

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.В.02.01
(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Химическая технология органических и неорганических веществ 1

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки
18.03.01 Химическая технология

направленность (профиль)

Машины и аппараты химических производств

Форма обучения: очно-заочная

Год набора: 2026

Общая трудоемкость: 2 ЗЕ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	6	Итого
Форма контроля	Зачет	
Вид занятий		
Лекции	32	32
Лабораторные	16	16
Практические	16	16
Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР	-	-
Промежуточная аттестация	0,25	0,25
Контактная работа	64,25	64,25
Самостоятельная работа	7,75	7,75
Контроль		
Итого	72	72

Рабочую программу составил(и):

Доцент, к.х.н. Цветкова И. В.

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рецензирование рабочей программы дисциплины:

☒

Отсутствует

☐

Рецензент

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки 18.03.01 Химическая технология

Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» августа 2031 г.

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры

«Химическая технология и ресурсосбережение»

(протокол заседания № 1 от «29» августа 2025 г.).

1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – вооружить студентов знаниями теоретических основ технологии неорганических веществ и практическими знаниями технологических производств продуктов основной химии и минеральных удобрений.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина относится к Блоку 1 (часть, формируемая участниками образовательных отношений).

Дисциплины, учебные курсы, на освоении которых базируется данная дисциплина (учебный курс) – «Общая и неорганическая химия»; «Общая химическая технология», «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа», «Процессы и аппараты в химической технологии и биотехнологии».

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Производственная практика (преддипломная практика)», «Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена», «Подготовка к процедуре защиты и процедура защиты ВКР».

3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ПК-2 Способен разрабатывать, реализовывать и управлять процессами в области технологии неорганических и органических веществ с применением соответствующего инструментария, цифровых технологий, а также методов моделирования	ПК-2.1. Умеет определять характер движения жидкостей и газов; основные характеристики процессов тепло- и массопередачи; рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса	Знать: механизмы основных классов органических реакций и их общие кинетические закономерности, способность образовываться продуктов реакции в данных технологических условиях.
		Уметь: обрабатывать, представлять и оценивать результаты экспериментальных исследований и работать со специализированным пакетом информационных продуктов.
		Владеть: методиками расчетов физико-химических и термодинамических параметров технологического процесса.
	ПК-2.2. Умет выбрать тип реактора и рассчитать технологические параметры для заданного процесса; определить параметры наилучшей организации процесса в химическом реакторе	Знать: технологию производства, основные целевые и побочные реакции процесса, влияние параметров процесса на выход продуктов. Уметь: вести технологический процесс, управлять параметрами процесса, осуществлять аналитический контроль за процессом.

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
		Владеть: методиками расчетов выхода продуктов, селективности процессов, оценки активности катализаторов.
ПК-3. Способен использовать научно-техническую информацию, анализировать отечественный и зарубежный опыт для оптимизации проведения химико-технологического процесса	ПК-3.1. Проводит патентный поиск в области химической технологии органических и неорганических веществ.	Знать: знать основные направления патентования в области химической технологии органических и неорганических веществ.
		Уметь: проводить патентный поиск по международной классификации в области химической технологии органических и неорганических веществ.
		Владеть: методами проведения патентного поиска в области химической технологии органических и неорганических веществ.
	ПК-3.2. Находит и критически анализирует информацию, необходимую для оптимизации проведения химико-технологического процесса.	Знать: теорию и практику проведения химико-технологического процесса в области химической технологии органических и неорганических веществ.
		Уметь: проводить информационный поиск и критически анализировать его с целью выявления основных направлений для оптимизации проведения химико-технологического процесса в области химической технологии органических и неорганических веществ.
		Владеть: информацией по основным направлениям оптимизации проведения химико-технологического процесса в области химической технологии органических и неорганических веществ.
ПК-4 Способен разрабатывать, реализовывать и управлять процессами в области технологии органических и	ПК-4.1. Оптимизирует условия проведения отдельных стадий химико-технологического процесса с целью повышения эффективности производства	Знать: механизмы основных классов органических реакций и их общие кинетические закономерности, способность образовываться продуктов реакции в данных технологических условиях.

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
неорганических веществ с применением соответствующего инструментария, цифровых технологий, а также методов моделирования.		Уметь: обрабатывать, представлять и оценивать результаты экспериментальных исследований и работать со специализированным пакетом информационных продуктов.
		Владеть: методиками расчетов физико-химических и термодинамических параметров технологического процесса.
	ПК-4.2. Разрабатывает и управлять процессами в области технологии органических и неорганических веществ с применением методов моделирования	Знать: технологию производства, основные целевые и побочные реакции процесса, влияние параметров процесса на выход продуктов.
		Уметь: вести технологический процесс, управлять параметрами процесса, осуществлять аналитический контроль за процессом.
		Владеть: методиками расчетов выхода продуктов, селективности процессов, оценки активности катализаторов.

