

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Факультет атомной энергетики и технологий  
Кафедра «Физика и естественнонаучные дисциплины»

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине «Химическая технология неорганических веществ. Технология  
серы и серной кислоты»

**Направления подготовки**  
«18.03.01. Химическая технология»

**Основная профессиональная образовательная программа**  
«Химическая технология неорганических веществ»

**Квалификация выпускника**  
Бакалавр

**Форма обучения**  
Заочная

### **Цель освоения дисциплины**

Цель преподавания дисциплины является получение знаний, необходимых для плодотворной творческой деятельности бакалавра. Дисциплина «Химическая технология неорганических веществ. Технология серы и серной кислоты» формируют технологическое мировоззрение бакалавров для их производственно-технологической и проектно-конструкторской профессиональной деятельности.

Задачи изучения дисциплины: изучение основных реакционных процессов, общих закономерностей химических процессов и принципов организации производства серной кислоты, его иерархической структуры, методы оценки эффективности производства. Бакалавр по дисциплине «Химическая технология неорганических веществ. Технология серы и серной кислоты» должен решать профессиональные задачи в соответствии с производственно-технологической, научно-исследовательской, организационно-управленческой и проектной деятельностью.

Изучение дисциплины должно основываться на следующих профессиональных стандартах:

- 26.001. Специалист по обеспечению комплексного контроля производства наноструктурированных композиционных материалов;
- 26.004. Специалист по производству волокнистых наноструктурированных композиционных материалов.

### **Место дисциплины в структуре ООП ВО**

Курс «Химическая технология неорганических веществ. Технология серы и серной кислоты» связан с необходимостью знаний основ общей и неорганической химии, аналитической химии и физико-химических методов анализа, общей химической технологии, технологии катализаторов и адсорбентов, процессов и аппаратов химической технологии, широкое использование, которых не только даёт возможность наиболее точно выразить теоретические закономерности, но и является необходимым инструментом их установления. Теоретические знания и практические навыки, полученные студентами при изучении дисциплины «Химическая технология неорганических веществ. Технология серы и серной кислоты», должны быть использованы в процессе изучения последующих дисциплин: «Ресурсо- и энергосбережение в технологии неорганических веществ», «Экологические проблемы основной химической промышленности», «Расчет и выбор материалов и оборудования при проектировании».

После изучения дисциплины выпускники должны быть готовы к выполнению следующих трудовых функций:

- А/06.6. Разработка предложений по комплексному использованию сырья и утилизации отходов производства;
- D/01.6. Совершенствование технологии, механизация и автоматизация производственных процессов;

- А/01.6. Проведение анализа сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства наноструктурированных композиционных материалов.

### **Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины**

В процессе освоения данной дисциплины у студента формируются следующие компетенции:

– профессиональные

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ПК-2	способен использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности	З-ПК-2 Знать свойства химических элементов, соединений и материалов на их основе для соблюдения технологического регламента У-ПК-2 Уметь использовать знания свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач по выпуску продукции в строгом соответствии с техническими требованиями В-ПК-2 Владеть навыками разработки предложения по комплексному использованию сырья и утилизации отходов производства
ПК-7	способен принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения	З-ПК-7 Знать технологии и системы экологического менеджмента при проведении испытаний с использованием технических средств У-ПК-7 Уметь выполнять работы по сбору и накоплению данных при разработке технологических процессов В-ПК-7 Владеть навыками выбора технических устройств и технологий с учетом экологических последствий их применения для подготовки проекта плана мероприятий по использованию сырья в дополнительных производственных целях

### **Задачи воспитания, реализуемые в рамках освоения дисциплины**

Направление/цели	Создание условий, обеспечивающих	Использование воспитательного потенциала учебной дисциплины	Вовлечение в разноплановую внеучебную деятельность
В-18	формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы	1. Организация научно-практических конференций, круглых столов, встреч с ведущими специалистами предприятий экономического сектора города по вопросам технологического лидерства России. 2. Участие в подготовке публикаций в высокорейтинговых

		общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий	рецензируемых научных изданиях
В-21	формирование способности и стремления следовать в профессии нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения	<p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР.</p> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных</li> </ul>	<p>1.Организация научного подхода и чувства «Все в одной команде» через участие студентов в проведении круглых столов и семинаров. Формирование вертикальных связей и формальных правил жизни при проведении студенческих конкурсов</p>

		задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.	
В-35	формирование творческого мышления применительно к сфере химической технологии неорганических веществ	<p>1. Использование для формирования чувства личной ответственности в области технологии водоподготовки и очистки сточных вод, технологии минеральных удобрений солей и щелочей / технологии основного неорганического синтеза, технологии катализаторов и адсорбентов / технологии реактивов и особо чистых веществ воспитательного потенциала блока профессиональных дисциплин:</p> <p>Технология водоподготовки и очистки сточных вод;</p> <p>Технология катализаторов и адсорбентов/Технология реактивов и особо чистых веществ;</p> <p>Технология минеральных удобрений, солей и щелочей/Технология основного неорганического синтеза.</p> <p>2. Развитие навыков творческого мышления путем содействия и поддержки участия студентов в научно-практических мероприятиях внутривузовского регионального и/или всероссийского уровня в сфере химических технологий.</p>	<p>1. Организация и проведение экскурсий, научно-практических конференций, форумов, круглых столов, вебинаров по вопросам профессиональной деятельности</p> <p>2. Участие в студенческих олимпиадах и конкурсах научных проектов, творческих мероприятиях, конкурсах профессионального мастерства, в том числе по стандартам WorldSkills.</p> <p>3. Участие в подготовке публикаций в периодических научных изданиях;</p> <p>Участие в деятельности студенческого научного общества.</p>

### Структура и содержание учебной дисциплины

Дисциплина преподается студентам в 9 и 10-ом семестрах. Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 ак. часов.

### Календарный план

№ Р а з д е л а	№ Т е м ы	Наименование раздела (темы) дисциплины	Виды учебной деятельности (в часах)					Аттеста ция раздела (форма)	Макси маль- ный балл за раздел
			Всего	Лекции	Лабораторные	Практические	СРС		
9 семестр									
1	1, 2	Общие сведения о сере Способы получения серы	24	2	2	-	20	УО ЛР КР	25
	3	Сера, выпускаемая в промышленности и ее применение	31	1	-	-	30		
2	4	Общие сведения о серной кислоте	24	2	2	-	20	Лр Т	25
	5	Получение сернистого газа	29	1	-	-	28		
Вид промежуточной аттестации			108	6	4	-	98	Зачет	50
10 семестр									
1	6	Производство серной кислоты контактным способом из колчедана	38	6	-	4	28	УО Зд КР	25
2	7	Производство контактной серной кислоты из серы и другого сырья	34	4	-	2	28	Зд Т	25
Вид промежуточной аттестации			72	10	-	6	56	Экзамен	50

### Содержание лекционного курса

Темы лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>9 семестр</b>		
<b>Общие сведения о сере</b> Свойства серы <b>Способы получения серы</b> Общие сведения о способах получения серы Получение элементарной серы методом Клауса	2	[1-4]
<b>Сера, выпускаемая в промышленности и ее применение</b> Виды выпускаемой серы Общие сведения о применении серы	1	[1-4]
<b>Общие сведения о серной кислоте</b> Строение и свойства серной кислоты Сырье для производства серной кислоты	2	[1-4]
<b>Получение сернистого газа</b> Физико-химические основы обжига серосодержащего сырья	1	[1-4]
<b>10 семестр</b>		
<b>Производство серной кислоты контактным способом из колчедана</b> Очистка обжигового газа. Физико-химические основы процесса очистки обжигового газа Окисление сернистого газа в серный ангидрид. Физико-	6	[1-4]

