

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра химии и химической технологии

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН МТФ
к.т.н. Янпольский В. В.
“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Дополнительные главы физической химии

Образовательная программа: 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, профиль: Основные процессы химических производств и химическая кибернетика

Курс: 2, семестр : 4

Механико-технологический факультет,

		Семестр
№	Вид деятельности	4
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	4
2	Всего часов	144
3	Всего занятий в контактной форме, час.	67
4	Лекции, час.	18
5	Практические занятия, час.	18
6	Лабораторные занятия, час.	18
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	8
8	Аттестация, час.	2
9	Консультации, час.	11
10	Самостоятельная работа, час.	77
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	
12	Вид аттестации	Э

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

ФГОС введен в действие приказом №227 от 12.03.2015 г. , дата утверждения: 27.03.2015 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ХХТ, протокол заседания кафедры №2/1 от 20.06.2017

Утверждена на совете механико-технологического факультета, протокол № 5 от 21.06.2017

Программу разработал:

доцент, к.х.н. Тимакова Е. В.

Заведующий кафедрой:

д.х.н. Уваров Н. Ф.

Ответственный за образовательную программу:

доцент Апарнев А. И.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ОПК.3 способность использовать основные естественнонаучные законы для понимания окружающего мира и явлений природы; в части следующих результатов обучения:
39. знать основы формальной кинетики и теории катализа
Компетенция ФГОС: ПК.15 способность планировать экспериментальные исследования, получать, обрабатывать и анализировать полученные результаты; в части следующих результатов обучения:
у4. уметь использовать методы кинетического анализа для выполнения расчётов основных показателей процесса

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
<i>Дополнительные главы физической химии</i>	
ОПК.3.39 знать основы формальной кинетики и теории катализа	
1.иметь представление о поверхностных явлениях и адсорбции	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
2.иметь представление о формальной и молекулярной кинетике, ее теориях	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
3.иметь представление о природе каталитического действия и механизмах каталитических реакций	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
4.знать основные понятия и соотношения термодинамики поверхностных явлений	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
5.знать уравнения формальной кинетики и кинетики сложных, цепных, гетерогенных и фотохимических реакций	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
6.знать основные теории гомогенного, гетерогенного и ферментативного катализа	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
7.знать методы экспериментального изучения адсорбционного равновесия	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
8.знать способы организации и проведения химического эксперимента	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
9.знать методы решения типовых задач	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.15.у4 уметь использовать методы кинетического анализа для выполнения расчётов основных показателей процесса	
10.уметь выполнять основные химические операции и экспериментальные исследования процессов адсорбции и кинетики химических реакций	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
11.уметь проводить расчеты с использованием основных соотношений термодинамики поверхностных явлений	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
12.уметь применять математический аппарат кинетического описания процессов для решения профессиональных задач	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа

13. уметь составлять кинетические уравнения в дифференциальной и интегральной формах для кинетики простых и сложных реакций и прогнозировать влияние температуры на скорость процесса	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
14. уметь определять экспериментально скорость, константу скорости, порядок химической реакции и лимитирующую стадию процесса	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
15. владеть методами определения констант скорости реакций различных порядков по результатам кинетического эксперимента	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
16. иметь опыт применения законов физической химии в практике, проведения экспериментов и обработки результатов опыта	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 4				
Дидактическая единица: Поверхностные явления и адсорбция.				
1. Поверхностная энергия. Поверхностное натяжение. Механизм самопроизвольного уменьшения поверхностной энергии. Теорема Вульфа. Метод избытков Гиббса. Адсорбция на поверхности жидкости не растворяющегося в ней газа. Адсорбция на поверхности жидкости растворенного в ней вещества. Поверхностно-активные и инактивные вещества. Смачивание. Капиллярные явления. Формула Томсона, старение осадков. Нуклеация и зародышеобразование.	0	2	1, 11, 4, 7	Изучение основных понятий и определений теории поверхностных явлений.
2. Адсорбция: основные понятия и определения. Типы адсорбции. Методы описание адсорбции. Изотерма адсорбции Генри. Изотерма адсорбции Фрейндлиха. Изотерма адсорбции Лэнгмюра. Изотерма адсорбции БЭТ.	0	2	1, 11, 4, 7	Изучение различных типов адсорбции, применение метода абсолютных концентраций для описания процессов адсорбции.
Дидактическая единица: Химическая кинетика и катализ.				

3. Химическая кинетика как раздел физической химии. Скорость химической реакции. Простые и сложные реакции. Элементарные реакции. Молекулярность и порядок реакции. Закон действующих масс. Кинетика реакций целого порядка. Уравнения реакций, скорости реакций, зависимость концентрации от времени, период полупревращения.	0	2	12, 13, 14, 15, 2, 5, 9	Изучение основ формальной кинетики.
4. Методы определения порядка реакции: способ подстановки (аналитический и графический варианты); метод Оствальда-Нойеса; определение порядка по периоду полупревращения; дифференциальный метод Вант-Гоффа; метод изолирования Оствальда и понижения порядка.	1	2	10, 12, 13, 14, 15, 16, 2, 5, 8, 9	Изучение основ формальной кинетики.
5. Зависимость скорости реакции от температуры. Уравнение Вант-Гоффа, температурный коэффициент. Уравнение Аррениуса и его вывод. Теоретические представления химической кинетики. Постулат об активации процесса. Теория активных столкновений. Теория активированного комплекса или переходного состояния.	0	2	12, 13, 14, 15, 16, 2, 5, 9	Изучение теорий химической кинетики.
6. Характеристика сложных реакций. Принцип независимости. Обратимые реакции. Параллельные реакции. Термодинамический и кинетический контроль. Последовательные реакции. Принцип лимитирующей стадии для последовательных реакций. Квазистационарное и квазиравновесное приближения.	0	2	12, 13, 14, 2, 5	Изучение основных положений и закономерностей кинетики сложных реакций.
7. Особенности химических реакций в растворах. Диффузионное сближение электронейтральных частиц. Диффузионное сближение заряженных частиц. Влияние среды на скорость химических реакций в растворах.	0	2	13, 14, 2, 5	Изучение теоретических основ кинетики реакций, протекающих в растворе.

8. Гетерогенные реакции. Влияние различных факторов на скорость реакций. Топохимические реакции. Механохимические реакции. Сопряженные реакции. Автокаталитические реакции. Цепные реакции: неразветвленные и разветвленные. Фотохимические и радиационно-химические процессы.	0	2	12, 13, 14, 15, 16, 2, 5, 9	Изучение теоретических основ кинетики сложных реакций.
9. Катализ. Гомогенный катализ. Основные понятия. Причины каталитического действия. Слитный механизм катализа. Каталитическая активность и селективность. Соотношение Бренстеда-Поляни. Кинетика ферментативного и кислотно-основного катализа. Гетерогенный катализ, макрокинетика, стадии процесса, влияние адсорбции. Области применения катализаторов.	0	2	12, 13, 16, 3, 5, 6, 9	Изучение теоретических основ гомогенного и гетерогенного катализа.

Таблица 3.2

Темы лабораторных работ	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 4				
Дидактическая единица: Поверхностные явления и адсорбция.				
1. Адсорбция из растворов: изучение адсорбции уксусной кислоты на активированном угле.	1	6	1, 10, 11, 12, 16, 4, 7, 8, 9	Приготовление водных растворов уксусной кислоты различной концентрации, определение концентрации кислоты в растворе методом титрования после добавления к ним активированного угля и фильтрации. Расчет адсорбции. Графическая обработка полученных результатов с применением различных типов изотерм адсорбции.
Дидактическая единица: Химическая кинетика и катализ.				
2. Определение лимитирующей стадии процесса окисления алюминия в щелочи.	0,5	4	10, 12, 13, 14, 15, 16, 2, 5, 8, 9	Исследование процесса окисления алюминия при различных концентрациях щелочи. Определение порядка реакции газометрическим методом. Расчет энергии активации процесса. Сделать вывод какая стадия процесса, химическая или электрохимическая, является лимитирующей.

3. Изучение скорости реакции иодирования ацетона.	0,5	4	10, 12, 13, 14, 15, 16, 2, 3, 5, 6, 8, 9	Изучение кинетики иодирования ацетона методом отбора проб при двух температурах. Построение кинетических кривых, определение констант скорости при каждой температуре. Расчет энергии активации.
4. Определение кинетических параметров каталитического процесса разложения пероксида водорода.	0,5	4	12, 13, 14, 15, 16, 2, 3, 5, 6, 8, 9	Определение газометрическим методом скорости сложной реакции, вычисление констант равновесия первой стадии и константы скорости второй стадии, порядков реакции по пероксиду водорода и катализатору.

Таблица 3.3

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 4				
Дидактическая единица: Поверхностные явления и адсорбция.				
1. Количественное описание процессов адсорбции.	0,5	2	1, 10, 11, 12, 4, 7, 8, 9	1. Описание процессов адсорбции с использованием изотермы Фрейндлиха, Генри, Ленгмюра и БЭТ. 2. Расчет констант адсорбции. 3. Нахождение теплоты сорбции.
Дидактическая единица: Химическая кинетика и катализ.				
2. Основные понятия химической кинетики.	0,5	2	12, 14, 15, 16, 2, 5, 9	1. Запись кинетических уравнений. 2. Расчет констант скорости. 3. Расчет начальной, мгновенной и средней скорости по кинетическим кривым.
3. Кинетика реакций целого порядка.	0,5	2	12, 13, 14, 15, 16, 2, 5, 9	1. Расчет концентраций веществ для реакций нулевого, первого, второго и третьего порядков. 2. Расчет констант и периода полураспада.
4. Методы определения порядка реакции.	0,5	2	12, 13, 14, 15, 16, 2, 5, 8, 9	1. Решение задач на определение порядком реакции интегральными методами. 2. Решение задач на определение порядка реакции дифференциальными методами.

5. Влияние температуры на скорость химических реакций.	0,5	2	12, 13, 14, 16, 2, 5, 9	1. Решение задач с применением правила Вант-Гоффа. 2. Решение задач с применением уравнения Аррениуса. 3. Расчет энергии активации и предэкспоненциального множителя.
6. Кинетика сложных реакций.	0,5	2	12, 13, 14, 16, 2, 5, 9	1. Запись кинетических уравнений и их решение для обратимых, последовательных и параллельных реакций. 2. Расчет концентраций веществ для обратимых, последовательных и параллельных реакций.
7. Приближенные методы химической кинетики.	0,5	2	13, 16, 2, 5, 9	1. Расчет скорости реакции с применением квазистационарного и квазиравновесного приближений. 2. Запись кинетических уравнений для цепных реакций и их упрощение с использованием приближений химической кинетики.
8. Фотохимические реакции.	0,5	2	12, 13, 16, 2, 5, 9	1. Запись кинетических уравнений фотохимических процессов с использованием приближенных методов химической кинетики. 2. Расчет квантового выхода фотохимической реакции.
9. Катализ.	0,5	2	12, 13, 16, 2, 3, 5, 6, 9	1. Запись кинетических уравнений ферментативных реакций с применением приближенных методов химической кинетики. 2. Расчет задач на нахождение константы Михаэлиса.

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 4				
1	Подготовка к занятиям	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	57	10

, подробная информация приведена в приложениях №1 №3 №4 : Тимакова Е. В. Дополнительные главы физической химии [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Е. В. Тимакова ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2016]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000233413. - Загл. с экрана.

2	Подготовка к аттестации	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	20	1
---	-------------------------	--	----	---

, подробная информация приведена в приложениях №3 №4 : Тимакова Е. В. Дополнительные главы физической химии [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Е. В. Тимакова ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2016]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000233413. - Загл. с экрана.

