

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОП.06 Теоретические основы химической технологии

программы подготовки специалистов среднего звена
18.02.09 Переработка нефти и газа

Форма обучения очная

Находка 2026

Рабочая программа учебной дисциплины ОП.06 «Теоретические основы химической технологии» разработана в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 18.02.09 Переработка нефти и газа, утвержденного приказом Минобрнауки России от 17.11.2020 г. № 646, примерной образовательной программой.

Разработчик (и): Божок Е.Б., Талашкевич Е.А., преподаватели ОСПО филиала ФГБОУ ВО «ВВГУ» в г. Находке

Рассмотрено и одобрено на заседании предметной цикловой комиссии, протокол № 10 от «29» июня 2026 г.

Председатель ПЦК



В.В. Плахотина

СОДЕРЖАНИЕ

1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	4
2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	5
3 УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	9
4 КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	10

1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Место дисциплины в структуре основной образовательной программы

Учебная дисциплина ОП.06 «Теоретические основы химической технологии» является частью общепрофессионального учебного цикла основной образовательной программы (далее ООП) в соответствии с ФГОС СПО по специальности 18.02.09 Переработка нефти и газа.

1.2 Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

По итогам освоения дисциплины, обучающиеся должны продемонстрировать результаты обучения, соотнесённые с результатами освоения ООП СПО, приведенные в таблице.

Код ОК, ПК	Код результата обучения	Наименование результата обучения
ОК.01 ОК.07 ОК.09	31	выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам
	32	осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной
	33	осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке с учетом особенностей социального и
	34	содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действовать в чрезвычайных
	35	использовать информационные технологии в профессиональной деятельности
	36	пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языке
ПК1.1 ПК1.2 ПК1.3 ПК1.4. ПК 2.1 ПК 2.2 ПК 2.3 ПК3.1	У1	оценивать соответствие методики задачам анализа по диапазону измеряемых значений и точности
	У2	выбирать оптимальные методы анализа
	У3	подготавливать реагенты, материалы и реактивы, необходимые для анализа
	У4	работать с химическими веществами и оборудованием с соблюдением отраслевых норм и экологической безопасности
	У5	обслуживать и эксплуатировать лабораторное оборудование, испытательное оборудование и средства измерения химико-аналитических лабораторий
	У6	проводить качественный и количественный анализ неорганических и органических веществ химическими и
	У7	проводить метрологическую обработку результатов анализов
	У8	планировать и организовывать работу в соответствии со стандартами предприятия, международными стандартами и другими требованиями

2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1 Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов
Объем образовательной программы учебной дисциплины, в т.ч	102
-теоретическое обучение	32
- лабораторные занятия	12
- практические занятия	32
- самостоятельная работа	20
- консультации	-
- промежуточная аттестация – экзамен, дифференциальный зачет	6

2.2. Тематический план и содержание учебной дисциплины «Теоретические основы химической технологии»

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала и формы организации деятельности обучающихся	Объем в часах	Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы
Раздел. 1 Общая характеристика химико-технологического процесса		30	
Тема 1.1 Общие понятия стехиометрии. Количественные характеристики химического процесса	Содержание теоретического материала		ОК.01 ОК.07 ОК.09 ПК1.1 ПК1.2 ПК1.3 ПК1.4 ПК 2.1 ПК2.2 ПК2.3 ПК 3.1
	Классификация химических реакций, используемых в химической технологии. Общие понятия стехиометрии химических реакций. Количественные характеристики химического процесса: конверсия, селективность, выход продукта. Материальный баланс химического процесса. ЛЗ 1. Химические реакции в технологии.	4	
		4	
	Практические занятия 1-3: Основные количественные расчеты по уравнениям химических реакций. Основные законы, дающие количественную характеристику химических систем. Проведение материального расчета химического процесса.	6	
Тема 1.2 Основные понятия химической технологии, классификация процессов	Содержание теоретического материала		ПК2.2 ПК2.3 ПК 3.1
	Химическая технология, классификация процессов, отрасли химической технологии, энергетическая база химических производств. Химико-технологические системы: структура, элементы, исследование.	6	
	ЛЗ 2. Нормативные документы, регламентирующие химические технологии, их структура. Критерии выбора технологий.	4	
	Практическое занятие 2: Химико-технологические системы, их структура.	6	
Раздел 2. Химические реакторы		24	
Тема 2.1 Классификация и общие принципы работы химических реакторов	Содержание теоретического материала		ОК.01 ОК.07 ОК.09 ПК1.1 ПК1.2 ПК1.3 ПК1.4 ПК 2.1 ПК2.2 ПК2.3 ПК 3.1
	Классификация химических реакторов. Общие принципы работы химических реакторов.	6	

Тема 2.2 промышленных различного типа	Конструкции реакторов	Содержание теоретического материала	6	
		Конструкции промышленных реакторов для проведения гомогенных реакций в газовой фазе. Конструкции промышленных реакторов для проведения гомо- и гетерогенных реакций в жидкой фазе. Конструкции промышленных реакторов для проведения реакций в системе газ - жидкость. Конструкции промышленных реакторов для проведения реакций в газовой фазе над твердым катализатором. ЛЗ 3. Моделирование химических реакторов	4	
		Практическое занятие 3: Конструкция промышленных реакторов различных типов.	8	
Раздел 3. Химическая термодинамика в технологии производства			10	
Тема 3.1 Стандартное состояние	Содержание теоретического материала		2	ОК.09 ПК1.1 ПК1.2 ПК1.3 ПК1.4 ПК 2.1 ПК2.2 ПК2.3 ПК 3.1
	Стандартные функции состояния систем. Функции отклонения от идеального состояния. Термодинамическая вероятность протекания химического процесса. Температура инверсии			
Тема 3.2 Тепловой эффект химический процессов, энергия Гиббса реакции	Содержание теоретического материала			ОК.01 ОК.07 ОК.09 ПК1.1 ПК1.2 ПК1.3 ПК1.4 ПК 2.1 ПК2.2 ПК2.3 ПК 3.1
	Определение теплового эффекта, связь с внутренней энергией. Закон Гесса. Эмпирические методы определения тепловых эффектов физических и химических процессов. Энергия Гиббса реакции, методы расчета. Определение направления протекания реакций при стандартных и реальных условиях.		2	
	Практическое занятие 4: Расчет тепловых эффектов реакции. Расчет энергии Гиббса реакции. Определение направления протекания реакций		6	
Раздел 4. Химическая кинетика в технологии производства			12	
Тема 4.1 Скорость химических процессов	Содержание теоретического материала		4	ОК.01 ОК.07 ОК.09 ПК1.1 ПК1.2 ПК1.3 ПК1.4 ПК 2.1 ПК2.2 ПК2.3 ПК 3.1
	Скорость химических процессов, зависимость от внешних условий. Определение порядка реакции. Расчет константы скорости реакции.			
Тема 4.2	Содержание теоретического материала			