химические основы процесса окисления сернистого ангидрида Абсорбция серного ангидрида. Физико-химические основы процесса извлечения серного ангидрида из газовой смеси		
<b>Производство контактной серной кислоты из серы и другого сырья</b> Получение контактной серной кислоты из серы Получение контактной серной кислоты из различного сырья	4	[1-4]

### Перечень практических занятий

Тема практического занятия. Вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Материальный баланс сушильно-абсорбционного отделения	4	[11]
Расчет производительности газодувки (нагнетателя)	2	[12]

### Перечень лабораторных работ

Тема лабораторных работ. Задания, вопросы, отрабатываемые на лабораторном занятии	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Свойства серы и ее соединений	2	[6]
Свойства серной кислоты	2	[10]

### Задания для самостоятельной работы студентов

Вопросы для самостоятельного изучения(задания)	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
9 семестр		
<b>Общие сведения о сере</b> Содержание серы в земной коре <b>Способы получения серы</b> Подземная выплавка серы перегретой водой Подземная газификация серы Получение серы из сульфидных руд. Термическая возгонка серы Получение серы восстановлением сернистого газа Метод Оркла Получение серы из сероводородсодержащих газов Сухая очистка газов Мокрая очистка газов	20	[1-26]
<b>Сера, выпускаемая в промышленности и ее применение</b> Применение серы в производстве серной кислоты Полимерная сера и способы ее получения Применение серы в шинной промышленности Изготовление композиционных материалов строительного назначения	30	[1-26]
<b>Общие сведения о серной кислоте</b> Динамика развития сернокислотного производства История развития сернокислотного производства Способы производства серной кислоты Общие сведения о сернистом и серном ангидридах	20	[1-26]
<b>Получение сернистого газа</b> Печи для обжига колчедана	28	[1-26]

Печи для сжигания серы		
Печи для сжигания сероводорода		
Использование тепла обжигового газа		
10 семестр		
<b>Производство серной кислоты контактным способом из колчедана</b> Очистное отделение современного контактного производства Условия процесса окисления $\text{SO}_2$ в $\text{SO}_3$ на ванадиевом катализаторе Контактное отделение современного серно-кислотного завода Получение 100%-ного и стабилизированного $\text{SO}_3$ и концентрированного олеума Обезвреживание отходящих газов Абсорбционное отделение современного контактного завода Получение высококачественной серной кислоты	28	[1-26]
<b>Производство контактной серной кислоты из серы и другого сырья</b> Получение контактной серной кислоты из сероводорода методом мокрого катализа Перемещение газа и кислоты Технико-экономические вопросы серно-кислотного производства	28	[1-26]

### **Образовательные технологии**

Реализация освоения данной дисциплины обеспечивается доступом каждого обучающегося к базам данных и библиотечным фондам, формируемым по полному перечню дисциплин (модулей) основной образовательной программы. В БИТИ НИЯУ МИФИ действует компьютерные классы, в которых проводятся занятия по различным дисциплинам направления подготовки «Химическая технология», в том числе и классы обеспечены доступом к сети Интернет для самостоятельной подготовки студентов. На кафедре имеются компьютеры с возможностью работы в специальных программах и доступа к современным профессиональным базам данных, информационным справочным и поисковым системам, к таким как база данных периодических изданий. Целью при этом является выработка у студентов навыков и компетенций, позволяющих самостоятельно вести исследовательскую и научно-педагогическую работу.

Практическая подготовка при реализации учебной дисциплины организуется путем проведения практических занятий, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка также включает в себя занятия лекционного типа, которые предусматривают передачу учебной информации обучающимся, необходимой для последующего выполнения работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Аудиторные занятия проводятся в виде лекций с использованием ПК и компьютерного проектора, практических занятий, с использованием ПК при проведении расчетов. Самостоятельная работа студентов проводится под руководством преподавателей, с оказанием консультаций и помощи при подготовке к контрольным работам, выполнении домашних заданий.



### Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

№ п/п	Наименование контролируемых разделов (темы)	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Наименование оценочного средства
9 семестр			
Входной контроль			
1	Входной контроль	3-ПК-2 Знать свойства химических элементов, соединений и материалов на их основе для соблюдения технологического регламента У-ПК-2 Уметь использовать знания свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач по выпуску продукции в строгом соответствии с техническими требованиями	Вопросы входного контроля (устно)
Аттестация разделов, текущий контроль успеваемости			
1	Общие сведения о сере Способы получения серы	3-ПК-2 Знать свойства химических элементов, соединений и материалов на их основе для соблюдения технологического регламента У-ПК-2 Уметь использовать знания свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач по выпуску продукции в строгом соответствии с техническими требованиями	Отчет по лабораторной работе (письменно)
	Сера, выпускаемая в промышленности и ее применение		Решение задач (письменно) Тест (письменно)
2	Общие сведения о серной кислоте	В-ПК-2 Владеть навыками разработки предложения по комплексному использованию сырья и утилизации отходов производства 3-ПК-7 Знать технологии и системы экологического менеджмента при проведении испытаний с использованием технических средств У-ПК-7 Уметь выполнять работы по сбору и накоплению данных при разработке технологических процессов В-ПК-7 Владеть навыками выбора технических устройств и технологий с учетом экологических последствий их	Отчет по лабораторной работе (письменно)
	Получение сернистого газа		Решение задач (письменно) Тест (письменно)

		применения для подготовки проекта плана мероприятий по использованию сырья в дополнительных производственных целях	
Промежуточная аттестация			
1	Зачет	ПК-2, ПК-7	Тест (письменно)
10 семестр			
Входной контроль			
1	Входной контроль	3-ПК-2 Знать свойства химических элементов, соединений и материалов на их основе для соблюдения технологического регламента У-ПК-2 Уметь использовать знания свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач по выпуску продукции в строгом соответствии с техническими требованиями	Вопросы входного контроля (устно)
Аттестация разделов, текущий контроль успеваемости			
1	Производство серной кислоты контактным способом из колчедана	3-ПК-2 Знать свойства химических элементов, соединений и материалов на их основе для соблюдения технологического регламента	Решение задач (письменно)  Тест (письменно)
2	Производство контактной серной кислоты из серы и другого сырья	У-ПК-2 Уметь использовать знания свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач по выпуску продукции в строгом соответствии с техническими требованиями В-ПК-2 Владеть навыками разработки предложения по комплексному использованию сырья и утилизации отходов производства 3-ПК-7 Знать технологии и системы экологического менеджмента при проведении испытаний с использованием технических средств У-ПК-7 Уметь выполнять работы по сбору и накоплению данных при разработке технологических процессов В-ПК-7 Владеть навыками выбора технических устройств и технологий с учетом экологических последствий их применения для подготовки проекта плана мероприятий по использованию сырья в дополнительных производственных целях	Решение задач (письменно)  Тест (письменно)

Промежуточная аттестация			
1	Экзамен	ПК-2, ПК-7	Тест (письменно)

Перечень основных показателей оценки результатов, элементов практического опыта, знаний и умений, подлежащих входному, текущему контролю и промежуточной аттестации

