Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ганеев Винер Валиахметович
Должность: Директор
Дата подписания: 02.11.2026 15:46:24
Уникальный программный ключ:
fceab25d7092f3bff743e8ad3f8d57fddc1f5e66

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий»

Бирский филиал

ФАКУЛЬТЕТ БИОЛОГИИ И ХИМИИ

УТВЕРЖДАЮ:
Декан
подписано ЭЦП Шмелев Н.А.
(подпись, инициалы, фамилия)

«26» 02 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Химия: Прикладная химия
(наименование дисциплины)

ОПОП ВО программа бакалавриата
44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)
шифр и наименование направления подготовки (специальности)

направленность (профиль, специализация)

Биология, Химия
наименование направленности (профиля, специализации)

форма обучения
очная
(очная, очно-заочная, заочная)

Бирск 2026 г.

Рабочая программа составлена на основании учебного плана основной профессиональной образовательной программы 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) профиль Биология, Химия, одобренного ученым советом Бирского филиала Уфимского университета науки и технологий (протокол №7 от 27.02.2026 г.) и утвержденного директором Бирского филиала 27.02.2026.

Зав.кафедрой кафедры биологии, экологии и химии *(наименование кафедры разработчика программы)*	*подписано ЭЦП*	Онина С.А.
Разработчик программы	*подписано ЭЦП*	Сивкова Г.А.
Руководитель образовательной программы	*подписано ЭЦП*	Матвеева А.Ю.

1. Цель дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

1.1. Цель дисциплины

Цель изучения дисциплины: формирование систематизированных знаний в области химической технологии, освоение принципов системного подхода к описанию химического производства, умений реализовывать образовательные программы в соответствии с требованиями образовательных стандартов, навыков использовать возможности образовательной среды для достижения личностных и предметных результатов обучения и обеспечения качества учебно-воспитательного процесса

1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

Таблица 1. – Результаты обучения по дисциплине

Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)		Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной
код компетенции	наименование компетенции	
ОПК-8	Способен осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний	ОПК-8.1. Демонстрирует знания научных основ педагогической деятельности, предметной области базовых дисциплин и (или) дисциплин, актуальных для освоения основных дисциплин профиля
		ОПК-8.2. Использует специальные научные знания для осуществления педагогической деятельности
		ОПК-8.3. Осуществляет педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие, осуществляет декомпозицию задачи
		УК-1.2. Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи
		УК-1.3. Рассматривает возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки

2. Структура и трудоемкость дисциплины

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 4 зачетные единицы (з.е.), 144 академических часов.

Таблица 2 – Объем дисциплины

Виды учебной работы	Всего, часов	Количество часов в семестре
Общая трудоемкость дисциплины	144	9 семестр - 144
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (всего)	70	9 семестр - 70
в том числе:		
лекции	24	9 семестр - 24
лабораторные занятия	46	9 семестр - 46
практические занятия	0	
Другие виды работ в соответствии с УП:		
контрольная работа	0.5	9 семестр - 1
консультации	1	9 семестр - 1
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	74	9 семестр - 74
Из них:		
контроль	34.8	
ФКР:		
зачет	0	
зачет с оценкой	0	
курсовая работа (проект)	0	
экзамен	1.2	9 семестр - 1

3 Содержание дисциплины

Таблица 3 – Содержание дисциплины

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Виды деятельности					Форма текущего контроля успеваемости
		Лек, час.	Лаб, час.	Эк, час.	КоР, час.	СРС, час.	
5 курс / 9 семестр							
1	Теоретические основы химического производства						
2	Основные понятия и определения Введение в предмет. Учение о химическом производстве, основные цели и задачи, решаемые химической технологией. Современные требования к химическим производствам. Показатели и принципы химического производства. Общая характеристика процессов и аппаратов в химической технологии. Расчеты в химической технологии.	2	8			4	Конспект
3	Сырье, вода и энергия в химическом производстве Виды сырья, его классификация. Подготовка химического сырья к переработке. Обогащение сырья, флотационный метод обогащения сырья.	8	12			6	Решение задач, Лабораторная работа

	Классификация промышленной воды. Роль и значение воды в химическом производстве. Водоподготовка. Виды энергии. Коэффициент использования энергии. Теплообменники.						
4	Производство неорганических веществ.						
5	Производство серной кислоты Сырье для производства серной кислоты и его подготовка. Физико-химические основы производства серной кислоты контактным и нитрозным способами. Технологическая схема производства серной кислоты Применение.	4	8			8	Решение задач, Лабораторная работа
6	Производство аммиака и азотной кислоты Синтез аммиака. Сырье и его подготовка. Физико-химические основы производства разбавленной азотной кислоты. Прямой синтез концентрированной азотной кислоты. Технологические схемы производства азотной кислоты. Применение.	4	8			8	Лабораторная работа, Решение задач
7	Производство органических веществ.						
8	Производство уксусной кислоты Основной и тонкий органический синтез. Классификация продуктов органического синтеза. Сырье и процессы органического синтеза. Сырье и физико-химические основы производства уксусной кислоты. Технологическая схема производства синтетической уксусной кислоты. Методы производства уксусной кислоты и уксусного ангидрида. Технологическая схема производства уксусного ангидрида. Применение.	2	4			4	Лабораторная работа, Решение задач
9	Производство спиртов Производство метанола: сырье. физико-химические основы, технологическая схема, применение.Физико-химические основы производства этилового спирта методом прямой гидратации этилена. Производство этанола из древесины.	4	6			7.5	Решение задач, Лабораторная работа

