

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 17.06.2025 18:45:05
Уникальный программный ключ:
0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e943df4a4851fda56d089

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра фундаментальной химии и химической технологии

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебной работе
О. Г. Локтионова
« 28 » 05 2025 г.
(ЮЗГУ)



ИЗБРАННЫЕ ГЛАВЫ ХИМИЧЕСКОЙ КИНЕТИКИ

Методические указания по подготовке к практическим занятиям и выполнению самостоятельной работы для обучающихся, осваивающих ОПОП ВО – программы магистратуры, реализуемые по модели «перевернутого обучения»

Курс – 2025

УДК66(075.8)541.124/128 (071.8)

Составитель: С.Д. Пожидаева

Рецензент
К.х.н, доцент Г.В. Бурых

Избранные главы химической кинетики: методические указания по подготовке к практическим занятиям и выполнению самостоятельной работы для обучающихся, осваивающих ОПОП ВО – программы магистратуры, реализуемые по модели «перевернутого обучения» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: С.Д. Пожидаева. – Курск, 2025. – 127 с.:– Библиогр.: с. 126.

Методические указания структурированы по темам дисциплины, знакомят обучающихся с алгоритмом, применяемым при реализации ОПОП ВО по модели «перевернутого обучения»; содержанием самостоятельной работы обучающихся по освоению каждой темы дисциплины и планом проведения каждого практического занятия; включают вопросы и задания, предлагаемые обучающимся для самостоятельной внеаудиторной и аудиторной работы.

Предназначены для обучающихся по очной форме обучения по ОПОП ВО – программам магистратуры, реализуемым по модели «перевернутого обучения», осваивающих дисциплину «Избранные главы химической кинетики»

Текст печатается в авторской редакции

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 28.05.25. Формат 60x84 1/16.

Усл. печ. л. 7,14 Уч.-изд.л. 6,68 Тираж 35 экз. Заказ № 88 Бесплатно

Юго-Западный государственный университет.

305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Освоение дисциплины «Избранные главы химической кинетики» в рамках ОПОП ВО – программы магистратуры, реализуемой в ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет» по модели «перевернутого обучения», имеет свои особенности, связанные со спецификой данной модели. Главная из них состоит в том, что контактная работа обучающихся с преподавателем включает в себя только лабораторные и практические занятия.

Занятия лекционного типа по дисциплине отсутствуют.

Организовать работу по изучению каждой темы обучающемуся поможет знание алгоритма, применяемого при реализации «перевернутого обучения». Алгоритм освоения каждой темы дисциплины включает 6 последовательно совершаемых шагов или этапов, первый (или: первый и второй) из которых осуществляется (*осуществляются*) дистанционно, остальные – очно, на практических занятиях:

1. Внеаудиторная (домашняя) самостоятельная работа студентов: предварительное (до начала первого практического занятия по теме) самостоятельное изучение обучающимися теоретического учебного контента по новой теме дисциплины.

2. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы (входной контроль знаний) в виде тестирования (проводится начале первого аудиторного занятия по данной теме в присутствии преподавателя).

3. Уточнение и (или) углубление отдельных сложных и (или) спорных вопросов на практическом занятии в рамках групповой консультации или индивидуальных консультаций.

4. Выполнение практических заданий. Работа обучающихся в малых группах по технологии ротации станций (или ротации лабораторий) и другим технологиям.

5. Проверка практических заданий, выполненных обучающимися.

6. Текущий контроль успеваемости по изученной теме.

Приступая к изучению дисциплины, обучающемуся необходимо ознакомиться с нижеследующим описанием алгоритма, которым он будет пользоваться в дальнейшем.

1-й этап. При реализации ОПОП ВО – программы магистратуры по модели «перевернутого обучения» огромное значение приобретает первый из указанных выше этапов – этап предварительного самостоятельного освоения темы по учебно-методическим материалам, разработанным преподавателем и представленным в цифровом формате на портале **do.swsu.ru** в виде:

- инструкции (или памятки) для обучающегося о порядке организации самостоятельной работы по изучению данной темы, которая включает также перечень теоретических вопросов, необходимых для самостоятельного изучения;

- текста с изложением всех теоретических вопросов темы, указанных в инструкции;

- мультимедийной презентации по данной теме;

- видеоролика (или видеороликов) по данной теме (или по отдельным вопросам данной темы).

Обучающийся имеет доступ к теоретическому учебному контенту по теме в режиме 24 / 7 и может ознакомиться с ним в любое удобное для него время в любом месте (как находясь в университете, так и за его пределами) в наиболее комфортном для него темпе, при необходимости останавливаясь в любом месте и делая паузы. Обучающийся может повторно обратиться к указанным материалам и просмотреть их неограниченное количество раз. Также обучающийся может пользоваться данными материалами непосредственно на практическом или лабораторном занятии.

Цель обучающегося на первом этапе – понять и запомнить теоретический учебный материал по изучаемой теме.

В начале работы по изучению теоретического учебного контента по новой теме необходимо прочитать инструкцию преподавателя. В инструкции приводится перечень теоретических вопросов, которые должен изучить обучающийся по конкретной теме, и предлагается порядок организации самостоятельной работы обучающегося по изучению данной темы. Перечисленные вопросы являются обязательными для изучения. Заданного в инструкции порядка организации самостоятельной работы рекомендуется придерживаться, но обучающийся имеет право адаптировать данный порядок для себя.

Подробно конспектировать изученный теоретический материал не требуется, но при работе с текстом для лучшего запоминания и усвоения учебной информации обучающимся предлагается фиксировать термины, основные теоретические положения, записывать формулы, ключевые слова в виде опорного конспекта или ментальной карты (интеллект-карты). (Ментальная карта (от англ. «mind map») – современный и распространенный в мире метод визуального представления идей, задач, концепций и любой другой информации. Это схема визуального представления информации, которая отражает взаимосвязь между несколькими элементами. Структура карты внешне напоминает дерево: в центре располагают основную идею, тему, проблему, ключевое слово, вопрос и т.п., а от нее (него) в разные стороны разводят «ветви» (стрелки), каждая из которых визуализирует связанные с главной (главным) термины, наименования, формулы, аргументы, примеры, выводы и др.)).

После тщательного изучения материалов, представленных преподавателем, обучающийся может продолжить работу над темой по источникам, указанным в разделах 8-9, 11 рабочей программы дисциплины. Самостоятельная работа с дополнительной литературой (учебной, справочной, научной), материалами периодических изданий и Интернета способствует более глубокому усвоению изучаемого материала. При работе с источниками и литературой необходимо:

- сопоставлять, сравнивать, классифицировать, группировать, систематизировать информацию в соответствии с определенной учебной задачей;
- обобщать полученную информацию, оценивать прочитанное;
- фиксировать основное содержание прочитанного текста; формулировать устно и письменно основную идею текста; составлять план, формулировать тезисы.

По завершении самостоятельного изучения темы целесообразно в качестве самоконтроля вслух пересказать положения, указанные преподавателем в инструкции как вопросы, обязательные для изучения. Необходимо добиться глубокого, осознанного освоения содержания темы и свободного владения им, в том числе терминологией.

2-й этап. После изучения темы обучающийся выполняет входное тестирование (не является формой текущего контроля успеваемости, но является обязательным). В одном варианте входного тестирования, как правило, 5 вопросов во всех 4 формах, представленных в подразделе 7.3.1 рабочей программы дисциплины. Входное тестирование оценивается по дихотомической шкале: «прошел входное тестирование» / «не прошел входное тестирование». При получении отрицательной оценки необходимо еще раз перечитать и просмотреть все теоретические учебные материалы, представленные преподавателем в цифровом формате, и пройти входное тестирование повторно до получения положительного результата.

3-й этап. По результатам самостоятельной работы и входного тестирования обучающийся определяет непонятные, и (или) сложные для него, и (или) спорные вопросы; преподаватель со своей стороны также по результатам входного тестирования устанавливает вопросы, которые необходимо уточнить и (или) углубить на практическом занятии для всей группы или для нескольких конкретных студентов. Данные вопросы могут быть рассмотрены концентрированно в начале занятия или постепенно в ходе всего занятия в рамках групповой консультации или индивидуальных консультаций (в зависимости от количества обучающихся, нуждающихся в дополнительных пояснениях преподавателя в каждом конкретном случае). Индивидуальная работа с каждым обучающимся поможет оперативно ликвидировать пробелы в его знаниях.

4-й этап является главным и самым продолжительным этапом практического занятия. Работа обучающихся на данном этапе, как правило, организуется в малых группах (3-5 человек) по технологии ротации станций (или ротации лабораторий), но также может организовываться и по иным технологиям.

При реализации технологии ротации станций (или ротации лабораторий) пространство аудитории условно или буквально делится на несколько станций, количество которых совпадает с количеством малых групп.

На одной из станций группа работает с преподавателем, на других – самостоятельно. На всех остальных станциях группа выпол-

няет одно общее практическое задание или все члены группы выполняют индивидуальные, но однотипные, похожие практические задания.

Задания на станциях направлены на формирование у обучающихся когнитивных умений и навыков всех уровней, начиная с низкого до высокого в приведенном ниже порядке:

- понимание основных положений данной темы;
- применение полученных самостоятельно знаний в конкретной производственной ситуации;
- анализ и синтез информации или каких-либо данных;
- оценку информации, данных, объектов, субъектов и т.д.;
- создание нового на основе полученных знаний, умений и навыков.

На всех станциях имеются необходимые для выполнения задания материалы (учебная, учебно-методическая и (или) научная литература; ГОСТы или иные стандарты, нормативы и требования; чертежи, схемы, графики, диаграммы, таблицы; лабораторное оборудование; компьютеры; инструкции, памятки и т.д.).

Время работы групп на одной станции строго ограничено, одинаково для всех станций и устанавливается преподавателем: 10, 15, 20, 25 минут или иное. По наступлении дедлайна группы по часовой стрелке переходят на следующую станцию и выполняют практическое задание этой станции.

Таким образом, в течение практического занятия каждая группа проходит все станции, в том числе ту, на которой устно отвечает на вопросы преподавателя. Преподаватель, общаясь поочередно со всеми группами, определяет уровень освоения и понимания темы каждым студентом, и дает необходимые индивидуальные консультации. Каждая группа, поработав на всех станциях, выполняет полный пакет практических заданий, подготовленных преподавателем для данного практического или лабораторного занятия.

5-й этап. В самом конце практического занятия озвучиваются и коллективно обсуждаются решения всех практических заданий. Группы выступают поочередно: каждая предлагает свое решение задания той станции, на которой в данный момент находится, в обсуждении которого участвуют все остальные группы.

6-й этап. Текущий контроль успеваемости по изученной теме осуществляется, как правило, в конце последнего практического) занятия по данной теме или постфактум дистанционно. Формы текущего контроля успеваемости указаны в таблице 4.1.2 рабочей программы дисциплины; в полнотекстовом виде оценочные средства приведены в оценочных средствах для текущего контроля знаний и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Избранные главы химической кинетики».

При подготовке к промежуточной аттестации по дисциплине необходимо повторить основные теоретические положения каждой изученной темы и основные термины, самостоятельно решить несколько типовых компетентностно-ориентированных задач. Доступ обучающихся к теоретическому учебному контенту, представленному в цифровом формате, дедлайнами не ограничен и возможен как при подготовке к промежуточной аттестации по дисциплине, так и в течение всего периода освоения ими ОПОП ВО, реализуемой по модели «перевернутого обучения».

ТЕМА № 2

Кинетические уравнения и системы кинетических уравнений; пути их составления или нахождения. Методы и приемы нахождения кинетических параметров

I. ДИСТАНЦИОННАЯ ЧАСТЬ

Задания, выполняемые до начала первого практического занятия по теме № 2

1. Внеаудиторная (домашняя) самостоятельная работа обучающихся по освоению основных положений темы № 2: предварительное (до начала первого практического занятия по теме) самостоятельное изучение теоретического учебного контента по новой теме дисциплины, разработанного преподавателем и представленного в цифровом формате на портале do.swsu.ru

1.1 Ознакомьтесь с **инструкцией** о порядке организации самостоятельной работы по изучению данной темы и следуйте ей.

1.2. Прочитайте **перечень основных теоретических вопросов**, которые необходимо самостоятельно освоить, и **текст с изложением указанных вопросов**.

1.3 Работая с текстом, вносите по мере чтения необходимые записи в **опорный конспект**, который поможет вам запомнить главное (вы можете скачать его прямо отсюда).

Опорный конспект по теме № 2 «Кинетические уравнения и системы кинетических уравнений; пути их составления или нахождения. Методы и приемы нахождения кинетических параметров»

1. Запоминаем главное

1.1 Впишите пропущенные слова:

Константа скорости – это _____

Отличие порядка от молекулярности _____

Кинетическая кривая – это _____

Дифференциальный метод определения порядка _____

1.2 Укажите стрелочками соответствия

$C_i = f_i(\tau)$	Выражение скорости
$W_i = \pm \frac{1}{V_\tau} \frac{dn_i}{d\tau}$	Степень превращения
$\alpha_i = \frac{n_{i(0)} - n_{i(\tau)}}{n_{i(0)}}$	уравнений кинетических кривых
$W_i = \varphi(C_i)$	Кинетическое уравнение

Порядок реакции	Размерность константы скорости
0	л ² / моль ² ·с
1	моль /л·с
2	1/мин
3	л/моль·с

1.3 Укажите стрелочкой одно наиболее точное соответствие:

Скорость химической реакции	Изменение концентрации веществ в единицу времени в единице объема
	Количественная характеристика процесса
	Изменение концентрации исходных веществ в единицу времени
	Изменение концентрации продуктов в единицу времени

1.4 Запишите задачи химической кинетики:

- 1.
- 2.
- 3.

- 4.
- 5.

2. Создаем банк терминов

2.1 Выпишите основные термины и понятия по теме

№	Термин	Определение
1	Степень превращения	
2	Глубина протекания	
3	Скорость процесса	
4	Константа скорости	
5	Кинетическая кривая	
6	Порядок реакции	
7	Молекулярность	
8	Элементарные реакции	
9	Сложные реакции	
10	Механизм процесса	

2.2 Выпишите кинетические уравнения и уравнения анаморфоз для реакций разных порядков

Порядок реакции	Размерность константы скорости	Уравнение реакции	Кинетическое уравнение	Уравнение анаморфозы
0				
1				
2				
n				

2.3 Выпишите условия использования различных методов определения порядка реакции

Дифференциальный метод определения временного порядка	
Дифференциальный метод определения истинного порядка	
Интегральный метод	
Метод определения порядка реакции, исходя из сравнения времени достижения определенных, наперед заданных степеней превращения	
Нахождение общего порядка реакции, исходя из сопоставления времени достижения определенной степени превращения реагента при различных начальных концентрациях его	

3. Сформулируйте для себя, на что стоит обратить внимание при изучении материала по теме №2

1.4 Посмотрите **мультимедийную презентацию** по теме № 2 «Кинетические уравнения и системы кинетических уравнений; пути их составления или нахождения. Методы и приемы нахождения кинетических параметров» в ходе чтения текста (параллельно с ним).

Обратите внимание на анаморфозы кинетических уравнений.

1.4 Посмотрите **видеоролик** по теме № 2 в ходе чтения текста (параллельно с ним).

Обратите внимание на особенности графического дифференцирования при определении порядка реакции.

1.5 Перескажите изученный теоретический материал по вопросам, указанным в инструкции, и опорному конспекту. Воспользуйтесь также следующими **вопросами для самоконтроля**:

1. Размерность константы скорости в зависимости от порядков реакции.
2. Стехиометрические коэффициенты и частные порядки реакций в кинетических уравнениях.
3. Понятие истинной и эффективной константы скорости.
4. Молекулярность и порядки реакции. Общность и различия указанных понятий. Физический смысл.
5. Частные и общий порядки реакции. Порядок истинный (концентрационный) и временной.
6. Причины изменения временных порядков и их классификация.
7. Молекулярность и порядки реакции. В чем общность и различия указанных понятий.
8. Кинетическое уравнение реакции простого типа с глубиной превращения в качестве базовой переменной.
9. Учет стехиометрических коэффициентов и порядков реакций в таком уравнении.
10. Глубина протекания химической реакции и степень превращения реагента. Общность и различие понятий.

1.6 Возьмите с собой на практическое занятие свой **опорный конспект** по теме № 2.

1.7 Выполните **входное тестирование** по теме № 2.

Ответьте на вопросы и выполните задания в тестовой форме по теме № 2:

- 1 Порядок реакции - _____
- 2 Константа скорости - _____
- 3 Степень превращения - _____
- 4 Анаморфоза - _____
- 5 Закон действующих масс _____

6. Установить соответствие между факторами, обуславливающими сложный механизм процесса

1	Энергетический	А	если число частиц реагентов в стехиометрическом уравнении четыре и более, такая реакция ни при каких условиях не может быть элементарной
2	Пространственный	Б	одноименно заряженные частицы отталкиваются друг от друга
3	Вероятностный	В	исходные реагенты большие размеры и сложную пространственную конфигурацию с расположением реакционного центра(ов) в глубине ее.
4	Электростатический	Г	Протекание в несколько стадий более выгодно

7. Установить соответствия

а	Гомогенный	а	компоненты реакционной смеси (катализатор в число компонентов не входит!) образуют более чем одну фазу
б	Гетерогенный	б	реакции, протекающие в объеме фазы
в	Гомофазный	в	все компоненты реакционной смеси, т. е. исходные реагенты, растворитель (инертные компоненты), промежуточные и конечные продукты, находятся в одной фазе
г	Гетерофазный	г	реакции, протекающие на поверхности фазы

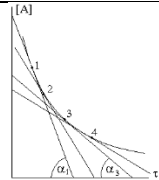
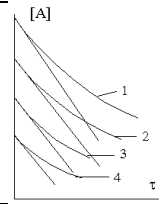
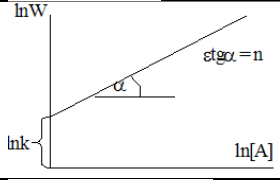
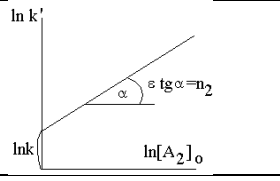
8. Найти соответствие.

а	$C_i = f_i(\tau)$	а	Выражение скорости
б	$W_i = \pm \frac{1}{V_\tau} \frac{dn_i}{d\tau}$	б	Степень превращения
в	$\alpha_i = \frac{n_{i(0)} - n_{i(\tau)}}{n_{i(0)}}$	в	уравнений кинетических кривых
г	$W_i = \varphi(C_i)$	г	Кинетическое уравнение

9. Найти соответствие

а	Кинетическое уравнение	а	число частиц, участвующих в акте химического взаимодействия
б	Молекулярность	б	изменение количества этого вещества в единицу времени в единице объема за счет всех стадий, приводящих к образованию и к расходованию промежуточного продукта
в	Порядок реакции	в	Функции зависимости скорости от концентраций
г	Скорость накопления	г	Показатели степени, в которых концентрации реагентов входят в кинетическое уравнение того или иного компонента реакционной смеси

10. Установить соответствие между схемой и названием операции

а		а	Непонятная операция
б		б	Графическое дифференцирование
в		в	Определение порядка реакции с участием двух реагентов
г		г	Обработка экспериментальных данных

11. Найти соответствие между

	Порядок реакции		Размерность константы скорости
а	0	а	л ² / моль ² ·с
б	1	б	моль / л·с
в	2	в	1/мин
г	3	г	л/моль·с

12. Найти соответствие между уравнением анаморфозы и порядком реакции

а	$\frac{1}{[A]_0-x} - \frac{1}{[A]_0} = k\tau$	а	третий
б	$\frac{1}{[A]_0-2x} - \frac{1}{[A]_0} = 2k\tau$	б	первый
в	$\ln \frac{[A]_0}{[A]_0-ax} = ak\tau$	в	второй
г	$\frac{1}{[A_1]_0-[A_2]_0} \ln \frac{[A_2]_0 \cdot ([A_1]_0-x)}{[A_1]_0 \cdot ([A_2]_0-x)} = k\tau$	г	n-ный

13. Задание на установление последовательности.

Определение константы скорости дифференциальным методом:

- А. построить кривую;
- Б. выбрать произвольно 5-6 точек;
- В. определить концентрацию вещества;
- Г. определить скорость процесса
- Д. построить график в логарифмических координатах

14. Установить последовательность при использовании дифференциального метода определения порядка реакции

- А. На кинетической кривой выбрать 5-6 точек
- Б. Построить кривую в логарифмических координатах
- В. Определить тангенс угла наклона касательных
- Г. Определить концентрации в выбранных точках
- Д. Определить тангенс и отрезок, отсекаемый на оси ординат.

15. Задание на установление последовательности.

Записать выражение для скорости химической реакции, исходя из стехиометрического уравнения, одного порядка реакции и размерности константы скорости

- А. Записать текущую концентрацию через начальную и глубину протекания
- Б. Записать закон действующих масс через текущие концентрации
- В. Определить стехиометрические коэффициенты. влияющие на глубину протекания.
- Г. По размерности константы скорости определить общий порядок
- Д. Определить частные порядки по компонентам
- Е. Записать закон действующих масс через глубину протекания с учетом порядка реакции

16 Задание на установление последовательности.

А Определить скорость химической реакции, если известны масса каждого компонента, объем раствора, порядок по каждому компоненту и константа скорости

- Б. Записать закон действующих масс в общем виде
- В. Определить концентрацию каждого компонента

Г. Записать закон действующих масс с учетом текущих концентраций компонентов и порядка реакции

Д. Выполнить расчет

Е. Определить количество молей каждого компонента

17 К выражениям, описывающим скорость не относятся

$$= \frac{n_i(0) - n_i(\tau)}{n_i(0)} \quad \text{А}$$

$$\pm \frac{1}{\alpha_i V_\tau} \frac{dn_i}{dt} \quad \text{Б}$$

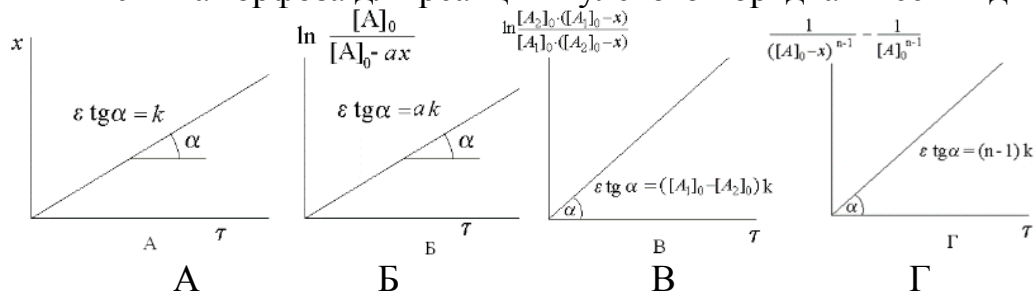
$$= \pm \frac{1}{F_i} \frac{dn_i}{dt} \quad \text{В}$$

$$= \pm dC_i/d\tau \quad \text{Г}$$

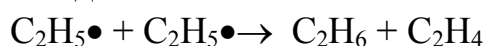
18 Скорость расходования исходных веществ

- уменьшение количества вещества за счет протекания химической реакции;
- увеличение количества вещества за счет протекания химической реакции;
- изменение количества вещества в единицу времени в единице объема за счет всех стадий процесса, приводящих к образованию и расходванию этого вещества
- количество вещества, вступившего в реакцию или образовавшегося в результате реакции в единицу времени в единице объема.

19 Анаморфоза для реакций нулевого порядка имеет вид



20. Кинетическое уравнение для элементарной химической реакции имеет вид



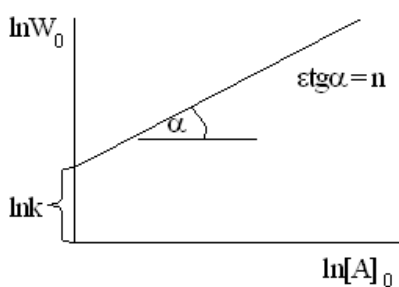
$$1) - \frac{d[C_2H_5]}{d\tau} = k[C_2H_5]^2$$

$$2) \frac{d[X]}{d\tau} = -k[C_2H_5]^2$$

$$3) - \frac{d[C_2H_5]}{d\tau} = k[C_2H_6] \cdot [C_2H_4]$$

$$4) \frac{d[C_2H_6]}{d\tau} = k[C_2H_5]^2$$

21. На графике представлен



- А. дифференциальный метод определения концентрационного порядка
 Б. дифференциальный метод определения временного порядка
 В. интегральный метод
 Г. метод определения общего порядка реакции, исходя из сравнения времени достижения определенных наперед заданных степеней превращения

22 Для реакции нулевого порядка установлено, что $2/3$ исходного реагента при начальной концентрации $0,15$ моль/л прореагировало за 25 мин. Константа скорости равна:

- А) $0,004$ Б) нельзя определить В) $0,1$ Г) $2,5$

II. АУДИТОРНАЯ ЧАСТЬ

Практическое занятие № 2

«Кинетические уравнения и системы кинетических уравнений; пути их составления или нахождения»

Цель практического занятия – приобретение обучающимися практического опыта в применении знаний, полученных при самостоятельном освоении темы № 2, в производственных ситуациях.

Планируемые результаты обучения:

Знать:	Уметь:	Иметь опыт деятельности:
методики эксперимента для проведения испытаний; наиболее распространенные методы и приемы изучения сложных химических превращений	планировать проведение прикладных и экспериментальных работ определения тех или иных кинетических характеристик, в т.ч. и по получению полимерных материалов, с формулировкой обоснованных исходных данных; обрабатывать, полученные результаты, представлять их в информационном виде.	систематизации и анализа необходимой информации навыками использования наиболее распространенных методов и приемов изучения сложных химических превращений.

Необходимое материально–техническое оборудование: мультимедийный проектор, ноутбук, экран, мобильные устройства преподавателя и обучающихся.

ПЛАН ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ № 2

1. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы № 2 (входной контроль знаний).
2. Уточнение и (или) углубление отдельных вопросов по теме № 2.
3. Выполнение обучающимися практических заданий.
4. Проверка практических заданий, выполненных обучающимися.

1. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы № 2 (входной контроль знаний)

1.1 Проверка опорных конспектов по теме № 2

Проверка опорных конспектов по теме организуется преподавателем различными способами: демонстрация всеми обучающимися своих опорных конспектов; зачитывание вслух одним обучающимся записей, внесенных в опорный конспект; работа в парах (студенты обмениваются друг с другом своими опорными конспектами и помогают друг другу дописать пропущенное) и т.д.

1.2 Тестирование по теме № 2

- 1 Порядок реакции - _____
- 2 Константа скорости - _____
- 3 Степень превращения - _____
- 4 Конверсия- _____
- 5 Закон действующих масс _____
6. Установить соответствие

а	Гомогенный	а	компоненты реакционной смеси (катализатор в число компонентов не входит!) образуют более чем одну фазу
б	Гетерогенный	б	реакции, протекающие в объеме фазы
в	Гомофазный	в	все компоненты реакционной смеси, т. е. исходные реагенты, растворитель (инертные компоненты), промежуточные и конечные продукты, находятся в одной фазе
г	Гетерофазный	г	реакции, протекающие на поверхности фазы

7. Установить соответствие между факторами, обуславливающими сложный механизм процесса

1	Энергетический	А	если число частиц реагентов в стехиометрическом уравнении четыре и более, такая реакция ни при каких условиях не может быть элементарной
2	Пространственный	Б	одноименно заряженные частицы отталкиваются друг от друга
3	Вероятностный	В	исходные реагенты большие размеры и сложную пространственную конфигурацию с расположением реакционного центра(ов) в глубине ее.
4	Электростатический	Г	Протекание в несколько стадий более выгодно

8. Найти соответствие

а	$C_i = f_i(\tau)$	а	Выражение скорости
б	$W_i = \pm \frac{1}{V_\tau} \frac{dn_i}{d\tau}$	б	Степень превращения
в	$\alpha_i = \frac{n_{i(0)} - n_{i(\tau)}}{n_{i(0)}}$	в	уравнений кинетических кривых
г	$W_i = \varphi(C_i)$	г	Кинетическое уравнение

9. Найти соответствие

а	Кинетическое уравнение	а	число частиц, участвующих в акте химического взаимодействия
б	Молекулярность	б	изменение количества этого вещества в единицу времени в единице объема за счет всех стадий, приводящих к образованию и к расходованию промежуточного продукта
в	Порядок реакции	в	Функции зависимости скорости от концентраций
г	Скорость накопления	г	Показатели степени, в которых концентрации реагентов входят в кинетическое уравнение того или иного компонента реакционной смеси

10. Найти соответствие между

	Порядок реакции		Размерность константы скорости
а	0	а	л ² / моль ² ·с
б	1	б	моль /л·с
в	2	в	1/мин
г	3	г	л/моль·с

11. Задание на установление последовательности.