4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 1. Общие сведения о химической технологии неорганическ их веществ	Лек1	Продукты технологии неорганических веществ, области их применения. Классификация технологических процессов с точки зрения их эффективности.	6	2	-	-	
	Пр1	Термодинамический анализ химических реакций в технологии неорганических веществ.	6	2	-	-	Решение задач
	Лек2	Характеристика и классификация сырья по происхождению, агрегатному состоянию, химическому составу. Возобновляемые и не возобновляемые источники сырья. Добыча природного сырья, его очистка. Размещение химических производств в зависимости от места добычи сырья	6	2	-	-	
	Лаб1	Определение воды в сыпучем материале	6	4	-	-	Отчет о лабораторной работе
Модуль 2. Производство технологичес ких газов и аммиака	Лек3	Основные промышленные и синтез-газы в технологии неорганических веществ, их свойства; методы получения технологических газов; получение азота, кислорода и редких газов из воздуха методом глубокого охлаждения.	6	2	-	-	
	Лек4	Конверсионные способы получения азото-водородной смеси; очистка технологических газов от контактных ядов и других примесей; методы очистки и их классификация.	6	2	-	-	
	Пр2	Расчет материального и теплового балансов процесса конверсии метана.	6	2	-	-	Контрольные задачи
	Лек5	Физико-химические основы процесса; стадии производства, выбор и обоснование оптимальных условий синтеза аммиака; катализаторы синтеза аммиака.	6	2	-	-	

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 3. Производство неорганическ их кислот		Энерготехнологические и ресурсосберегающие схемы производства аммиака, особенности их эксплуатации; колонны синтеза, оптимальный температурный режим в зоне катализа, особенности конструкций					
	Пр3	Расчетные задачи по технологии неорганических веществ связанного азота.	6	2	-	-	Решение задач
	Пр4	Тесты по технологии связанного азота.	6	2	-	-	Тесты
	Лек6	Технология азотной кислоты: разбавленная азотная кислота; физико-химические основы производства азотной кислоты. Катализаторы окисления аммиака	6	2	-	-	
	Лек7	Современные крупнотоннажные производства (схема АК-72М); концентрированная азотная кислота.	6	2	-	-	
	Пр5	Расчеты по технологии азотной кислоты	6	2	-	-	Решение задач
	Лаб2	Определение концентрации кислоты по ее плотности и приготовление растворов кислоты заданной плотности	6	4	-	-	Отчет о лабораторной работе
	Лек8	Технология серной кислоты: значение серной кислоты в народном хозяйстве; сырье для получения серной кислоты; производство сернистого газа; очистка и сушка газа, поступающего в контактное отделение; физико- химические основы контактного окисления диоксида серы, катализаторы процесса.	6	2	-	-	
	Пр6	Расчетные задачи по технологии серной кислоты.	6	2	-	-	
	Лек9	Промышленные схемы контактного узла; абсорбция серного ангидрида; промышленные схемы производства серной кислоты; экологические проблемы – способы очистки отходящих газов.	6	2	-	-	

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Пр7	Контрольное задание по и технологии серной кислоты	6	2	-	-	Контрольные задачи
	Лек10	Фосфоросодержащее сырье и методы его переработки. Получение фосфора и термической фосфорной кислот.	6	2	-	-	
	Лек11	Получение экстракционной фосфорной кислоты, химизм процесса; технологическая схема производства ЭФК.	6	2	-	-	
	Пр8	Расчетные задачи по технологии экстракционной фосфорной кислоты.	6	2	-	-	Решение задач
	Лек12	Производство соляной кислоты.	6	2	-	-	
Модуль 4. Производство щелочей, соды и солей.	Лек13	Производство каустической соды, хлора и водорода	6	2	-	-	
	Лаб3	Получение гидроксида натрия каустификацией содового раствора.	6	4	-	-	Отчет по лабораторной работе
Модуль 5. Технология минеральных удобрений	Лек14	Минеральные удобрения в народном хозяйстве. Агротехническое значение, классификация минеральных удобрений. Аммиачная селитра, свойства, технология получения, производство	6	2	-	-	
	Лек15	Карбамид, свойства, технология получения, производство. Фосфатное сырье и методы переработки. Фосфоритная мука. Термические фосфаты.	6	2	-	-	
	Лек16	Катализаторы в неорганическом синтезе. Способы получения катализаторов	6	2	-	-	
	Лаб4	Распознавание минеральных удобрений по внешнему виду и простым качественным реакциям	6	4	-	-	Отчет по лабораторной работе

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	СР	Подготовка к лабораторным и практическим занятиям. Изучение теоретического материала, Подготовка к зачету	6	7,75	-	-	
	ПА	Зачет.	6	0,25	-	-	Вопросы к зачету №№ 1-50
Итого:				72			

5. Образовательные технологии

При реализации дисциплины используется технология традиционного обучения, в данном случае основанная на следующих формах обучения: лекции, практические и лабораторные занятия, самостоятельная работа. На лекциях и практических занятиях в основном используются наглядные и словесные методы обучения, а на лабораторных занятиях - практические методы работы в химической лаборатории.

6. Методические указания по освоению дисциплины

Дисциплина рассчитана на два семестра. В шестом семестре план предусматривает лекции два раза в неделю, выполнение четырёх лабораторных работ и 8 практических работ. Изучение курса заканчивается зачетом.