Константа равновесия, ее расчет	Вычисление констант равновесия и определение состава равновесной смеси органических веществ. Типовые расчеты и определение состава равновесной смеси при химических реакциях.	2	
	Практическое занятие 5.	6	
	Определение порядка реакции. Расчет скорости реакций различного порядка. Вычисление константы равновесия. Расчет состава равновесной смеси в химическом процессе.		
Всего:		82	
максимальная аудиторная		76	
промежуточная аттестация - экзамен, дифференциальный зачет		6	

3 УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Материально-техническое обеспечение

Для реализации программы учебной дисциплины предусмотрено наличие следующих специальных помещений:

Кабинет «Теоретических основ химической технологии»:

Интерактивная доска

Проектор

Ноутбук

Набор специализированной мебели (учебная парта - 14 шт., стул – 27 шт., стол преподавателя - 1 шт.)

Лаборатории «Процессы и аппараты»:

количество посадочных мест - 30 шт., стол для преподавателя 1 шт., стул для преподавателя 1 шт., ноутбук Acer ENTE69CX-2117 1шт., проектор Proxima XJ 1 шт., экран 1 шт., звуковые колонки Microlab 2.0 solo4c 1 шт., доска маркерная магнитная 1 шт., дидактические пособия.

ПО:

Windows 8.1 (профессиональная лицензия № 45829305, бессрочно);

MS Office 2010 pro (лицензия № 48958910, № 47774898, бессрочно);

FBReader (свободное);

WinDJwiev (свободное);

Google Chrome, (свободное)

Оборудование:

Письменный стол - 4 шт., учебная парта - 9 шт., стулья - 18 шт., стол преподавательский - 1 шт., доска маркерная - 1 шт.

Лабораторное оборудование:

Весы ЕК-61011 -1 шт.

Лабораторная установка по изучению различных конструкций теплообменников ТОТ-ТПБ - 1 шт.

Лабораторная установка по изучению процесса ректификации (насадочная колонна) ПАХП-РУМ - 1 шт.

Лабораторная установка по изучению гидродинамики псевдооживленного слоя и встречно-закрученных потоков ПАХП-ГДП+ - 1шт.

Спектрофотометр СФ-46 - 1 шт.

Аквадистиллятор электрический ДЭ-4 ТЗМОИ -1 шт.

Единица компьютерной техники - 3 шт.

Вискозиметры разного диаметра, ареометры, термометры.

Химическая посуда специального назначения, мерная химическая посуда, химическая посуда общего назначения.

Металлическое оборудование (штативы, держатели, пинцеты, скальпели, зажимы, подставки и другое).

Химические реактивы.

Техническое оборудование: Настенный экран 26948 - 1 шт., переносной проектор BenqMP612 - 1 шт., ноутбук Lenovo S205 -1 шт., колонки - 1 шт.

Кабинета для самостоятельной работы: стол ученический - 15 шт.,

кресло -14 шт., стол преподавательский -1 шт. Техническое

оборудование:15 ПК (19” монитор Benq E910, системный блок Intel G6950 2.8 Ghz - 1 шт., ОЗУ 2 Гб. - 1 шт., HDD 80 Гб - 1 шт.)

Библиотеки, читального зала: учебная парта - 28 шт., стул мягкий - 55 шт., стол

компьютерный - 3 шт., кресло - 3 шт., доска передвижная маркерная - 1 шт., 3 ПК с выходом в Интернет, настенный экран 490x210, навесной проектор Benq MP723, ноутбук Lenovo S205, акустическая система Sven MS-970 2.1.

3.2 Информационное обеспечение реализации программы

Для реализации программы учебного предмета библиотечный фонд ВВГУ укомплектован печатными и электронными изданиями.

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечены печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

Основная литература

1. Потехин В.М. Основы теории химических процессов технологии органических веществ и нефтепереработки: учебник / Потехин В.М., Потехин В.В. - СПб.: Химиздат, 2020. – 944 с.

Электронные информационные ресурсы

1. Андриянцева С.А. Теоретические основы химической технологии природных энергоносителей и углеродных материалов: методические указания к лабораторным работам / С.А. Андриянцева, И.В. Глазунова. – Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2020. – <http://www.iprbookshop.ru/74416.html>
2. Ахмедьянова Р.А. Химическая технология переработки газового сырья : лабораторный практикум / Р.А. Ахмедьянова, А.П. Рахматуллина, Л.М. Юнусова. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2020. – <http://www.iprbookshop.ru/63543.html>
3. Теоретические основы химической технологии: Учеб. пособие / Москвичев Ю.А., Григоричев А.К., Павлов О.С.- 3-е изд., стер. – СПб.: Лань, 2019. – 272 с. – <https://e4anbook.com/reader/book/100926/>

4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Результаты обучения	Критерии оценки	Методы оценки
уметь:		
описывать механизм химических реакций количественного и качественного анализа;	уровень правильных ответов при письменном и устном контроле, четкость изложения материала. Быстрота ориентации в представляемом материале, быстрота реакции на вопросы. Правильность, полнота выполнения заданий, точность формулировок, точность расчетов,	продуктивные задания (задачи) активное участие в ходе занятия; устный и письменный опрос;
обосновывать выбор методики анализа, реактивов и химической аппаратуры по конкретному заданию;	соответствие требованиям.	продуктивные задания (задачи) активное участие в ходе занятия; устный и письменный опрос;
готовить растворы заданной концентрации; проводить количественный и качественный анализ с соблюдением правил техники		продуктивные задания (задачи) Тестирование

безопасности;		
контролировать и оценивать протекание химических процессов; проводить расчеты по химическим формулам и уравнениям реакций		продуктивные задания (задачи) Ответы на контрольные вопросы
знать:		продуктивные задания (задачи) Аналитическая обработка информации
аналитическую классификацию ионов;		продуктивные задания (задачи) составление схемы, таблицы, карточки-задания Аналитическая обработка информации
аппаратуру и технику выполнения анализов;	Оптимальность выбора способов действий, методов, последовательностей действий. Соответствие требованиям инструкций, регламентов, рациональность действий. Точность распознавания проблемных ситуаций в различных контекстах. Адекватность анализа сложных ситуаций при решении задач профессиональной деятельности, эффективность поиска. Точность определения источников нужных ресурсов. Точность оценки плюсов и минусов полученного результата, своего плана и его реализации, предложение критериев оценки и рекомендаций по улучшению плана	продуктивные задания (задачи)
значение химического анализа, методы качественного и количественного анализа химических соединений;		продуктивные задания (задачи) активное участие в ходе занятия; устный и письменный опрос;
теоретические основы химических и физико-химических процессов; технику выполнения анализов; типы ошибок в анализе		активное участие в ходе занятия; устный и письменный опрос;
значение химического анализа, методы качественного и количественного анализа химических соединений;		продуктивные задания (задачи) активное участие в ходе занятия; устный и письменный опрос;
теоретические основы методов анализа;		продуктивные задания (задачи) активное участие в ходе занятия; устный и письменный опрос;
теоретические основы химических и физико-химических процессов; технику выполнения анализов; типы ошибок в анализе;		продуктивные задания (задачи) активное участие в ходе занятия; устный и письменный опрос;
устройство основного лабораторного оборудования и правила его эксплуатации		продуктивные задания (задачи) выполнение исследовательской творческой работы.