№ п/п	Наименование контролируемых разделов (темы)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
9 семестр			
Входной контроль			
1	Входной контроль	3-ПК-2 Знать свойства химических элементов, соединений и материалов на их основе для соблюдения технологического регламента У-ПК-2 Уметь использовать знания свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач по выпуску продукции в строгом соответствии с техническими требованиями	Знает свойства химических элементов, соединений и материалов  Умеет использовать знания свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач
Аттестация разделов, текущий контроль успеваемости			
1	Общие сведения о сере Способы получения серы	3-ПК-2 Знать свойства химических элементов, соединений и материалов на их основе для соблюдения технологического регламента У-ПК-2 Уметь использовать знания свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач по выпуску продукции в строгом соответствии с техническими требованиями В-ПК-2 Владеть навыками разработки предложения по комплексному использованию сырья и утилизации отходов производства 3-ПК-7 Знать технологии и системы экологического менеджмента при проведении испытаний с использованием технических средств	Знает свойства серы, способы получения серы, технологическую схему получения серы методом Клауса, виды выпускаемой серы, применение серы  Умеет пользоваться методикой исследования аллотропических модификаций серы, свойств серы, количественного определения сернистого натрия Владеет методикой расчета показателей процесса обогащения серосодержащего сырья, выхода серосодержащего сырья в процентном отношении
	Сера, выпускаемая в промышленности и ее применение		
2	Общие сведения о серной кислоте	У-ПК-7 Уметь выполнять работы по сбору и накоплению данных при разработке технологических процессов В-ПК-7 Владеть навыками выбора технических устройств и технологий с учетом экологических	Знает свойства серной кислоты, ее строение, способы производства серной кислоты, сырье, используемое для производства серной кислоты, физико-химические основы обжига
	Получение сернистого газа		

		последствий их применения для подготовки проекта плана мероприятий по использованию сырья в дополнительных производственных целях	<p>колчедана, печи для обжига колчедана и серы</p> <p>Умеет пользоваться методикой исследования свойств оксида серы (IV) и серной кислоты</p> <p>Владеет методикой расчета физико-химических показателей серной кислоты и олеума, теплового эффекта разбавления серной кислоты, производительности и интенсивности сернокислотного оборудования, показателей процесса получения сернистого газа</p>
Промежуточная аттестация			
	<b>Зачет</b>	ПК-2, ПК-7	Демонстрирует основные знания и умения в соответствии с разделами 1, 2.
10 семестр			
Входной контроль			
1	Входной контроль	<p>З-ПК-2 Знать свойства химических элементов, соединений и материалов на их основе для соблюдения технологического регламента</p> <p>У-ПК-2 Уметь использовать знания свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач по выпуску продукции в строгом соответствии с техническими требованиями</p>	<p>Знает свойства химических элементов, соединений и материалов</p> <p>Умеет использовать знания свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач</p>
Аттестация разделов, текущий контроль успеваемости			
1	Производство серной кислоты контактным способом из колчедана	<p>З-ПК-2 Знать свойства химических элементов, соединений и материалов на их основе для соблюдения технологического регламента</p> <p>У-ПК-2 Уметь использовать знания свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач по выпуску продукции в строгом соответствии с техническими требованиями</p> <p>В-ПК-2 Владеть навыками разработки предложения по</p>	<p>Знает физико-химические основы процесса очистки обжигового газа, физико-химические основы процесса окисления сернистого ангидрида, физико-химические основы процесса извлечения серного ангидрида из газовой смеси</p> <p>Умеет пользоваться методикой расчета сушильной башни</p> <p>Владеет методикой расчета</p>

		комплексному использованию сырья и утилизации отходов производства 3-ПК-7 Знать технологии и системы	количества контактной массы в аппарате с промежуточным теплообменом
2	Производство контактной серной кислоты из серы и другого сырья	экологического менеджмента при проведении испытаний с использованием технических средств У-ПК-7 Уметь выполнять работы по сбору и накоплению данных при разработке технологических процессов В-ПК-7 Владеть навыками выбора технических устройств и технологий с учетом экологических последствий их применения для подготовки проекта плана мероприятий по использованию сырья в дополнительных производственных целях	Знает получение контактной серной кислоты из серы, технико-экономические показатели производства серной кислоты контактным способом Умеет пользоваться методикой расчета башни конденсатора Владеет методикой расчета контактного аппарата с добавлением воздуха после слоев контактной массы, производительности газодувки (нагнетателя)
Промежуточная аттестация			
	Экзамен	ПК-2, ПК-7	Демонстрирует основные знания и умения в соответствии с разделами 1, 2.

### Оценочные средства

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
9 семестр			
1	Входной контроль	Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Устный опрос - УО
2	Отчет по лабораторной работе	Техническое средство, которое может быть использовано для контроля приобретенных студентом профессиональных навыков и умений по управлению конкретным материальным объектом.	Лабораторная работа - ЛР
3	Практическое занятие	Решение задач реконструктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей.	Решение задач - Зд
4	Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач	Контрольная работа - КР

		определенного типа по теме или разделу	
5	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Тесты - Т
10 семестр			
1	Входной контроль	Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Устный опрос - УО
2	Практическое занятие	Решение задач реконструктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей.	Решение задач - Зд
3	Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Контрольная работа - КР
4	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Тесты - Т

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

### 9 семестр

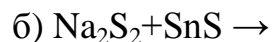
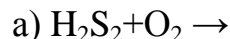
#### Вопросы входного контроля (УО):

1. Электронное строение серы
2. Получение серы
3. Сероводород. Сульфиды
4. Диоксид серы
5. Сернистая кислота
6. Свойства разбавленной серной кислоты
7. Свойства концентрированной серной кислоты
8. Химическая технология и ее классификация
9. Принципы обогащения сырья
10. Сущность катализа. Виды каталитических процессов

### Вопросы для отчета по лабораторной работе №1:

1. Как осуществить следующие превращения:  $S \rightarrow H_2S \rightarrow (NH_4)_2S \rightarrow (NH_4)_2S_n \rightarrow H_2S_n \rightarrow H_2S \rightarrow S$ .

2. Закончите уравнения реакций:



3. При взаимодействии избытка серы с сульфидом натрия в концентрированном водном растворе происходит явление «катенации» серы. Катенация - способность атомов химического элемента образовывать разветвленные и неразветвленные цепи. Составьте уравнение этой реакции. Приведите групповое название продуктов реакции.

4. Назовите следующие соединения:  $Na_2[S_2]$ ,  $K_2[S_6]$ ,  $H_2[S_2]$ ,  $H_2[S_4]$ ,  $H_2[S_5]$ ,  $(NH_4)_2[S_9]$ .

5. Перечислите требования, предъявляемые к помещениям для хранения порошкообразной серы.

### Вопросы для отчета по лабораторной работе №2:

1. Какие из сульфидов –  $Al_2S_3$ ,  $Cr_2S_3$ ,  $Na_2S$ ,  $ZnS$ ,  $PbS$  подвергаются гидролизу? Дать определение гидролизу. Почему не все сульфиды, в состав которых входят многозарядные катионы (т.е. соли слабых оснований), гидролизуются в растворе?

2. Какое количество электронов присоединится или отсоединится от азота в азотной кислоте при ее взаимодействии с серой по реакции:



3. Что такое реакция дисмутации?

4. При какой степени окисления серы ее соединения называются сульфидами?

5. Приведите пример реакции конпропорционирования. Какие вещества при этом образуются?

### Вопросы для отчета по лабораторной работе №3:

1. Определите объем сернистого газа  $SO_2$  массой 26 г при нормальных условиях.

2. Газовая смесь состоит из 3 л кислорода и 5 л оксида серы (IV). Объемы газов приведены к нормальным условиям. Рассчитать массу смеси.

3. Опишите строение молекулы  $SO_2$ . Каковы кислотно-основные свойства этого соединения? В обосновании ответа приведите уравнения соответствующих реакций.

4. Охарактеризуйте промышленный способ получения  $SO_2$ .