Записать выражение для скорости химической реакции, исходя из стехиометрического уравнения, одного порядка реакции и размерности константы скорости

- А. Записать текущую концентрацию через начальную и глубину протекания
- Б. Записать закон действующих масс через текущие концентрации
- В. Определить стехиометрические коэффициенты, влияющие на глубину протекания.
- Г. По размерности константы скорости определить общий порядок
- Д. Определить частные порядки по компонентам
- Е. Записать закон действующих масс через глубину протекания с учетом порядка реакции

12 Задание на установление последовательности.

- А. Определить скорость химической реакции, если известны масса каждого компонента, объем раствора, порядок по каждому компоненту и константа скорости
- Б. Записать закон действующих масс в общем виде
- В. Определить концентрацию каждого компонента
- Г. Записать закон действующих масс с учетом текущих концентраций компонентов и порядка реакции
- Д. Выполнить расчет
- Е. Определить количество молей каждого компонента

13. Скорость расходования исходных веществ

- уменьшение количества вещества за счет протекания химической реакции;
- увеличение количества вещества за счет протекания химической реакции;
- изменение количества вещества в единицу времени в единице объема за счет всех стадий процесса, приводящих к образованию и расходованию этого вещества
- количество вещества, вступившего в реакцию или образовавшегося в результате реакции в единицу времени в единице объема.

14. Кинетическое уравнение для элементарной химической реакции имеет вид



$$1) -\frac{d[\text{C}_2\text{H}_5]}{d\tau} = k[\text{C}_2\text{H}_5]^2$$

$$2) \frac{d[X]}{d\tau} = -k[\text{C}_2\text{H}_5]^2$$

$$3) -\frac{d[\text{C}_2\text{H}_5]}{d\tau} = k[\text{C}_2\text{H}_6] \cdot [\text{C}_2\text{H}_4]$$

$$4) \frac{d[\text{C}_2\text{H}_6]}{d\tau} = k[\text{C}_2\text{H}_5]^2$$

15. К выражениям, описывающим скорость не относят

$$= \frac{n_{i(0)} - n_{i(\tau)}}{n_{i(0)}} \quad \text{А}$$

$$\pm \frac{1}{a_i V_\tau} \frac{dn_i}{dt} \quad \text{Б}$$

$$= \pm \frac{1}{F_i} \frac{dn_i}{dt} \quad \text{В}$$

$$= \pm dC_i/dt \quad \text{Г}$$

2. Уточнение и (или) углубление отдельных вопросов по теме № 2

Консультация преподавателя

Студенты методом мозгового штурма формируют перечень вопросов, которые при самостоятельном освоении темы дома или при тестировании остались для них непонятными или показались сложными и (или) спорными. Преподаватель по результатам тестирования при необходимости добавляет в сформированный обучающимися список вопросы, которые, с его точки зрения, требуется уточнить или углубить.

Определяя с помощью поднятых рук количество студентов, считающих сложным конкретный вопрос из сформированного списка, преподаватель устанавливает вопросы, по которым сразу же проводит групповую консультацию.

Если в пояснениях нуждаются 1-2 человека, преподаватель индивидуально консультирует их в ходе практического занятия.

3. Выполнение обучающимися практических заданий

На данном практическом занятии выполнение обучающимися практических заданий проводится **по технологии ротации станций.**

Аудитория разделена на 3 станции.

Учебная группа делится на 3 малые группы, в каждой группе – 3-5 человек.

На станции № 1 группа работает с преподавателем (ответы обучающихся на вопросы преподавателя по изучаемой теме и групповая и (или) индивидуальная консультация).

На станциях № 2 группы самостоятельно выполняют одно общее практическое задание.

На станции № 3 все члены группы выполняют индивидуальные, но однотипные задания.

Задания на станциях разные. На данном практическом занятии все задания направлены на понимание основных положений темы; анализа и синтеза информации; оценку информации, создание нового на основе полученных знаний, умений и навыков.

Время работы группы на одной станции – 20 минут.

По истечении указанного времени группы переходят по часовой стрелке на следующую станцию для выполнения другого практического задания.

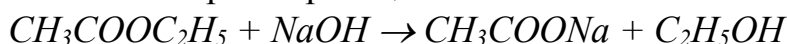
В течение практического занятия каждая группа проходит все станции и выполняет все практические задания.

Вопросы для работы на станции № 1 с преподавателем (по содержанию темы № 2, изученному дома самостоятельно)

1. Размерность константы скорости в зависимости от порядков реакции.
2. Стехиометрические коэффициенты и частные порядки реакций в кинетических уравнениях.
3. Понятие истинной и эффективной константы скорости.
4. Молекулярность и порядки реакции. Общность и различия указанных понятий. Физический смысл.
5. Частные и общий порядки реакции. Порядок истинный (концентрационный) и временной.
6. Причины изменения временных порядков и их классификация.
7. Молекулярность и порядки реакции. В чем общность и различия указанных понятий.
8. Кинетическое уравнение реакции простого типа с глубиной превращения в качестве базовой переменной.
9. Учет стехиометрических коэффициентов и порядков реакций в таком уравнении.
10. Глубина протекания химической реакции и степень превращения реагента. Общность и различие понятий.

Практическое задание для станции № 2 (общее)

1. Константа скорости реакции

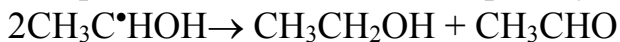


равна $5,4 \text{ кмоль}^{-1}/\text{мин}^{-1} \cdot \text{м}^3$. Сколько процентов эфира прореагирует за 10 мин, если исходные концентрации щелочи и эфира одинаковы и равны $0,02 \text{ кмоль}/\text{м}^3$?

2. Запишите кинетическое уравнение для элементарной химической реакции в соответствии с законом действующих масс



3. Диспропорционирование оксиалкильных радикалов $\text{CH}_3\text{C}\cdot\text{NOH}$ приводит к образованию этилового спирта и уксусного альдегида:



Реакция элементарная. В определенных условиях $k = 10^9$ (л/моль·с). При какой концентрации радикалов скорость реакции окажется равной: а) 0,01 моль/(л·с); б) 0,32 моль/(л·ч)? Какова скорость реакции в моль/(л·мин) и моль/(л·ч) будет при концентрации радикалов 10^{-4} моль/л? Сколько образуется уксусного альдегида, если прореагировало 0,08 молей исходного реагента?

Практические задания для станции №3 (индивидуальные)

1. Запишите кинетические уравнения для химических превращений, имитирующих кинетику реакций простых типов, исходя из заданных стехиометрического уравнения и частных порядков реакций. Частные порядки заданы в явном виде.

- | | |
|--|-----------------------------------|
| а) $A_1 + 0,5A_2 \rightarrow D_1 + \dots$; | $n_1 = 1; n_2 = 2;$ |
| б) $2A_1 + 1,5A_2 \rightarrow D_1 + \dots;$ | $n_1 = 0,5; n_2 = 1;$ |
| в) $0,5A_1 + 2A_2 \rightarrow D_1 + \dots;$ | $n_1 = 0,75; n_2 = 1;$ |
| г) $A_1 + 3A_2 \rightarrow D_1 + \dots$; | $n_1 = -2; n_2 = 1,5;$ |
| д) $1,5A_1 \rightarrow D_1 + \dots$; | $n_1 = 0,5;$ |
| е) $A_1 + A_2 \rightarrow D_1 + \dots$; | $n_1 = 0,5; n_2 = 1,5;$ |
| ж) $2A_1 + A_2 \rightarrow D_1 + \dots;$ | $n_1 = 1; n_2 = 1;$ |
| з) $2,5A_1 + 0,5A_2 \rightarrow D_1 + \dots;$ | $n_1 = 1,5; n_2 = 1,5;$ |
| и) $0,5A_1 + A_2 + 0,5A_3 \rightarrow D_1 + \dots$; | $n_1 = 1; n_2 = 0,5; n_3 = -0,5;$ |
| к) $2A_1 \rightarrow D_1 + \dots;$ | $n_1 = -1,5;$ |
| л) $2,5A_1 + A_2 \rightarrow D_1 + \dots$; | $n_1 = -0,5; n_2 = -1;$ |
| м) $A_1 + 0,75A_2 \rightarrow D_1 + \dots$; | $n_1 = -1; n_2 = 1;$ |
| н) $0,5A_1 + 1,5A_2 \rightarrow D_1 + \dots$; | $n_1 = -1,5; n_2 = 0,5;$ |
| о) $A_1 + 0,5A_2 \rightarrow D_1 + \dots$; | $n_1 = 1,5; n_2 = 2.$ |

2. Запишите кинетические уравнения для химических превращений, имитирующих кинетику реакций простых типов, исходя из заданных стехиометрического уравнения и частных порядков реакций. Задан общий порядок и все, кроме одного, частные порядки.

- | | |
|---|--|
| а) $1,5A_1 + 0,5A_2 + A_3 \rightarrow D_1 + \dots;$ | $n_1 = 1; n_2 = 2; n_\Sigma = 2;$ |
| б) $0,5A_1 + 0,5A_2 + 0,5A_3 \rightarrow D_1 + \dots$; | $n_1 = 0,5; n_2 = 0,5; n_\Sigma = 1$; |
| в) $A_1 + 0,8A_2 \rightarrow D_1 + \dots$; | $n_1 = 0,5; n_\Sigma = -0,5;$ |
| г) $A_1 + 0,5A_2 \rightarrow 1,5D_1 + 2D_2;$ | $n_1 = 1; n_2 = 2; n_\Sigma = 0;$ |
| д) $2,5A_1 + 0,8A_2 + 0,5A_3 \rightarrow D_1 + \dots;$ | $n_1 = -1; n_3 = 0,5; n_\Sigma = -2;$ |
| е) $A_1 + A_2 + 2,5A_3 \rightarrow D_1 + \dots$; | $n_2 = 2; n_3 = -0,5; n_\Sigma = 0;$ |

- ж) $2,5A_1 \rightarrow D_1 + 2D_2$; $n_1 = 0,5; n_{\Sigma} = 0,5$;
 з) $2A_1 + 2A_2 + 1,5A_3 \rightarrow D_1 + \dots$; $n_1 = -1; n_2 = -2; n_{\Sigma} = 0$;
 и) $1,5A_1 + 3A_2 \rightarrow D_1 + \dots$; $n_1 = 1,5; n_{\Sigma} = 0$;
 к) $A_1 + A_2 \rightarrow 0,5D_1 + D_2$; $n_1 = -0,5; n_{\Sigma} = 1,5$;
 и) $A_1 + 2,5A_2 + 0,5A_3 \rightarrow D_1 + \dots$; $n_1 = 1,5; n_2 = -2; n_{\Sigma} = -0,5$;
 к) $1,5A_1 + 1,5A_2 + A_3 \rightarrow D_1 + \dots$; $n_2 = 0,5; n_3 = 0,5; n_{\Sigma} = 0,5$;
 л) $0,5A_1 + A_2 + 0,75A_3 \rightarrow D_1 + \dots$; $n_1 = -1; n_3 = 2,5; n_{\Sigma} = 0$;
 м) $3A_1 + 1,5A_2 \rightarrow D_1 + 2D_2$; $n_2 = 0,5; n_{\Sigma} = -1,5$;
 н) $0,75A_1 + 0,5A_2 \rightarrow 1,5D_1 + D_2$; $n_1 = 0,5; n_2 = 0,5; n_{\Sigma} = -1,5$;
 о) $0,5A_1 \rightarrow D_1 + D_2 + \dots$; $n_1 = -1; n_{\Sigma} = 0$;

3. Запишите кинетические уравнения для химических превращений, имитирующих кинетику реакций простых типов, исходя из заданных стехиометрического уравнения и частных порядков реакций. Частные порядки заданы в явном виде, общий порядок определить из размерности константы скорости.

- а) $0,8A_1 + 2A_2 \rightarrow D_1 + \dots$; $n_1 = 0,5; k (\text{л}^2/(\text{моль}^2 \cdot \text{мин}))$;
 б) $1,5A_1 + 0,5A_2 \rightarrow D_1 + \dots$; $n_2 = 0,5; k (\text{л}/(\text{моль} \cdot \text{с}))$;
 в) $3A_1 + A_2 \rightarrow D_1 + \dots$; $n_1 = 1; k (\text{моль}/(\text{л} \cdot \text{с}))$;
 г) $A_1 + 2A_2 \rightarrow D_1 + \dots$; $n_2 = 3; k (\text{л}^2/(\text{моль}^2 \cdot \text{мин}))$;
 д) $0,7A_1 + 3A_2 \rightarrow D_1 + \dots$; $n_2 = 0,5; k (\text{мин}^{-1})$;
 е) $2A_1 + 2A_2 \rightarrow D_1 + \dots$; $n_1 = 1,5; k (\text{л}^2/(\text{моль}^2 \cdot \text{ч}))$;
 ж) $A_1 + 1,5A_2 \rightarrow D_1 + \dots$; $n_1 = -1; k (\text{л}/(\text{моль} \cdot \text{с}))$;
 з) $0,3A_1 + 1,2A_2 \rightarrow D_1 + \dots$; $n_2 = 3; k (\text{с}^{-1})$;
 и) $4A_1 + A_2 \rightarrow D_1 + \dots$; $n_1 = 1; k (\text{л}/(\text{моль} \cdot \text{с}))$;
 к) $0,5A_1 + 2,5A_2 \rightarrow D_1 + \dots$; $n_1 = 2; k (\text{л}^{1,5}/(\text{моль}^{1,5} \cdot \text{мин}))$;
 л) $A_1 + A_2 \rightarrow D_1 + \dots$; $n_2 = 0,5; k (\text{л}/(\text{моль} \cdot \text{с}))$;
 м) $2A_1 + 3A_2 \rightarrow D_1 + \dots$; $n_1 = 0,5; k (\text{мин}^{-1})$;
 н) $0,3A_1 + 1,5A_2 \rightarrow D_1 + \dots$; $n_1 = -1; k (\text{моль}/(\text{л} \cdot \text{мин}))$;
 о) $A_1 + 2,5A_2 \rightarrow D_1 + \dots$; $n_2 = 0,5; k (\text{л}^{1,5}/(\text{моль}^{1,5} \cdot \text{ч}))$.

4. Для приведенных ниже стехиометрических и кинетических уравнений ряда химических превращений укажите, когда анализ сведений позволяет утверждать, что:

- а) записанная реакция имеет сложный механизм;
 б) записанная реакция имеет элементарный механизм.

Ответ поясните.

Таблица Стехиометрические и кинетические уравнения ряда химических превращений

1	$RH + Cl_2 \rightarrow RCl + HCl$	$W = k \cdot [RH]^{0.5} [Cl_2]^{1.5}$
2	$CH_2 = CH_2 + H_2O + Cl_2 \rightarrow CH_2ClCH_2OH + HCl$	$W = k \cdot [CH_2 = CH_2] \cdot [Cl_2]$
3	$CH_2 = CHR + HCl \xrightarrow{MeCl_n} CH_3C(H)RCl$	$W = k \cdot [RCH_2 = CH_2] \cdot [HCl] \cdot [MeCl_n]$
4	$C_6H_6 + Cl_2 \xrightarrow{MeCl_n} C_6H_5Cl + HCl$	$W = k \cdot [C_6H_6] \cdot [Cl_2] \cdot [MeCl_n]$
5	$RCH_2Cl + OH^- \rightarrow RCH_2ClOH + Cl^-$	$W = k \cdot [RCH_2Cl]$
6	$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$	$W = \frac{a[H_2] \cdot [O_2]}{b[H_2] + c - d[H_2] \cdot [O_2]}$
7	$C_2H_5 \cdot + C_2H_5 \cdot \rightarrow C_4H_{10}$	$W = k \cdot [C_2H_5 \cdot]^2$
8	$C_2H_5 \cdot + C_2H_5 \cdot \rightarrow C_2H_4 + C_2H_6$	$W = k \cdot [C_2H_5 \cdot]^2$
9	$2NO + Cl_2 \rightarrow 2NOCl$	$W = k \cdot [NO]^2 [Cl_2]$
10	$H_2 + Br_2 \rightarrow 2HBr$	$W = \frac{k[H_2] \cdot [Br_2]^{0.5}}{1 + k[HBr] \cdot [Br_2]}$
11	$H_2 + J_2 \rightarrow 2HJ$	$W = k \cdot [H_2] \cdot [J_2]$
12	$RCHO + O_2 \xrightarrow{Co^{3+}} RC(O)OOH$	$W = k \cdot [RCHO]^{0.5} [Co^{3+}]^{0.5}$
13	$C_4H_{10} \rightarrow C_4H_8 + H_2$	$W = k \frac{P_{C_4H_{10}} - P_{C_4H_8} \cdot P_{H_2} / K}{P_{C_4H_8}}$
14	$2HJ \rightarrow H_2 + J_2$	$W = k \cdot [HJ]^2$

4. Проверка практических заданий, выполненных обучающимися

Защита решений

Каждая группа озвучивает свое решение практического задания той станции, на которой она находится в конце занятия. Другие группы могут внести необходимые дополнения, задать вопросы на уточнение или оспорить предлагаемое решение.

Практическое занятие № 3

«Методы и приемы нахождения кинетических параметров на основании анаморфоз»

Цель практического занятия – приобретение обучающимися практического опыта в применении знаний, полученных при самостоятельном освоении темы № 2, в производственных ситуациях.

Планируемые результаты обучения:

Знать:	Уметь:	Иметь опыт деятельности:
методики эксперимента для проведения испытаний; наиболее распространенные методы и приемы изучения сложных химических превращений.	планировать проведение прикладных и экспериментальных работ определения тех или иных кинетических характеристик, в т.ч. и по получению полимерных материалов, с формулировкой обоснованных исходных данных; обрабатывать, полученные результаты, представлять их в информационном виде.	систематизации и анализа необходимой информации навыками использования наиболее распространенных методов и приемов изучения сложных химических превращений.

Необходимое материально–техническое оборудование: мультимедийный проектор, ноутбук, экран, мобильные устройства преподавателя и обучающихся.

ПЛАН ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ № 3

1. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы № 2 (входной контроль знаний).
2. Уточнение и (или) углубление отдельных вопросов по теме № 2.
3. Выполнение обучающимися практических заданий.
4. Проверка практических заданий, выполненных обучающимися.

1. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы № 2 (входной контроль знаний)

1.1 Проверка опорных конспектов по теме № 2

Проверка опорных конспектов по теме организуется преподавателем различными способами: демонстрация всеми обучающи-

мися своих опорных конспектов; зачитывание вслух одним обучающимся записей, внесенных в опорный конспект; работа в парах (студенты обмениваются друг с другом своими опорными конспектами и помогают друг другу дописать пропущенное) и т.д.

1.2 Тестирование по теме № 2

- 1 Порядок реакции - _____
- 2 Константа скорости - _____
- 3 Степень превращения - _____
- 4 Анаморфоза - _____
- 5 Закон действующих масс _____

6. Найти соответствие между анаморфозой и порядком реакции

а	$\frac{1}{[A]_0-x} - \frac{1}{[A]_0} = k\tau$	а	третий
б	$\frac{1}{[A]_0-2x} - \frac{1}{[A]_0} = 2k\tau$	б	первый
в	$\ln \frac{[A]_0}{[A]_0-ax} = ak\tau$	в	второй
г	$\frac{1}{[A_1]_0-[A_2]_0} \ln \frac{[A_2]_0 \cdot ([A_1]_0-x)}{[A_1]_0 \cdot ([A_2]_0-x)} = k\tau$	г	2-й

7. Найти соответствие между анаморфозой и порядком реакции

а	$\frac{1}{[A]_0-x} - \frac{1}{[A]_0} = k\tau$	а	нулевой
б	$x = k\tau$	б	первый
в	$\ln \frac{1}{1-\alpha} = ak\tau$	в	второй
г	$\frac{1}{[A_1]_0-[A_2]_0} \ln \frac{[A_2]_0 \cdot ([A_1]_0-x)}{[A_1]_0 \cdot ([A_2]_0-x)} = k\tau$	г	третий

8. Найти соответствие.

а	$C_i = f_i(\tau)$	а	Выражение скорости
б	$W_i = \pm \frac{1}{V_\tau} \frac{dn_i}{d\tau}$	б	Степень превращения
в	$\alpha_i = \frac{n_{i(0)} - n_{i(\tau)}}{n_{i(0)}}$	в	уравнений кинетических кривых
г	$W_i = \varphi(C_i)$	г	Кинетическое уравнение

9. Найти соответствие

	Порядок реакции		Размерность константы скорости
а	0	а	$\text{л}^2 / \text{моль}^2 \cdot \text{с}$
б	1	б	$\text{моль} / \text{л} \cdot \text{с}$
в	2	в	1/мин
г	3	г	$\text{л} / \text{моль} \cdot \text{с}$

10. Задание на установление последовательности.

Определить уравнения кинетических кривых расходования исходного вещества и накопления продуктов реакции, если она следует кинетике необратимых реакций первого порядка.

- А. Записать концентрацию каждого реагента и продукта через начальную концентрацию и глубину протекания
- Б. Записать кинетическое уравнение первого порядка, исходя из закон действующих масс
- В. Путем интегрирования выразить глубину протекания через константу скорости и время процесса
- Г. Выразить концентрацию каждого реагента как уравнение кинетической кривой

11. Задание на установление последовательности.

Определить значение константы скорости ее размерность, если известен порядок реакции, начальная концентрация реагента и степень превращения реагента по истечении определённого времени.

- А. Определить текущую концентрацию реагента
- Б. В соответствии с порядком реакции определить размерность константы скорости
- В. В соответствии с порядком реакции определить уравнение анаморфозы
- Г. Подставить значения в уравнение анаморфозы и рассчитать

12. Задание на установление последовательности.

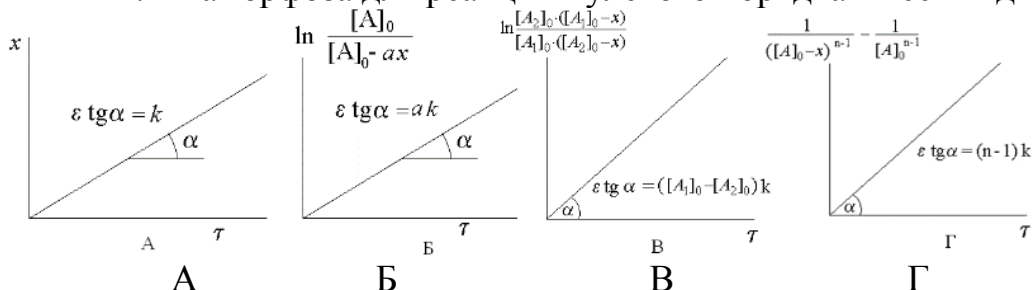
Записать выражение для скорости химической реакции, исходя из стехиометрического уравнения, одного порядка реакции и размерности константы скорости

- А. Записать текущую концентрацию через начальную и глубину протекания
- Б. Записать закон действующих масс через текущие концентрации
- В. Определить стехиометрические коэффициенты, влияющие на глубину протекания.
- Г. По размерности константы скорости определить общий порядок
- Д. Определить частные порядки по компонентам
- Е. Записать закон действующих масс через глубину протекания с учетом порядка реакции

13 Для реакции нулевого порядка установлено, что $2/3$ исходного реагента при начальной концентрации $0,15$ моль/л прореагировало за 25 мин. Константа скорости равна:

- А) $0,004$ Б) нельзя определить В) $0,1$ Г) $2,5$

14. Анаморфоза для реакций нулевого порядка имеет вид



15 Реакция полимеризации протекает в гомофазной системе при постоянной температуре, причем 20% мономера исчезает в течение 34 минут при концентрации исходного мономера $0,04$ или $0,8$ моль/л. Порядок реакции равен:

- А) 1 Б) нельзя определить, не хватает данных В) 0 Г) 2

2. Уточнение и (или) углубление отдельных вопросов по теме № 2

Консультация преподавателя

Студенты методом мозгового штурма формируют перечень вопросов, которые при самостоятельном освоении темы дома или при тестировании остались для них непонятными или показались сложными и (или) спорными. Преподаватель по результатам тестирования при необходимости добавляет в сформированный обучающимися список вопросы, которые, с его точки зрения, требуется уточнить или углубить.

Определяя с помощью поднятых рук количество студентов, считающих сложным конкретный вопрос из сформированного списка, преподаватель устанавливает вопросы, по которым сразу же проводит групповую консультацию.

Если в пояснениях нуждаются $1-2$ человека, преподаватель индивидуально консультирует их в ходе практического занятия.

3. Выполнение обучающимися практических заданий

На данном практическом занятии выполнение обучающимися практических заданий проводится по технологии ротации станций.

Аудитория разделена на 3 станции.

Учебная группа делится на 3 малые группы, в каждой группе – 3-5 человек.

На станции № 1 группа работает с преподавателем (ответы обучающихся на вопросы преподавателя по изучаемой теме и групповая и (или) индивидуальная консультация).

На станциях № 2 группы самостоятельно выполняют одно общее практическое задание.

На станции № 3 все члены группы выполняют индивидуальные, но однотипные задания.

Задания на станциях разные. На данном практическом занятии все задания направлены на понимание основных положений темы; анализа и синтеза информации; оценку информации, создание нового на основе полученных знаний, умений и навыков.

Время работы группы на одной станции – 20 минут.

По истечении указанного времени группы переходят по часовой стрелке на следующую станцию для выполнения другого практического задания.

В течение практического занятия каждая группа проходит все станции и выполняет все практические задания.

Вопросы для работы на станции № 1 с преподавателем (по содержанию темы № 2, изученному дома самостоятельно)

1. Что такое кинетическая кривая?
2. Что такое анаморфоза кинетической кривой?
3. Как получить кинетическую кривую на практике?
4. Как получить уравнение кинетической кривой из кинетического уравнения?
5. Выразить связь между уравнениями кинетических кривых отдельных компонентов реакционных смесей выбранных химических превращений.
6. Сколько кинетических кривых можно получить для заданного химического превращения?
7. Как построить анаморфозу кинетической кривой?
8. Запишите уравнения кинетических кривых для необратимой реакции первого порядка.
9. Что из себя представляет кинетическая кривая изменения степени превращения во времени (размерном и безразмерном) для реакции первого порядка?
10. Запишите уравнения кинетических кривых для необратимой реакции второго порядка с одним исходным реагентом.

11. Запишите уравнения кинетических кривых для необратимой реакции второго порядка с двумя исходными реагентами: а) начальные концентрации реагентов одинаковые; б) начальные концентрации реагентов различные.

12. Запишите уравнения кинетических кривых для необратимой реакции третьего порядка.

13. Запишите уравнения кинетических кривых для необратимой реакции «*n*-ного» порядка.

14. Какова роль стехиометрических коэффициентов в уравнениях кинетических кривых и их анаморфоз.

Практическое задание для станции № 2 (общее)

1. Скорость окисления бутилового спирта хлорноватистой кислотой не зависит от концентрации окисляемого вещества и пропорциональна $HClO$ во второй степени. Вычислить время, в течение которого реакция окисления бутилового спирта хлорноватистой кислотой пройдет на 90% в растворе, содержащем 0,1 моль/л $HClO$ и 1,1 моль/л спирта при 298,2 К. Константа скорости реакции при 298,2 К равна $24 \text{ мин}^{-1} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{л}$.

2. Скорость реакции второго порядка равна $4,5 \cdot 10^{-7} \text{ моль/см}^3 \cdot \text{с}$ с при концентрации одного реагента $1,5 \cdot 10^{-2} \text{ моль/л}$ и другого $2,5 \cdot 10^{-3} \text{ моль/л}$. Рассчитайте константу скорости в $\text{см}^3/\text{моль} \cdot \text{с}$, $\text{л/моль} \cdot \text{с}$ и $\text{л/моль} \cdot \text{мин}$.

Практические задания для станции №3 (индивидуальные)

1. На основании анаморфозы определить параметры

№	Условие	Определить
1	Константа скорости рекомбинации ионов H^+ и $ФГ^-$ (фенилглиоксинат) в молекуле НФГ при 298,2°К равна $k=10^{11,59} \text{ сек} \cdot \text{кмоль}^{-1} \cdot \text{м}^3$ ($\text{сек} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{л}$). Концентрация ионов $H^+ = ФГ^- = 0,001 \text{ кмоль/м}^3$ (моль/л),	Сколько времени потребуется, чтобы реакция прошла на 99,999%?
2	Бимолекулярная реакция, для которой $C_a = C_b$, проходит в 10 мин на 25%.	Сколько времени необходимо, чтобы реакция прошла на 50% при той же T?
3	Реакция омыления эфира – второго порядка, а щелочи диссоциированы полностью. 0,01н. раствор уксусноэтилового эфира омыляется 0,002 н. раствором NaOH за 23 мин на 10% при определенной температуре.	Через сколько минут он будет омылен до такой же степени 0,005 н. раствором КОН
4	Окисление $FeCl_2$ при помощи $KClO_3$ в присутствии HCl является реакцией третьего порядка. Если время выражать в минутах, а концентрации	Вычислить, какова будет концентрация $FeCl_2$ через 1,5 часа

	в кмоль/м ³ (моль/л), то константа скорости этой реакции равна приблизительно единице. Начальные концентрации всех реагирующих веществ равны 0,2 кмоль/м ³ (моль/л)?	после начала реакции
5	В результате реакции формальдегида с перекисью водорода образуется муравьиная кислота $HCHO + H_2O_2 \rightarrow HCOOH + H_2O$.	Определить порядок и константу скорости реакции.
6	Если смешать равные объемы 1-молярных растворов перекиси и муравьиной кислоты, то через 2 часа при T=333,2 ⁰ K концентрация муравьиной кислоты становится равной 0,215 моль/л.	Через сколько времени прореагирует 90% исходных веществ?
7	Бимолекулярная реакция $A + B \rightarrow D_1 + \dots$ протекает таким образом, что за 10 мин концентрация реагента A уменьшилась в 2 раза. $[A]_0 = 1,5$ моль/л; $[B]_0 = 3$ моль/л.	Определить время, когда концентрация [B] окажется равной 2,1 моль/л.
8	Реакция второго порядка при начальной концентрации веществ 0,24 моль/л за 92 мин проходит на 75%.	За какое время концентрация исходных веществ станет равной 0,16 моль/л?
9	Перекись водорода, начальная концентрация которой равна 2,54 моль/л, разлагается в присутствии катализатора. Через 25 мин концентрация перекиси стала 0,728 моль/л, а через 90 мин – 0,0282 моль/л.	Определить порядок реакции.
10	Бимолекулярная реакция второго порядка при начальных концентрациях реагентов 0,24 моль/л каждого протекает на 75% за 92 мин.	За какое время концентрации реагентов окажутся равными 0,16 моль/л?