В седьмом семестре план предусматривает лекции два раза в неделю, выполнение четырех лабораторных работ и 16 практических работ. Предусмотрена разработка курсовой работы. Изучение курса заканчивается экзаменом.

Тематическое содержание дисциплины (учебного курса)

Раздел, модуль	Подраздел, тема
Модуль 1. Общие сведения о химической технологии неорганических веществ	Продукты технологии неорганических веществ, области их применения. Классификация технологических процессов с точки зрения их эффективности. Характеристика и классификация сырья по происхождению, агрегатному состоянию, химическому составу. Возобновляемые и не возобновляемые источники сырья. Добыча природного сырья, его очистка. Размещение химических производств в зависимости от места добычи сырья
Модуль 2. Производство технологических газов и аммиака	Основные промышленные и синтез-газы в технологии неорганических веществ, их свойства; методы получения технологических газов; получение азота, кислорода и редких газов из воздуха методом глубокого охлаждения. Конверсионные способы получения азото-водородной смеси; очистка технологических газов от контактных ядов и других примесей; методы очистки и их классификация. Физико-химические основы процесса; стадии производства, выбор и обоснование оптимальных условий синтеза аммиака; катализаторы синтеза аммиака. Энерготехнологические и ресурсосберегающие схемы производства аммиака, особенности их эксплуатации; колонны синтеза, оптимальный температурный режим в зоне катализа, особенности конструкций

Раздел, модуль	Подраздел, тема
Модуль 3. Производство неорганических кислот	Технология азотной кислоты: разбавленная азотная кислота; физико-химические основы производства азотной кислоты. Катализаторы окисления аммиака. Современные крупнотоннажные производства (схема АК- 72М); концентрированная азотная кислота. Технология серной кислоты: значение серной кислоты в народном хозяйстве; сырье для получения серной кислоты; производство сернистого газа; очистка и сушка газа, поступающего в контактное отделение; физико-химические основы контактного окисления диоксида серы, катализаторы процесса. Промышленные схемы контактного узла; абсорбция серного ангидрида; промышленные схемы производства серной кислоты; экологические проблемы – способы очистки отходящих газов. Фосфоросодержащее сырье и методы его переработки. Получение фосфора и термической фосфорной кислот. Получение экстракционной фосфорной кислоты, химизм процесса; технологическая схема производства ЭФК. Производство соляной кислоты.
Модуль 4. Производство щелочей, соды и солей.	Неорганические щелочи и их применение в других отраслях промышленности. Способы и основные стадии производства кальцинированной соды. Аммиачный способ производства и пути его интенсификации. Принципиальная схема производства кальцинированной соды. Производство хлора и водорода. Производство извести и диоксида углерода.
Модуль 5. Технология минеральных удобрений	Агротехническое значение минеральных удобрений; ассортимент и классификация минеральных удобрений. Азотные удобрения: аммиачная селитра, химизм и основные стадии производства; технологическая схема с использованием тепла реакции нейтрализации. Карбамид, оптимальные условия производства, основные стадии производства; методы утилизации газов дистилляции; технологическая схема с полным жидкостным рециклом. Фосфорные удобрения. Фосфоритная мука. Простой и двойной суперфосфаты, методы их производства; технологические схемы получения и грануляции суперфосфатов.

7. Оценочные средства

7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
6	ПК-2, ПК-3, ПК-4	Решение задач Тесты Вопросы к зачету №.1-51

7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

7.2.1. Расчетные задачи на практических занятиях (наименование оценочного средства)

Типовые примеры заданий

Химическая технология органических и неорганических веществ 2

Тема Термодинамический анализ химических реакций в технологии неорганических веществ

Вариант 1

Задание 1. Рассчитайте стандартную энтальпию и стандартную энтропию химической реакции. Определите в каком направлении при 298 °K (прямом или обратном) будет протекать реакция. Рассчитайте температуру, при которой равновероятны оба направления реакции.

Задание 2. Вычислите энергию Гиббса и определите возможность протекания реакции при температурах 600 и 3450 К. Вариант 2

Задание 1. Рассчитайте стандартную энтальпию и стандартную энтропию химической реакции. Определите в каком направлении при 298 °K (прямом или обратном) будет протекать реакция. Рассчитайте температуру, при которой равновероятны оба направления реакции.

Задание 2. Вычислите энергию Гиббса и определите возможность протекания реакции при температурах 600 и 3450 К.

Вариант 3

Задание 1. Рассчитайте стандартную энтальпию и стандартную энтропию химической реакции. Определите в каком направлении при 298 °K (прямом или обратном) будет протекать реакция. Рассчитайте температуру, при которой равновероятны оба направления реакции.



Задание 2. Вычислите энергию Гиббса и определите возможность протекания реакции при температурах 600 и 3450 К.

$3\text{Cu}_{(\text{тв})} + 8\text{HNO}_{3(\text{ж})} = 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_{2(\text{тв})} + 2\text{NO}_{(\text{г})} + 4\text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})}$ **Тема** Технологии неорганических веществ связанного азота.

Вариант 1

Задание 1. Определите концентрацию аммиака на входе в контактный аппарат, если уменьшение объема в результате реакции составляет 0,9. Концентрация аммиака на выходе составляет 16% (по объему).

