

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

Б1.В.02.02
(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Химическая технология органических и неорганических веществ 2

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки
18.03.01 Химическая технология

направленность (профиль)

Машины и аппараты химических производств

Форма обучения: очная

Год набора: 2025

Общая трудоемкость: 4 Е

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	8	Итого
Вид занятий \ Форма контроля	Зачет с оценкой	
Лекции	32	32
Лабораторные	16	16
Практические	32	32
Руководство: КРП	-	-
Промежуточная аттестация	0,25	0,25
Контактная работа	80,25	80,25
Самостоятельная работа	63,75	63,75
Контроль		
Итого	144	144

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 2029г.

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры «Химическая технология и ресурсосбережение»

(протокол заседания № 2 от «23» сентября 2024 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 и практики на освоении которых базируется данная дисциплина (учебный курс) – «Общая и неорганическая химия», «Учебная практика (научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы))»).

Дисциплины и практики, для которых необходимы знания, умения, навыки, приобретаемые в результате изучения данной дисциплины (учебного курса) – Производственная практика (технологическая (проектно-технологическая) практика); Производственная практика (научно-исследовательская работа); «Моделирование и оптимизация процессов в химической технологии».

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. Владеет современными методами и принципами расчета процессов синтеза и очистки органических и неорганических соединений	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. Способен проводить расчет и оптимизацию реакторов и динамического оборудования в химической технологии	Знать: технологию производства, основные целевые и побочные реакции процесса, влияние параметров процесса на выход продуктов. Уметь: вести технологический процесс, управлять параметрами

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
		<p>процесса, осуществлять аналитический контроль за процессом.</p> <p>Владеть: методиками расчетов выхода продуктов, селективности процессов, оценки активности катализаторов.</p>
ПК-3. Способность планировать мероприятия, направленные на улучшение технологических показателей, качества выпускаемой продукции, сокращение потерь, снижение операционных затрат при реализации химико-технологических процессов	ПК-3.1. Способен анализировать технологические показатели протекающего химического 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-3.2. Умеет производить патентный и литературный поиск для улучшения технологического процесса	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-3.3. Владеет материаловедческими и технологическими основами физико-химических	Знать: основы материаловедения и физико-химических методов исследования процессов, материалов и наноматериалов

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
	процессов, аппаратов и механизмов	Уметь: использовать современные методы исследования и научные приборы для измерения и контроля параметров технологических процессов, структуры, свойств, эксплуатационных характеристик материалов и изделий
		Владеть: навыками использования методов моделирования при прогнозировании и оптимизации технологических процессов и свойств материалов;
ПК-4 Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания	ПК-4.1. Способен моделировать физико-химический процесс на основе заданного массива данных	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-4.2. Владеет общеинженерными знаниями по работе механизмов и аппаратов в химической технологии	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 неорганических веществ	Лек1	Продукты технологии неорганических веществ, области их применения. Классификация технологических процессов с точки зрения их эффективности	8	2	-	-	
	Пр1	Термодинамический анализ химических реакций в технологии неорганических веществ	8	4	-	-	Решение задач
	Лек2	Характеристика и классификация сырья по происхождению, агрегатному состоянию, химическому составу. Возобновляемые и невозобновляемые источники сырья. Добыча природного сырья, его очистка. Размещение химических производств в зависимости от места добычи сырья	8	2	-	-	
	Лаб1	Определение воды в сыпучем материале	8	4	-	-	Отчет о лабораторной работе
Модуль 2. Производство технологических 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	8	2	-	-	
	Лек4	Конверсионные способы получения азото-водородной смеси; очистка технологических газов от контактных ядов и других примесей; методы очистки и их классификация	8	2	-	-	
	Пр2	Расчет материального и теплового балансов процесса конверсии метана.	8	4	-	-	
	Лек5	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	8	2	-	-	
	Пр3	Расчетные задачи по технологии неорганических веществ связанного азота.	8	4	-	-	Решение задач
	Пр4	Тесты по технологии связанного азота	8	2	-	-	Тесты