10	Контрольная работа				1	0.5	
11	Экзамен			1		36	
Итого по 5 курсу 9 семестру		24	46	1	1	74	
Итого по дисциплине		24	46	1	1	74	

Таблица 4 – Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Объем, час.
5 курс / 9 семестр		
1.	Современные требования к химическим производствам	2
2.	Основные принципы химической технологии	2
3.	Техно-экономические показатели в химическом производстве	4
4.	Сырье в химическом производстве	2
5.	Подготовка химического сырья к переработке	4
6.	Роль и значение воды в химическом производстве. Водоподготовка	4
7.	Энергия в химическом производстве	2
8.	Физико-химические основы производства серной кислоты контактным способом	2
9.	Производства серной кислоты нитрозным способом	2
10.	Технологические схемы производства серной кислоты	4
11.	Технология производства аммиака. Устройство и работа колонны синтеза	2
12.	Физико-химические основы производства разбавленной азотной кислоты	2
13.	Прямой синтез концентрированной азотной кислоты	2
14.	Технологические схемы производства азотной кислоты	2
15.	Сырье и физико-химические основы производства уксусной кислоты	2
16.	Технологическая схема производства синтетической уксусной кислоты	2
17.	Производство метанола	2
18.	Производство этилового спирта методом прямой гидратации этилена	2

19.	Производство этанола из древесины	2

4. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины. Баллы, выставляемые за конкретные виды деятельности представлены ниже.

Контрольные задания для проведения текущего контроля успеваемости

Контрольная работа

Контрольная работа
Вариант 1.

1. Классификация сырья. Зарисуйте схемы, опишите работу барабанного и плоского грохотов.

2. Производство серной кислоты контактным способом: сырье, его подготовка, физико-химические основы производства, применение.

3. В контактном аппарате в течении 12 часов окисляется 180 т сернистого ангидрида, степень окисления 98,5%. Определить производительность контактного аппарата в кг/ч.

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания контрольной работы

Описание методики оценивания: при оценке выполнения студентом контрольной работы максимальное внимание следует уделять следующим аспектам: насколько полно в теоретическом вопросе раскрыто содержание материала, четко и правильно даны определения, раскрыто содержание понятий; верно использованы научные термины; демонстрируются высокий уровень умения оперировать научными категориями, анализировать информацию, владение навыками практической деятельности; кейс-задание решено на высоком уровне, содержит аргументацию и пояснения.
Критерии оценки (в баллах):
- **9-10** баллов выставляется студенту, если в теоретическом вопросе полно раскрыто содержание материала; четко и правильно даны определения, раскрыто содержание понятий; верно использованы научные термины; демонстрируются высокий уровень умения оперировать научными категориями, анализировать информацию, владение навыками практической деятельности; кейс-задание решено на высоком уровне, содержит пояснения; тестовые задания решены свыше, чем на 80%; уровень знаний, умений, владений – высокий;
- **7-8** баллов выставляется студенту, если В теоретическом вопросе раскрыто основное содержание материала; в основном правильно даны определения понятий и использованы научные термины; ответ самостоятельный; определения понятий неполные, допущены незначительные нарушения в последовательности изложения; небольшие недостатки при использовании научных терминов; кейс-задание решено верно, но решение не доведено до завершающего этапа; тесты решены на 60-80%. Уровень знаний, умений, владений – средний;
- **5-6** баллов выставляется студенту, если в теоретическом вопросе усвоено основное, но непоследовательно; определения понятий недостаточно четкие; не использованы в качестве доказательства выводы и обобщения из наблюдений, практических занятий; уровень умения оперировать научными категориями, анализировать информацию, владения навыками практической деятельности невысокий, наблюдаются пробелы и неточности; в решение кейс-

задания верно выполнены некоторые этапы; тесты решены на 40-60%; уровень знаний, умений, владений – удовлетворительный;
- **менее 5** баллов выставляется студенту, если в теоретическом вопросе не изложено основное содержание учебного материала, изложение фрагментарное, не последовательное; определения понятий не четкие; не использованы в качестве доказательства выводы и обобщения из наблюдений, уровень умения оперировать научными категориями, анализировать информацию, владения навыками практической деятельности очень низкий; тесты решены менее, чем на 40 %; уровень знаний, умений, владений – недостаточный.

Решение задач

Решение задач способствует формированию умений и навыков относящихся к конкретной сфере деятельности

Задача 1

Определите массу аммиака и воздуха, необходимого для производства 1 т азотной кислоты, если степень превращения аммиака в NO составляет 97%. Степень абсорбции 92%. Концентрация аммиака в аммиачно-воздушной смеси 11,5%.

Задача 2

Сколько оксида серы (IV) можно получить из колчедана, содержащего 42% серы, перерабатываемого за сутки в печи пылевидного обжига? Интенсивность работы печи 700 кг/м^3 в сутки колчедана. Размеры печи: диаметр 3,8 м, высота 10 м.