Вариант 2

Задание 1. Рассчитайте состав синтез-газа на выходе из колонны синтеза аммиака, если концентрация аммиака на входе в колонну 2% (по объему). Расчет вести на 100 кмоль газа. Уменьшение объема вследствие реакции $\Delta V = 0,89$.

Вариант 3

Задание 1. Выразите состав эквимолекулярной смеси азота и водорода: а) моль/л; б) в процентах по массе; в) в процентах по объему.

Тема Технология азотной кислоты

Вариант 1

Задание 1. На производство азотной кислоты подается $1,18 \cdot 10^4$ кг аммиака, $3,63 \cdot 10^4$ кг кислорода, $11,30 \cdot 10^4$ кг азота в час. Определите состав аммиачно-воздушной смеси в процентах (по объему).

Вариант 2

Задание 1. На окисление поступает $26\,000\text{ м}^3$ сухой аммиачно-воздушной смеси, содержащей 8% NH_3 (по объему). Степень превращения NH_3 в NO 0,98. Определите повышение температуры за счет реакции окисления. Энтальпия реакции окисления до NO = $-226,45\text{ кДж/моль NH}_3$. Средняя удельная теплоемкость нитрозного газа $32,34\text{ кДж/(кмоль} \cdot \text{K)}$.

Вариант 3

Задание 1. Определите температуру, развиваемую в контактном аппарате окисления аммиака, по следующим данным. В аппарат поступает 30000 м^3 аммиачно-воздушной смеси, содержащей 10% (по объему) аммиака, нагретой до 573 К ($300\text{ }^\circ\text{C}$). Степень окисления аммиака 0,96. Энтальпия реакции окисления до NO = -226450 Дж/кмоль . Средняя удельная теплоемкость газовой смеси до реакции $29,74\text{ кДж/(кмоль} \cdot \text{K)}$, после реакции $32,34\text{ кДж/(кмоль} \cdot \text{K)}$.

Тема Технология серной кислоты

Вариант 1

Задание 1. На складе имеется 18%-ный олеум. Сколько такого олеума соответствует 5 т 94%-ной кислоты? (4,5 т олеума)

Задание 2. Определите количество теплоты, выделяющееся при обжиге 1 т колчедана, содержащего 38% серы, если степень выгорания серы 0,96. $\Delta H_{\text{FeS}_2} = -3413,2\text{ кДж/моль}$. ($5226 \cdot 10^3\text{ кДж}$)

Вариант 2

Задание 1. Сколько 18%-ного олеума и оксида (VI) нужно для приготовления 1 т 24%-ного олеума? (927 кг олеума и 73 кг SO_3)

Задание 2. Сколько теплоты выделяется при конденсации 1 т серной кислоты, если $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{г}) \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4(\text{ж}) + 50,28 \text{ кДж/моль}$. (512204 кДж)

Вариант 3

Задание 1. В смеситель поступает 1000 кг олеума, содержащего 20% SO_3 (свод.) и 500 кг 90%-ной по массе H_2SO_4 . Какова концентрация полученной смеси (в %) по массе? (99,67%)

Задание 2. Определите количество теплоты, которое выделяется при поглощении парами воды 1 кг оксида серы (VI). Теплота образования H_2SO_4

Тема Технология экстракционной фосфорной кислоты

Вариант 1

Задание 1. Определить выход пульпы, количество жидкой фазы в пульпе и количество раствора разбавления при сернокислотной экстракции фосфорной кислоты из 100 кг апатитового концентрата, если массовое отношение Ж/Т пульпы равно 2,5/1, гипсовое число равно 1,6, а количество веществ, выделяющихся в газовую фазу, равно 5 кг и расход серной кислоты (в натуре) составляет 117,9 кг.

Вариант 2

Задание 1. Определить кратность циркуляции пульпы и количество серной кислоты, поступающей в последний и предпоследний экстракторы батарейной системы при сернокислотной экстракции фосфорной кислоты из апатитового концентрата, содержащего 51,5% CaO . Концентрация SO_3 в жидкой фазе последнего экстрактора 2,5% и первого экстрактора 0,5%; отношение в пульпе Ж/Т = 2,5/1, выход продукционной пульпы составляет 560 кг на 100кг апатитового концентрата.

Вариант 3

Задание 1. Определить количество раствора разбавления и циркулирующей пульпы на 1000 кг разлагаемого апатитового концентрата, содержащего 3% фтора, если расход 93%-ной H_2SO_4 равен 978,5 кг; гипсовое число 1,6; отношение в пульпе Ж/Т = 3/1; степень выделения фтора в газовую фазу 20% от количества его в сырье; кратность циркуляции пульпы равна 6 : 1, а количество испарившейся воды в экстракторе составляет 262 кг на 1000 кг апатита.

Тема Минеральные удобрения

Вариант 1

Задание 1. Определите выход аммиачной селитры, если на получение 18 700 кг нитрата аммония израсходовано 19724 л 57%-ной азотной кислоты ($\rho = 1351 \text{ кг/м}^3$).

Задание 2. Рассчитать расходные коэффициенты по сырью процесса получения сульфата аммония, если степень превращения аммиака 90%, а 70%-ная серная кислота берется с 15% избытком.