Для оценки достижения запланированных результатов обучения по дисциплине разработаны контрольно-оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, которые прилагаются к рабочей программе дисциплины.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации
по учебной дисциплине

ОП.06 Теоретические основы химической технологии

программы подготовки специалистов среднего звена
18.02.09 Переработка нефти и газа

Форма обучения очная

Находка 2026

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля промежуточной аттестации по учебной дисциплине ОП.06 «Теоретические основы химической технологии» разработана в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 18.02.09 Переработка нефти и газа, утвержденного приказом Минобрнауки России от 17.11.2020 г. № 646, примерной образовательной программой.

Разработчик(и):

Талашкевич Е.А., преподаватель ОСПО филиала ФГБОУ ВО «ВВГУ» в г. Находке

Рассмотрено и одобрено на заседании предметной цикловой комиссии, протокол № 10 от «29» июня 2026 г.

Председатель ПЦК



В.В. Плахотина

1 Общие сведения

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины ОП.06 «Теоретические основы химической технологии».

ФОС включают в себя контрольные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине, которая проводится в форме экзамена (с использованием оценочного средства - устный опрос в форме ответов на вопросы билетов, устный опрос в форме собеседования)

2 Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие результаты освоения образовательной программы

Код ОК, ПК	Код результата обучения	Наименование результата обучения
ОК.01 ОК.07 ОК.09	31	Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам
	32	Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности
	33	Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке с учетом особенностей социального и культурного контекста.
	34	Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях деятельности
	35	Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности
	36	Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языке
ПК1.1 ПК1.2 ПК 1.3 ПК1.4. ПК 2.1 ПК 2.2 ПК 2.3 ПК3.1	У1	Оценивать соответствие методики задачам анализа по диапазону измеряемых значений и точности
	У2	Выбирать оптимальные методы анализа
	У3	Подготавливать реагенты, материалы и реактивы, необходимые для анализа
	У4	Работать с химическими веществами и оборудованием с соблюдением отраслевых норм и экологической безопасности
	У5	Обслуживать и эксплуатировать лабораторное оборудование, испытательное оборудование и средства измерения химико-аналитических лабораторий
	У6	Проводить качественный и количественный анализ неорганических и органических веществ химическими и физико-химическими методами
	У7	Проводить метрологическую обработку результатов анализов
	У8	Планировать и организовывать работу в соответствии со стандартами предприятия, международными стандартами и другими требованиями

3. Описание процедуры оценивания

Результаты обучения по дисциплине, уровень сформированности компетенций оцениваются по четырём бальной шкале оценками: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» (по бальной системе. Максимальная сумма баллов по дисциплине равна 5 баллам.)

Текущая аттестация по дисциплине проводится с целью систематической проверки достижений обучающихся. Объектами оценивания являются: степень усвоения теоретических знаний, уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы, качество выполнения самостоятельной работы, учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине).

При проведении промежуточной аттестации оценивается достижение студентом запланированных по дисциплине результатов обучения, обеспечивающих результаты освоения образовательной программы в целом. Оценка экзамене выставляется с учетом оценок, полученных при прохождении текущей аттестации.

4. Критерии оценивания

Критерии оценивания устного ответа

(оценочные средства: *собеседование, устное сообщение*)

5 баллов - ответ показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа; умение приводить примеры современных проблем изучаемой области.

4 балла - ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна - две неточности в ответе.

3 балла – ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа; неумение привести пример развития ситуации, провести связь с другими аспектами изучаемой области.

2 балла – ответ, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа; незнание современной проблематики изучаемой области.

Критерии оценивания письменной работы

(оценочные средства: *реферат, конспект, контрольная работа, расчетно-графическая работа, доклад (сообщение), в том числе выполненный в форме презентации, творческое задание*).

5 баллов - студент выразил своё мнение по сформулированной проблеме, аргументировал его, точно определив ее содержание и составляющие. Проблема раскрыта полностью, выводы обоснованы. Приведены данные отечественной и зарубежной литературы, статистические сведения, информация нормативно-правового характера. Студент владеет навыком самостоятельной работы по заданной теме; методами и приемами анализа теоретических и/или практических аспектов изучаемой области. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет; графически работа оформлена правильно.

4 балла - работа характеризуется смысловой цельностью, связностью и последовательностью изложения; допущено не более 1 ошибки при объяснении смысла или содержания проблемы. Проблема раскрыта. Не все выводы сделаны и/или обоснованы. Для аргументации приводятся данные отечественных и зарубежных авторов. Продемонстрированы исследовательские умения и навыки. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет. Допущены одна-две ошибки в оформлении работы.

3 балла – студент проводит достаточно самостоятельный анализ основных этапов и смысловых составляющих проблемы; понимает базовые основы и теоретическое обоснование выбранной темы. Проблема раскрыта не полностью. Выводы не сделаны и/или выводы не обоснованы. Проведен анализ проблемы без привлечения дополнительной литературы. Допущено не более 2 ошибок в смысле или содержании проблемы, оформлении работы.

2 балла - работа представляет собой пересказанный или полностью переписанный исходный текст без каких бы то ни было комментариев, анализа. Не раскрыта структура и теоретическая составляющая темы. Проблема не раскрыта. Выводы отсутствуют. Допущено три или более трех ошибок в смысловом содержании раскрываемой проблемы, в оформлении работы.

Критерии оценивания тестового задания

Оценка	<i>Отлично</i>	<i>Хорошо</i>	<i>Удовлетворительно</i>	<i>Неудовлетворительно</i>
Количество правильных ответов	91 % и $\geq$	от 81% до 90,9 %	не менее 70%	менее 70%

Критерии оценки лабораторных работ

Оценка «отлично» - работа выполнена в полном объеме и без замечаний.

Оценка «хорошо» - работа выполнена правильно с учетом 2-3 несущественных ошибок, исправленных самостоятельно по требованию преподавателя.