Задача 3

Определите максимальную производительность печи пылевидного обжига по переработке колчедана, если интенсивность ее работы равна 1000 кг/ м^3 в сутки, диаметр печи 4 м, высота 10 м.

Задача 4

Определите массу огарка, удаляемого за час из печи кипящего слоя производительностью 200 т колчедана в сутки. На обжиг поступает колчедан, содержащий 41% серы (в расчете на сухой), при условии, что сера выгорает полностью.

Задача 5

Определите объем аммиака и воздуха, необходимого для производства 1 т азотной кислоты. Степень превращения аммиака в NO 97%, степень абсорбции 92%. Концентрация аммиака в аммиачно-воздушной смеси 11.5%

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания решения задач

Описание методики оценивания выполнения решения задачи: уделяется внимание выбранному алгоритму, рациональному способу решения, правильному применению формул, получению верного ответа.

Критерии оценки

5 баллов выставляется студенту, если: составлен правильный алгоритм решения задачи, в логическом рассуждении, в выборе формул и решении нет ошибок, получен верный ответ, задача решена рациональным способом.

4 баллов выставляется студенту, если: составлен правильный алгоритм решения задачи, в логическом рассуждении и решении нет существенных ошибок; правильно сделан выбор формул для решения; есть объяснение решения, но задача решена нерациональным способом или допущено не более двух несущественных ошибок, получен верный ответ.

3 баллов выставляется студенту, если: задача понята правильно, в логическом рассуждении нет существенных ошибок, но допущены существенные ошибки в выборе формул или в математических расчетах; задача решена не полностью или в общем виде.

1 баллов выставляется студенту, если: задача решена неправильно.

0 баллов выставляется студенту, если: задача не решена.

Конспект

Подготовить конспект по теме "Производство серной кислоты контактным способом" в соответствии с планом:
1. Сырье и его подготовка.
2. Физико-химические основы получения сергистого газа.
3. Стадия контактного окисления оксида серы (IV) в оксид серы (VI)
4. Поглошение серного ангидрида.
5. технологическая схема производства серной кислоты.
6. Применение серной кислоты.

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания выполнения конспекта

Описание методики оценивания: при оценке написания студентом конспекта максимальное внимание следует уделять следующим аспектам: насколько полно в раскрыто содержание материала, четко и правильно даны определения, раскрыто содержание понятий; верно использованы научные термины; демонстрируются высокий уровень умения оперировать научными категориям и понятиями, анализировать теоретическую и практическую информацию; объем текста оптимальный; логическое построение и связность текста, полнота и глубина изложения материала (наличие ключевых положений, мыслей), визуализация информации как результат ее обработки (таблицы, схемы, рисунки), оформление (аккуратность, соблюдение структуры оригинала).
Критерии оценки (в баллах) (должны строго соответствовать рейтинг плану по макс. и мин. колич. баллов и только для тех, кто учится с использованием модульно-рейтинговой системы обучения и оценки успеваемости студентов):

– на 5 баллов оцениваются конспекты, содержание которых основано на глубоком и всестороннем знании темы, изученной литературы, изложено логично, аргументировано и в полном объеме. Основные понятия, выводы и обобщения сформулированы убедительно и доказательно. полно раскрыто содержание материала; четко и правильно даны определения, раскрыто содержание понятий; верно использованы научные термины; демонстрируются высокий уровень умения оперировать научными категориями, анализировать информацию, владение навыками практической деятельности; объем текста оптимальный, текст построен логично и последовательно, материал рассмотрен полно и глубоко (наличие ключевых положений, мыслей), используются элементы визуализация информации как результат ее обработки (таблицы, схемы, рисунки), оформление аккуратное.
– на 4 балла оцениваются конспекты, в которых раскрыто основное содержание материала; в основном правильно даны определения понятий и использованы научные термины; но в определении понятий допущены неточности, имеются незначительные нарушения в последовательности изложения; небольшие недостатки при использовании научных терминов; объем текста оптимальный, текст построен логично, ключевые положения не все выделены достаточно четко, оформление аккуратное.
– на 3 балла оцениваются конспекты, в которых отражено, только основное, но непоследовательное содержание материала; определения понятий недостаточно четкие; уровень умения оперировать научными категориями, анализировать информацию невысокий, наблюдаются пробелы и неточности; имеются значительные пробелы в изложении материала, выводы слабо аргументированы, в содержании допущены теоретические ошибки. Объем текста очень небольшой или наоборот превышает требуемый, ключевые положения не выделены. Имеются недочеты в оформлении.
– на 1-2 балла оцениваются конспекты, в которых не изложено основное содержание материала, изложение фрагментарное, не последовательное; определения понятий не четкие; уровень умения оперировать научными категориями, анализировать информацию, владения навыками практической деятельности очень низкий. Имеются недочеты в оформлении.

