



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ИНСТИТУТ НАУКОЕМКИХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПЕРЕДОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

СОГЛАСОВАНО
Руководитель ОП

(подпись)

Патрушева О.В.

(Ф.И.О.)



УТВЕРЖДАЮ

Директор департамента

(подпись)

Капустина А.А.

(Ф.И.О.)

20 » декабря 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая химическая технология

Направление подготовки 04.03.01 «Химия»

Химия и химическая инженерия (совместно с НЗМУ)

Форма подготовки очная

курс 2 семестр 4
лекции 36 час.
практические занятия не 36
лабораторные работы 0 час.
всего часов аудиторной нагрузки 72 час.
самостоятельная работа 36 час.
в том числе на подготовку к экзамену 00- час.
зачет 4 семестр
экзамен не предусмотрен

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки **04.03.01 «Химия»** утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 17 июля 2017 г. № 671

Рабочая программа обсуждена на заседании Департамента химии и материалов Института наукоемких технологий и передовых материалов протокол № 2 от «21» октября 2021 г.

Директор Департамента химии и материалов Капустина А.А.

Составитель : к.х.н., доцент Свистунова И.В.

Владивосток

2022

Оборотная сторона титульного листа РПД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____

Директор департамента _____ А.А. Капустина
(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____

Директор департамента _____ А.А. Капустина
(подпись) (И.О. Фамилия)

III. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____

Директор департамента _____ А.А. Капустина
(подпись) (И.О. Фамилия)

IV. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____

Директор департамента _____ А.А. Капустина
(подпись) (И.О. Фамилия)

I. Цели и задачи освоения дисциплины:

Цель: формирования основ технологического мышления, выявление взаимосвязи между химической наукой и химической технологией, понимание многоуровневого и многокритериального характера химико-технологических процессов и химико-технологических систем, приобретение начальных навыков моделирования и экспертизы химико-технологических решений.

Задачи:

- приобретение знаний о химико-технологических процессах, их моделировании и расчетах, оценке возможности их осуществления с точки зрения химизма, физических закономерностей, конструктивных особенностей аппаратов, экономических показателей производства
- приобретение умений оценивать и, в некоторых случаях, рассчитывать основные показатели химико-технологических процессов

Для успешного изучения дисциплины «Химическая технология» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- знание основных законов химии
- умение выполнять математические расчеты

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие профессиональные компетенции:

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Технологический	ПК-3 Способен выбирать технические средства и методы испытаний для решения технологических задач, участвовать в оптимизации существующих и разработке новых технологий	ПК -3.1 Планирует отдельные виды работ по проведению испытаний с целью совершенствования существующих технологий
		ПК -3.3 Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач
Технологический	ПК -5 Способен оказывать информационную поддержку специалистам,	ПК -5.1 Владеет навыками поиска необходимой информации в профессиональных базах данных (в

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
	осуществляющим научно-конструкторские работы и технологические испытания	т.ч., патентных)
		ПК -5.2 Составляет обзор литературных источников по заданной теме, оформляет отчеты о выполненной работе по заданной форме

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК -3.1 Планирует отдельные виды работ по проведению испытаний с целью совершенствования существующих технологий	Знает последовательность стадий проведения технических испытаний
	Умеет правильно ставить задачи по выбранной тематике, выбирать для исследования необходимые методы для проведения испытаний с целью совершенствования существующих технологий
	Владеет навыками применения выбранных методов для совершенствования существующих технологий
ПК -3.3 Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач	Знает возможные технические средства и методы испытаний
	Умеет правильно выбирать технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач
	Владеет навыками применения выбранных методов к решению поставленных задач
ПК -5.1 Владеет навыками поиска необходимой информации в профессиональных базах данных (в т.ч., патентных)	Знает методы поиска необходимой информации в профессиональных базах данных (в т.ч., патентных)
	Умеет пользоваться профессиональными базами данных (в т.ч., патентными)
	Владеет методами поиска необходимой информации в профессиональных базах данных
ПК -5.2 Составляет обзор литературных источников по заданной теме, оформляет отчеты о выполненной работе по заданной форме	Знает способы поиска литературных источников
	Умеет оформлять отчеты о выполненной работе по заданной форме
	Владеет методами сбора информации по заданной теме из литературных источников и оформления отчетов о выполненной работе по заданной форме

II. Трудоемкость дисциплины и видов учебных занятий по дисциплине

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачётные единицы 108 академических часа).

(1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам)

Видами учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине являются:

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Лек	Лекции
Пр	Практические занятия
СР	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения
Контроль	Самостоятельная работа обучающегося и контактная работа обучающегося с преподавателем в период промежуточной аттестации

Структура дисциплины:

Форма обучения – очная.

№	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося					Формы промежуточной аттестации	
			Лек	Лаб	Пр	ОК	СР		Контроль
1	Модуль I. Химическое производство и химико-технологический процесс	4	6		6	-	18	0	УО-1; УО-3; ПР-3; ПР-6; ПР-4
2	Модуль II. Химические процессы и реакторы	4	12		12				
3	Модуль III. Гомогенные и гетерогенные химические процессы	4	18		18	-	18	0	УО-1; УО-3; ПР-3; ПР-6; ПР-4
Итого:			36		36	-	36	0	

III. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Лекционные занятия (36 час.)

Модуль 1. Химическое производство и химико-технологический процесс (6 часов)

Раздел 1. Химическое производство (2 часа)

Тема 1. Структура и функциональные элементы химического производства (2 часа)

Особенности химической технологии как сферы деятельности человека.

Объект химической технологии - химическое производство. Современные химические производства. Научность. Теоретические основы химической технологии. Проблемы энерго- и ресурсосбережения, безопасности, охраны окружающей среды. Химическая технология — наука об экономически, экологически и социально обоснованных способах и процессах переработки сырья с изменением его состава и свойств путем проведения химических и физико-химических превращений в предметы потребления и средства производства.

Переменные и постоянные компоненты химического производства. Состав химического производства. Основные технологические компоненты - сырье, вспомогательные материалы, основной и дополнительный продукт, отходы, энергетические ресурсы, оборудование и аппараты. Хранение сырья и продуктов в химическом производстве. Транспортировка в химическом производстве. Персонал химического производства. Система управления и безопасности персонала.

Тема 2. Химико-технологический процесс (2 часа)

Химико-технологический процесс как совокупность последовательных операций целенаправленной переработки сырья.

Отдельные процессы и операции химического производства. Классификация. Гидромеханические процессы, основные уравнения. Режимы движения жидкостей. Критерии гидродинамического подобия. Гидродинамика псевдоожиженного слоя.

Источники энергии в химическом производстве. Рациональное использование энергии. Вторичные энергетические ресурсы, их классификация. Значение тепловых процессов в химической технологии. Способы передачи теплоты: теплопроводность, конвекция, излучение. Основные уравнения, критериальные соотношения. Теплообменные аппараты. Энерготехнологические схемы. Нагревание и охлаждение в основных химических производствах. Эксергетический анализ.

Роль массообменных процессов. Моделирование и расчет массопереноса. Молекулярная и конвективная диффузия. Ректификация, устройство ректификационных аппаратов.

Химические процессы.

Процессы управления в химической технологии.

Примеры взаимосвязи различных процессов в химическом производстве.

Тема 3. Показатели химического производства (2 часа)

Полезность и эффективность химического производства.

Качественные и количественные показатели эффективности химического производства. Технологические показатели - степень превращения сырья, селективность процесса, выход продукта, расходные коэффициенты по сырью и энергии. Экономические показатели - производительность, мощность, себестоимость продукта, приведенные затраты, удельные капитальные затраты, производительность труда.

Эксплуатационные показатели химического производства: надежность, управляемость, безопасность. Социальные показатели. Экологическая безопасность химического производства.

Модуль 2. Химические процессы и реакторы (12 часов)

Тема 1. Реакторы в химической промышленности (4 часа)

Общие схемы реакторов химических производств. Емкостные и колонные реакторы. Реакторы периодического и непрерывного действия. Насадочные реакторы и реакторы КС. Трубчатые и многослойные реакторы. Структурные элементы реактора: реакционная зона, устройство ввода, теплообменники, выходное устройство. Физическое моделирование. Математическое моделирование как метод исследования и описания химических процессов и реакторов. Схема математического моделирования. Иерархическая структура математической модели.

Тема 2. Физико-химические основы химических процессов (2 часа)

Стехиометрические уравнения. Число стехиометрических уравнений. Стехиометрически независимые уравнения. Понятие степени превращения и концентрации компонентов в реакционной смеси. Селективность процесса и выход продукта.

Тема 3. Термодинамика химических превращений (4 часа)

Принципиальная возможность процесса и его направление. Тепловые эффекты реакций. Состояние химического равновесия. Равновесный состав реакционной смеси и его расчет. Изменение констант равновесия с температурой. Изменение равновесной степени превращения с температурой. Смещение химического равновесия в химической технологии за счет различных факторов. Термодинамический анализ реакционной смеси.