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	e-mail; Среда электронного обучения НГТУ
Консультирование	e-mail; Социальные сети; Среда электронного обучения НГТУ
Контроль	Среда электронного обучения НГТУ
Размещение учебных материалов	Среда электронного обучения НГТУ; ЭБС

Таблица 5.2

Активные и интерактивные формы проведения занятий

№	Наименование активных форм	Коды формируемых компетенций
1	Дискуссия	ПК.15;

Формируемые умения: у4. уметь использовать методы кинетического анализа для выполнения расчётов основных показателей процесса

Краткое описание применения: Обсуждение в дискуссионной форме полученных экспериментальных результатов и их интерпретация. Обсуждение применяемых теоретических основ и законов для решения задач и обработки экспериментальных данных.

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 4		
<i>Подготовка к занятиям:</i>	20	40
Контролирующие материалы (Задачи) приводятся в "Тимакова Е. В. Дополнительные главы физической химии [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Е. В. Тимакова ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2016]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000233413 . - Загл. с экрана."		
<i>Лабораторная:</i>	10	20
Контролирующие материалы (список вопросов) приводятся в "Тимакова Е. В. Дополнительные главы физической химии [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Е. В. Тимакова ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2016]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000233413 . - Загл. с экрана."		

Экзамен:	20	40
Контролирующие материалы (Задачи список вопросов) приводятся в "Тимакова Е. В. Дополнительные главы физической химии [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Е. В. Тимакова ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2016]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000233413 . - Загл. с экрана."		

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля	
		Защита Л/Р	Экзамен
ОПК.3	з9. знать основы формальной кинетики и теории катализа	+	+
ПК.15	у4. уметь использовать методы кинетического анализа для выполнения расчётов основных показателей процесса	+	+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. Жуков Б. Д. Физическая химия : краткий курс : [учебное пособие] / Б. Д. Жуков. - Новосибирск, 2010. - 351 с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2010/2010_zukov.pdf
2. Еремин В. В. Основы общей и физической химии : [учебное пособие для вузов по дисциплине "Химия", по направлению подготовки ВПО 011200] / В. В. Еремин, А. Я. Борщевский. - Долгопрудный, 2012. - 847 с. : ил., табл.

Дополнительная литература

1. Байрамов В. М. Основы химической кинетики и катализа : учебное пособие / В. М. Байрамов ; под ред. В. В. Лунина. - М., 2003. - 251, [1] с. : ил.
2. Байрамов В. М. Химическая кинетика и катализ. Примеры и задачи с решениями : учебное пособие / В. М. Байрамов. - М., 2003. - 319 с. : ил, табл.
3. Пурмаль А. П. А, Б, В... химической кинетики : учебник для вузов : [для студентов химических факультетов университетов, по специальности 011000 "Химия" и направлению 510500 "Химия"] / А. П. Пурмаль. - М., 2004. - 277 с. : ил.
4. Паутов В. Н. Краткий курс физической химии. Ч. 4 : [учебное пособие] / В. Н. Паутов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2003. - 132 с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000028758

Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znaniy.com" : <http://znaniy.com/>
5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Тимакова Е. В. Физическая химия [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс [для студентов МТФ очной формы обучения специальности 240802] / Е. В. Тимакова ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2013]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000180001. - Загл. с экрана.

2. Тимакова Е. В. Дополнительные главы физической химии [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Е. В. Тимакова ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2016]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000233413. - Загл. с экрана.

8.2 Специализированное программное обеспечение

1 Microsoft Office

2 MathCAD

3 MathType

9. Материально-техническое обеспечение

Презентационное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления)	Применяется для демонстрации лекционного материала.

Лабораторный стенд

№	Наименование	Назначение
1	Весы лабораторные Ohaus SPU-202	Взвешивание необходимых количеств веществ при выполнении лабораторных работ.
2	термостат	Используется для термостатирования изучаемых систем при выполнении лабораторных работ.

Новосибирск 2017

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Таблица 1.

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ОПК.3 способность использовать основные естественнонаучные законы для понимания окружающего мира и явлений природы	з9. знать основы формальной кинетики и теории катализа	Поверхностная энергия. Поверхностное натяжение. Механизм самопроизвольного уменьшения поверхностной энергии. Теорема Вульфа. Метод избытков Гиббса. Адсорбция на поверхности жидкости не растворяющегося в ней газа. Адсорбция на поверхности жидкости растворенного в ней вещества. Поверхностно-активные и инактивные вещества. Смачивание. Капиллярные явления. Формула Томсона, старение осадков. Нуклеация и зародышеобразование.	Лабораторные работы: теоретические вопросы 1–4, 13. Задания для текущей аттестации 4–6.	Экзамен (тест, вопрос 2).
		Адсорбция: основные понятия и определения. Типы адсорбции. Методы описание адсорбции. Изотерма адсорбции Генри. Изотерма адсорбции Фрейндлиха. Изотерма адсорбции Лэнгмюра. Изотерма адсорбции БЭТ.	Лабораторные работы: теоретические вопросы 5–12. Задания для текущей аттестации 1–3, 7, 8.	Экзамен (тест, вопрос 1).
		Химическая кинетика как раздел физической химии. Скорость химической реакции. Простые и сложные реакции. Элементарные реакции. Молекулярность и порядок реакции. Закон действующих масс. Кинетика реакций целого порядка. Уравнения реакций, скорости реакций, зависимость концентрации от времени, период полупревращения.	Лабораторные работы: теоретические вопросы 14–20. Задания для текущей аттестации 9, 11, 12.	Экзамен (тест, вопрос 3–5).
		Методы определения порядка реакции: способ подстановки (аналитический и графический варианты); метод Оствальда-Нойеса; определение порядка по периоду полупревращения; дифференциальный метод Вант-Гоффа; метод изолирования Оствальда и понижения порядка.	Лабораторные работы: теоретические вопросы 16, 17, 18, 20, 21, 22. Задания для текущей 10, 12, 13.	Экзамен (тест, вопрос 5).
		Зависимость скорости реакции от температуры. Уравнение Вант-Гоффа, температурный коэффициент. Уравнение Аррениуса и его вывод. Теоретические представления химической кинетики.	Лабораторные работы: теоретические вопросы 23–25. Задания для текущей аттестации 14.	Экзамен (тест, вопрос 9).

		Постулат об активации процесса. Теория активных столкновений. Теория активированного комплекса или переходного состояния.		
		Характеристика сложных реакций. Принцип независимости. Обратимые реакции. Параллельные реакции. Термодинамический и кинетический контроль. Последовательные реакции. Принцип лимитирующей стадии для последовательных реакций. Квазистационарное и квазиравновесное приближения.	Лабораторные работы: теоретические вопросы 26–31. Задания для текущей аттестации 15–17.	Экзамен (тест, вопрос 4, 6, 7).
		Особенности химических реакций в растворах. Диффузионное сближение электронейтральных частиц. Диффузионное сближение заряженных частиц. Влияние среды на скорость химических реакций в растворах.	Лабораторные работы: теоретические вопросы 38, 40.	
		Гетерогенные реакции. Влияние различных факторов на скорость реакций. Топохимические реакции. Механохимические реакции. Сопряженные реакции. Автокаталитические реакции. Цепные реакции: неразветвленные и разветвленные. Фотохимические и радиационно-химические процессы.	Лабораторные работы: теоретические вопросы 36, 37, 39, 40. Задания для текущей аттестации 17, 18.	Экзамен (тест, вопрос 8).
		Катализ. Гомогенный катализ. Основные понятия. Причины каталитического действия. Слитный механизм катализа. Каталитическая активность и селективность. Соотношение Бренстеда-Поляни. Кинетика ферментативного и кислотно-основного катализа. Гетерогенный катализ, макрокинетика, стадии процесса, влияние адсорбции. Области применения катализаторов.	Лабораторные работы: теоретические вопросы 32–35. Задания для текущей аттестации 19, 20.	Экзамен (тест, вопрос 9, 10).
ПК.15 способность планировать экспериментальные исследования, получать, обрабатывать и анализировать полученные результаты	у4. уметь использовать методы кинетического анализа для выполнения расчётов основных показателей процесса	Поверхностная энергия. Поверхностное натяжение. Механизм самопроизвольного уменьшения поверхностной энергии. Теорема Вульфа. Метод избытков Гиббса. Адсорбция на поверхности жидкости не растворяющегося в ней газа. Адсорбция на поверхности жидкости растворенного в ней вещества. Поверхностно-активные и инактивные вещества. Смачивание. Капиллярные явления. Формула Томсона,	Лабораторные работы: теоретические вопросы 1–4, 13. Задания для текущей аттестации 4–6.	Экзамен (тест, вопрос 2).

		старение осадков. Нуклеация и зародышеобразование.		
		Адсорбция: основные понятия и определения. Типы адсорбции. Методы описание адсорбции. Изотерма адсорбции Генри. Изотерма адсорбции Фрейдлиха. Изотерма адсорбции Лэнгмюра. Изотерма адсорбции БЭТ.	Лабораторные работы: теоретические вопросы 5–12. Задания для текущей аттестации 1–3, 7, 8.	Экзамен (тест, вопрос 1).
		Химическая кинетика как раздел физической химии. Скорость химической реакции. Простые и сложные реакции. Элементарные реакции. Молекулярность и порядок реакции. Закон действующих масс. Кинетика реакций целого порядка. Уравнения реакций, скорости реакций, зависимость концентрации от времени, период полупревращения.	Лабораторные работы: теоретические вопросы 14–20. Задания для текущей аттестации 9, 11, 12.	Экзамен (тест, вопрос 3–5).
		Методы определения порядка реакции: способ подстановки (аналитический и графический варианты); метод Оствальда-Нойеса; определение порядка по периоду полупревращения; дифференциальный метод Вант-Гоффа; метод изолирования Оствальда и понижения порядка.	Лабораторные работы: теоретические вопросы 16, 17, 18, 20, 21, 22. Задания для текущей 10, 12, 13.	Экзамен (тест, вопрос 5).
		Зависимость скорости реакции от температуры. Уравнение Вант-Гоффа, температурный коэффициент. Уравнение Аррениуса и его вывод. Теоретические представления химической кинетики. Постулат об активации процесса. Теория активных столкновений. Теория активированного комплекса или переходного состояния.	Лабораторные работы: теоретические вопросы 23–25. Задания для текущей аттестации 14.	Экзамен (тест, вопрос 9).
		Характеристика сложных реакций. Принцип независимости. Обратимые реакции. Параллельные реакции. Термодинамический и кинетический контроль. Последовательные реакции. Принцип лимитирующей стадии для последовательных реакций. Квазистационарное и квазиравновесное приближения.	Лабораторные работы: теоретические вопросы 26–31. Задания для текущей аттестации 15–17.	Экзамен (тест, вопрос 4, 6, 7).
		Особенности химических реакций в растворах. Диффузионное сближение электронейтральных частиц. Диффузионное сближение заряженных частиц. Влияние среды на скорость химических	Лабораторные работы: теоретические вопросы 38, 40.	

	реакций в растворах.		
	Гетерогенные реакции. Влияние различных факторов на скорость реакций. Топохимические реакции. Механохимические реакции. Сопряженные реакции. Автокаталитические реакции. Цепные реакции: неразветвленные и разветвленные. Фотохимические и радиационно-химические процессы.	Лабораторные работы: теоретические вопросы 36, 37, 39, 40. Задания для текущей аттестации 17, 18.	Экзамен (тест, вопрос 8).
	Катализ. Гомогенный катализ. Основные понятия. Причины каталитического действия. Слитный механизм катализа. Каталитическая активность и селективность. Соотношение Бренстеда-Поляни. Кинетика ферментативного и кислотно-основного катализа. Гетерогенный катализ, макрокинетика, стадии процесса, влияние адсорбции. Области применения катализаторов.	Лабораторные работы: теоретические вопросы 32–35. Задания для текущей аттестации 19, 20.	Экзамен (тест, вопрос 9, 10).

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 4 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.3, ПК.15.

Экзамен проводится в письменной форме по тестам, диапазон вопросов и критерии оценки приведены в паспорте экзаменационного билета.