Вариант 2

Задание 1. Определите расходные коэффициенты сырья на производство 1 кг 100%-ной гранулированной аммиачной селитры, если потери азотной кислоты в процессе производства составляют 5%, а аммиака 3,8%. Азотная кислота 58%-ной концентрации.

Задание 2. К раствору, содержащему 20 г гидроксида натрия, прибавили 70 г 30 %-го раствора азотной кислоты. Какой цвет будет иметь лакмус в полученном растворе?

Вариант 3

Задание.1. Сколько воды необходимо выпарить при получении 150 т 95%-ной аммиачной селитры, если используется азотная кислота 49%-ной концентрации, аммиак 100%-ный.

Задание 2. В качестве азотных удобрений можно применять нитрат аммония NH_4NO_3 и карбамид $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$. 1 кг карбамида стоит а рублей, а 1 кг нитрата аммония – b рублей, причем $a > b$. Считая, что растения усваивают азот полно-стью, определите, при каком соотношении $a : b$ применение нитрата аммония станет более выгодным.

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если задача решена и допущены незначительные ошибки;
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если задача не решена или решена неправильно.

7.2.2. Тестирование

(наименование оценочного средства)

Типовые примеры заданий

Тема Технология связанного азота

Примеры:

1. Сырьем для получения продуктов в азотной промышленности является:

- А - природный газ, нефть, угли;
- Б - азот и водород;
- В - атмосферный воздух и природный газ;
- Г - атмосферный воздух и различные виды топлива.

2. Источниками сырья для получения синтез-газа ($\text{CO} + \text{H}_2$) являются:

- А - твердое топливо, жидкие углеводороды, природный газ;
- Б - кокс, нефть, угли;
- В - мазут, нефтя, угли;
- Г - дымовые газы, сажа;

3. Паровая конверсия природного газа протекает при температуре:

- А - 550°C ;
- Б - 1100°C ;
- В - 800°C ;
- Г - 800°C при атмосферном давлении, 1100°C при давлении 3МПа

4. Чтобы получить синтез-газ для синтеза аммиака (75% H_2 и 25% N_2) проводят:

- А - парокислородную конверсию природного газа;
- Б - парокислородвоздушную конверсию природного газа;
- В - паровую конверсию природного газа;
- Г - углекислотную конверсию природного газа.

5. Катализаторами конверсии метана служат:

- А - оксиды железа и хрома;

- Б - никелевые катализаторы на носителе;
- В - сульфиды никеля и молибдена;
- Г - железные катализаторы на носителе.

Тема Производство серной кислоты

1. Сырьем для производства серной кислоты служит:
 - А - природный газ, нефть, серосодержащие угли;
 - Б - топочные газы, природный газ, самородная сера;
 - В - железный колчедан, элементарная сера;
 - Г - железный колчедан, элементарная сера, сероводород.
2. Химическая схема производства серной кислоты из колчедана включает стадии:
 - А - обжиг колчедана, каталитическое окисление SO_2 , абсорбция SO_3 водой;
 - Б - подготовка сырья; обжиг колчедана, очистка печного газа, каталитическое окисление SO_2 , абсорбция SO_3 ;
 - В - подготовка сырья; обжиг колчедана, охлаждение печного газа, очистка печного газа, каталитическое окисление SO_2 , абсорбция SO_3 водой;
 - Г - подготовка сырья; окисление сероводорода, очистка печного газа, каталитическое окисление SO_2 , абсорбция SO_3 водой;
3. Скорость процесса обжига колчедана зависит:
 - А - от температуры, дисперсности колчедана, концентрации дисульфида в колчедане и концентрации кислорода в воздухе;
 - Б - от температуры, дисперсности колчедана, конструкции печи;
 - В - от температуры, концентрации дисульфида в колчедане и концентрации кислорода в воздухе.
 - Г - от дисперсности колчедана, конструкции печи, от температуры, дисперсности колчедана;
4. Скорость окислительного обжига определяется уравнением:
 - А - $U = k \cdot V \cdot C$;
 - Б - $U = k \cdot F \cdot C$;
 - В - $U = k \cdot (V_1 - V_2) \cdot C$;
 - Г - $U = k \cdot (F_1 - F_2) \cdot C$
5. Обжиговый газ должен быть очищен от:
 - А - углекислого газа и пыли;
 - Б - пыли, сернокислотного тумана, соединений мышьяка и селена;
 - В - углекислого газа, сероводорода, пыли, сернокислотного тумана, соединений мышьяка и селена;
 - Г - пыли и сернокислотного тумана.

Тема Производство азотных удобрений

Примеры:

1. Азотные удобрения подразделяются на:
 - А - аммиачные, аммонийные и амидные;
 - Б - селитры, аммофосы и карбамид;
 - В - аммиачные, аммонийные, нитратные и амидные.
2. Сырьем для производства аммиачных, аммонийных и амидных удобрений является:

- А - азотная кислота и её соли;
- Б - азотная, азотистая кислоты и их соли;
- В - азотные кислоты и аммиак;
- Г - аммиак.

