

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

Б1.В.04
(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Химия и технология неорганических веществ
(наименование дисциплины)

по направлению подготовки (специальности)
18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

направленность (профиль)/специализация

Рациональное природопользование, рециклинг и утилизация отходов

Форма обучения: заочная

Год набора: 2021

Общая трудоемкость: 5 ЗЕ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	5	Итого
Форма контроля	экзамен	
Вид занятий		
Лекции	4	4
Лабораторные	6	6
Практические	6	6
Руководство: курсовые работы	-	-
Промежуточная аттестация	0,35	0,35
Контактная работа	16,35	16,35
Самостоятельная работа	155	155
Контроль	8,65	8,65
Итого	180	180

Рабочую программу составил(и):

Доцент, к.т.н. Авдякова О.С.

(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 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» августа 2026г.

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры

«Химическая технология и ресурсосбережение»

(протокол заседания № ____ от «____» _____ 20__ 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.

Задачи:

1. Сформировать знания о продуктах технологии неорганических веществ, областей их применения.
2. Изучить сырьевые источники для получения продуктов неорганической химии.
3. Изучить общие закономерности и основные принципы переработки минерального сырья для получения неорганических веществ.
4. Изучить физико-химические основы процессов и принципиальные технологические схемы производства неорганических веществ

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 1,2,3», «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа», «Процессы и аппараты в химической технологии и биотехнологии 1».

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Процессы и аппараты в химической технологии и биотехнологии 2», «Общая химическая технология 4», «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	Индикаторы достижения компетенций	Планируемые результаты обучения
ПК-1. Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с способностью участвовать в совершенствовании технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду	ПК-1.4. Проводит контроль качества сырья, промежуточных и готовых продуктов химико-технологического процесса на соответствие технологическим требованиям	Знать: - химические свойства сырья и основных продуктов основного неорганического синтеза;
		Уметь: - использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции;
		Владеть: - техническими средствами для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции.
	ПК-1.5. Проводит	Знать: - нормы и параметры основных

	технологическое сопровождение всех этапов химико-технологического процесса получения продукции и обеспечения ее качества производства неорганических и органических веществ для решения задач профессиональной деятельности	технологических процессов получения неорганических веществ.
		Уметь: - использовать знание свойств сырья, материалов и готовой продукции для осуществления технологического процесса производства неорганических веществ;
		Владеть: - навыками ведения технологического процесса в соответствии с регламентом;
	ПК-1.1. Разрабатывает и реализует мероприятия по реконструкции и модернизации производственных мощностей с позиций энерго- и ресурсосбережения и минимизации воздействия на окружающую среду	Знать: основные закономерности протекания химических реакций и физико-химических процессов, лежащих в основе производств неорганических веществ; Уметь: разрабатывать мероприятия по снижению воздействия технологических процессов на окружающую среду; Владеть: приемами снижения воздействия химических процессов на окружающую среду.

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)
Технология неорганических веществ	Лек	Лекция № 1. Основные разделы, изучаемые в дисциплине, их взаимосвязь. Продукты химической технологии, области их применения, Общая характеристика сырьевой базы и технологических процессов его переработки.	5	2	-	2	-
	Пр	Практическое занятие 1. Расчет материального и теплового балансов.	5	2	10	2	-
	Пр	Практическое занятие 2. Расчетные задачи по технологии неорганических веществ	5	2	10	2	-
	Лаб	Лабораторная работа 1. Определение концентрации кислоты по ее плотности и приготовление растворов кислоты заданной плотности	5	2	20	2	Контрольные задачи
	Лаб	Лабораторная работа 2. Распознавание минеральных удобрений по внешнему виду и простым качественным реакциям	5	4	20	4	Отчет по лабораторной работе
	Ср	Изучение курса лекций по технологии неорганических веществ	5	159	-	-	-
	Контроль	Экзамен	5	8,65	40	-	Вопросы к экзамену № 1-42

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	ПА	Промежуточная аттестация	5	0,35	-	-	Экзамен-
Итого:				180	100		

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

В восьмом семестре план предусматривает 1 лекцию, выполнение двух лабораторных работ и 2 практических работ. Основной теоретический материал осваивается самостоятельно. Изучение курса заканчивается экзаменом.

Тематическое содержание дисциплины (учебного курса)

Раздел, модуль	Подраздел, тема
Модуль 1. Общие сведения о химической технологии неорганических веществ. Производство технологических газов и аммиака	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 невозобновляемые источники сырья. Добыча природного сырья, его очистка. Размещение химических производств в зависимости от места добычи сырья 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
Модуль 2. 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.

	<p>Промышленные схемы контактного узла; абсорбция серного ангидрида; промышленные схемы производства серной кислоты; экологические проблемы – способы очистки отходящих газов.</p> <p>Фосфоросодержащее сырье и методы его переработки.</p> <p>Получение фосфора и термической фосфорной кислот.</p> <p>Получение экстракционной фосфорной кислоты, химизм процесса; технологическая схема производства ЭФК.</p>
Модуль 3. Производство щелочей, соды и солей.	<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.</p> <p>Производство извести и диоксида углерода.</p>
Модуль 4. Технология минеральных удобрений	<p>Агротехническое значение минеральных удобрений; ассортимент и классификация минеральных удобрений.</p> <p>Азотные удобрения: аммиачная селитра, химизм и основные стадии производства; технологическая схема с использованием тепла реакции нейтрализации.</p> <p>Карбамид, оптимальные условия производства, основные стадии производства; методы утилизации газов дистилляции; технологическая схема с полным жидкостным рециклом.</p> <p>Фосфорные удобрения. Фосфоритная мука. Простой и двойной суперфосфаты, методы их производства; технологические схемы получения и грануляции суперфосфатов.</p> <p>Калийные удобрения: калийное сырье и способы его переработки; галлургический способ производства хлорида калия; комплексная переработка калийных руд.</p> <p>Комплексные (КУ) и сложные удобрения., методы производства КУ; получение КУ на основе фосфорной кислоты, производство удобрений на основе азотнокислого разложения фосфатов.</p>

7. Оценочные средства

7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
5	ПК-1	Решение задач Отчет по лабораторной работе Вопросы к экзамену № 1-42

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

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 K ($300\text{ }^\circ\text{C}$). Степень окисления

аммиака 0,96. Энтальпия реакции окисления до NO = —226450 Дж/кмоль. Средняя удельная теплоемкость газовой смеси до реакции 29,74 кДж/(кмоль·1ч), после реакции 32,34 кДж/(кмоль·К).