Оценка «удовлетворительно» - работа выполнена правильно не менее чем на половину или допущено 1-2 существенных ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» - допущены три (и более) существенные ошибки в ходе работы, которые студент не может исправить даже по требованию преподавателя или работа не выполнена.

Во всех случаях оценка снижается, если студент не соблюдает требования к оформлению письменных работ, выполняемых студентами филиала ВВГУ в г. Находке.

Критерии оценки решения задач

Оценка «отлично» - работа выполнена в полном объеме и без замечаний.

Оценка «хорошо» - работа выполнена правильно с учетом 2-3 несущественных ошибок, исправленных самостоятельно по требованию преподавателя.

Оценка «удовлетворительно» - работа выполнена правильно не менее чем на половину или допущено 1-2 существенных ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» - допущены три (и более) существенные ошибки в ходе работы, которые студент не может исправить даже по требованию преподавателя или работа не выполнена.

Критерии оценки контрольной работы

Оценка «отлично» - работа выполнена в полном объеме и без замечаний.

Оценка «хорошо» - работа выполнена правильно с учетом 2-3 несущественных ошибок, исправленных самостоятельно по требованию преподавателя.

Оценка «удовлетворительно» - работа выполнена правильно не менее чем на половину или допущено 1-2 существенных ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» - допущены три (и более) существенные ошибки в ходе работы, которые студент не может исправить даже по требованию преподавателя или работа не выполнена.

Критерии выставления оценки студенту на зачете/ экзамене

(оценочные средства: устный опрос в форме ответов на вопросы билетов, устный опрос в форме собеседования, выполнение письменных разноуровневых задач и заданий, комплексная расчетно-графическая работа, творческое задание, кейс-задача, портфолио, проект и т.п.)

Оценка по промежуточной аттестации	Характеристика качества сформированности компетенций
«зачтено» / «отлично»	Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций на продвинутом уровне: обнаруживает всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.
«зачтено» / «хорошо»	Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций на базовом уровне: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
«зачтено» / «удовлетворительно»	Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций на пороговом уровне: имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, в ходе контрольных мероприятий допускаются значительные ошибки, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ, при оперировании знаниями и умениями

	при их переносе на новые ситуации.
«не зачтено» / «неудовлетворительно»	Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций на уровне ниже порогового: выявляется полное или практически полное отсутствие знаний значительной части программного материала, студент допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы, умения и навыки не сформированы.

5. Примеры оценочных средств для проведения текущей аттестации

5.1 Вопросы для устного/письменного опроса

1. Сформулируйте понятие и опишите, что подразумевают под «химико-технологическим процессом».
2. Представление об обратимых химических реакциях.
3. Законы смещения равновесия. Принцип Ле Шателье.
4. Атомно-молекулярное учение. Основные положения квантовой механики.
5. Основные типы химической связи в молекулах: ковалентная, ионная, металлическая. Межмолекулярные взаимодействия. Водородная связь.
6. Агрегатные состояния вещества – газообразное, жидкое, кристаллическое – общая характеристика свойств веществ.
7. Фазовые состояния вещества – аморфное, кристаллическое
8. Дайте характеристику гомогенных химических процессов.
9. Общая характеристика и механизм гетерогенных процессов.
10. Общая характеристика и кинетика гетерогенных некаталитических процессов в системе газ – жидкость. Абсорбция. Десорбция. Равновесие в системе Г – Ж.

5.2 Примеры тестовых заданий

Задания с выбором одного правильного ответа

1. К кислым солям относится:

1. оксонитрат натрия
2. гидрокарбонат натрия
3. гидроксохлорид меди (II)
4. перманганат калия

2. Наибольшей относительной молекулярной массой обладает

1. CaBr_2
2. CaC_{12}
3. CaH
4. CaP_2

3. Массовая доля (%) кислорода в кремниевой кислоте

1. 54,2
2. 61,5
3. 63,0;
4. 78,2

Задания на установление соответствия

4. Установите соответствие между понятиями и их определениями.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

1. вещество	А) совокупность атомов, имеющих одинаковый заряд ядра
2. химический элемент	Б) способность атомов элементов образовывать химические связи с атомами других элементов
3. молекула	В) то, из чего состоят физические тела

4. атом	Г) наименьшая частица вещества, обладающая его основными химическими свойствами
5. валентность	Д) мельчайшая химически неделимая частица химического элемента
	Е) сумма атомных масс всех атомов, входящих в данную молекулу

5. Установите соответствие между названием вещества и его формулой.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

1. метан	А) C_2H_4
2. этилен	Б) CH_4
3. ацетилен	В) C_2H_6
4. бензол	Г) C_2H_2 Д) C_6H_6

6. Установите соответствие между законом химии и его формулировкой.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ЗАКОНЫ ХИМИИ	ФОРМУЛИРОВКИ ЗАКОНОВ
1. периодический закон	А) Масса веществ, вступивших в реакцию, равна массе веществ, образующихся в результате реакции
2. закон сохранения массы веществ	Б) Свойства химических веществ находятся в периодической зависимости от заряда их атомных ядер
3. закон постоянства состава	В) При постоянной температуре скорость химической реакции прямо пропорциональна произведению молярных концентраций реагирующих веществ
	Г) Всякое чистое вещество независимо от способа его получения всегда имеет постоянный качественный и количественный состав

Задания открытого типа (открытый ответ, без выбора вариантов)

7. Объясните, как изменится скорость химической реакции при увеличении концентрации фтора в системе, процесс в которой описывается уравнением $\text{FeCl}_2 + \text{F}_2 \uparrow = \text{FeF}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow$.

8. Дайте название веществу $\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ по международной номенклатуре.

C_2H_5

5.3 Варианты задач:

Задача 1. Сколько тонн оксида кальция можно получить из 500 т известняка, содержащего 0,2 мас. д., или 20%, примесей?

Задача 2. Массовая доля азота в каменном угле составляет 1,7%. В процессе коксования 1 тонны угля было получено 4,5 кг аммиака. Рассчитайте степень превращения азота в аммиак.

Задача 3. Из 140 т жженой извести получили 182 т гашеной извести. Сколько процентов или массовых долей это составляет по сравнению с теоретическим выходом?

Задача 4. Определите годовую производительность колонны синтеза аммиака в расчёте на 100 %-ный аммиак, если каждый час (на новых установках) вырабатывается 30 т 99 %-ного аммиака.

Задача 5. Рассчитать объём реактора для ежедневного производства 50 т этилацетата из уксусной кислоты. Исходные данные: время $\tau = 7270$ с, плотность реагирующей смеси постоянна $\rho = 120,56$ кг/м³.