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1. К ним относится подготовка в письменном виде теоретического материала студентами к лабораторной работе по предлагаемым теоретическим вопросам, на которой в дискуссионной форме проходит их обсуждение с преподавателем. Диапазон предлагаемых вопросов прилагается в Приложении 1, критерии их оценки прилагаются ниже. Также в качестве мероприятий текущего контроля предусмотрено проведение 2 письменных проверочных работ по изученным дидактическим единицам курса, форма и критерии оценки которых прилагаются ниже. Диапазон заданий прилагается в Приложении 2.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе дисциплины.

Для получения допуска к экзамену студент обязан выполнить все предусмотренные рабочей программой виды учебной деятельности в семестре и набрать минимальное число баллов (не менее 50 %). Необходимое количество баллов для допуска к промежуточной аттестации (экзамену) складываются из полученных за ответы на теоретические вопросы на лабораторных работах и оценок за письменные работы. Максимально возможное число баллов за текущую аттестацию составляет – 60.

Критерии оценки теоретических вопросов

Каждый теоретический вопрос оценивается 0,5 баллами.

- **Неудовлетворительный** уровень ответов на теоретические вопросы не отвечает большинству требований компетенций ОПК.3; ПК.15; теоретическое содержание курса не освоено, пробелы носят существенный характер; студент не знает основные определения и закономерности изучаемых процессов; ответы на вопросы соответствуют уровню ниже 10 баллов;
- **пороговый** уровень ответов на теоретические вопросы отвечает большинству требований компетенций ОПК.3; ПК.15; теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера; студент дает основные определения; знает основные закономерности изучаемых процессов; ответы на вопросы соответствуют уровню 10–13 баллов
- **базовый** уровень ответов на теоретические вопросы отвечает всем основным требованиям компетенций ОПК.3; ПК.15; теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов; студент дает все определения; знает все закономерности изучаемых процессов; но их использование для описания наблюдаемых явлений недостаточно обоснованно; ответы на вопросы соответствуют уровню 14–17 баллов
- **продвинутый** уровень ответов на теоретические вопросы отвечает всем требованиям компетенций ОПК.3; ПК.15; теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов; студент дает все определения; знает все закономерности изучаемых процессов и правильно применяет их для описания наблюдаемых явлений; ответы на вопросы соответствуют уровню 18–20 баллов

Форма проверочных письменных работ для текущей аттестации

по дисциплине дополнительные главы физической химии
(наименование дисциплины)

Дидактическая единица: «Поверхностные явления. Адсорбция»

Задание 1. Вычислить величину адсорбции аргона на коксовом угле при $-78,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ в см^3 (приведенных к нормальным условиям), если давление аргона равно $75,8\text{ см.рт.ст.}$, $K = 3,698$ и $1/n = 0,6024$.

Задание 2. Сколько литров аммиака при 273 К и 1 атм может адсорбироваться на поверхности 25 г активированного угля, если образуется мономолекулярный слой. Поверхность 1 г угля примите равной 950 м^2 . Диаметр молекулы аммиака $3\text{ \AA}$.

Задание 3. Найдите степень заполнения поверхности аэросила при адсорбции натриевой соли бензилпенициллина из растворов концентрации $0,004$, если адсорбция описывается уравнением Ленгмюра с константой адсорбционного равновесия $790\text{ л}\cdot\text{моль}^{-1}$.

Задание 4. Поверхностное натяжение $10\text{ \%}$ водного раствора соляной кислоты ($\rho = 1,1\text{ г/см}^3$) при $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ равно $83\cdot 10^{-3}\text{ Н/м}$. Определите адсорбцию соляной кислоты на поверхности раствора и сделайте вывод о поверхностной активности соляной кислоты. Поверхностное натяжение воды при 20°C равно $72,8\cdot 10^{-3}\text{ Н/м}$.

Задание 5. Вычислите площадь, приходящуюся на молекулу стеариновой кислоты, и толщину пленки (δ) покрывающей поверхность воды, если известно, что $0,1 \cdot 10^{-6}$ кг стеариновой кислоты покрывает поверхность воды, равную $5 \cdot 10^{-2}$ м². Молекулярная масса стеариновой кислоты равна 284, плотность $0,85 \cdot 10^3$ кг/м³.

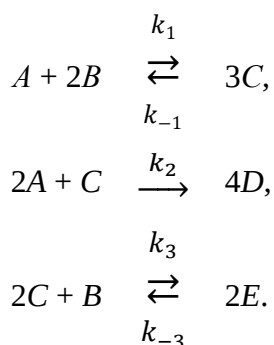
Задание 6. При какой концентрации поверхностное натяжение валериановой кислоты будет равно 52,1 мДж/м², если при 273 К коэффициенты уравнения Шишковского: $a = 14,72 \cdot 10^{-3}$, $b = 10,4$?

Задание 7. Давление при адсорбции некоторого количества CH_4 на 1 г древесного угля равно 42 Торр при 313 К и 261 Торр при 363 К. Вычислите теплоту адсорбции при данной степени заполнения.

Задание 8. В 200 мл 0,12 М раствора NaOH ввели 5 г катионита КУ-1 в Н-форме. После установления равновесия отфильтровали 100 мл раствора, для нейтрализации которого потребовалось 20 мл 0,12 М раствора HCl. Определите полную обменную емкость катионита.

Дидактическая единица: «Химическая кинетика и катализ»

Задание 9. Напишите систему кинетических уравнений для реакции, протекающей по механизму:



Задание 10. Константы скорости прямой и обратной реакции равны 2,2 л/(моль·с) и 3,8 л/(моль·с). По каким из перечисленных ниже механизмов могут протекать эти реакции:

- | | |
|------------------------------------|--------------------------------|
| а) $A + B \rightleftharpoons D$; | з) $2A \rightleftharpoons B$; |
| б) $A + B \rightleftharpoons 2D$; | д) $A \rightleftharpoons B$; |
| в) $A \rightleftharpoons B + D$; | е) $A \rightleftharpoons 2B$. |

Ответ поясните.

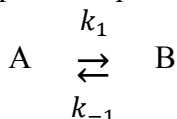
Задание 11. В реакции второго порядка $A + B \rightarrow 2D$ начальные концентрации веществ А и В равны соответственно 0,5 и 1,5 моль/л. Во сколько раз скорость реакции при $[A] = 0,2$ моль/л меньше начальной скорости.

Задание 12. Период полураспада радиоактивного изотопа ^{137}Cs , который попал в атмосферу в результате Чернобыльской аварии, составляет 29,7 года. Через какое время количество этого изотопа составит менее 1% от исходного?

Задание 13. В реакции $A + B = C$ при равных начальных концентрациях А и В через 1 ч прореагировало 50 % вещества А. Сколько вещества А (в %) останется через 2 ч, если реакция имеет а) первый порядок по А и нулевой порядок по В; б) первый порядок по А и первый порядок по В; в) нулевой порядок по А и нулевой порядок по В?

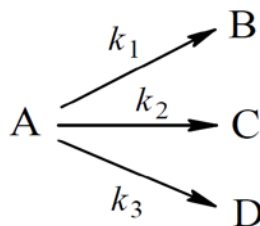
Задание 14. Для реакции $\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightarrow 2\text{HI}$ константа скорости при температуре 683 К равна $0,0659$ л·моль⁻¹·мин⁻¹, а при температуре 716 К – $0,375$ л·моль⁻¹·мин⁻¹. Найдите энергию активации этой реакции и константу скорости при температуре 700 К.

Задание 15. Для обратимой реакции первого порядка



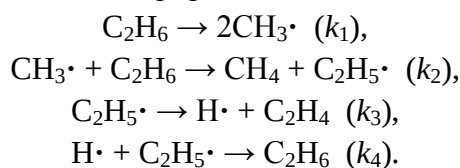
константа равновесия $K = 10$, а $k_1 = 0,2 \text{ с}^{-1}$. Вычислите время, при котором концентрации веществ А и В станут равными, если начальная концентрация вещества В равна 0.

Задание 16. Реакция разложения вещества А может протекать параллельно по трем направлениям:



Концентрации продуктов в смеси через 5 мин после начала реакции были равны: $[B] = 3,2 \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1}$, $[C] = 1,8 \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1}$, $[D] = 4,0 \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1}$. Определите константы скорости $k_1 - k_3$, если период полураспада вещества А равен 10 мин.

Задание 17. Дана кинетическая схема дегидрирования этана:



Используя приближение стационарных концентраций, получите выражение для скорости образования этилена.

Задание 18. Морские водоросли поглощали свет со средней длиной волны 550 нм и мощностью 10 Вт в течение 100 с. За это время образовалось $5,75 \cdot 10^{-4}$ моль O_2 . Рассчитайте квантовый выход образования кислорода.

Задание 19. В присутствии катализатора наблюдается повышение значения стерического фактора в 2 раза (при постоянном числе столкновений), и происходит возрастание константы скорости в 610 раз. Насколько снижается значение энергии активации?

Задание 20. Для некоторой ферментативной реакции константа Михаэлиса равна $0,035 \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1}$. Скорость реакции при концентрации субстрата $0,0110 \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1}$ равна $1,15 \cdot 10^{-3} \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$. Найдите максимальную скорость этой реакции.

Критерии оценки

Каждое задание оценивается 2 баллами.

- Работы считаются выполненными на уровне **ниже порогового** и не отвечают большинству требований компетенций ОПК.3; ПК.15; если теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы носят существенный характер; студент не дает основные определения; и не знает основные закономерности изучаемых процессов; при решении задач использован неправильный теоретический материал и не представлены аналитические решения задач, общая оценка за письменные работы составляет менее 20 баллов.
- пороговый** уровень при выполнении заданий отвечает большинству основных требований формируемой компетенции ОПК.3; ПК.15; студент знает основные определения по темам дидактических единиц курса; знает основные законы и формулы, на основании которых выводит аналитическое решение некоторых типовых задач, некоторые виды заданий выполнены с ошибками; уровень выполнения работы составляет 20–29 баллов;

- **базовый** уровень при выполнении заданий отвечает всем основным требованиям формируемой компетенции ОПК.3; ПК.15; студент знает все определения по темам дидактических единиц курса; знает все законы и формулы, на основании которых выводит аналитическое решение всех типовых задач, некоторые полученные зависимости и расчеты содержат ошибки; уровень выполнения работы составляет 30–34 балла;
- **продвинутый** уровень при выполнении заданий отвечает всем требованиям формируемой компетенции ОПК.3; ПК.15; студент дает все определения по темам дидактических единиц курса; знает все законы и формулы, на основании которых выводит правильное аналитическое решение всех задач, решение задач выполнено без ошибок; уровень выполнения работы составляет 35–40 баллов.

Студенту, получившему максимальное суммарное число баллов (52 и более) в результате текущей аттестации, которые складываются из баллов за выполнение письменных заданий и ответов на теоретические вопросы, преподаватель вправе выставить общую оценку «отлично» без проведения процедуры промежуточной аттестации.

Если студент в течение семестра по итогам текущей аттестации не набрал минимального количества баллов (30 баллов), то он не допускается к экзамену во время зачетно-экзаменационной сессии и ему предлагается изучить дисциплину повторно (частично или полностью) на платной основе. В этом случае не отменяются правила аттестации по курсу и для допуска к экзамену необходимо набрать минимальное количество баллов.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОПК.3, ПК.15, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований компетенций ОПК.3, ПК.15, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками. Общий уровень выполнения заданий составляет менее 50 %.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований компетенций ОПК.3, ПК.15, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками. Общий уровень выполнения заданий составляет 50–73 %.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям компетенций ОПК.3, ПК.15, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки. Общий уровень выполнения заданий составляет 74–86 %.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям компетенций ОПК.3, ПК.15, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному. Общий уровень выполнения заданий составляет 87–100 %.

Паспорт экзамена

по дисциплине «Дополнительные главы физической химии», 4 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в письменной форме, по тестам, состоящим из 10 вопросов. Тестовые задания включают следующие типы вопросов: множественный, соответствие, числовой.