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. $\Delta H_{\text{FeS}_2} = -3413,2$ кДж/моль. (5226×10^3 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 SO₃)

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

Вариант 3

Задание 1. В смеситель поступает 1000 кг олеума, содержащего 20% SO₃(свод.) и 500 кг 90%-ной по массе H₂SO₄. 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 H₂SO₄
 $Q = 175,2$ кДж/моль. (1562,35 кДж/кг).

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 SO₃ 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 H₂SO₄ 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.

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

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 ($75\% \text{H}_2$ и $25\% \text{N}_2$) 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.

Тема Производство азотные удобрения

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%.

7.2.2. 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 5

№ п/п	Вопросы к экзамену
1	Характеристика и классификация химического сырья. Основные сырьевые источники в технологии неорганических веществ
2	Принципиальная технологическая схема блока разделения воздуха
3	Физико-химические основы конверсии метана.
4	Принципиальная технологическая схема двухступенчатой конверсии метана
5	Принципиальная технологическая схема сероочистки природного газа
6	Физико-химические основы конверсии оксида углерода
7	Различные способы конверсии оксида углерода.
8	Принципиальная технологическая схема двухступенчатой конверсия оксида углерода.
9	Способы очистки конвертированного газа от оксида и диоксида углерода.
10	Конверсионные способы получения азотоводородной смеси
11	Физико-химические основы процесса синтеза аммиака
12	Принципиальная технологическая схема синтеза аммиака
13	Физико-химические основы окисления аммиака
14	Физико-химические основы процесса получения азотной кислоты.
15	Основные стадии производства азотной кислоты
16	Характеристика серной кислоты и сырье для ее производства
17	Физико-химические основы процесса абсорбции в технологии серной кислоты
18	Технология производства серной кислоты контактным способом
19	Аммиачный способ производства кальцинированной соды
20	Фосфатное сырье. Виды. Его подготовка.
21	Получение фосфора электротермическим способом.
22	Получение термической фосфорной кислоты
23	Производство экстракционной фосфорной кислоты сернокислотным разложением природных фосфатов
24	Свойства фосфора и его соединений. Применение фосфора и фосфатов.
25	Энерготехнологическая схема производства аммиака с рекуперацией энергии стадий получения синтез-газа
26	Минеральные удобрения. Их классификация. Агрохимическая эффективность
27	Сравнительная характеристика азотных удобрений
28	Характеристика и области применения аммиачной селитры
29	Принципиальная технологическая схема процесса синтеза аммиачной селитры
30	Производство карбамида. Характеристика карбамида. Области применения, требования к качеству сырья.
32	Принципиальная технологическая схема производства карбамида
32	Виды фосфорных удобрений. Фосмука
33	Физико-химические основы процесса получения суперфосфата.
34	Принципиальная технологическая схема получения суперфосфата
35	Физико-химические основы получения двойного суперфосфата

№ п/п	Вопросы к экзамену
36	Сернокислотное разложение природных фосфатов
37	Принципиальная технологическая схема получения преципитата
38	Принципиальная технологическая схема получения аммофоса
39	Азотно-кислотная переработка фосфатов.
40	Производство комплексных минеральных удобрений.
41	Характеристика нитроаммофоски. Свойства сырья и сопутствующих продуктов.
42	Процесс гранулирования в производстве минеральных удобрений

7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
5	Экзамен (по накопительному рейтингу)	«отлично»	Выставляется студенту, если студент набрал 85-100 баллов по итогу изучения дисциплины в семестре.
		«хорошо»	Выставляется студенту, если студент набрал 70-84 баллов по итогу изучения дисциплины в семестре.
		«удовлетворительно»	Выставляется студенту, если студент набрал 55-69 баллов по итогу изучения дисциплины в семестре.
		«неудовлетворительно»	Выставляется студенту, если студент набрал 0-54 баллов по итогу изучения дисциплины в семестре.

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	2017	ЭБС «Лань»
2	Ахметов Т.Г.	Химическая технология неорганических веществ. Книга 2	Учебное пособие	2017	ЭБС «Лань»
3	Егоров, В. В.	Неорганическая и аналитическая химия	Учебник	2022	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	Ильин А. П.	Производство азотной кислоты	Учебное пособие	2013	ЭБС «Лань»
4	Прокофьев В. Ю.	Основы проектирования производств неорганических веществ	Учебное пособие	2015	ЭБС «Лань»
5	Ильин А. П.	Современные проблемы химической технологии неорганических веществ	Учебное пособие	2011	ЭБС «Лань»

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.](#) 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)	Стол� 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	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)	Стол� 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
3	Помещение для самостоятельной работы обучающихся (Г-401)	Стол�, стулья, компьютеры

№ 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	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 215)	Столы ученические двухместные (моноблоки), стол преподавательский, стул преподавательский , доска аудиторная (меловая).
5	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 306)	Столы ученические двухместные (моноблоки), стол преподавательский, стул преподавательский , доска аудиторная (меловая), таблица Менделеева .