2 По представленным в таблице данным определить порядок реакции и константу скорости.

№	Условие для определения константы скорости
1	Для некоторой реакции 55%-ное превращение исходного реагента достигалось за 3000 мин при начальной концентрации реагента 0,01 моль/л и за 30 мин при начальной концентрации 0,1 моль/л.
2	При сверхвысоком давлении бензол превращается в полимер. Установлено, что 1/3 часть исходного количества бензола превращается за 15 минут при начальной концентрации 2,4 моль/л и за 120 мин при начальной концентрации 0,3 моль/л
3	При термическом разложении этана на этилен и водород в выбранных условиях за 60 мин превращается 20%, а за 500 мин -83,8% исходного реагента

4	Реакция превращения гидрокарбоната кальция в карбонат характеризовалось временем достижения 50% и 75% степеней превращения. Оказалось, что их соотношение равно 0,33.
5	Реакция полимеризации протекает в гомофазной системе при постоянной температуре, причем 20% мономера исчезает в течение 34 минут при концентрации исходного мономера 0,04 или 0,8 моль/л.
6	Для некоторой реакции 68%-ное превращение исходного реагента достигалось за 100 мин при начальной концентрации реагента 0,015 моль/л и за 1 мин при начальной концентрации 1,5 моль/л. Порядок реакции равен:
7	При распаде перекиси бензоила при 80С в уксусной кислоте через 3000 с осталось 32%, через 10000 с- 8%. При начальной концентрации 1,06 моль/л.
8	Для некоторой реакции 75%-ное превращение исходного реагента достигалось за 500 мин при начальной концентрации реагента 0,15 моль/л и за 5 мин при начальной концентрации 1,5 моль/л. Порядок реакции равен:
9	Реакция изомеризации циклопропана в пропилен характеризуется соотношением времени достижения степеней превращения на $\frac{1}{2}$ и $\frac{1}{4}$ равным 0,25
10	Реакция распада перекиси бензоила в растворе толуола характеризуется соотношением периодов превращения на $\frac{1}{2}$ и $\frac{3}{4}$ равным 0,33.
11	Реакция превращения гидрокарбоната кальция в карбонат характеризовалось временем достижения 50% и 0,33 % степеней превращения. Оказалось, что их соотношение равно 1,7.
12	Для некоторой реакции 50%-ное превращение исходного реагента достигалось за 300 мин при начальной концентрации реагента 0,08 моль/л и за 3 мин при начальной концентрации 8,0 моль/л.

4. Проверка практических заданий, выполненных обучающимися

Защита решений

Каждая группа озвучивает свое решение практического задания той станции, на которой она находится в конце занятия. Другие группы могут внести необходимые дополнения, задать вопросы на уточнение или оспорить предлагаемое решение.

Практическое занятие № 4

«Методы и приемы нахождения кинетических параметров дифференциальным методом»

Цель практического занятия – приобретение обучающимися

практического опыта в применении знаний, полученных при самостоятельном освоении темы № 2, в производственных ситуациях.

Планируемые результаты обучения:

Знать:	Уметь:	Иметь опыт Деятельности:
методики эксперимента для проведения испытаний; наиболее распространенные методы и приемы изучения сложных химических превращений	планировать проведение прикладных и экспериментальных работ определения тех или иных кинетических характеристик, в т.ч. и по получению полимерных материалов, с формулировкой обоснованных исходных данных; обрабатывать, полученные результаты, представлять их в информационном виде.	систематизации и анализа необходимой информации навыками использования наиболее распространенных методов и приемов изучения сложных химических превращений.

Необходимое материально–техническое оборудование: мультимедийный проектор, ноутбук, экран, мобильные устройства преподавателя и обучающихся.

ПЛАН ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ № 4

1. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы № 2 (входной контроль знаний).
2. Уточнение и (или) углубление отдельных вопросов по теме № 2.
3. Выполнение обучающимися практических заданий.
4. Проверка практических заданий, выполненных обучающимися.

1. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы № 2 (входной контроль знаний)

1.1 Проверка опорных конспектов по теме № 2

Проверка опорных конспектов по теме организуется преподавателем различными способами: демонстрация всеми обучающи-

мися своих опорных конспектов; зачитывание вслух одним обучающимся записей, внесенных в опорный конспект; работа в парах (студенты обмениваются друг с другом своими опорными конспектами и помогают друг другу дописать пропущенное) и т.д.

1.2 Тестирование по теме № 2

- 1 Порядок реакции - _____
- 2 Константа скорости - _____
- 3 Степень превращения - _____
- 4 Анаморфоза - _____
- 5 Закон действующих масс _____
6. Найти соответствие.

а	$C_i = f_i(\tau)$	а	Выражение скорости
б	$W_i = \pm \frac{1}{V_\tau} \frac{dn_i}{d\tau}$	б	Степень превращения
в	$\alpha_i = \frac{n_{i(0)} - n_{i(\tau)}}{n_{i(0)}}$	в	Уравнения кинетических кривых
г	$W_i = \varphi(C_i)$	г	Кинетическое уравнение

7. Найти соответствие

а	Кинетическое уравнение	а	число частиц, участвующих в акте химического взаимодействия
б	Молекулярность	б	изменение количества этого вещества в единицу времени в единице объема за счет всех стадий, приводящих к образованию и к расходованию промежуточного продукта
в	Порядок реакции	в	Функции зависимости скорости от концентраций
г	Скорость накопления	г	Показатели степени, в которых концентрации реагентов входят в кинетическое уравнение того или иного компонента реакционной смеси

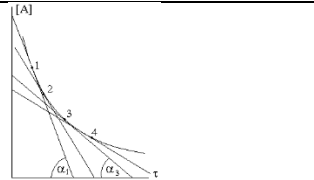
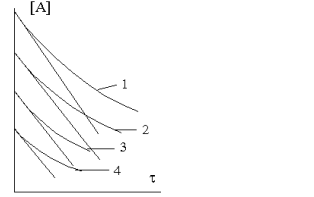
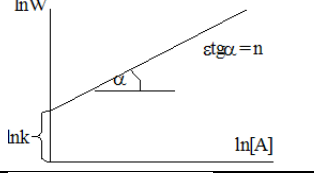
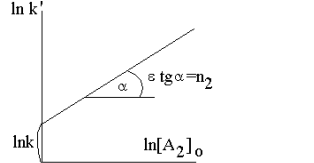
8. Найти соответствие между

	Порядок реакции		Размерность константы скорости
а	0	а	$л^2 / моль^2 \cdot с$
б	1	б	моль /л·с
в	2	в	1/мин
г	3	г	л/моль·с

9. Найти соответствие между уравнением анаморфозы и порядком реакции

а	$\frac{1}{[A]_0 - x} - \frac{1}{[A]_0} = k\tau$	а	третий
б	$\frac{1}{[A]_0 - 2x} - \frac{1}{[A]_0} = 2k\tau$	б	первый
в	$\ln \frac{[A]_0}{[A]_0 - ax} = ak\tau$	в	второй
г	$\frac{1}{[A_1]_0 - [A_2]_0} \ln \frac{[A_2]_0 \cdot ([A_1]_0 - x)}{[A_1]_0 \cdot ([A_2]_0 - x)} = k\tau$	г	n-ный

10. Установить соответствие между схемой и названием операции

а		а	Непонятная операция
б		б	Графическое дифференцирование
в		в	Определение порядка реакции с участием двух реагентов
г		г	Обработка экспериментальных данных

11. Задание на установление последовательности. Определение константы скорости дифференциальным методом:

- А. построить кривую;
- Б. выбрать произвольно 5-6 точек;
- В. определить концентрацию вещества;
- Г. определить скорость процесса
- Д. построить график в логарифмических координатах

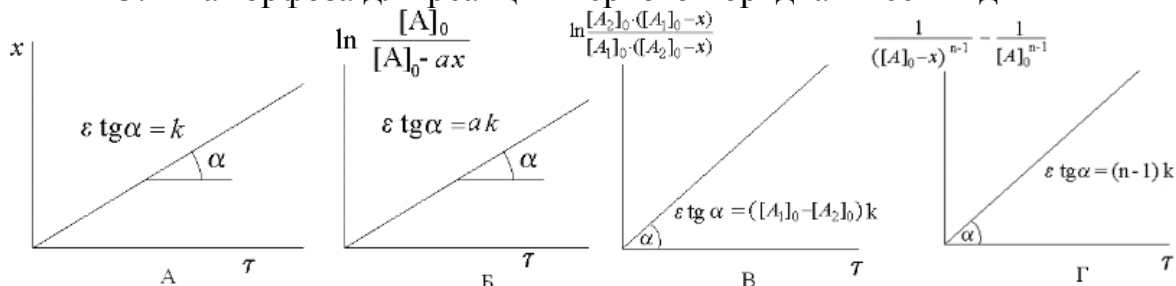
12. Установить последовательность при использовании дифференциального метода определения порядка реакции

- А. На кинетической кривой выбрать 5-6 точек
- Б. Построить кривую в логарифмических координатах
- В. Определить тангенс угла наклона касательных

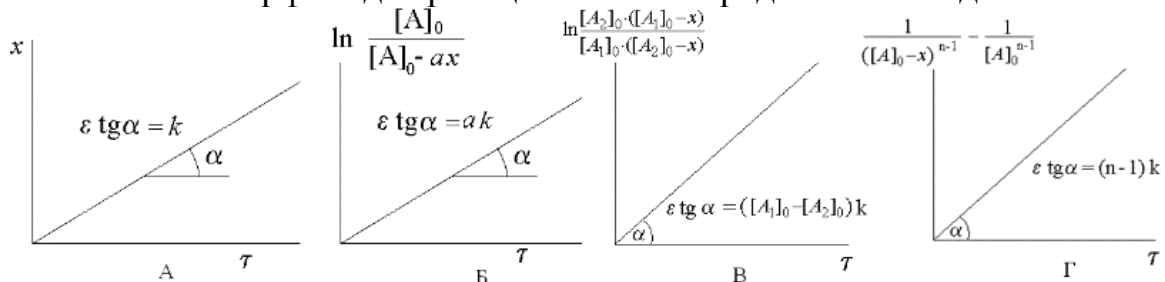
Г. Определить концентрации в выбранных точках

Д. Определить тангенс и отрезок, отсекаемый на оси ординат.

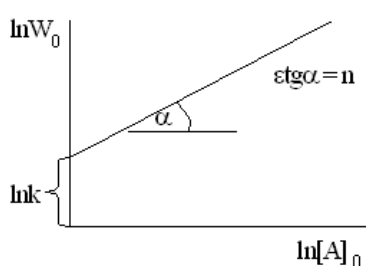
13. Анаморфоза для реакций первого порядка имеет вид



14. Анаморфоза для реакций n-ного порядка имеет вид



15. На графике представлен



А. дифференциальный метод определения концентрационного порядка

Б. дифференциальный метод определения временного порядка

В. интегральный метод

Г. метод определения общего порядка реакции, исходя из сравнения времени достижения определенных степеней превращения

2. Уточнение и (или) углубление отдельных вопросов по теме № 2

Консультация преподавателя

Студенты методом мозгового штурма формируют перечень вопросов, которые при самостоятельном освоении темы дома или при тестировании остались для них непонятными или показались сложными и (или) спорными. Преподаватель по результатам тестирования при необходимости добавляет в сформированный обучающимися список вопросы, которые, с его точки зрения, требуется уточнить или углубить.

Определяя с помощью поднятых рук количество студентов, считающих сложным конкретный вопрос из сформированного

списка, преподаватель устанавливает вопросы, по которым сразу же проводит групповую консультацию.

Если в пояснениях нуждаются 1-2 человека, преподаватель индивидуально консультирует их в ходе практического занятия.

3. Выполнение обучающимися практических заданий

На данном практическом занятии выполнение обучающимися практических заданий проводится по обычной схеме.

Задание для решения под контролем преподавателя

1. Взаимодействие йодистого этила с триэтиламиноном описывается стехиометрическим уравнением



Изучение кинетики этой реакции проводилось в различных растворителях, но при равенстве начальных концентраций реагентов, при этом при 100°C были получены следующие данные:

а) в нитробензоле:

τ, c	0	50	100	200	400	600	1000	1500
$[C_2H_5J], \text{ моль/л}$	0,200	0,175	0,156	0,128	0,094	0,075	0,053	0,038

б) в бензонитриле

τ, c	0	100	250	475	750	1380	2100	4050
$[C_2H_5J], \text{ моль/л}$	0,350	0,252	0,177	0,122	0,089	0,055	0,038	0,021

в) в ацетоне

τ, c	0	30	60	92	122	240	360	720
$[C_2H_5J], \text{ моль/л}$	0,150	0,134	0,121	0,110	0,101	0,077	0,062	0,039

г) в бромбензоле

τ, c	0	60	120	180	240	360	750	1150
$[C_2H_5J], \text{ моль/л}$	0,540	0,356	0,265	0,211	0,176	0,131	0,072	0,049

д) в бензоле

τ, c	0	3	7,5	10	15	20	45
$[C_2H_5J], \text{ моль/л}$	0,71	0,47	0,31	0,26	0,20	0,16	0,08

е) в толуоле

τ, c	0	5	10	25	50	100	200
$[C_2H_5J], \text{ моль/л}$	1,1	0,60	0,42	0,22	0,12	0,063	0,032

ж) в гексане

τ, c	0	0,5	2,0	5,4	11,1	19,5	53
$[C_2H_5J], \text{ моль/л}$	0,19	0,18	0,17	0,14	0,11	0,08	0,04

В каждом из приведенных случаев доступными способами определить порядок реакции и величину константы скорости.

2. Провести проверку определённых дифференциальным методом порядка и константы скорости интегральным методом

3. При изучении реакции в газовой фазе были получены данные, представленные в таблице

Экспериментально полученные данные для определения порядка реакции

Разложение оксида азота (V) в газовой фазе $2N_2O_5 \rightarrow 2N_2O_4 + O_2$								
1	τ, c	0	167	267	487	867	1532	∞
	$P, \text{ мм рт. ст}$	1000	1110	1165	1257	1363	1450	1500
Температурный распад оксида азота (IV) в области малых давлений. Начальная смесь состоит только из оксида азота								
2	τ, c	0	20	40	60	80	100	
	$P \cdot 10^5, \text{ мм рт. ст}$	3,06	3,68	3,97	4,11	4,19	4,25	
При изучении газофазной реакции типа $2A \rightarrow C$ (P - общее давление)								
3	τ, c	0	10	20	35	60	100	1500
	$P \cdot 10^7, \text{ мм рт. ст}$	10	9,166	8,57	7,95	7,27	6,70	5,16
Реакция $2NH_3 \rightarrow N_2 + 3H_2$ на горячей вольфрамовой проволоке. Исходная реакционная смесь состоит из аммиака при давлении 200 мм рт. ст.								
4	τ, c	100	200	400	600	800	1000	
	$\Delta P, \text{ мм рт.ст}$	11,0	22,1	44,0	66,3	87,9	110	
Разложение диметилового эфира при $504^\circ C$ $CH_3OCH_3 \rightarrow CO + CH_4 + H_2$								
5	τ, c	0	390	665	1195	2240	3155	∞
	$P, \text{ мм рт.ст}$	312	408	468	562	714	779	935
Термический распад ацетальдегида (АЦ) $CH_3CHO \rightarrow CO + CH_4$								
6	τ, c	0	5	10	15	20	50	100
	$P_{\text{АЦ}}, \text{ мм рт. ст.}$	64	44,5	32,7	25,0	19,8	7,12	2,3
7	τ, c	0	5	10	15	20	50	100
	$P_{\Sigma}, \text{ мм рт. ст}$	400	468	522	563	596	700	755
8	τ, c	0	10	25	50	100	200	500
	$P_{\Sigma \text{прод}}, \text{ мм рт. ст}$	100	126	158	210	284	374	478

Практическое занятие № 5

«Методы и приемы нахождения кинетических параметров другими методами»

Цель практического занятия – приобретение обучающимися практического опыта в применении знаний, полученных при самостоятельном освоении темы № 2, в производственных ситуациях.

Планируемые результаты обучения:

Знать:	Уметь:	Иметь опыт деятельности:
методики эксперимента для проведения испытаний; наиболее распространенные методы и приемы изучения сложных химических превращений.	планировать проведение прикладных и экспериментальных работ определения тех или иных кинетических характеристик, в т.ч. и по получению полимерных материалов, с формулировкой обоснованных исходных данных; обрабатывать, полученные результаты, представлять их в информационном виде.	систематизации и анализа необходимой информации навыками использования наиболее распространенных методов и приемов изучения сложных химических превращений.

Необходимое материально–техническое оборудование: мультимедийный проектор, ноутбук, экран, мобильные устройства преподавателя и обучающихся.

ПЛАН ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ №5

1. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы № 2 (входной контроль знаний).
2. Уточнение и углубление отдельных вопросов по теме № 2.
3. Выполнение обучающимися практических заданий.
4. Проверка практических заданий, выполненных обучающимися.
5. Текущий контроль успеваемости по теме № 2.

1. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы № 2 (входной контроль знаний)

1.1 Проверка опорных конспектов по теме № 2

Проверка опорных конспектов по теме организуется преподавателем различными способами: демонстрация всеми обучающимися своих опорных конспектов; зачитывание вслух одним обучающимся записей, внесенных в опорный конспект; работа в парах (студенты обмениваются друг с другом своими опорными конспектами и помогают друг другу дописать пропущенное) и т.д.

1.2 Тестирование по теме № 2

1. Определить порядок реакции в зависимости от размерности константы

скорости k ($\text{л}^2/\text{моль}^2 \cdot \text{мин}$)

3 1 2 0

2 В основе дифференциальный метод определения временного порядка лежит уравнение:

$$\ln W = \ln k + n \ln [A] \quad A$$

$$\frac{1}{(1 - \alpha_1)^{n-1}} - 1 = \frac{\tau_1}{\tau_2} \quad B$$

$$n = 1 + \frac{\ln \frac{\tau_{e(1)}}{\tau_{e(2)}}}{\ln \frac{[A]_{0(2)}}{[A]_{0(1)}}} \quad B$$

$$n W_0 = \ln k + n \ln [A] \quad \Gamma$$

3 Кинетическое уравнение для элементарной химической реакции имеет вид



$$1) W = k([A_1]_0 - x)^3 ([A_2]_0 - 3x)^{0.5}$$

$$2) W = k([A_1]_0 - x)^{0.5} ([A_2]_0 - x)^{0.5}$$

$$3) W = k([A_1]_0 + x)([A_2]_0 + x)^{0.5}$$

$$4) W = -([A_1]_0 - x)^{0.5} ([A_2]_0 - 3x)^3$$

4. Для реакции нулевого порядка установлено, что 1/4 исходного реагента при начальной концентрации 0,10 моль/л прореагировало за 2,5 мин. Константа скорости равна:

А) 0,01 Б) нельзя определить В) 0,25 Г) 10

5 Истинный порядок _____

6 Временной порядок _____

7. Общий порядок _____

8. Анаморфоза _____

9. Найти соответствие.

а	$C_i = f_i(\tau)$	а	Выражение скорости
б	$W_i = \pm \frac{1}{V_\tau} \frac{dn_i}{d\tau}$	б	Степень превращения
в	$\alpha_i = \frac{n_{i(0)} - n_{i(\tau)}}{n_{i(0)}}$	в	уравнений кинетических кривых
г	$W_i = \varphi(C_i)$	г	Кинетическое уравнение

10 Найти соответствие

а	$A \xrightarrow{k_1} D_1 + \dots$	а	бимолекулярные
б	$A_1 + A_2 \xrightarrow{k_2} D_1 + \dots$	б	мономолекулярные
в	$2A \xrightarrow{k_2} D_1 + \dots$	в	тримолекулярные
г	$2A_1 + A_2 \xrightarrow{k_3} D_1 + \dots$	г	0-молекулярные

11 Установите соответствия

а	порядок реакции по данному реагенту (компоненту).	а	получен для начального момента времени, когда в реакционной смеси присутствуют только исходные вещества и практически отсутствуют продукты
б	Временной порядок	б	Показатели степени, в которых концентрации реагентов входят в кинетическое уравнение того или иного компонента реакционной смеси
в	Концентрационный (истинный) порядок	в	Множитель в кинетических уравнениях, показывающий, с какой скоростью протекает химическая реакция при концентрациях реагирующих веществ, равных единице,
г	константа скорости	г	измеряют в различные моменты времени одного и того же опыта

12. Найти соответствие для уравнений анаморфоз

а	$\ln \frac{1}{1-\alpha} = ak\tau$	а	нулевой
б	$\frac{dx}{d\tau} = k$	б	первый
в	$\ln \frac{[A]_0}{[A]_0 - ax} = ak\tau$	в	второй
г	$\frac{1}{[A_1]_0 - [A_2]_0} \ln \frac{[A_2]_0 \cdot ([A_1]_0 - x)}{[A_1]_0 \cdot ([A_2]_0 - x)} = k\tau$	г	n-ный

13. Задание на установление последовательности.

Определение константы скорости дифференциальным методом:

- А. построить кривую;
- Б. выбрать произвольно 5-6 точек;
- В. определить концентрацию вещества;
- Г. определить скорость процесса
- Д. построить график в логарифмических координатах

14. Установить последовательность при использовании дифференциального метода определения порядка реакции

- А. На кинетической кривой выбрать 5-6 точек

- Б. Построить кривую в логарифмических координатах
- В. Определить тангенс угла наклона касательных
- Г. Определить концентрации в выбранных точках
- Д. Определить тангенс и отрезок, отсекаемый на оси ординат.

15. Задание на установление последовательности.

- А. Определение константы скорости интегральным методом:
- Б. Для определённого промежутка времени взять концентрацию для расчета константы скорости
- В. Выразить константу скорости
Выбрать порядок
- Г. Для данного порядка выписать уравнение анаморфозы
- Д. Определить начальную концентрацию реагента из условий.
- Е. Повторить операцию 3-4 раза
- Ж, Если полученные значения константы скорости совпали, порядок реакции определён верно.

2. Уточнение и (или) углубление отдельных вопросов по теме № 2

Консультация преподавателя

Студенты методом мозгового штурма формируют перечень вопросов, которые при самостоятельном освоении темы дома или при тестировании остались для них непонятными или показались сложными и (или) спорными. Преподаватель по результатам тестирования при необходимости добавляет в сформированный обучающимися список вопросы, которые, с его точки зрения, требуется уточнить или углубить.

Определяя с помощью поднятых рук количество студентов, считающих сложным конкретный вопрос из сформированного списка, преподаватель устанавливает вопросы, по которым сразу же проводит групповую консультацию.

Если в пояснениях нуждаются 1-2 человека, преподаватель индивидуально консультирует их в ходе практического занятия.

3. Выполнение обучающимися практических заданий

На данном практическом занятии выполнение обучающимися практических заданий проводится **по технологии ротации станций.**

Аудитория разделена на 3 станции.

Учебная группа делится на 3 малые группы, в каждой группе – 3-5 человек.

На станции № 1 группа работает с преподавателем (ответы обучающихся на вопросы преподавателя по изучаемой теме и групповая и (или) индивидуальная консультация).

На станциях № 2 группы самостоятельно выполняют одно общее практическое задание.

На станции № 3 все члены группы выполняют индивидуальные, но однотипные задания.

Задания на станциях разные. На данном практическом занятии все задания направлены на понимание основных положений темы; анализа и синтеза информации; оценку информации, создание нового на основе полученных знаний, умений и навыков.

Время работы группы на одной станции – 20 минут.

По истечении указанного времени группы переходят по часовой стрелке на следующую станцию для выполнения другого практического задания.

В течение практического занятия каждая группа проходит все станции и выполняет все практические задания.

Вопросы для работы на станции № 1 с преподавателем (по содержанию темы № 2, изученному дома самостоятельно)

1. Характеристика наиболее распространенных методов определения порядка реакции простых типов с одним исходным реагентом.

2. В чем сущность дифференциального метода по начальным скоростям? Какой порядок реакции (концентрационный или временной) определяется таким образом?

3. В чем сущность и каковы различия между дифференциальным методом обработки кинетической кривой и дифференциальным методом по начальным скоростям?

4. В чем сущность метода определения порядка реакции, исходя из сравнения времени достижения определенных наперед заданных степеней превращения?

5. В чем сущность метода определения порядка реакции, исходя из сопоставления времени достижения определенной степени превращения реагента при различных начальных концентрациях его?

6. Сущность метода полупревращения в практической кинетике, область использования и ограничения.

7. В чем заключается определение порядка реакции по зависимости изменяющейся во времени скорости реакции от концентрации реагента (метод

Вант-Гоффа, дифференциальный метод)?

8. В чем заключается определение порядка реакции из анаморфоз кинетических кривых расходования исходного реагента (интегральный метод)?

9. Перечислите преимущества, недостатки, границы применимости дифференциального метода обработки заданных кинетических кривых реакций простых типов с одним исходным реагентом.

10. Перечислите преимущества, недостатки, границы применимости интегрального метода обработки заданных кинетических кривых реакций простых типов с одним исходным реагентом.

Практическое задание для станции № 2 (общее)

11. Перекись водорода, начальная концентрация которой равна 2,54 моль/л, разлагается в присутствии катализатора. Через 15 мин концентрация перекиси равна 0,983, через 30 мин 0,381 моль/л. Определите порядок реакции и константу скорости реакции.

2. При сверхвысоком давлении бензол превращается в полимер. Установлено, что 1/4 часть исходного количества бензола превращается за 5 минут при начальной концентрации 0,8 моль/л и за 40 мин при начальной концентрации 0,1 моль/л. Определите порядок реакции и константу скорости реакции.

Практические задания для станции №3 (индивидуальные)

1. По представленным ниже данным определить порядок реакции и константу скорости.

№	Условие
1	Для некоторой реакции 55%-е превращение исходного реагента достигалось за 3000 мин при начальной концентрации реагента 0,01 моль/л и за 30 мин при начальной концентрации 0,1 моль/л.
2	При сверхвысоком давлении бензол превращается в полимер. Установлено, что 1/3 часть исходного количества бензола превращается за 15 минут при начальной концентрации 2,4 моль/л и за 120 мин при начальной концентрации 0,3 моль/л
3	При термическом разложении этана на этилен и водород в выбранных условиях за 60 мин превращается 20%, а за 500 мин 83,8% исходного реагента.
4	Реакция превращения гидрокарбоната кальция в карбонат характеризовалось временем достижения 50% и 75% степеней превращения. Оказалось, что их соотношение равно 0,33.
5	Реакция полимеризации протекает в гомофазной системе при постоянной температуре, причем 20% мономера исчезает в течение 34 минут при концентрации исходного мономера 0,04 или 0,8 моль/л

6	Для некоторой реакции 68%-ное превращение исходного реагента достигалось за 100 мин при начальной концентрации реагента 0,015 моль/л и за 1 мин при начальной концентрации 1,5 моль/л.
7	Для некоторой реакции 75%-ное превращение исходного реагента достигалось за 500 мин при начальной концентрации реагента 0,15 моль/л и за 5 мин при начальной концентрации 1,5 моль/л
8	При распаде перекиси бензоила при 80°C в уксусной кислоте через 3000 с осталось 32%, через 10000 с - 8%. Начальная концентрация 1,06 моль/л
9	Реакция изомеризации циклопропана в пропилен характеризуется соотношением времени достижения степеней превращения на 1/2 и 1/4 равным 0,25.
10	Реакция распада перекиси бензоила в растворе толуола характеризуется соотношением периодов превращения на 1/2 и 3/4 равным 0,33.