Задача 6. Рассчитайте выход этанола, если на получение 1 тонны этилового спирта было затрачено 0,69 тонн этилена.

Задача 7. В колонну для окисления твёрдого парафина загружают 40 тонн парафина, который занимает 75% объёма колонны (высота 10 метров, диаметр 2,5 метра). Процесс окисления длится в среднем 18 часов. Рассчитайте производительность колонны и интенсивность процесса окисления парафина.

Задача 8. Какая масса алюминия может быть получена (в кг) из боксита массой 1 т с массовой долей Al_2O_3 0,60, если практический выход составляет 98 % от теоретически возможного.

6. Примеры оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

6.1 Вопросы для промежуточной аттестации

1. Классификация химических реакций, используемых в химической технологии.
2. Общие понятия стехиометрии химических реакций.
3. Количественные характеристики химического процесса: конверсия, селективность, выход продукта.
4. Материальный баланс химического процесса.
5. Химическая технология, классификация процессов.
6. Отрасли химической технологии, энергетическая база химических производств.
7. Неорганические и органические химические технологии, их характеристика.
8. Химико-технологические системы: структура.
9. Химико-технологические системы: элементы.
10. Химико-технологические системы: исследование.
11. Критерии выбора химической технологии для производства.
12. Стандартные функции состояния систем.
13. Определение направления протекания реакций при стандартных и реальных

условиях.

14. Скорость химических процессов, зависимость от внешних условий.
15. Определение порядка реакции.

Ключи к оценочным средствам по дисциплине «Теоретические основы химической технологии»

5.1 Ответы на вопросы для устного/письменного опроса

1. Сформулируйте понятие и опишите, что подразумевают под «химико-технологическим процессом».

Химико-технологический процесс (ХТП) — процесс получения целевого продукта начиная с этапа подготовки сырья и заканчивая выделением этого целевого продукта заданного количества и качества.

2. Представление об обратимых химических реакциях.

Из исходных веществ образуются продукты реакции, а образовавшиеся продукты реагируют между собой и опять превращаются в исходные вещества. Такие реакции называют обратимыми. Обратимыми называются реакции, которые в одних и тех же условиях протекают в противоположных направлениях.

3. Законы смещения равновесия. Принцип Ле Шателье.

Принцип Ле Шателье — Брауна (1884 г.) — если на систему, находящуюся в устойчивом равновесии, воздействовать извне, изменяя какое-либо из условий равновесия (температура, давление, концентрация, внешнее электромагнитное поле), то в системе усиливаются процессы, направленные в сторону противодействия изменениям.

4. Атомно-молекулярное учение.

Основные положения

Все вещества состоят из атомов. Атомы одного химического вещества (химический элемент) обладают одинаковыми свойствами, но отличаются от атомов другого вещества. При взаимодействии атомов образуются молекулы (гомоядерные — простые вещества, гетероядерные — сложные вещества).

5. Основные типы химической связи в молекулах: ковалентная, ионная, металлическая. Межмолекулярные взаимодействия. Водородная связь.

Химическая связь - это совокупность сил электростатического притяжения и отталкивания, создающее динамически устойчивую систему из двух и более атомов. Основным принципом образования молекул из атомов — это стремление к минимальной энергии и к максимальной устойчивости (пример: $\text{H}(\text{г}) + \text{H}(\text{г}) = \text{H}_2(\text{г}) + 435 \text{ кДж/моль энергии}$).

Виды химической связи:

Ковалентная связь — связь атомов за счет обществления электронной пары с антипараллельными спинами. Ковалентная неполярная связь возникает между неметаллами, разность электроотрицательности между которыми невелика: $0 < \text{Э.О.} < 0,4$ (пример: PH_3 ; $\text{Э.О.}(\text{P})=2,1$; $\text{Э.О.}(\text{H})=2,2$; $\Delta \text{Э.О.}=0,1$). Соответственно ковалентная полярная связь возникает между элементами с большей электроотрицательностью: $0,4 < \text{Э.О.} < 2$ (пример: HCl $\text{Э.О.}(\text{H})=2,2$; $\text{Э.О.}(\text{Cl})=3,1$; $\text{Э.О.}=0,9$).

Ионная связь — это связь между ионами, т.е. связь между атомами. Обусловлена электростатическим взаимодействием противоположно заряженных ионов. Рассматривается как отдельный случай ковалентной полярной связи. Для ионной связи $\text{Э.О.} > 2$ (пример: NaCl $\text{Э.О.}(\text{Na})=0,9$; $\text{Э.О.}(\text{Cl})=3,1$; $\text{Э.О.}=2,2$).

Водородная связь — связь, обусловленная положительно поляризованным водородом в молекуле и электроотрицательным атомом другой или той же молекулы.

Металлическая связь — связь, обусловленная электростатическим взаимодействием между обобществленными делокализованными валентными электронами и положительно заряженными катионами в узлах кристаллической решетки.

Основные характеристики ковалентной связи:

Энергия химической связи ($E_{\text{хс}}$) – определяет прочность связи. Данная энергия необходима для превращения одного моля газообразного (молекулярного) вещества в отдельные газообразные атомы. Энергия ковалентной связи имеет порядок 10-1000 кДж/моль.

Длина химической связи ($L_{\text{хс}}$) – расстояние между ядрами химически связанных атомов. Чем короче длина химической связи, тем связь прочнее. Длина химической связи имеет порядок 0,1-0,3 нм.

Полярность химической связи – неравномерное распределение электронной плотности между атомами в молекуле из-за разной электроотрицательности. В неполярных молекулах центры тяжести положительных и отрицательных зарядов совпадают. Полярные молекулы являются диполями.

Поляризуемость – способность электронной плотности становится полярной в результате действия на молекулу внешнего электрического поля – в частности поля других молекул, вступающих в реакцию.

Направленность – определенное направление химической связи, которое возникает в результате перекрывания электронных облаков. Направленность определяется строением молекулы.

Механизм возникновения ковалентной связи:

Обменный – механизм возникновения ковалентной связи путем обобществления неспаренных электронов других атомов.

Донорно-акцепторный – механизм возникновения ковалентной связи, при котором один атом, имеющий неподеленную электронную пару (донор), предоставляет ее свободную орбиталь другому атому (акцептор).

К межмолекулярным взаимодействиям относятся: ориентационные – диполь-диполь; индукционные – диполь-не диполь и дисперсионные – за счет микродиполей.

6. Агрегатные состояния вещества – газообразное, жидкое, кристаллическое – общая характеристика свойств веществ.

Агрегатное состояние вещества - это физическое состояние материи, характеризующееся определенными сочетаниями температуры и давления. Основные агрегатные состояния включают:

Твердое (лед)

Жидкое (вода)

Газообразное (пар)

Плазма (солнечная корона)

Изменение состояния сопровождается изменением энергии и других физических величин.