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 неорганических кислот	Лек6	Технология азотной кислоты: разбавленная азотная кислота; физико-химические основы производства азотной кислоты. Катализаторы окисления аммиака	8	2	-	-	
	Лек7	Современные крупнотоннажные производства (схема АК-72М); концентрированная азотная кислота.	8	2	-	-	
	Пр5	Расчеты по технологии азотной кислоты	8	4	-	-	Решение задач
	Ла62	Определение концентрации кислоты по ее плотности и приготовление растворов кислоты заданной плотности	8	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	8	2	-	-	
	Пр6	Практическое занятие 6 Расчетные задачи по технологии серной кислоты.	8	4	-	-	Решение задач
	Лек9	Промышленные схемы контактного узла; абсорбция серного ангидрида; промышленные схемы производства серной кислоты; экологические проблемы – способы очистки отходящих газов.	8	2	-	-	
	Пр7	Тесты по и технологии серной кислоты	8	4	-	-	Тесты
	Лек10	Фосфоросодержащее сырье и методы его переработки. Получение фосфора и термической фосфорной кислот.	8	2	-	-	
	Лек11	Получение экстракционной фосфорной кислоты, химизм процесса; технологическая схема производства ЭФК.	8	2	-	-	
	Пр8	Расчетные задачи по технологии экстракционной фосфорной кислоты.	8	4	-	-	Решение задач
	Лек12	Производство соляной кислоты. каустической соды, хлора и водорода	8	2	-	-	
Модуль 4. Производство щелочей, соды и солей, минеральных	Лек13	Минеральные удобрения в народном хозяйстве. Агротехническое значение, классификация минеральных удобрений.	8	2	-	-	
	Ла63	Получение гидроксида натрия каустификацией содового раствора	8	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)
удобрений.	Лек14	Аммиачная селитра, свойства, технология получения, производство. Удобрения на основе аммиачной селитры, селитры, сульфат аммония	8	2	-	-	
	Лек15	Карбамид, свойства, технология получения, производство	8	2	-	-	
	Лек 16	Катализаторы в неорганическом синтезе Способы получения катализаторов	8	2	-	-	
	Лаб4	Распознавание минеральных удобрений по внешнему виду и простым качественным реакциям	8	4	-	-	Отчет по лабораторной работе
	СР	Подготовка к лабораторным и практическим занятиям. Изучение теоретического материала, Подготовка к зачету	8	63,75	-	-	
	ПА	Зачет.	8	0,25	-	-	Вопросы к зачету №№ 1-50
ИТОГО:				144			

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 седьмом семестре план предусматривает лекции один раз в неделю, выполнение четырёх лабораторных работ и 9 практических работ. Изучение курса заканчивается зачетом.

В восьмом семестре план предусматривает лекции один раз в неделю, выполнение двух лабораторных работ и 12 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	<p>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.</p>
Модуль 4. Производство щелочей, соды и солей, минеральных удобрений.	<p>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. 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 дистиляции; технологическая схема с полным жидкостным рециклом.</p>

7. Оценочные средства

7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
8	ПК-2, ПК-3, ПК-4	Тесты Контрольные задачи. Вопросы к зачету № №1-50 Лабораторные работы №№1-4

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 °К (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 °К (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 °К (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.

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 $\Delta U=0,89$.

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 $30\,000\text{ м}^3$ 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 $29,74\text{ кДж/(кмоль} \cdot \text{ч)}$, 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 100 кг 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.

Технология неорганических веществ -2

Тема Технология аммиачной селитры

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 полностью, определите, при каком соотношении а : b применение нитрата аммония станет более выгодным.

Тема Фосфорные удобрения

Вариант 1

Задание 1. При обработке 100 кг апатитового концентрата, содержащего 39,6 % P_2O_5 , серной кислотой получен камерный суперфосфат, содержащий 20,5% P_2O_5 . После его вызревания на складе содержание P_2O_5 составило 20,63%. Определите, сколько суперфосфата получено. Сколько воды выделилось при его вызревании?

Вариант 2

Задание 1. Составьте материальный - баланс производства простого суперфосфата из 1000 кг апатитового концентрата по следующим данным: содержание P_2O_5 в апатитовом концентрате 41,2%, концентрация серной кислоты 78%-ная. Норма моногидрата 79 масс, долей на 100 масс, долей апатита. Разложение ведут 68%-ной кислотой. Камерный суперфосфат содержит 20,4% P_2O_5 , суперфосфат (вызревший на складе) — 20,65% P_2O_5 .