5. Где применяется  $SO_2$  и сернистая кислота?

### Вопросы для отчета по лабораторной работе №4:

1. Слили 200 мл 3 М и 300 мл 4 М раствора сульфида натрия. Рассчитать молярную концентрацию полученного раствора.

2. Какая масса сернистого натрия содержится в 50 мл 0,6 М раствора?

3. Опишите строение молекулы  $Na_2S$ . Какими окислительными или

восстановительными свойствами обладает это соединение? В обосновании ответа приведите уравнения соответствующих реакций.

4. Охарактеризуйте в краткой форме промышленный способ восстановления  $\text{Na}_2\text{S}$  углем.

5. Где применяется  $\text{Na}_2\text{S}$ ?

#### Вопросы для отчета по лабораторной работе №5:

1. Свойства тиосульфата натрия.
2. Напишите качественную реакцию на тиосульфат-ион.
3. Особенности тиосульфата натрия.
4. Напишите реакцию диссоциации сульфата натрия и сульфита натрия.
5. Применение тиосульфата натрия.

#### Вопросы для отчета по лабораторной работе №6:

1. Определить массовые доли элементов в серной кислоте  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .
2. Путем разбавления 500 г 96 %-ной серной кислоты водой, следует получить 25%-ную кислоту. Какой объем воды для этого потребуется и какая масса разбавленной кислоты получится?
3. Перечислите физические свойства серной кислоты.
4. Виды серной кислоты.
5. По какому принципу взаимодействует разбавленная серная кислота с металлами. Приведите реакции.

#### Задачи для выполнения практических занятий:

1. Определить общее содержание  $\text{SO}_3$  в 50%-ной серной кислоте.
2. Определить концентрацию кислоты, в которой общее содержание  $\text{SO}_3$  составляет 57,14%.
3. Определить массу 100%-ной серной кислоты и воды, которые необходимо смешать для получения 45%-ной серной кислоты.
4. Определить массу 20%-ного олеума, которую следует смешать с 10%-ной серной кислотой для получения 98%-ной кислоты.
5. Определить количество тепла, выделяющегося при разбавлении 90%-ной серной кислоты до концентрации 50%  $\text{H}_2\text{SO}_4$  при 20°C.

Задания **контрольной работы (КР)** выполняются индивидуально по вариантам, соответствующим последней цифре шифра студента (табл. 1). Варианты контрольных заданий:

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
№ задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40

1. Применение серной кислоты
2. Способы производства серной кислоты
3. Общие сведения о свойствах серной кислоты
4. Температура кристаллизации серной кислоты



5. Температура кипения серной кислоты и давление паров
6. Плотность серной кислоты
7. Теплота образования серной кислоты
8. Теплота разбавления и смешивания серной кислоты
9. Теплота испарения серной кислоты
10. Теплоемкость, теплопроводность, вязкость и поверхностное натяжение серной кислоты
11. Свойства сернистого ангидрида
12. Свойства серного ангидрида
13. Стандарты на серную кислоту и олеум
14. Материалы, применяемые для изготовления аппаратуры сернокислотного цеха: металлы и их сплавы
15. Материалы, применяемые для изготовления аппаратуры сернокислотного цеха: химически стойкие неорганические материалы
16. Материалы, применяемые для изготовления аппаратуры сернокислотного цеха: химически стойкие органические материалы
17. Общие сведения о сырье, предназначенной для получения серной кислоты
18. Сырье для производства серной кислоты: серный колчедан
19. Сырье для производства серной кислоты: газы цветной металлургии
20. Сырье для производства серной кислоты: сера
21. Получение серы из самородных руд
22. Получение газовой серы
23. Сравнительная характеристика свойств серы, полученной разными способами: достоинства и недостатки
24. Применение серы в других отраслях промышленности
25. Сырье для производства серной кислоты: сероводород
26. Сырье для производства серной кислоты: агломерационные газы, топочные и горючие газы, отработанные кислоты, травильные растворы
27. Производство серной кислоты в мире
28. Производство серной кислоты в России
29. Последние достижения в технологии производства серной кислоты
30. Реконструкция сернокислотных установок на основе современных энергосберегающих технологий
31. Какой концентрации и в каком количестве надо взять серную кислоту (олеум), чтобы при смешении ее с 75%-ной азотной кислотой получить 1750 кг смеси состава: 62%  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , 30%  $\text{HNO}_3$  и 8%  $\text{H}_2\text{O}$ ?
32. Какой концентрации и в каком количестве надо взять серную кислоту (олеум), чтобы при смешении ее с 75%-ной азотной кислотой получить 1700 кг смеси состава: 62%  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , 30%  $\text{HNO}_3$  и 8%  $\text{H}_2\text{O}$ ?
33. Какой концентрации и в каком количестве надо взять серную кислоту (олеум), чтобы при смешении ее с 75%-ной азотной кислотой получить 1650 кг смеси

состава: 62%  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , 30%  $\text{HNO}_3$  и 8%  $\text{H}_2\text{O}$ ?

34. Какой концентрации и в каком количестве надо взять серную кислоту (олеум), чтобы при смешении ее с 75%-ной азотной кислотой получить 1600 кг смеси состава: 62%  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , 30%  $\text{HNO}_3$  и 8%  $\text{H}_2\text{O}$ ?

35. Какой концентрации и в каком количестве надо взять серную кислоту (олеум), чтобы при смешении ее с 75%-ной азотной кислотой получить 1550 кг смеси состава: 62%  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , 30%  $\text{HNO}_3$  и 8%  $\text{H}_2\text{O}$ ?

36. Какой концентрации и в каком количестве надо взять серную кислоту (олеум), чтобы при смешении ее с 75%-ной азотной кислотой получить 1500 кг смеси состава: 62%  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , 30%  $\text{HNO}_3$  и 8%  $\text{H}_2\text{O}$ ?

37. Какой концентрации и в каком количестве надо взять серную кислоту (олеум), чтобы при смешении ее с 75%-ной азотной кислотой получить 1450 кг смеси состава: 62%  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , 30%  $\text{HNO}_3$  и 8%  $\text{H}_2\text{O}$ ?

38. Какой концентрации и в каком количестве надо взять серную кислоту (олеум), чтобы при смешении ее с 75%-ной азотной кислотой получить 1400 кг смеси состава: 62%  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , 30%  $\text{HNO}_3$  и 8%  $\text{H}_2\text{O}$ ?

39. Какой концентрации и в каком количестве надо взять серную кислоту (олеум), чтобы при смешении ее с 75%-ной азотной кислотой получить 1350 кг смеси состава: 62%  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , 30%  $\text{HNO}_3$  и 8%  $\text{H}_2\text{O}$ ?

40. Какой концентрации и в каком количестве надо взять серную кислоту (олеум), чтобы при смешении ее с 75%-ной азотной кислотой получить 1300 кг смеси состава: 62%  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , 30%  $\text{HNO}_3$  и 8%  $\text{H}_2\text{O}$ ?

### Тестовые задания:

#### Вариант №1

1. Инсектициды - это

- а) химические препараты, предназначенные для снижения урожая;
- б) химические препараты, предназначенные для отпугивания птиц;
- в) химические препараты, предназначенные для уничтожения вредных насекомых;
- г) химические препараты, предназначенные для уничтожения бактерий.

#### Вариант №2

1. В каком состоянии находится самородная сера?

- а) в твердом;
- б) в жидком;
- в) в газообразном;
- г) в растворенном.

#### Вариант №1

2. Конфигурация внешнего электронного слоя атома серы

- а)  $3s^2 3p^4$ ;
- б)  $1s^2$ ;
- в)  $4s^2 4p^4$ ;
- г)  $2s^2 2p^4$ .