Тема 4. Кинетика химических превращений (2 часа)

Схема превращения, кинетические уравнения превращения и скорость реакции. Кинетическая модель реакции. Константа скорости. Порядок реакции. Изменение энергии реагирующей смеси.

Модуль 3. Гомогенные и гетерогенные химические процессы. (18 часов)

Тема 1. Классификация химических процессов. Гомогенные процессы (2 часа)

Классификация химических процессов. Физические и физико-химические признаки классификации. Гомогенные химические процессы. Закономерности химического гомогенного процесса. Простая необратимая реакция. Зависимость скорости от концентрации, степени превращения, порядка реакции. Зависимость скорости простой обратимой и необратимой реакции от концентрации и степени превращения. Влияние температуры на скорость обратимой и необратимой реакции.

Тема 2. Гомогенные процессы. Сложная реакция. (2 часа)

Скорость сложной реакции, дифференциальная селективность.

Интегральная селективность. Параллельная схема превращений. Зависимость дифференциальной селективности от концентрации для параллельных реакций. Влияние порядка реакции и температуры на дифференциальную селективность. Последовательная реакция. Зависимость дифференциальной селективности от концентрации для последовательных реакций.

Тема 3. Гетерогенные процессы. (6 часов)

Основные определения. Основная задача исследования гетерогенного химического процесса. Механизм переноса в твердом теле. Построение моделей химического процесса в гетерогенной системе. Система «газ-твердое». Процесс с изменением размера твердой частицы. Схема процесса с изменением размера твердой частицы. Структура процесса с изменением размера твердой частицы. Математическая модель с изменением размера твердой частицы. Изменение во времени радиуса, степени превращения и скорости превращения для модели с изменением размера твердой частицы.

Анализ гетерогенного процесса «сжимающаяся сфера». Лимитирующая стадия и режимы процесса. Влияние условий процесса на скорость превращения. Интенсификация процесса.

Процесс без изменения размера твердой частицы и его математическая модель. Схема и стадии процесса. Математическая модель и анализ процесса для режимов с разными лимитирующими стадиями (внешнедиффузная, внутридиффузная, кинетическая). Влияние условий процесса на скорость превращения для различных режимов.

Тема 4. Гетерогенные процессы. Система «газ (жидкость)-жидкость» (4 часа)

Разновидности процессов в промышленности: барботаж, орошение, пленочное течение, контакт в насадочной колонне. Схема процесса для системы «газ (жидкость)-жидкость». Структура процесса. Математическая модель процесса для системы «газ (жидкость)-жидкость». Анализ процесса «газ-жидкость». Режимы процесса (диффузный и кинетический). Интенсификация процесса.

Тема 5. Каталитический химический процесс (4 часа)

Катализ и катализаторы. Схема и структура гетерогенного каталитического процесса. Пористое зерно катализатора. Математическая модель, качественный анализ модели процесса в пористом зерне катализатора. Анализ процесса в пористом зерне катализатора. Режимы процесса. Степень использования внутренней поверхности катализатора. Влияние формы зерна катализатора на степень использования его внутренней поверхности. Влияние температуры на наблюдаемую скорость процесса. Непористое зерно катализатора. Тепловые режимы и их устойчивость для

пористого и непористого зерна катализатора. Число стационарных режимов и их устойчивость.

IV. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Лабораторные работы (не предусмотрены)

Практические занятия (36 часов)

Интерактивные методы, применяемые на практикуме: *Работа в малых группах. Моделирование производственных ситуаций.*

Занятие 1. Показатели химического производства (4 часа)

1. Полезность и эффективность химического производства.
2. Качественные и количественные показатели эффективности химического производства.
3. Технологические показатели - степень превращения сырья, селективность процесса, выход продукта, расходные коэффициенты по сырью и энергии.
4. Экономические показатели - производительность, мощность, себестоимость продукта, приведенные затраты, удельные капитальные затраты, производительность труда.
5. Эксплуатационные показатели химического производства: надежность, управляемость, безопасность.
6. Социальные показатели. Экологическая безопасность химического производства.

Занятие 2. Реакторы в химической промышленности (2 часа)

1. Общие схемы реакторов химических производств. Емкостные и колонные реакторы. Реакторы периодического и непрерывного действия.
2. Насадочные реакторы и реакторы КС. Трубчатые и многослойные реакторы.
3. Структурные элементы реактора: реакционная зона, устройство ввода, теплообменники, выходное устройство.
4. Физическое моделирование.
5. Математическое моделирование как метод исследования и описания химических процессов и реакторов. Схема математического моделирования.
6. Иерархическая структура математической модели.

Занятие 3. Физико-химические основы химических процессов. Термодинамика химических превращений (4 часа)

1. Стехиометрические уравнения. Число стехиометрических уравнений. Стехиометрически независимые уравнения. Понятие степени превращения и

концентрации компонентов в реакционной смеси. Селективность процесса и выход продукта.

2. Принципиальная возможность процесса и его направление. Тепловые эффекты реакций.

3. Состояние химического равновесия. Равновесный состав реакционной смеси и его расчет.

4. Изменение констант равновесия с температурой. Изменение равновесной степени превращения с температурой.

5. Смещение химического равновесия в химической технологии засчет различных факторов.

6. Термодинамический анализ реакционной смеси.

Занятие 4. Кинетика химических превращений (2 часа)

1. 1.Схема превращения, кинетические уравнения. Степень превращения и скорость реакции.

2. Кинетическая модель реакции. Константа скорости.

3. Порядок реакции.

4. Изменение энергии реагирующей смеси.

Занятие 5. Классификация химических процессов. Гомогенные процессы (2 часа)

1. Классификация химических процессов. Физические и физико-химические признаки классификации.

2. Гомогенные химические процессы. Закономерности химического гомогенного процесса.

3. Простая необратимая реакция. Зависимость скорости от концентрации, степени превращения, порядка реакции.

4. Зависимость скорости простой обратимой и необратимой реакции от концентрации и степени превращения.

5. Влияние температуры на скорость обратимой и необратимой реакции.

Занятие 6. Гомогенные процессы. Сложная реакция. (4 часа)

1. Скорость сложной реакции, дифференциальная селективность. Интегральная селективность.

2. Параллельная схема превращений. Зависимость дифференциальной селективности от концентрации для параллельных реакций.

3. Влияние порядка реакции и температуры на дифференциальную селективность.

4. Последовательная реакция. Зависимость дифференциальной селективности от концентрации для последовательных реакций.

Занятие 7. Гетерогенные процессы. (8 часов)

1. Система «газ-твердое». Процесс с изменением размера твердой частицы. Схема процесса с изменением размера твердой частицы. Структура процесса с изменением размера твердой частицы. Математическая модель с изменением размера твердой частицы. Изменение во времени радиуса, степени превращения и скорости превращения для модели с изменением размера твердой частицы.

2. Анализ гетерогенного процесса «сжимающаяся сфера». Лимитирующая стадия и режимы процесса. Влияние условий процесса на скорость превращения. Интенсификация процесса.

3. Процесс без изменения размера твердой частицы и его математическая модель. Схема и стадии процесса. Математическая модель и анализ процесса для режимов с разными лимитирующими стадиями (внешнедиффузная, внутридиффузная, кинетическая). Влияние условий процесса на скорость превращения для различных режимов.

Занятие 8. Гетерогенные процессы. Система «газ (жидкость)-жидкость» (4 часа)

1. Разновидности процессов в промышленности: барботаж, орошение, пленочное течение, контакт в насадочной колонне.

2. Схема процесса для системы «газ (жидкость)-жидкость». Структура процесса.

3. Математическая модель процесса для системы «газ (жидкость)-жидкость». Анализ процесса «газ-жидкость». Режимы процесса (диффузный и кинетический).

4. Интенсификация процесса.

Занятие 9. Каталитический химический процесс (6 часов)

1. Катализ и катализаторы.

2. Схема и структура гетерогенного каталитического процесса. Пористое зерно катализатора.

3. Математическая модель, качественный анализ модели процесса в пористом зерне катализатора.

4. Анализ процесса в пористом зерне катализатора. Режимы процесса.

5. Степень использования внутренней поверхности катализатора. Влияние формы зерна катализатора на степень использования его внутренней поверхности.

6. Влияние температуры на наблюдаемую скорость процесса. Непористое зерно катализатора.

7. Тепловые режимы и их устойчивость для пористого и непористого зерна катализатора.

8. Число стационарных режимов и их устойчивость.

Задания для самостоятельной работы

Самостоятельная работа студентов включает в себя подготовку к практическим занятиям по вопросам, представленным выше, подготовка к тестам, контрольным и зачету.