Твердое состояние.

В этом состоянии тело сохраняет форму и объем. Расстояние между молекулами, приблизительно равно размеру самих молекул, которые, в свою очередь, расположены очень структурированно.

Такая структура называется кристаллической решеткой — из-за четкой структуры молекулам сложно двигаться, и они просто колеблются около своих положений равновесия.

Жидкое состояние

В этом состоянии сохраняется объем, но не сохраняется форма. Например, если перелить молоко из кувшина в стакан, то молоко, имевшее форму кувшина, примет форму стакана. Кстати, в корове у молока тоже была другая форма.

Расстояние между молекулами в жидком состоянии чуть больше, чем в твердом, но все равно невелико. При этом частицы не собраны в кристаллическую решетку, а

расположены хаотично. Молекулы почти не двигаются, но при нагревании жидкости делают это более охотно.

Газообразное состояние

В жизни мы встречаем газообразное состояние вещества, когда чувствуем запахи. Запах очень легко распространяется, потому что газ не имеет ни формы, ни объема (он занимает весь предоставленный ему объем), состоит из хаотично движущихся молекул, расстояние между которыми больше, чем размеры молекул.

Фазовые переходы: изменение агрегатных состояний вещества

При изменении внешних условий (например, если внутренняя энергия тела увеличивается или уменьшается в результате нагревания или охлаждения) могут происходить фазовые переходы — изменения агрегатных состояний вещества.

Фазовые переходы интересны тем, что все живое на Земле существует лишь благодаря тому, что вода умеет превращаться в лед или пар. С кристаллизацией, плавлением, парообразованием и конденсацией связаны многие процессы металлургии и микроэлектроники.

Переход из твердого состояния в жидкое — плавление;

Переход из жидкого состояния в твердое — кристаллизация;

Переход из газообразного состояния в жидкое — конденсация;

Переход из жидкого состояния в газообразное — парообразование;

Переход из твердого состояния в газообразное, минуя жидкое — сублимация;

Переход из газообразного состояния в твердое, минуя жидкое — десублимация.

График фазовых переходов

Если взять процесс превращения льда в воду, воды — в пар, и обратные действия, то мы получим очень информативный график.

7. Фазовые состояния вещества – аморфное, кристаллическое

Кристаллические фазы характеризуются дальним порядком в расположении атомов или молекул, образующих фазу, жидкие фазы — ближним порядком, а газообразные — отсутствием порядка в расположении атомов и молекул. Для аморфного полимера различают три физических состояния — стеклообразное, высокоэластическое и вязкотекучее.

8. Дайте характеристику гомогенных химических процессов.

Реагенты и продукты находятся в одной фазе: как правило, жидкой или газообразной. Гомогенный процесс — это взаимодействие веществ, находящихся в одинаковой фазе (твёрдое вещество, жидкость, газ). Такие процессы отличаются однородностью, одинаковым химическим составом и равномерностью изменений во всём объёме вещества.

9. Общая характеристика и механизм гетерогенных процессов.

Гетерогенные процессы - это процессы, протекающие на поверхности границы раздела фаз. К ним относятся все реакции гетерогенного катализа. Гетерогенные химические реакции - сложные физико-химические процессы, протекающие через несколько последовательных стадий.

Во всяком гетерогенном химическом процессе можно выделить следующие стадии:

-Диффузия реагентов к реакционной зоне, находящейся на поверхности раздела фаз.

-Активированная адсорбция частиц реагентов на поверхности.

-Химическое превращение адсорбированных частиц.

-Десорбция образовавшихся продуктов реакции.

Гетерогенные химические реакции — это химические процессы с участием веществ, находящихся в разных агрегатных состояниях (фазах). Такие процессы могут происходить в точке соприкосновения газа и жидкости, жидкости и твёрдого вещества и т. д. Скорость реакции гетерогенной реакции зависит от площади поверхности более

конденсированной фазы.

10. Общая характеристика и кинетика гетерогенных некаталитических процессов в системе газ – жидкость. Абсорбция. Десорбция. Равновесие в системе Г – Ж.

Газожидкостные реакции – это гетерогенные процессы, включающие химическое взаимодействие между реагентами, один из которых находится в газовой фазе, а другой в жидкой. Жидкость может представлять собой раствор вещества, химически взаимодействующего с газообразным реагентом или газообразный реагент взаимодействует с самим растворителем.

Примеры газожидкостных реакций из технологии.

Газожидкостные реакции принято рассматривать как процессы абсорбции сопровождающиеся химическим взаимодействием. К этим химическим процессам применяются закономерности массопередачи.

Описание массопередачи между газом и жидкостью.

Растворимость газа в жидкости подчиняется закону Генри, если концентрация растворенного газа не велика, а температура и давление далеки от критических. Согласно закону Генри равновесное парциальное давление растворенного газа P_A над раствором прямо пропорционально его концентрации в жидкой фазе C_A .

В промышленных условиях взаимодействие газообразных и жидких реагентов происходит в реакторах, где на процесс абсорбции значительное влияние оказывает интенсивность перемешивания. Перемешивание газожидкостной системы ведет к увеличению и обновлению поверхности контакта фаз и тем самым способствует росту производительности реактора.

Перемешивание может осуществляться разными методами. Одним из вариантов перемешивания является применение барботажа газа через жидкость, когда пузырьки служат перемешивающими агентами. Перемешиванию жидкости способствует турбулентный характер движения потока при ее стекании по вертикальной или наклонной поверхности. Возможно, также распределение жидкости в виде капель или струи в газовом потоке.

Газы растворяются в расплавленных металлах по механизму, существенно отличающемуся от механизма растворения в воде. В воде газы растворяются в молекулярном состоянии, а в расплавленных металлах они растворяются в атомном состоянии.

5.2 Ответы на тестовые задания

№ вопроса	ответ
1	2
2	3
3	2
4	ВГБДА
5	БАГД
6	БАГ
7	УВЕЛИЧИТСЯ
8	2-этилгексан

5.3 Ответы на задачи:

Задача 1

Решение:

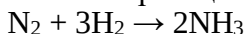
1) Находим, сколько чистого карбоната кальция содержалось в известняке: (пропорция) $500 \text{ т} - 100 \% \quad x \text{ т} - 80 \% \quad x = 500 * 80 / 100 = 400 \text{ (т)}$ 2) Находим, сколько тонн оксида кальция можно получить из 400 т карбоната кальция: $400 \text{ т} \quad x \text{ т} \quad \text{CaCO}_3 \rightarrow$

$\text{CaO} + \text{CO}_2 \quad M = 100 \quad m = 56 \text{ т} \quad \text{пропорция: } 400 \text{ т} / 100 \text{ т} = x \text{ т} / 56 \text{ т} \quad x = 400 \cdot 56 / 100 = 224 \text{ (т)}$

Задача 2.