Вариант №2

2. Наиболее характерны степени окисления серы в соединениях

- а) +4; +6;
- б) -2; +2; +4; +8;
- в) -2; +2; +4;
- г) -2; +2; +4; +6.

Вариант №1

3. При какой температуре плавления сера меняет цвет на бурый?

- а) при 100 °С;
- б) при выше 160 °С;
- в) около 190 °С;
- г) при 50 °С.

Вариант №2

3. При какой температуре плавления сера меняет цвет с бурого на темно-коричневый?

- а) при 100 °С;
- б) при выше 160 °С;
- в) около 190 °С;
- г) при 50 °С.

Вариант №1

4. Формула сернистого ангидрида

- а) SO;
- б) S<sub>2</sub>O<sub>2</sub>;
- в) SO<sub>2</sub>;
- г) SO<sub>3</sub>.

Вариант №2

4. Формула серного ангидрида

- а) SO;
- б) S<sub>2</sub>O<sub>2</sub>;
- в) SO<sub>2</sub>;
- г) SO<sub>3</sub>.

Вариант №1

5. Какое количество молекул серы участвует при образовании S<sub>2</sub>Br<sub>2</sub>?

- а) 1;
- б) 2;
- в) 3;
- г) 4.

Вариант №2

5. Какое количество молекул серы участвует при образовании Al<sub>2</sub>S<sub>3</sub>?

- а) 1;
- б) 2;
- в) 3;

г) 4.

Вариант №1

6. Какие продукты образуются при взаимодействии концентрированной серной кислоты с серой при длительном нагревании?

- а)  $\text{SO} + \text{H}_2$ ;
- б)  $\text{SO} + 2\text{H}_2\text{O}$ ;
- в)  $3\text{SO}_2 + \text{H}_2$ ;
- г)  $3\text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ .

Вариант №2

6. Какие продукты образуются при взаимодействии разбавленной азотной кислоты с серой?

- а)  $\text{NO} + \text{H}_2$ ;
- б)  $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NO} \uparrow$ ;
- в)  $\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4$ ;
- г)  $3\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ .

Вариант №1

7. Какое время необходимо для отстоя скважины в период ее освоения перед первыми откачками серы с подачей теплоносителя?

- а) 1 час;
- б) 30 мин;
- в) 5 мин;
- г) 3 часа.

Вариант №2

7. Как называется период работы скважины при подземной выплавки серы, который характеризуется постепенным снижением ее продуктивности, увеличением числа прорывов воды при откачке серы, повышением удельного расхода теплоносителя и неустойчивым режим добычи?

- а) период освоения;
- б) период стабильной работы;
- в) период снижения производительности;
- г) период завершения эксплуатации.

Вариант №1

8. Как называется метод получения серы, который характеризуется следующим уравнением:  $2\text{FeS}_2 \rightarrow 2\text{FeS} + \text{S}_2$ ?

- а) получение серы методом Клауса.
- б) восстановление сернистого газа твердыми или газообразными восстановителями;
- в) восстановительная плавка медного колчедана по методу Оркла;
- г) термическая возгонка части серы, входящей в состав пирита.

Вариант №2

8. Что такое штейн?

- а) основной продукт, сплав сульфидов железа и цветных металлов переменного состава;
- б) промежуточный или побочный продукт, сплав сульфидов железа и цветных металлов переменного состава;
- в) промежуточный или побочный продукт;
- г) основной продукт, сплав сульфидов тяжелых металлов.

Вариант №1

9. Из чего состоит болотная руда?

- а)  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ;
- б)  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ;
- в)  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ;
- г)  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ .

Вариант №2

9. Какое количество серы образуется при очистке коксового газа от сероводорода активированным углем?

- а) 90%;
- б) 99%;
- в) 100%;
- г) 10%.

Вариант №1

10. Для каких целей применяется сепаратор в технологии Клауса?

- а) для отделения примесей от кислого газа, поступающего в реакционную печь;
- б) для отделения влаги от газа, поступающего в печь подогрева;
- в) для отделения серы от кислого газа, поступающего в реакционную печь;
- г) для отделения газа от серы, поступающей в конденсатор.

Вариант №2

10. Как называется стадия получения серы в технологии Клауса, которая состоит из последовательных операций нагрева, каталитической реакции и охлаждения, конденсации?

- а) технологическая;
- б) паровая;
- в) каталитическая;
- г) термическая.

**10 семестр**

**Вопросы входного контроля (УО):**

1. Свойства серы
2. Способы получения серы
3. Виды выпускаемой серы
4. Применение серы в производстве серной кислоты
5. Способы производства серной кислоты
6. Строение и свойства серной кислоты

7. Общие сведения о сернистом ангидриде
8. Общие сведения о серном ангидриде
9. Сырье для производства серной кислоты
10. Печи для обжига колчедана

### Задачи для выполнения практических занятий:

1. К 100 кг 50%-ной серной кислоты прибавили 15 кг воды. Определите концентрацию получившейся кислоты и повышение температуры в результате разбавления
2. Сколько  $\text{FeS}_2$  содержится в природном колчедане, если по данным анализа серы в нем 42,5%?
3. При получении серной кислоты контактным способом на 1 т сжигаемого колчедана с содержанием 42,5% серы практически получается 1,2 т олеума, содержащего 20% «свободного» ангидрида  $\text{SO}_3$ . Определить процент выхода серной кислоты.
4. Из 320 т колчедана  $\text{FeS}_2$ , содержащего 42, 5% серы S, было получено 270 т сернистого газа  $\text{SO}_2$ . Вычислить расходный коэффициент и выход  $\text{SO}_2$  по сере.
5. В контактном аппарате в течение суток окисляется 170 т ангидрида  $\text{SO}_2$ , степень окисления 98,7%. Определить производительность в кг/ч.

Задания **контрольной работы (КР)** выполняются индивидуально по вариантам, соответствующим последней цифре шифра студента (табл. 1). Варианты контрольных заданий:

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
№ задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40

1. Очистка обжигового газа из колчедана: образование и выделение тумана
2. Очистка обжигового газа из колчедана: осушка газа
3. Очистка обжигового газа из колчедана: образование тумана в сушильной башне
4. Очистка обжигового газа из колчедана без образования тумана
5. Схема очистки обжигового газа из колчедана отделения контактного завода
6. Аппаратура очистного отделения обжигового газа из колчедана контактного завода
7. Технологический режим очистки обжигового газа из колчедана
8. Извлечение селена из обжигового газа из колчедана
9. Физико-химические основы процесса окисления сернистого ангидрида на катализаторах
10. Ванадиевая контактная масса
11. Условия процесса окисления  $\text{SO}_2$  в  $\text{SO}_3$  на ванадиевом катализаторе
12. Окисление  $\text{SO}_2$  на катализаторе в кипящем слое
13. Контактные аппараты
14. Теплообменная аппаратура

15. Технологический режим контактирования

16. Абсорбция  $\text{SO}_3$  серной кислотой

17. Баланс воды в контактной системе и выход олеума

18. Конденсация серной кислоты в процессе абсорбции

19. Аппаратура абсорбционного отделения

20. Технологический режим абсорбции

21. Технологическая схема получения серной кислоты из колчедана и ее описание

22. Технологическая схема одинарного контактирования производства серной кислоты и ее описание

23. Технологическая схема двойного контактирования производства серной кислоты и ее описание

24. Технологическая схема тройного контактирования производства серной кислоты и ее описание

25. Сравнительный анализ получения серной кислоты из колчедана и элементарной серы. Достоинства и недостатки методов

26. Производство серной кислоты из отходящих газов металлургических производств

27. Производство серной кислоты из сероводорода

28. Обезвреживание отходящих газов в производстве серной кислоты

29. Получение высококачественной серной кислоты

30. Использование отработанной серной кислоты

31. При окислении двуокиси серы в трехокись в производстве серной кислоты по контактному способу в контактный аппарата поступает сернистый газ состава в % (об.):  $\text{SO}_2$  – 12;  $\text{O}_2$  – 9;  $\text{N}_2$  – 79. Процесс окисления осуществляется при  $P=1,1 \cdot 10^5$  Па. Степень окисления составляет 65%. Рассчитать состав окисленного газа и величину равновесия.