Экзаменационный тест формируется следующим образом: вопросы 1–2 включают в себя задания по дидактической единице «Поверхностные явления. Адсорбция», вопросы 3–10 – по дидактической единице «Химическая кинетика и катализ», где

Вопрос № 3–5 соответствуют темам:

- Химическая кинетика как раздел физической химии. Скорость химической реакции. Простые и сложные реакции. Элементарные реакции. Молекулярность и порядок реакции. Закон действующих масс. Кинетика реакций целого порядка. Уравнения реакций, скорости реакций, зависимость концентрации от времени, период полупревращения.
- Методы определения порядка реакции: способ подстановки (аналитический и графический варианты); метод Оствальда-Нойеса; определение порядка по периоду полупревращения; дифференциальный метод Вант-Гоффа; метод изолирования Оствальда и понижения порядка.
- Зависимость скорости реакции от температуры. Уравнение Вант-Гоффа, температурный коэффициент. Уравнение Аррениуса и его вывод. Теоретические представления химической кинетики. Постулат об активации процесса. Теория активных столкновений. Теория активированного комплекса или переходного состояния.

Вопрос № 6, 7 соответствуют темам:

- Характеристика сложных реакций. Принцип независимости. Обратимые реакции. Параллельные реакции. Термодинамический и кинетический контроль. Последовательные реакции. Принцип лимитирующей стадии для последовательных реакций. Квазистационарное и квазиравновесное приближения.

Вопрос № 8 соответствует темам:

- Гетерогенные реакции. Влияние различных факторов на скорость реакций. Топохимические реакции. Механохимические реакции. Сопряженные реакции. Автокаталитические реакции. Цепные реакции: неразветвленные и разветвленные. Фотохимические и радиационно-химические процессы.

Вопросы № 9 и 10 соответствуют теме:

- Катализ. Гомогенный катализ. Основные понятия. Причины каталитического действия. Слитный механизм катализа. Каталитическая активность и селективность. Соотношение Бренстеда-Поляни. Кинетика ферментативного и кислотно-основного катализа. Гетерогенный катализ, макрокинетика, стадии процесса, влияние адсорбции. Области применения катализаторов.

Задания общим списком приведены в Приложении 2.

На выполнение тестовых заданий отводится 90 минут. Ответы на задания, требующие расчетов, подтверждаются в письменной экзаменационной работе.

В случае если студент набирает пограничное число баллов (суммарно по результатам текущей и промежуточной аттестаций), то преподаватель вправе задавать студенту

дополнительные вопросы из общего перечня (Приложение 1).

При выполнении заданий теста оцениваемыми параметрами являются правильность выбора ответа и теоретического материала, используемого для решения задачи; правильность полученных величин и знание их размерностей;

При ответе на теоретические вопросы оцениваемыми параметрами является знание основных понятий и величин, размерностей и взаимосвязей между величинами; умение правильно давать описание предлагаемых процессов, а также знание аналитических и графических методов химической кинетики и адсорбции.

Пример теста для экзамена

Вариант 1

1. Адсорбция натриевой соли бензилпенициллина на поверхности аэросила описывается уравнением Ленгмюра. Степень заполнения поверхности из $0,004 \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1}$ с константой адсорбционного равновесия $790 \text{ л} \cdot \text{моль}^{-1}$, равна:

- ☐ 1. 0,316;
- ☐ 2. 0,760;
- ☐ 3. 0,240;
- ☐ 4. 0,684.

2. При 20°C поверхностное натяжение 3 М водного раствора соляной кислоты равно $83 \cdot 10^{-3} \text{ Н/м}$, а поверхностное натяжение чистой воды при этой температуре равно $72,8 \cdot 10^{-3} \text{ Н/м}$. на основании этих данных можно сделать следующий вывод:

- ☐ 1. $\frac{\partial \sigma}{\partial c} > 0$, соляная кислота – поверхностно-инактивное вещество.
- ☐ 2. $\frac{\partial \sigma}{\partial c} < 0$, соляная кислота – поверхностно-активное вещество.
- ☐ 3. $\frac{\partial \sigma}{\partial c} = 0$, соляная кислота не изменяет поверхностного натяжения.
- ☐ 4. $\frac{\partial \sigma}{\partial c} > 0$, соляная кислота хорошо адсорбируется на поверхности воды.

3. В некоторый момент времени скорость сгорания циклогексана в избытке кислорода равна $0,350 \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$. Чему равны скорость образования CO_2 и скорость расходования кислорода в этот момент?

- ☐ 1. все скорости равны;
- ☐ 2. $2,1 \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$ и $3,15 \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$;
- ☐ 3. $0,058 \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$ и $0,039 \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$;
- ☐ 4. $0,48 \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$ и $0,32 \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$.

4. Реакция разложения азотной кислоты описывается следующими кинетическими уравнениями:

$$\frac{d[\text{HNO}_3]}{dt} = -k_1[\text{HNO}_3] + k_2[\text{HO}][\text{NO}_2] - k_3[\text{HO}][\text{HNO}_3],$$

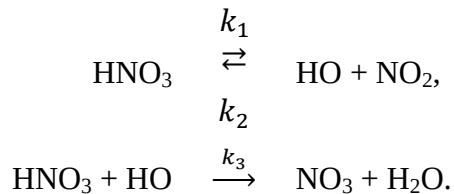
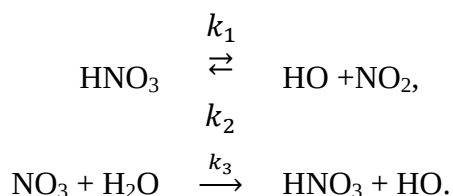
$$\frac{d[\text{HO}]}{dt} = k_1[\text{HNO}_3] - k_2[\text{HO}][\text{NO}_2] - k_3[\text{HO}][\text{HNO}_3],$$

$$\frac{d[\text{NO}_3]}{dt} = k_3[\text{HO}][\text{HNO}_3].$$

Тогда механизм реакции:

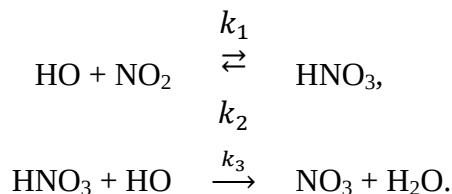
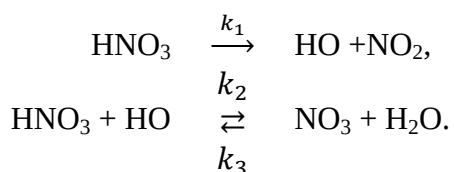
☐ 1.

☐ 3.



☐ 2.

☐ 4.



5. Гидролиз некоторого гормона – реакция первого порядка с константой скорости $0,125 \text{ лет}^{-1}$. Период полураспада гормона равен:

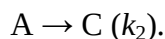
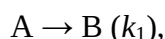
☐ 1. 0,125 лет.

☐ 2. 8 лет.

☐ 3. 0,0625 лет.

☐ 4. 5,55 лет.

6. В системе протекают две параллельные реакции:



Выход вещества В равен 63 %, а время превращения А на $1/3$ равно 7 мин. Для нахождения k_1 и k_2 следует решить следующую систему уравнений:

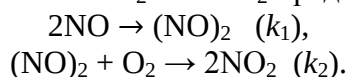
☐ 1. $k_1 / k_2 = 63 / 37$; $(k_1 + k_2) = 0,058$.

☐ 2. $k_1 / k_2 = 63 / 37$; $(k_1 + k_2) = 0,099$.

☐ 3. $k_1 / k_2 = 63 / 37$; $(k_1 + k_2) = 0,693$.

☐ 4. $k_1 / k_2 = 63 / 37$; $(k_1 + k_2) = 17,2$.

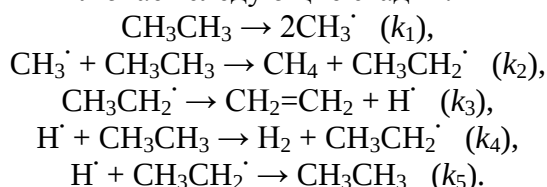
7. Для тримолекулярной реакции $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$ предложен следующий механизм:



Уравнение для скорости образования NO_2 с использованием метода квазистационарных концентраций имеет вид:

- ☐ 1. $-\frac{d[\text{NO}_2]}{dt} = 2k_1[\text{NO}_2]$.
- ☐ 2. $\frac{d[\text{NO}_2]}{dt} = 2k_1[\text{NO}_2]^2$.
- ☐ 3. $\frac{d[\text{NO}_2]}{dt} = 2k_1[\text{NO}_2]$.
- ☐ 4. $-\frac{d[\text{NO}_2]}{dt} = k_1[\text{NO}_2]^2$.

8. Реакцию радикального дегидрирования этана можно описать с помощью механизма Райса–Герцфельда, который включает следующие стадии:



Основываясь на предложенном механизме, верно следующее утверждение:

- ☐ 1. Стадия инициирования цепи (1) осуществляется фотохимически.
- ☐ 2. Стадии роста цепи (2–4) указывают, что цепная реакция является разветвленной.
- ☐ 3. Стадии роста цепи (1–3) указывают, что цепная реакция является неразветвленной.
- ☐ 4. Стадия обрыва цепи (5) осуществляется на стенке сосуда.

9. Энергия активации реакции $\text{A} \rightarrow \text{B}$, заканчивающейся за 80 минут, равна 140 кДж/моль.

За какое время заканчивается реакция в присутствии катализатора, снижающего энергию активации до 80 кДж/моль?

- ☐ 1. 20 мин.
- ☐ 2. $2 \cdot 10^{-9}$ мин.
- ☐ 3. 2 мин.
- ☐ 4. $2 \cdot 10^{-6}$ мин.

10. Для некоторой ферментативной реакции константа Михаэлиса равна $1,38 \cdot 10^{-3}$ моль·л⁻¹

¹. Скорость реакции при концентрации субстрата равной $1,49 \cdot 10^{-3}$ моль·л⁻¹ составляет $3,6 \cdot 10^{-7}$ моль·л⁻¹·с⁻¹. Максимальную скорость этой реакции равна:

- ☐ 1. $1,05 \cdot 10^{-5}$ моль·л⁻¹·с⁻¹.
- ☐ 2. $7,49 \cdot 10^{-7}$ моль·л⁻¹·с⁻¹.
- ☐ 3. $6,93 \cdot 10^{-7}$ моль·л⁻¹·с⁻¹.
- ☐ 4. $5,37 \cdot 10^{-6}$ моль·л⁻¹·с⁻¹.

Заведующий кафедрой

_____ Н.Ф.Уваров
(подпись)

«___» _____ 20 ____ г.

2. Критерии оценки

Каждый вопрос оценивается 4 баллами.

- Ответ на тест не засчитывается и соответствует уровню **ниже порогового**, если он отвечает большинству основных требований формируемой компетенции ОПК.3; ПК.15. Студент дает менее 50% правильных ответов на вопросы теста; не знает основные определения по темам дидактических единиц курса; в том числе и основные законы и формулы, на основании которых возможно вывести аналитическое решение типовых задач, оценка составляет менее 20 баллов.
- Ответ засчитывается на **пороговом** уровне, если он отвечает большинству основных требований формируемой компетенции ОПК.3; ПК.15. Студент дает не менее 50% правильных ответов; дает основные определения по темам дидактических единиц курса; знает и пишет основные законы и формулы, на основании которых выводит аналитическое решение некоторых типовых задач, некоторые виды заданий выполнены с ошибками; оценка составляет 20–28 баллов.
- Ответ засчитывается на **базовом** уровне, если он отвечает всем основным требованиям формируемой компетенции ОПК.3; ПК.15. Студент дает более 75% правильных ответов; дает все основные определения по темам дидактических единиц курса; знает и пишет все основные законы и формулы, на основании которых выводит аналитическое решение всех типовых задач, некоторые виды заданий выполнены с ошибками; оценка составляет 29–34 баллов.
- Ответ засчитывается на **продвинутом** уровне, если уровень при выполнении заданий отвечает всем требованиям формируемой компетенции ОПК.3; ПК.15. Студент дает более 90% правильных ответов; дает все определения по темам дидактических единиц курса; знает и пишет все законы и формулы, на основании которых выводит аналитическое решение всех типовых задач, расчеты в заданиях выполнены без ошибок; оценка составляет более 35 баллов.