2. По представленным ниже данным выполнить необходимые расчеты

№	Условие	Найти
1	Для реакции нулевого, первого, второго, третьего и « <i>n</i> -ного» порядка $\alpha_1 = 1/2$, $\alpha_2 = 1/4$	рассчитайте соотношение $\tau_{\alpha_1} / \tau_{\alpha_2}$
2	Период полураспада изотопа равен 2,33 года и не зависит от начального количества исходного реагента.	Определите порядок реакции и величину константы скорости
3	Период 75%-ного превращения перекиси ацетилбензоила при ее брутто-распаде в смеси толуола с уксусной кислотой обратно пропорционален корню квадратному из начальной концентрации реагента. При начальной концентрации 1 моль/л равен 50 мин	Определите порядок и величину константы скорости реакции
4	Период полупревращения гидрокарбоната кальция в карбонат обратно пропорционален начальной концентрации и при начальной концентрации гидрокарбоната 10^{-2} моль/л равен 51 мин.	Определите порядок и величину константы скорости реакции
5	Период 0,75% превращения азодиизобутиронитрила в толуоле не зависит от начальной концентрации реагента и равен 700 мин	Определите порядок и величину константы скорости реакции
6	Время полупревращения некоторой реакции обратно пропорционально квадрату начальной концентрации исходного реагента и при начальной концентрации равной 1 моль/л равно 15 мин. каков порядок данной реакции?	Определите порядок и величину константы скорости реакции

7	Для реакции нулевого, первого, второго, третьего и «n-ного» порядка $\alpha_1 = 1/2$, $\alpha_2 = 3/4$	рассчитайте соотношение $\tau_{\alpha_1} / \tau_{\alpha_2}$
8	Период превращения исходного реагента на 25% пропорционален начальной концентрации в степени 0,5 и при и при начальной концентрации равной 0,01 моль/л равен 125 с	Определите порядок и величину константы скорости реакции
9	При изучении закономерностей превращения гидрокарбоната кальция в карбонат оказалось, что $\tau_{\alpha=1/2} / \tau_{\alpha=3/4} = 0,33$	Определите порядок
10	Для реакции нулевого, первого, второго, третьего и «n-ного» порядка $\alpha_1 = 1/2$, $\alpha_2 = 1/3$	рассчитайте соотношение $\tau_{\alpha_1} / \tau_{\alpha_2}$

4. Проверка практических заданий, выполненных обучающимися

Защита решений

Каждая группа озвучивает свое решение практического задания той станции, на которой она находится в конце занятия. Другие группы могут внести необходимые дополнения, задать вопросы на уточнение или оспорить предлагаемое решение.

5. Текущий контроль успеваемости по теме № 2

ТЕМА № 3

Кинетическое описание многостадийных реакций

I. ДИСТАНЦИОННАЯ ЧАСТЬ

Задания, выполняемые до начала первого практического занятия по теме №3

1. Внеаудиторная (домашняя) самостоятельная работа обучающихся по освоению основных положений темы № 3: предварительное (до начала первого практического занятия по теме) самостоятельное изучение теоретического учебного контента по новой теме дисциплины, разработанного преподавателем и представленного в цифровом формате на портале do.swsu.ru

1.1 Ознакомьтесь с **инструкцией** о порядке организации самостоятельной работы по изучению данной темы и следуйте ей.

1.2. Прочитайте **перечень основных теоретических вопросов**, которые необходимо самостоятельно освоить, и **текст с изложением указанных вопросов**.

1.3 Работая с текстом, вносите по мере чтения необходимые записи в **опорный конспект**, который поможет вам запомнить главное (вы можете скачать его прямо отсюда).

Опорный конспект по теме № 3 «Кинетическое описание многостадийных реакций»

1. Запоминаем главное

1.1 Впишите пропущенные слова:

Механизм процесса – это _____

Схема механизма – это _____

Химизм процесса – это _____

Маршрут протекания процесса – это _____

1.2 Укажите стрелочками соответствия

К какому типу реакций относятся указанные превращения

$\text{MnO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Mn(O)SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ $\text{Mn(O)SO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Mn(SO}_4)_2 + \text{H}_2\text{O}$	последовательные
$\text{N}_2\text{O}_5 \xrightleftharpoons[k_{-1}]{k_1} \text{NO}_2\cdot + \text{NO}_3\cdot$	последовательно-параллельные
$A + K \rightarrow AK$ $AK \rightarrow D + K$	обратимые

химическая индукция	совокупность стадий, где ряд промежуточных стадий в схеме механизма представлен сложными реакциями
стационарный	количество молекул акцептора на одну молекулу индуктора
фактор индукции	режим, при котором разность скоростей образования и расходования промежуточных активных частиц становится малой по сравнению с этими скоростями
химизм процесса	что самопроизвольно протекающая в системе реакция вызывает протекание в этой же системе другой химической реакции, неосуществимой в отсутствие первой

1.3 Укажите стрелочкой одно наиболее точное соответствие:

Стационарный режим режим, при котором разность скоростей образования и расходования промежуточных активных частиц становится малой по сравнению с этими скоростями

это метод, позволяющий свести систему дифференциальных уравнений к одному дифференциальному (кинетическому) уравнению
 режим, при котором рассмотрение кинетики суммарного процесса позволяет пренебречь временем установления стационарного состояния
 режим, при котором разность скоростей образования и расходования промежуточных активных частиц становится малой по сравнению с этими скоростями

1.4 Запишите виды сложных многостадийных процессов:

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

2. Создаем банк терминов

2.1 Выпишите основные термины и понятия по теме

№	Термин	Определение
1	Сложные реакции	
2	Механизм процесса	
3	Схема механизма	
4	Химизм процесса	
5	Маршрут протекания процесса	
6	Стационарный режим	
7	Обратимые реакции	
8	Последовательные реакции	
9	Сопряженные реакции	
10	Лимитирующая стадия	

2.2 Выпишите последовательность действий использования метода стационарных концентраций

3. Сформулируйте для себя, на что стоит обратить внимание при изучении материала по теме №3

1.4 Посмотрите **мультимедийную презентацию** по теме № 3 «Кинетическое описание многостадийных реакций» в ходе чтения текста (параллельно с ним).

Обратите внимание на особенности определения порядка сложных многостадийных реакции.

1.4 Посмотрите **видеоролик** по теме № 3 в ходе чтения текста (параллельно с ним).

Обратите внимание на последовательность действий при использовании метода стационарных концентраций.

1.5 Перескажите изученный теоретический материал по вопросам, указанным в инструкции, и опорному конспекту. Воспользуйтесь также следующими **вопросами для самоконтроля**:

1. Перечислите особенности обратимых реакций первого порядка, в частности, кинетические закономерности, характеристику конечного состояния, методы определения константы равновесия и констант скоростей

2. Составьте системы кинетических уравнений и уравнений кинетических кривых для двух последовательных реакций первого порядка.

3. Как определить положение и величину максимума на кинетической кривой двух последовательных реакций первого порядка?

4. В чем сущность методов раздельного определения скоростей образования и расходования промежуточного продукта последовательных реакций?

5. На чем основан кинетический изотопный и другие методы определения скоростей образования и расходования промежуточного продукта последовательных реакций?

6. Сопоставьте скорости накопления отдельных продуктов и изотопный кинетический метод в определении последовательных и параллельных стадий в сложных химических реакциях.

7. В чем особенности кинетики параллельных реакций: вещество А само по себе устойчиво и реагирует с двумя другими исходными веществами C_1 и C_2 ?

8. Как можно использовать уравнения материального баланса при изучении кинетики параллельных реакций?

9. В чем особенности кинетики параллельных реакций: вещество А неустойчиво и, реагируя с другим исходным веществом, одновременно расходуется само по себе?

10. В чем особенности кинетики параллельных реакций с тремя и более направлениями расходования стабильного по своей природе исходного реагента А?

1.6 Возьмите с собой на практическое занятие свой **опорный конспект** по теме № 3.

1.7 Выполните входное тестирование по теме №3.

Ответьте на вопросы и выполните задания в тестовой форме по теме № 3:

1 Индуктор – _____

2 Актор – _____

3 Сопряженные реакции – _____

4 Акцептор – _____

5 Закон действующих масс _____

6. Установить соответствие между факторами, обуславливающими сложный механизм процесса

1	Энергетический	А	если число частиц реагентов в стехиометрическом уравнении четыре и более, такая реакция ни при каких условиях не может быть элементарной
2	Пространственный	Б	одноименно заряженные частицы отталкиваются друг от друга
3	Вероятностный	В	исходные реагенты большие размеры и сложную пространственную конфигурацию с расположением реакционного центра(ов) в глубине ее.
4	Электростатический	Г	Протекание в несколько стадий более выгодно

7. Установить соответствия

а	$MnO_2 + H_2SO_4 \rightarrow Mn(O)SO_4 + H_2O$ $Mn(O)SO_4 + H_2SO_4 \rightarrow Mn(SO_4)_2 + H_2O$	а	последовательные
б	$N_2O_5 \xrightleftharpoons[k_{-1}]{k_1} NO_2^{\bullet} + NO_3^{\bullet}$	б	последовательно-параллельные
в	$A + K \rightarrow AK$ $AK \rightarrow D + K$	в	обратимые

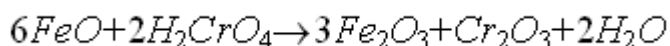
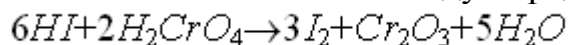
8. Найти соответствие.

а	механизм процесса	а	это совокупность стадий, через которые последовательно протекает сложный химический процесс
б	схема механизма	б	это совокупность стадий, где неизвестны все промежуточные стадии или не каждая из этих стадий представлена элементарной реакцией
в	химизм процесса	в	это совокупность стадий, где ряд промежуточных стадий в схеме механизма представлен неэлементарными (т.е. сложными) реакциями
г	маршрут протекания процесса	г	это совокупность стадий, где многие из важных промежуточных стадий в схеме вообще отсутствуют

9. Найти соответствие для уравнения $SH^+ + H_2O \rightarrow S + H_3O^+$,

а	H ₂ O	а	протонизированный субстрат
б	SH ⁺	б	молекула растворителя
в	S	в	молекула субстрата
г	H ₃ O ⁺	г	акцептор

10. Найти соответствие между определениями для реакций



а	Йодистоводородная кислота	а	Актор
б	Хромовая кислота	б	индуктор
в	Оксид железа	в	акцептор
г	Оксид хрома	г	КОМПОНЕНТ

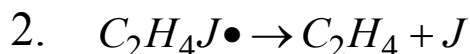
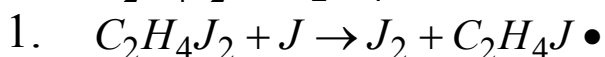
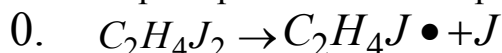
11. Определить соответствия

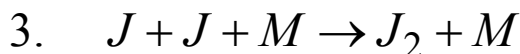
а	Расходование вещества в обратной реакции	а	$[A] = \frac{[A]_0 + [D]_0}{1 + K} + \frac{K[A]_0 - [D]_0}{1 + K} e^{-(k_1 + k_{-1})\tau}$
б	Одна из характеристик последовательной реакции	б	$\frac{k_2}{k_1} = \ln\left(1 - \frac{[D_2]}{[C_2]_0}\right) / \ln\left(1 - \frac{[D_1]}{[C_1]_0}\right)$
в	Одна из характеристик последовательной реакции	в	$[B] = [A]_0 \frac{k_1}{k_2 - k_1} (e^{-k_1\tau} - e^{-k_2\tau})$
г	Изменение концентрации вещества в последовательной реакции	г	$[B]_M = [A]_0 \left(\frac{k_1}{k_2}\right)^{\frac{k_2}{k_2 - k_1}}$

12 Задание на установление последовательности при использовании метода стационарных концентраций

- установить, соответствует ли полученное кинетическое уравнение требованиям к кинетическим уравнениям для реакций простых типов;
- решая алгебраические уравнения, найти функциональные зависимости концентраций активных продуктов от концентраций исходных реагентов;
- исходя из схемы механизма процесса, записать систему кинетических уравнений;
- используя функциональные зависимости, найти кинетическое уравнение, не содержащее концентраций активных промежуточных продуктов;
- выявить кинетические уравнения накопления высокореакционных промежуточных продуктов и приравнять скорости накопления этих продуктов к нулю;

13. На примере механизма термического распада дийодэтана





установите последовательность действий

- приравниваем скорости накопления промежуточных продуктов нулю:
- находим кинетические уравнения для компонентов
- находим активные промежуточные компоненты
- складываем соответственно левые и правые части записанных алгебраических уравнений;

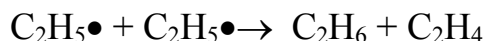
$$\frac{d[C_2H_4]}{d\tau} = \frac{k_1 k_2}{k_2} [C_2H_4 J_2] \sqrt{\frac{k_0 [C_2H_4 J_2]}{k_3 [M]}} + \frac{k_0 k_2}{k_2} [C_2H_4 J_2] =$$

$$д) = k_1 [C_2H_4 J_2] \cdot \left(\frac{k_0}{k_1} + \sqrt{\frac{k_0 [C_2H_4 J_2]}{k_3 [M]}} \right)$$

- найденное значение для $[J] = \left(\frac{k_0 [C_2H_4 J_2]}{k_3 [M]} \right)^{0,5}$ используем для нахождения $C_2H_4 J_2$

ния $C_2H_4 J_2$

14. Кинетическое уравнение для элементарной химической реакции имеет вид



$$1) - \frac{d[C_2H_5]}{d\tau} = k[C_2H_5]^2 \qquad 2) \frac{d[X]}{d\tau} = -k[C_2H_5]^2$$

$$3) - \frac{d[C_2H_5]}{d\tau} = k[C_2H_6] \cdot [C_2H_4] \qquad 4) \frac{d[C_2H_6]}{d\tau} = k[C_2H_5]^2$$

15 Кинетическое уравнение для химической реакции имеет вид $2A_1 + A_2 + 2A_3 \rightarrow D_1 + \text{продукты}$ ($n_1=0.5$, $n_2=1.5$, $n_3=1$)

$$1) W = k([A_1]_0 - 2x)^{0.5} ([A_2]_0 - x)^{1.5} ([A_3]_0 - 2x)$$

$$2) W = k([A_1]_0 - 2x)^2 ([A_2]_0 - x)^{0.5} ([A_3]_0 - 2x)$$

$$3) W = k([A_1]_0 + x)^2 ([A_2]_0 + 2x)([A_3]_0 + 2x)$$

$$4) W = ([A_1]_0 - x)([A_2]_0 - x)^{1.5} ([A_3]_0 - 2x)$$

II. АУДИТОРНАЯ ЧАСТЬ

Практическое занятие № 6

«Кинетическое описание многостадийных реакций»

Цель практического занятия – приобретение обучающимися практического опыта в применении знаний, полученных при самостоятельном освоении темы №3, в производственных ситуациях.

Планируемые результаты обучения:

Знать:	Уметь:	Иметь опыт деятельности:
математическое описание наиболее распространенных моделей химических реакций, лежащих в основе производства композиционных материалов	выявлять на основе математических описаний путей управления, оптимизации химических превращений	систематизации и анализа необходимой информации

Необходимое материально–техническое оборудование: мультимедийный проектор, ноутбук, экран, мобильные устройства преподавателя и обучающихся.

ПЛАН ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ № 6

1. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы № 3 (входной контроль знаний).
2. Уточнение и (или) углубление отдельных вопросов по теме №3.
3. Выполнение обучающимися практических заданий.
4. Проверка практических заданий, выполненных обучающимися.
5. Текущий контроль успеваемости по теме №3.

1. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы № 3 (входной контроль знаний)

1.1 Проверка опорных конспектов по теме №3

Проверка опорных конспектов по теме организуется преподавателем различными способами: демонстрация всеми обучающимися своих опорных конспектов; зачитывание вслух одним обучающимся записей, внесенных в опорный конспект; работа в парах (студенты обмениваются друг с другом своими опорными конспектами и помогают друг другу дописать пропущенное) и т.д.

1.2 Тестирование по теме № 3

- 1 Индуктор – _____
- 2 Актор – _____
- 3 Сопряженные реакции – _____
- 4 Акцептор – _____

5 Закон действующих масс _____

6. Установить соответствие между факторами, обуславливающими сложный механизм процесса

1	Энергетический	А	если число частиц реагентов в стехиометрическом уравнении четыре и более, такая реакция ни при каких условиях не может быть элементарной
2	Пространственный	Б	одноименно заряженные частицы отталкиваются друг от друга
3	Вероятностный	В	исходные реагенты большие размеры и сложную пространственную конфигурацию с расположением реакционного центра(ов) в глубине ее.
4	Электростатический	Г	Протекание в несколько стадий более выгодно

7. Установить соответствия

а	$MnO_2 + H_2SO_4 \rightarrow Mn(O)SO_4 + H_2O$ $Mn(O)SO_4 + H_2SO_4 \rightarrow Mn(SO_4)_2 + H_2O$	а	последовательные
б	$N_2O_5 \xrightleftharpoons[k_{-1}]{k_1} NO_2^{\bullet} + NO_3^{\bullet}$	б	последовательно-параллельные
в	$A + K \rightarrow AK$ $AK \rightarrow D + K$	в	обратимые

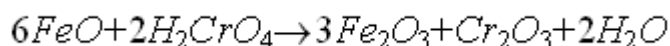
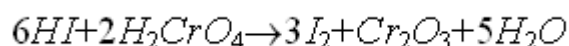
8. Найти соответствие.

а	механизм процесса	а	это совокупность стадий, через которые последовательно протекает сложный химический процесс
б	схема механизма	б	это совокупность стадий, где неизвестны все промежуточные стадии или не каждая из этих стадий представлена элементарной реакцией
в	химизм процесса	в	это совокупность стадий, где ряд промежуточных стадий в схеме механизма представлен неэлементарными (т.е. сложными) реакциями
г	маршрут протекания процесса	г	это совокупность стадий, где многие из важных промежуточных стадий в схеме вообще отсутствуют

9. Найти соответствие для уравнения $SH^- + H_2O \rightarrow S + H_3O^+$,

а	H_2O	а	протонизированный субстрат
б	SH^+	б	молекула растворителя
в	S	в	молекула субстрата
г	H_3O^+	г	акцептор

10. Найти соответствие между определениями для реакций



а	Йодистоводородная кислота	а	Актор
б	Хромовая кислота	б	индуктор
в	Оксид железа	в	акцептор
г	Оксид хрома	г	компонент

11. Определить соответствия

а	Расходование вещества в обратимой реакции	а	$[A] = \frac{[A]_0 + [D]_0}{1 + K} + \frac{K[A]_0 - [D]_0}{1 + K} e^{-(k_1 + k_{-1})\tau}$
б	Одна из характеристик последовательной реакции	б	$\frac{k_2}{k_1} = \ln\left(1 - \frac{[D_2]}{[C_2]_0}\right) / \ln\left(1 - \frac{[D_1]}{[C_1]_0}\right)$
в	Одна из характеристик последовательной реакции	в	$[B] = [A]_0 \frac{k_1}{k_2 - k_1} (e^{-k_1\tau} - e^{-k_2\tau})$
г	Изменение концентрации вещества в последовательной реакции	г	$[B]_M = [A]_0 \left(\frac{k_1}{k_2}\right)^{\frac{k_2}{k_2 - k_1}}$

12 Задание на установление последовательности при использовании метода стационарных концентраций

- установить, соответствует ли полученное кинетическое уравнение требованиям к кинетическим уравнениям для реакций простых типов;
- решая алгебраические уравнения, найти функциональные зависимости концентраций активных промежуточных продуктов от концентраций исходных реагентов и других стабильных компонентов;
- исходя из схемы механизма процесса, записать систему кинетических уравнений;
- используя полученные функциональные зависимости, найти кинетическое уравнение, не содержащее в правой части концентраций активных промежуточных продуктов;
- выявить кинетические уравнения накопления высокорекреационных промежуточных продуктов и приравнять скорости накопления этих продуктов к нулю.

13. На примере механизма термического распада дийодэтана

- $C_2H_4J_2 \rightarrow C_2H_4J \bullet + J$
- $C_2H_4J_2 + J \rightarrow J_2 + C_2H_4J \bullet$
- $C_2H_4J \bullet \rightarrow C_2H_4 + J$
- $J + J + M \rightarrow J_2 + M$

установите последовательность действий

- а) приравняем скорости накопления промежуточных продуктов нулю:
 б) находим кинетические уравнения для компонентов
 в) находим активные промежуточные компоненты
 г) складываем соответственно левые и правые части записанных алгебраических уравнений;

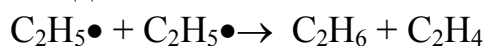
$$\frac{d[C_2H_4]}{d\tau} = \frac{k_1 k_2}{k_2} [C_2H_4 J_2] \sqrt{\frac{k_0 [C_2H_4 J_2]}{k_3 [M]}} + \frac{k_0 k_2}{k_2} [C_2H_4 J_2] =$$

$$д) = k_1 [C_2H_4 J_2] \cdot \left(\frac{k_0}{k_1} + \sqrt{\frac{k_0 [C_2H_4 J_2]}{k_3 [M]}} \right)$$

- е) найденное значение для $[J] = \left(\frac{k_0 [C_2H_4 J_2]}{k_3 [M]} \right)^{0,5}$ используем для нахождения $C_2H_4 J$

ния $C_2H_4 J$

14. Кинетическое уравнение для элементарной химической реакции имеет вид



$$1) -\frac{d[C_2H_5]}{d\tau} = k[C_2H_5]^2 \qquad 2) \frac{d[X]}{d\tau} = -k[C_2H_5]^2$$

$$3) -\frac{d[C_2H_6]}{d\tau} = k[C_2H_6] \cdot [C_2H_4] \qquad 4) \frac{d[C_2H_4]}{d\tau} = k[C_2H_5]^2$$

15 Кинетическое уравнение для химической реакции имеет вид



$$1) W = k([A_1]_0 - 2x)^{0.5} ([A_2]_0 - x)^{1.5} ([A_3]_0 - 2x)$$

$$2) W = k([A_1]_0 - 2x)^2 ([A_2]_0 - x)^{0.5} ([A_3]_0 - 2x)$$

$$3) W = k([A_1]_0 + x)^2 ([A_2]_0 + 2x)([A_3]_0 + 2x)$$

$$4) W = ([A_1]_0 - x)([A_2]_0 - x)^{1.5} ([A_3]_0 - 2x)$$

2. Уточнение и (или) углубление отдельных вопросов по теме № 3

Консультация преподавателя

Студенты методом мозгового штурма формируют перечень вопросов, которые при самостоятельном освоении темы дома или при тестировании остались для них непонятными или показались сложными и (или) спорными. Преподаватель по результатам тестирования при необходимости добавляет в сформированный обучающимися список вопросы, которые, с его точки зрения, требуется уточнить или углубить.

Определяя с помощью поднятых рук количество студентов, считающих сложным конкретный вопрос из сформированного списка, преподаватель устанавливает вопросы, по которым сразу же проводит групповую консультацию.

Если в пояснениях нуждаются 1-2 человека, преподаватель индивидуально консультирует их в ходе практического занятия.

3. Выполнение обучающимися практических заданий

На данном практическом занятии выполнение обучающимися практических заданий проводится **по технологии ротации станций.**

Аудитория разделена на 3 станции.

Учебная группа делится на 3 малые группы, в каждой группе – 3-5 человек.

На станции № 1 группа работает с преподавателем (ответы обучающихся на вопросы преподавателя по изучаемой теме и групповая и (или) индивидуальная консультация).

На станциях № 2 группы самостоятельно выполняют одно общее практическое задание.

На станции № 3 все члены группы выполняют индивидуальные, но однотипные задания.

Задания на станциях разные. На данном практическом занятии все задания направлены на понимание основных положений темы; анализа и синтеза информации; оценку информации, создание нового на основе полученных знаний, умений и навыков.

Время работы группы на одной станции – 20 минут.

По истечении указанного времени группы переходят по часовой стрелке на следующую станцию для выполнения другого практического задания.

В течение практического занятия каждая группа проходит все станции и выполняет все практические задания.

Вопросы для работы на станции № 1 с преподавателем (по содержанию темы №3, изученному дома самостоятельно)

1. Обратимые реакции первого порядка.
2. Последовательные реакции первого порядка.
3. Сопряженные реакции.

4. Методы определения константы равновесия и констант скоростей для обратимые реакции первого порядка.

5 Составьте системы кинетических уравнений и уравнений кинетических кривых для двух последовательных реакций первого порядка.

6. Определение положения и величины максимума на кинетической кривой двух последовательных реакций первого порядка.

7. Кинетический изотопный и другие методы определения скоростей образования и расходования промежуточного продукта последовательных реакций.

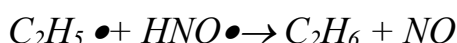
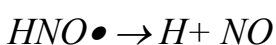
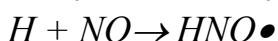
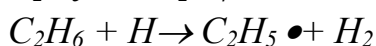
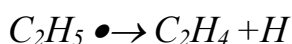
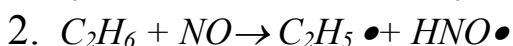
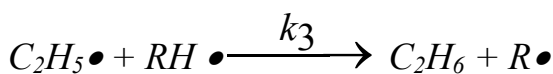
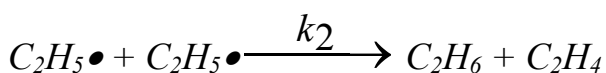
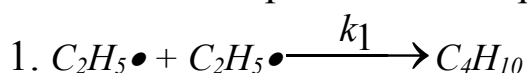
8. Сущность метода стационарных концентраций.

9. Использование уравнения материального баланса при изучении кинетики параллельных реакций.

10 Последовательность действий при использовании метода стационарных концентраций

Практическое задание для станции № 2 (общее)

Запишите выражение для скорости накопления этана, используя метод стационарных концентраций



Практические задания для станции №3 (индивидуальные)

1. Запишите выражение для скорости всех компонентов (по вариантам)

№	Схема процесса		
1		6	
2		7	

3		8	
4		9	
5		10	

2. Записать кинетические уравнения накопления (расходования) всех входящих в систему компонентов

1 Разложения этана в присутствии окиси азота.

1. $C_2H_6 + NO \rightarrow C_2H_5 \bullet + HNO \bullet$
2. $C_2H_5 \bullet \rightarrow C_2H_4 + H$
3. $C_2H_6 + H \rightarrow C_2H_5 \bullet + H_2$
4. $H + NO \rightarrow HNO \bullet$
5. $HNO \bullet \rightarrow H + NO$
6. $C_2H_5 \bullet + HNO \bullet \rightarrow C_2H_6 + NO$

2 Термического взаимодействия хлора с водородом в присутствии кислорода.

1. $Cl_2 + M \rightarrow Cl + Cl + M$
2. $Cl + H_2 \rightarrow HCl + H$
3. $Cl_2 + H \rightarrow HCl + Cl$
4. $H + O_2 \rightarrow HO_2 \bullet$
5. $Cl + O_2 \rightarrow ClO_2 \bullet$
6. $Cl + X \rightarrow ClX,$

3 Фотохимического распада перекиси водорода в присутствии окиси углерода:

- $$H_2O_2 + h\nu \rightarrow 2HO \bullet \quad (k_0)$$
- $$HO \bullet + CO \rightarrow CO_2H \bullet \quad (k_1)$$
- $$CO_2H \bullet + H_2O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O + HO \bullet \quad (k_2)$$
- $$H_2O_2 + HO \bullet \rightarrow H_2O + HO_2 \bullet \quad (k_3)$$
- $$2HO \bullet \rightarrow H_2O_2 + O_2 \quad (k_4)$$

4 Цепного распада н-бромистого пропила.

0. $n-C_3H_7Br \rightarrow Br + n-C_3H_7 \bullet \rightarrow \dots \rightarrow 2Br$
1. $Br + CH_3CH_2CH_2Br \rightarrow HBr + CH_3CH \bullet CH_2Br$
- 1a. $Br + CH_3CH_2CH_2Br \rightarrow HBr + CH_3CH_2CH \bullet Br$
- 1б. $CH_3CH_2CH \bullet Br + H_3CH_2CH_2Br \rightarrow CH_3CH_2CH_2Br + CH_3CH \bullet CH_2Br$
2. $CH_3CH \bullet CH_2Br \rightarrow Br + CH_3-CH=CH_2$
3. $2CH_3CH_2CH \bullet Br \rightarrow \text{нерадикальные продукты.}$

5 Цепного распада изопропилбромида.

0. $CH_3-CHBr-CH_3 \rightarrow Br + CH_3-CH \bullet -CH_3 \rightarrow \dots \rightarrow 2Br$

1. $Br + CH_3-CHBr-CH_3 \rightarrow HBr + CH_3-CBr\bullet-CH_3$
1. $aCH_3-CBr\bullet-CH_3 + CH_3-CHBr-CH_3 \rightarrow CH_3-CHBr-CH_3 + CH_3-CHBr-CH_2\bullet$
2. $CH_3-CHBr-CH_2\bullet \rightarrow CH_3-CH=CH_2 + Br$
3. $2CH_3CBr\bullet-CH_3 \rightarrow \text{молекулярные продукты}$

6 Гидрирования этилена.