32. При окислении двуокиси серы в трехокись в производстве серной кислоты по контактному способу в контактный аппарата поступает сернистый газ состава в % (об.):  $\text{SO}_2$  – 13;  $\text{O}_2$  – 8;  $\text{N}_2$  – 79. Процесс окисления осуществляется при  $P=1,3 \cdot 10^5$  Па. Степень окисления составляет 66%. Рассчитать состав окисленного газа и величину равновесия.

33. При окислении двуокиси серы в трехокись в производстве серной кислоты по контактному способу в контактный аппарата поступает сернистый газ состава в % (об.):  $\text{SO}_2$  – 14;  $\text{O}_2$  – 6;  $\text{N}_2$  – 79. Процесс окисления осуществляется при  $P=1,4 \cdot 10^5$  Па. Степень окисления составляет 67%. Рассчитать состав окисленного газа и величину равновесия.

34. При окислении двуокиси серы в трехокись в производстве серной кислоты по контактному способу в контактный аппарата поступает сернистый газ состава в % (об.):  $\text{SO}_2$  – 12;  $\text{O}_2$  – 9;  $\text{N}_2$  – 79. Процесс окисления осуществляется при  $P=1,5 \cdot 10^5$  Па. Степень окисления составляет 68%. Рассчитать состав окисленного газа и величину равновесия.

35. При окислении двуокиси серы в трехокись в производстве серной кислоты по контактному способу в контактный аппарата поступает сернистый газ состава в % (об.):  $\text{SO}_2$  – 13;  $\text{O}_2$  – 8;  $\text{N}_2$  – 79. Процесс окисления осуществляется при  $P=1,4 \cdot 10^5$  Па. Степень окисления составляет 69%. Рассчитать состав окисленного газа и величину равновесия.

36. При окислении двуокиси серы в трехокись в производстве серной кислоты по контактному способу в контактный аппарата поступает сернистый газ состава в % (об.):  $\text{SO}_2 - 14$ ;  $\text{O}_2 - 6$ ;  $\text{N}_2 - 79$ . Процесс окисления осуществляется при  $P = 1,3 \cdot 10^5$  Па. Степень окисления составляет 71%. Рассчитать состав окисленного газа и величину равновесия.

37. При окислении двуокиси серы в трехокись в производстве серной кислоты по контактному способу в контактный аппарата поступает сернистый газ состава в % (об.):  $\text{SO}_2 - 12$ ;  $\text{O}_2 - 9$ ;  $\text{N}_2 - 79$ . Процесс окисления осуществляется при  $P = 1,1 \cdot 10^5$  Па. Степень окисления составляет 72%. Рассчитать состав окисленного газа и величину равновесия.

38. При окислении двуокиси серы в трехокись в производстве серной кислоты по контактному способу в контактный аппарата поступает сернистый газ состава в % (об.):  $\text{SO}_2 - 13$ ;  $\text{O}_2 - 8$ ;  $\text{N}_2 - 79$ . Процесс окисления осуществляется при  $P = 1,3 \cdot 10^5$  Па. Степень окисления составляет 73%. Рассчитать состав окисленного газа и величину равновесия.

39. При окислении двуокиси серы в трехокись в производстве серной кислоты по контактному способу в контактный аппарата поступает сернистый газ состава в % (об.):  $\text{SO}_2 - 14$ ;  $\text{O}_2 - 6$ ;  $\text{N}_2 - 79$ . Процесс окисления осуществляется при  $P = 1,4 \cdot 10^5$  Па. Степень окисления составляет 74%. Рассчитать состав окисленного газа и величину равновесия.

40. При окислении двуокиси серы в трехокись в производстве серной кислоты по контактному способу в контактный аппарата поступает сернистый газ состава в % (об.):  $\text{SO}_2 - 12$ ;  $\text{O}_2 - 9$ ;  $\text{N}_2 - 79$ . Процесс окисления осуществляется при  $P = 1,5 \cdot 10^5$  Па. Степень окисления составляет 75%. Рассчитать состав окисленного газа и величину равновесия.

### Тестовые задания:

#### Вариант №1

1. Сера, изготавливаемая путем тонкого помола серы высокой чистоты в токе инертного газа, называется

- а) серой особой чистоты;
- б) пластинчатой серой;
- в) медицинской серой;
- г) молотой серой.

#### Вариант №2

1. Сера, получаемая путем охлаждения расплавленной серы на специальной транспортной ленте, которая движется над открытыми баками с охлаждающей водой, называется

- а) серой особой чистоты;
- б) пластинчатой серой;
- в) гранулированной серой;
- г) комовой серой.

#### Вариант №1

2. Метод получения полимерной серы, который позволяет получать высокопроцентную (80-90 %) полимерную серу при достаточно сложном аппаратном оформлении, называется



- а) методом быстрого охлаждения расплавов;
- б) методом быстрого охлаждения паров серы;
- в) комбинированным методом получения серы;
- г) методом взаимодействия диоксида серы с сероводородом в водной среде.

Вариант №2

2. Метод получения полимерной серы, который позволяет получать высокочистый полимерный продукт при значительных энергозатратах, называется

- а) методом быстрого охлаждения расплавов;
- б) методом быстрого охлаждения паров серы;
- в) комбинированным методом получения серы;
- г) методом взаимодействия диоксида серы с сероводородом в водной среде.

Вариант №1

3. Сколько процентов всей производимой серы направляется на производство серной кислоты?

- а) около 10;
- б) около 50;
- в) около 90;
- г) около 70.

Вариант №2

3. Чтобы получить 1 т серной кислоты, сколько нужно сжечь кг серы?

- а) около 50;
- б) около 100;
- в) около 1000;
- г) около 300.

Вариант №1

4. В качестве какого ингредиента применяется сера в шинной промышленности?

- а) в качестве наполнителя;
- б) в качестве вулканизирующего агента;
- в) в качестве активатора;
- г) в качестве стабилизатора.

Вариант №2

4. Какой вид серы используется в качестве нового вулканизирующего агента?

- а) чешуйчатая сера;
- б) пластинчатая сера;
- в) сополимерная сера;
- г) полимерная сера.

Вариант №1

5. В какой области строительства применяется серный битум и сероасфальт?

- а) для получения серного бетона;
- б) для получения дорожных строительных материалов;
- в) для получения гидроизоляционных материалов;

г) для пропитки пористых тел.

#### Вариант №2

5. В какой области строительства применяется «водорастворимая сера»?

- а) для получения серного бетона;
- б) для получения дорожных строительных материалов;
- в) для получения гидроизоляционных материалов;
- г) для пропитки пористых тел.

#### Вариант №1

6. Сколько молекул сернистого ангидрида образуется при обжиге серного колчедана?

- а) 4;
- б) 11;
- в) 2;
- г) 8.

#### Вариант №2

6. Сколько молекул серного ангидрида образуется при окислении сернистого ангидрида?