Задачи для самостоятельного решения:

Термодинамика

1. Определить равновесную степень превращения реагента А и производительность по продукту R для реакции $2A \rightleftharpoons R + S$, протекающей в газовой фазе, если константа равновесия $K_c = 0,36$; парциальное давление компонента в исходной смеси $p_{A0} = 0,1$ МПа; объемный расход через реактор $0,2$ м³/с; выход по продукту $E_R = 0,9$. Давление в реакторе $0,1$ МПа.

2. Определить константу равновесия, равновесную степень превращения компонента А и состав равновесной реакционной смеси для реакции $A + 2B \rightleftharpoons 3R$, если $\Delta G_{373} = -11,2$ кДж/моль; $C_{A0} = 1$ кмоль/м³; $C_{B0} = 2$ кмоль/м³; $T = 373$ К.

3. В газовой фазе протекает реакция $A \rightleftharpoons 2R$. Вычислить равновесную степень превращения компонента А при давлении $P = 0,1$ МПа, если $K_p = 2,05$ МПа⁻¹.

4. Обратимая реакция $A + B \rightleftharpoons 2R$ протекает при 298 К и характеризуется тепловым эффектом $\Delta H_{298} = -30\ 000$ кДж/кмоль и изменением энтропии $\Delta S_{298} = -80$ кДж/кмоль • К). Определить во сколько раз изменится величина равновесной степени превращения вещества А, если соотношение начальных концентраций реагентов $C_{A0} : C_{B0}$ изменится от $0,5$ до $0,25$.

5. Обратимая реакция $A + B \rightleftharpoons R + S$ характеризуется следующими термодинамическими параметрами: $\Delta H_{330} = -59\ 500$ кДж/кмоль; $\Delta S_{330} = -175,5$ кДж/кмоль • К). Определить состав равновесной реакционной смеси, если $C_{A0} = 1,5$ кмоль/м³; $C_{B0} = 3$ кмоль/м³, температура проведения процесса 330 К.

6. Обратимая реакция первого порядка $A \rightleftharpoons R$ характеризуется следующими термодинамическими параметрами: $\Delta H^0 = -7300$ кДж/кмоль, $\Delta S^0 = 1,75$. Определить, во сколько раз изменится значение равновесной степени превращения X_{Ar} , если температуру проведения процесса изменить с 298 К до 348 К. Считать, что ΔH^0 и ΔS^0 не зависят от температуры.

7. Для двух обратимых реакций $2A \rightleftharpoons R + S$ $\Delta G^{\circ 98} = -5620$ кДж/кмоль. Определить равновесный состав смеси при 298 К, если $C_{A0} = 0,2$ кмоль/м³; $C_{R0} = C_{S0} = 0$.

8. Для обратимой реакции $A + B \rightleftharpoons R + S$ константы скорости прямой и обратной реакций (л/моль \cdot с) могут быть рассчитаны по уравнениям $= 6,2 \cdot 10^4 \cdot \exp[-27\ 600 / RT]$, $= 7,5 \cdot 10^5 \times \exp[-32\ 000 / (RT)]$. Определить равновесные степени превращения при температуре 300 и 500 К, если начальные концентрации веществ А и В равны 2 моль/л.

9. Для реакции гидрирования бензола $C_6H_6 + 3H_2 \rightarrow C_6H_{12}$, проводимой при начальном мольном соотношении реагентов $H_2 : C_6H_6 = 10 : 1$, равновесная степень превращения бензола равна 0,95. Рассчитать состав равновесной смеси.

10. Рассчитать равновесную степень превращения оксида углерода X_r в газофазной реакции конверсии оксида углерода водяным паром $CO + H_2O \rightarrow CO_2 + H_2$, протекающей при давлении 0,5 МПа. Константа равновесия реакции равна 8. Найти также мольное отношение $H_2O : CO$, необходимое для увеличения X_r на 10%.

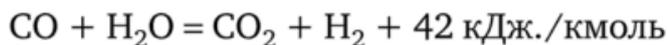
11. Газовую смесь, содержащую 20% (об.) CO и 80% (об.) N_2 , пропускают при 1273 К и давлении 0,1 МПа над оксидом железа, который восстанавливается до железа по реакции $FeO + CO \rightleftharpoons Fe + CO_2$. Найти состав равновесной смеси (в % (об.)) и количество образовавшегося Fe (в кг), если константа равновесия равна 0,403. Расчет вести на 1000 м³ исходного газа.

12. Обратимая реакция $A + B \rightleftharpoons 2R$ с тепловым эффектом $\Delta H^0 = -30,5$ кДж/моль и энтропией $\Delta S^0 = -80$ кДж/(кмоль \cdot град) протекает при 298 К. Определить, во сколько раз изменится величина равновесной степени превращения вещества А, если соотношение начальных концентраций реагентов А и В уменьшить от 0,5 до 0,25.

13. Дегидрирование этилбензола протекает при температуре 850 К и общем давлении 1 атм. по реакции $C_6H_5C_2H_5 \rightarrow C_6H_5C_2H_3 + H_2$. С целью сдвига равновесия реакции вправо используют введение в исходную смесь инертного компонента (водяного пара). Определить, каким должно быть соотношение пар/этилбензол, чтобы равновесная степень превращения увеличилась на 20% по сравнению со степенью равновесия, рассчитанной для стехиометрической смеси. Константа равновесия равна 0,5 ат⁻¹.

14. Обратимая реакция $A + B \rightleftharpoons R + S$ характеризуется следующими термодинамическими параметрами: $\Delta H^0_{330} = -59\ 500$ кДж/кмоль; $\Delta S^0_{330} = -175,5$ кДж/кмоль \cdot К). Определить состав равновесной реакционной смеси, если $C_{A0} = 1,5 \cdot 10^{-2}$ кмоль/м³; $C_{B0} = 1,5 \cdot 10^{-2}$ кмоль/м³, температура проведения процесса 330 К.

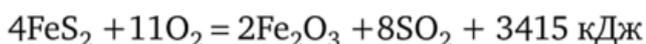
15. Процесса газификации 1 т кокса описывается реакциями



Содержание в коксе зольных примесей 4% (мае.), степень превращения углерода в коксе — 0,90, выход оксида углерода — 0,85, степень превращения оксида углерода — 0,95. Найти также общее количество подведенного тепла.

16. Рассчитать количество выделенного тепла при обжиге 1000 кг серного колчедана, содержащего 41% (мае.) серы, при влажности 7,4% (мае.). Степень окисления колчедана составляет 95%.

Реакция



17. Рассчитать количество тепла, выделяемое при окислении 1000 м³ сернистого газа состава 10% (об.) SO₂ в воздухе. Степень превращения SO₂ равна 90%. Реакция



Кинетика

1. Процесс описывается реакцией 1-го порядка $A \rightarrow 2R$ с константой скорости 0,4 мин⁻¹. Исходная концентрация вещества A составляет 1,6 моль/л. Заданная степень превращения по веществу A равна 0,86. Определить время для достижения заданной степени превращения вещества A и концентрацию вещества R.

2. Процесс описывается реакцией 2-го порядка $2A \rightarrow R$ с константой скорости 0,3 м³/кмоль • с. Исходная концентрация вещества A составляет 2 моль/л. Заданная степень превращения вещества A равна 0,9. Определить время для достижения заданной степени превращения вещества A и концентрацию вещества R.

3. В жидкой фазе проводится реакция $2A \rightarrow R$ 1-го порядка с константой скорости равной 0,12 мин⁻¹. Концентрация вещества A равна 3 кмоль/м³. Определить степень превращения вещества A и концентрацию вещества R через 3 мин.

4. Жидкофазный процесс описывается параллельной реакцией типа $A \rightarrow R$ / $A \rightarrow S$ с константами скоростей $k_x = 2,8 \cdot 10^{-1}$ л/(моль • мин) и $k_2 = 0,12$ л/(моль • мин). Концентрация вещества A равна 1,8 моль/л. Определить степень превращения вещества A и концентрацию вещества R и S через 3 мин.

5. Процесс описывается параллельной реакцией типа $A \rightarrow 2R; A \rightarrow S$ с константами скоростей $k_1 = 2,8 \cdot 10^{-1} \text{ мин}^{-1}$ и $k_2 = 0,12 \text{ мин}^{-1}$. Концентрация вещества A равна $2,6 \text{ моль/л}$. Концентрация вещества R на конец реакции составляет $2,8 \text{ моль/л}$. Определить время для достижения заданной концентрации вещества R , степень превращения вещества A и концентрацию вещества S .

6. Процесс описывается реакцией 2-го порядка $2A \rightarrow R$ с константой скорости $2,3 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3/\text{кмоль} \cdot \text{с}$. Исходная концентрация вещества A составляет $0,6 \text{ моль/л}$. Заданная степень превращения вещества A равна $0,85$. Определить время для достижения заданной степени превращения.