Лабораторная работа

Лабораторная работа
ПОЛУЧЕНИЕ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: получить раствор серной кислоты контактным способом. Определить степень контактирования и выход серной кислоты в расчете на SO_2.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ
Серная кислота - важнейший продукт химической промышленности. По масштабу производства она занимает первое место среди кислот. Концентрированная серная кислота - тяжелая маслянистая жидкость, кипит при 304^0C, замерзает при 10^0C, жадно соединяется с водой, образуя гидраты: $H_2SO_4 \cdot H_2O$, $H_2SO_4 \cdot 4H_2O$ и т.д. Ее плотность при 0° равна 1,85 г\см^3. Она растворяет серный ангидрид (SO_3) образуя олеум $H_2SO_4 \cdot nSO_3$. Серная кислота используется для получения минеральных удобрений: суперфосфата, сульфата аммония, для очистки нефтепродуктов, парафинов, масел, при производстве красителей, лекарственных и взрывчатых веществ, искусственных волокон, пластмасс, СМС, в органических синтезах. Серная кислота применяется при травлении металлов, а также как водоотнимающее средство при концентрации азотной кислоты и осушке газов. Раствор серной кислоты используется в качестве электролита в аккумуляторах, а также в получении фармацевтических препаратов. Впервые серная кислота была получена в X веке путем нагревания железного купороса:
$Fe_2(SO_4)_3Fe_2O_3 + 3SO_3$

При поглощении SO_3 водой получалась маслянистая жидкость, которую называли купоросным маслом. В XV веке серную кислоту стали получать путем сжигания серы в смеси с селитрой в свинцовых камерах с водой на дне. В промышленности серную кислоту получают двумя методами – нитрозным (башенным) и контактным. Наиболее совершенным является контактный способ получения серной кислоты, при котором окисление SO_2 происходит в присутствии катализатора.
Сырьем для получения сернистого газа являются природные минералы: пирит FeS_2, халькопирит $CuFeS_2$, медный блеск Cu_2S, цинковая обманка ZnS, галенит PbS и другие сульфиды, сульфаты, а также руда, содержащие самородную серу.
В качестве сырья широко используют отходящие газы цветной металлургии, содержащие до 4-8% SO_2 и газы коксохимического производства, содержащие H_2S.
Производство серной кислоты контактным методом состоит из четырех последовательных процессов:
1) получение сернистого газа;
2) очистка обжигового газа;
3) окисление сернистого газа SO_2 в серный ангидрид SO_3;
4) адсорбция (поглощение) SO_3 и переведение в серную кислоту и олеум.

I стадия. **Обжиг пирита**
Сернистый газ получают обжигом пирита, содержащего до 53,5% серы, в обжиговых печах с “кипящим слоем” или пылевидного обжига.
$4FeS_2 + 11O_2 = 2Fe_2O_3 + 8SO_2 + Q$

II стадия. **Очистка обжигового газа**
Для удаления примесей, обжиговый газ проходит тщательную очистку в циклонах, промывных башнях и электрофильтрах, при этом газ очищается от трехокиси мышьяка и двуокиси селена, которые являются каталитическими ядами.

III стадия. **Окисление SO_2 в SO_3**

это обратимый, экзотермический процесс

$2SO_2 + O_2 \rightleftarrows 2SO_3 + Q$

По принципу Ле-Шателье, равновесный выход SO_3 будет увеличиваться с понижением температуры и повышением давления. Кроме того, по закону действия масс, выход продукта зависит от концентрации кислорода, поэтому обжиговый газ разбавляют воздухом. Газовая смесь (SO_2 – 7%, O_2 – 11% и N_2 – 82% по объему) содержит в 3 раза больше кислорода, чем требуется по уравнению реакций. Это позволяет сдвинуть равновесие реакции вправо и вести окисление SO_2 в SO_3, при атмосферном давлении и температуре 450^0C.

С повышением температуры скорость реакции увеличивается, но снижается при этом выход продукта, т.к. реакция экзотермическая и при высокой температуре – более 600ºС катализатор спекается. Следовательно, реакцию надо начинать при более высокой температуре (450 - 500^0C) и заканчивать при температуре 400^0C, т.е. создавать падающий режим температур.

Окисление сернистого газа в серный ангидрид – это гетерогенный каталитический процесс, протекающий на поверхности катализатора БАВ или СВД.

С 30-х годов все контактные заводы в СССР работают на ванадиевых катализаторах, предложенных Г.К. Боресковым. Они менее активны, но дешевле и менее чувствительны к каталитическим ядам. Для повышения активности V_2O_5 добавляют активаторы - Ba, K, A1. На заводах применяют катализаторы БАВ (барий, алюминий, ванадий) или СВД – сульфованнадат на диатомите. Поскольку окисление SO_2 в SO_3- процесс экзотермический, выход повышается с понижением температуры, то после протекания газа через каждый слой катализатора температуру снижают, т.е. создают падающий режим температур за счет отвода тепла в теплообменниках, при этом выход достигает 98%.

IV стадия. **Адсорбция серного ангидрида**

$SO_3 + H_2O = H_2SO_4$

Поглощение SO_3 водой происходит с выделением большого количества тепла, при этом образуются пары воды, они с SO_3 дают кислоту в виде тумана, который водой не поглощается. Поэтому поглощение ведут в две стадии.