- а) 1;
- б) 2;
- в) 3;
- г) 4.

#### Вариант №1

7. При каких основных условиях получают серную кислоту контактным способом?

- а) в присутствии катализатора при высокой температуре;
- б) при высокой температуре;
- в) в присутствии катализатора при низкой температуре;
- г) при низкой температуре.

#### Вариант №2

7. Серная кислота, полученная нитрозным способом отличается от серной кислоты, полученной контактным способом

- а) низкой концентрацией;
- б) высокой концентрацией;
- в) высокой концентрацией, наличием примесей окислов азота и других веществ;
- г) низкой концентрацией, наличием примесей окислов азота и других веществ.

#### Вариант №1

8. Если в смеси на 1 моль  $\text{SO}_3$  приходится 2 моля воды, то такая смесь называется

- а) олеумом;
- б) водным раствором сернистого ангидрида;
- в) водным раствором серной кислоты;
- г) водным раствором олеума.

Вариант №2

8. Если в смеси на 1 моль воды приходится 2 моля  $\text{SO}_3$ , то такая смесь называется
- а) олеумом;
  - б) водным раствором сернистого ангидрида;
  - в) водным раствором серной кислоты;
  - г) водным раствором олеума.

Вариант №1

9. С повышением температуры плотность серной кислоты
- а) увеличивается;
  - б) сначала уменьшается, а затем увеличивается;
  - в) уменьшается;
  - г) не изменяется.

Вариант №2

9. С повышением температуры вязкость серной кислоты
- а) увеличивается;
  - б) сначала уменьшается, а затем увеличивается;
  - в) уменьшается;
  - г) не изменяется.

Вариант №1

10. Концентрация серного ангидрида в техническом олеуме составляет, %
- а) 24;
  - б) 19;
  - в) 30;
  - г) 10.

Вариант №2

10. Концентрация серной кислоты в контактной улучшенной серной кислоте сорта 1 составляет, %
- а) 92,5-94;
  - б) 90-91;
  - в) 75;
  - г) 75-90.

**Шкала оценки входного контроля, отчета по лабораторной работе:**

**Зачтено:** Задание выполнено верно, сдано в установленные сроки

**Не зачтено:** Задание не выполнено, выполнено с ошибками, которые требуется исправить, или сдано после установленного срока

**Шкала оценки задач, теста (в процентах):**

Проценты	Требования к знаниям
100-85	Ответы на поставленные вопросы полные, четкие и развернутые. Решения задач логичны, доказательны и демонстрируют аналитические и творческие способности студента.

84-70	Даются полные ответы на поставленные вопросы. Показано умение выделять причинно-следственные связи. При решении задач допущены незначительные ошибки, исправленные с помощью «наводящих» вопросов преподавателя.
69-60	Ответы на вопросы и решения поставленных задач недостаточно полные. Логика и последовательность в решении задач имеют нарушения. В ответах отсутствуют выводы.

Оценки в баллах высчитываются путем произведения величины выставленного процента для конкретного вида текущего контроля на предварительно выделенное для него количество баллов (в пределах раздела).

Оценивание студента на защите **зачета** по дисциплине «Химическая технология неорганических веществ. Технология серы и серной кислоты»:

Баллы (итоговой рейтинговой оценки)	Оценка (балл за ответ на зачете)	Требования к знаниям
100-65	«зачтено» - 35 баллов	–Оценка «зачтено» если он имеет знания основного материала, если он прочно усвоил программный материал, последовательно, четко и логически стройно его излагает его на зачете, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения, умеет тесно увязывать теорию с практикой –Учебные достижения в семестровый период и результатами рубежного контроля демонстрируют достаточную степень овладения программным материалом.
64-0	«не зачтено» - 0 баллов	–Оценка «не зачтено» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «не зачтено» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. –Учебные достижения в семестровый период и результатами рубежного контроля демонстрировали не высокую степень овладения программным материалом по минимальной планке.

Студент, получивший менее 60% от максимального балла за раздел дисциплины или промежуточную аттестацию, считается неаттестованным по данной дисциплине.

Оценивание студента **на экзамене** по дисциплине «Химическая технология неорганических веществ. Технология серы и серной кислоты»:

Баллы (итоговой рейтинговой оценки)	Освоение компетенций	Требования к знаниям
100-85	Продвинутый уровень	Ответы на поставленные вопросы полные, четкие и развернутые. Решения задач логичны, доказательны и демонстрируют аналитические и творческие способности студента.
84-70	Средний уровень	Даются полные ответы на поставленные вопросы. Показано умение выделять причинно-следственные связи. При решении задач допущены незначительные ошибки, исправленные с помощью «наводящих» вопросов преподавателя.
69-60	Базовый уровень	Ответы на вопросы и решения поставленных задач недостаточно полные. Логика и последовательность в решении задач имеют нарушения. В ответах отсутствуют выводы.

Студент, получивший менее 60% от максимального балла за раздел дисциплины

или промежуточную аттестацию, считается неаттестованным по данной дисциплине.

Итоговая оценка выставляется путем перевода набранных баллов в соответствии со следующей таблицей:

Оценка по 5-балльной шкале	Сумма баллов за разделы и экзамен	Оценка ECTS
5 – «отлично»	90-100	A
4 – «хорошо»	85-89	B
	75-84	C
	70-74	D
3 – «удовлетворительно»	65-69	E
	60-64	F
2 – «неудовлетворительно»	Менее 60	F

### Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

#### Основная литература:

1. Козадерова О.А., Нифталиев С.И. Технология минеральных удобрений: учебное пособие. - Воронеж : ВГУИТ, 2016. - 183 с. — Режим доступа: <https://www.studentlibrary.ru/ru/book/ISBN9785000320709.html>
2. Ахметов Т.Г., Бусыгин В.М., Гайсин Л.Г., Ахметова Р.Т. Химическая технология неорганических веществ : учебное пособие. - СПб : Издательство «Лань», 2019. - 452 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/119611/#2>
3. Москвичев Ю.А., Григоричева А.К., Павлов О.С. Теоретические основы химической технологии : учебное пособие. - СПб : Издательство «Лань», 2020. - 272 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/130185/#63>

#### Дополнительная литература:

4. Прокофьев В.Ю. Оборудование производств неорганических веществ: учебное пособие. – Иваново : Иван. гос. хим.-технол. ун-т, 2016. - 115 с. — Режим доступа: <https://www.studentlibrary.ru/ru/book/ISBN9785961605037.html>
5. Зубова Н.Г. Получение аллотропических модификаций серы / Методические указания к выполнению лабораторных раб. Апробация, 2020.
6. Зубова Н.Г. Свойства серы и ее соединений / Методические указания к выполнению лабораторных раб. Апробация, 2020.
7. Зубова Н.Г. Свойства оксида серы (IV) / Методические указания к выполнению лабораторных раб. Апробация, 2020.
8. Зубова Н.Г. Количественное определение сернистого натрия/ Методические указания к выполнению лабораторных раб. Апробация, 2020.
9. Зубова Н.Г. Синтез тиосульфата натрия / Методические указания к выполнению лабораторных раб. Апробация, 2020.
10. Зубова Н.Г. Свойства серной кислоты / Методические указания к выполнению лабораторных раб. Апробация, 2020.
11. Зубова Н.Г. Расчет показателей процесса обогащения серосодержащего сырья / Методические указания к выполнению практических раб. Апробация, 2020.
12. Зубова Н.Г. Расчет выхода серосодержащего сырья в процентном отношении

/ Методические указания к выполнению практических раб. Апробация, 2020.