3. Шкала оценки

Экзамен считается сданным, если средняя сумма баллов по всем вопросам теста составляет не менее 20 баллов (по 40 балльной шкале).

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины. Соотношение баллов за текущую и промежуточную аттестации составляют 60:40, суммарно 100 баллов.

В случае если студент набирает пограничное число баллов (суммарно по результатам текущей и промежуточной аттестаций), преподаватель проводит дополнительную беседу по вопросам (Приложение 1) и по ее результатам выставляет соответствующие баллы и итоговую оценку.

Количество баллов, полученное в результате промежуточной аттестации, суммируется с баллами, полученными за текущую аттестацию, по общей сумме которых выставляется общая оценка по дисциплине в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы и задания к экзамену по дисциплине «Дополнительные главы физической химии» прилагаются в Приложении 1 и 2 соответственно.

Теоретические вопросы для текущей и промежуточной аттестации

по дисциплине дополнительные главы физической химии, 4 семестр
(наименование дисциплины)

Дидактическая единица: «Поверхностные явления. Адсорбция»

1. Что такое поверхностная энергия? Укажите причины появления избытка поверхностной энергии.
2. Что называется поверхностно-активным веществом (ПАВ), как построена его молекула?
3. Покажите графическую зависимость поверхностного натяжения от концентрации для поверхностно-активных, -инактивных, -неактивных веществ?
4. Что называется поверхностной активностью? Опишите способы ее определения. Как зависит поверхностная активность от длины углеводородной цепи молекулы ПАВ?
5. Напишите уравнение адсорбции Фрейндлиха. Как графически определить его константы?
6. Осуществите вывод изотермы Генри.
7. Осуществите вывод изотермы Лэнгмюра. Покажите, как графически определить константы уравнения.
8. Укажите условия применимости уравнений Генри, Лэнгмюра и БЭТ.
9. Каков по знаку тепловой эффект адсорбции? Как влияет на адсорбцию повышение и понижение температуры?
10. Что такое ионно-обменная адсорбция? В чем заключается ее практическое применение? Объясните на примерах действие катионитов и анионитов.
11. Ионообменная хроматография.
12. Дайте сравнительную характеристику физической и химической адсорбции.
13. Выведите уравнение Шишковского на основе изотерм Гиббса и Ленгмюра.

Дидактическая единица: «Химическая кинетика и катализ»

14. Какова главная задача кинетического исследования химической реакции?
15. Сформулируйте прямую и обратную задачу химической кинетики.
16. Дайте определения следующих понятий: скорость реакции, истинная и средняя скорости химических реакций, механизм реакции, элементарная реакция, сложная реакция, переходное состояние, интермедиат, кинетическое уравнение, кинетическая кривая, константа скорости.
17. Представьте в виде таблицы сравнительную характеристику важных понятий химической кинетики: молекулярность и порядок реакции.
18. Что такое псевдопорядок? Чем он отличается от общего порядка?
19. Как связаны скорость по аммиаку, скорость по кислороду и общая скорость реакции горения аммиака $4\text{NH}_3 + 3\text{O}_2 = 2\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$?
20. Сформулируйте закон действующих масс. Напишите выражения для закона действующих масс в случае элементарных реакций первого, второго и третьего порядков.
21. Чему равна размерность константы скорости для реакций первого, второго и третьего порядка, если концентрация выражена в моль/л.
22. Приведите выводы уравнений для константы скорости реакций первого, второго и третьего порядков в случае одинаковой концентрации реагирующих веществ, а также

уравнений, связывающих константы скорости указанных порядков и периоды полупревращения.

23. Температурная зависимость константы скорости: правило Вант-Гоффа, уравнение Аррениуса. Выведите уравнение, связывающее температурный коэффициент Вант-Гоффа и энергию активации. Каков физический смысл этих понятий?

24. Поясните физико-химическую сущность понятий: предэкспоненциальный множитель, стерический фактор, энергия активации, с позиции теории активных соударений (ТАС).

25. Сформулируйте главную задачу, которую ставит перед собой теория абсолютных скоростей химических реакций (теория активированного комплекса – ТАК). Проанализируйте пути решения этой задачи.

26. Приведите кинетические кривые и выражения закона действующих масс для следующих сложных реакций:

- а) обратимые;
- б) параллельные;
- в) последовательные.

27. Почему в параллельных реакциях лимитирующей стадией является быстрая реакция, а в последовательных реакциях – медленная.

28. Какие условия способствуют кинетическому контролю, а какие – термодинамическому в параллельных реакциях?

29. Как связана константа равновесия в обратимой реакции с константами скорости элементарных стадий? Когда скорость обратимой реакции больше – вблизи равновесия или вдали от него?

30. При каких условиях скорость первой стадии в цепочке двух последовательных реакций практически равна скорости второй стадии? Найдите выражение для максимальной концентрации интермедиата в кинетической схеме $A \rightarrow B \rightarrow D$. От чего зависит эта величина – только от отношения констант скорости или от их абсолютных значений?

31. Объясните, в чем состоит квазистационарное и квазиравновесное приближение. Сравните области применения этих приближений.

32. В чем состоит общий механизм действия катализаторов? Чем энергетическая кривая гетерогенного катализа отличается от таковой для гомогенного катализа?

33. Какими свойствами и характеристиками должны обладать катализаторы? Что такое TOF и TON? Объясните различие между ними.

34. В чем разница между специфическим и общим кислотным катализом? Что такое функция кислотности Гаммета? Как она связана с водородным показателем?

35. Изобразите график зависимости скорости ферментативной реакции от концентрации субстрата. Как по графику определить константу Михаэлиса? Какова размерность константы Михаэлиса? Как она согласуется с определением? Объясните физический смысл параметров уравнения Михаэлиса-Ментен.

36. Сформулируйте основные закономерности фотохимических процессов. Что такое квантовый выход? Как влияет его величина на скорость химической реакции? Влияет ли температура на скорость фотохимической реакции?

37. Перечислите характерные особенности цепных реакций. По каким признакам можно установить, что реакция протекает по радикально-цепному механизму? В чем различие разветвленно и неразветвленных радикально-цепных реакций?

- 38.** Особенности химических реакций в растворах. Уравнения Смолуховского и Дебая. Влияние среды на скорость химических реакций в растворах.
- 39.** Что понимают под топохимическими реакциями? Приведите примеры, осуществите анализ основного уравнения топохимической кинетики (уравнение Ерофеева-Колмагорова).
- 40.** Рассмотрите основные стадии гетерогенных химических реакций. Представьте график зависимости скорости диффузии и скорости химической реакции от температуры для гетерогенного процесса и укажите, в каком интервале температур реакция протекает в диффузионной области, а в каком – в кинетической. Каков порядок величины энергии активации в диффузионной и кинетической областях?

Комплект заданий для текущей и промежуточной аттестации

по дисциплине дополнительные главы физической химии, 4 семестр

(наименование дисциплины)

Дидактическая единица: «Поверхностные явления. Адсорбция»

1. Поверхностное натяжение водного раствора изовалериановой кислоты молярной концентрации $0,0312$ моль/л при 15°C равно $57,5 \cdot 10^{-3}$ Н/м. Определите адсорбцию изовалериановой кислоты на поверхности раствора, если поверхностное натяжение воды равно $73,49 \cdot 10^{-3}$ Н/м.
2. Вычислите площадь, приходящуюся на молекулу стеариновой кислоты, и толщину (L) покрывающей поверхность воды, если известно, что $0,1 \cdot 10^{-6}$ кг стеариновой кислоты покрывает поверхность воды, равную $5 \cdot 10^{-2}$ м². Молекулярная масса стеариновой кислоты равна 284, плотность $0,85 \cdot 10^3$ кг/м³.
3. При какой концентрации поверхностное натяжение валериановой кислоты будет равно $52,1$ мДж/м², если при 273 К коэффициенты уравнения Шишковского следующие: $a = 14,72 \cdot 10^{-3}$, $b = 10,4$?
4. Определите адсорбцию октиламина на поверхности миллимолярного раствора, если поверхностное натяжение воды $7,42 \cdot 10^{-2}$ Н/м, а поверхностное натяжение раствора равно $5,7 \cdot 10^{-2}$ Н/м.
5. Определите поверхностную активность пеларгоновой кислоты ($\text{C}_8\text{H}_{17}\text{COOH}$) для раствора, содержащего 50 мг/л, если адсорбция равна $7,3 \cdot 10^{-6}$ моль/м².
6. Определите адсорбцию при 10°C для раствора пеларгоновой кислоты молярной концентрации $3,16 \cdot 10^{-5}$ моль/л, если поверхностное натяжение раствора равно $57 \cdot 10^{-3}$ Н/м, а поверхностное натяжение воды при этой температуре равно $74,22 \cdot 10^{-3}$ Н/м.
7. Поверхностное натяжение 10% водного раствора соляной кислоты ($\rho = 1,1$ г/см³) при 20°C равно $83 \cdot 10^{-3}$ Н/м. Определите адсорбцию соляной кислоты на поверхности раствора и сделайте вывод о поверхностной активности соляной кислоты. Поверхностное натяжение воды при 20°C равно $72,8 \cdot 10^{-3}$ Н/м.
8. Поверхностное натяжение водного раствора гидроксида натрия массовой долей 20% при 20°C равно $85,8 \cdot 10^{-3}$ Н/м. Определите адсорбцию на поверхности раствора и сделайте вывод о поверхностной активности гидроксида натрия. Поверхностное натяжение воды при 20°C равно $72,75 \cdot 10^{-3}$ Н/м, а плотность раствора NaOH равна $1,219$ г/см³.
9. Вычислите площадь, приходящуюся на молекулу некоторой высшей жирной карбоновой кислоты, и толщину (L) покрывающей поверхность воды, если известно, что $2 \cdot 10^{-5}$ кг, этой кислоты покрывает поверхность воды, равную 10 м². Молекулярная масса карбоновой кислоты равна 284, плотность $0,85 \cdot 10^3$ кг/м³.
10. Определите длину молекулы изоамилового спирта и площадь, занимаемую ею на поверхности раздела раствор/воздух, если предельная адсорбция $\Gamma_{\infty} = 50 \cdot 10^{-10}$ кмоль/м³, а плотность изоамилового спирта равна 780 кг/м³.
11. Определите длину молекулы пеларгоновой кислоты ($\text{C}_8\text{H}_{17}\text{COOH}$) на поверхности раздела раствор/воздух, если площадь, занимаемая молекулой в поверхностном слое, равна $4 \cdot 10^{-20}$ м². Плотность пеларгоновой кислоты 860 кг/м³.