Решение.

Запишем реакцию синтеза аммиака:



Молярные массы: $M(\text{N}_2) = 28 \text{ кг/кмоль}$; $M(\text{NH}_3) = 17 \text{ кг/кмоль}$.

В 1 тонне угля содержится $1000 \cdot 0,017 = 17 \text{ кг}$ азота.

На получение 4,5 кг аммиака было затрачено азота: $m_{\text{N}_2} = \frac{4,5 \text{ кг} \cdot 1 \text{ кмоль} \cdot 28 \text{ кг/кмоль}}{2 \text{ кмоль} \cdot 17 \text{ кг/кмоль}} =$

4 кг

Степень превращения азота: $x_{\text{N}_2} = \frac{m_{\text{прореаг.}}}{m_{\text{нач.}}} = \frac{4 \text{ кг}}{17 \text{ кг}} \cdot 100\% = 23,5\%$

Ответ: степень превращения азота равна 23,5%.

Задача 3.

Решение. $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca(OH)}_2$

$M(\text{CaO}) = 56 \text{ г/моль}$ $m(\text{CaO}) = 56 \text{ т}$ [1 $M(\text{Ca(OH)}_2) = 74 \text{ г/моль}$ $M(\text{Ca(OH)}_2) = 74 \text{ т}$ Пропорция: $56:140=74:x_1$; $x_1=10 \cdot 74/56=185$; $x_1=185 \text{ т}$ Ca(OH)_2 (теоретический выход) 2) Находим практический выход: $185 \text{ т Ca(OH)}_2 - 100\% \quad 182 \text{ т Ca(OH)}_2 - x_2$
 $185:182 = 100:x_2 \quad x_2 = 182 \cdot 100 / 185 = 98,38$; $x_2 = 98,38\%$ (практический выход) Ответ: практический выход составляет 98,38%, или 0,9838 мас. д.

Задача 4. Решение. Определяем годовую производительность колонны синтеза 99 %-ного раствора аммиака: $\Pi = 30 \cdot 24 \cdot 365 = 262800 \text{ (т/г)}$.

Рассчитываем производительность колонны на 100 %-ный аммиак:

$$\Pi_2 = \frac{262800 \cdot 99}{100} = 260170 \text{ (т/г)}.$$

Задача 5.

Решение: Определяем объемную скорость реагирующей смеси для производства 50

$$V_c = \frac{G_A}{24 \cdot \rho \cdot 3600} = \frac{50000}{24 \cdot 120,56 \cdot 3600} = 4,8 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}.$$

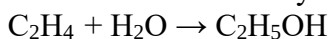
т вещества.

Определяем

объем реактора по уравнению $V_{\text{РВНД}} = V_c \cdot \tau = 4,8 \cdot 10^{-3} \cdot 7270 = 34,8 \text{ м}^3$.

Задача 6

Решение. Этанол получают при взаимодействии этилена с водой:



Молярные массы: $M(\text{C}_2\text{H}_4) = 28 \text{ кг/кмоль}$; $M(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 46 \text{ кг/кмоль}$.

Теоретически из 690 кг этилена можно получить $m_{\text{теор.}} = \frac{690 \text{ кг} \cdot 46 \text{ кг/кмоль}}{28 \text{ кг/кмоль}} = 1134 \text{ кг}$

Практический выход этанола: $\varphi = \frac{m_{\text{практ.}}}{m_{\text{теор.}}} \cdot 100\% = \frac{1000 \text{ кг}}{1134 \text{ кг}} \cdot 100\% = 88\%$

Ответ: выход этанола равен 88%.

Задача 7.

Решение. Объём окислительной колонны: $V = \frac{\pi D^2}{4} \cdot H; \quad V = \frac{3,14 \cdot 2,5^2}{4} \cdot 10 =$

49 м³

Полезный объём колонны составит $V_{\text{пол.}} = 0,75 \cdot 49 = 36,8 \text{ м}^3$.

Производительность колонны: $\Pi = \frac{40 \cdot 1000 \text{ кг}}{18 \text{ ч}} = 2222,2 \frac{\text{кг}}{\text{ч}}$

Интенсивность процесса окисления парафина:

$$I = \frac{\Pi}{V_{\text{пол.}}} = \frac{2222,5 \text{ кг/ч}}{36,8 \text{ м}^3} = 60,4 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3 \cdot \text{ч}}$$

Задача 8.

Решение

1. $\text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2 = 2\text{Al} + 3\text{H}_2\text{O}$ В боксите 1 т содержится оксида алюминия Al_2O_3 : $1000 \cdot 0,6 = 600$ кг. Al_2O_3 состоит из 3-х атомов кислорода О с атомной массой 16 г/атомэв (и 2-х атомов алюминия с атомной массой 27 г/атомэв. 1 моль молекул Al_2O_3 будет иметь массу $2 \cdot 27 + 3 \cdot 16 = 54 + 48 = 102$ г/моль. В этом 1 моле содержание алюминия $2 \cdot 27 = 54$ г/моль. Далее - пропорция: В 102 г оксида содержится 54 г алюминия

В 600 кг оксида _____ х кг алюминия,
откуда $x = 317,6$ кг.

Вычисляем практический выход: $317,6 \cdot 0,98 = 311,2$ кг

6.1 Ответы на вопросы для промежуточной аттестации

1. По механизму осуществления. Различают простые (одностадийные) и сложные (многостадийные) реакции. По молекулярности. Учитывает, сколько молекул участвует в элементарном акте реакции; различают моно-, би- и тримолекулярные реакции.

По порядку реакции. Вид кинетического уравнения (зависимости скорости реакции от концентраций реагентов) позволяет проводить классификацию по порядку реакции. Существуют реакции первого, второго, третьего, дробного порядков.

По тепловому эффекту. Реакции делят на экзотермические (сопровождаются выделением теплоты) и эндотермические (сопровождаются поглощением теплоты).

По фазовому составу. Реакции делят на гомогенные (реагенты и продукты находятся в одной фазе) и гетерогенные (реагенты и продукты находятся в разных фазах, а реакции происходят на границе раздела фаз).

По использованию катализатора. Реакции могут быть каталитическими (с участием катализатора) и некаталитическими (без участия катализатора)

2. Стехиометрия – это раздел химии, изучающий количественный состав веществ, а также качественные изменения, происходящие с этими веществами в ходе химических реакций.

Некоторые общие понятия стехиометрии химических реакций:

Закон постоянства состава вещества. Любое вещество молекулярного строения имеет постоянный количественный и качественный состав независимо от способа его получения.