7. Проводится реакция типа $A \rightarrow 2R$ с константой скорости, равной $0,24 \text{ мин}^{-1}$. Заданная степень превращения вещества A равна $0,8$. Исходная концентрация вещества A составляет $1,8 \text{ кмоль/м}^3$. Определить время для достижения концентрации R , равной $2,2 \text{ моль/л}$. Какова при этом будет степень превращения вещества A ?

8. Процесс описывается реакцией типа $A \rightarrow 2R$ с константой скорости $k_2 = 2,8 \cdot 10^{-1} \text{ л}/(\text{моль} \cdot \text{мин})$. Исходная концентрация вещества A равна $1,6 \text{ моль/л}$. Степень превращения вещества A составляет $0,7$. Определить время для достижения заданной степени превращения и концентрацию вещества R .

Гетерогенные процессы

1. В реакторе с кипящим слоем осуществляется восстановление CO_2 на углероде. В реактор непрерывно подается свежий углерод, так чтобы объем твердого оставался постоянным и равным $0,1 \text{ м}^3$. За 10 мин реакции размер частиц уменьшается в два раза. Определить степень превращения по углероду на данный момент времени, время полного превращения углерода и среднюю массовую скорость подачи углерода в реактор, если насыпная плотность углерода 480 кг/м^3 .

2. Гетерогенный процесс описывается реакцией $A_s + B_{ТВ} \rightarrow R_r + S_{ТВ}$, в котором твердые частицы размером 12 мм за 20 мин реагируют на 75% при лимитирующей стадии внутренней диффузии. На сколько сократится время пребывания в зоне реакции той же степени превращения, если размер частиц уменьшить в два раза.

3. Твердые частицы размером 6 мм реагируют по реакции $A_m + B_{mv} = R_{ТВ} + S_T$ в потоке газа за 400 с на 80% . Процесс протекает во внешнедиффузионной области. Какое должно быть время пребывания вещества в аналогичных условиях для достижения 90% -ной степени превращения, если гранулометрический состав твердой смеси следующий: 40% частиц размером 2 мм , 50% частиц размером 4 мм и 10% частиц

размером 6 мм.

4. Гетерогенный процесс описывается реакцией $A_2 + B_{тв} \rightarrow R$, в котором твердые частицы размером 6 мм имеют степень превращения 95%. Константа скорости реакции равна 0,8 см/с, а коэффициент массоотдачи равен 0,3 см/с. Концентрация реагента Л в газовом потоке равна 0,02 моль/л. Рассчитать скорость превращения газового реагента, отнесенную к единице объема твердой фазы при заданном $x_{тв}$.

5. В реакторе процесс восстановления диоксида углерода на гранулах углерода размером 8 мм. Константа скорости реакции равна 0,2 см/с, а коэффициент массоотдачи равен 0,03 см/мин. При этом достигается степень превращения углерода, равная 0,9. Определить скорость превращения диоксида углерода, отнесенную к единице объема твердой фазы.

6. В реакторе осуществляется гетерогенный процесс, описываемый реакцией $A_{ж} + B_{тв} \rightarrow X_{ж}$, в котором твердые частицы размером 10 мм имеют степень 90%. Константа скорости реакции равна 0,6 см/с, а коэффициент массоотдачи равен 0,4 см/с. В качестве жидкой фазы используется серная кислота 80%-ной концентрации, а в качестве твердой фазы — железо, плотность которого равна 7 г/см³. $C_{A0} = 0,015$ моль/л; $C_{B0} = 0,125$ моль/л. Рассчитать наблюдаемую скорость процесса, отнесенную к единице объема твердой фазы, если время пребывания частиц в зоне реакции равно 20 мин.

V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	В течение семестра	Подготовка к практическим занятиям, изучение литературы.		Работа на практических занятиях (ПР-6)

2	1-3 неделя семестра	Подготовка к практическому занятию 1-2, изучение литературы	4 часа	УО-1 (собеседование/устный опрос)
3	4-6 неделя семестра	Подготовка к практическому занятию 3-4, изучение литературы	4 часа	ПР-4; УО-1 (собеседование/устный опрос)
4	7-9 неделя семестра	Подготовка к практическому занятию 5-6, изучение литературы	5 часа	ПР-4; УО-1 (собеседование/устный опрос)
5	10-12 неделя семестра	Подготовка к практическому занятию 7-8, изучение литературы	5 часа	ПР-4;
6	13-15 неделя семестра	Подготовка к практическому занятию 8-9, изучение литературы	5 часа	УО-1 (собеседование/устный опрос), ПР-6
7	16-18 неделя семестра	Подготовка к практическому занятию 9, подготовка к зачету изучение литературы	13 часов	зачет
Итого:			36 часа	

Рекомендации по самостоятельной работе студентов

Планирование и организация времени, отведенного на выполнение заданий самостоятельной работы.

Изучив график выполнения самостоятельных работ, следует правильно её организовать. Рекомендуется изучить структуру каждого задания, обратить внимание на график выполнения работ, отчетность по каждому заданию предоставляется в последнюю неделю согласно графику. Обратить внимание, что итоги самостоятельной работы влияют на окончательную оценку по итогам освоения учебной дисциплины.

Работа с литературой.

При выполнении ряда заданий требуется работать с литературой. Рекомендуется использовать различные возможности работы с литературой: фонды научной библиотеки ДВФУ (<http://www.dvfu.ru/library/>) и других ведущих вузов страны, а также доступных для использования научно-библиотечных систем.

В процессе выполнения самостоятельной работы, в том числе при написании реферата рекомендуется работать со следующими

видами изданий:

а) Научные издания, предназначенные для научной работы и содержащие теоретические, экспериментальные сведения об исследованиях. Они могут публиковаться в форме: монографий, научных статей в журналах или в научных сборниках;

б) Учебная литература подразделяется на:

- учебные издания (учебники, учебные пособия, тексты лекций), в которых содержится наиболее полное системное изложение дисциплины или какого-то ее раздела;

- справочники, словари и энциклопедии – издания, содержащие краткие сведения научного или прикладного характера, не предназначенные для сплошного чтения. Их цель – возможность быстрого получения самых общих представлений о предмете.

Существуют два метода работы над источниками:

– сплошное чтение обязательно при изучении учебника, глав монографии или статьи, то есть того, что имеет учебное значение. Как правило, здесь требуется повторное чтение, для того чтобы понять написанное. Старайтесь при сплошном чтении не пропускать комментарии, сноски, справочные материалы, так как они предназначены для пояснений и помощи. Анализируйте рисунки (карты, диаграммы, графики), старайтесь понять, какие тенденции и закономерности они отражают;

– метод выборочного чтения дополняет сплошное чтение; он применяется для поисков дополнительных, уточняющих необходимых сведений в словарях, энциклопедиях, иных справочных изданиях. Этот метод крайне важен для повторения изученного и его закрепления, особенно при подготовке к зачету.

Для того чтобы каждый метод принес наибольший эффект, необходимо фиксировать все важные моменты, связанные с интересующей Вас темой.

Тезисы – это основные положения научного труда, статьи или другого произведения, а возможно, и устного выступления; они несут в себе большой объем информации, нежели план. Простые тезисы лаконичны по форме; сложные – помимо главной авторской мысли содержат краткое ее обоснование и доказательства, придающие тезисам более весомый и убедительный характер. Тезисы прочитанного позволяют глубже раскрыть его содержание; обучаясь излагать суть прочитанного в тезисной форме, вы сумеете выделять из множества мыслей авторов самые главные и ценные и делать обобщения.

Конспект – это способ самостоятельно изложить содержание книги или статьи в логической последовательности. Конспектируя какой-либо

источник, надо стремиться к тому, чтобы немногими словами сказать о многом. В тексте конспекта желательно поместить не только выводы или положения, но и их аргументированные доказательства (факты, цифры, цитаты).

Писать конспект можно и по мере изучения произведения, например, если прорабатывается монография или несколько журнальных статей.

Составляя тезисы или конспект, всегда делайте ссылки на страницы, с которых вы взяли конспектируемое положение или факт, – это поможет вам сократить время на поиск нужного места в книге, если возникает потребность глубже разобраться с излагаемым вопросом или что-то уточнить при написании письменных работ.

Методические рекомендации по выполнению заданий для самостоятельной работы и критерии оценки.

Самостоятельная работа студентов включает в себя подготовку к практическим работам, решение задач, подготовка к зачету.

Вопросы к практическим занятиям и условия задач для самостоятельного решения приведены выше.

Критерии оценки выполнения самостоятельной работы

Оценка «Отлично»

- А) Задание выполнено полностью.
- Б) Отчет/ответ составлен грамотно.
- В) Ответы на вопросы полные и грамотные.
- Г) Материал понят, осознан и усвоен.