1. В олеумном адсорбере SO_3 поглощается 19% олеумом, при этом его концентрация повышается на 1,5 – 2%.
2. В моногидратной башне остатки SO_3 поглощаются 98% H_2SO_4, обладающей наибольшей поглотительной массой. Остатки тумана осаждаются в мокром электрофильтре. Выхлопные газы содержат незначительное количество SO_2, который улавливают в башне, орошаемой раствором соды. Полученный Na_2SO_3, используется в текстильной промышленности и фотоделе. Выход серной кислоты в расчете на серу пирита составляет 89-90%.

Производительность контактных установок достигает 540 т в сутки.

ОБОРУДОВАНИЕ И РЕАКТИВЫ

1) газометр;
2) трубчатая печь с кварцевой трубкой, заполненной катализатором;
3) выпрямитель тока;
4) колба Вюрца с капельной воронкой;
5) промывная склянка – 2 шт;
6) промывалка адсорбер серного ангидрида;
7) поглотительная колонка с капельной воронкой;
8) колбы-приемники на 50 мл – 3 шт;

9) бюретки на 25 мл и 50 мл с двумя коническими колбочками для титрования;
10) технохимические весы с разновесами;
11) мерная колба на 100 мл.
РЕАКТИВЫ: серная кислота (конц.)
Na_2SO_3 (крист.)
NaOH 0,1 н раствор
NaOH 1н раствор
$KMnO_4$ 0,1н раствор
H_2SO_4 2н раствор

ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ
1. Для поведения работы собирают установку по рис. 6.

Рис. 6. Установка для получения серной кислоты контактным методом

1. Сернистый газ в работе получают в реакторе **1** при взаимодействии сульфита натрия с конц. серной кислотой. Взвешивают 5 г сульфита натрия Na_2SO_3 и помещают в реактор **1**, так чтобы соль не прилипала к стенкам. Смачивают несколькими каплями дистиллированной воды и закрывают пробкой с капельной воронкой **2**.
2. В воронку **2** наливают 20 мл конц. серной кислоты. Соединяют реактор резиновыми трубками с промывалками **3** и **9**, наполненными конц. серной кислотой для поглощения паров воды.
3. Из газометра **10** сливают воду, при этом кран **11-а** нужно вынуть из гнезда газометра. После слива воды кран ставят на место и закрывают. В воронку газометра **12** наливают воду.
4. В адсорбер **5** наливают 40мл дистиллированной воды и соединяют резиновыми трубками с печью **4** и поглотителем **7**.
5. В воронку **6** наливают 30мл дистиллированной воды и ставят чистый приемник 8.
6. Трубчатую печь **4** включают через выпрямитель тока и дают напряжение 120-130 вольт. При этом напряжении печь через 45-50 мин нагревается до 450-500^{0}С.
7. Проверяют систему на герметичность. Для этого открывают кран **11** и подают в газометр воду. Через промывалки **3**,**9** и адсорбер **5** должны пробулькивать пузырьки.
8. Когда печь нагреется, осторожно открывают кран **13** и по каплям подают серную кислоту в реактор **1**, где она взаимодействует с Na_2SO_3

$Na_2SO_3 + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + SO_2 + H_2O$

Подачу кислоты регулируют так, чтобы через промывалки **3** и **9** пробулькивало 1-2 пузырька в секунду. Одновременно газ должен пробулькивать и через адсорбер **5**.
9. Открывают краны **14** и **15** так, чтобы вода падала по 1-2 капли в сек. Если вода в воронке **6** закончится, ее наливают снова из приемника **8**.
10. Образовавшийся газ SO_2, проходя через печь с катализатором V_2O_5, и окисляется до SO_3. Смесь газов (SO_2 и SO_3), пробулькивая через воду в адсорбер **5**, образует смесь кислот, а туман серной кислоты поглощается в поглотителе **7** и стекает в приемник **8**.
11. После того, как перестанет выделяться SO_2 в реакторе **1**, в воронку **2** наливают воду до метки, а затем продувают систему воздухом из газометра **10** в течение 10 - 15 мин.
12. По окончании работы отключают печь, отсоединяют адсорбер, сливают кислоту из приемника **8** и адсорбера **5** в мерную колбу на 100 мл. Поглотитель **7** споласкивают 5 мл дистиллированной воды. Все сливают в мерную колбу и доводят до метки
13. Пипеткой берут аликвоту (25мл) полученной серной кислоты добавляют 2-3 капли фенолфталеина и 2-3 раза титруют 1Н раствором гидроксида натрия. Среднее значение записывают. Вычисляют нормальность и общее количество полученной кислоты по формулам:
$N_{К\text{-}ТЫ\ (ИССЛЕД.)}$ =