Закон сохранения массы веществ. Масса всех веществ, вступивших в реакцию, равна массе веществ, образующихся в результате этой реакции.

Закон объёмных отношений. При одинаковых условиях объёмы вступающих в реакцию газов относятся друг к другу, а также к объёму образующихся газообразных продуктов как простые целые числа.

Закон Авогадро. В равных объёмах любых газов при одинаковых внешних условиях (температуре и давлении) содержится одинаковое число молекул.

3. Конверсия характеризует степень превращения сырья в целевые и побочные продукты и, в конечном счёте, количество сырья, подлежащего рециркуляции.

Селективность – доля (или процент) превращённого сырья, израсходованная на образование целевого продукта. Селективность процесса характеризует степень полезного использования сырья.

Выход продукта – количество целевого продукта, отнесённое к загрузке реактора, выраженное в% (масс.) или массовых долях. Выход, степень превращения и селективность – величины безразмерные, учитываются при составлении материального баланса процесса.

4. Материальный баланс химического процесса отражает количество масс всех

веществ, поступающих на переработку (приход), и масс всех веществ, получаемых после переработки (расход).

Различают теоретический и практический материальный баланс:

Цель материального расчёта – определение расхода сырья и вспомогательных материалов для обеспечения заданной производительности по целевому продукту.

На производстве материальный баланс составляют на основе показаний приборов по измерению расходов и данных анализа состава потоков. Обычно составляют материальные балансы для реактора, установки, цеха, завода, отрасли.

5. Процессы химической технологии в зависимости от кинетических закономерностей, характеризующих их протекание, делятся на 5 групп:

Гидродинамические процессы.

Тепловые процессы.

Массообменные (диффузионные) процессы.

Механические процессы. Химические процессы.

По способу организации процессы химической технологии делятся на:

Периодические.

Непрерывные.

В зависимости от изменения параметров во времени выделяют:

Установившиеся

Неустановившиеся

По количеству участвующих фаз различают гомо- и гетерогенные процессы, а в зависимости от числа компонентов в системе – одно- и многокомпонентные процессы.

6. Отрасли химической технологии:

Горнохимическая отрасль

Основное химическое производство.

Производство (переработка) резиновых и пластмассовых изделий.

Энергетическая база химических производств:

Электрическая энергия

Тепловая энергия

Ядерную энергию

Химическая энергия

Световая энергия

Основной источник потребляемой энергии – горючие ископаемые и их производные.

7. Неорганические химические технологии включают:

Основной неорганический синтез.

Тонкий неорганический синтез.

Ядерно-химическая технология.

Металлургия.

Технология силикатов.

Органические химические технологии включают:

Переработку нефти и газа.

Нефтехимический синтез.

Основной органический синтез.

Биотехнологию.

Тонкий органический синтез.

Высокомолекулярную технологию.

Технологию переработки растительного и животного сырья.

8. Структура химико-технологической системы (ХТС) — это способ организации и соединения отдельных элементов в единую систему.

Существует четыре основных типа структур ХТС:

Последовательное соединение операторов.

Параллельное соединение операторов.

Обводное (байпасное) соединение операторов.

Обратное соединение операторов (рецикл).

9. Элементы химико-технологической системы (ХТС)— это отдельные аппараты, в которых протекают технологические операции, необходимые для достижения цели системы.

Простейшим элементом ХТС является оператор, под которым понимают типовой процесс химической технологии и соответствующую ему технику. Оператор преобразует физические параметры входящих в него потоков в соответствующие параметры выходящих потоков.

Некоторые другие элементы ХТС:

Механические и гидромеханические элементы.

Теплообменные элементы.

Массообменные элементы.

Реакционные элементы.

Энергетические элементы.

Элементы контроля и управления.

10. Исследование химико-технологических систем (ХТС) проводится с помощью системного анализа. Это метод научного исследования процессов химической технологии, который предполагает представление процесса как сложной иерархической системы, качественный анализ её структуры, создание математической модели и изучение ХТС с помощью разработанной модели с целью нахождения оптимальных параметров и характеристик функционирования системы.

Примерная последовательность этапов исследования ХТС в рамках системного анализа:

Выделение элементов

Установление зависимостей

Выделение связей

Исследование ХТС

Для исследования ХТС используются принципы и методы различных областей науки — кибернетики, топологии, теорий информатики, игр, решений, катастроф, факторного анализа.

11. Некоторые критерии выбора химической технологии для производства:

Технологические критерии.

Технико-экономические критерии.

Эксплуатационные показатели.

Социальные критерии.

При выборе химической технологии также учитывают возможность осуществления химической реакции в промышленных условиях, аппаратное оформление процесса и подбор материалов.

12. Некоторые стандартные функции состояния систем:

Внутренняя энергия (U). Используется для описания энергетического состояния термодинамической системы.

Энтальпия (H). Функция состояния, изменение которой представляет собой тепловой эффект процесса, протекающего при постоянном давлении.

Энтропия (S). Функция состояния, характеризующая степень (меру) упорядоченности частиц в системе.

Энергия Гиббса (G). Обобщённая функция состояния термодинамической системы,

учитывающая изменение энергетики и неупорядоченности системы при постоянном давлении и температуре.

13. Для определения направления протекания реакций при стандартных условиях записывают уравнение реакции в виде равновесных полуреакций окисления и восстановления в электронно-ионной форме и находят по справочным данным значения их стандартных электродных потенциалов.

Если условия проведения реакции отличаются от равновесных, то по уравнению Нернста определяют электродные потенциалы при заданных условиях. После этого, сравнивая значения потенциалов, определяют, какой электрод в данной паре будет катодом, а какой — анодом, то есть в каком направлении при данных условиях протекают электродные реакции.

Также направление самопроизвольного протекания реакций определяют по знаку изменения свободной энергии Гиббса. Если в результате реакции свободная энергия системы убывает, то такая реакция термодинамически разрешена.

14. Согласно теории столкновений, химические реакции происходят при столкновении молекул реагирующих веществ. Поэтому скорость реакции зависит от числа столкновений и, кроме того, определяется вероятностью того, что столкновения приведут к превращению. Число столкновений определяется концентрациями реагирующих веществ, а вероятность реакции — энергией сталкивающихся молекул.

15. Порядок реакции — это сумма коэффициентов реагирующих соединений, которые участвуют в уравнении скорости реакции. Порядок реакции по данному веществу равен степени, в которой концентрация этого вещества входит в уравнение скорости реакции. Сумма показателей степеней, в которых концентрация всех исходных веществ входит в уравнение скорости реакции, равна порядку реакции в целом. Порядок реакции определяется экспериментально, его нельзя предсказать заранее.