3. К числу азотных удобрений относятся:

- А - KNO_3 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$;
- Б - KNO_3 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, NH_4NO_3 , K_2SO_4 .
- В - $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, NH_4OH , NH_4NO_3 , $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$, $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$, $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$;

4. Биологическая роль азота заключается в том, что:

- А - азот входит в состав белков и хлорофилла;
- Б - азот необходим для органов дыхания;
- В - азот входит в состав крови;
- Г - азот входит в состав костной и мышечной тканей.

5. К амидным удобрениям относят:

- А - соединения, содержащие группу NH_2^+ ;
- Б - соединения, содержащие группу NH_4^+ ;
- В - смешанные удобрения, содержащие карбамид;
- Г - соединения, содержащие группу NH

Тема Производство фосфорных удобрений

Примеры

1. Наибольшее содержание P_2O_5 находится в

- А – фосмуке;
- Б – простом суперфосфате;
- В – двойном суперфосфате;
- Г – преципитате.

2. Для разложения фосфоритов не используется в чистом виде кислота

- А – серная;
- Б – фосфорная;
- В – соляная;
- Г – азотная.

3. Двойной суперфосфат является удобрением

- А – многокомпонентным;
- Б – простым;
- В – уравновешенным;
- Г – двойным.

4. Наиболее длительным сроком действия обладает удобрение

- А – двойной суперфосфат;
- Б - фосмука;
- В – преципитат;
- Г - простой суперфосфат

5. Термическое обогащение фосфоритов направлено на

- А- выгорания органических веществ;
- Б- удаление карбонатов;
- В – удаление карбонатов и выгорание органических веществ;
- Г – удаление фтора.

Г – NO_3^-

6. Комплексным удобрением является
А – сульфат калия;
Б – калийная селитра;
В – аммиачная селитра;
Г – хлористый калий.
7. Основным калийным удобрением является
А – сильвинит;
Б – сульфат калия;
В – карналлит;
Г – хлористый калий.

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если количество правильных ответов более 60%;
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если количество правильных ответов менее 60%.

7.2.3. Контрольные задачи по лабораторным работам

(наименование оценочного средства)

Типовые примеры заданий

Тема Определение воды в сыпучем материале

Вариант 1

Задание 1. Дан состав магнезита на влажное вещество, мас. %: SiO_2 – 0,07; Fe_2O_3 – 0,02; MgO – 40,20; CaO – 0,37; ППП – 53,10; H_2O – 6,24. Требуется пересчитать состав магнезита на сухое вещество.

Вариант 2

Задание 1. Дан состав каолина на сухое вещество, мас. %: SiO_2 – 43,95; Al_2O_3 – 39,18; Fe_2O_3 – 0,45; CaO – 1,50; MgO – 0,62; ППП – 14,30. Влажность 1%. Требуется пересчитать состав каолина на влажное вещество.

Вариант 3

Задание 1. Определить массу сырьевой смеси влажностью 19%, полученной фильтро-прессованием 5000 кг сырьевого шлама влажностью 38%.

Вариант 4

Задание 1. Известен состав фарфоровой массы на влажное вещество, мас. %: SiO_2 – 53,4; Al_2O_3 – 20,25; Fe_2O_3 – 0,65; MgO – 0,21; CaO – 0,79; $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ – 3,75; ППП – 6,5; H_2O – 14,45. Требуется пересчитать состав фарфоровой массы на сухое вещество.

Вариант 5

Задание 1. Дан состав сырьевой смеси для получения портландцементного клинкера на сухое вещество, мас. %: SiO_2 – 14,50; Al_2O_3 – 3,72; Fe_2O_3 – 2,59; CaO – 43,61; MgO – 0,72; SO_3 – 0,21; ППП– 34,65. Требуется пересчитать состав сырьевой смеси на влажное вещество ($w = 20\%$).

Тема Определение концентрации кислоты по ее плотности и приготовление растворов кислоты заданной плотности

Вариант 1

Задание 1. Сколько нужно взять купоросного масла концентрацией 96% H_2SO_4 и серной кислоты концентрацией 64% H_2SO_4 , чтобы получить 2800 кг кислоты, содержащей 92% H_2SO_4 .

Вариант 2

Задание 1. Требуется получить калийную удобрительную соль с содержанием 30% K_2O путем смешения хлористого калия с содержанием 92% KCl с сильвинитом, в котором содержится 22% KCl .

Вариант 3

Задание 1. Сколько граммов 40%-ного раствора азотной кислоты нужно прибавить к 120 г 5%-ного раствора азотной кислоты, чтобы образовался 20% раствор?

Вариант 4

Задание 1. Какова будет массовая доля азотной кислоты в растворе, если к 40 мл 96%-ного раствора HNO_3 (плотность 1,5 г/мл) прилить 30 мл 48%-ного раствора HNO_3 (плотность 1,3 г/мл)?

Вариант 5

Задание 1. Определите массу раствора Na_2CO_3 10%-й концентрации и массу сухого кристаллогидрата $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, которые нужно взять для приготовления 540 г раствора 15%-й концентрации.

Критерии оценки:

- - оценка «зачтено» выставляется студенту, если задача решена и допущены незначительные ошибки;
- - оценка «не зачтено» выставляется студенту, если задача не решена или решена неправильно.