12. Рассчитайте площадь, приходящуюся на одну молекулу в насыщенном адсорбционном слое фенола на поверхности его водного раствора, если предельная адсорбция Γ_{∞} равна $6 \cdot 10^{-10}$ кмоль/м².
13. Предельная адсорбция изопропилового спирта равна $7 \cdot 10^{-10}$ моль/см², его плотность равна 0,81 г/см³. Определите толщину адсорбционного слоя и площадь, занимаемую молекулой на поверхности.
14. Вычислите площадь адсорбированной молекулы олеиновой кислоты ($C_{11}H_{23}COOH$), если известно, что для образования монослоя площадью $6 \cdot 10^{-2}$ м² необходимо 0,3 мг кислоты.
15. Раствор пальмитиновой кислоты ($C_{16}H_{32}O_2$) в бензоле содержит 4,24 г/л кислоты. После нанесения раствора на поверхность воды бензол испарился, а пальмитиновая кислота образует мономолекулярную пленку. Какой объем раствора кислоты в бензоле требуется, чтобы покрыть мономолекулярным слоем поверхность, равную 500 см². Площадь молекулы пальмитиновой кислоты в монослой равна $21 \cdot 10^{-20}$ м².
16. При 293 К и концентрации пропионовой кислоты 0,1 моль/л коэффициенты уравнения Шишковского $a = 12,8 \cdot 10^{-3}$; $b = 7,16$. Определите адсорбцию (Γ) и поверхностную активность $d\sigma/dc$.
17. Предельная адсорбция валериановой кислоты равна $4 \cdot 10^{-6}$ моль/м². Рассчитайте коэффициенты уравнения Шишковского, если известно, что концентрация кислоты 4 моль/л при 293 К. Снижение поверхностного натяжения ($\Delta\sigma = \sigma_0 - \sigma$) составляет 2 моль/м².
18. Гексадеканол $C_{16}H_{33}OH$ используется для покрытия поверхности водоёмов в целях уменьшения испарения воды. Площадь молекулы спирта равна $2 \cdot 10^{-19}$ м². Сколько граммов спирта необходимо для покрытия мономолекулярной плёнкой площади в 10 акров ($40\,000$ м²)?
19. Сколько молекул брома поглощается одним квадратным метром поверхности, если 1 кг угля, имеющего поверхность 460 м², поглощает 0,5 мг брома?
20. Рассчитайте адсорбцию азота (в м³/кг) на слюде при 90 К по уравнению Лэнгмюра, если давление азота равно 670 Па, $\Gamma_{\infty} = 0,0385$ м³/кг, а $b = 847$.
21. Определите адсорбцию уксусной кислоты на животном угле при 25°C, если равновесная молярная концентрация кислоты равна 0,062 моль/л; $a = 0,155$ моль/кг, $1/n = 0,42$.
22. Определите константу адсорбционного равновесия для адсорбции азота на слюде, описываемой изотермой Лэнгмюра, по следующим данным: $\Gamma_{\infty} = 0,0385$ м³/кг; $\Gamma = 1,7 \cdot 10^{-2}$ м³/кг; $p(N_2) = 670$ Па.
23. Определить удельную поверхность активированного угля по следующим данным: $\Gamma_{\infty} = 2,65$ моль/кг; площадь поперечного сечения адсорбирующихся молекул (амиловый спирт) равна $1,6 \cdot 10^{-19}$ м².
24. Площадь поверхности 1 см³ угля равна 1000 мм². Какой объем аммиака при нормальных условиях может адсорбировать 125 см³ угля, если его поверхность покрыта монослой аммиака. Считайте, что поперечное сечение молекулы аммиака представляет квадрат с длиной стороны $2 \cdot 10^{-8}$ см и что при полном заполнении поверхности молекулы касаются друг друга.

25. Вычислите удельную поверхность катализатора, если для образования монослоя молекул на нём должно адсорбироваться $0,1 \text{ м}^3/\text{кг}$ азота (н. у.). Площадь молекулы азота в монослое равна $16,2 \cdot 10^{-20} \text{ м}^2$.
26. Вычислите удельную поверхность катализатора, если 25 л аммиака адсорбируется на 100 г катализатора. Площадь молекулы аммиака в монослое $4,5 \cdot 10^{-19} \text{ м}^2$.
27. Какой объём воздуха может быть очищен от паров бензина до остаточного содержания их $1 \cdot 10^{-4} \text{ кг/м}^3$ пропусканием его через адсорбер, заполненный 1660 кг активированного угля, если начальное содержание бензина в воздухе $0,02 \text{ кг/м}^3$, а адсорбция бензина углём (Γ) равна $0,25 \text{ кг/кг}$. Сколько бензина будет возвращено производству?
28. Водород для синтеза аммиака очищается от оксида азота (II) адсорбцией его на цеолите (CaA) при -40°C и 2 МПа. Определите адсорбцию оксида азота (II) на цеолите (адсорбционную активность цеолита – Γ (кг/кг)), если 1 т цеолита полностью очищает 270000 м^3 водорода, содержащего $0,67 \text{ г/м}^3$ оксида азота (II).
29. Определите, сколько микропор приходится на 1 кг активированного угля, учитывая, что микропоры имеют цилиндрическую форму ($d = 1,2 \text{ нм}$, $h = 1,7 \text{ нм}$), а удельный объём микропор составляет $0,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2/\text{кг}$.
30. Сколько литров аммиака при 273 К и 1 атм может адсорбироваться на поверхности 25 г активированного угля, если образуется мономолекулярный слой? Поверхность 1 г угля примите равной 950 м^2 . Диаметр молекулы $3 \text{ \AA}$. Ответ: $V = 12,5 \text{ л}$.
31. Вычислите площадь поверхности катализатора, 1 г которого при образовании монослоя адсорбирует при н. у. 83 см^3 азота. Примите, что эффективная площадь, занятая молекулой азота, равна $16,2 \cdot 10^{-20} \text{ м}^2$.
32. Найдите степень заполнения поверхности аэросила при адсорбции натриевой соли бензилпенициллина из растворов концентрации 0,004, 0,0075 и 0,011 М, если адсорбция описывается уравнением Ленгмюра с константой адсорбционного равновесия 790 М^{-1} .
33. Давление при адсорбции некоторого количества CH_4 1 г древесного угля равно 42 Торр при 313 К и 261 Торр при 363 К. Вычислите теплоту адсорбции при данной степени заполнения.
34. При адсорбции этана на поверхности графитированной сажи степень заполнения $\theta = 0,5$ достигается при следующих значениях температуры и давления: 173 К, 2,15 Торр и 188 К, 7,49 Торр. Найдите изостерическую теплоту адсорбции.
35. Определите энтальпию адсорбции окиси азота на фториде бария, если для адсорбции 4 см^3 газа при 233 К необходимо создать давление 40,7 Торр, а при 273 К – 206,5 Торр.
36. В 200 мл 0,12 М раствора NaOH ввели 5 г катионита КУ-1 в Н-форме. После установления равновесия отфильтровали 100 мл раствора, для нейтрализации которого потребовалось 20 мл 0,12 М раствора HCl. Определите полную обменную емкость катионита.
37. Для определения обменной ёмкости эспатита, находящегося в Са-форме, к 2 г эспатита добавили 25 мл 0,1 М раствора NaOH. После установления равновесия раствор оттитровали 0,008 М соляной кислоты. На титрование израсходовано 15,7 мл кислоты. Определите обменную ёмкость эспатита.
38. Сколько граммов никеля останется в растворе, если через колонку, заполненную 10 г

катионита, пропустили 500 мл 0,05 М раствора соли никеля? Полная динамическая ёмкость в данных условиях разделения равна $1,4 \cdot 10^{-3}$ моль/г.

39. Полная объёмная ёмкость катионита КУ-2-8 в Na-форме равна 4,8 моль/кг. Определите предельно возможную массу ионов бария (II), которую может сорбировать из соответствующих растворов данный ионит массой 20 г.

40. Катионит массой 15 г в Na-форме сорбирует 8 г ионов меди. Определите ПОЕ катионита.

41. Через колонку, содержащую 50 см³ катионита с плотностью 1,8 г/см³, имеющего динамическую обменную ёмкость (выраженную в количестве вещества эквивалента 0,5 моль/кг), пропускается вода, имеющая жёсткость 6,1 ммоль/л. Какой объём воды можно пропустить через колонку (до полного умягчения воды)?

42. Полная объёмная ёмкость анионита в Cl-форме равна 4,2 моль/кг. Рассчитайте предельно возможную массу золота, которая сорбируется 1 кг ионита из раствора тетрахлоридаурата натрия.

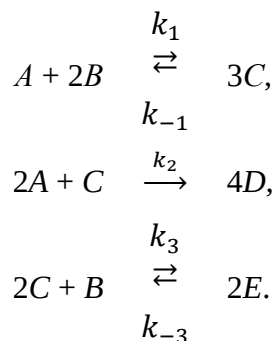
43. К 300 мл раствора 0,15 моль/л гидроксида аммония добавили 5 г катионита в H-форме. После установления равновесия оттитровали 100 мл полученного раствора 0,1 М соляной кислотой объёмом 29 мл. Определите полную обменную ёмкость (ПОЕ, моль/г) катионита.

44. Через колонку объёмом 0,27 м³, заполненную катионитом КУ-2-8, пропускали в течение 16 часов воду с жёсткостью 13 моль/м³ и объёмной скоростью 8 м³/час. Определите рабочую ёмкость поглощения КУ-2-8.

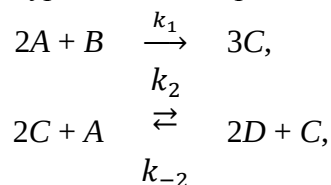
45. Какую массу катионита КУ-2 с рабочей ёмкостью поглощения 2,2 моль/кг нужно взять для обеспечения непрерывной двадцатидневной работы фильтров производительностью 70000 м³ воды в год? Средняя жёсткость воды равна 6,1 ммоль/л.

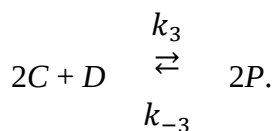
Дидактическая единица: «Химическая кинетика и катализ»

1. Напишите систему кинетических уравнений для реакции, протекающей по механизму:

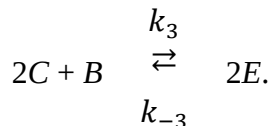
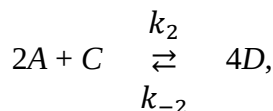
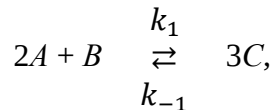


2. Напишите систему кинетических уравнений для реакции, протекающей по механизму:

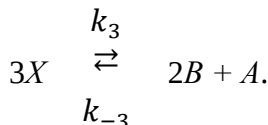
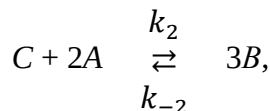
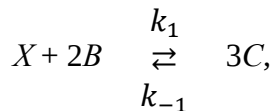




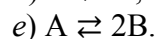
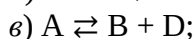
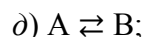
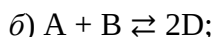
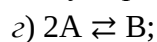
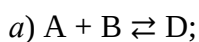
3. Напишите систему кинетических уравнений для реакции, протекающей по механизму:



4. Напишите систему кинетических уравнений для реакции, протекающей по механизму:



5. Константы скорости прямой и обратной реакции равны 2,2 л/(моль·с) и 3,8 л/(моль·с). По каким из перечисленных ниже механизмов могут протекать эти реакции:



Ответ поясните.

6. В реакции второго порядка $A + B \rightarrow 2D$ начальные концентрации веществ А и В равны соответственно 0,5 и 1,5 моль/л. Во сколько раз скорость реакции при $[A] = 0,2$ моль/л меньше начальной скорости.

7. В некоторый момент времени скорость сгорания циклогексана в избытке кислорода равна $0,350 \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$. Чему равны скорость образования CO_2 и скорость расходования кислорода в этот момент?

8. Окисление сульфата железа (II) перманганатом калия описывается ионным уравнением: $5\text{Fe}^{2+} + \text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ = 5\text{Fe}^{3+} + \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$. В некоторый момент времени скорость образования иона Mn^{2+} составила $0,213 \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$. Чему равны скорость образования Fe^{3+} и скорость расходования H^+ в этот момент?

9. Реакция разложения $2\text{HI} \rightarrow \text{H}_2 + \text{I}_2$ имеет второй порядок с константой скорости $k = 5,95 \cdot 10^{-6} \text{ л} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$. Вычислите скорость реакции при давлении иодоводорода 1 бар и температуре 600 К.