1. $H_2 + C_2H_4 \rightarrow H + C_2H_5\bullet$
2. $H + C_2H_4 \rightarrow C_2H_5\bullet$
3. $C_2H_5 + H_2 \rightarrow H + C_2H_6$
-
4. $C_2H_5\bullet + H \rightarrow C_2H_6$
5. $H + H \rightarrow H_2$
6. $C_2H_5\bullet + C_2H_5\bullet \rightarrow C_4H_{10}$

7 Механизм термического распада дийодэтана:

0. $C_2H_4J_2 \rightarrow C_2H_4J\bullet + J$
1. $C_2H_4J_2 + J \rightarrow J_2 + C_2H_4J\bullet$
2. $C_2H_4J\bullet \rightarrow C_2H_4 + J$
3. $J + J + M \rightarrow J_2 + M$

8 Термического распада N_2O_5 в газовой фазе:

- $$N_2O_5 \rightarrow NO_2\bullet + NO_3\bullet \quad (k_1)$$
- $$NO_2\bullet + NO_3\bullet \rightarrow N_2O_5 \quad (k_{-1})$$
- $$NO_2\bullet + NO_3\bullet \rightarrow NO_2\bullet + NO\bullet + O_2 \quad (k_2)$$
- $$NO\bullet + N_2O_5 \rightarrow 3NO_2\bullet \quad (k_3)$$

9 Разложения этана в присутствии окиси азота.

1. $C_2H_6 + NO \rightarrow C_2H_5\bullet + HNO\bullet$
2. $C_2H_5\bullet \rightarrow C_2H_4 + H$
3. $C_2H_6 + H \rightarrow C_2H_5\bullet + H_2$
4. $H + NO \rightarrow HNO\bullet$
5. $HNO\bullet \rightarrow H + NO$
6. $C_2H_5\bullet + HNO\bullet \rightarrow C_2H_6 + NO$

10. Фотосенсибилизированного взаимодействия брома с водородом в избытке водорода при 423К развивающегося по цепному механизму в соответствии со следующей схемой:

1. $Br_2 + h\nu \rightarrow 2Br$ (зарождение цепи)
2. $Br + H_2 \rightarrow HBr + H$
3. $HBr + H \rightarrow Br + H_2$ продолжение цепи
4. $Br_2 + H \rightarrow HBr + Br$
5. $Br + Br + H_2 \rightarrow Br_2 + H_2$ (обрыв цепи)

4. Проверка практических заданий, выполненных обучающимися

Защита решений

Каждая группа озвучивает свое решение практического задания той станции, на которой она находится в конце занятия. Другие группы могут внести необходимые дополнения, задать вопросы на уточнение или оспорить предлагаемое решение.

5. Текущий контроль успеваемости по теме № 3

ТЕМА № 4

«Каталитические процессы. Наиболее распространенные схемы катализа»

I. ДИСТАНЦИОННАЯ ЧАСТЬ

Задания, выполняемые до начала первого практического занятия по теме №4

1. Внеаудиторная (домашняя) самостоятельная работа обучающихся по освоению основных положений темы № 4: предварительное (до начала первого практического занятия по теме) самостоятельное изучение теоретического учебного контента по новой теме дисциплины, разработанного преподавателем и представленного в цифровом формате на портале do.swsu.ru

1.1 Ознакомьтесь с **инструкцией** о порядке организации самостоятельной работы по изучению данной темы и следуйте ей.

1.2. Прочитайте **перечень основных теоретических вопросов**, которые необходимо самостоятельно освоить, и **текст с изложением указанных вопросов**.

1.3 Работая с текстом, вносите по мере чтения необходимые записи в **опорный конспект**, который поможет вам запомнить главное (вы можете скачать его прямо отсюда).

Опорный конспект по теме № 4 «Каталитические процессы. Наиболее распространенные схемы катализа»

1. Запоминаем главное

1.1 Впишите пропущенные слова:

Катализатор – это _____

Каталитический яд – это _____

Селективность катализатора – это _____
 Трегер – это _____

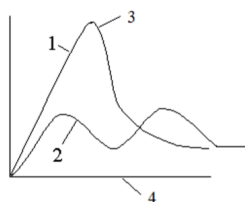
1.2 Укажите стрелочками соответствия

1	Катализ	а)	вещество, ускоряющее какую-либо химическую реакцию, но остающееся после реакции в неизменном состоянии и количестве
2	катализатор	б)	вещества, которые находятся в коллоидном состоянии при протекании реакции
3	гомогенный катализатор	в)	ускорение одной целевой реакции из нескольких термодинамически возможных
4	Катализаторы переходного типа	г)	вещества, которые образуют единую фазу с реагирующими веществами.

Установите соответствие схем механизма

1	гомогенного катализа	а)	$S + E \rightleftharpoons SE$ $SE \longrightarrow D + E$
2	Ферментативного катализа	б)	$A + K \rightleftharpoons AK$ $AK \rightarrow D + K$
3	Прототропного катализа	в)	$S + BH^+ \rightleftharpoons SH^+ + B$ $SH^+ + B \longrightarrow D + BH^+$
4	Автокаталитической реакции	г)	Нет схемы
5	Протолитического катализа	д)	$A + K \rightleftharpoons AK$ $AK \rightarrow P + K$ $P \rightarrow D$

Установите соответствие



а)	Цифра 1	а)	активированное состояние некатализируемой реакции
б)	Цифра 2	б)	путь реакции
в)	Цифра 3	в)	высота энергетических барьеров некатализируемой реакции
г)	Цифра 4	г)	высота энергетических барьеров катализируемой реакции

Установите соответствие

а)	ингибитор	а)	вещество, приводящее к частичной или полной потере активности под действием посторонних примесей
----	-----------	----	--

б)	промотор	б)	вещества, которые повышают активность, селективность, устойчивость катализатора, хотя сами могут не обладать каталитическими свойствами.
в)	Каталитический яд	в)	вещество, замедляющее химическую реакцию или прекращающее ее
г)	трегер	г)	термостойкие пористые вещества, на которые тем или иным способом наносят катализаторы.

1.3 Укажите стрелочкой одно наиболее точное соответствие:

Катализ	<p>избирательное ускорение одного из возможных направлений химической реакции под действием катализатора, многократно вступает в промежуточное химическое взаимодействие с участниками реакции и восстанавливает свой химический состав после каждого цикла промежуточных химических взаимодействий</p> <p>увеличение скорости или иницирование химической реакции в присутствии веществ (катализаторов), которые многократно вступают в промежуточное химическое взаимодействие с участниками реакции</p> <p>ускорение обратимых реакций как в прямом, так и в обратном направлениях.</p> <p>большинство процессов, происходящих в живых организмах</p>
---------	--

1.4 Запишите свойства катализатора

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

2. Создаем банк терминов

2.1 Выпишите основные термины и понятия по теме

№	Термин	Определение
1	Автокаталитические реакции	
2	Гомогенный катализ	
3	Гетерогенный катализ	
4	Кислотно-основный катализ	
5	Контактная масса	
6	Константа Михаэлиса	

7	Прототропный механизм	
8	Каталитический яд	
9	Отравляемость катализатора	
10	Активность катализатора	

2.2 Выпишите последовательность действий

- при определении энергии активации

1. определить константы скорости при разных температурах
2. построить график зависимости логарифма от обратной температуры
3. определить константу
4. определить тангенс угла наклона

– использовании метода стационарных концентраций

- 1) записать кинетические уравнения накопления всех веществ;
- 2) выбрать вещества с высокой реакционной способностью;
- 3) приравнять к нулю скорость накопления высоко реакционноспособных веществ;
- 4) выразить концентрацию радикалов;
- 5) использовать выражение для определения скорости накопления или расходования

3. Сформулируйте для себя, на что стоит обратить внимание при изучении материала по теме №4

1.4 Посмотрите **мультимедийную презентацию** по теме № 4 «Каталитические процессы. Наиболее распространенные схемы катализа» в ходе чтения текста (параллельно с ним).

Обратите внимание на особенности определения порядка сложных многостадийных реакции.

1.4 Посмотрите **видеоролик** по теме № 4 в ходе чтения текста (параллельно с ним).

Обратите внимание на последовательность действий при использовании метода стационарных концентраций.

1.5 Перескажите изученный теоретический материал по вопросам, указанным в инструкции, и опорному конспекту. Воспользуйтесь также следующими **вопросами для самоконтроля**:

- Катализ и каталитические реакции. Понятия и определения.
- Классификация каталитических реакций.

- Основные схемы механизмов гомогенного катализа.
- Катализатор и индуктор. Понятия и определения.
- Основные причины повышения скорости каталитических реакций.
- Варианты катализа и их характеристика.
- Кинетика реакций с кислотным катализом в рамках схемы прототропного механизма.
- Кисотно-основной катализ как функция силы кислоты или основания.
- Уравнения Бренстеда и их смысл.
- Кисотно-основной катализ в концентрированных растворах.
- Кислотные функции как фактор корреляции кислотно-основного катализа.
- Ферментативный катализ.
- Константа Михаэлиса и ее смысл.
- Простейшая схема механизма ферментативного катализа и ее кинетическое описание.
- Смысл и структура кислотных функций.
- Смысл и структура кислотных функций.
- Уравнения Бренстеда как частный случай корреляционных уравнений Гаммета.
- Нахождение кинетических параметров реакций с ферментативным катализом.
- Кисотно-основной катализ и его разновидности.
- Эффективная константа скорости и ее структура для специфического и общего кислотно-основного катализа.
- Зависимость эффективной константы скорости от рН и их интерпретация.
- Кинетика реакций с кислотным катализом в рамках схемы протолитического механизма.
- Варианты катализа и их характеристика
- Кинетика реакций с кислотным катализом в рамках схемы прототропного механизма.
- Неоднородность поверхности катализаторов, нанесенные катализаторы.
- Энергия активации гетерогенных каталитических реакций
- Адсорбционная и промежуточная области гетерогенного катализа
- Современные теории функционирования гетерогенных катализаторов.
- Требования, предъявляемые к промышленным катализаторам и к пористой структуре катализаторов.

- Типы гетерогенных катализаторов и основные методы их получения.
- Получение гетерогенных катализаторов методом соосаждения.
- Получение гетерогенных катализаторов механическим смешиванием
- Получение плавленных гетерогенных катализаторов
- Получение гетерогенных катализаторов методом выщелачивания
- Получение гетерогенных катализаторов методом нанесения активного компонента на носитель.
- Основные стадии гетерогенно-каталитических реакций
- Физическая адсорбция и хемосорбция как стадии гетерогенно-каталитических процессов.
- Мультиплетная теория гетерогенного катализа.
Основные промышленные каталитические процессы.

1.6 Возьмите с собой на практическое занятие свой **опорный конспект** по теме № 4.

1.7 Выполните **входное тестирование** по теме №4.

Ответьте на вопросы и выполните задания в тестовой форме по теме № 4:

- 1 Гомогенный катализ – _____
- 2 Контактная масса – _____
- 3 Отравляемость катализатора – _____
- 4 Ингибитор – _____
- 5 Каталитические реакции _____

6. Установить соответствие

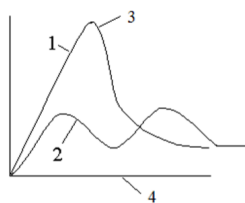
1	Катализ	а)	вещество, ускоряющее какую-либо химическую реакцию, но остающееся после реакции в неизменном состоянии и количестве
2	катализатор	б)	вещества, которые находятся в коллоидном состоянии при протекании реакции
3	гомогенный катализатор	в)	ускорение одной целевой реакции из нескольких термодинамически возможных
4	Катализаторы переходного типа	г)	вещества, которые образуют единую фазу с реагирующими веществами.

7. Установить соответствие схем механизма

1	гомогенного катализа	а)	$S + E \rightleftharpoons SE$ $SE \longrightarrow D + E$
---	----------------------	----	--

2	Ферментативного катализа	б)	$A + K \rightleftharpoons AK$ $AK \rightarrow D + K$
3	Прототропного катализа	в)	$S + BH^+ \rightleftharpoons SH^+ + B$ $SH^+ + B \rightarrow D + BH^+$
4	Автокаталитической реакции	г)	Нет схемы
5	Протолитического катализа	д)	$A + K \rightleftharpoons AK$ $AK \rightarrow P + K$ $P \rightarrow D$

8. Установить соответствие



а)	Цифра 1	а)	активированное состояние некатализируемой реакции
б)	Цифра 2	б)	путь реакции
в)	Цифра 3	в)	высота энергетических барьеров некатализируемой реакции
г)	Цифра 4	г)	высота энергетических барьеров катализируемой реакции

9. Установить соответствие

а)	ингибитор	а)	вещество, приводящее к частичной или полной потере активности под действием посторонних примесей
б)	промотор	б)	вещества, которые повышают активность, селективность, устойчивость катализатора, хотя сами могут не обладать каталитическими свойствами.
в)	Каталитический яд	в)	вещество, замедляющее химическую реакцию или прекращающее ее
г)	трегер	г)	термостойкие пористые вещества, на которые тем или иным способом наносят катализаторы.

10. Выпишите последовательность действий при определении энергии активации

1. определить константы скорости при разных температурах
2. построить график зависимости логарифма от обратной температуры
3. определить константу
4. определить тангенс угла наклона

11. Задание на установление последовательности при использовании метода стационарных концентраций

- а) установить, соответствует ли полученное кинетическое уравнение требованиям к кинетическим уравнениям для реакций простых типов;
- б) решая алгебраические уравнения, найти функциональные зависимости концентраций активных промежуточных продуктов от концентраций исходных реагентов и других стабильных компонентов;
- в) исходя из схемы механизма процесса, записать систему кинетических уравнений;
- г) используя полученные функциональные зависимости, найти кинетическое уравнение, не содержащее в правой части концентраций активных промежуточных продуктов;
- д) выявить кинетические уравнения накопления высокорекреационных промежуточных продуктов и приравнять скорости накопления этих продуктов к нулю.

12. Автокаталитические реакции –это

- А) процесс, когда каталитическое действие на реакцию оказывает какой-либо из ее продуктов
- Б) процесс, когда каталитическое действие на реакцию оказывают металлы, имеющие частично заполненные d- и f- уровни
- В) процесс, когда каталитическое действие на реакцию оказывают ферменты
- Г) процесс, когда каталитическое действие на реакцию оказывают вещества кислого или основного характера

13. Гомогенный катализ переходными металлами –это

- А) процесс, когда каталитическое действие на реакцию оказывает какой-либо из ее продуктов
- Б) процесс, когда каталитическое действие на реакцию оказывают металлы, имеющие частично заполненные d- и f- уровни
- В) процесс, когда каталитическое действие на реакцию оказывают ферменты
- Г) процесс, когда каталитическое действие на реакцию оказывают вещества кислого или основного характера

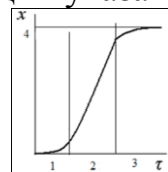
14. Ферментативный катализ –это

- А) процесс, когда каталитическое действие на реакцию оказывает какой-либо из ее продуктов
- Б) процесс, когда каталитическое действие на реакцию оказывают металлы, имеющие частично заполненные d- и f- уровни
- В) процесс, когда каталитическое действие на реакцию оказывают ферменты
- Г) процесс, когда каталитическое действие на реакцию оказывают вещества кислого или основного характера

15. Активность гетерогенного катализатора зависит от: 1) химического состава, 2) физических характеристик (величин зерен, пористости, размера пор); 3) способа подачи реакционной смеси; 4) характера поверхности. Выберите три правильных ответа:

- А) 1, 2, 3
- Б) 2, 3, 4
- В) 1, 3, 4
- Г) 1, 2, 4

16 На кинетической кривой для автокаталитической реакции участок индукции указан цифрой:



А) 1

Б) 2

В) 3

Г) 4

II. АУДИТОРНАЯ ЧАСТЬ

Практическое занятие № 7

«Использование метода стационарных концентраций для описания гомогенно-каталитических реакций»

Цель практического занятия – приобретение обучающимися практического опыта в применении знаний, полученных при самостоятельном освоении темы №4, в производственных ситуациях.

Планируемые результаты обучения:

Знать:	Уметь:	Иметь опыт деятельности:
<p>методики эксперимента для проведения испытаний; наиболее распространенные методы и приемы изучения сложных химических превращений;</p> <p>математическое описание наиболее распространенных моделей химических реакций, лежащих в основе производства композиционных материалов</p>	<p>планировать проведение прикладных и экспериментальных работ определения тех или иных кинетических характеристик, в т.ч. и по получению полимерных материалов, с формулировкой обоснованных исходных данных;</p> <p>обрабатывать, полученные результаты, представлять их в информационном виде;</p> <p>выявлять на основе математических описаний путей управления, оптимизации химических превращений</p>	<p>систематизации и анализа необходимой информации навыками использования наиболее распространенных методов и приемов изучения сложных химических превращений</p>

Необходимое материально–техническое оборудование: мультимедийный проектор, ноутбук, экран, мобильные устройства преподавателя и обучающихся.

ПЛАН ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ № 7

1. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы № 4 (входной контроль знаний).
2. Уточнение и (или) углубление отдельных вопросов по теме №4.
3. Выполнение обучающимися практических заданий.
4. Проверка практических заданий, выполненных обучающимися.

1. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы №4 (входной контроль знаний)

1.1 Проверка опорных конспектов по теме №4

Проверка опорных конспектов по теме организуется преподавателем различными способами: демонстрация всеми обучающимися своих опорных конспектов; зачитывание вслух одним обучающимся записей, внесенных в опорный конспект; работа в парах (студенты обмениваются друг с другом своими опорными конспектами и помогают друг другу дописать пропущенное) и т.д.

1.2 Тестирование по теме № 4

- 1 Гомогенный катализ – _____
- 2 Контактная масса – _____
- 3 Отравляемость катализатора – _____
- 4 Ингибитор – _____
- 5 Каталитические реакции _____
6. Установить соответствие

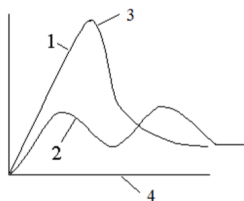
1	Катализ	а)	вещество, ускоряющее какую-либо химическую реакцию, но остающееся после реакции в неизменном состоянии и количестве
2	катализатор	б)	вещества, которые находятся в коллоидном состоянии при протекании реакции
3	гомогенный катализатор	в)	ускорение одной целевой реакции из нескольких термодинамически возможных

4	Катализаторы переходного типа	г)	вещества, которые образуют единую фазу с реагирующими веществами.
---	-------------------------------	----	---

7. Установить соответствие схем механизма

1	гомогенного катализа	а)	$S + E \rightleftharpoons SE$ $SE \longrightarrow D + E$
2	Ферментативного катализа	б)	$A + K \rightleftharpoons AK$ $AK \rightarrow D + K$
3	Прототропного катализа	в)	$S + BH^+ \rightleftharpoons SH^+ + B$ $SH^+ + B \longrightarrow D + BH^+$
4	Автокаталитической реакции	г)	Нет схемы
5	Протолитического катализа	д)	$A + K \rightleftharpoons AK$ $AK \rightarrow P + K$ $P \rightarrow D$

8. Установить соответствие



а)	Цифра 1	а)	активированное состояние некатализируемой реакции
б)	Цифра 2	б)	путь реакции
в)	Цифра 3	в)	высота энергетических барьеров некатализируемой реакции
г)	Цифра 4	г)	высота энергетических барьеров катализируемой реакции

9 Выпишите последовательность действий при определении энергии активации

1. определить константы скорости при разных температурах
2. построить график зависимости логарифма от обратной температуры
3. определить константу
4. определить тангенс угла наклона

10 Задание на установление последовательности при использовании метода стационарных концентраций

а) установить, соответствует ли полученное кинетическое уравнение требованиям к кинетическим уравнениям для реакций простых типов;

б) решая алгебраические уравнения, найти функциональные зависимости концентраций активных промежуточных продуктов от концентраций исходных реагентов и других стабильных компонентов;

в) исходя из схемы механизма процесса, записать систему кинетических уравнений;

г) используя полученные функциональные зависимости, найти кинетическое уравнение, не содержащее в правой части концентраций активных промежуточных продуктов;

д) выявить кинетические уравнения накопления высокореакционных промежуточных продуктов и приравнять скорости накопления этих продуктов к нулю.

11. Автокаталитические реакции –это

А) процесс, когда каталитическое действие на реакцию оказывает какой-либо из ее продуктов

Б) процесс, когда каталитическое действие на реакцию оказывают металлы, имеющие частично заполненные d- и f- уровни

В) процесс, когда каталитическое действие на реакцию оказывают энзимы

Г) процесс, когда каталитическое действие на реакцию оказывают вещества кислого или основного характера

12. Гомогенный катализ переходными металлами –это

А) процесс, когда каталитическое действие на реакцию оказывает какой-либо из ее продуктов

Б) процесс, когда каталитическое действие на реакцию оказывают металлы, имеющие частично заполненные d- и f- уровни

В) процесс, когда каталитическое действие на реакцию оказывают энзимы

Г) процесс, когда каталитическое действие на реакцию оказывают вещества кислого или основного характера

13. Ферментативный катализ –это

А) процесс, когда каталитическое действие на реакцию оказывает какой-либо из ее продуктов

Б) процесс, когда каталитическое действие на реакцию оказывают металлы, имеющие частично заполненные d- и f- уровни

В) процесс, когда каталитическое действие на реакцию оказывают энзимы

Г) процесс, когда каталитическое действие на реакцию оказывают вещества кислого или основного характера

14. Чтобы вещество являлось в реакции положительным катализатором, оно должно обеспечить (какое из утверждений неверно):

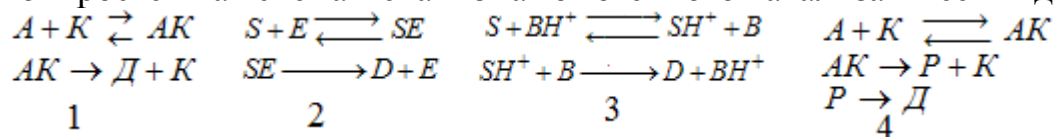
1. Энергетический барьер для катализированной реакции ниже, чем для некатализируемой.

2. Тройные соударения одноименно заряженных частиц удастся заменить столкновением (гораздо чаще происходящим) всего двух частиц.

3. образование промежуточных комплексов с более высокой энтропией

4 регенерацию катализаторов

15 Простейшая схема механизма гомогенного катализа имеет вид



Выберите правильный ответ А) 1, 4 Б) 1, 2 В) 3, Г) 1, 2, 3, 4

2. Уточнение и (или) углубление отдельных вопросов по теме № 4

Консультация преподавателя

Студенты методом мозгового штурма формируют перечень вопросов, которые при самостоятельном освоении темы дома или при тестировании остались для них непонятными или показались сложными и (или) спорными. Преподаватель по результатам тестирования при необходимости добавляет в сформированный обучающимися список вопросы, которые, с его точки зрения, требуется уточнить или углубить.

Определяя с помощью поднятых рук количество студентов, считающих сложным конкретный вопрос из сформированного списка, преподаватель устанавливает вопросы, по которым сразу же проводит групповую консультацию.

Если в пояснениях нуждаются 1-2 человека, преподаватель индивидуально консультирует их в ходе практического занятия.

3. Выполнение обучающимися практических заданий

На данном практическом занятии выполнение обучающимися практических заданий проводится по технологии ротации станций.

Аудитория разделена на 3 станции.

Учебная группа делится на 3 малые группы, в каждой группе – 3-5 человек.

На станции № 1 группа работает с преподавателем (ответы обучающихся на вопросы преподавателя по изучаемой теме и групповая и (или) индивидуальная консультация).

На станциях № 2 группы самостоятельно выполняют одно общее практическое задание.

На станции № 3 все члены группы выполняют индивидуальные, но однотипные задания.

Задания на станциях разные. На данном практическом занятии все задания направлены на понимание основных положений темы; анализа и синтеза информации; оценку информации, создание нового на основе полученных знаний, умений и навыков.

Время работы группы на одной станции – 20 минут.

По истечении указанного времени группы переходят по часовой стрелке на следующую станцию для выполнения другого практического задания.

В течение практического занятия каждая группа проходит все станции и выполняет все практические задания.

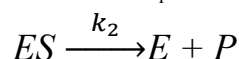
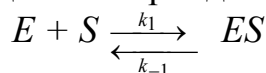
Вопросы для работы на станции №1 с преподавателем (по содержанию темы №4, изученному дома самостоятельно)

1. Катализ и каталитические реакции. Понятия и определения.
2. Классификация каталитических реакций.
3. Основные схемы механизмов гомогенного катализа.
4. Катализатор и индуктор. Понятия и определения.
5. Основные причины повышения скорости каталитических реакций.
6. Кислотно-основный катализ и его разновидности.
7. Эффективная константа скорости и ее структура для специфического и общего кислотно-основного катализа.
8. Зависимость эффективной константы скорости от pH и их интерпретация.
9. Кинетика реакций с кислотным катализом в рамках схемы протолитического механизма.
10. Варианты катализа и их характеристика.
11. Кинетика реакций с кислотным катализом в рамках схемы прототропного механизма.

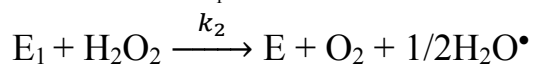
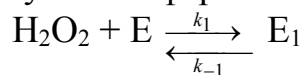
Практическое задание для станции № 2 (общее)

Запишите выражение для скорости накопления этана, используя метод стационарных концентраций

1. Для реакции, катализируемой ферментом E, протекающей по схеме, определить период индукции ($[E]_{\tau=0} = [E]_0$; $[S] = S$)



2. Каталитическое разложение перекиси водорода в водных растворах в присутствии фермента каталазы (E) происходит по схеме

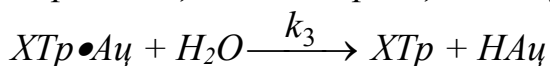
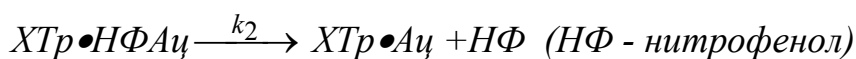
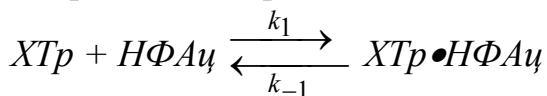


Символом E_1 обозначен нестабильный интермедиат. Найти порядок реакции по концентрации перекиси водорода и фермента. Найти скорость реакции при $[H_2O_2] = 0,01M$, $k_1 = k_2 = 100 M^{-1}c^{-1}$; $k_{-1} = 10^{-1} c^{-1}$. Концентрация фермента $10^{-7} M$.

Практические задания для станции №3 (индивидуальные)

Используя метод стационарных концентраций, упростите кинетическое описание химического превращения, протекающего с участием активных промежуточных продуктов.

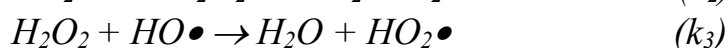
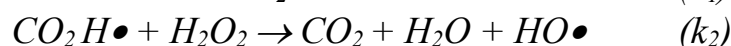
1. Ферментативный гидролиз п-нитрофенилацетата под действием хитотрипсина (XTr).



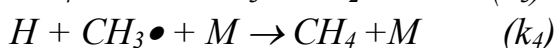
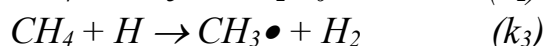
2. Ферментативная реакция, схема механизма которой описана ниже.



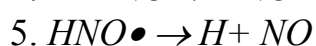
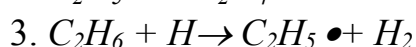
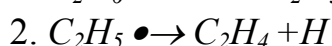
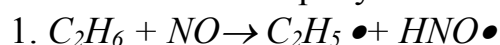
3. Фотохимический распад перекиси водорода в присутствии окиси углерода:



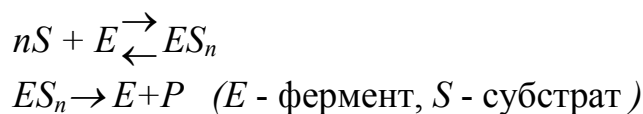
4. Гомогенный гомофазный пиролиз метана



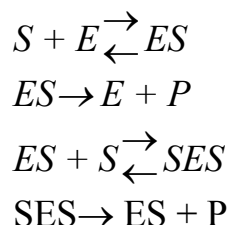
5. Разложение этана в присутствии окиси азота.