Темы письменных работ

Письменные работы учебным планом не предусмотрены.

7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр 6

№ п/п	Вопросы к зачету
1	Характеристика и классификация химического сырья. Основные сырьевые источники в технологии неорганических веществ
2	Физико-химические основы процесса разделения воздуха. Характеристика получаемых продуктов: кислорода, азота. Их применение
3	Принципиальная технологическая схема блока разделения воздуха БР-6.
4	Физико-химические основы конверсии метана. Применяемые катализаторы. Яды
5	Двухступенчатая конверсия метана: первичный и вторичный реформинг.
6	Принципиальная технологическая схема и оптимальные условия конверсии метана
7	Физико-химические основы паро-кислородной конверсии природного газа
8	Сероочистка природного газа. Физико-химические основы процесса. Катализаторы.
9	Физико-химические основы конверсии оксида углерода
10	Конверсия оксида углерода. Различные способы конверсии. Катализаторы. Яды.
11	Двухступенчатая конверсия оксида углерода: высокотемпературная и низкотемпературная конверсия.
12	Принципиальная технологическая схема и оптимальные условия конверсии оксида углерода.
13	Очистка конвертированного газа от оксида и диоксида углерода. Способы очистки.
14	Физико-химические основы процесса абсорбции и метанирования конвертированного газа
15	Сырье в производстве аммиака. Конверсионные способы получения азотоводородной смеси
16	Синтез аммиака. Физико-химические основы процесса.
17	Катализаторы процесса синтеза аммиака. Яды
18	Принципиальная технологическая схема синтеза аммиака. Оптимальные условия процесса.
19	Аммиачно-холодильная установка в производстве аммиака
20	Физико-химические основы окисления аммиака
21	Основные катализаторы окисления аммиака
22	Производство азотной кислоты. Характеристика азотной кислоты.
23	Подготовка сырья к процессу конверсии аммиака в производстве азотной кислоты
24	Сырье для производства азотной кислоты, требования к его качеству. Применение азотной кислоты. Основные стадии производства азотной кислоты.
25	Сырье для производства серной кислоты. Основные стадии производства серной кислоты
26	Способы производства серной кислоты
27	Свойства фосфора и его соединений. Применение фосфора и фосфатов
28	Технология производства серной кислоты. Оптимальные условия процесса
29	Фосфатное сырье. Виды. Его подготовка.
30	Принципиальная технологическая схема обогащения фосфоритной руды.
31	Схема переработки фосфатного сырья в целевые продукты
32	Получение термической фосфорной кислоты.
33	Сернокислотное разложение природных фосфатов.
34	Производство экстракционной фосфорной кислоты.
35	Физико-химические основы процесса концентрирования экстракционной

	фосфорной кислоты.
36	Способы получения кальцинированной соды
37	Аммиачный способ производства кальцинированной соды.
38	Минеральные удобрения. Их классификация. Агрохимическая эффективность
39	Сравнительная характеристика азотных удобрений
40	Характеристика и области применения аммиачной селитры
41	Физико-химические основы процесса производства аммиачной селитры
42	Принципиальная технологическая схема процесса синтеза аммиачной селитры
43	Производство карбамида. Характеристика карбамида. Области применения, требования к качеству сырья.
44	Физико-химические основы процесса синтеза карбамида
45	Принципиальная технологическая схема производства карбамида
46	Основные стадии производства азотной кислоты
47	Характеристика серной кислоты и сырье для ее производства
48	Физико-химические основы процесса абсорбции в технологии серной кислоты
49	Технология производства серной кислоты контактным способом
50	Свойства фосфора и его соединений. Применение фосфора и фосфатов.
51	Энерготехнологическая схема производства аммиака с рекуперацией энергии стадий Получения синтез-газа

7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
6	Зачет (устно)	«зачтено»	Зачет считается сданным при удовлетворительном ответе на устные вопросы или на более 55% тестов.
		«не зачтено»	Не отвечает на устные вопросы преподавателя или отвечает менее чем на 55% тестов.

7.4. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Ахметов Т.Г.	Химическая технология неорганических веществ. Книга 1	Учебное пособие	2018	ЭБС «Лань»
2	Ахметов Т.Г.	Химическая технология неорганических веществ. Книга 2	Учебное пособие	2018	ЭБС «Лань»

7.5. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
3	Прокофьев В. Ю.	Основы проектирования производств неорганических веществ	Учебное пособие	2015	ЭБС «Лань»
4	Ильин А. П.	Современные проблемы химической технологии неорганических веществ	Учебное пособие	2011	ЭБС «Лань»
5	Ильин А. П.	Производство азотной кислоты	Учебное пособие	2013	ЭБС «Лань»
6	-	Технология неорганических веществ и минеральных удобрений. Курс лекций.	Курс лекций	2007	Интернет ресурс. Режим доступа: window.edu.ru > resource/064/48064

7.6. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- Теоретические основы химической технологии

Журнал публикует сообщения о новых технологических процессах в обрабатывающей промышленности с точки зрения фундаментальной науки. Статьи в журнале посвящены основам тепломассообмена, процессам разделения, межфазным явлениям, течению сыпучих материалов, биотехнологии, оптимизации, автоматизации и управлению, экономии энергии, металлов и сырья, защите окружающей среды и смежным темам. **Журнал входит в Перечень ВАК и систему РИНЦ.** Для зарегистрированных пользователей Научной электронной библиотеки (eLibrary) доступен полнотекстовый архив с 2011 года: <http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=8244>

- WebofScience [Электронный ресурс]: мультидисциплинарная реферативная база данных. – Philadelphia: ClarivateAnalytics, 2016 – Режим доступа: apps.webofknowledge.com. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.