Оценка «Хорошо»

- А), Б) - те же , что и при оценке «Отлично».
- В) Неточности в ответах на вопросы, которые исправляются после уточняющих вопросов.
- Г) Материал понят, осознан и усвоен.

Оценка «Удовлетворительно»

- А), Б - те же , что и при оценке «Отлично».
- В) Неточности в ответах на вопросы, которые не всегда исправляются после уточняющих вопросов.
- Г) Материал понят, осознан, но усвоен не достаточно полно.

Оценка «Неудовлетворительно»

- А) Программа не выполнена полностью.
 Б) Устный отчет и ответы на вопросы не полные и не грамотные.
 В) Материал не понят, не осознан и не усвоен.

VI. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые модули/разделы/темы дисциплины	Код индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства – наименование		
				текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Модуль I. Химическое производство и химико-технологический процесс	ПК -3.1 Планирует отдельные виды работ по проведению испытаний с целью совершенствования существующих технологий	Знает последовательность стадий проведения технических испытаний	Опрос на занятии (УО-1) Решение задач (ПР-12)	Вопросы к зачету	
			Умеет правильно ставить задачи по выбранной тематике, выбирать для исследования необходимые методы для проведения испытаний с целью совершенствования существующих технологий			
			Владеет навыками применения выбранных методов для совершенствования существующих технологий			
		ПК -3.3 Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач	Знает возможные технические средства и методы испытаний	Опрос на занятии (УО-1) Доклад (УО-3) Расчетно-графическая работы (ПР-12)		Вопросы к зачету
			Умеет правильно выбирать технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач			
			Владеет навыками применения выбранных методов к решению поставленных задач			
3.	Модуль III. Гомогенные и гетерогенные химические процессы	ПК -5.1 Владеет навыками поиска необходимой информации в профессиональных базах данных (в т.ч., патентных)	Знает методы поиска необходимой информации в профессиональных базах данных (в т.ч., патентных)	Опрос на занятии (УО-1) Решение задач (ПР-12)	Вопросы к зачету	
			Умеет пользоваться профессиональными базами данных (в т.ч., патентными)			
			Владеет методами поиска необходимой информации в профессиональных базах данных			
		ПК -5.2 Составляет обзор литературных источников по заданной теме, оформляет отчеты о выполненной работе по заданной форме	Знает способы поиска литературных источников	Опрос на занятии (УО-1) Доклад (УО-3) Решение задач (ПР-12)		Вопросы к зачету
			Умеет оформлять отчеты о выполненной работе по заданной форме			
			Владеет методами сбора информации по заданной теме из литературных источников и			

			оформления отчетов о выполненной работе по заданной форме	(ПР-12) Контрольная расчетно-графическая работа (ПР-12)	
--	--	--	---	--	--

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также качественные критерии оценивания, которые описывают уровень сформированности компетенций, представлены в разделе VIII.

VII. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

(электронные и печатные издания)

- 1 Общая химическая технология : учебник для химико-механических специальностей вузов : в 2 ч. ч. 1 . Теоретические основы химической технологии / И. П. Мухленов, А. Я. Авербух, Е. С. Тумаркина и др.; под ред. И. П. Мухленова. Изд. 4-е, перераб. и доп. / Стер. изд. Москва : Альянс,-2016.-256с
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:816257&theme=FEFU>
- 2 Общая химическая технология : учебник для химико-механических специальностей вузов : в 2 ч. ч. 2 . Теоретические основы химической технологии / И. П. Мухленов, А. Я. Авербух, Е. С. Тумаркина и др.; под ред. И. П. Мухленова. Изд. 4-е, перераб. и доп. / Стер. изд. Москва : Альянс,-2016.-262с
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:816265&theme=FEFU>
- 3 Общая химическая технология [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Закгейм А.Ю. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Логос, 2012.-304с
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785987044971.html>
- 4 Технология переработки нефти. В 4-х частях. Часть первая. Первичная переработка нефти. [Электронный ресурс] / Капустин В.М.; Под ред. О. Ф. Глаголевой. - М. : Колосс, 2012.-345с.
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785953208253.html>

Дополнительная литература

(электронные и печатные издания)

1. Ксензенко В.И. Общая химическая технология и основы промышленной экологии : Учеб. для студ. вузов по химико-технолог. спец. /

В.И.Ксензенко, И.М.Кувшинников, В.С.Скоробогатов и др., М. : Химия.- 2003.-328 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:321772&theme=FEFU>

2. Процессы и аппараты химической технологии: Учебное пособие/ Д.М. Бородулин, В.Н. Иванец, Кемерово: КемГИИП.-2007.- 168 с.
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4614

3. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи) [Электронный ресурс] : Учеб. пособие для вузов / Романков П.Г., Фролов В.Ф., Флисюк О.М. - 3-е изд., испр. - СПб. : ХИМИЗДАТ, 2010. -544с.

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785938081826.html>

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. <http://e.lanbook.com/>

2. <http://www.studentlibrary.ru/>

3. <http://znanium.com/>

4. <http://www.nelbook.ru/>

5. Сайт Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова: <http://www.chem.msu.su/rus/weldept.html>

6. Сайт Российского химико-технологического университета им. Д.И. Менделеева: <http://www.pxy.ru/>

7. Леонтьева А.И., Брянкин К.В.Общая химическая технология: Учеб. пособие. Ч. 1.Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2004. 108 с.
<http://www.tstu.ru/education/elib/pdf/2004/leonteva.pdf>

8. Электронно-лекционный курс В.К. Хлесткин,
<http://lib.nsu.ru:8080/xmlui/bitstream/handle/nsu/621/Лекция%2001%20Введение.pdf?sequence=1>

9. Библиотека «Учебные материалы» НГУ
http://www.unn.ru/chem/ism/library-edu_lit.php

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

1. Пакет программного обеспечения Microsoft Office (Word, Outlook, Power Point, Excel, Photoshop)

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. База данных Scopus <http://www.scopus.com/home.url>

2. База данных Web of Science <http://apps.webofknowledge.com/>
3. База данных полнотекстовых академических журналов Китая <http://oversea.cnki.net/>
4. Федеральный портал «Российское Образование». Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов. География. http://fcior.edu.ru/catalog/osnovnoe_obshee?discipline_oo=16&class=&learning_character=&accessibility_restriction=
5. Электронные базы данных EBSCO <http://search.ebscohost.com/>

VIII. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Планирование и организация времени, отведенного на изучение дисциплины. Приступить к освоению дисциплины следует незамедлительно в самом начале учебного семестра. Рекомендуется изучить структуру и основные положения Рабочей программы дисциплины. Обратит внимание, что кроме аудиторной работы (лекции, лабораторные занятия) планируется самостоятельная работа, итоги которой влияют на окончательную оценку по итогам освоения учебной дисциплины. Все задания (аудиторные и самостоятельные) необходимо выполнять и предоставлять на оценку в соответствии с графиком.

В процессе изучения материалов учебного курса предлагаются следующие формы работ: чтение лекций, лабораторные занятия, задания для самостоятельной работы.

Лекционные занятия ориентированы на освещение вводных тем в каждый раздел курса и призваны ориентировать студентов в предлагаемом материале, заложить научные и методологические основы для дальнейшей самостоятельной работы студентов.

Лабораторные занятия акцентированы на наиболее принципиальных и проблемных вопросах курса и призваны стимулировать выработку практических умений.

Особо значимой для профессиональной подготовки студентов является *самостоятельная работа* по курсу. В ходе этой работы студенты отбирают необходимый материал по изучаемому вопросу и анализируют его. Студентам необходимо ознакомиться с основными источниками, без которых невозможно полноценное понимание проблематики курса.

Освоение курса способствует развитию навыков обоснованных и

самостоятельных оценок фактов и концепций. Поэтому во всех формах контроля знаний, особенно при сдаче зачета, внимание обращается на понимание проблематики курса, на умение практически применять знания и делать выводы.

Работа с литературой. Рекомендуется использовать различные возможности работы с литературой: фонды научной библиотеки ДВФУ и электронные библиотеки (<http://www.dvfu.ru/library/>), а также доступные для использования другие научно-библиотечные системы.

Подготовка к зачету . К сдаче зачета допускаются обучающиеся, выполнившие и сдавшие отчеты по всем заданиям (лабораторным, самостоятельным), предусмотренные учебной программой дисциплины, посетившие не менее 85% аудиторных занятий.

IX. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Перечень материально-технического и программного обеспечения дисциплины приведен в таблице.

Для проведения учебных занятий по дисциплине, а также для организации самостоятельной работы студентам доступно следующее лабораторное оборудование и специализированные кабинеты, соответствующие действующим санитарным и противопожарным нормам, а также требованиям техники безопасности при проведении учебных и научно-производственных работ.

Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус L, ауд. L 560. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Помещение укомплектовано специализированной учебной мебелью (посадочных мест – 30) Оборудование: ЖК-панель 47", Full HD, LG M4716 CCBA – 1 шт. Доска аудиторная.	Win EDU E3 Per User AAD Microsoft 365 Apps for enterprise EDU
690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корп. L, Этаж 7, каб.759. Аудитория для	Копир-принтер-цветной сканер в e-mail с 4 лотками Xerox WorkCentre 5330 (WC5330C – 1 шт. Скорость доступа в Интернет 500 Мбит/сек.	Win EDU E3 Per User AAD Microsoft 365 Apps for enterprise EDU

самостоятельной работы		
<p>690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корп. Л, Этаж 7, каб. 760. Аудитория для лабораторных работ</p>	<p>Аквадистиллятор, вибрационный грохот Analisette-3. Fritsch Germany, лабораторная мельница- ступка Pulverisette-2, машина флотационная . 240-ФЛ, электронные лабораторные весы MW-2, термостат жидкостный ЛАБ -ТЖ-ТС - 01/16-150, термостат жидкостный ЛАБ -ТЖ-ТС - 01/8-100, спектрофотометр "ЮНИКО-1200/1201", ПРИБОР ВАКУУМНОГО ФИЛЬТРИРОВАНИЯ ПВФ- 35/3. Аквилон, шкаф для хранения реактивов ЛАБ-ПРО ШМП 60.50.195 (Длина 600мм Глубина 500мм Высота 1950мм), 4 шкафа вытяжных, столешница - FRIDURIT 20 (в комплекте) ЛАБ-ПРО ШВ 180.80.225 F20, 2 шкафа для хранения реактивов ЛАБ-ПРО ШМП 60.50.195 (Длина 600мм Глубина 500мм Высота 1950мм), Колбонагреватель LAB-FH-1000Euro. Колбонагреватель LAB-FH- 500Euro. Колбонагреватель ЛАБ-КН-250LOIP. Колбонагреватель ЛАБ-КН- 500 LOIP-2шт. Колбонагреватель ЛАБ-КН- 1000 LOIP. Магнитная мешалка с подогревом до 300 °С MR-3001 Heidolph Германия. Набор сит для грунта d=200 мкм поддоном и крышкой из нержавеющей стали. Лабораторные столы и стулья.</p>	<p>Win EDU E3 Per User AAD Microsoft 365 Apps for enterprise EDU</p>

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами, оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно-навигационной поддержки.

X. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Для дисциплины «Химическая технология» используются следующие оценочные средства:

Устный опрос:

1. Собеседование (УО-1)
2. Презентация / сообщение (УО-3)

Письменные работы:

1. Контрольно-расчетная работа (ПР-12)

Устный опрос

Устный опрос позволяет оценить знания и кругозор студента, умение логически построить ответ, владение монологической речью и иные коммуникативные навыки.

Обучающая функция состоит в выявлении деталей, которые по каким-то причинам оказались недостаточно осмысленными в ходе учебных занятий и при подготовке к зачёту.

Собеседование (УО-1) – средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

Презентация / сообщение (УО-3) – продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы.

Письменные работы

Письменный ответ приучает к точности, лаконичности, связности изложения мысли. Письменная проверка используется во всех видах контроля и осуществляется как в аудиторной, так и во внеаудиторной работе.

Контрольно-расчетная работа (ПР-12) – средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине.

Методические рекомендации, определяющие процедуры

оценивания результатов освоения дисциплины

Оценочные средства для промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Химическая технология» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной. Форма отчётности по дисциплине – зачет (4-й, весенний семестр). Зачет по дисциплине включает ответы на 2 вопроса и решение задачи.

Методические указания по сдаче зачета

Зачет принимается ведущим преподавателем. При большом количестве групп у одного преподавателя или при большой численности потока по распоряжению заведующего кафедрой (заместителя директора по учебной и воспитательной работе) допускается привлечение в помощь ведущему преподавателю других преподавателей. В первую очередь привлекаются преподаватели, которые проводили практические занятия по дисциплине в группах.

В исключительных случаях, по согласованию с заместителем директора Школы по учебной и воспитательной работе, заведующий кафедрой имеет право принять зачет в отсутствие ведущего преподавателя.

Форма проведения зачета (устная, письменная и др.) утверждается на заседании кафедры по согласованию с руководителем в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Во время проведения зачета студенты могут пользоваться рабочей программой дисциплины, а также с разрешения преподавателя, проводящего зачет, справочной литературой.

Время, предоставляемое студенту на подготовку к ответу на зачете, должно составлять не более 20 минут. По истечении данного времени студент должен быть готов к ответу.

Присутствие на зачете посторонних лиц (кроме лиц, осуществляющих проверку) без разрешения соответствующих лиц (ректора либо проректора по учебной и воспитательной работе, директора Школы, руководителя ОПОП или заведующего кафедрой), не допускается. Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, не имеющие возможности самостоятельного передвижения, допускаются зачет с сопровождающими.

При промежуточной аттестации обучающимся устанавливается оценка по пятибальной шкале.

Оценки выставляются в электронную ведомость и могут формироваться на основе рейтинга.

Студенты, пропустившие более 10% практических работ и лекционных занятий без уважительной причины и /или не отработавшие пропуски занятий к промежуточной и итоговой аттестации не допускаются.



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ИНСТИТУТ НАУКОЕМКИХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПЕРЕДОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Общая химическая технология

Направление подготовки 04.03.01 «Химия»

Химия и химическая инженерия (совместно с НЗМУ)

Форма подготовки очная

Владивосток
2022

№ п/п	Контролируемые модули/разделы / темы дисциплины	Код индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства – наименование		
				текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Модуль I. Химическое производство и химико-технологический процесс	ПК -3.1 Планирует отдельные виды работ по проведению испытаний с целью совершенствования существующих технологий	Знает последовательность стадий проведения технических испытаний	Опрос на занятии (УО-1) Решение задач (ПР-12)	Вопросы к зачету	
			Умеет правильно ставить задачи по выбранной тематике, выбирать для исследования необходимые методы для проведения испытаний с целью совершенствования существующих технологий			
			Владеет навыками применения выбранных методов для совершенствования существующих технологий			
		ПК -3.3 Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач	Знает возможные технические средства и методы испытаний	Опрос на занятии (УО-1) Доклад (УО-3) Расчетно-графическая работа (ПР-12)		Вопросы к зачету
			Умеет правильно выбирать технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач			
			Владеет навыками применения выбранных методов к решению поставленных задач			
3.	Модуль III. Гомогенные и гетерогенные химические процессы	ПК -5.1 Владеет навыками поиска необходимой информации в профессиональных базах данных (в т.ч., патентных)	Знает методы поиска необходимой информации в профессиональных базах данных (в т.ч., патентных)	Опрос на занятии (УО-1) Решение задач (ПР-12)	Вопросы к зачету	
			Умеет пользоваться профессиональными базами данных (в т.ч., патентными)			
			Владеет методами поиска необходимой информации в профессиональных базах данных			
		ПК -5.2 Составляет обзор литературных источников по заданной теме, оформляет отчеты о выполненной работе по заданной форме	Знает способы поиска литературных источников	Опрос на занятии (УО-1) Доклад (УО-3) Решение задач (ПР-12)		Вопросы к зачету
			Умеет оформлять отчеты о выполненной работе по заданной форме			
			Владеет методами сбора информации по заданной теме из литературных источников и оформления отчетов о выполненной работе по заданной форме			

Вопросы к зачету по дисциплине «Общая химическая технология»:

- 1 Полезность и эффективность химического производства.
- 2 Качественные и количественные показатели эффективности химического производства.
- 3 Технологические показатели - степень превращения сырья, селективность процесса, выход продукта, расходные коэффициенты по сырью и энергии.
- 4 Экономические показатели - производительность, мощность, себестоимость продукта, приведенные затраты, удельные капитальные затраты, производительность труда.
- 5 Эксплуатационные показатели химического производства: надежность, управляемость, безопасность.
- 6 Социальные показатели. Экологическая безопасность химического производства ресурсов
- 7 Общие схемы реакторов химических производств. Емкостные и колонные реакторы. Реакторы периодического и непрерывного действия.
- 8 Насадочные реакторы и реакторы КС. Трубчатые и многослойные реакторы.
- 9 Структурные элементы реактора: реакционная зона, устройство ввода, теплообменники, выходное устройство.
- 10 Физическое моделирование.
- 11 Математическое моделирование как метод исследования и описания химических процессов и реакторов. Схема математического моделирования.
- 12 Иерархическая структура математической модели.
- 13 Стехиометрические уравнения. Число стехиометрических уравнений. Стехиометрически независимые уравнения. Понятие степени превращения и концентрации компонентов в реакционной смеси. Селективность процесса и выход продукта.
- 14 Принципиальная возможность процесса и его направление. Тепловые эффекты реакций.
- 15 Состояние химического равновесия. Равновесный состав реакционной смеси и его расчет.
- 16 Изменение констант равновесия с температурой. Изменение равновесной степени превращения с температурой.
- 17 Смещение химического равновесия в химической технологии за счет различных факторов.
- 18 Термодинамический анализ реакционной смеси.
- 19 Схема превращения, кинетические уравнения. Степень превращения и