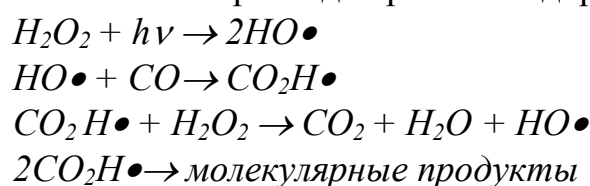
6. Сложная ферментативная реакция:



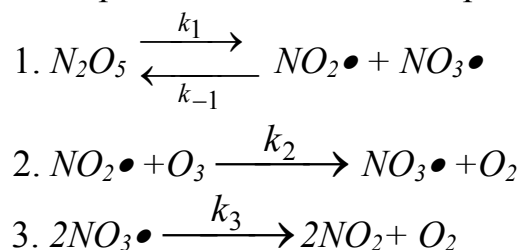
7. Сложная ферментативная реакция:



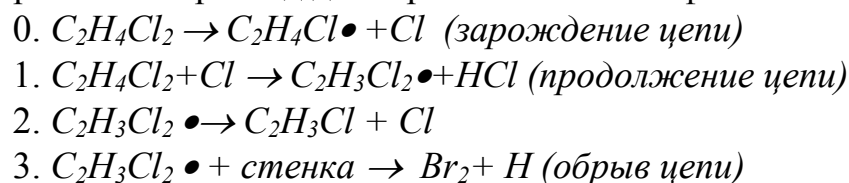
8. Фотолитический распад перекиси водорода в присутствии окиси углерода:



9. Катализируемый N_2O_5 цепной распад озона в газовой фазе:



10. Термический распад дихлорэтана в газовой фазе.



4. Проверка практических заданий, выполненных обучающимися

Защита решений

Каждая группа озвучивает свое решение практического задания той станции, на которой она находится в конце занятия. Другие группы могут внести необходимые дополнения, задать вопросы на уточнение или оспорить предлагаемое решение.

Практическое занятие № 8

«Определение характеристик катализатора»

Цель практического занятия – приобретение обучающимися практического опыта в применении знаний, полученных при самостоятельном освоении темы №4, в производственных ситуациях.

Планируемые результаты обучения:

Знать:	Уметь:	Иметь опыт деятельности:
методики эксперимента для проведения испытаний; наиболее распространенные методы и приемы изучения сложных химических превращений; математическое описание наиболее распространенных моделей химических реакций, лежащих в основе производства композиционных материалов	планировать проведение прикладных и экспериментальных работ определения тех или иных кинетических характеристик, в т.ч. и по получению полимерных материалов, с формулировкой обоснованных исходных данных; обрабатывать, полученные результаты, представлять их в информационном виде; выявлять на основе математических описаний путей управления, оптимизации химических превращений	систематизации и анализа необходимой информации навыками использования наиболее распространенных методов и приемов изучения сложных химических превращений

Необходимое материально–техническое оборудование:
мультимедийный проектор, ноутбук, экран, мобильные устройства преподавателя и обучающихся.

ПЛАН ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ № 8

1. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы № 4 (входной контроль знаний).
2. Уточнение и (или) углубление отдельных вопросов по теме №4.
3. Выполнение обучающимися практических заданий.
4. Проверка практических заданий, выполненных обучающимися.

1. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы №4 (входной контроль знаний)

1.1 Проверка опорных конспектов по теме №4

Проверка опорных конспектов по теме организуется преподавателем различными способами: демонстрация всеми обучающимися своих опорных конспектов; зачитывание вслух одним обучаю-

щимся записей, внесенных в опорный конспект; работа в парах (студенты обмениваются друг с другом своими опорными конспектами и помогают друг другу дописать пропущенное) и т.д.

1.2 Тестирование по теме № 4

1 Гетерогенный катализ – _____

2 Промотор – _____

3 Активность катализатора – _____

4 Кислотно-основный катализ – _____

5 Комплекс Вант-Гоффа _____

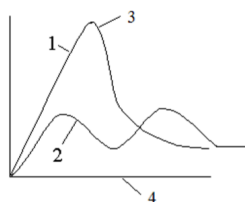
6. Установить соответствие

1	Катализ	а)	вещество, ускоряющее какую-либо химическую реакцию, но остающееся после реакции в неизменном состоянии и количестве
2	катализатор	б)	вещества, которые находятся в коллоидном состоянии при протекании реакции
3	гомогенный катализатор	в)	ускорение одной целевой реакции из нескольких термодинамически возможных
4	Катализаторы переходного типа	г)	вещества, которые образуют единую фазу с реагирующими веществами.

7. Установить соответствие схем механизма

1	гомогенного катализа	а)	$S + E \rightleftharpoons SE$ $SE \longrightarrow D + E$
2	Ферментативного катализа	б)	$A + K \rightleftharpoons AK$ $AK \rightarrow D + K$
3	Прототропного катализа	в)	$S + BH^+ \rightleftharpoons SH^+ + B$ $SH^+ + B \longrightarrow D + BH^+$
4	Автокаталитической реакции	г)	Нет схемы
5	Протолитического катализа	д)	$A + K \rightleftharpoons AK$ $AK \rightarrow P + K$ $P \rightarrow D$

8. Установить соответствие



На станции № 1 группа работает с преподавателем (ответы обучающихся на вопросы преподавателя по изучаемой теме и групповая и (или) индивидуальная консультация).

На станциях № 2 группы самостоятельно выполняют одно общее практическое задание.

На станции № 3 все члены группы выполняют индивидуальные, но однотипные задания.

Задания на станциях разные. На данном практическом занятии все задания направлены на понимание основных положений темы; анализа и синтеза информации; оценку информации, создание нового на основе полученных знаний, умений и навыков.

Время работы группы на одной станции – 20 минут.

По истечении указанного времени группы переходят по часовой стрелке на следующую станцию для выполнения другого практического задания.

В течение практического занятия каждая группа проходит все станции и выполняет все практические задания.

Вопросы для работы на станции №1 с преподавателем (по содержанию темы №4, изученному дома самостоятельно)

1. Ускоряющее действие катализаторов
2. Механизм действия катализаторов.
3. Свойства катализаторов. Отравляемость катализаторов.
4. Селективность катализаторов.
5. Каталитические яды.
6. Обратимая и необратимая отравляемости.
7. Факторы, влияющие на активность катализаторов.
8. Требования, предъявляемые к промышленным катализаторам и к пористой структуре катализаторов.
9. Типы гетерогенных катализаторов и основные методы их получения.
10. Физическая адсорбция и хемосорбция как стадии гетерогенно-каталитических процессов.
11. Основные стадии гетерогенно-каталитических реакций.
12. Методы получения гетерогенных катализаторов.

Практическое задание для станции № 2 (общее)

1. Промышленная установка, работающая на ванадиевом катализаторе (V_2O_5), производит в сутки 30000 кг моногидрата H_2SO_4 . Объем катализатора в установке $0,7 \text{ м}^3$. Рассчитать активность катализатора.

2. При температуре T (К) на катализаторе была снята изотерма адсорбции криптона, которая характеризуется следующими данными (таблица 24). Рассчитайте постоянные в уравнении БЭТ, удельную поверхность катализатора, приняв площадь одной молекулы криптона $q_{Kr}=19,5 \cdot 10^{-20}$ м², плотность криптона 3,739 г/л, давление насыщенного пара криптона $P_s = 2,57$ мм рт. Ст.

Практические задания для станции №3 (индивидуальные)

Удельную поверхность катализатора определяли количеством вещества V (м³/г), адсорбированным 1 г катализатора при 273 К и различном давлении. Для каждого варианта выполнить следующие задания определите степень заполнения катализатора при давлении P .

Условия многовариантной задачи

№	Т, К	Катализатор	Адсорбат	$P_1 \cdot 10^{-4}$, Па	Экспериментальные данные					
					$P \cdot 10^{-3}$, Па					
1	273	уголь	N ₂	2,0	$P \cdot 10^{-3}$, Па	1,62	5,30	17,3	30,7	44,5
					$V \cdot 10^6$, м ³ /г	0,31	0,99	3,04	5,10	6,90
2	273	уголь	CO ₂	2,0	$P \cdot 10^{-3}$, Па	4,20	8,10	11,7	16,5	24,0
					$V \cdot 10^6$, м ³ /г	12,7	21,2	26,4	32,2	38,6
3	278	уголь	CO	5,0	$P \cdot 10^{-3}$, Па	9,80	24,2	41,3	60,0	72,5
					$V \cdot 10^6$, м ³ /г	2,5	5,6	8,4	11,2	12,9
4	293	уголь	NH ₃	5,0	$P \cdot 10^{-3}$, Па	10,5	21,6	42,7	65,6	85,2
					$V \cdot 10^6$, м ³ /г	60,4	90,3	115,7	127,0	132,4
5	278	BaF ₂	CO	5,0	$P \cdot 10^{-3}$, Па	11,3	24,4	44,5	61,0	82,5
					$V \cdot 10^6$, м ³ /г	2,0	3,7	5,3	6,3	7,3
6	373	уголь	H ₂	2,0	$P \cdot 10^{-3}$, Па	27,6	43,4	57,4	72,2	86,1
					$V \cdot 10^6$, м ³ /г	0,45	0,70	0,92	1,14	1,35
7	195	уголь	N ₂	2,7	$P \cdot 10^{-3}$, Па	1,67	8,83	20,0	36,3	52,0
					$V \cdot 10^6$, м ³ /г	3,5	13,8	23,0	27,9	33,4
					$P \cdot 10^{-3}$, Па	25,6	36,7	47,8	60,5	77,0

8	273	уголь	CH ₄	5,0	V·10 ⁶ , м ³ /Г	15,2	19,1	22,3	25,3	28,4
9	195	уголь	CO	5,0	P·10 ⁻³ , Па	4,00	5,34	9,65	16,65	19,8
					V·10 ⁶ , м ³ /Г	15,8	19,1	27,7	34,1	38,9
10	174	уголь	Ar	0,5	P·10 ⁻³ , Па	3,22	7,25	13,2	17,3	39,5
					V·10 ⁶ , м ³ /Г	5,09	10,0	15,6	18,8	29,1
11	273	уголь	C ₂ H ₄	5,0	P·10 ⁻³ , Па	9,35	1245	22,5	42,6	82,5
					V·10 ⁶ , м ³ /Г	39,5	42,8	49,9	56,5	64,5
12	293	уголь	C ₂ H ₄	2,0	P·10 ⁻³ , Па	2,0	4,3	10,6	29,5	91,5
					V·10 ⁶ , м ³ /Г	10,4	20,8	30,5	42,4	55,2

4. Проверка практических заданий, выполненных обучающимися

Защита решений

Каждая группа озвучивает свое решение практического задания той станции, на которой она находится в конце занятия. Другие группы могут внести необходимые дополнения, задать вопросы на уточнение или оспорить предлагаемое решение.

Практическое занятие № 9

«Определение кислотной каталитической константы в уравнении Бренстеда»

Цель практического занятия – приобретение обучающимися практического опыта в применении знаний, полученных при самостоятельном освоении темы №4, в производственных ситуациях.

Планируемые результаты обучения:

Знать:	Уметь:	Иметь опыт деятельности:
методики эксперимента для проведения испытаний; наиболее распространенные методы и приемы изучения сложных химических превращений;	планировать проведение прикладных и экспериментальных работ определения тех или иных кинетических характеристик;	систематизации и анализа необходимой информации навыками использования наиболее распространенных

<p>математическое описание наиболее распространенных моделей химических реакций, лежащих в основе производства композиционных материалов</p>	<p>стик, в т.ч. и по получению полимерных материалов, с формулировкой обоснованных исходных данных; обрабатывать, полученные результаты, представлять их в информационном виде; выявлять на основе математических описаний путей управления, оптимизации химических превращений</p>	<p>методов и приемов изучения сложных химических превращений</p>
--	---	--

Необходимое материально–техническое оборудование: мультимедийный проектор, ноутбук, экран, мобильные устройства преподавателя и обучающихся.

ПЛАН ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ № 9

1. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы № 4 (входной контроль знаний).
2. Уточнение и (или) углубление отдельных вопросов по теме №4.
3. Выполнение обучающимися практических заданий.
4. Проверка практических заданий, выполненных обучающимися.

1. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы №4 (входной контроль знаний)

1.1 Проверка опорных конспектов по теме №4

Проверка опорных конспектов по теме организуется преподавателем различными способами: демонстрация всеми обучающимися своих опорных конспектов; зачитывание вслух одним обучающимся записей, внесенных в опорный конспект; работа в парах (студенты обмениваются друг с другом своими опорными конспектами и помогают друг другу дописать пропущенное) и т.д.

1.2 Тестирование по теме № 4

1 Ферментативный катализ – это – _____

2 Уравнения Бренстеда – это – _____

3 Кисотно-основной катализ как функция силы кислоты – _____

4 Кислотные функции а катализе – это – _____

5 Корреляционные уравнения Гаммета – это – _____

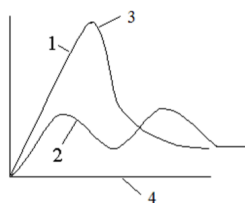
6. Установить соответствие

1	Катализ	а)	вещество, ускоряющее какую-либо химическую реакцию, но остающееся после реакции в неизменном состоянии и количестве
2	катализатор	б)	вещества, которые находятся в коллоидном состоянии при протекании реакции
3	гомогенный катализатор	в)	ускорение одной целевой реакции из нескольких термодинамически возможных
4	Катализаторы переходного типа	г)	вещества, которые образуют единую фазу с реагирующими веществами.

7. Установить соответствие схем механизма

1	гомогенного катализа	а)	$S + E \rightleftharpoons SE$ $SE \longrightarrow D + E$
2	Ферментативного катализа	б)	$A + K \rightleftharpoons AK$ $AK \rightarrow D + K$
3	Прототропного катализа	в)	$S + BH^+ \rightleftharpoons SH^+ + B$ $SH^+ + B \longrightarrow D + BH^+$
4	Автокаталитической реакции	г)	Нет схемы
5	Протолитического катализа	д)	$A + K \rightleftharpoons AK$ $AK \rightarrow P + K$ $P \rightarrow D$

8. Установить соответствие



а)	Цифра 1	а)	активированное состояние некатализованной реакции
б)	Цифра 2	б)	путь реакции
в)	Цифра 3	в)	высота энергетических барьеров некатализованной реакции
г)	Цифра 4	г)	высота энергетических барьеров катализованной реакции

9 Выпишите последовательность действий при определении энергии активации

1. определить константы скорости при разных температурах
2. построить график зависимости логарифма от обратной температуры
3. определить константу
4. определить тангенс угла наклона

10 Задание на установление последовательности при использовании метода стационарных концентраций

- а) установить, соответствует ли полученное кинетическое уравнение требованиям к кинетическим уравнениям для реакций простых типов;
- б) решая алгебраические уравнения, найти функциональные зависимости концентраций активных промежуточных продуктов от концентраций исходных реагентов и других стабильных компонентов;
- в) исходя из схемы механизма процесса, записать систему кинетических уравнений;
- г) используя полученные функциональные зависимости, найти кинетическое уравнение, не содержащее в правой части концентраций активных промежуточных продуктов;
- д) выявить кинетические уравнения накопления высокорекреационных промежуточных продуктов и приравнять скорости накопления этих продуктов к нулю.

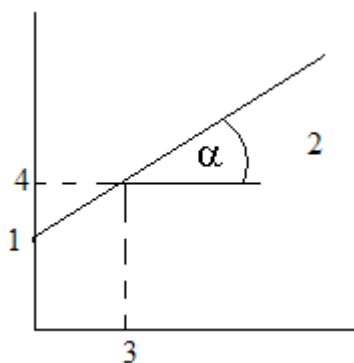
11. При ферментативном катализе нулевой порядок по концентрации субстрата будет наблюдаться при

- А) $[S] \ll K_M$ Б) $[S] \gg K_M$ В) $[S] = K_M$ Г) никогда

12. S - в уравнении $SH^+ + H_2O \rightarrow S + H_3O^+$, это

- А) молекула субстрата Б) молекула растворителя
В) протонизированный субстрат Г) акцептор

13. На графике зависимости величины обратной скорости от обратной концентрации субстрата максимальную скорость можно определить, зная значение в точке



14. Константа Михаэлиса имеет значение в катализе

- А) ферментативном Б) кислотно-основном

В) переходными металлами Г) гетерогенном

15. Кислотно-основный катализ –это

А) процесс, когда каталитическое действие на реакцию оказывает какой-либо из ее продуктов

Б) процесс, когда каталитическое действие на реакцию оказывают металлы, имеющие частично заполненные d- и f- уровни

В) процесс, когда каталитическое действие на реакцию оказывают энзимы

Г) процесс, когда каталитическое действие на реакцию оказывают вещества кислого или основного характера

2. Уточнение и (или) углубление отдельных вопросов по теме № 4

Консультация преподавателя

Студенты методом мозгового штурма формируют перечень вопросов, которые при самостоятельном освоении темы дома или при тестировании остались для них непонятными или показались сложными и (или) спорными. Преподаватель по результатам тестирования при необходимости добавляет в сформированный обучающимися список вопросы, которые, с его точки зрения, требуется уточнить или углубить.

Определяя с помощью поднятых рук количество студентов, считающих сложным конкретный вопрос из сформированного списка, преподаватель устанавливает вопросы, по которым сразу же проводит групповую консультацию.

Если в пояснениях нуждаются 1-2 человека, преподаватель индивидуально консультирует их в ходе практического занятия.

3. Выполнение обучающимися практических заданий

На данном практическом занятии выполнение обучающимися практических заданий проводится **по технологии ротации станций.**

Аудитория разделена на 3 станции.

Учебная группа делится на 3 малые группы, в каждой группе – 3-5 человек.

На станции № 1 группа работает с преподавателем (ответы обучающихся на вопросы преподавателя по изучаемой теме и групповая и (или) индивидуальная консультация).

На станциях № 2 группы самостоятельно выполняют одно общее практическое задание.

На станции № 3 все члены группы выполняют индивидуальные, но однотипные задания.

Задания на станциях разные. На данном практическом занятии все задания направлены на понимание основных положений темы; анализа и синтеза информации; оценку информации, создание нового на основе полученных знаний, умений и навыков.

Время работы группы на одной станции – 20 минут.

По истечении указанного времени группы переходят по часовой стрелке на следующую станцию для выполнения другого практического задания.

В течение практического занятия каждая группа проходит все станции и выполняет все практические задания.

Вопросы для работы на станции №1 с преподавателем (по содержанию темы №4, изученному дома самостоятельно)

1. Смысл и структура кислотных функций.
2. Уравнения Бренстеда как частный случай корреляционных уравнений Гаммета.
3. Нахождение кинетических параметров реакций с ферментативным катализом.
4. Автокаталитические реакции. Определение и кинетическое описание.
5. Нахождение кинетических параметров автокаталитических реакций и характеристик точки перегиба на кинетической кривой.
6. Корреляционные уравнения Гаммета и Тафта и их смысл.
7. Кислотно-основный катализ в концентрированных растворах.
8. Кислотные функции как фактор корреляции кислотно-основного катализа.
9. Специфический кислотно-основный катализ
10. Общй кислотно-основный катализ

Практическое задание для станции № 2 (общее)

Константа скорости реакции гидролиза эфира изменяется с концентрацией ионов следующим образом

$[H^+]$, моль/л	0,00046	0,00087	0,00158	0,00323
k , (л/моль·с)	0,0168	0,0320	0,0578	0,1218

Определите кислотную каталитическую константу k_a

Практические задания для станции №3 (индивидуальные)

Вариант 1 Реакция мутаротации глюкозы имеет первый порядок по концентрации глюкозы и катализируется кислотами (А) и основаниями (В). Константа скорости реакции можно определить как

$$k = k_0 + k_H [H^+] + k_A [A] + k_B [B]$$

Для этой реакции при 291 К в среде, содержащей 0,02 моль/л ацетата натрия и различные концентрации уксусной кислоты получены данные

1	[H ⁺], моль/л	0,020	0,105	0,199
	k, (л/моль·с)	1,36	1,40	1,46
2	[H ⁺], моль/л	0,012	0,052	0,102
	k, (л/моль·с)	2,75	2,84	1,94
3	[H ⁺], моль/л	0,01	0,02	0,04
	k, (л/моль·с)	1,23	1,95	2,6

Рассчитайте k₀ и k_A. В этих условиях k_H пренебрежимо мала.

Вариант 2. Реакция мутаротации глюкозы имеет первый порядок по концентрации глюкозы и катализируется кислотами (А) и основаниями (В). Если в качестве катализатора используется хлорная кислота, то концентрацию ионов Н⁺ можно считать равной концентрации хлорной кислоты, а влиянием перхлорат-иона можно пренебречь, т.к. он является очень слабым основанием. Были получены следующие данные

1	[H ⁺], моль/л	0,001	0,005	0,0099	0,0192	0,0300	0,0400
	k, (л/моль·с)	1,25	1,38	1,53	1,90	2,15	2,59
2	[H ⁺], моль/л	0,0011	0,0045	0,0101	0,0200	0,0299	0,0410
	k, (л/моль·с)	0,02	0,023	0,026	0,032	0,036	0,043
3	[H ⁺], моль/л	0,01	0,05	0,12	0,22	0,32	0,041
	k, (л/моль·с)	0,022	0,024	0,027	0,030	0,037	0,040

Рассчитайте k₀ и k_H.

4. Проверка практических заданий, выполненных обучающимися

Защита решений

Каждая группа озвучивает свое решение практического задания той станции, на которой она находится в конце занятия. Другие группы могут внести необходимые дополнения, задать вопросы на уточнение или оспорить предлагаемое решение.

Практическое занятие № 10

«Определение коэффициентов в уравнении Фроста-Баландина»

Цель практического занятия – приобретение обучающимися практического опыта в применении знаний, полученных при самостоятельном освоении темы №4, в производственных ситуациях.

Планируемые результаты обучения:

Знать:	Уметь:	Иметь опыт деятельности:
<p>методики эксперимента для проведения испытаний; наиболее распространенные методы и приемы изучения сложных химических превращений;</p> <p>математическое описание наиболее распространенных моделей химических реакций, лежащих в основе производства композиционных материалов</p>	<p>планировать проведение прикладных и экспериментальных работ определения тех или иных кинетических характеристик, в т.ч. и по получению полимерных материалов, с формулировкой обоснованных исходных данных;</p> <p>обрабатывать, полученные результаты, представлять их в информационном виде;</p> <p>выявлять на основе математических описаний путей управления, оптимизации химических превращений</p>	<p>систематизации и анализа необходимой информации навыками использования наиболее распространенных методов и приемов изучения сложных химических превращений</p>

Необходимое материально–техническое оборудование: мультимедийный проектор, ноутбук, экран, мобильные устройства преподавателя и обучающихся.

ПЛАН ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ № 10

1. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы № 4 (входной контроль знаний).
2. Уточнение и (или) углубление отдельных вопросов по теме №4.
3. Выполнение обучающимися практических заданий.
4. Проверка практических заданий, выполненных обучающимися.

1. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы №4 (входной контроль знаний)

1.1 Проверка опорных конспектов по теме №4

Проверка опорных конспектов по теме организуется преподавателем различными способами: демонстрация всеми обучающимися своих опорных конспектов; зачитывание вслух одним обучающимся записей, внесенных в опорный конспект; работа в парах (студенты обмениваются друг с другом своими опорными конспектами и помогают друг другу дописать пропущенное) и т.д.

1.2 Тестирование по теме № 4

- 1 Гетерогенный катализ – это – _____
- 2 Уравнения Бренстеда – это – _____
3. Кинетическая область катализа – _____
4. Диффузионная области катализа – _____
- 5 Нанесенные катализаторы – это – _____

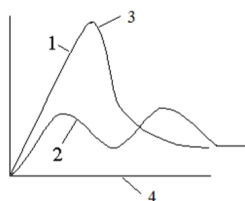
6. Установить соответствие

1	Катализ	а)	вещество, ускоряющее какую-либо химическую реакцию, но остающееся после реакции в неизменном состоянии и количестве
2	катализатор	б)	вещества, которые находятся в коллоидном состоянии при протекании реакции
3	гомогенный катализатор	в)	ускорение одной целевой реакции из нескольких термодинамически возможных
4	Катализаторы переходного типа	г)	вещества, которые образуют единую фазу с реагирующими веществами.

7. Установить соответствие схем механизма

1	гомогенного катализа	а)	$S + E \rightleftharpoons SE$ $SE \longrightarrow D + E$
2	Ферментативного катализа	б)	$A + K \rightleftharpoons AK$ $AK \rightarrow D + K$
3	Прототропного катализа	в)	$S + BH^+ \rightleftharpoons SH^+ + B$ $SH^+ + B \longrightarrow D + BH^+$
4	Автокаталитической реакции	г)	Нет схемы
5	Протолитического катализа	д)	$A + K \rightleftharpoons AK$ $AK \rightarrow P + K$ $P \rightarrow D$

8. Установить соответствие



а)	Цифра 1	а)	активированное состояние некатализируемой реакции
б)	Цифра 2	б)	путь реакции
в)	Цифра 3	в)	высота энергетических барьеров некатализируемой реакции
г)	Цифра 4	г)	высота энергетических барьеров катализируемой реакции

9 Выпишите последовательность действий при определении энергии активации

1. определить константы скорости при разных температурах
2. построить график зависимости логарифма от обратной температуры
3. определить константу
4. определить тангенс угла наклона

10 Задание на установление последовательности при использовании метода стационарных концентраций

- а) установить, соответствует ли полученное кинетическое уравнение требованиям к кинетическим уравнениям для реакций простых типов;
- б) решая алгебраические уравнения, найти функциональные зависимости концентраций активных промежуточных продуктов от концентраций исходных реагентов и других стабильных компонентов;
- в) исходя из схемы механизма процесса, записать систему кинетических уравнений;
- г) используя полученные функциональные зависимости, найти кинетическое уравнение, не содержащее в правой части концентраций активных промежуточных продуктов;
- д) выявить кинетические уравнения накопления высокореакционных промежуточных продуктов и приравнять скорости накопления этих продуктов к нулю.

11. Уравнения Гаммета используют:

- А) для учета влияния заместителей на скорость химической реакции;
- Б) для учета зависимости константы от рН в кислой среде
- В) в ферментативном катализе;
- Г) в методе стационарных концентраций

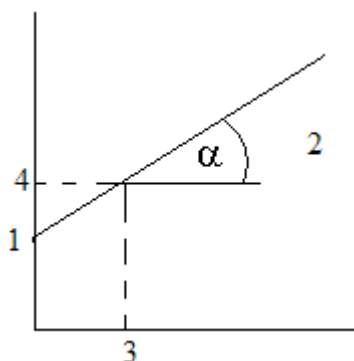
12. Теории, объясняющие механизмы действия катализаторов (выбрать неправильный вариант):

- А) теория БЭТ
- Б) мультиплетная теория

В) электронная теория катализа

Г) теория активных ансамблей

13. На графике зависимости величины обратной скорости от обратной концентрации субстрата максимальную скорость можно определить, зная значение в точке



14. Константа Михаэлиса имеет значение в катализе

А) ферментативном

Б) кислотно-основном

В) переходными металлами

Г) гетерогенном

15. Кислотно-основный катализ – это

А) процесс, когда каталитическое действие на реакцию оказывает какой-либо из ее продуктов

Б) процесс, когда каталитическое действие на реакцию оказывают металлы, имеющие частично заполненные d- и f- уровни

В) процесс, когда каталитическое действие на реакцию оказывают энзимы

Г) процесс, когда каталитическое действие на реакцию оказывают вещества кислого или основного характера

2. Уточнение и (или) углубление отдельных вопросов по теме № 4

Консультация преподавателя

Студенты методом мозгового штурма формируют перечень вопросов, которые при самостоятельном освоении темы дома или при тестировании остались для них непонятными или показались сложными и (или) спорными. Преподаватель по результатам тестирования при необходимости добавляет в сформированный обучающимися список вопросы, которые, с его точки зрения, требуется уточнить или углубить.

Определяя с помощью поднятых рук количество студентов, считающих сложным конкретный вопрос из сформированного списка, преподаватель устанавливает вопросы, по которым сразу же проводит групповую консультацию.

Если в пояснениях нуждаются 1-2 человека, преподаватель индивидуально консультирует их в ходе практического занятия.

3. Выполнение обучающимися практических заданий

На данном практическом занятии выполнение обучающимися практических заданий проводится **по технологии ротации станций.**

Аудитория разделена на 3 станции.

Учебная группа делится на 3 малые группы, в каждой группе – 3-5 человек.

На станции № 1 группа работает с преподавателем (ответы обучающихся на вопросы преподавателя по изучаемой теме и групповая и (или) индивидуальная консультация).

На станциях № 2 группы самостоятельно выполняют одно общее практическое задание.

На станции № 3 все члены группы выполняют индивидуальные, но однотипные задания.

Задания на станциях разные. На данном практическом занятии все задания направлены на понимание основных положений темы; анализа и синтеза информации; оценку информации, создание нового на основе полученных знаний, умений и навыков.

Время работы группы на одной станции – 20 минут.

По истечении указанного времени группы переходят по часовой стрелке на следующую станцию для выполнения другого практического задания.

В течение практического занятия каждая группа проходит все станции и выполняет все практические задания.