13. Зубова Н.Г. Расчет физико-химических показателей серной кислоты и олеума / Методические указания к выполнению практических раб. Апробация, 2020.

14. Зубова Н.Г. Расчет теплового эффекта разбавления серной кислоты / Методические указания к выполнению практических раб. Апробация, 2020.

15. Зубова Н.Г. Расчет производительности и интенсивности сернокислотного оборудования / Методические указания к выполнению практических раб. Апробация, 2020.

16. Зубова Н.Г. Расчет показателей процесса получения сернистого газа / Методические указания к выполнению практических раб. Апробация, 2020.

17. Зубова Н.Г. Расчет сушильной башни / Методические указания к выполнению практических раб. Апробация, 2020.

18. Зубова Н.Г. Расчет количества контактной массы в аппарате с промежуточным теплообменом / Методические указания к выполнению практических раб. Апробация, 2020.

19. Зубова Н.Г. Расчет контактного аппарата с добавлением воздуха после слоев контактной массы / Методические указания к выполнению практических раб. Апробация, 2020.

20. Зубова Н.Г. Материальный баланс сушильно-абсорбционного отделения / Методические указания к выполнению практических раб. Апробация, 2020.

21. Зубова Н.Г. Расчет башни конденсатора / Методические указания к выполнению практических раб. Апробация, 2020.

22. Зубова Н.Г. Расчет производительности газодувки (нагнетателя) / Методические указания к выполнению практических раб. Апробация, 2020.

23. Мухленов И.П. Расчеты химико-технологических процессов: учебник / И.П. Мухленов. - М. : Альянс, 2018.-248 с.

24. Журнал «Успехи в химии и химической технологии». - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/journal/2381>

25. Журнал «Труды БГТУ. Химия и технология неорганических веществ». - Режим доступа : <https://e.lanbook.com/journal/2484>

26. Журнал «Тонкие химические технологии». - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/journal/2361>

### **Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

Процесс реализации образовательной программы обеспечен необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения: «Word», «Power Paint».

### **Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины**

Лекционные занятия проводятся в специализированных аудиториях, оснащенных мультимедийным оборудованием. Практические занятия проводятся в этих же аудиториях с посещением лабораторий, оснащенных стандартными комплектами отечественных и зарубежных приборов и установок. Мультимедийный курс лекций, видеофильмы, макеты и плакаты.

## **Учебно-методические рекомендации для студентов**

### **1. Указания для прослушивания лекций**

Перед началом занятий внимательно ознакомиться с учебным планом проведения лекций и списком рекомендованной литературы.

Перед посещением очередной лекции освежить в памяти основные концепции пройденного ранее материала. Подготовить при необходимости вопросы преподавателю. Не надо опасаться, что вопросы могут быть простыми.

На лекции основное внимание следует уделять не формулам и математическим выкладкам, а содержанию изучаемых вопросов, определениям и постановкам задач.

В процессе изучения лекционного курса необходимо по возможности часто возвращаться к основным понятиям и методам решения задач (здесь возможен выборочный контроль знаний студентов).

Желательно использовать конспекты лекций, в которых используется принятая преподавателем система обозначений.

Для более подробного изучения курса следует работать с рекомендованными литературными источниками и вновь появляющимися источниками.

### **2. Указания для участия в практических занятиях**

Перед посещением практических занятий уяснить тему и самостоятельно изучить связанные с ней понятия и методы решения задач.

Перед решением задач активно участвовать в обсуждении с преподавателем основных понятий, связанных с темой практического занятия.

В процессе решения задач вести дискуссию с преподавателем о правильности применения методов их решения.

По возможности самостоятельно доводить решение предлагаемых задач до окончательного итога.

В конце практического занятия при необходимости выяснить у преподавателя неясные вопросы.

Основные результаты выполнения работы необходимо распечатать.

### **3. Указания для выполнения лабораторных работ**

Соблюдать требования техники безопасности, для чего прослушать необходимые разъяснения о правильности поведения в лаборатории.

Перед выполнением лабораторной работы провести самостоятельно подготовку к работе изучив основные теоретические положения, знание которых необходимо для осмысленного выполнения работы.

В процессе выполнения работы следует постоянно общаться с преподавателем, не допуская по возможности неправильных действий.

Основные результаты экспериментов необходимо зафиксировать в письменном виде.

При сдаче зачета по работе подготовить отчет о проделанной работе, где должны быть отражены основные результаты и выводы.

### **4. Указания для выполнения самостоятельной работы**

Получить у преподавателя задание и список рекомендованной литературы.

Изучение теоретических вопросов следует проводить по возможности самостоятельно, но при затруднениях обращаться к преподавателю.

Подготовить письменный отчет о проделанной работе.

При выполнении фронтальных заданий по усмотрению преподавателя работа может быть оценена без письменного отчета на основе ответов на контрольные вопросы, при условии активной самостоятельной работы.

Подготовить ответы на контрольные вопросы.

### **Методические рекомендации для преподавателей**

#### **1. Указания для проведения лекций**

На первой вводной лекции сделать общий обзор содержания курса и отметить новые методы и подходы к решению задач, рассматриваемых в курсе, довести до студентов требования кафедры, ответить на вопросы.

При подготовке к лекционным занятиям необходимо продумать план его проведения, содержание вступительной, основной и заключительной части лекции, ознакомиться с новинками учебной и методической литературы, публикациями периодической печати по теме лекционного занятия. Перед изложением текущего лекционного материала напомнить об основных итогах, достигнутых на предыдущих лекциях. С этой целью задать несколько вопросов аудитории и осуществить выборочный контроль знания студентов.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия. Раскрывая содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов.

Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя, категориальный аппарат. В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного практического занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить с докладами и рефератами.

На последней лекции уделить время для обзора наиболее важных положений, рассмотренных в курсе.

#### **2. Указания для проведения практических занятий**

Четко обозначить тему практического занятия.



Обсудить основные понятия, связанные с темой практического занятия.

В процессе решения задач вести дискуссию со студентами о правильности применения теоретических знаний.

Отмечать студентов, наиболее активно участвующих в решении задач и в дискуссиях.

В конце практического занятия задать аудитории несколько контрольных вопросов.

### 3. Указания для проведения лабораторных занятий.

Соблюдать требования техники безопасности и проводить необходимые разъяснения о правильности поведения в лаборатории.

Перед выполнением лабораторной работы проверить степень готовности студентов, напомнить и обсудить основные теоретические положения, знание которых необходимо для осмысленного выполнения работ.

В процессе выполнения работы следует постоянно общаться со студентами, не допуская по возможности их неправильных действий.

Требовать, чтобы основные результаты экспериментов были зафиксированы студентами в письменном виде.

При приеме зачета по работе требовать отчет о проделанной работе, где должны быть отражены основные результаты и выводы.

### 4. Указания по контролю самостоятельной работы студентов

По усмотрению преподавателя задание на самостоятельную работу может быть индивидуальным или фронтальным.

При использовании индивидуальных заданий требовать от студента письменный отчет о проделанной работе.

При применении фронтальных заданий вести коллективные обсуждения со студентами основных теоретических положений.

С целью контроля качества выполнения самостоятельной работы требовать индивидуальные отчеты (допустимо вместо письменного отчета применять индивидуальные контрольные вопросы).

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС НИЯУ МИФИ и учебным планом основной образовательной программы по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология».

Рабочую программу составил



доцент, Зернышкина А.А.

Рецензент



доцент, Герасимова В.М.

Программа одобрена на заседании УМКН 18.03.01 «Химическая технология» от 15.11.2021 года, протокол № 2.

Председатель учебно-методической комиссии



Чернова Н.М.