- скорость реакции.
- 20 Кинетическая модель реакции. Константа скорости.
 - 21 Порядок реакции.
 - 22 Изменение энергии реагирующей смеси.
 - 23 Классификация химических процессов. Физические и физико-химические признаки классификации.
 - 24 Гомогенные химические процессы. Закономерности химического гомогенного процесса.
 - 25 Простая необратимая реакция. Зависимость скорости от концентрации, степени превращения, порядка реакции.
 - 26 Зависимость скорости простой обратимой и необратимой реакции от концентрации и степени превращения.
 - 27 Влияние температуры на скорость обратимой и необратимой реакции.
 - 28 Разновидности процессов в промышленности: барботаж, орошение, пленочное течение, контакт в насадочной колонне.
 - 29 Схема процесса для системы «газ (жидкость)-жидкость». Структура процесса.
 - 30 Математическая модель процесса для системы «газ (жидкость)-жидкость». Анализ процесса «газ-жидкость». Режимы процесса (диффузный и кинетический).
 - 31 Интенсификация процесса.
 - 32 Катализ и катализаторы.
 - 33 Схема и структура гетерогенного каталитического процесса. Пористое зерно катализатора.
 - 34 Математическая модель, качественный анализ модели процесса в пористом зерне катализатора.
 - 35 Анализ процесса в пористом зерне катализатора. Режимы процесса.
 - 36 Степень использования внутренней поверхности катализатора. Влияние формы зерна катализатора на степень использования его внутренней поверхности.
 - 37 Влияние температуры на наблюдаемую скорость процесса. Непористое зерно катализатора.
 - 38 Тепловые режимы и их устойчивость для пористого и непористого зерна катализатора.
 - 39 Число стационарных режимов и их устойчивость.

Примеры задач на зачет:

- 1 Обратимая реакция $A + B \rightleftharpoons 2R$ протекает при 298 К и характеризуется тепловым эффектом $\Delta H_{298} = -30\,000$ кДж/кмоль и изменением энтропии $\Delta S_{298} = -80$ кДж/кмоль \cdot К). Определить во сколько раз изменится

величина равновесной степени превращения вещества А, если соотношение начальных концентраций реагентов $C_{A0} : C_{B0}$ изменится от 0,5 до 0,25.

2 Каталитическая реакция $A \rightarrow R$ проводится на пластинчатых зернах катализатора размером 3мм. Константа скорости равна $1,85 \text{ с}^{-1}$.

Эффективный коэффициент диффузии составляет $0,06 \text{ см}^2/\text{с}$. Определить степень использования внутренней поверхности катализатора.

3 Твердые частицы размером 6 мм реагируют по реакции:

$A_r + B_{тв} = R_{тв} + S_r$ в потоке газа за 400с на 80%. Процесс протекает во внешнедиффузной области. Какое должно быть время пребывания в аналогичных условиях для достижения (90% степени превращения, если гранулометрический состав смеси: 40% -частицы размером 2мм, 50%-частицы размером 4мм и 10% -частицы размером 6мм?

Критерии выставления оценки студенту на зачете

К зачету допускаются обучающиеся, выполнившие программу обучения по дисциплине, прошедшие все этапы текущей аттестации.

Оценка	Требования к сформированным компетенциям
«отлично»	Студент показал развернутый ответ, представляющий собой связное, логическое, последовательное раскрытие поставленного вопроса, широкое знание предмета. Студент обнаружил понимание материала, обоснованность суждений, способность применить полученные знания на практике.
«хорошо»	Студент показал развернутый ответ, представляющий собой связное, логическое, последовательное раскрытие поставленного вопроса, широкое знание предмета. Студент обнаружил понимание материала, обоснованность суждений, способность применить полученные знания на практике. Допускаются некоторые неточности в ответе, которые студент исправляет самостоятельно.
«удовлетворительно»	Студент обнаруживает незнание части проблем, связанных с изучением вопроса, допускает ошибки в ответе. Студент обнаружил понимание основной части материала, способность применить полученные знания на практике.
«не удовлетворительно»	Студент обнаруживает незнание большей части проблем, связанных с изучением вопроса, допускает ошибки в ответе, искажает смысл текста, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Данная оценка характеризует недостатки в подготовке студента, которые являются серьезным препятствием к успешной профессиональной и научной деятельности.

Шкала оценивания результатов обучения по дисциплине		
Оценка виды оценочных средств	Не зачтено	зачтено
Знания	Отсутствие знаний	Студент показал систематические знания, возможны не структурированные знания, представляющие собой связное, логическое раскрытие вопроса, возможны неточности в ответе на поставленный вопрос
Умения	Отсутствие умений	Успешное или в целом успешное, но не систематическое умение в применении знаний для выполнения практических задач
Навыки (владения, опыт деятельности)	Отсутствие навыков (владений, опыта)	Полностью или в целом сформированные навыки (владения), применяемые при решении практических задач

Оценочные средства для текущей аттестации

Текущая аттестация студентов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация проводится в форме контрольных мероприятий (собеседования, презентации, контрольно-расчетных работ) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.

Составляется календарный план контрольных мероприятий по дисциплине. Оценка посещаемости, активности обучающихся на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий ведётся на основе журнала, который ведёт преподаватель в течение учебного семестра.

Вопросы для собеседования / устного опроса

I. Устный опрос

1. Собеседование (УО-1) (Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с

изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по теме практического занятия)

Вопросы для собеседования представлены в разделе «Практические занятия»

Критерии оценивания

Оценка	Требования
«зачтено»	Студент показал развернутый ответ на вопрос, знание литературы, обнаружил понимание материала, обоснованность суждений, неточности в ответе исправляет самостоятельно.
«не зачтено»	Студент обнаруживает незнание вопроса, неуверенно излагает ответ.

Критерии оценки презентации

Оценка	2 балла (неудовлетворительно)	3 балла (удовлетворительно)	4 балла (хорошо)	5 баллов (отлично)
Критерии	Содержание критериев			
Раскрытие Проблемы	Проблема не раскрыта. Отсутствуют выводы	Проблема раскрыта не полностью. Выводы не сделаны и/или выводы не обоснованы	Проблема раскрыта. Проведен анализ проблемы без привлечения дополнительной литературы. Не все выводы сделаны и/или обоснованы	Проблема раскрыта полностью. Проведен анализ проблемы с привлечением дополнительной литературы. Выводы обоснованы
Представление	Представляемая информация логически не связана. Не использованы профессиональные термины. Отсутствует иллюстративный материал в виде блок-диаграмм, профилей	Представляемая информация не систематизирована и/или не последовательна. Использовано 1-2 профессиональных термина. Иллюстративный материал в виде блок-диаграмм, профилей заимствован	Представляемая информация не систематизирована и последовательна. Использовано более 2 профессиональных терминов. Представлен иллюстративный материал в виде блок-диаграмм, профилей	Представляемая информация систематизирована, последовательна и логически связана. Использовано более 5 профессиональных терминов. Представлен самостоятельно сделанный иллюстративный материал в виде блок-диаграмм, профилей
Оформление	Не использованы технологии Power Point. Больше 4 ошибок в представляемой информации	Использованы технологии Power Point частично. 3-4 ошибки в представляемой информации	Использованы технологии Power Point. Не более 2 ошибок в представляемой информации	Широко использованы технологии (Power Point и др.). Отсутствуют ошибки в представляемой информации
Ответы на вопросы	Нет ответов на вопросы	Только ответы на элементарные вопросы	Ответы на вопросы полные и/или частично полные	Ответы на вопросы полные, с приведением примеров и/или пояснений

Тематика контрольно-расчетных работ

II. Письменные работы могут выполняться в двух видах (на усмотрение преподавателя)

1. Тест (ПР-1) (Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.) Проводится по разделам: «Химическое производство и химико-технологический процесс», «Химические процессы и реакторы» и «Гомогенные и гетерогенные химические процессы» - Задания в виде тестов расположены в системе «Forms»

2. Текущая проверка знаний проводится в виде контрольно-расчетной работ (ПР-12). Проводятся по разделам: «Химическое производство и химико-технологический процесс», «Химические процессы и реакторы» и «Гомогенные и гетерогенные химические процессы»

Занятие 1. Показатели химического производства

Примеры задач:

1. Сколько нужно взять растворов с содержанием хлорида натрия 310г/л и 230г/л, чтобы получить 250л раствора с концентрацией 280г/л.
2. Сколько нужно взять купоросного масла (96% H_2SO_4) и серной кислоты с концентрацией 64%, чтобы получить 2800 кг 83% H_2SO_4 ?
3. Рассчитайте выход этилового спирта на пропущенный этилен при условии многократной циркуляции этилена, если практический расходный коэффициент этилена 0.65 т на 1 т этилового спирта.
4. Определите годовую производительность колонны синтеза аммиака в расчете на 100%-ный аммиак, если каждый час (на новых установках) вырабатывается 30 т 99%-ного аммиака.
5. Стоимость одной контактной сернокислотной системы мощностью 360 тыс.т серной кислоты в год составляет 17600 тыс.руб. Определите удельные капитальные затраты.