10. Скорость реакции второго порядка $A + B \rightarrow D$ равна $2,7 \cdot 10^{-7}$ моль·л⁻¹·с⁻¹ при концентрациях веществ А и В, соответственно $3,0 \cdot 10^{-3}$ и $2,0$ моль·л⁻¹. Рассчитайте константу скорости.
11. В реакции второго порядка $A + B \rightarrow 2D$ начальные концентрации веществ А и В равны по $1,5$ моль·л⁻¹. Скорость реакции равна $2,0 \cdot 10^{-4}$ моль·л⁻¹·с⁻¹ при $[A] = 1,0$ моль·л⁻¹. Рассчитайте константу скорости и скорость реакции при $[B] = 0,2$ моль·л⁻¹.
12. В реакции второго порядка $A + B \rightarrow 2D$ начальные концентрации веществ А и В равны, соответственно, $0,5$ и $2,5$ моль·л⁻¹. Во сколько раз скорость реакции при концентрации $[A] = 0,1$ моль·л⁻¹ меньше начальной скорости?
13. Период полураспада радиоактивного изотопа ¹³⁷Cs, который попал в атмосферу в результате Чернобыльской аварии, составляет 29,7 года. Через какое время количество этого изотопа составит менее 1% от исходного?
14. Изотоп иод-131, который применяют для лечения некоторых опухолей, имеет период полураспада 8,1 сут. Какое время должно пройти, чтобы количество радиоактивного иода в организме больного уменьшилось в 100 раз?
15. Хлорид натрия-24 используют для изучения натриевого баланса живых организмов. Образец содержит 0,050 мг натрия-24. Через 24,9 ч содержание натрия-24 уменьшилось до 0,016 мг. Рассчитайте период полураспада натрия-24.
16. Период полураспада радиоактивного изотопа ⁹⁰Sr, который попадает в атмосферу при ядерных испытаниях, составляет 28,1 года. Предположим, что организм новорожденного ребенка поглотил 1,00 мг этого изотопа. Сколько стронция останется в организме через а) 18 лет, б) 70 лет, если считать, что он не выводится из организма?
17. Константа скорости для реакции первого порядка $SO_2Cl_2 = SO_2 + Cl_2$ равна $2,2 \cdot 10^{-5}$ с⁻¹ при 320 °С. Какой процент SO_2Cl_2 разложится при выдерживании его в течение 2 ч при этой температуре?
18. Константа скорости реакции первого порядка $2N_2O_{5(r)} \rightarrow 4NO_{2(r)} + O_{2(r)}$ при 25 °С равна $3,38 \cdot 10^{-5}$ с⁻¹. Чему равен период полураспада N_2O_5 ? Чему будет равно давление в системе через: а) 1 мин, б) 10 мин, если начальное давление было равно 500 Торр.
19. Гидролиз некоторого гормона – реакция первого порядка с константой скорости $0,125$ лет⁻¹. Чему станет равна концентрация $0,0100$ М раствора гормона через 1 месяц? Рассчитайте период полураспада гормона.
20. Константа скорости реакции первого порядка $5,69 \cdot 10^{-3}$ с⁻¹ при 25 °С. Начальная концентрация вещества составляет $0,562$ моль·л⁻¹. Определите: а) период полураспада; б) среднее время жизни молекул; в) время распада в 10 раз; г) время полного разложения (концентрация – меньше 0,1% от исходной); д) концентрацию вещества через 1 ч.
21. В реакции 1-го порядка время полураспада вещества А составляет 10 лет. В реакционный сосуд ввели некоторое количество вещества. Измерения его концентрации показали, что за время от 30 до 35 мин после начала опыта распалось $2,0 \cdot 10^{10}$ частиц. Сколько частиц было в сосуде в начале опыта?
22. Разложение иодоводорода $HI_{(r)} = 1/2 H_{2(r)} + 1/2 I_{2(r)}$ на золотой поверхности – реакция нулевого порядка. За 1,00 с концентрация иодоводорода уменьшилась с $0,335$ М до $0,285$ М. Рассчитайте константу скорости и период полураспада при начальной концентрации иодоводорода $0,400$ М.

23. Реакция $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NO}_2 + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CH}_3\text{CHNO}_2^-$ имеет второй порядок и константу скорости $k = 39,1 \text{ л} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{мин}^{-1}$ при 0°C . Был приготовлен раствор, содержащий $0,004 \text{ М}$ нитроэтана и $0,005 \text{ М}$ NaOH . Через какое время прореагирует 90% нитроэтана?
24. Константа скорости рекомбинации ионов H^+ и ФГ^- (фенилглиоксинат) в молекулу НФГ при 298 К равна $k = 10^{11,59} \text{ л} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$. Рассчитайте время, в течение которого реакция прошла на 99,999%, если исходные концентрации обоих ионов равны $0,001 \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1}$.
25. Скорость окисления бутанола-1 хлорноватистой кислотой не зависит от концентрации спирта и пропорциональна $[\text{HClO}_2]$. За какое время реакция окисления при 298 К пройдет на 90%, если исходный раствор содержал $0,1 \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1}$ HClO и $1 \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1}$ спирта? Константа скорости реакции равна $k = 24 \text{ л} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{мин}^{-1}$.
26. При определенной температуре $0,01 \text{ М}$ раствор этилацетата омыляется $0,002 \text{ М}$ раствором NaOH на 10% за 23 мин. Через сколько минут он будет омылен до такой же степени $0,005 \text{ М}$ раствором KOH ? Считайте, что данная реакция имеет второй порядок, а щелочи диссоциированы полностью.
27. Щелочной гидролиз этилацетата – реакция второго порядка с константой скорости $k = 0,084 \text{ л} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$ при 25°C . Взят 1 л $0,05 \text{ М}$ раствора этилацетата. Какое время понадобится для образования $1,15 \text{ г}$ этанола при исходной концентрации щелочи:
а) $[\text{OH}^-]_0 = 0,05 \text{ М}$; б) $[\text{OH}^-]_0 = 0,1 \text{ М}$?
28. Энергия активации реакции, приводящей к скисанию молока, равна $75 \text{ кДж} \cdot \text{моль}^{-1}$. При температуре 21°C молоко скисает за 8 ч. Как долго можно хранить молоко в холодильнике при температуре 5°C ? Время скисания можно принять обратно пропорциональным константе скорости.
29. В необратимой реакции первого порядка за 20 мин при 125°C степень превращения исходного вещества составила 60%, а при 145°C такая же степень превращения была достигнута за 5,5 мин. Найдите константы скорости и энергию активации данной реакции.
30. Реакция первого порядка при температуре 25°C завершается на 30% за 30 мин. При какой температуре реакция завершится на 60% за 40 мин, если энергия активации равна $30 \text{ кДж} \cdot \text{моль}^{-1}$?
31. Реакция первого порядка при температуре 25°C завершается на 70% за 15 мин. При какой температуре реакция завершится на 50% за 15 мин, если энергия активации равна $50 \text{ кДж} \cdot \text{моль}^{-1}$?
32. Константа скорости реакции первого порядка равна $4,02 \cdot 10^{-4} \text{ с}^{-1}$ при 393 К и $1,98 \cdot 10^{-3} \text{ с}^{-1}$ при 413 К . Рассчитайте предэкспоненциальный множитель для этой реакции.
33. Для газофазной реакции $\text{HI} + \text{CH}_3\text{I} \rightarrow \text{CH}_4 + \text{I}_2$ энергия активации равна $140 \text{ кДж} \cdot \text{моль}^{-1}$. Константа скорости при 227°C равна $3,9 \cdot 10^{-3} \text{ л} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$. Рассчитайте константу скорости при 310°C . При какой температуре константа скорости будет равна $1,0 \cdot 10^{-3} \text{ л} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$?
34. Для реакции $\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightarrow 2\text{HI}$ константа скорости при температуре 683 К равна $0,0659 \text{ л} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{мин}^{-1}$, а при температуре 716 К – $0,375 \text{ л} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{мин}^{-1}$. Найдите энергию активации этой реакции и константу скорости при температуре 700 К .

35. Для реакции $2\text{N}_2\text{O} \rightarrow 2\text{N}_2 + \text{O}_2$ константа скорости при температуре 986 К равна $6,72 \text{ л}\cdot\text{моль}^{-1}\cdot\text{мин}^{-1}$, а при температуре 1165 К – $977,0 \text{ л}\cdot\text{моль}^{-1}\cdot\text{мин}^{-1}$. Найдите энергию активации этой реакции и константу скорости при температуре 1053,0 К.

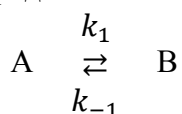
36. Трихлорацетат-ион в ионизирующих растворителях, содержащих H^+ , разлагается по уравнению $\text{H}^+ + \text{CCl}_3\text{COO}^- \rightarrow \text{CO}_2 + \text{CHCl}_3$. Стадией, определяющей скорость реакции, является мономолекулярный разрыв связи C–C в трихлорацетат-ионе. Реакция протекает по первому порядку, и константы скорости имеют следующие значения: $k = 3,11 \cdot 10^{-4} \text{ с}^{-1}$ при 90°C , $k = 7,62 \cdot 10^{-5} \text{ с}^{-1}$ при 80°C . Рассчитайте: а) энергию активации, б) константу скорости при 60°C .

37. Раскручивание двойной спирали ДНК – реакция первого порядка с энергией активации $420 \text{ кДж}\cdot\text{моль}^{-1}$. При 37°C константа скорости равна $4,90 \cdot 10^{-4} \text{ мин}^{-1}$. Рассчитайте период полупревращения ДНК при 37 и 40°C .

38. Для реакции $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ константа скорости при температуре $282,6 \text{ К}$ равна $2,307 \text{ л}\cdot\text{моль}^{-1}\cdot\text{мин}^{-1}$, а при температуре $318,1 \text{ К}$ – $21,65 \text{ л}\cdot\text{моль}^{-1}\cdot\text{мин}^{-1}$. Найдите энергию активации этой реакции и константу скорости при температуре 343 К .

39. Для реакции $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ константа скорости при температуре $298,2 \text{ К}$ равна $0,765 \text{ л}\cdot\text{моль}^{-1}\cdot\text{мин}^{-1}$, а при температуре $328,2 \text{ К}$ – $35,5 \text{ л}\cdot\text{моль}^{-1}\cdot\text{мин}^{-1}$. Найдите энергию активации этой реакции и константу скорости при температуре $313,2 \text{ К}$.

40. Для обратимой реакции первого порядка



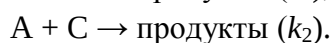
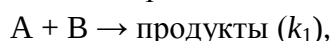
константа равновесия $K = 10$, а $k_1 = 0,2 \text{ с}^{-1}$. Вычислите время, при котором концентрации веществ А и В станут равными, если начальная концентрация вещества В равна 0.

41. В необратимой реакции первого порядка за 20 мин при 125°C степень превращения исходного вещества составила 60%, а при 145°C такая же степень превращения была достигнута за 5,5 мин. Найдите константы скорости и энергию активации данной реакции.

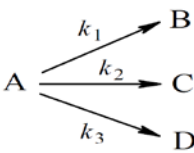
42. Константа скорости прямой реакции $\text{NH}_4\text{SCN} \rightleftharpoons (\text{NH}_2)_2\text{CS}$ при 25°C равна $7,66 \cdot 10^{-7} \text{ мин}^{-1}$. Константа равновесия при этой температуре равна 1,30. В начальный момент времени присутствует только роданид аммония. Определите время, за которое прореагирует 40% исходного вещества.

43. Константа скорости прямой реакции *цис-транс*-изомеризации бутена-2 при 417°C равна $8,52 \cdot 10^{-7} \text{ с}^{-1}$. Константа равновесия при этой температуре равна 1,14. В начальный момент времени присутствует только *цис*-изомер. Определите время, за которое прореагирует 30% бутена-2.

44. В системе протекают две параллельные реакции:



Отношение $k_1/k_2 = 7$. Начальные концентрации веществ В и С одинаковы. К моменту времени t прореагировало 50% вещества В. Какая часть вещества С прореагировала к этому моменту?

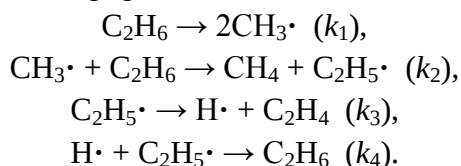
45.  Реакция разложения вещества А может протекать параллельно по трем направлениям:
Концентрации продуктов в смеси через 5 мин после начала реакции были равны: $[B] = 3,2 \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1}$, $[C] = 1,8 \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1}$, $[D] = 4,0 \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1}$.
Определите константы скорости $k_1 - k_3$, если период полураспада

вещества А равен 10 мин.