Вопросы для работы на станции №1 с преподавателем (по содержанию темы №4, изученному дома самостоятельно)

1. Современные теории функционирования гетерогенных катализаторов.
2. Мультиплетная теория гетерогенного катализа.
3. Электронная теория катализа.
4. Получение гетерогенных катализаторов методом соосаждения.
5. Получение гетерогенных катализаторов механическим смешиванием
6. Получение плавящихся гетерогенных катализаторов
7. Получение гетерогенных катализаторов методом выщелачивания
8. Получение гетерогенных катализаторов методом нанесения активного

компонента на носитель.

9. Мультиплетная теория катализа Баландина.

10. Принципы геометрического и энергетического соответствия реагентов и активных центров.

Практическое задание для станции № 2 (общее)

Разложение этилового спирта на этилен и воду происходит при 653 К на 10 см^3 оксида алюминия как катализатора. Расход 64%-ного раствора спирта на объем газа, образовавшегося за 3 мин в результате реакции, представлен в таблице.

$n, \text{ см}^3$	0,144	0,65	0,937	1,15	2,37
$V_{\text{оп}}, \text{ см}^3$	30,3	85,7	119	131,5	217

Барометрическое давление равно $1,01 \cdot 10^5 \text{ Па}$, комнатная температура 300. Вычислите коэффициенты в уравнении Фроста-Баландина и запишите эмпирическое уравнение.

Практические задания для станции №3 (индивидуальные)

По представленным в таблице данным определите коэффициенты в уравнении Фроста-Баландина и запишите эмпирическое уравнение для данной реакции. Расход спирта и объем выделившегося газа брать в таблице

№	концентрация спирта	Объем катализатора	T, K	барометрическое давление, мм рт.ст.
1	50	10	293	760
2	55	12	300	750
3	60	15	298	745
4	65	8	302	755
5	70	16	299	765
6	75	20	304	760
7	80	22	300	745
8	85	6	302	750
9	75	30	299	745
10	45	5	293	750

4. Проверка практических заданий, выполненных обучающимися

Защита решений

Каждая группа озвучивает свое решение практического задания той станции, на которой она находится в конце занятия. Другие группы могут внести необходимые дополнения, задать вопросы на уточнение или оспорить предлагаемое решение.

5. Текущий контроль успеваемости по теме № 4.

ТЕМА № 5

«Влияние различных факторов на скорость реакции»

I. ДИСТАНЦИОННАЯ ЧАСТЬ

Задания, выполняемые до начала первого практического занятия по теме №5

1. Внеаудиторная (домашняя) самостоятельная работа обучающихся по освоению основных положений темы № 5: предварительное (до начала первого практического занятия по теме) самостоятельное изучение теоретического учебного контента по новой теме дисциплины, разработанного преподавателем и представленного в цифровом формате на портале do.swsu.ru

1.1 Ознакомьтесь с **инструкцией** о порядке организации самостоятельной работы по изучению данной темы и следуйте ей.

1.2. Прочитайте **перечень основных теоретических вопросов**, которые необходимо самостоятельно освоить, и **текст с изложением указанных вопросов**.

1.3 Работая с текстом, вносите по мере чтения необходимые записи в **опорный конспект**, который поможет вам запомнить главное (вы можете скачать его прямо отсюда).

Опорный конспект по теме № 5 «Влияние различных факторов на скорость реакции»

1. Запоминаем главное

1.1 Впишите пропущенные слова:

Энергия активации – это _____

Координаты Аррениуса – это _____

Уравнение Гаммета – это _____

Полярная константа заместителя – это _____

1.2 Укажите стрелочками соответствия

1	Уравнение Тафта	а)	$\lg K = \lg K_0 + \sigma\rho$
2	Уравнение Гаммета	б)	$\bar{\Delta}^2 = 2D\tau$
3	Уравнение Кикрвуда	в)	$\lg K = \lg K_0 + \sigma^* \rho^*$

4	Уравнение Эйнштейна	г)	$\ln k = \ln k_0 - \frac{Z_A Z_B e^2}{\epsilon d_{AB} k T}$
---	---------------------	----	---

Установите соответствие

а)	вторичный солевой эффект	а)	$1) AB + h\nu \xrightleftharpoons[k'_2]{k'_1} A \dots B^*$ $2) A \dots B^* + S \xrightarrow{k_3} AB + S^*$ $3) A \dots B^* \xrightleftharpoons[k'_5]{k'_4} A + B$
б)	эстафетная передача радикалов	б)	С увеличением ионной силы скорость реакции между разноименно заряженными ионами падает, а между одноименно заряженными возрастает
в)	первичный солевой эффект	в)	взаимодействие молекулы RX с соответствующим радикалом R^\bullet в соответствии с уравнением $R^\bullet + RX \rightleftharpoons RX + R^\bullet$
г)	Эффект клетки	г)	Изменение скорости реакции при изменении ионной силы раствора, происходящее в результате изменения концентрации какого-либо из участвующих в реакции ионов

1.3 Укажите стрелочкой одно наиболее точное соответствие:

уравнения Гаммета	устанавливают связь между константами равновесия и константами скоростей реакции мета- и паразамененных бензола с аналогичными характеристиками для незамещенного соединения
	Корреляционные уравнения
	- уравнения, согласно которым константа скорости для одного из соединений определенной серии может быть рассчитана из значения константы равновесия
	применимы с очень малой ошибкой к большому числу констант скоростей реакций

1.4 Перечислите факторы, влияющие на скорость реакции

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

2. Создаем банк терминов

2.1 Выпишите основные термины и понятия по теме

№	Термин	Определение
1	Эффект клетки	
2	Корреляционные уравнения Гаммета	
3	Эстафетная передача цепи	
4	Уравнение Кирквуда	
5	Уравнение Тафта	
6	Вторичный солевой эффект	
7	Первичный солевой эффект	
8	Уравнение Аррениуса	
9	Основной катализ	
10	Общий катализ	

2.2 Выпишите последовательность действий

- при определении энергии активации

- 1) определить константы скорости при разных температурах
- 2) построить график зависимости логарифма от обратной температуры
- 3) определить константу
- 4) определить тангенс угла наклона

– использовании метода трансформационных коэффициентов для определения энергии активации

- 1) построить кинетические кривые на одном графике;
- 2) определить время, отвечающее достижению одной концентрации;
- 3) рассчитать трансформационные коэффициенты;
- 4) провести прямую, пересекающую все 5 кривых;
- 5) провести процесс с одинаковой загрузкой компонентов при разной температуре;
- 6) построить график в логарифмических координатах;
- 7) определит тангенс угла;
- 8) рассчитать энергию активации

3. Сформулируйте для себя, на что стоит обратить внимание при изучении материала по теме №5

1.4 Посмотрите **мультимедийную презентацию** по теме № 5 «Влияние различных факторов на скорость реакции» в ходе чтения текста (параллельно с ним).

Обратите внимание на особенности определения порядка сложных многостадийных реакции.

1.4 Посмотрите **видеоролик** по теме № 5 в ходе чтения текста (параллельно с ним).

Обратите внимание на последовательность действий при использовании метода стационарных концентраций.

1.5 Перескажите изученный теоретический материал по вопросам, указанным в инструкции, и опорному конспекту. Воспользуйтесь также следующими **вопросами для самоконтроля**:

1. Перечислите наиболее распространенные методы определения энергии активации.

2. Как выражается зависимость скорости реакции от температуры?

3. Что такое температурный коэффициент скорости реакции?

4. Назовите эмпирическое правило Вант-Гоффа и какова область его применения?

5. Запишите уравнение Аррениуса в дифференциальной и интегральной формах.

6. Что такое энергия активации химической реакции?

7. Что такое истинная и кажущаяся энергия активации?

8. Как находится энергия активации химической реакции по экспериментальным данным?

1.6 Возьмите с собой на практическое занятие свой **опорный конспект** по теме № 5.

1.7 Выполните **входное тестирование** по теме №5.

Ответьте на вопросы и выполните задания в тестовой форме по теме № 5:

1 Эффект клетки – _____

2. Корреляционные уравнения Гаммета– _____

3 Эстафетная передача цепи– _____

4 Уравнение Кирквуда – _____

5 Уравнение Тафта– _____

6 Вторичный солевой эффект– _____

7 Первичный солевой эффект– _____

8 Уравнение Аррениуса– _____

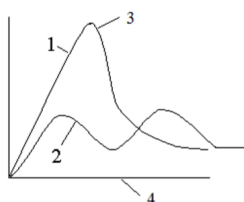
9. Установить соответствие

1	Уравнение Тафта	а)	$\lg K = \lg K_0 + \sigma \rho$
2	Уравнение Гаммета	б)	$\bar{\Delta}^2 = 2D\tau$
3	Уравнение Кикрвуда	в)	$\lg K = \lg K_0 + \sigma^* \rho^*$
4	Уравнение Эйнштейна	г)	$\ln k = \ln k_0 - \frac{Z_A Z_B e^2}{\epsilon d_{AB} kT}$

10. Установить соответствие схем механизма

1	гомогенного катализа	а)	$S + E \rightleftharpoons SE$ $SE \longrightarrow D + E$
2	Ферментативного катализа	б)	$A + K \rightleftharpoons AK$ $AK \rightarrow D + K$
3	Прототропного катализа	в)	$S + BH^+ \rightleftharpoons SH^+ + B$ $SH^+ + B \longrightarrow D + BH^+$
4	Автокаталитической реакции	г)	Нет схемы
5	Протолитического катализа	д)	$A + K \rightleftharpoons AK$ $AK \rightarrow P + K$ $P \rightarrow D$

11. Установить соответствие



а)	Цифра 1	а)	активированное состояние некатализируемой реакции
б)	Цифра 2	б)	путь реакции
в)	Цифра 3	в)	высота энергетических барьеров некатализируемой реакции
г)	Цифра 4	г)	высота энергетических барьеров катализируемой реакции

12. Установить соответствие

а)	вторичный солевой эффект	а)	$1) AB + h\nu \xrightleftharpoons[k_2']{k_1'} A \dots B^*$ $2) A \dots B^* + S \xrightarrow{k_3} AB + S^*$ $3) A \dots B^* \xrightleftharpoons[k_5']{k_4'} A + B$
----	--------------------------	----	---

б)	эстафетная передача радикалов	б)	С увеличением ионной силы скорость реакции между разноименно заряженными ионами падает, а между одноименно заряженными возрастает
в)	первичный солевой эффект	в)	взаимодействие молекулы RX с соответствующим радикалом R^\bullet в соответствии с уравнением $R^\bullet + RX \rightleftharpoons RX + R^\bullet$
г)	Эффект клетки	г)	Изменение скорости реакции при изменении ионной силы раствора, происходящее в результате изменения концентрации какого-либо из участвующих в реакции ионов

13 Выпишите последовательность действий при определении энергии активации

- 1) определить константы скорости при разных температурах
- 2) построить график зависимости логарифма от обратной температуры
- 3) определить константу
- 4) определить тангенс угла наклона

14 Выпишите последовательность действий при использовании метода трансформационных коэффициентов для определения энергии активации

- 1) построить кинетические кривые на одном графике;
- 2) определить время, отвечающее достижению одной концентрации;
- 3) рассчитать трансформационные коэффициенты;
- 4) провести прямую, пересекающую все 5 кривых;
- 5) провести процесс с одинаковой загрузкой компонентов при разной температуре;
- 6) построить график в логарифмических координатах;
- 7) определит тангенс угла;
- 8) рассчитать энергию активации

15. В уравнении Гаммета k – это

$$\lg k = \lg k_0 + \sigma \rho$$

А) константа скорости для соединения, имеющего заместители в мета- или параположении;

Б) константы равновесия для соединения, имеющего заместители в мета- или параположении;

В) константа равновесия реакции незамещенного соединения

Г) константа реакции, которая изменяется с типом реакции и с внешними условиями ее проведения

16. Уравнения Тафта применимы

А) к реакциям с участием гомологов алифатического ряда

Б) для соединений, имеющего заместители в мета- или параположении замещенных бензола

В) катализу гомологическими сериями кислот и оснований.

Г) для объяснения механизма действия катализаторов электронной теории катализа

17. Разница в уравнении Тафта определяет

$$\sigma^* = \frac{1}{2,5} \left[\lg \left(\frac{k}{k_0} \right)_{\text{цел}} - \lg \left(\frac{k}{k_0} \right)_{\text{кисл}} \right]$$

А) индукционный эффект;

Б) стерический эффект;

В) суммарно индукционный и стерический эффект;

Г) не имеет смысла

II. АУДИТОРНАЯ ЧАСТЬ

Практическое занятие № 11

«Зависимость константы скорости в разбавленном растворе от ионной силы раствора»

Цель практического занятия – приобретение обучающимися практического опыта в применении знаний, полученных при самостоятельном освоении темы №5, в производственных ситуациях.

Планируемые результаты обучения:

Знать:	Уметь:	Иметь опыт деятельности:
методики эксперимента для проведения испытаний; наиболее распространенные методы и приемы изучения сложных химических превращений; математическое описание наиболее распространенных моделей химических реакций, лежащих в основе производства композиционных материалов	планировать проведение прикладных и экспериментальных работ определения тех или иных кинетических характеристик, в т.ч. и по получению полимерных материалов, с формулировкой обоснованных исходных данных; обрабатывать, полученные результаты, представлять их в информационном виде; выявлять на основе математических описаний путей управления, оптимизации химических превращений	систематизации и анализа необходимой информации навыками использования наиболее распространенных методов и приемов изучения сложных химических превращений

Необходимое материально–техническое оборудование: мультимедийный проектор, ноутбук, экран, мобильные устройства преподавателя и обучающихся.

ПЛАН ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ № 11

1. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы № 5 (входной контроль знаний).
2. Уточнение и (или) углубление отдельных вопросов по теме №5.
3. Выполнение обучающимися практических заданий.
4. Проверка практических заданий, выполненных обучающимися.

1. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы №5 (входной контроль знаний)

1.1 Проверка опорных конспектов по теме №5

Проверка опорных конспектов по теме организуется преподавателем различными способами: демонстрация всеми обучающимися своих опорных конспектов; зачитывание вслух одним обучающимся записей, внесенных в опорный конспект; работа в парах (студенты обмениваются друг с другом своими опорными конспектами и помогают друг другу дописать пропущенное) и т.д.

1.2 Тестирование по теме № 5

- 1 Эффект клетки – _____
2. Корреляционные уравнения Гаммета– _____
- 3 Эстафетная передача цепи– _____
- 4 Уравнение Кирквуда – _____
- 5 Уравнение Тафта– _____
- 6 Вторичный солевой эффект– _____
- 7 Первичный солевой эффект– _____
- 8 Уравнение Аррениуса– _____

9. Установить соответствие

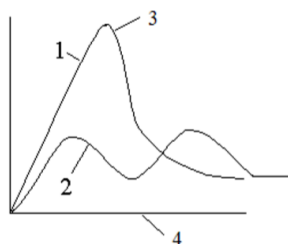
1	Уравнение Тафта	а)	$\lg K = \lg K_0 + \sigma \rho$
2	Уравнение Гаммета	б)	$\bar{\Delta}^2 = 2D\tau$
3	Уравнение Кирквуда	в)	$\lg K = \lg K_0 + \sigma^* \rho^*$

4	Уравнение Эйнштейна	г)	$\ln k = \ln k_0 - \frac{Z_A Z_B e^2}{\varepsilon d_{AB} k T}$
---	---------------------	----	--

10. Установить соответствие схем механизма

1	гомогенного катализа	а)	$S + E \rightleftharpoons SE$ $SE \longrightarrow D + E$
2	Ферментативного катализа	б)	$A + K \rightleftharpoons AK$ $AK \rightarrow D + K$
3	Прототропного катализа	в)	$S + BH^+ \rightleftharpoons SH^+ + B$ $SH^+ + B \longrightarrow D + BH^+$
4	Автокаталитической реакции	г)	Нет схемы
5	Протолитического катализа	д)	$A + K \rightleftharpoons AK$ $AK \rightarrow P + K$ $P \rightarrow D$

11. Установить соответствие



а)	Цифра 1	а)	активированное состояние некатализируемой реакции
б)	Цифра 2	б)	путь реакции
в)	Цифра 3	в)	высота энергетических барьеров некатализируемой реакции
г)	Цифра 4	г)	высота энергетических барьеров катализируемой реакции

12. Установить соответствие

а)	вторичный солевой эффект	а)	$1) AB + h\nu \xrightleftharpoons[k_2']{k_1'} A \dots B^*$ $2) A \dots B^* + S \xrightarrow{k_3} AB + S^*$ $3) A \dots B^* \xrightleftharpoons[k_5']{k_4'} A + B$
б)	эстафетная передача радикалов	б)	С увеличением ионной силы скорость реакции между разноименно заряженными ионами падает, а между одноименно заряженными возрастает

в)	первичный со- левой эффект	в)	взаимодействие молекулы RX с соответствующим радикалом R^\bullet в соответствии с уравнением $R^\bullet + RX \xrightleftharpoons{\quad} RX + R^\bullet$
г)	Эффект клетки	г)	Изменение скорости реакции при изменении ионной силы раствора, происходящее в результате изменения концентрации какого-либо из участвующих в реакции ионов

13 Выпишите последовательность действий при определении энергии активации

- 1) определить константы скорости при разных температурах
- 2) построить график зависимости логарифма от обратной температуры
- 3) определить константу
- 4) определить тангенс угла наклона

14 Выпишите последовательность действий при использовании метода трансформационных коэффициентов для определения энергии активации

- 1) построить кинетические кривые на одном графике;
- 2) определить время, отвечающее достижению одной концентрации;
- 3) рассчитать трансформационные коэффициенты;
- 4) провести прямую, пересекающую все 5 кривых;
- 5) провести процесс с одинаковой загрузкой компонентов при разной температуре;
- 6) построить график в логарифмических координатах;
- 7) определит тангенс угла;
- 8) рассчитать энергию активации

15. В уравнении Гаммета k – это

$$\lg k = \lg k_0 + \sigma\rho$$

А) константа скорости для соединения, имеющего заместители в мета- или параположении;

Б) константы равновесия для соединения, имеющего заместители в мета- или параположении;

В) константа равновесия реакции незамещенного соединения

Г) константа реакции, которая изменяется с типом реакции и с внешними условиями ее проведения

16. Уравнения Тафта применимы

А) к реакциям с участием гомологов алифатического ряда

Б) для соединений, имеющего заместители в мета- или параположении замещенных бензола

В) катализу гомологическими сериями кислот и оснований.

Г) для объяснения механизма действия катализаторов электронной теории катализа

17. Разница в уравнении Тафта определяет

$$\sigma^* = \frac{1}{2,5} \left[\lg \left(\frac{k}{k_0} \right)_{\text{цел}} - \lg \left(\frac{k}{k_0} \right)_{\text{кисл}} \right]$$

- А) индукционный эффект;
- Б) стерический эффект;
- В) суммарно индукционный и стерический эффект;
- Г) не имеет смысла

2. Уточнение и (или) углубление отдельных вопросов по теме № 5

Консультация преподавателя

Студенты методом мозгового штурма формируют перечень вопросов, которые при самостоятельном освоении темы дома или при тестировании остались для них непонятными или показались сложными и (или) спорными. Преподаватель по результатам тестирования при необходимости добавляет в сформированный обучающимися список вопросы, которые, с его точки зрения, требуется уточнить или углубить.

Определяя с помощью поднятых рук количество студентов, считающих сложным конкретный вопрос из сформированного списка, преподаватель устанавливает вопросы, по которым сразу же проводит групповую консультацию.

Если в пояснениях нуждаются 1-2 человека, преподаватель индивидуально консультирует их в ходе практического занятия.

3. Выполнение обучающимися практических заданий

На данном практическом занятии выполнение обучающимися практических заданий проводится по технологии ротации станций.

Аудитория разделена на 3 станции.

Учебная группа делится на 3 малые группы, в каждой группе – 3-5 человек.

На станции № 1 группа работает с преподавателем (ответы обучающихся на вопросы преподавателя по изучаемой теме и групповая и (или) индивидуальная консультация).

На станциях № 2 группы самостоятельно выполняют одно общее практическое задание.

На станции № 3 все члены группы выполняют индивидуальные, но однотипные задания.

Задания на станциях разные. На данном практическом занятии все задания направлены на понимание основных положений темы; анализа и синтеза информации; оценку информации, создание нового на основе полученных знаний, умений и навыков.

Время работы группы на одной станции – 20 минут.

По истечении указанного времени группы переходят по часовой стрелке на следующую станцию для выполнения другого практического задания.

В течение практического занятия каждая группа проходит все станции и выполняет все практические задания.

Вопросы для работы на станции №1 с преподавателем (по содержанию темы №5, изученному дома самостоятельно)

1. В чем заключается эффект клетки?
2. Для чего используются корреляционные уравнения Гаммета?
3. К чему приводит эстафетная передача цепи?
4. Для чего используется уравнение Кирквуда?
5. Для чего используется уравнение Тафта?
6. В чем заключается вторичный солевой эффект?
7. В чем заключается первичный солевой эффект?
8. Квантовый выход первичной рекомбинации и диссоциации при рассмотрении механизма фотохимически активированной химической реакции с учетом эффекта клетки
9. Эстафетная передача цепи
10. Влияние ионной силы на скорость процесса.

Практическое задание для станции № 2 (общее)

При изучении кинетики реакции получена следующая зависимость константы скорости от ионной силы, представленная в таблице 11. Вычислите константу скорости при ионной силе, равной нулю.

I	2.35	5.61	8.10	11.22	11.73	16.90
$5 + \lg k$	1.764	1.713	1.680	1.647	1.641	1.59

Практические задания для станции №3 (индивидуальные)

По имеющимся данным, представленным в таблице, определите величину $Z_A Z_B$.

1	I	0,000081	0,000256	0,001024	0,001849	0,002401
	k	2,82	2,51	2,00	1,70	1,26
2	I	$0,32 \cdot 10^{-5}$	$1,02 \cdot 10^{-5}$	$4,1 \cdot 10^{-5}$	$7,4 \cdot 10^{-5}$	$9,6 \cdot 10^{-5}$
	k	1,36	1,32	1,23	1,17	1,07
3	I	0,051	0,160	0,640	1,156	1,501
	k	1,23	1,20	1,15	1,11	1,05
4	I	0,023	0,074	0,296	0,534	0,694
	k	12,02	9,12	5,25	3,56	1,74
5	I	0,105	0,332	1,327	2,396	3,112
	k	9,77	7,59	4,57	3,21	1,66
6	I	0,002	0,007	0,028	0,050	0,065
	k	1,17	1,15	1,11	1,08	1,04
7	I	0,010	0,032	0,128	0,232	0,301
	k	1,11	1,10	1,08	1,06	1,02
8	I	0,111	0,350	1,402	2,531	3,287
	k	7,78	6,19	3,93	2,85	1,58

4. Проверка практических заданий, выполненных обучающимися

Защита решений

Каждая группа озвучивает свое решение практического задания той станции, на которой она находится в конце занятия. Другие группы могут внести необходимые дополнения, задать вопросы на уточнение или оспорить предлагаемое решение.

Практическое занятие № 12

«Определение энергии активации каталитических реакций, подчиняющихся уравнению Аррениуса»

Цель практического занятия – приобретение обучающимися практического опыта в применении знаний, полученных при самостоятельном освоении темы №5, в производственных ситуациях.

Планируемые результаты обучения:

Знать:	Уметь:	Иметь опыт деятельности:
методики эксперимента для проведения испытаний;	планировать проведение прикладных и экспериментальных работ определения тех или иных	систематизации и анализа необходимой информации навыками использования наиболее

<p>наиболее распространенные методы и приемы изучения сложных химических превращений;</p> <p>математическое описание наиболее распространенных моделей химических реакций, лежащих в основе производства композиционных материалов</p>	<p>кинетических характеристик, в т.ч. и по получению полимерных материалов, с формулировкой обоснованных исходных данных;</p> <p>обрабатывать, полученные результаты, представлять их в информационном виде;</p> <p>выявлять на основе математических описаний путей управления, оптимизации химических превращений</p>	<p>распространенных методов и приемов изучения сложных химических превращений</p>
--	---	---

Необходимое материально–техническое оборудование: мультимедийный проектор, ноутбук, экран, мобильные устройства преподавателя и обучающихся.

ПЛАН ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ № 12

1. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы № 5 (входной контроль знаний).
2. Уточнение и (или) углубление отдельных вопросов по теме №5.
3. Выполнение обучающимися практических заданий.
4. Проверка практических заданий, выполненных обучающимися.

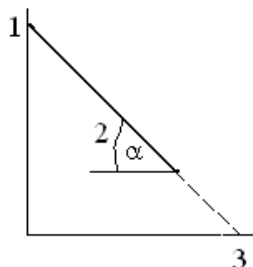
1. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы №5 (входной контроль знаний)

1.1 Проверка опорных конспектов по теме №5

Проверка опорных конспектов по теме организуется преподавателем различными способами: демонстрация всеми обучающимися своих опорных конспектов; зачитывание вслух одним обучающимся записей, внесенных в опорный конспект; работа в парах (студенты обмениваются друг с другом своими опорными конспектами и помогают друг другу дописать пропущенное) и т.д.

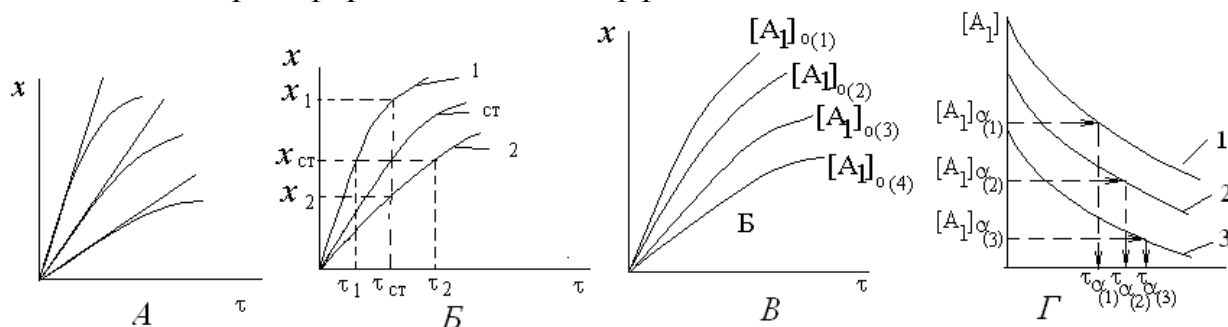
1.2 Тестирование по теме № 5

- 1 Уравнение Аррениуса – _____
 2. Энергия активации – _____
 3 Правило Вант-Гоффа – _____
 4. Для определения энергии активации по уравнению Аррениуса графическим методом используют величину, определенную по графику и отмеченную цифрой



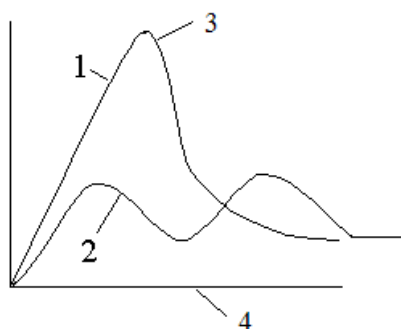
- А) 2
 Б) 3
 В) 1
 Г) не представлено

5. Какой из перечисленных ниже графиков не относится и не отражает сущность метода трансформационных коэффициентов



А Г Б В

6. На рисунке под цифрой 2 следует считать



- А) высота энергетических барьеров катализированной реакции
 Б) энергия реакции
 В) высота энергетических барьеров некатализированной реакции
 Г) путь реакции

7. Для сложных реакций, не подчиняющихся уравнению Аррениуса, энергию активации можно определить

- А) путем определения тангенса угла наклона касательной к кривой, полученной в Аррениусовских координатах
 Б) путем определения тангенса угла наклона прямой, полученной в Аррениусовских координатах
 В) невозможно посчитать графическим путем

8. Определение энергии активации по температурному ходу основано на

- А) на нахождении трансформационных коэффициентов и построении их зависимости от обратной температуры;
 Б) путем определения тангенса угла наклона прямой, полученной в Аррениусовских координатах
 В) путем определения тангенса угла наклона касательной к кривой, полученной в Аррениусовских координатах
 Г) невозможно

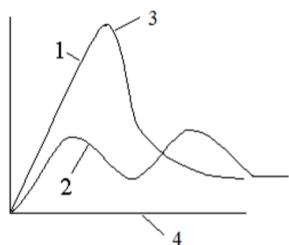
9. Установить соответствие

1	Уравнение Тафта	а)	$\lg K = \lg K_0 + \sigma\rho$
2	Уравнение Гаммета	б)	$\bar{\Delta}^2 = 2D\tau$
3	Уравнение Кикрвуда	в)	$\lg K = \lg K_0 + \sigma^* \rho^*$
4	Уравнение Эйнштейна	г)	$\ln k = \ln k_0 - \frac{Z_A Z_B e^2}{\epsilon d_{AB} kT}$

10. Установить соответствие схем механизма

1	гомогенного катализа	а)	$S + E \rightleftharpoons SE$ $SE \longrightarrow D + E$
2	Ферментативного катализа	б)	$A + K \rightleftharpoons AK$ $AK \rightarrow D + K$
3	Прототропного катализа	в)	$S + BH^+ \rightleftharpoons SH^+ + B$ $SH^+ + B \longrightarrow D + BH^+$
4	Автокаталитической реакции	г)	Нет схемы
5	Протолитического катализа	д)	$A + K \rightleftharpoons AK$ $AK \rightarrow P + K$ $P \rightarrow D$

11. Установить соответствие



а)	Цифра 1	а)	активированное состояние некатализируемой реакции
б)	Цифра 2	б)	путь реакции
в)	Цифра 3	в)	высота энергетических барьеров некатализируемой реакции

г)	Цифра 4	г)	высота энергетических барьеров катализированной реакции
----	---------	----	---

12 Установить соответствие

а)	вторичный солевой эффект	а)	$1) AB + h\nu \xrightleftharpoons[k_2']{k_1'} A...B^*$ $2) A...B^* + S \xrightarrow{k_3} AB + S^*$ $3) A...B^* \xrightleftharpoons[k_5']{k_4'} A + B$
б)	эстафетная передача радикалов	б)	С увеличением ионной силы скорость реакции между разноименно заряженными ионами падает, а между одноименно заряженными возрастает
в)	первичный солевой эффект	в)	взаимодействие молекулы RX с соответствующим радикалом R^\bullet в соответствии с уравнением $R^\bullet + RX \rightleftharpoons RX + R^\bullet$
г)	Эффект клетки	г)	Изменение скорости реакции при изменении ионной силы раствора, происходящее в результате изменения концентрации какого-либо из участвующих в реакции ионов

13 Выпишите последовательность действий при определении энергии активации

- 1) определить константы скорости при разных температурах
- 2) построить график зависимости логарифма от обратной температуры
- 3) определить константу
- 4) определить тангенс угла наклона

14 Выпишите последовательность действий при использовании метода трансформационных коэффициентов для определения энергии активации

- 1) построить кинетические кривые на одном графике;
- 2) определить время, отвечающее достижению одной концентрации;
- 3) рассчитать трансформационные коэффициенты;
- 4) провести прямую, пересекающую все 5 кривых;
- 5) провести процесс с одинаковой загрузкой компонентов при разной температуре;
- 6) построить график в логарифмических координатах;
- 7) определит тангенс угла;
- 8) рассчитать энергию активации

15. В уравнении Гаммета k – это

$$\lg k = \lg k_0 + \sigma\rho$$

- А) константа скорости для соединения, имеющего заместители в мета-

или пароположении;

Б) константы равновесия для соединения, имеющего заместители в мета- или пароположении;

В) константа равновесия реакции незамещенного соединения

Г) константа реакции, которая изменяется с типом реакции и с внешними условиями ее проведения

16. Уравнения Тафта применимы

А) к реакциям с участием гомологов алифатического ряда

Б) для соединений, имеющего заместители в мета- или пароположении замещенных бензола

В) катализу гомологическими сериями кислот и оснований.