Q =
где N-нормальность, Э - эквивалент серной кислоты,
Vобщ.- общий объем исследуемой кислоты.
14. Поскольку полученная кислота является смесью серной и сернистой кислоты, необходимо определить количество H_2SO_3. Для этого к оттитрованному раствору приливают 10 мл 2н раствора серной кислоты и оттитровывают его 0,05 Н раствором перманганата калия. По данным титрования вычисляют нормальность H_2SO_3 и количество Q сернистой кислоты по формулам:
;
;
Пересчитывают количество сернистой кислоты в серную.
H_2SO_3 - H_2SO_4
82 - 98 X=
Вычитая из общего количества кислоты (Q исслед.) количество сернистой кислоты, пересчитанной в серную (x), находят количество H_2SO_4, образовавшееся в течение опыта (Q_2).
Q исслед. – X = Q_2
Для вычисления степени контактирования (процентное содержание, образовавшегося SO_3 к общему количеству поступившего в реакцию SO_2 и выхода кислоты) процентное содержание фактически полученного к теоретически возможному количеству серной кислоты необходимо знать, сколько получится SO_2 и H_2SO_4 из 5 г Na_2SO_3
Na_2SO_3 ↔ SO_2 à H_2SO_4 X_1 – теоретическое кол-во SO_2
5г x_1 x_2 X_2 – H_2SO_4
Так как серной кислоты фактически получено Q_2, следовательно, в SO_3 окислилось X_3 SO_2

Тогда степень контактирования: ,
а выход серной кислоты: .

Результаты работы записать в виде таблицы

Вес навески Na_2SO_3	Должно получиться из 5 г		На титрование 25 мл пошло р-ра		Получено	Фактически	Степень конт. %
	SO_2	H_2SO_4	1н NaOH	0,05н KMn_4O_4	H_2SO_3	H_2SO_4	

Рассчитывают выход серной кислоты по общему количеству SO_2.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Перечислите виды сырья для получения серной кислоты.
2. Опишите химизм производства серной кислоты контактным способом.
1. Расскажите об основных закономерностях, которым подчиняется реакция окисления SO_2 в SO_3. Способы смещения равновесия этой реакции.

2. Почему при проведении этой реакции стремятся снизить температуру? Что такое «падающий» режим температуры, как он достигается?
3. Какие катализаторы используют для окисления сернистого газа?
4. Какие условия необходимо выполнить при протекании реакции, чтобы она шла с наибольшей скоростью и выходом?
5. В каких аппаратах при производстве серной кислоты осуществляется принцип противотока?
6. Для чего в этом процессе необходима тонкая очистка сернистого газа?
7. Какими физическими явлениями можно объяснить задержку в электрофильтре тумана кислоты?
8. Почему SO_3 поглощают не водой, а олеумом и конц. кислотой?
9. Что такое «степень превращения», выход продукта?
10. Как улавливаются оставшиеся в выхлопном газе SO_2 и SO_3 туман серной кислоты?
11. Как можно использовать полученные навыки в работе при изучении этой темы в школе?
12. Что такое «мокрый катализ»? Какой исходный продукт при этом используется.
13. Перечислите области применения серной кислоты и олеума.

ЛИТЕРАТУРА

1. Соколов Р.С. Химическая технология Т.1. – М.: Гуманит. изд. ВЛАДОС. 2000. С. 149 – 181.
2. А.В.Белоцветов Химтехнология.– М.: Просвещение. 1982г.
3. Д.А.Кузнецов Общая химтехнология. – М.: Высшая школа. 1970 г. С.79-87.

ЗАДАЧИ

Беляева И.И. Сборник задач по химтехнологии. – М.: Просвещение. 1982г. С. 47

Варианты: № 3-1, 3-9, 3-28

№ 3-2, 3-10, 3-18

№ 3-5, 3-11, 3-17

№ 3-6, 3-13, 3-4

№ 3-8, 3-24, 3-3

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания выполнения лабораторной работы

Описание методики оценивания выполнения лабораторных работ: оценка за выполнение лабораторных работ ставится на основании знания теоретического материала по теме работы, умений и навыков применения знаний на практике, работы с оборудованием, анализировать результаты работы.

Критерии оценки (в баллах*):*

- **5** баллов выставляется студенту, если демонстрируются знания темы, цели и задач лабораторной работы, хода работы, демонстрируется полное знание теоретического материала по теме лабораторной работы (в процессе обсуждения, при ответе на контрольные вопросы); демонстрируются умения и навыки работы с компьютером и графическими редакторами, применения знания на практике, анализа результатов работы и формулирование выводов, владение навыками прикладной деятельности;
- **4** балла выставляется студенту, если демонстрируются знания темы, цели и задач лабораторной работы, хода работы, демонстрируется неполное знание фактического материала по теме лабораторной работы (в процессе обсуждения, при ответе на контрольные вопросы); демонстрируются некоторые недостатки умения работать с с компьютером и графическими редакторами, применять знания на практике, недостатки владения навыками прикладной деятельности и способности анализировать результаты работы, формулировать выводы, прослеживать причинно-следственные связи;

- **3** балла выставляется студенту, если демонстрируются неполные знания цели и задач лабораторной работы, хода работы, демонстрируется неполное, несистемное знание теоретического материала по теме лабораторной работы (в процессе обсуждения, при ответе на контрольные вопросы); демонстрируются заметные недостатки в умении работать с компьютером и графическими редакторами, применять знания на практике, недостаточно владеет навыками прикладной деятельности, способностью анализировать результаты работы и формулировать выводы, прослеживать причинно-следственные связи;
- **0-2** балла выставляется студенту, если демонстрируются полное или почти полное отсутствие знания цели и задач лабораторной работы, хода работы, демонстрируется полное или почти полное отсутствие знания теоретического материала по теме лабораторной работы (в процессе обсуждения, при ответе на контрольные вопросы); демонстрируются значительные недостатки умения работать с компьютером и графическими редакторами, применять знания на практике, владения навыками прикладной деятельности, способности анализировать результаты работы и формулировать выводы, прослеживать причинно-следственные связи.

