы скорости реакций первого и второго порядка

Раздел 2. Кинетика простых реакций

Тема: «Скорость реакции и закон скорости»

Задача 4

В системе протекает химическая реакция, имеющая целочисленный порядок. В результате реакции образуется один продукт, в начальный момент он отсутствует. Зависимость концентрации исходного вещества (одного или единственного) от времени приведена в виде таблицы

Время, мин	0	4	8	14	18	24	34	42
c , моль/м ³	200	145	105	65	47	29	13	7

1. Постройте кинетическую кривую исходного вещества
2. Определите концентрацию исходного вещества на 10 минуте;
3. Определите время полупревращения исходного вещества;
4. Определите, к какому порядку (первому или второму) относится данная реакция;
5. Запишите основной постулат кинетики для реакции и определите константу скорости реакции.
6. Определите скорость реакции и концентрацию продукта на 16 минуте.

Тема: «Бимолекулярные реакции»

Задача 5

В бимолекулярной реакции омыления этилацетата щелочью, протекающей при температуре 293 К, начальные концентрации эфира и щелочи равны, соответственно 25 моль/м³ и 40 моль/м³, а через 20 мин концентрации эфира и щелочи стали равны, соответственно 11,8 моль/м³ и 26,8 моль/м³.

Определите

- 1) величину константы скорости данной реакции
- 2) концентрацию эфира после 10 минут прохождения процесса.

Раздел 2. Кинетика простых реакций

Тема: «Зависимость скорости реакции от температуры»

Задача 6

Реакция разложения малоновой кислоты (начальная концентрация 50 моль/м³) относится к мономолекулярным и может быть описана уравнением

$\text{CH}_2(\text{COOH})_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + \text{CO}_2$. Константа скорости реакции при температуре 154 °C равна 0,0684 мин⁻¹, а при температуре 140 °C она равна 0,018 мин⁻¹.

Необходимо:

- 1) Вычислить величину энергии активации;
- 2) Найти константу скорости при температуре 147 °C;
- 3) Вычислить концентрацию малоновой кислоты через 2 минуты от начала разложения при всех трех температурах.

LMS-платформа

1. Неравновесные явления в сложных химических процессах. Курс для биотехнологов. https://learn.urfu.ru/subject/index/card/subject_id/5249

5.2.6. Расчетная работа № 3

Примерный перечень тем

1. Кинетика обратимых мономолекулярных реакций
2. Решение прямой задачи мономолекулярной параллельной реакции
3. Кинетика последовательной реакции

Примерные задания

РР-3 Расчет параметров кинетического уравнения сложной реакции.

Раздел 3. Кинетика многостадийных реакций

Тема: «Обратимые реакции»

Задача 7

В системе протекает обратимая реакция первого порядка, в которой A - исходное вещество, B - продукт прямой стадии. Начальная концентрация вещества B равна нулю. Константа равновесия этой реакции равна 9 ($[c]=1$ моль/дм³), а константа скорости обратной стадии $0,05$ с⁻¹. Определите время, при котором концентрации веществ A и B в системе сравняются.

Тема: «Параллельные реакции»

Задача 8

Муравьиная кислота каталитически при высокой температуре разлагается по двум параллельным стадиям:

1. $\text{НСООН} = \text{СО}_2 + \text{Н}_2$ (k_1);
2. $\text{НСООН} = \text{СО} + \text{Н}_2\text{О}$ (k_2).

Начальная концентрация кислоты 5 моль/дм³.

Константа скорости стадии дегидрирования равна $0,1$ с⁻¹; константа скорости стадии дегидратации $0,003$ с⁻¹. Вычислите текущие концентрации муравьиной кислоты, окиси и двуокиси углерода после 6 секунд протекания процесса.

Тема: «Последовательные реакции»

Задача 9

В системе протекает последовательная реакция из двух стадий, каждая из которых является мономолекулярной. Известно, что начальная концентрация реагента равна 100 моль/м³, константа скорости первой стадии равна $0,25$ мин⁻¹, а константа скорости второй стадии равна $0,95$ мин⁻¹.

Рассчитайте

- 1) максимальную концентрацию интермедиата;
- 2) время достижения максимальной концентрации интермедиата;
- 3) концентрацию продукта при времени, когда концентрация интермедиата в системе будет максимальной.

LMS-платформа

1. Неравновесные явления в сложных химических процессах. Курс для биотехнологов. https://learn.urfu.ru/subject/index/card/subject_id/5249

5.2.7. Расчетная работа № 4

Примерный перечень тем

1. Ферментативный катализ - пример гомогенного катализа
2. Кинетическое уравнение ферментативного катализа - уравнение Михаэлиса-Ментен
3. Кинетика ингибирования ферментативной реакции

Примерные задания

РР-4 Расчет параметров кинетического уравнения каталитической реакции.