- Scopus [Электронный ресурс]: реферативная база данных. – Netherlands: Elsevier, 2004 – Режим доступа: scopus.com. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.

- Elibrary [Электронный ресурс]: научная электронная библиотека. – Москва: НЭБ, 2000. – Режим доступа: elibrary.ru. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.

- SpringerLink [Электронный ресурс]: [база данных]. – Switzerland: SpringerNature, 1842. – Режим доступа: link.springer.com. – Загл. с экрана. – Яз. англ.

- ScienceDirect [Электронный ресурс]: коллекция электронных книг издательства Elsevier. – Netherlands: Elsevier, 2018. – Режим доступа: sciencedirect.com. – Загл. с экрана. – Яз. англ.

- ЭБС "Лань" (права принадлежат ООО «ЭБС ЛАНЬ»), договор № 318 от 22.04.2020 г. с 07.05.2020 г. по 06.05.2021 г., договор № 452 от 02.06.2020 г. с 28.07.20 г. по 27.07.2021 г. (по адресу <http://www.e.lanbook.com>) включает в себя полнотекстовые электронные версии всех книг, вышедших в издательстве, а также коллекции полнотекстовых файлов других издательств. В базе представлены не только учебные издания, но и научная литература, а также словари.

- ЭБС "IPRbooks" (права принадлежат ООО Компания "Ай Пи Ар Медиа"), [договор № 468 от 04.06.2020 г.](#) с 01.08.2020 г. по 01.08.2021 г. (по адресу <http://www.iprbookshop.ru>) - содержит учебники и учебные пособия, монографии, производственно-практические, справочные издания, а также деловую литературу для практикующих специалистов. В ЭБС включены издания за последние 5 лет по гуманитарным, социальным и экономическим наукам, по остальным отраслям знания - за последние 10 лет.

- ЭБС "ZNANIUM.COM" (права принадлежат ООО "ЗНАНИУМ"), договор № 464 от 04.06.2020 г. с 12.08.2020 г. по 11.08.2021 г. (по адресу <http://www.new.znanium.com>). В базе представлены не только учебные издания, но и научная литература, а также словари, справочники.

- ЭБС "Консультант студента" (права принадлежат ООО «Политехресурс»), договор № 603 от 20.07.2020 г. с 01.09.2020 г. по 31.08.2021 г. (по адресу <http://www.studentlibrary.ru>). Подписка на комплект «Архитектура и строительство». договор № 604 от 20.07.2020 г. с 01.10.2020 г. по 30.09.2021 г. Подписка на комплект «Энергетика».

- Научная электронная библиотека (права принадлежат ООО «РУНЭБ», договор № 1274 от 02.12.2019 г.). На платформе Научной электронной библиотеки (по адресу <http://www.elibrary.ru>) все студенты и сотрудники университета имеют доступ к 98 полнотекстовым научным журналам.

7.7. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows	Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия - бессрочно
2	Office Standard	Договор № 727 от 20.07.2016г., срок действия - бессрочно

7.8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
1	Лаборатория «Технология органических соединений». Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. (А-311)	Столы лабораторные островные физические; Столы островные химические; полки для посуды; мойки; Столы лабораторные; Столы письменные; шкаф вытяжной 1500ШВ; шкафы сушильный WS31.; баня водяная многоместная; печь муфельная; плитка электрическая; магнитная мешалка.; термостат VT8; аппарат для определения температуры вспышки; лабораторная ректификационная колонна; весы аналитические ВЛР200; весы электронные НЛ100; штативы лабораторные; табуреты лабораторные; стул; химическая посуда, доска меловая.
2	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (А-419)	Столы ученические двухместные (моноблоки), стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная (меловая), таблица Менделеева .
3	Лаборатория "Процессы и аппараты защиты окружающей среды". Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (А-409)	Столы ученические моноблоки, Столы, стулья, доска аудиторная (меловая), проектор, ноутбук, экран переносной, установка технологического комплекса, позволяющая снизить распространение аэродисперсной системы в пространстве, установка, позволяющая создать аэродинамическую тягу.

4	Лаборатория "Процессов и АХП". Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (А-118)	Лабораторные установки по изучению процесса ректификации, процесса теплопередачи (труба в трубе), лабораторная установка для измерения давления, стационарное медиа оборудование, интерактивная доска. Столы ученические, стулья ученические.
5	Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (УЛК-203)	Переносной проектор, экран, столы компьютерные, стол преподавательский, стулья, доска аудиторная (маркерная)- ПК с выходом в сеть Интернет
6	Помещение для самостоятельной работы обучающихся. (Г-401)	Столы, стулья, компьютеры.