Экзаменационные билеты

Экзамен (зачет) является оценочным средством для всех этапов освоения компетенций. Структура экзаменационного билета: в билете указывается кафедра в рамках нагрузки которой реализуется данная дисциплина, форма обучения, направление и профиль подготовки, дата утверждения; билет может включать в себя теоретический(ие) вопрос(ы) и практическое задание (кейс-задание).

Примерные вопросы к экзамену, 5 курс / 9 семестр

1. редмет и содержание науки «Прикладная химия». Возникновение и развитие химической технологии. Связь химической технологии с другими науками. Промышленная экология.
2. Понятие о сырье, его виды и классификация. Подготовка сырья. Рациональное использование сырья. Сырье в химическом производстве. Способы обогащения сырья: грохочение, гравитация, магнитная сепарация.
3. Флотация как один из важнейших методов обогащения сырья. Флотореагенты. Показатели флотации.
4. Вода в химическом производстве. Применение воды в технологических процессах. Значение воды в химической промышленности.
5. Промышленная подготовка воды: нейтрализация, коагуляция, фильтрование, обеззараживание, умягчение, дегазация. Электродиализ воды.
6. Химические и физико-химические методы умягчения воды. Очистка производственных сточных вод.
7. Технологические и техноэкономические показатели химического производства: производительность, интенсивность, выход и себестоимость продукта, автоматизация и механизация.
8. Виды и источники энергии. Коэффициент использования энергии. Аппараты теплообмена.
9. Равновесие в химико-технологическом процессе. Применение принципа Ле-Шателье на примере конкретных производств.
10. Производство серной кислоты контактным способом: сырье, его подготовка, физико-химические основы производства. Применение серной кислоты.
11. Производство серной кислоты нитрозным способом: сырье, его подготовка, физико-химические основы производства. Области применения серной кислоты.
12. Производство синтетического аммиака: сырье, физико-химические основы производства, технологическая линия. Применение аммиака.
13. Производство разбавленной азотной кислоты под повышенным давлением: сырье, физико-химические основы производства, применение.
14. Комбинированный способ производства разбавленной азотной кислоты: сырье, физико-химические основы производства, применение.

15. Прямой синтез концентрированной азотной кислоты (сырье, физико-химические основы производства). Применение азотной кислоты.
16. Минеральные удобрения, классификация. Роль удобрений, средств защиты растений и синтетических кормовых добавок в сельском хозяйстве.
17. Азотные удобрения. Производство аммиачной селитры: сырье, физико-химические основы производства.
18. Калийные удобрения. Получение хлорида калия из сильвинита.
19. Фосфорные удобрения. Производство простого суперфосфата: сырье, физико-химические основы производства. Производство двойного суперфосфата: сырье, физико-химические основы производства.
20. Безотходное производство в химической технологии. Принцип комплексного использования сырья.
21. Основной и тонкий органический синтез. История развития органического синтеза.
22. Производство синтетической уксусной кислоты.
23. Производство метанола
24. Производство этилового спирта

Образец экзаменационного билета

<table>
<tr><td colspan="2">МИНОБРНАУКИ РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»
БИРСКИЙ ФИЛИАЛ УУНиТ
Кафедра биологии, экологии и химии</td></tr>
<tr><td>Дисциплина: Химия: Прикладная химия
очная форма обучения
5 курс 9 семестр</td><td>Курсовые экзамены 20__-20__ г.
Направление 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)
Профиль: Биология, Химия</td></tr>
<tr><td colspan="2">Экзаменационный билет № 1
1. Понятие о сырье, его виды и классификация. Подготовка сырья. Рациональное использование сырья. Сырье в химическом производстве. Способы обогащения сырья: грохочение, гравитация, магнитная сепарация.
2. Комбинированный способ производства разбавленной азотной кислоты: сырье, физико-химические основы производства, применение.</td></tr>
<tr><td>Дата утверждения: __.__._____</td><td>Заведующий кафедрой
_____</td></tr>
</table>

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания ответа на экзамене

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины: текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10.

При оценке ответа на экзамене максимальное внимание должно уделяться тому, насколько полно раскрыто содержание материала, четко и правильно даны определения, раскрыто содержание понятий, верно ли использованы научные термины, насколько ответ самостоятельный, использованы ли ранее приобретенные знания, раскрыты ли раскрыты причинно-следственные связи, насколько высокий уровень умения оперирования научными категориями, анализа информации, владения навыками практической деятельности.

Критерии оценки (в баллах):

- **25-30 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;
- **17-24 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;
- **10-16** баллов выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;
- **1-10 баллов** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

Перевод оценки из 100-балльной в четырехбалльную производится следующим образом:
- отлично – от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);
- хорошо – от 60 до 79 баллов;
- удовлетворительно – от 45 до 59 баллов;
- неудовлетворительно – менее 45 баллов.

Задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме:

9 семестр - экзамен.

Проверяемыми на промежуточной аттестации элементами содержания являются темы дисциплины.

Для проверки *знаний* используются вопросы и задания в различных формах.

Умения, навыки (или опыт деятельности) и компетенции проверяются с помощью компетентностно-ориентированных задач (ситуационных, производственных или кейсового характера) и различного вида конструкторов.

Все задачи являются многоходовыми. Некоторые задачи, проверяющие уровень сформированности компетенций, являются многовариантными. Часть умений, навыков и компетенций прямо не отражена в формулировках задач, но они могут быть проявлены обучающимися при их решении.

В каждый вариант включаются задания по каждому проверяемому элементу содержания во всех перечисленных выше формах и разного уровня сложности. Такой формат позволяет объективно определить качество освоения обучающимися основных элементов содержания дисциплины и уровень сформированности компетенций.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине при использовании модульно-рейтинговой системы

Критериями оценивания при модульно-рейтинговой системе являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины:

для экзамена: текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10.

Шкалы оценивания:

для экзамена:

от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»;

от 60 до 79 баллов – «хорошо»;

от 80 баллов – «отлично».

Рейтинг-план дисциплины

Таблица перевода баллов текущего контроля в баллы рейтинга

	5	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	5	3	2	2	1	1	1	1	1	1
2		5	4	3	2	2	2	2	2	1
3			5	4	3	3	3	2	2	2
4				5	4	4	3	3	3	2
5					5	5	4	4	3	3
6						5	5	4	4	3
7							5	5	4	4
8								5	5	4
9									5	5
10										5

Рейтинг-план дисциплины представлен в Приложении 1.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

5.1. Основная учебная литература

1. Общая химическая технология. Основные концепции проектирования химико-технологических систем : учеб. пособие / ; под ред. Х. Э. Харлампиди .— Санкт-Петербург: Лань, 2014 .— 384 с.URL:https://e.lanbook.com/book/45973
2. . Химическая технология : учеб. пособие / М. В. Базунова ; Башкирский государственный университет .— Уфа : РИЦ БашГУ, 2009-.Ч. 1: Процессы и аппараты химической технологии [Электронный ресурс] .— 2009 .— Электрон. версия печ. публикации .— Доступ возможен через Электронную библиотеку БашГУ .— <URL:https://elib.bashedu.ru/dl/read/BazunovaChimTechn1.pdf>.

5.2. Дополнительная учебная литература

1. Органическая химия: термины и основные реакции : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 362 с. https://e.lanbook.com/book/70742
2. . Химическая технология : учеб. пособие / М. В. Базунова ; Башкирский государственный университет .— Уфа : РИЦ БашГУ, 2009-.Ч. 2: Физико-химические закономерности в химической технологии [Электронный ресурс] .— 2012 .— Электрон. версия печ.

публикации .— Доступ возможен через Электронную библиотеку БашГУ .— <URL:https://elib.bashedu.ru/dl/read/BazunovaChimTechn2.pdf>.

5.3. Другие учебно-методические материалы

6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://elibrary.ru/.
2. Электронная библиотечная система «Лань» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/.
3. Университетская библиотека онлайн biblioclub.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://biblioclub.ru/.
4. Электронная библиотека УУНиТ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://elib.bashedu.ru/.
5. Российская государственная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.rsl.ru/.
6. Национальная электронная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://xn--90ax2c.xn--p1ai/viewers/.
7. Национальная платформа открытого образования npoed.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://npoed.ru/.
8. Электронное образование Республики Башкортостан [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://edu.bashkortostan.ru/.
9. Информационно-правовой портал Гарант.ру [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.garant.ru/.

Программное обеспечение

1. LIBREOFFICE - Договор №0301400003023000002 от 14.03.2023 (бессрочный)
2. Операционная система Astra Linux - Договор 0301400003023000002 от 14 марта 2023 бессрочно
3. ACD/ChemSketch - Бесплатная лицензия https://www.acdlabs.com/solutions/academia/

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

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Аудитория 11(БФ)	Для контроля и аттестации	Доска, ибп, коммутатор,

		компьютер, мебель (столы для коворкинг зоны). Программное обеспечение 1. LIBREOFFICE 2. ACD/ChemSketch 3. Операционная система Astra Linux
Аудитория 24(БФ)	Для хранения оборудования	Компьютер, принетр kyosera 2135, принтер. Программное обеспечение 1. LIBREOFFICE 2. Операционная система Astra Linux
Аудитория 30(БФ)	Для самостоятельной работы	Компьютер, мебель, принтер, учебно-методические материалы. Программное обеспечение 1. LIBREOFFICE
Аудитория 35(БФ)	Лекционная, Семинарская, Для консультаций, Для контроля и аттестации	Весы, выпрямитель, доска, мебель, насос вакуумный, печь муфельная, сейф, учебно-методические материалы, учебно-наглядные пособия, учебный набор, химическая посуда, шкаф вытяжной.
Аудитория 40(БФ)	Лекционная, Семинарская	Доска, мебель, проектор, экран.