Вариант 3

Задание 1. Определите коэффициент разложения сырья и выход камерного суперфосфата по следующим данным: в сырье содержится 39,4% P_2O_5 ; в суперфосфате — 20,15 P_2O_5 общ и 17,6 P_2O_5 усв.

Критерии оценки:

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

7.2.2. Тестирование

(наименование оценочного средства)

Типовые примеры заданий

Технология неорганических веществ 2

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 - $U = k \cdot V \cdot \Delta C$;

Б - $U = k \cdot F \cdot \Delta C$;

В - $U = k \cdot (V_1 - V_2) \cdot \Delta C$;

Г - $U = k \cdot (F_1 - F_2) \cdot \Delta C$

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.

Технология неорганических веществ 2

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 удобрения

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.

Тема Производство сложных удобрения

Примеры

6. Минеральные удобрения - это
А – органические удобрения;
Б – бактериальные удобрения;
В – искусственные удобрения;
Г – твердые удобрения.
7. К микроудобрениям не относятся соединения
А – меди;
Б – свинца;
В – марганца;
Г – бора.
8. В аммонийных удобрениях азот присутствует в виде
А – NH_3 ;
Б – NH_2^- ;
В – NH_4^+ ;
Г – NO_3^- .
9. Комплексным удобрением является
А – сульфат калия;

Б – калийная селитра;
В – аммиачная селитра;
Г – хлористый калий.

10. 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 Комплект отчетов по лабораторным работам

Лабораторная работа 1. Определение воды в сыпучем материале

В работе необходимо определить воду и пересчитать состав.

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 ($w = 20\%$).

Отчет по работе должен содержать:

1. Описание методики определения влажности
2. Расчет согласно задания.

Лабораторная работа 2. Определение концентрации кислоты по ее плотности и приготовление растворов кислоты заданной плотности.

Провести приготовление кислоты и определить ее плотность согласно заданию.

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.

Отчет по работе должен содержать:

1. Описание методики определения плотности
2. Расчет согласно задания.

Лабораторная работа 3. Получение гидроксида натрия каустификацией содового раствора

Отчет по работе должен содержать:

1. Описание методики получения заданного продукта.
2. Материальный баланс опыта.
3. Расчет выхода продукта.

Лабораторная работа 4. Распознавание минеральных удобрений по внешнему виду и простым качественным реакциям.

Отчет по работе должен содержать:

1. Описание применяемых методик для распознавания и качественных реакций.
2. Сравнительный анализ применяемых реакций для качественного определения.

Критерии оценки:

- «зачтено», если подготовлен отчет по лабораторной работе и в нем изложены соответствующие расчеты и даны ответы минимум на 3 вопроса из 5 по теме лабораторной работы, заданных преподавателем;

«не зачтено», если не подготовлен отчет по лабораторной работе или в нем не полностью изложены соответствующие расчеты и даны ответы менее, чем на 3 вопроса из 5 по теме лабораторной работы, заданных преподавателем.

7.2.3. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр 8

№ 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.

№ п/п	Вопросы к зачету
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
	Принципиальная технологическая схема производства карбамида
45	Основные стадии производства азотной кислоты
46	Характеристика серной кислоты и сырье для ее производства
47	Физико-химические основы процесса абсорбции в технологии серной кислоты
48	Технология производства серной кислоты контактным способом
49	Свойства фосфора и его соединений. Применение фосфора и фосфатов.
50	Энерготехнологическая схема производства аммиака с рекуперацией энергии стадий получения синтез-газа

7.2.4. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
8	Зачет с оценкой	«отлично»	Ставится в случае демонстрации студентом более 85% знаний по предмету (85 баллов при тестировании), верные ответы на 1-2 дополнительных ответов по билету
		«хорошо»	Ставится в случае демонстрации студентом 70 - 84% знаний по предмету(70-84 баллов при тестировании), верные ответы на 1-2 дополнительных ответов по билету
		«удовлетворительно»	Ставится в случае демонстрации студентом не менее 55% знаний по предмету (55 баллов при тестировании), без ответов на дополнительные ответы по билету
		«неудовлетворительно»	Ставится в случае демонстрации студентом менее 55% знаний (54 баллов при тестировании) по предмету, без ответов на дополнительные вопросы по билету

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. 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»

8.2. 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

8.3. 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.](https://www.iprbookshop.ru) 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.

8.4. 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

8.5. 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 HL100; 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.

№ 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
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