46. Изотоп ^{214}Bi претерпевает превращения по двум параллельным реакциям: с β^- -излучением (99,96 %) и α -излучением (0,04 %). Определите константы скорости каждого из процессов, если период полураспада Bi равен 19,7 мин.

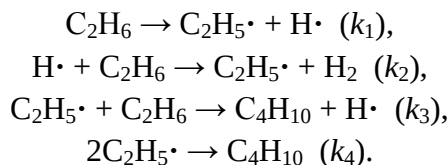
47. Нуклид ^{227}Ac претерпевает превращения по двум параллельным реакциям: с β^- -излучением (98,6 %) и α -излучением (1,4 %). Определите константы скорости каждого из процессов, если период полураспада Ac равен 21,6 лет.

48. Дана кинетическая схема дегидрирования этана:



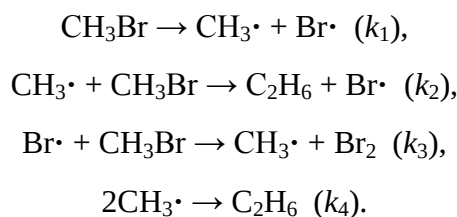
Используя приближение стационарных концентраций, получите выражение для скорости образования этилена.

49. Химическая реакция $2\text{C}_2\text{H}_6 \rightarrow \text{C}_4\text{H}_{10} + \text{H}_2$ протекает по следующему механизму:



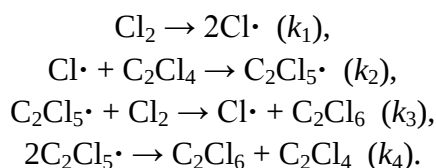
Используя метод стационарных концентраций, получите выражение для скорости образования бутана.

50. Реакция разложения бормметана $2\text{CH}_3\text{Br} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_6 + \text{Br}_2$ может протекать по следующему механизму:



Используя метод стационарных концентраций, найдите выражение для скорости образования этана.

51. Дана кинетическая схема радикального хлорирования тетрахлорэтилена в растворе CCl_4 :



Используя приближение стационарных концентраций, получите выражение для скорости образования гексахлорэтана.

52. Реакцию радикального дегидрирования этана можно описать с помощью механизма Райса–Герцфельда, который включает следующие стадии:

инициирование: $\text{CH}_3\text{CH}_3 \rightarrow 2\text{CH}_3^\cdot$ (k_1),

развитие цепи: $\text{CH}_3^\cdot + \text{CH}_3\text{CH}_3 \rightarrow \text{CH}_4 + \text{CH}_3\text{CH}_2^\cdot$ (k_2),

$\text{CH}_3\text{CH}_2^\cdot \rightarrow \text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{H}^\cdot$ (k_3),

$\text{H}^\cdot + \text{CH}_3\text{CH}_3 \rightarrow \text{H}_2 + \text{CH}_3\text{CH}_2^\cdot$ (k_4),

обрыв цепи: $\text{H}^\cdot + \text{CH}_3\text{CH}_2^\cdot \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_3$ (k_5).

Найдите уравнение для скорости образования этилена, если константа k_1 мала. Как можно изменить условия, чтобы изменился порядок?

53. Для реакции брома с метаном $\text{Br}_2 + \text{CH}_4 \rightarrow \text{CH}_3\text{Br} + \text{HBr}$ предложен механизм:

инициирование: $\text{Br}_2 + \text{M} \rightarrow 2\text{Br}^\cdot + \text{M}$ (k_1),

развитие цепи: $\text{Br}^\cdot + \text{CH}_4 \rightarrow \text{CH}_3^\cdot + \text{HBr}$ (k_2),

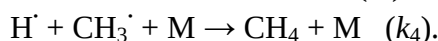
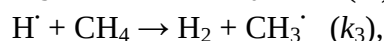
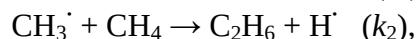
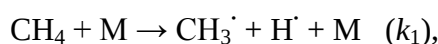
$\text{Br}_2 + \text{CH}_3^\cdot \rightarrow \text{CH}_3\text{Br} + \text{Br}^\cdot$ (k_3),

$\text{HBr} + \text{CH}_3^\cdot \rightarrow \text{CH}_4 + \text{Br}^\cdot$ (k_4),

обрыв цепи: $2\text{Br}^\cdot + \text{M} \rightarrow \text{Br}_2 + \text{M}$ (k_5),

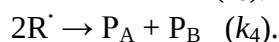
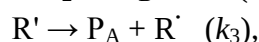
где М – любая молекула, константы скорости k_3 и k_4 близки по величине. Используя квазистационарное приближение, найдите выражение для скорости образования CH_3Br как функции концентраций устойчивых веществ и всех констант скорости $k_1 - k_5$. Выведите приближенные выражения для скорости образования CH_3Br в начале и в конце реакции.

54. Дана кинетическая схема:



(М – инертная молекула). Используя метод квазистационарных концентраций, выразите скорость образования этана через концентрацию метана.

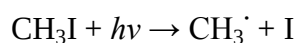
55. Термическое разложение углеводорода R_2 протекает по следующему механизму:



где R_2 , P_A , P_B – устойчивые углеводороды, R и R' – радикалы. Найдите зависимость скорости разложения R_2 от его концентрации.

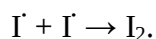
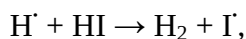
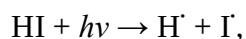
56. Энергия активации фотохимической реакции равна $30 \text{ ккал} \cdot \text{моль}^{-1}$. Какова должна быть минимальная длина волны света для того, чтобы инициировать эту реакцию? Чему равна частота этого света?

57. Энергия связи C-I в молекуле CH_3I составляет $50 \text{ ккал} \cdot \text{моль}^{-1}$. Чему равна кинетическая энергия продуктов реакции

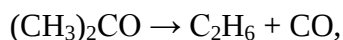


при действии на CH_3I УФ света с длиной волны $253,7 \text{ нм}$?

58. Определите квантовый выход фотолиза иодоводорода, который протекает по механизму:



59. Рассчитайте квантовый выход фотохимической реакции



протекающей под действием УФ света с длиной волны 313 нм. Исходные данные: объем реакционного сосуда 59 мл; среднее количество поглощенной энергии $4,40 \cdot 10^{-3} \text{ Дж} \cdot \text{с}^{-1}$; время облучения 7 ч; температура реакции 56,7 °С; начальное давление 766,3 Торр; конечное давление 783,2 Торр.

60. Молекулы в сетчатке глаза человека способны передавать сигнал в зрительный нерв, если скорость поступления излучения равна $2 \cdot 10^{-16} \text{ Вт}$. Найдите минимальное число фотонов, которое должно за 1 с попадать на сетчатку глаза, чтобы создать зрительное ощущение. Среднюю длину волны света можно принять равной 550 нм.

61. Морские водоросли поглощали свет со средней длиной волны 550 нм и мощностью 10 Вт в течение 100 с. За это время образовалось $5,75 \cdot 10^{-4}$ моль O_2 . Рассчитайте квантовый выход образования кислорода.

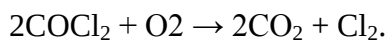
62. Вычислите максимально возможный выход углеводов с 1 га зеленых насаждений в течение лета. Исходные данные: солнечная энергия $1,0 \text{ кал} \cdot \text{см}^{-2} \cdot \text{мин}^{-1}$; летний день 8 ч; в область поглощения хлорофилла (400–650 нм, средняя длина волны 550 нм) попадает 1/3 излучения; квантовый выход 0,12 единиц H_2CO на фотон.

63. Аммиак разлагается УФ светом (длина волны 200 нм) с квантовым выходом 0,14. Рассчитайте энергию света (кал), необходимую для разложения 1 г аммиака?

64. В фотохимической реакции $\text{A} \rightarrow 2\text{B} + \text{C}$ квантовый выход равен 210. В результате реакции из 0,300 моль вещества А образовалось $2,28 \cdot 10^{-3}$ моль вещества В. Сколько фотонов поглотило вещество А?

65. В фотохимической реакции $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{HCl}$ квантовый выход равен 15000. В результате реакции из 0,240 моль Cl_2 образовалось $2,98 \cdot 10^{-2}$ моль HCl . Сколько фотонов поглотил хлор?

66. Фотохимическое окисление фосгена под действием УФ излучения описывается уравнением:



Поглощение $4,4 \cdot 10^{18}$ квантов света ($\lambda = 253,7 \text{ нм}$) вызвало превращение $1,31 \cdot 10^{-5}$ моль фосгена. Рассчитайте квантовый выход реакции.

67. Пиролиз ацетальдегида в газовой фазе характеризуется энергией активации $190 \text{ кДж} \cdot \text{моль}^{-1}$. В присутствии катализатора – паров иода – энергия активации уменьшается до $136 \text{ кДж} \cdot \text{моль}^{-1}$. Во сколько раз возрастает скорость реакции в присутствии паров иода при 200 °С?

68. Разложение ацетальдегида на метан и оксид углерода (II) ускоряется под действием иода в 10^4 раз. При 800 К энергия активации в отсутствие катализатора равна 190 кДж/моль . Вычислите E_A в присутствии катализатора.

69. Энергия активации реакции $A \rightarrow B$, заканчивающейся за 80 минут, равна 140 кДж/моль. За какое время заканчивается реакция в присутствии катализатора, снижающего энергию активации до 80 кДж/моль?
70. В отсутствие катализатора реакция заканчивается за 2 часа, а в его присутствии за 10 минут. Насколько в присутствии катализатора снижается энергия активации, если она не влияет на предэкспоненциальный множитель?
71. Энергия активации реакции $2A + B = 2C$ при температуре $T = 1073$ К, равная 89,7 кДж/моль понизилась в присутствии катализатора до 59 кДж/моль. При какой температуре, но в отсутствие катализатора, реакция может протекать с такой же скоростью.
72. В присутствии катализатора наблюдается повышение значения стерического фактора в 2 раза (при постоянном числе столкновений), и происходит возрастание константы скорости в 610 раз. Насколько снижается значение энергии активации?
73. Во сколько раз повысится скорость реакции при 298 К, если в присутствии катализатора предэкспоненциальный коэффициент возрастает на 20 %, а энергия активации снижается с 120 кДж/моль до 65 кДж/моль.
74. В присутствии катализатора наблюдается повышение значения стерического фактора в 2 раза (при постоянном числе столкновений), и константа скорости возрастает в 1220 раз. Насколько снижается значение энергии активации?
75. При температуре 450°C палладиево-родиевый катализатор повышает в реакции окисления SO_2 предэкспоненциальный множитель на 80 % и снижает энергию активации на 70 кДж/моль. Во сколько раз увеличивает данный катализатор скорость реакции окисления оксида серы (IV) до оксида серы (VI)?
76. Опишите кинетику реакции специфического кислотного катализа в разбавленном водном растворе, используя квазиравновесное приближение. Выразите скорость образования продукта через: а) текущую, б) исходную концентрацию субстрата. Коэффициенты активности и активность воды примите равными единице.
77. Опишите кинетику реакции специфического основного катализа в квазиравновесном приближении. Выразите скорость образования продукта через: а) текущую, б) исходную концентрацию субстрата. Как зависит эффективная константа скорости от pH? Коэффициенты активности и активность воды примите равными единице.
78. Гидролиз ацетилхолина катализируется ферментом ацетилхолинэстеразой, число оборотов которой составляет 25000 с^{-1} . Сколько времени потребуется ферменту для расщепления одной молекулы ацетилхолина?
79. Для некоторой ферментативной реакции константа Михаэлиса равна $0,035 \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1}$. Скорость реакции при концентрации субстрата $0,110 \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1}$ равна $1,5 \cdot 10^{-3} \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$. Найдите максимальную скорость этой реакции.
80. Рассчитайте концентрацию неконкурентного ингибитора I ($K_I = 2,9 \cdot 10^{-4} \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1}$), необходимую для 90%-ного подавления ферментативной реакции.