Раздел 4. Катализ Тема: «Ферментативный катализ»

Задача 10 (на базе специальной программы)

Для выполнения задания воспользуйтесь специальной программой, в которой имеется подробная теоретическая часть и алгоритм вычислений. Срок выполнения задачи 3 недели
Определение констант уравнения Михаэлиса-Ментен

1. Исследуйте кинетику ферментативной реакции с одним субстратом – адреналином и одним ферментом циклооксигеназой. Запишите схему процесса и кинетическое уравнение процесса. На основании экспериментальных данных о зависимости концентрации продукта реакции c_P от времени при различных начальных концентрациях субстрата $c_{S,0}$ постройте кинетические кривые накопления продукта реакции P . Определите по ним характеристическое время и скорость реакции в стационарном режиме. Используя методы предстационарной кинетики, определите константы скоростей всех стадий процесса. Вычислите константу Михаэлиса и величину предельной скорости реакции.

Номер кривой	$c_{S,0}$, мМ	Концентрация <u>циклооксигеназы</u> 250 мкМ									
		Время, с	0,01	0,82	0,94	1,06	1,1	1,16	1,2	1,30	1,4
1	50	c_P , мкМ	0,01	1	2	6	8,40	12	14,2	20,0	26,0
		Время, с	0,01	0,74	0,82	1	1,1	1,14	1,2	1,30	1,4
2	66	c_P , мкМ	0,01	1	2	10,5	17,4	20	24,3	31,4	38,2
		Время, с	0,01	0,6	0,66	0,8	0,9	1	1,06	1,12	1,2
3	100	c_P , мкМ	0,01	1	2	10	18,5	27	32	37,0	43,8
		Время, с	0,1	0,45	0,52	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,2
4	140	c_P , мкМ	0,01	1	2	13,5	23,5	33,0	43	52,5	62,3

Определение типа ингибирования

Исследуйте зависимость скорости реакции от концентрации адреналина в случае ингибирования ферментативной реакции напроксеном. Определите тип ингибирования, параметры кинетического уравнения: константу Михаэлиса, константу ингибирования, величину предельной скорости.

Номер кривой	$c_{S,0}$, мМ	Концентрация <u>циклооксигеназы</u> 250 мкМ Концентрация <u>напроксена</u> равна 15 мкМ									
		Время, с	0,01	0,82	0,94	1,08	1,14	1,2	1,26	1,30	1,4
1a	50	c_P , мкМ	0,01	1	2	5,5	8,00	10,6	13,2	15,0	19,4
		Время, с	0,01	0,76	0,84	1	1,1	1,2	1,26	1,30	1,4
2a	66	c_P , мкМ	0,01	1	2	7,5	12,5	17,4	20,5	22,5	27,5
		Время, с	0,01	0,6	0,68	0,8	0,9	1	1,1	1,20	1,3
3a	100	c_P , мкМ	0,01	1	2	7	12,7	18,4	24	29,9	35,6
		Время, с	0,01	0,5	0,56	0,7	0,8	0,9	1	1,10	1,2
4a	140	c_P , мкМ	0,01	1	2	9	15,4	21,7	28	34,5	40,7

РР-4 выполняется на основе специально разработанной лектором программы. Это довольно трудоемкая и сложная работа, на ее выполнения отводится 3 недели. В

результате выполнения студент должен предоставить отчет, в котором указаны все параметры уравнения Михаэлиса-Ментен, определен тип ингибирования и значение констант Михаэлиса и константы ингибирования

LMS-платформа

1. Неравновесные явления в сложных химических процессах. Курс для биотехнологов. https://learn.urfu.ru/subject/index/card/subject_id/5249

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. Кинетика автокаталитических реакций.
27. Сопряженные реакции. Примеры
28. Механизм переноса тока в растворах электролитов
29. Супербыстрые реакции и особенности изучения их кинетики

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.
33. Уравнение Вальдена-Писаржевского
34. Объяснение аномальной подвижности некоторых ионов и торможения в растворах электролитов
35. Уравнения Кольрауша, Онзангера и расчеты по этим уравнениям
36. Использование кондуктометрии для определения термодинамических констант
37. Теория сильных электролитов Дебая-Хюккеля, основные уравнения и ограничения.
38. Кондуктометрический метод анализа.
39. Ферментативный катализ, уравнение Михаэлиса-Ментен
40. Определение параметров кинетического уравнения в ферментативном катализе
41. Кинетика различных видов ингибирования
- LMS-платформа
1. Неравновесные явления в сложных химических процессах. Курс для биотехнологов. https://learn.urfu.ru/subject/index/card/subject_id/5249

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	Коллоквиум Лабораторные занятия Лекции Расчетная работа № 1 Расчетная работа № 2 Расчетная работа № 3 Расчетная работа № 4