Г) для объяснения механизма действия катализаторов электронной теории катализа

17. Разница в уравнении Тафта определяет

$$\sigma^* = \frac{1}{2,5} \left[\lg \left(\frac{k}{k_0} \right)_{\text{цел}} - \lg \left(\frac{k}{k_0} \right)_{\text{кисл}} \right]$$

А) индукционный эффект;

Б) стерический эффект;

В) суммарно индукционный и стерический эффект;

Г) не имеет смысла

2. Уточнение и (или) углубление отдельных вопросов по теме № 5

Консультация преподавателя

Студенты методом мозгового штурма формируют перечень вопросов, которые при самостоятельном освоении темы дома или при тестировании остались для них непонятными или показались сложными и (или) спорными. Преподаватель по результатам тестирования при необходимости добавляет в сформированный обучающимися список вопросы, которые, с его точки зрения, требуется уточнить или углубить.

Определяя с помощью поднятых рук количество студентов, считающих сложным конкретный вопрос из сформированного списка, преподаватель устанавливает вопросы, по которым сразу же проводит групповую консультацию.

Если в пояснениях нуждаются 1-2 человека, преподаватель индивидуально консультирует их в ходе практического занятия.

3. Выполнение обучающимися практических заданий

На данном практическом занятии выполнение обучающимися практических заданий проводится **по технологии ротации станций**.

Аудитория разделена на 3 станции.

Учебная группа делится на 3 малые группы, в каждой группе – 3-5 человек.

На станции № 1 группа работает с преподавателем (ответы обучающихся на вопросы преподавателя по изучаемой теме и групповая и (или) индивидуальная консультация).

На станциях № 2 группы самостоятельно выполняют одно общее практическое задание.

На станции № 3 все члены группы выполняют индивидуальные, но однотипные задания.

Задания на станциях разные. На данном практическом занятии все задания направлены на понимание основных положений темы; анализа и синтеза информации; оценку информации, создание нового на основе полученных знаний, умений и навыков.

Время работы группы на одной станции – 20 минут.

По истечении указанного времени группы переходят по часовой стрелке на следующую станцию для выполнения другого практического задания.

В течение практического занятия каждая группа проходит все станции и выполняет все практические задания.

Вопросы для работы на станции №1 с преподавателем *(по содержанию темы №5, изученному дома самостоятельно)*

1. Перечислите наиболее распространенные методы определения энергии активации.

2. Как выражается зависимость скорости реакции от температуры?

3. Что такое температурный коэффициент скорости реакции?

4. Назовите эмпирическое правило Вант-Гоффа и какова область его применения?

5. Запишите уравнение Аррениуса в дифференциальной и интегральной формах.

6. Что такое энергия активации химической реакции?

7. Что такое истинная и кажущаяся энергия активации?

8. Как находится энергия активации химической реакции по экспериментальным данным?

Практическое задание для станции № 2 (общее)

Определить энергию активации образования метилэтилового эфира в растворе этилового спирта, воспользовавшись данными, представленными в таблице.

Температура, °С	0	6	12	18	24	30
$k \cdot 10^5$ л/моль·с	5,6	11,8	24,5	48,8	100	208

Практические задания для станции №3 (индивидуальные)

По представленным в таблице данным определить энергию активации.

№	Условия					
1	T, °С	30	40	50	60	70
	k, л/моль·мин	0,05	0,11	0,22	0,40	0,60
2	T, °С	550	580	600	620	630
	$10^5 k$, 1/с	2,5	8,20	23,1	92,4	141,5
3	T, °С	560	590	610	630	640
	$10^3 k$, 1/с	4,70	12,3	57,6	92,4	141,5
4	T, °С	0	12	18	24	30
	$10^5 k$, $\text{м}^3 \cdot \text{кмоль}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$	5,6	24,5	48,8	100	208
5	T, °С	30	40	50	60	70
	k, л·моль ⁻¹ ·с ⁻¹	0,5	1,1	2,2	4	6
6	T, °К	273	293	298		
	k, л/моль·мин	1,17	5,08	6,56		
7	T, °С	6	12	18	25	32
	$10^5 k$, 1/с	11,8	22	50	105	205
8	T, °К	273,2	293,2	313,2	333,2	
	$k \cdot 10^5$	2,46	47,5	576	5480	
9	T, °К	823	853	873	893	903
	$k \cdot 10^5$, с ⁻¹	2,5	12,3	35,3	92,4	141,5
10	T, °К	833	843	863	883	903
	k, л/моль·мин	4,7	8,2	23,1	57,6	143

4. Проверка практических заданий, выполненных обучающимися

Защита решений

Каждая группа озвучивает свое решение практического задания той станции, на которой она находится в конце занятия. Другие группы могут внести необходимые дополнения, задать вопросы на уточнение или оспорить предлагаемое решение.

Практическое занятие № 13

«Определение энергии активации каталитических реакций, подчиняющихся уравнению Аррениуса»

1. Скорость некоторой реакции при одинаковых концентрациях реагентов при 30⁰С вдвое больше, чем при 20⁰С. Вычислите энергию активации данной реакции.

2. Некоторая реакция прошла на 30% при 25⁰С за 30 мин, а при 40⁰С за 5 мин. Оцените энергию активации.

3. Энергия активации некоторой реакции равна 20 ккал/моль. Рассчитайте отношение констант скоростей при а) 20 и 30⁰; б) 40 и 50⁰.

4. Определите константу скорости реакции при 298К, если предэкспоненциальный множитель равен $1,7 \cdot 10^{13}$ см³/(моль·с) и энергия активации равна 76,6 кДж/моль.

5. Определите константу скорости реакции при 298К в метаноле, если предэкспоненциальный множитель равен $2,3 \cdot 10^{13}$ см³/(моль·с) и энергия активации равна 76,2 кДж/моль. Сопоставьте с константой скорости реакции, протекающей в воде (условия предыдущей реакции).

6. Реакция прошла на 30% при 125⁰ за 30 мин, а при 140⁰ за 5 мин. Оцените ее энергию активации.

7. В необратимой реакции 1-го порядка за 20 мин при 125⁰С степень превращения исходного вещества составила 60%, а при 145⁰С такая же степень превращения была достигнута за 5.5 мин. Найдите константы скорости и энергию активации данной реакции.

8 Реакция 1-го порядка при температуре 25⁰С завершается на 30% за 30 мин. При какой температуре реакция завершится на 60% за 40 мин, если энергия активации равна 30 кДж/моль?

9. В двух реакциях одинакового порядка разница энергий активации составляет $E_2 - E_1 = 40$ кДж/моль. При температуре 293 К отношение констант скорости равно $k_1/k_2 = 2$. При какой температуре константы скорости сравняются?

10. Реакция 1-го порядка при температуре 25⁰С завершается на 70% за 15 мин. При какой температуре реакция завершится на 50% за 15 мин, если

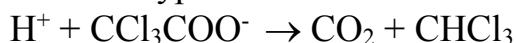
энергия активации равна 50 кДж/моль?

11. 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.

12. Для реакции $\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightarrow 2\text{HI}$ константа скорости при температуре 683 К равна 0,0659 л/(моль·мин), а при температуре 716 К - 0,375 л/(моль·мин). Найдите энергию активации этой реакции и константу скорости при температуре 700 К.

13. 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 л/(моль·мин), а при температуре 1165 К - 977,0 л/(моль·мин). Найдите энергию активации этой реакции и константу скорости при температуре 1053,0 К.

14. Трихлорацетат-ион в ионизирующих растворителях, содержащих H^+ , разлагается по уравнению



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

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

16. 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 К равна 0,765 л/(моль·мин), а при температуре 328,2 К - 35,5 л/(моль·мин). Найдите энергию активации этой реакции и константу скорости при температуре 313,2 К.

17. Вещество разлагается двумя параллельными путями с константами скорости k_1 и k_2 . Какова разность энергий активации этих двух реакций, если при 10°C $k_1/k_2 = 10$, а при 40°C $k_1/k_2 = 0.1$?

Практическое занятие № 14

«Определение энергии активации каталитических реакций, подчиняющихся уравнению Аррениуса»

Цель практического занятия – приобретение обучающимися практического опыта в применении знаний, полученных при самостоятельном освоении темы №5, в производственных ситуациях.

Планируемые результаты обучения:

Знать:	Уметь:	Иметь опыт деятельности:
методики эксперимента для проведения испытаний; наиболее распространенные методы и приемы изучения сложных химических превращений; математическое описание наиболее распространенных моделей химических реакций, лежащих в основе производства композиционных материалов	планировать проведение прикладных и экспериментальных работ определения тех или иных кинетических характеристик, в т.ч. и по получению полимерных материалов, с формулировкой обоснованных исходных данных; обрабатывать, полученные результаты, представлять их в информационном виде; выявлять на основе математических описаний путей управления, оптимизации химических превращений	систематизации и анализа необходимой информации навыками использования наиболее распространенных методов и приемов изучения сложных химических превращений

Необходимое материально–техническое оборудование: мультимедийный проектор, ноутбук, экран, мобильные устройства преподавателя и обучающихся.

ПЛАН ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ № 14

1. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы № 5 (входной контроль знаний).
2. Уточнение и (или) углубление отдельных вопросов по теме №5.
3. Выполнение обучающимися практических заданий.
4. Проверка практических заданий, выполненных обучающимися.

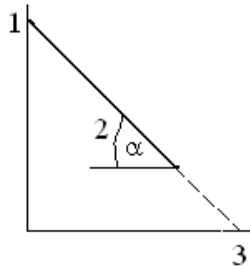
1. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы №5 (входной контроль знаний)

1.1 Проверка опорных конспектов по теме №5

Проверка опорных конспектов по теме организуется преподавателем различными способами: демонстрация всеми обучающимися своих опорных конспектов; зачитывание вслух одним обучающимся записей, внесенных в опорный конспект; работа в парах (студенты обмениваются друг с другом своими опорными конспектами и помогают друг другу дописать пропущенное) и т.д.

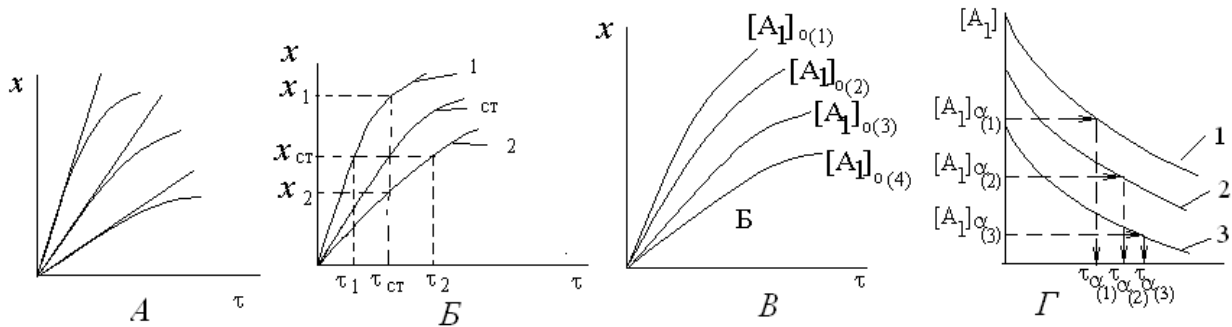
1.2 Тестирование по теме № 5

- 1 Уравнение Аррениуса – _____
2. Энергия активации – _____
- 3 Правило Вант-Гоффа – _____
4. Для определения энергии активации по уравнению Аррениуса графическим методом используют величину, определенную по графику и отмеченную цифрой



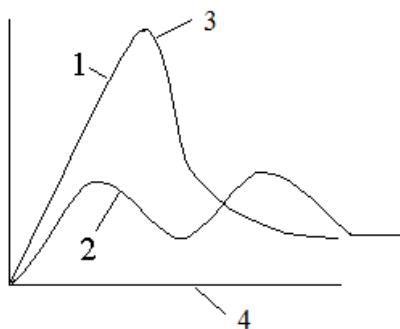
- A) 2
- Б) 3
- В) 1
- Г) не представлено

5. Какой из перечисленных ниже графиков не относится и не отражает сущность метода трансформационных коэффициентов



А Г Б В

6. На рисунке под цифрой 2 следует считать



- A) высота энергетических барьеров катализированной реакции
- Б) энергия реакции
- В) высота энергетических барьеров некатализированной реакции
- Г) путь реакции

7. Для сложных реакций, не подчиняющихся уравнению Аррениуса, энергию активации можно определить

- А) путем определения тангенса угла наклона касательной к кривой, полученной в Аррениусовских координатах
- Б) путем определения тангенса угла наклона прямой, полученной в Аррениусовских координатах
- В) невозможно посчитать графическим путем

8. Определение энергии активации по температурному ходу основано на

- А) на нахождении трансформационных коэффициентов и построении их зависимости от обратной температуры;
- Б) путем определения тангенса угла наклона прямой, полученной в Аррениусовских координатах
- В) путем определения тангенса угла наклона касательной к кривой, полученной в Аррениусовских координатах
- Г) невозможно

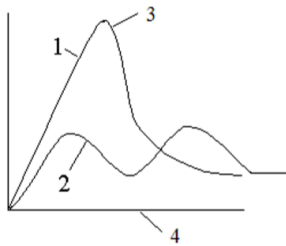
9. Установить соответствие

1	Уравнение Тафта	а)	$\lg K = \lg K_0 + \sigma \rho$
2	Уравнение Гаммета	б)	$\bar{\Delta}^2 = 2D\tau$
3	Уравнение Кикрвуда	в)	$\lg K = \lg K_0 + \sigma^* \rho^*$
4	Уравнение Эйнштейна	г)	$\ln k = \ln k_0 - \frac{Z_A Z_B e^2}{\epsilon d_{AB} kT}$

10. Установить соответствие схем механизма

1	гомогенного катализа	а)	$S + E \rightleftharpoons SE$ $SE \longrightarrow D + E$
2	Ферментативного катализа	б)	$A + K \rightleftharpoons AK$ $AK \rightarrow D + K$
3	Прототропного катализа	в)	$S + BH^+ \rightleftharpoons SH^+ + B$ $SH^+ + B \longrightarrow D + BH^+$
4	Автокаталитической реакции	г)	Нет схемы
5	Протолитического катализа	д)	$A + K \rightleftharpoons AK$ $AK \rightarrow P + K$ $P \rightarrow D$

11. Установить соответствие



а)	Цифра 1	а)	активированное состояние некатализируемой реакции
б)	Цифра 2	б)	путь реакции
в)	Цифра 3	в)	высота энергетических барьеров некатализируемой реакции
г)	Цифра 4	г)	высота энергетических барьеров катализируемой реакции

12 Установить соответствие

а)	вторичный солевой эффект	а)	$1) AB + h\nu \xrightleftharpoons[k_2']{k_1'} A...B^*$ $2) A...B^* + S \xrightarrow{k_3} AB + S^*$ $3) A...B^* \xrightleftharpoons[k_5']{k_4'} A + B$
б)	эстафетная передача радикалов	б)	С увеличением ионной силы скорость реакции между разноименно заряженными ионами падает, а между одноименно заряженными возрастает
в)	первичный солевой эффект	в)	взаимодействие молекулы RX с соответствующим радикалом R^\bullet в соответствии с уравнением $R^\bullet + RX \rightleftharpoons RX + R^\bullet$
г)	Эффект клетки	г)	Изменение скорости реакции при изменении ионной силы раствора, происходящее в результате изменения концентрации какого-либо из участвующих в реакции ионов

13 Выпишите последовательность действий при определении энергии активации

- 1) определить константы скорости при разных температурах
- 2) построить график зависимости логарифма от обратной температуры
- 3) определить константу
- 4) определить тангенс угла наклона

14 Выпишите последовательность действий при использовании метода трансформационных коэффициентов для определения энергии активации

- 1) построить кинетические кривые на одном графике;
- 2) определить время, отвечающее достижению одной концентрации;

- 3) рассчитать трансформационные коэффициенты;
 - 4) провести прямую, пересекающую все 5 кривых;
 - 5) провести процесс с одинаковой загрузкой компонентов при разной температуре;
 - 6) построить график в логарифмических координатах;
 - 7) определит тангенс угла;
 - 8) рассчитать энергию активации
15. В уравнении Гаммета k – это

$$\lg k = \lg k_0 + \sigma\rho$$

- А) константа скорости для соединения, имеющего заместители в мета- или параположении;
- Б) константы равновесия для соединения, имеющего заместители в мета- или параположении;
- В) константа равновесия реакции незамещенного соединения
- Г) константа реакции, которая изменяется с типом реакции и с внешними условиями ее проведения

16. Уравнения Тафта применимы

- А) к реакциям с участием гомологов алифатического ряда
- Б) для соединений, имеющего заместители в мета- или параположении замещенных бензола
- В) катализу гомологическими сериями кислот и оснований.
- Г) для объяснения механизма действия катализаторов электронной теории катализа

17. Разница в уравнении Тафта определяет

$$\sigma^* = \frac{1}{2,5} \left[\lg \left(\frac{k}{k_0} \right)_{\text{цел}} - \lg \left(\frac{k}{k_0} \right)_{\text{кисл}} \right]$$

- А) индукционный эффект;
- Б) стерический эффект;
- В) суммарно индукционный и стерический эффект;
- Г) не имеет смысла

2. Уточнение и (или) углубление отдельных вопросов по теме № 5

Консультация преподавателя

Студенты методом мозгового штурма формируют перечень вопросов, которые при самостоятельном освоении темы дома или при тестировании остались для них непонятными или показались сложными и (или) спорными. Преподаватель по результатам тестирова-

ния при необходимости добавляет в сформированный обучающимися список вопросы, которые, с его точки зрения, требуется уточнить или углубить.

Определяя с помощью поднятых рук количество студентов, считающих сложным конкретный вопрос из сформированного списка, преподаватель устанавливает вопросы, по которым сразу же проводит групповую консультацию.

Если в пояснениях нуждаются 1-2 человека, преподаватель индивидуально консультирует их в ходе практического занятия.

3. Выполнение обучающимися практических заданий

На данном практическом занятии выполнение обучающимися практических заданий проводится **по технологии ротации станций.**

Аудитория разделена на 3 станции.

Учебная группа делится на 3 малые группы, в каждой группе – 3-5 человек.

На станции № 1 группа работает с преподавателем (ответы обучающихся на вопросы преподавателя по изучаемой теме и групповая и (или) индивидуальная консультация).

На станциях № 2 группы самостоятельно выполняют одно общее практическое задание.

На станции № 3 все члены группы выполняют индивидуальные, но однотипные задания.

Задания на станциях разные. На данном практическом занятии все задания направлены на понимание основных положений темы; анализа и синтеза информации; оценку информации, создание нового на основе полученных знаний, умений и навыков.

Время работы группы на одной станции – 20 минут.

По истечении указанного времени группы переходят по часовой стрелке на следующую станцию для выполнения другого практического задания.

В течение практического занятия каждая группа проходит все станции и выполняет все практические задания.

Вопросы для работы на станции №1 с преподавателем (по содержанию темы №5, изученному дома самостоятельно)

1. Перечислите наиболее распространенные методы определения энергии активации.

2. Как выражается зависимость скорости реакции от температуры?

3. Что такое температурный коэффициент скорости реакции?

4. Назовите эмпирическое правило Вант-Гоффа и какова область его применения?

5. Запишите уравнение Аррениуса в дифференциальной и интегральной формах.

6. Что такое энергия активации химической реакции?

7. Что такое истинная и кажущаяся энергия активации?

8. Как находится энергия активации химической реакции по экспериментальным данным?

9. Сущность метода трансформационных коэффициентов.

Практическое задание для станции № 2 (общее)

При исследовании температурной зависимости окисления *n*-метоксифенола пербензойной кислотой были получены следующие данные. Используя метод трансформационных коэффициентов, определите энергию активации данной реакции.

Данные по окислению при $T = 30^{\circ}\text{C}$

Время, мин	5	10	15	20	25	30	40	50
$[C]$, моль/л	0,118	0,106	0,096	0,087	0,079	0,072	0,061	0,054

Данные по окислению при $T = 35^{\circ}\text{C}$

Время, мин	5	10	15	20	25	30
$[C]$, моль/л	0,1125	0,0975	0,0865	0,0760	0,066	0,061

Данные по окислению при $T = 40^{\circ}\text{C}$

Время, мин	2,5	5,0	7,5	10	12,5	15	20
$[C]$, моль/л	0,117	0,106	0,098	0,090	0,083	0,076	0,066

Данные по окислению при $T = 45^{\circ}\text{C}$

Время, мин	2,5	5,0	7,5	10	12,5	15	20
$[C]$, моль/л	0,112	0,096	0,087	0,078	0,070	0,064	0,053

Данные по окислению при $T = 50^{\circ}\text{C}$

Время, мин	2,5	5,0	7,5	10	12,5	15	20
$[C]$, моль/л	0,102	0,085	0,075	0,066	0,059	0,054	0,043

Практические задания для станции №3 (индивидуальные)

По представленным на рисунке и в таблице данным определить энергию активации методом трансформационных коэффициентов.

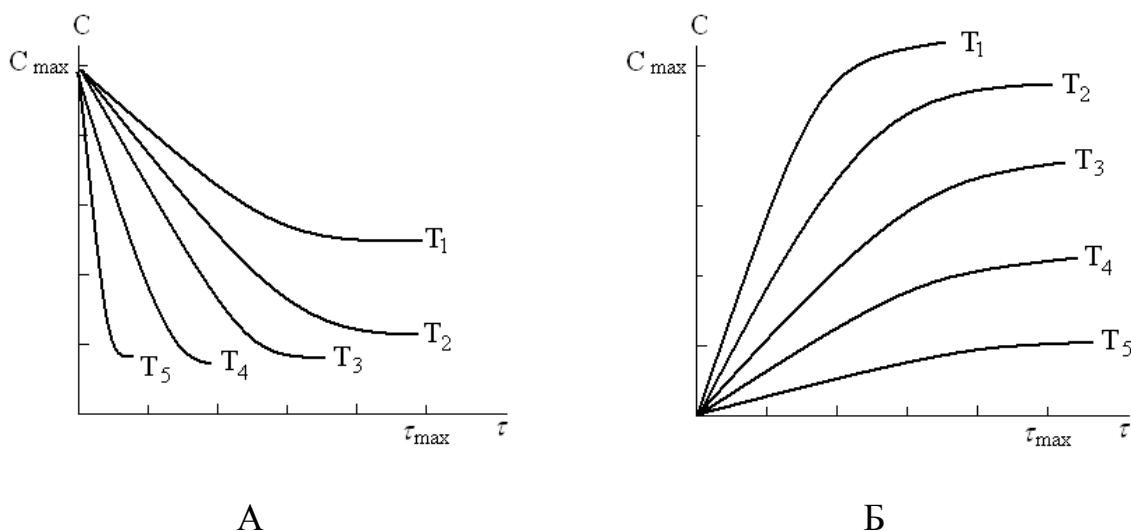


Рисунок – Тип кривых на определение энергии активации методом трансформационных коэффициентов

Задание дается из комбинации типа кривой, масштаба по осям и единицам измерения.

Варианты параметров на задачу

Варьируемый параметр		1	2	3	4	5	6	7	8	
А	Тип кривой	А	Б	А	Б	А	Б	А	Б	
Б	C_{\max}	1,0	0,2	0,40	0,10	0,15	2,0	10,0	0,5	
В	Единицы измерения	C_{\max}	моль/л	г/л	г/см ³	кг/л	г/м ³	г/мл	кг/м ³	
Г		τ_{\max}	с	мин	час	сут	с	мин	час	
Д	τ_{\max}	100	200	10	50	1000	400	80	60	
Е	$T, ^\circ\text{C}$	T_1	20	100	35	0	15	200	78	5
		T_2	30	150	45	20	30	225	84	15
		T_3	45	175	55	40	50	250	90	25
		T_4	65	190	65	60	55	275	95	30
		T_5	80	200	75	80	60	300	100	45

4. Проверка практических заданий, выполненных обучающимися

Защита решений

Каждая группа озвучивает свое решение практического задания той станции, на которой она находится в конце занятия. Другие

группы могут внести необходимые дополнения, задать вопросы на уточнение или оспорить предлагаемое решение.

5. Текущий контроль успеваемости по теме № 5.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Иванов, А. М. Введение в кинетику сложных химических реакций : учебное пособие / А. М. Иванов, С. Д. Пожидаева. - Курск : КГТУ, 2002. - 221 с. - ISBN 5-7681-0102-0 :

2. Иванов, А. М. Использование бисерной мельницы для предотвращения и преодоления самопрекращения окислительно-восстановительных и иных процессов с участием оксидов переходных металлов и практические решения на базе такого подхода : [Электронный ресурс] : монография / А. М. Иванов, С. Д. Пожидаева ; Курский государственный технический университет. - Курск : КурскГТУ, 2008. - 316 с. : ил. - Имеется печ. аналог. - ISBN 978-5-7681-04 39-9 :

3. Составление кинетического описания процесса и методы обработки экспериментально получаемых кинетических кривых : методические указания к практическим занятиям и самостоятельной работе для студентов направления подготовки 18.04.01 - Химическая технология / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост.: С. Д. Пожидаева, А. М. Иванов. - Электрон. текстовые дан. (638 КБ). - Курск : ЮЗГУ, 2018. - 18 с.

4. Черепанов, В. А. Химическая кинетика : [учеб. пособие] / в. А. Черепанов, Т. В. Аксенова ; М-во образования и науки рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. — Екатеринбург : изд-во Урал. ун-та, 2016. — 132 с.

5. Байрамов, В. М. Химическая кинетика и катализ : Примеры и задачи с решениями: Учеб. пособие для студентов хим. фак. ун-тов, обучающихся по специальности 011000 "Химия" и направлению 510500 "Химия" / В.М. Байрамов. - Москва : Academia, 2003 (ГУП Сарат. полигр. комб.). - 316, [3] с. : ил.; 22 см. - (Высшее образование).; ISBN 5-7695-1293-8 (в пер.)

СОДЕРЖАНИЕ

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА	3
ТЕМА № 2 «Кинетические уравнения и системы кинетических уравнений; пути их составления или нахождения. Методы и приемы нахождения кинетических параметров»	8
ТЕМА № 3 «Кинетическое описание многостадийных реакций»	46
ТЕМА № 4 «Каталитические процессы. Наиболее распространенные схемы катализа»	61
ТЕМА № 5 «Влияние различных факторов на скорость реакции»	96