Занятие 3. Физико-химические основы химических процессов. Термодинамика химических превращений (4 часа)

Примеры задач:

1. Вычислите величины K_c , K_N , K_n для равновесной реакции



если при температуре 580 °С найдена $K_p = 0,20$, общее давление $p = 0,005$ МПа.

2. Выведите уравнение для расчета равновесной степени превращения реагента A по известной величине K_c (для реакции $2A \rightleftharpoons R$).
Выведите уравнение для расчета равновесной степени превращения реагента A по известным значениям K_p и давления p в системе для реакции $A + B \rightleftharpoons R$.
3. Рассчитайте константу равновесия для реакции $CO_2 + C \rightleftharpoons 2CO$, если известно, что для CO_2 $\Delta G_{298}^{\circ} = -394572$ и для CO $\Delta G_{298}^{\circ} = -137334$ Дж/моль.
4. Найдите константу равновесия при температурах 500 и 2000 К для реакции $H_2O + CO \rightleftharpoons H_2 + CO_2$, если $\Delta G_{500}^{\circ} = 20,2$ кДж/моль и $\Delta G_{2000}^{\circ} = 25,3$ кДж/моль.
5. Константа равновесия реакции $C_2H_6 \leftrightarrow C_2H_4 + H_2$ при температуре 1100 К равна $K_p = 1.67 \cdot 10^5$ Па. Энтальпия реакции $\Delta H = -144451.4$ Дж/моль. Определите равновесную степень превращения этана при температуре 1000 К и давлении $p = 1.01 \cdot 10^5$ Па.
6. Рассчитайте теплоту, выделяющуюся при образовании 100 кг метилового спирта из CO и H_2 . Энтальпия образования составляет CO 110583 кДж/кмоль, H_2 – 0, метилового спирта – 201456 кДж/кмоль.
7. Вычислите приближенно константу диссоциации водяного пара K_p при температуре 800 К с помощью стандартных термодинамических констант.

Занятие 4. Кинетика химических превращений

Примеры задач:

1. Определить энергию активации и предэкспоненциальный множитель в уравнении Аррениуса для константы скорости значения которой при температурах 273 и 293 К равны соответственно 2.46 и 47.5 с⁻¹.
2. Определить энергию активации если при изменении температуры с 723 до 773 К ее скорость возрастает в 2,73 раза
3. При температуре 748 К константа скорости реакции составляет $3.2 \cdot 10^5$ ч⁻¹. Определить константу скорости при 793 К, если энергия активации реакции равна 87,9 кДж/моль.
4. Для реакции второго порядка $2A \rightarrow R + S$ определить степень превращения и скорость реакции через 10,30 и 50 с. Константа скорости равна 0,02 м³/кмоль*с.

Занятие 5. Классификация химических процессов. Гомогенные процессы

Примеры задач:

1. Для реакции $L + 2B = 2R$, протекающей в жидкой фазе. Определить степень превращения x_B и состав реакционной смеси (C_L, C_B, C_R) при $x_A = 0,45$. Исходные концентрации: $C_{A0} = 1$ моль/л, $C_{B0} = 1$ моль/л.
2. Определить состав реакционной смеси в конце процесса для реакции $A + 3B = 2R$, протекающей в жидкой фазе, если $x_B = 0,2$; $C_{B0} = 5$ кмоль/м³; $C_{A0} = 1$ кмоль/м³.
3. Протекает реакция $A = 3R$. Определить состав реакционной смеси на выходе из реактора, если $C_{A0} = 1$ кмоль/м³; $x_A = 0,5$. Принять, что объем реакционной смеси не меняется.
4. В газовой фазе протекает реакция $A + B = 3R$. Определить состав реакционной смеси в м.д., если $N_{A0} = N_{B0} = 1$ кмоль; $x_A = 0,9$.
5. Дана реакция: $2A + 3B = R$. С целью более полного использования вещества A в реактор подается двухкратный избыток B , чем требуется по стехиометрии. Определить x_B , если $x_A = 0,9$.
6. Газофазная реакция $A + 2B \rightarrow R$ протекает при постоянном давлении. Исходные концентрации A, B и R равны 0,5, 0,6 и 0,2 м.д. соответственно. После проведения реакции в продуктах содержится 0,4 м.д. вещества R . Определить концентрации веществ A и B и степень превращения вещества A .

Занятие 7. Гетерогенные процессы.

Примеры задач:

1. Обжиг сульфида цинка производится в наклонном вращающемся трубчатом реакторе. Частицы твердого вещества движутся в реакторе со скоростью 10 см/с. Известно, что при данных условиях за 1 минуту степень превращения сырья составляет 70%. Определить длину реактора, обеспечивающую 95% степень превращения, если обжиг проводится в внутридиффузной области.
2. Твердые частицы размером 6 мм реагируют по реакции:
3. $Ag + B_{тв} = R_{тв} + Sг$ в потоке газа за 400 с на 80%. Процесс протекает во внешнедиффузной области. Какое должно быть время пребывания в аналогичных условиях для достижения (0% степени превращения, если гранулометрический состав смеси : 40% - частицы размером 2 мм, 50% - частицы размером 4 мм и 10% - частицы размером 6 мм?

Занятие 9. Каталитический химический процесс

Примеры задач:

1. Как изменяется скорость каталитического процесса и степень использования внутренней поверхности катализатора в виде пластин

размером $2R_0=5\text{мм}$, если понизить температуру с 560 до 500К?. Реакция первого порядка с константой скорости (с^{-1}) определяется уравнением $K=3,5 \cdot 10^6 \exp(-7600/T)$. Эффективный коэффициент диффузии остается неизменным и равным $0,7 \text{ см}^2/\text{с}$.

2. Каталитическая реакция $A \rightarrow R$ проводится на пластинчатых зернах катализатора размером 3мм. Константа скорости равна $1,85 \text{ с}^{-1}$. Эффективный коэффициент диффузии составляет $0,06 \text{ см}^2/\text{с}$. Определить степень использования внутренней поверхности катализатора.

Оценки «зачтено»/ «не зачтено»

Оценка	Требования
«зачтено»	Студент выполнил контрольно-расчетную работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности этапов проведения работы.
«не зачтено»	Студент выполнил работу не полностью, объем выполненной части не позволяет самостоятельно ее закончить; в ходе работы допускает грубые ошибки, которые не может исправить. Контрольно-расчетная работа не выполнена.

Пример контрольно-расчетной работы:

Вариант № 1

1. Изменение констант равновесия с температурой. Изменение равновесной степени превращения с температурой.
2. Кинетическая модель реакции. Константа скорости.
3. Процесс описывается параллельной реакцией типа $A \rightarrow 2R; A \rightarrow S$ с константами скоростей $k_1 = 2,8 \cdot 10^{-1} \text{ мин}^{-1}$ и $k_2 = 0,12 \text{ мин}^{-1}$. Концентрация вещества А равна 2,6 моль/л. Концентрация вещества R на конец реакции составляет 2,8 моль/л. Определить время для достижения заданной концентрации вещества R, степень превращения вещества А и концентрацию вещества S.

Критерии оценки знаний умений и навыков при текущей проверке

Оценка устных ответов:

Отметка "Отлично"

1. Дан полный и правильный ответ на основе изученных теорий.
2. Материал понят и изучен.
3. Материал изложен в определенной логической последовательности, литературным языком.
4. Ответ самостоятельный.

Отметка "Хорошо"

- 1, 2, 3, 4 – аналогично отметке "Отлично".
5. Допущены 2-3 несущественные ошибки, исправленные по требованию учителя, наблюдалась "шероховатость" в изложении материала.

Отметка "Удовлетворительно"

1. Учебный материал, в основном, изложен полно, но при этом допущены 1-2 существенные ошибки (например, неумение применять законы и теории к объяснению новых фактов).
2. Ответ неполный, хотя и соответствует требуемой глубине, построен несвязно.

Отметка "Неудовлетворительно"

1. Незнание или непонимание большей или наиболее существенной части учебного материала.
2. Допущены существенные ошибки, которые не исправляются после уточняющих вопросов, материал изложен несвязно.

Оценка письменных работ:

Критерии те же. Из оценок за каждый вопрос выводится средняя итоговая оценка за письменную работу.